

# DIE SPEZIFISCHE DREHUNG UND IHRE MESSUNG WÄHREND DES DREHVERZUGES

Von

J. KOCSIS

Lehrstuhl für Textiltechnologie und Leichtindustrie, Technische Universität, Budapest

(Eingegangen am 30. Mai 1961)

Vorgelegt von A. VÉKÁSSY, Leiter des Lehrstuhls

Streichgarn-Vorgarne verschiedener Feinheit und Qualität sind erfahrungsgemäß mit verschiedenem Verzug und Draht auszuspinnen. Der Drehverzug wird hierbei durch die Qualität und Feinheit des Vorgarns, durch das Maß des während des Verzuges erteilten Drahtes und durch die Höhe des Verzuges beeinflusst.

Der optimale Verzug und der zugehörige Wert des spezifischen Drahtes, die die günstigste Ausgleichung während der Aufarbeitung und damit auch die höchste Gleichmäßigkeit des Produktes erzielen lassen, können durch die Qualität des Vorgarns im voraus entscheidend beeinflusst werden.

Die Qualität des Vorgarns wird durch die Bewegung der im Vorgarn vorhandenen Elementarfasern während des Drehverzuges bestimmt. Die Bewegung der Fasern ist eine Funktion des unter dem Verzug erteilten Drahtes. Zur Kennzeichnung der Vorgarnqualität hat BORÓCZY [1] den Wechselfaktor ( $\alpha_v$ ) eingeführt, der nach der Kardierung als gegeben betrachtet werden kann und dessen Rolle somit von entscheidender Bedeutung ist. Die spezifische Drehung ist innerhalb der durch die konstruktionsellen Gegebenheiten der Spinnmaschine gesetzten Grenzen regelbar.

Aus dem Gesagten geht die entscheidende Bedeutung der spezifischen Drehung für die Herstellung gleichmäßiger Produkte hervor. Die Aufgabe des Drahtes während des Drehverzuges ist bekanntlich die Verstärkung der schwachen Stellen und die Ermöglichung des Gleitens der Fasern in jenen Vorgarnquerschnitten, die eine größere Zahl von Elementarfasern enthalten. Diese Ausgleichswirkung soll sich der ganzen Garnlänge entlang gleichmäßig verteilen.

Der spezifische Draht ist der auf die Längeneinheit entfallende Wert der dem Vorgarn erteilten Gesamtdrehung während des Drehverzuges in einem beliebigen Zeitpunkt des Wagenauszuges, d. h. an einer beliebigen Länge betrachtet, d. h. es ist

$$q = \frac{s}{h} \quad [\text{Draht/cm}],$$

wobei  $s$  die dem Vorgarn bis zur Wagenauszugslänge  $h$  erteilte Gesamtdrehung bezeichnet.

Der Durchschnittswert des spezifischen Drahtes während des ganzen Drehverzugsvorganges, d. h. der auf die Längeneinheit bezogene Anteil der während des ganzen Wagenauszuges erteilten Gesamtdrehung schreibt sich zu

$$\bar{q} = \frac{s_{\text{gesamt}}}{h_k} \quad [\text{Draht/cm}] .$$

Der Wert des spezifischen Drahtes ändert sich in Abhängigkeit vom Wagenauszug, da die Drehzahl der Spindel mit der Zeit zunimmt. Der Wert des spezifischen Drahtes ist daher in jeder beliebigen Lage des Wagens

$$Q_1 = \frac{s_1}{h_1} \quad [\text{Draht/cm}] ,$$

wobei

$$s = f_1(n_{\text{Spindel}}) .$$

Da sich sowohl der während der Zeiteinheit vom Wagen zurückgelegte Weg als auch die Drehungszahl der Spindel zeitabhängig ändern, ist der Wert des spezifischen Drahtes verhältnismäßig mit der Spindeldrehzahl und der Wagengeschwindigkeit, und man hat

$$q = f_2 \left( \frac{n_{\text{Spindel}}}{v_{\text{Wagen}}} \right) .$$

Diesen Zusammenhang zu kennen ist deshalb erforderlich, weil die Bestimmung der Änderungen des spezifischen Drahtes ein umständliches Verfahren ist. Man muß hierzu die Zahl der dem Vorgarn erteilten Drehung in mehreren Punkten des Wagenauszuges bestimmen, was nur durch umständliche Flächenintegration erfolgen kann. Da der Wert des spezifischen Drahtes in einer gegebenen Lage des Wagenauszuges eine Funktion des Quotienten der Spindeldrehzahl und der Wagengeschwindigkeit ist, genügt es, zur Festlegung des während des Drehverzuges zu erteilenden Drahtes diesen Wert zu bestimmen. Dieser Faktor zeigt die Änderung der Spindeldrehzahl in Abhängigkeit vom Wagenauszug gemäß der Formel

$$q' = \frac{n}{v} \quad \left[ \frac{\text{Umdreh.}}{\text{cm}} \right] ,$$

er kann somit als Spindeldrehzahländerung bezeichnet werden.

Diese Bezeichnungen stimmen mit jenen von SCHMALZ [2] nicht überein, denn die Änderung des spezifischen Drahtes ist unserer Meinung nach mit dem

durch ihn bestimmten Wert nicht identisch; man erhält diesen Wert, indem man die in einem gegebenen Punkt des Wagenauszuges festgestellte Gesamtdrehung durch die Auszugslänge, d. h. durch die gelieferte und verzogene Garnmenge dividiert [2]. Auf ähnliche Weise bezeichnen und deuten die Begriffe WEGENER-PEUKER in ihrer bekannten Arbeit [3].

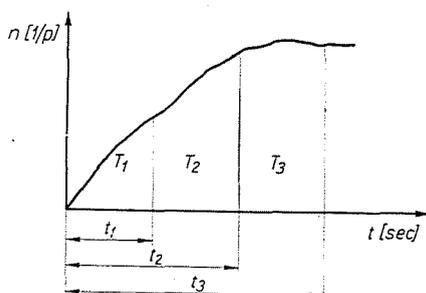


Abb. 1

Die Änderung des spezifischen Drahtes schreibt sich also mit den Bezeichnungen der Abb. 1 wie folgt:

$$q_1 = \frac{T_1}{t_1}$$

$$q_2 = \frac{T_1 + T_2}{t_2}$$

$$q_3 = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{t_3}$$

$$q_n = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{t_n}$$

wobei

$n$  — die Spindeldrehzahl,

$t$  — die Zeit des Wagenauszuges und

$T$  — die der Spindeldrehzahl proportionale Fläche ist, wie sie dem Vorgarn erteilt wird.

Die Flächen ( $T_1, T_2 \dots T_n$ ) können durch Planimetrierung genau bestimmt werden, so daß sich die Änderung des spezifischen Drahtes rechnerisch ermitteln läßt. Zur Bestimmung der Werte von  $q, \bar{q}$  und  $q'$  muß man die Spindeldrehzahl und die Wagengeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Weg des Seltaktorwagens kennen.

Zu diesem Zwecke haben ROBÁK [4] und VOHLSTROMMER [5] ein mechanisches Meßgerät entwickelt. Zur Messung der Wagengeschwindigkeit wurde ein senkrecht auf die Wagenbahn rotierender Zylinder angebracht. Das Diagrammpapier ist am Zylinder befestigt. Die Diagramme registriert ein auf den Wagen angebrachter Diagrammschreiber kontinuierlich und zeichnet damit die Weg—Zeit-Kurve auf. Aus dieser erhält man durch graphische Differenzierung die Geschwindigkeits—Zeit-Kurve.

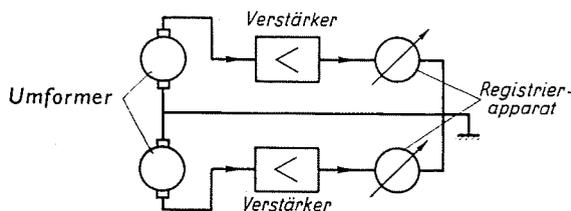
Die den einzelnen Wagenauszugslagen zugehörigen Spindeldrehzahlen wurden mit Hilfe des folgenden Meßwerkes gemessen. Auf den Wagen ist ein Diagrammschreiber angebracht, dessen Schwingungszahl von der jeweiligen Spindeldrehzahl abhängt. Das Meßgerät wird von einer Trommelwelle angetrieben. Das Diagrammpapier kann an der Seitenwand des Selfaktorgestells befestigt werden, die Schwingungszahl eignet sich mithin zur Bestimmung der auf die einzelnen Wagenauszugsabschnitte fallenden Spindeldrehzahlen.

Infolge ihres improvisierten Charakters und ihrer mangelhaften Genauigkeit sind die beschriebenen mechanischen Meßgeräte zu kontinuierlichen Messungen ungeeignet. Auch eignen sie sich nicht zur Registrierung geringerer Änderungen, Schwankungen und Schwingungen während der Arbeit des Selfaktors. Dazu ist die Einstellung und Bedienung dieser Geräte kompliziert, die Auswertung der Meßergebnisse umständlich und zeitraubend, und schließlich sind die Messungen schwer oder überhaupt nicht reproduzierbar.

Unter Berücksichtigung dieser Nachteile der mechanischen Meßgeräte erwies sich die Entwicklung eines Meßgerätes als erforderlich, dessen Meßmethode kontinuierlich, genau und leicht auswertbar ist und das an jeden Selfaktor angebracht werden kann.

### Beschreibung des Meßwerkes zur Messung des spezifischen Drahtes

Wie bereits erwähnt, müssen die Änderungen der Spindeldrehzahl und der Wagengeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Wagenauszug bestimmt werden. Mit Hilfe des Gerätes lassen sich diese Aufgaben folgendermaßen lösen. Die prinzipielle Anordnung des Meßwerkes geht aus Abb. 2 hervor; seine



Blockbild vom spezifischem Drahtmessgerät

prinzipielle Arbeitsweise ist die folgende: Die mechanischen Veränderungen, wie Drehzahl, Laufgeschwindigkeit, werden in elektrische Größen umgewandelt. So ist z. B. einer gegebenen Drehzahl eine bestimmte elektrische Spannung zugeordnet, so daß jede Änderung der Drehzahl mit einer entsprechenden Spannungsänderung verbunden ist gemäß

$$\begin{aligned} U_1 &= f(n) \\ U_2 &= f(v_k), \end{aligned}$$

wobei

- $U_1, U_2$  — die elektrischen Spannungen  
 $n$  — die Spindeldrehzahl und  
 $v_k$  — die Geschwindigkeit des Wagens bezeichnet.

Die aus der Drehzahl und aus der Laufgeschwindigkeit erhaltenen Spannungen steuern zwei Stromkreise, die die Spannungsänderungen zeitabhängig registrieren. Den Quotienten der zwei Größen, d. h. die Änderungen der Spindeldrehzahl in Abhängigkeit vom Wagenweg ( $q'$ ) erhält man durch Dividieren der aus den beiden Diagrammen abgelesenen Werte.

Das Meßgerät besteht aus folgenden Hauptteilen:

1. aus dem Element, das die mechanischen Größen in elektrische Größen umwandelt, und
2. aus den Registrier-Stromkreisen.

### 1. Umwandlung der mechanischen Größen in elektrische Größen

Die Aufgabe besteht in der Zuordnung elektrischer Größen zu den mechanischen Größen, da die ersteren einfach und leicht umgewandelt, verstärkt und weitergeleitet werden können. Im vorliegenden Fall war die Umwandlung der Spindeldrehzahl und der Wagengeschwindigkeit in elektrische Größen zu lösen.

Zunächst mußte die Messung der Drehzahl ermöglicht werden, da sich auf diese — wie noch zu zeigen sein wird —, auch die Messung der Wagengeschwindigkeit zurückführen läßt. Die Drehzahlmessung fußt auf der Beziehung

$$U = c \cdot n,$$

in welcher

- $U$  — die elektrische Spannung,  
 $n$  — die Drehzahl und  
 $c$  — einen Proportionalitätsfaktor bedeutet.

Verbindet man die Spindelwelle mit der Welle eines Elektrogenerators, so beträgt die Klemmenspannung des Generators

$$U = c_1 \cdot \Phi \cdot n,$$

wobei

$\Phi$  — den magnetischen Fluß,

$n$  — die Drehzahl und

$c_1$  — eine Konstante bezeichnet, deren Größe von den Abmessungen des Generators abhängt.

Benützt man einen durch konstante Magnetisierung erregten Generator, ist der magnetische Fluß konstant, d. h. man hat

$$U = k \cdot n,$$

worin

$$k = c_1 = \text{konstant},$$

d. h. die Klemmenspannung ist der Drehzahl proportional. Damit ist die Aufgabe gelöst, da die Funktionsbeziehung zwischen den beiden Größen linear ist. Die maximale Meßungengenauigkeit liegt unter 0,01%.

Die Wagengeschwindigkeit wird folgendermaßen gemessen.

Auf den Wagen wird ein Generator angebracht, an dem eine Rolle befestigt ist, die dem Weg des Wagens folgt.

In diesem Falle ist

$$s = N \cdot K,$$

worin

$s$  — den vom Wagen zurückgelegten Weg,

$N$  — die Drehzahl des Generators und

$K$  — den Umfang der Rolle bezeichnet.

Differenziert man diese Gleichung nach der Zeit, so erhält man

$$\frac{d}{dt}(s) = \frac{d}{dt}(N \cdot K) = \frac{ds}{dt} = K \frac{dN}{dt},$$

bzw.

$$v_K = K \cdot n \quad n = \frac{1}{K} v_K,$$

wobei

$v_K$  — die augenblickliche Geschwindigkeit des Wagens und

$n$  — die auf die Zeiteinheit entfallende augenblickliche Drehzahl ist.

Die Drehzahl des Generators ist demnach der Laufgeschwindigkeit des Wagens proportional. Da aber, wie oben gezeigt,  $U = k \cdot n$ , hat man mit dieser Substitution

$$U = k \frac{1}{K} v_K,$$

d. h. die Klemmenspannung ist auch der Laufgeschwindigkeit proportional.

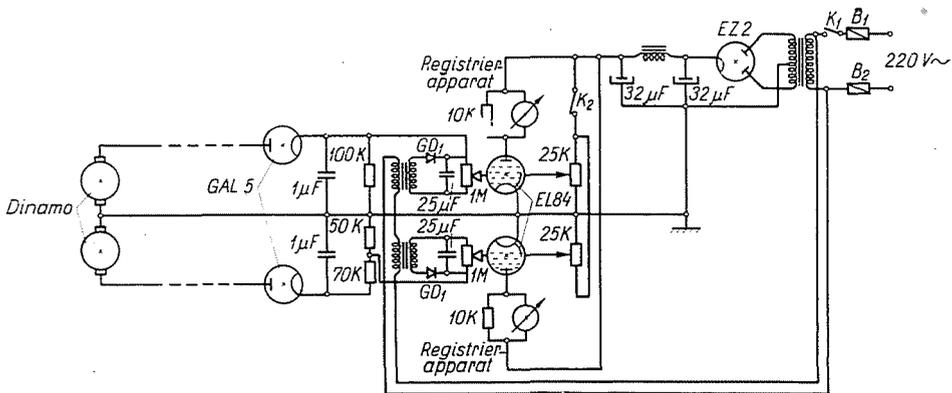
Zur Steuerung der Registrierstromkreise benötigt man Gleichspannung, weshalb die durch den Generator erzeugte Wechselspannung in einer Elektronenröhre gleichgerichtet wird. Die gleichgerichtete Spannung wird durch einen Kondensator gesiebt. Hierzu wurde ein Kondensatortyp gewählt, dessen Pitchladung nur bei sehr hoher Drehzahl eintritt, und der Vorgänge, die sich in einer kürzeren Zeit als 0,1 Sekunde abspielen, nicht registrieren kann.

Die Generatoren und das Gerät sind miteinander durch eine abgeschirmte Leitung verbunden, wodurch Starkstromstörungen vermieden werden.

## 2. Registrier-Stromkreise

Zur kontinuierlichen Registrierung der zeitabhängigen Werte dient ein Registrierstromkreis. Ein wichtiger Bestandteil desselben ist das Schreiborgan, unter dem eine Papierbahn von einem Elektromotor mit gleichbleibender Geschwindigkeit vorbeigedreht wird. Der Zeiger des Meßgerätes zeichnet auf das Papierband eine der jeweiligen Zeigerstellung entsprechende Linie auf. Zur Steuerung des verwendeten Meßgerätes ist eine verhältnismäßig hohe Leistung erforderlich, weshalb es nicht unmittelbar durch die vom Generator erzeugte Spannung betätigt werden kann.

Der Innenwiderstand des Gerätes beträgt  $5\text{ k}\Omega$ , seine Stromaufnahme  $20\ \mu\text{A}$ , während die zur Steuerung nötige Spannung  $100\text{ V}$  beträgt. Das Gerät



Schaltbild des spezifischen Drahtmessgeräts

Abb. 3

ist in den Anodenkreis einer Hochfrequenz-Pentode eingeschaltet. Die Steuerungsspitze wird durch die Signalspannung gesteuert. Zur Einstellung des Ruhestroms der Pentode dient eine separat regelbare Stromquelle, die die von einem Transformator gewonnene  $10\text{ V}$  Wechselspannung mit Hilfe einer Ger-

maniumdiode gleichrichtet. Die durch einen Kondensator von  $50 \mu F$  gesiebte Gleichspannung gelangt an ein Potentiometer von  $1 M\Omega$ , das die Einstellung des Arbeitspunktes der Pentode ermöglicht. Im Anodenkreis ist dem Registriergerät ein Widerstand von  $10 k\Omega$  parallelgeschaltet, der selbst im Falle einer ev. Ausschaltung des Gerätes eine Unterbrechung des Anodenkreises der Elektronenröhre verhindert. Die Schirmgitter der Pentode erhalten die Spannung vom Potentiometer. Diese Spannung kann mit Hilfe des Schalters  $K_2$  unterbrochen werden, damit in den verschiedenen Diagrammen Linien gleicher Zeitmomente aufgetragen werden können. Ein detaillierter Schaltplan des Gerätes ist in Abb. 3 dargestellt.

### Die Eichung des Meßgerätes

Zur Eichung des Meßgerätes (Meßwerk und Diagrammschreiber) haben wir die Kurven der Ausschläge des Drehzahldiagrammschreibers aufgenommen.

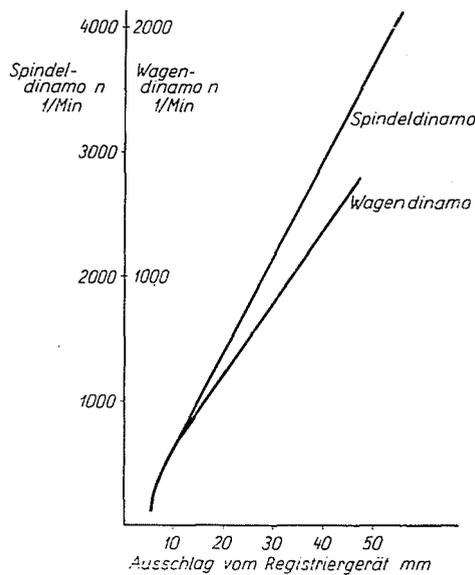


Abb. 4

men, während er mit konstanter Drehzahl lief. Diese Diagramme sind Abb. 4 zu entnehmen.

In der Abbildung sind die Kurven der Spindelumdrehungen sowie der Wagendrehzahl in Abhängigkeit vom Vorschub des Diagrammschreibers aufgetragen. Aus dem Diagramm kann man die momentane Spindeldrehzahl unmittelbar ablesen. Die der momentanen Spindeldrehzahl zugehörige

Wagengeschwindigkeit läßt sich nur indirekt ermitteln, indem man die Drehzahl mit dem Umfang des rollenden Rades multipliziert. In der Praxis trägt man nicht die Drehzahl, sondern die Eichungskurve der Wagengeschwindigkeit auf, die aber von der vorerwähnten nur insofern abweicht, als sie das Produkt aus einer Multiplikation mit einer Konstante darstellt, ohne daß sich an ihrem Charakter etwas änderte. Die Wagengeschwindigkeit kann auf diese Weise in jedem Punkt der Bahn des Wagens unmittelbar abgelesen werden.

### Messung der Wagengeschwindigkeit

Das Diagramm der Wagengeschwindigkeit zeigt sowohl die Auszugs- als auch die Einzugsgeschwindigkeit. Vom Standpunkt der Technologie braucht man nur die Auszugsgeschwindigkeit zu kennen. Die Messung der Wagengeschwindigkeit ist erforderlich, um die spezifische Drehung ausgestalten zu kön-

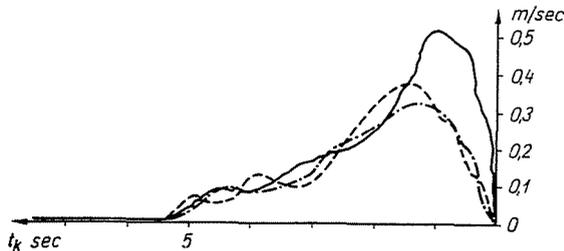


Abb. 5

nen. Die während des Drehverzuges auftretende Änderung des Drahtes ist eine Funktion der Spindeldrehzahl und der Wagengeschwindigkeit, so daß letztere auch Größe und Charakter der Änderung in der spezifischen Drehung beeinflusst.

Abb. 5 zeigt die verschiedenen Wagengeschwindigkeitswerte eines riemen-gesteuerten Selffactors in Abhängigkeit von der Zeit.

Die drei Wagengeschwindigkeitskurven ergaben sich bei gleichem Verzug und gleicher Wagenauszugszeit, jedoch bei Verwendung von Drehscheiben verschiedener Abmessung. Aus den Kurven geht hervor, daß die Wagengeschwindigkeit eine Funktion der Spindeldrehzahl ist; ebenso sind auf den Diagrammen die Schwingungen des Selffaktorwagens deutlich erkennbar. Auch zeigen die Kurven, daß sich der Selffaktorwagen im letzten Drittel seines Weges äußerst langsam bewegt. Aus dem Verlauf der Kurve läßt sich auf einen ungünstigen Geschwindigkeitsverlauf schließen, denn bei sehr hohem Geschwindigkeitsmaximum ist die ganze Wagenauszugslänge zur Erreichung einer hohen durchschnittlichen Geschwindigkeit bei weitem nicht ausgenutzt.

### Messung der Spindeldrehzahl

Für den beschriebenen Selfaktor wurden auch die Spindeldrehzahl-Kurven aufgenommen. An diesen Kurven können zwei Abschnitte unterschieden werden. Der erste Abschnitt zeigt sämtliche Drehzahlen während des Wagenauszuges, während der zweite Abschnitt die für die Spindeldrehzahlen nach der Beendigung des Wagenauszuges charakteristischen Werte angibt. Für die Bewertung des spezifischen Drahtes ist nur die Messung der Spindeldrehzahlen während des Wagenauszuges von Bedeutung.

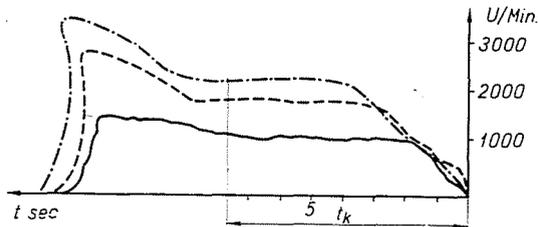


Abb. 6a

Die verschiedenen Spindeldrehzahl—Zeit-Kurven finden sich in den Abb. 6a und 6b.

Bei Aufnahme dieser Diagramme wurden verschiedene Drehscheiben verwendet, und ebenso wurde die Einstellung der Drehuhr geändert. Die

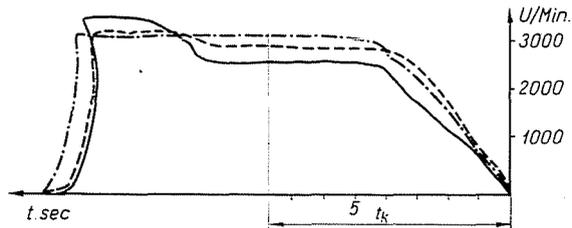


Abb. 6b

Änderungen sind aus den Kurven deutlich ersichtlich. Da das Meßgerät die geringsten Änderungen der Drehung wiedergibt, kann die Empfindlichkeit des Gerätes als bewiesen angesehen werden.

### Bestimmung der Spindeldrehzahländerungen in Abhängigkeit vom Weg des Wagens ( $q$ )

Die Bestimmung der Spindeldrehzahl als Funktion des Wagenweges erfolgt anhand der Wagengeschwindigkeit—Spindeldrehzahl-Kurven mit Hilfe des dem gleichen Zeitpunkt zugeordneten Abszissenquotienten. Die auf diese Weise aufgetragenen Kurven veranschaulicht Abb. 7.

Die Kurve der Spindeldrehzahländerung steigt mit unterschiedlicher Steilheit an. Aus der Charakteristik der Kurve geht hervor, daß die spezifische Drehung zu Beginn des Wagenauszuges sehr niedrig ist, während sie nach der zweiten und dritten Sekunde sehr steil ansteigt. Die Ursache für diese fehlerhafte Charakteristik der Kurve ist im unrichtigen Verlauf der Wagengeschwindigkeit zu suchen. Die schnelle Zunahme der Wagengeschwindigkeit ergibt

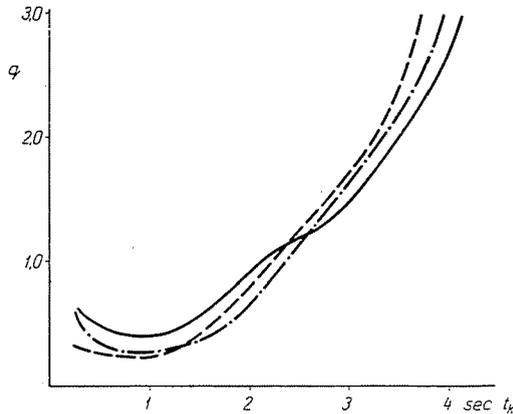


Abb. 7

niedrige spezifische Drehungswerte, da sich die Geschwindigkeit bei verzögerter Zunahme der Spindeldrehzahl zu schnell erhöht.

### Schlussfolgerungen

1. Das elektronische Gerät zur Messung der spezifischen Drehung eignet sich zur Messung der Wagengeschwindigkeit und der Spindeldrehzahl des Selfaktors in Abhängigkeit von der Zeit.

2. Anhand der aufgenommenen Diagramme können die Spindeldrehzahl sowie die Geschwindigkeit des Selfaktorwagens und aus diesen beiden Werten die Änderung der Spindeldrehzahl als Funktion der Wagenauszugslänge ermittelt werden. Durch Planimetrierung läßt sich die auf die ganze Wagenauszugslänge bezogene spezifische Drehung sowie die Änderung derselben in Abhängigkeit von der Wagenauszugszeit bestimmen.

3. Der Meßbereich des Gerätes reicht über die in der Praxis üblichen Drehzahlen hinaus, so daß das Gerät im Prinzip zu Messungen an beliebigen Selfaktoren verwendet werden kann.

4. Die Bestimmung der Durchschnittswerte der spezifischen Drehung ermöglicht die Regelung des Drehverzuges.

5. Die Ermittlung der Spindeldrehzahländerung bietet die Möglichkeit zu einem kinematischen Vergleich der verschiedenen Selfaktoren. Auf diese Weise läßt sich die vorteilhafteste Schneckenspirale entwickeln, die unter den gegebenen Bedingungen während des Drehverzuges die gleichmäßigste Verteilung der spezifischen Drehung sichert.

### Zusammenfassung

Das Maß der während des Verzuges erteilten Drehung spielt eine determinierende Rolle in der Ausgleichswirkung des Drehverzuges. In der Abhandlung wird ein zur Messung der spezifischen Drehung konstruiertes Gerät beschrieben, das zur Regelung technologischer Vorgänge dient. Ferner werden die praktische Verwendung und die technologischen Ergebnisse des Meßgerätes erörtert.

### Literatur

1. BORÓCZY, E.: Untersuchungen über den Drehverzug am Wagenspinner. Veröffentlichung des Ung. Textilforschungsinstituts, 1954.
2. SCHMALZ, J.: Die spezifische Drehung und der Verzug als die Parameter des Ausgleichseffekts des Drehverzuges. Kandidaturarbeit, 1960.
3. WEGENER-PEUKER: Zeitschrift für die gesamte Textilindustrie, 1961. 1. 2.
4. ROBÁK, K.: Auswirkung der Nitschelung auf die Qualität von Streichgarnen. Diplomarbeit, 1956.
5. VOHLSTROMMER, V.: Eine Analyse des Drehverzuges am Wagenspinner im Falle kontinuierlichen Verzuges. Diplomarbeit, 1957.
6. KOCSIS-SCHMALZ: Elektronisches Gerät zur Messung der spezifischen Drehung am Wagenspinner. Bericht für den Technischen Rat des Ministeriums für die Leichtindustrie, 1960.

J. KOCSIS, Budapest XI. Budafoki út 8, Ungarn