

SCHUSSEINTRAGSSYSTEM UND PROBLEME DER BEANSPRUCHUNG DES SCHUSSFADENS BEI WEBMASCHINEN STB

Von

M. JEDERÁN

Lehrstuhl für Textiltechnik und Leichtindustrie, Technische Universität, Budapest

Eingegangen am 21. September, 1978

Die Webmaschinen STB gehören zur Gruppe der Webmaschinen Typ Sulzer. Ihr Schlagmechanismus verfügt über ein Energiespeichersystem und sie sind dadurch gekennzeichnet, daß der aus flachem Stahlblech hergestellte Schützen mit der Abmessung von $88 \times 14 \times 6$ mm und einem Gewicht von 40 p durch die in dem vorgespannten Torsionsstab des Schlagwerkes angesammelte Energie beschleunigt wird. Die im Schlagmechanismus gespeicherte Energie und die Schützengeschwindigkeit sind voneinander unabhängig.

Der Schlagmechanismus ist in Abb. 1 dargestellt. Der Schlaghebel v dreht sich zusammen mit dem Torsionsstab T , dessen oberes Ende sich mit einer kurzen Zugstange an das Schlagstück F anschließt, während das andere Ende in die verstellbare Klemme eingespannt ist. An der Webmaschine ist nur ein Schußwerk vorhanden, das bei jeder Hauptwellenumdrehung arbeitet.

Die Vorspannung des Torsionsstabes (Schlagmechanismus) erfolgt durch den auf die Welle t gekeilten Nocken B, der während seiner Drehung die Rolle g betätigt und durch den zweiarmigen Hebel k , die Zugstange v_1 und den Hebel e_1 den Torsionsstab vorspannt. Der Schlagmechanismus wird in vorgespanntem Zustand durch die Elemente $k - v_1 - e_1$ blockiert, da sich am Ende der Vorspannung der Bolzenmittelpunkt O_c rechts von der die Mittelpunkte $O_1 - O_3$ verbindenden Geraden befindet.

Bei der Weiterdrehung des Exzenters drückt seine Rolle g_1 die bogenförmige Verlängerung des Hebels k ab, die Blockierung hört auf und der Schlagmechanismus stößt den Schützen aus. Das untere Ende des Hebels k und der Kolben d sind durch die Zugstange v_2 verbunden. Während des Ausstoßes des Schützen bewegt sich der im Ölbad laufende Kolben zuerst ohne Widerstand, wenn er aber den hinteren Kolbenraum erreicht, kann sich das Öl nur durch das Drosselventil s entfernen. Der Schlagmechanismus wird durch den auftretenden Widerstand erst verlangsamt, dann abgestellt.

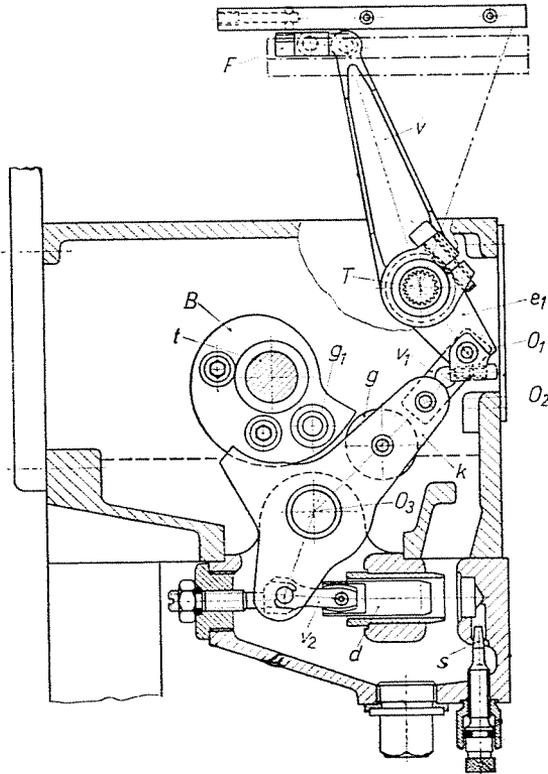


Abb. 1. Schlagmechanismus Typ Sulzer

1. Verlauf der notwendigen Schützengeschwindigkeit an Webmaschinen STB

Die Webmaschinen STB werden mit Blattbreiten 175, 216, 250 und 330 cm hergestellt. Die Blattbreiten der Sulzer-Webmaschinen anderen Typs übersteigen sogar diese Werte.

Die Verlangsamung der Schützenbewegung auf Webmaschinen Typ Sulzer läuft nach den bezüglichen Untersuchungen laut Tabelle 1 ab:

Tabelle 1

Die Verlangsamung der Schützenbewegung auf Sulzer-Webmaschinen [5]

Nr.	Anfangsgeschwindigkeit m/sec)	Schützenbahn (m)	Durchschnittliche Verlangsamung (m/sec ²)	Schußbeginn (Grad)
140	24	2,16	21,3	140°
54	24	2,16	37,0	
34	24	2,16	54,2	
140	18	2,16	15,8	105°
54	18	2,16	27,1	
34	18	2,16	38,9	

Nach Angaben der Tabelle beträgt die Endgeschwindigkeit des Schützens nach dem Flug in einem extremen Fall sogar $s = 2,16$ m, mit den Angaben $b = 54,2$ m/sec²; $v_{\max} = 24$ m/sec, nach der bekannten Beziehung

$$v = \sqrt{v_{\max}^2 - 2bs}$$

ist dies um 23%, bei einer Beschleunigung von 21,3 m/sec² um 9,1% niedriger als die Anfangsgeschwindigkeit.

Da der Schußbeginn auf Webmaschinen STB bei 140° liegt, sind die den einzelnen Blattbreiten zugeordneten maximalen Schützengeschwindigkeiten wie folgt:

Blattbreite (cm)	Schützengeschwindigkeit (m/sec)
175	19,4
216	24,0
250	27,6

Die den verschiedenen Blattbreiten zugehörigen Schützengeschwindigkeiten sind durch die Erhöhung des Torsionsstabdurchmessers zu erreichen.

2. Theorie der Schlagmechanismen Typ Sulzer

Das dynamische Modell des Schlagmechanismus Typ Sulzer ist in Abb. 2 gezeigt.

Bei der Arbeit des Schlagmechanismus ist das durch den Torsionsstab hervorgebrachte Moment

$$M_0 = \frac{I_0 G}{L} \varphi = \frac{\varphi_a + \varphi_0}{c_0} .$$

Hier sind $I_0 = 0,1 d^4$ das polare Moment zweiter Ordnung des Torsionsstabes,

d = der Durchmesser des Stabes,

L = die Länge des Torsionsstabes,

φ_a = die Verdrehung des Torsionsstabes während des Schußeintrags,

φ_0 = die Vorspannung des Torsionsstabes,

c_0 = die Federkonstante des Torsionsstabes (sein Wert beträgt $c_0 = 197 \cdot 10^{-6}$ 1/cmkp [2]).

Das auf den Mittelpunkt des Torsionsstabes reduzierte Trägheitsmoment der Massen von Schlägerwelle (Θ_1), Zugstange — Schützen — Schlagstück (m_A) beträgt

$$\Theta = \Theta_1 + m_A R^2$$

(wobei $\Theta_1 = 38,6 \cdot 10^{-3}$; $GA = 0,06$ kp; $R = 185$ mm [2]).

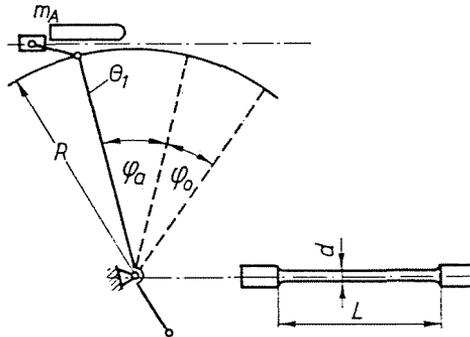


Abb. 2. Dynamisches Schema des Schlagmechanismus Typ Sulzer

Für den ersten Teil des Schußeintrages können der Widerstand des hydraulischen Dämpfungssystems und die im System wirkenden Reibungen vernachlässigt werden. Dann ist näherungsweise (bei Vernachlässigung des Trägheitsmomentes des in Abb. 1 gezeigten blockierenden Hebels k):

$$\Theta \ddot{\varphi} + M_0 = 0$$

bwz.

$$\Theta \ddot{\varphi} + \frac{\varphi}{c_0} = 0 .$$

Führt man die Bezeichnung

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{\Theta c_0}}$$

ein, so ist

$$\ddot{\varphi} + \alpha^2 \varphi = 0$$

Die allgemeine Lösung nimmt folgende Form an:

$$\varphi = A \sin \alpha t + B \cos \alpha t - \varphi_0$$

$$\dot{\varphi} = \alpha(A \cos \alpha t - B \sin \alpha t)$$

$$\ddot{\varphi} = -\alpha^2 (A \sin \alpha t + B \cos \alpha t)$$

Da $t = 0$; $\varphi = \varphi_a + \varphi_0$ und $\dot{\varphi} = 0$

gelten: $A = 0$; $B = \varphi_a + \varphi_0$

Nachdem $\varphi_a \leq \frac{\pi}{6}$, stimmt die Bewegung des Schlaghebelendpunktes mit guter Näherung mit der Bewegung des Schlagstückes überein.

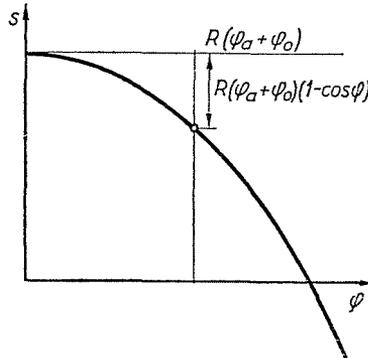


Abb. 3. Erläuterungsdiagramm zur Deutung des Bewegungsgesetzes

Der Anschaulichkeit halber wird die Verschiebung des Schlagstückes von der blockierten Lage desselben aus gemessen, und aufgrund der Teilergebnisse ergibt sich für die Verschiebung der Ausdruck

$$s = R(\varphi_a + \varphi_0) (1 - \cos \alpha t)$$

bzw. nach Differenzieren

$$v = R(\varphi_a + \varphi_0) \alpha \sin \alpha t$$

$$a = R(\varphi_a + \varphi_0) \alpha^2 \cos \alpha t$$

Bei der Entspannung der Vorspannung des Torsionsstabes erhält man

$$s = R(\varphi_a + \varphi_0)$$

bzw.

$$\cos \alpha t = 0$$

Daraus ergibt sich die volle Dauer der Bewegung zu

$$t = \frac{\pi}{2\alpha} .$$

In Abbildung 4 sind die mit unseren Ausgangsangaben errechneten Bewegungsmerkmale des Schlagmechanismus bei einer Vorspannung von $\varphi_0 = \frac{\pi}{6}$ angegebenen. Da der Schlagmechanismus am vollen Auslauf durch die hydraulische Bremse gehindert wird, hört beim Beginn der hydraulischen

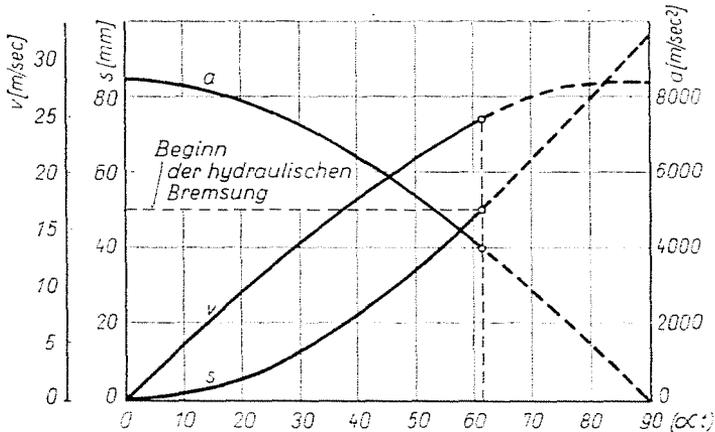


Abb. 4. Bewegungsgesetze des Schützens des Schlagmechanismus Typ Sulzer

Bremmung (nach einem Schützenflug von ca. 50 mm) die Beschleunigung der Schützenbewegung praktisch auf.

Abb. 5 zeigt die Wirkung der hydraulischen Bremsung auf die Schützenbewegungsgeschwindigkeit [4]. Aus der Abbildung kann festgestellt werden, daß eine Beschleunigung des Schützens auf ca. 62,5% der theoretischen Schußlänge stattfindet, während auf 33,5% der Schußlänge die Energie des Schlagmechanismus durch die hydraulische Bremsung verbraucht wird.

An Sulzer-Webmaschinen dienen ca. 15% der verwendeten Energie zur Beschleunigung des Schützens. Der Schlagmechanismus dieser Webmaschinen ist also bezüglich des Energieausnutzungsverhältnisses nicht günstiger als der des klassischen Schlagmechanismus. Während des Schützenfluges wird nur ein unbedeutender Teil der Schützenenergie verbraucht und ca. 90% derselben werden durch die Fangbremse verzehrt.

In Tabelle 2 werden die Energieverhältnisse der Schlagmechanismen Typ Sulzer mit denen anderer Webmaschinen verglichen.

Aus Tabelle 2 ist zu sehen, daß die Bewegungsgeschwindigkeit der Sulzer-Schützen ca. 1,6 – 2mal so hoch wie die der klassischen Schützen ist, während ihre Energie 20,4–40,5% der klassischen Schützen beträgt. Energetisch ist daher der Schlagmechanismus der Sulzer-Webmaschinen vorteilhafter als jener der klassischen Webmaschinen.

Tabelle 2

Vergleich der Energieverhältnisse der Schützen von klassischen und Greiferschützenwebmaschinen

	Klassischer Schützen		Greiferschützen		
	Seide	Baumwolle	Sulzer	Novostav	Neumann
Länge/Breite (mm)	405/42	405/49	90/14	90/13	230/36
Höhe (mm)	32/30	35/33	6	20	14/18
Gewicht (kp)	0,4	0,5	0,045	0,05	0,2
Geschwindigkeit (m/sec)	12	15	24	20	15
Kinetische Energie (mkp)	2,9	5,75	1,17	1,02	2,3

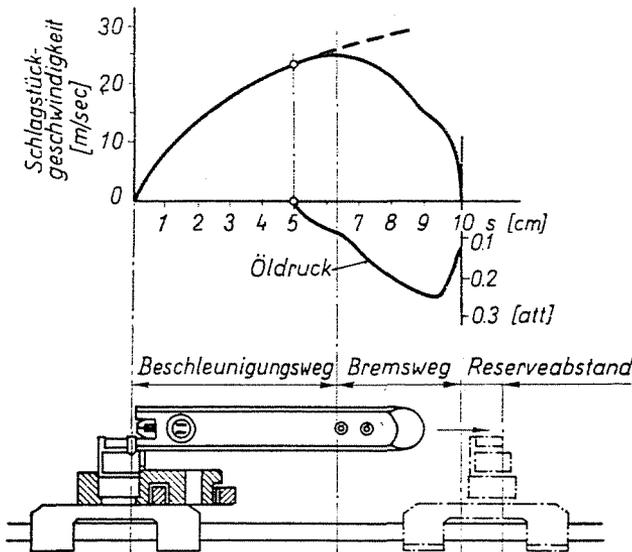


Abb. 5. Wirkung der hydraulischen Bremsung auf die Schützengeschwindigkeit

3. Verlauf der Schützengeschwindigkeit an den Webmaschinen STB

Wir haben die Schützengeschwindigkeit an einer Webmaschine STB nach einer neuer Methode untersucht, wobei ein in die Lamellen des Schützens eingebauter induktiver Miniaturermesskopf den Durchgang des Greiferschützens durch den Meßpunkt kontaktlos abtastet und den erhaltenen Durchlaufzeitwert ziffernmäßig auf Lochstreifen registriert.

Die Wirkungen der einzelnen Einstellparameter auf die Schützengeschwindigkeit wurden in mehreren hundert Angaben auf Lochstreifen registriert und diese wurden auf dem Rechner ausgewertet.

3.1. Wirkung der Schußfadenbremsung auf die Schützengeschwindigkeit

Die Wirkung der Schußfadenbremsung wurde bei einer Torsionsstabeinstellung mit $\varphi_0 = 30^\circ$ Vorspannung und mit $Nm = 10$ PAN Schuß untersucht. Die erhaltenen Werte der Schützengeschwindigkeit zeigen wir in Tabelle 3.

Tabelle 3

Verlauf der durchschnittlichen Schützengeschwindigkeit entlang der Schützenbahn in Abhängigkeit von der Schußfadenspannung

Spannung des Schußfadens (p/Faden)		v [m/sec] in Abhängigkeit von der Meßstelle		
Durchschnitt	Maximum	0—186	0—93	93—186 cm
161	730	19,37	30,4	18,9
128	475	20,00	20,83	19,38
94	658	19,80	20,46	19,00
85	592	19,13	—	18,28
66	317	19,90	20,8	—
49	352	20,30	—	20,03

Aus der Tabelle kann festgestellt werden, daß bei gleichen Fäden die durchschnittliche Schützengeschwindigkeit weder durch die durchschnittliche noch durch die maximale Schußfadenspannung beeinflusst wird. Die auf der zweiten Hälfte der Schützenbahn gemessene Durchschnittsgeschwindigkeit der Schützenbewegung ist jedoch um etwa 6—8% niedriger als die auf der ersten Hälfte gemessenen Werte.

3.2. Wirkung der Torsionsstadvorspannung auf die Durchschnittsgeschwindigkeit der Schützenbewegung in Abhängigkeit von dem Schußfadenmaterial

Abbildung 6 zeigt die Wirkung der Vorspannung des Torsionsstabes bei Verarbeitung unterschiedlicher Garnarten.

Aus der Abbildung ist zu sehen, daß zwischen den gegebenen Vorspannungsgrenzwerten (25 bis 32°) die Schützengeschwindigkeit der Vorspannung proportional ist. Auf 1° Vorspannung des Torsionsstabes fällt eine Zunahme der Schützengeschwindigkeit von etwa 0,55 m/sec.

Es ist bemerkenswert, daß im Vergleich zum Weben ohne Schußfaden bei Verarbeitung eines Baumwollschußfadens der Feinheit $Nm = 60$ die durchschnittliche Schützengeschwindigkeit um ca. 0,5 m/sec, eines Schußfadens PAN $Nm = 10$ um ca. 1 m/sec und eines Leinenschußfadens $Nm = 6$ um 1,9 m/sec abnimmt.

Nach den Ergebnissen verfügt der Schlagmechanismus der Webmaschinen STB zur Verarbeitung der von normalen Kreuzspulen abgewickelten Schußgarne über eine hinreichende Vorspannungsreserve.

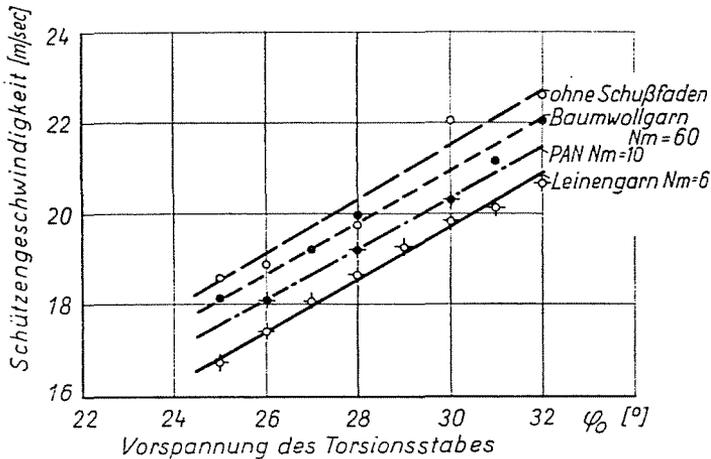


Abb. 6. Änderung der Schützengeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Vorspannung

4. Die Einflußfaktoren der Schußfadenbeanspruchung bei Greiferschützenwebmaschinen

Wie bereits erwähnt, ist die Schützengeschwindigkeit auf Greiferschützenwebmaschinen 1,6—2mal so hoch, wie die der klassischen Schützen.

Dabei ist auch die Anzahl der Fadenführerelemente an Greiferschützenwebmaschinen wesentlich größer. Zuzufolge der höheren Schützengeschwindigkeit und der größeren Zahl der Fadenführerelemente sind auch die Maxima der Fadenbeanspruchungen wesentlich höher als bei klassischen Webmaschinen.

Abb. 7 stellt das Fadenspannungsdiagramm eines auf einer Sulzer-Webmaschine verarbeiteten Garns dar.

Die Form des Fadenspannungsdiagramms hängt mit dem Arbeitsgang der Greiferschützenwebmaschine zusammen und kann in der Abbildung verfolgt werden.

Im Anfangsmoment des Schußeintrags ist die Schußfadenspannung gleich Null. Die Fadenbremse ist in diesem Moment offen. Die nach Beginn des Schußeintrages auftretende erste Spannungsspitze (1) wird durch die Beschleunigung des sich im Ausgleicher befindenden, bis dahin losen Fadenabschnittes hervorgerufen. Die nächste Spannungsspitze (2) tritt zuzufolge der weiteren Beschleunigung des sich bis zum Ballonring erstreckenden Fadenabschnittes auf. Bei der dritten Spannungsspitze beginnt die Abwicklung des Fadens und bei der vierten Spannungsspitze entwickelt sich ein Ballon. Während des freien Fluges des Schützens ist die Schußfadenspannung im großen und ganzen konstant, am Ende des Fluges tritt jedoch oft eine weitere Spannungsspitze auf, nach der die Schußspannung rasch aufhört [5]. Dann

nimmt der Rückholer den Schußfaden auf und führt ihn dem neuen Schützen zu (5–6). Zunächst kommt wieder die Ausgleichwirkung zur Geltung (7) und es findet ein neuer Schußeintragsvorgang statt.

Zufolge der hohen Schützengeschwindigkeit sind die Webmaschinen Typ Sulzer auch gegen Form und Abmessung der Spulen empfindlich.

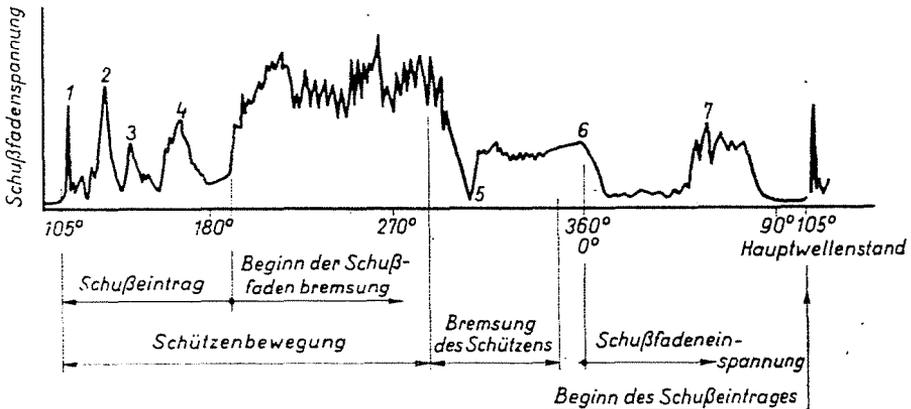


Abb. 7. Verlauf der Schußspannung bei Webmaschinen Typ Sulzer

Theoretisch steigt die Fadenspannung mit der Erhöhung der Schützengeschwindigkeit quadratisch an. Diese Charakteristik ist mit den Parametern Fadenfeinheit und Schützengeschwindigkeit in Abhängigkeit von dem Spulendurchmesser an einer Kegelspule dargestellt. Aus Abbildung (8) geht hervor, daß die Schußfadenspannung in Abhängigkeit von dem Spulendurchmesser parabolisch ansteigt.

Bei der Erhöhung der Schützengeschwindigkeit von 18 m/sec auf 24 m/sec (also um 33%), stieg die Schußfadenspannung bei Verarbeitung vom Vollgarn Nm = 44/2 um 70–86%, bei Nm = 10/2 um 75–100% an.

Bei gleichen Schützengeschwindigkeiten zeigt sich zwischen den Spannungen der beiden Garnfeinheiten ein Unterschied von 100 bis 125%.

Abb. 9 zeigt die Wirkung der Spulenform in Abhängigkeit von der Fadenfeinheit bei Zylinder- und Kegelspulen. Es kann festgestellt werden, daß — besonders bei größeren Garnen — die Fadenspannung rasch ansteigt und niedrigere Schußfadenspannungen bei Kegelspulen mit ca. 100 bis 140 mm Durchmesser und bei Zylinderspulen mit größeren Durchmessern zu erreichen sind.

In Abbildung 10 ist zu sehen, daß die Erhöhung des Hubes von Kreuzspulen, wegen der bei den hohen Abwicklungsgeschwindigkeiten auftretenden Spannungen, ungünstig ist. Die Abbildung zeigt den Verlauf der Schußfadenspannung in Abhängigkeit von dem Spulendurchmesser für Kreuzspulen mit einer Konizität von 4°20', und mit 128 mm bzw. 220 mm Hub [5].

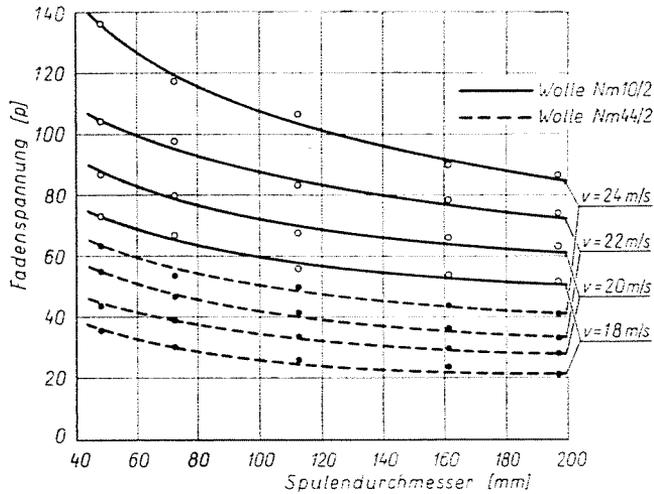


Abb. 8. Änderung der Schussfadenspannung in Abhängigkeit von dem Spulendurchmesser mit den Parametern der Schützengeschwindigkeit und der Fadenfeinheit [2]

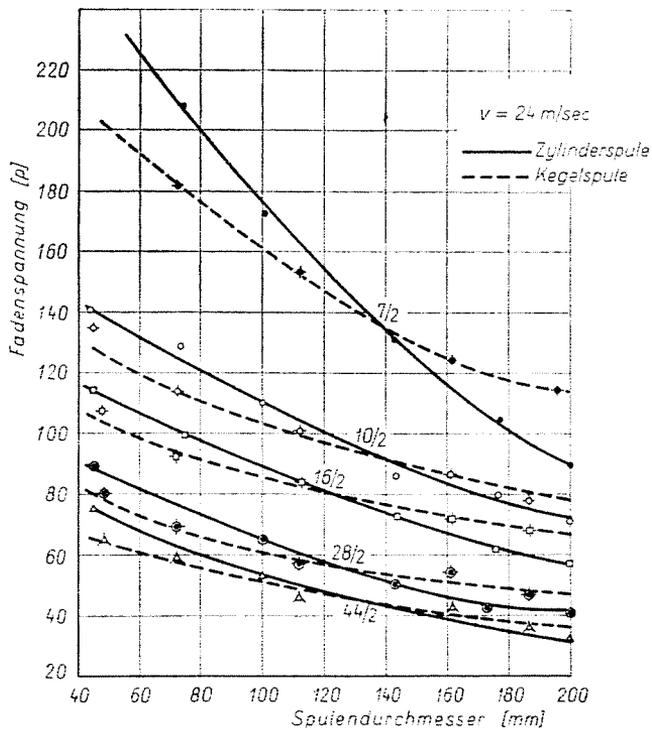


Abb. 9. Verlauf der Schussfadenspannung bei Kegel- und Zylinderspulen in Abhängigkeit von dem Spulendurchmesser mit dem Parameter der Fadenfeinheit bei Verarbeitung von Wollgarnen [2]

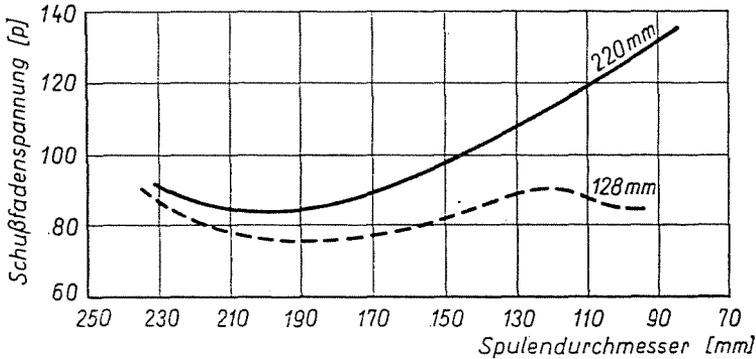


Abb. 10. Wirkung des Spulenhubes in Abhängigkeit von dem Spulendurchmesser [5]

Bei der Kreuzspule mit 128 mm Hub zeigt sich das Spannungsminimum von 75 p bei 190 mm Durchmesser, und das Spannungsmaximum von 90 p bei 125 mm Durchmesser. Bei Spulen mit größerem Hub ergeben sich also ungünstigere Fadenspannungen, die eindeutig auf den größeren Hub (220 mm) zurückzuführen sind.

Nach obigen Ergebnissen kann bei der Verarbeitung feinerer Garne auf Webmaschinen Typ Sulzer der Einsatz von Zylinder- oder Kegelspulen mit 80 bis 100 mm Durchmesser, bei der Verarbeitung größerer Garne von Zylinderspulen mit 100 bis 120 mm Durchmesser und 125 mm Hub als vorteilhaft betrachtet werden.

Zusammenfassung

Es wurden die Bewegungsgesetze des Schlagmechanismus STB abgeleitet und die auf den Schützen wirkenden geschwindigkeitsverringenden Widerstände untersucht. Es wurde die Beziehung zwischen der Schützensgeschwindigkeit und der Schußfadenbeanspruchung ermittelt. Die erhaltenen Ergebnisse sind für die Bestimmung der Richtwerte der Spulensatzdimensionen geeignet.

Literatur

1. MITROPOLSKI, B. I.: Projektowanie tkazkich stankow, Leningrad, 1972.
2. ÚJVÁRI, L.: Konstruktionelle und technologische Analyse von Webmaschinen neuen Systems. Diplomarbeit, 1972. Technische Universität, Budapest.
3. KIRCHENBERGER, H.: Deutsche Textiltechnik, 1961. No. 5. 251—254.
4. MANUCHIN—TITOW—WORONINA: Aufgrund neuer Prinzipien arbeitende Webmaschinen. (Ungarische Übersetzung aus dem Russischen) Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.
5. Die Schußgarn-Aufmachung. Sulzer-Webmaschinen, Bulletin No. 10. (1972)
6. BUSS, E.: Verarbeitung von Chemiefasern. Internationale Konferenz, »Die neuen Richtungen in der Webtechnik«, Brno, 1968.
7. JEDERÁN, M.—TAKÁCS, M.—VALÓ, G.—VAS, L.: Messung der Schützensgeschwindigkeit auf einer Webmaschine STB (Manuskript)

Prof. Dr. Miklós JEDERÁN H-1521 Budapest