

Bild 3. Beispiel für die Ausführung von Mehrspurköpfen (entnommen aus [7])

zur Folge haben. Deshalb erscheint es zweckmäßig, anstelle der Erhöhung der Bandgeschwindigkeit in der Spurbreite von der Halbspur zur Vollspur überzugehen.

Für eine niedrigere Bandgeschwindigkeit und größere Spurbreite sprechen ferner:

- der geringere Verschleiß am Band und an den Magnetköpfen,
- der bessere Gleichlauf des Bandes,
- der zum Antrieb erforderliche kleinere Motor und damit der geringere Leistungsbedarf.

Das Verfahren der Amplitudenmodulation wird wegen der auftretenden Störmodulation vielfach abgelehnt. Das aufwendigere Frequenzmodulationsverfahren, zu dessen Anwendung die amplitudenmodulierte Trägerspannung vor der Aufnahme in eine frequenzmodulierte Trägerspannung umgeformt und nach der Wiedergabe zurückverwandelt werden muß, ist zwar amplitudenunabhängig, setzt aber einen einwandfreien Gleichlauf, d. h. eine vollkommen konstante Bandgeschwindigkeit voraus. Der für dieses Verfahren notwendige apparative Aufwand ist beträchtlich.

9. Zusammenfassung

Die Anwendbarkeit des Magnetverfahrens zur Speicherung von elektrischen Meßwerten ist seit längerer Zeit bekannt. Die am Institut für Landmaschinentechnik durchgeführten Untersuchungen hatten zum Inhalt, eine funktionsfähige Meßeinrichtung zu entwickeln und zu erproben. Als Ergebnis kann festgestellt werden, daß die Speicherung von elektrischen Meßwerten auf Magnetbändern für eine Reihe von Meßaufgaben, die im vorstehenden Abschnitt angegeben wurden, vorteilhaft eingesetzt werden kann. Bei der Anwendung dieses Verfahrens ist jedoch zu berücksichtigen, daß mit den zur Zeit vorhandenen Magnetbändern nur eine begrenzte Genauigkeit der Wiedergabe der gespeicherten Meßwerte erzielbar ist. Die Streuungen der Amplituden, hervorgerufen durch die auftretende Störmodulation betragen für die Bandgeschwindigkeit von 70 cm/s 1 bis 2 % und für die Bandgeschwindigkeit von 38 cm/s 3 bis knapp 4 %.

Die Entscheidung über die Frage, ob man das Magnetbandverfahren künftig in größerem Umfang zur Speicherung von Meßwerten aus Betriebsuntersuchungen an Landmaschinen einsetzen können, hängt in hohem Maße von der Möglichkeit der Magnetbandhersteller ab, hochqualitative Magnetbänder zur Verfügung zu stellen. Gerätetechnisch lassen sich die Forderungen hinsichtlich der Aufzeichnungsgüte der Meßwerte weitgehend erfüllen. In manchen Fällen, in denen die angegebene Streuung in Kauf genommen werden kann, läßt sich das Magnetbandverfahren entsprechend seiner Vorteile gegenüber anderen Verfahren bereits mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln erfolgreich einsetzen.

Literatur

- [1] REGGE, H.: Zur statistischen Auswertung von Versuchsergebnissen. Deutsche Agrartechnik (1963) H. 1, S. 33 bis 36
- [2] ZSCHAAGE, F.: Gerät zur statistischen Auswertung von Diagrammstreifen. Archiv für Landtechnik (1960) H. 1, S. 66
- [3] ROGERS, C. / JEVONS, T.: An integrator for the rapid examination of continuous records. N.I.A.E. Tech. Memo 110 (Nov. 1954)
- [4] Forschungsbericht: Entwicklung spezieller elektronischer Meßeinrichtungen für Landmaschinenuntersuchungen. Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden (unveröffentlicht)
- [5] BAATZ, H. / MAIER, H.: Magnetbandschreiber zur Störungsaufzeichnung in Energieversorgungsnetzen. Elektronik (1957) H. 2/3, S. 51
- [6] MITTELSTRASS, K. A.: Das AGFA-Magnettonband, 2. Aufl. Halle 1958
- [7] MAIER, H.: Magnetband-Registrier- u. Speichergeräte. Elektronik (1955) H. 8, S. 177 u. S. 223

Bestimmung der Reibungszahl von Schüttgut auf schwingenden Flächen

Dr.-Ing. W. BALKIN*

Bekanntlich bietet die Bestimmung der Reibungszahl oder des Reibungswinkels von Schüttgut, insbesondere von Saatgut, erhebliche Schwierigkeiten. Schüttet man Körner auf ein Blech und beginnt dieses zu neigen, so rollen oder rutschen die ersten Körner bei recht geringen Neigungswinkeln abwärts, und die letzten halten sich noch sehr lange, oft bis zu einem Vielfachen des Winkels, bei dem die ersten Körner abrollten, auf dem Blech. Noch schwieriger ist die Bestimmung der Bewegungsreibung, weil sie sich bei Schüttgut aus der Gleitreibung und dem Rollwiderstand der einzelnen Körner zusammensetzt und von der Schichthöhe abhängt. Bei schwingenden Flächen ist außerdem noch die Art der Schwingungen in Betracht zu ziehen. Kurze und heftige geradlinige horizontale Schwingungen lockern das Schüttgut z. B. stärker auf als langsame und weite Schwingungen, wodurch die Reibungszahl ebenfalls beeinflußt wird.

Nach einem neu entwickelten Verfahren [1] läßt sich die Reibung von Schüttgut auf schwingenden Flächen mit einem maximalen Fehler von $\pm 10\%$ ermitteln. Erforderlich ist dazu eine Siebmaschine und ein Diagramm für die Abhängigkeit des Reibungswinkels ρ von der resultierenden

Relativgeschwindigkeit v_{res} , des Siebgutstroms auf der Siebfläche der Siebmaschine.

Der kinematische Kennwert

$$K = \frac{\omega^2 \cdot r}{g}$$

gibt das Verhältnis der maximalen Beschleunigung des schwingenden Siebes zur Schwerebeschleunigung an.

Hierbei ist

- $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ Winkelgeschwindigkeit des Exzenters des Siebantriebes
- r Exzentrizität des Exzenters oder Schwingungsausschlag des Siebes
- g Schwerebeschleunigung
- n Schwingungszahl des Siebes.

Die Saatgutbereiter „Gigant“ und „Super“ des VEB Petkus, Wutha, arbeiten mit einem Schwingungsausschlag von $r = 8$ mm und einer Schwingungszahl von $n = 410 \text{ min}^{-1}$. Daraus ergibt sich der kinematische Kennwert $K = 1,5$.

Nach dem erwähnten Verfahren ist ein Diagramm für den Kennwert $K = 1,5$ und das Produkt $n \cdot r = 3,28 \text{ m/min}$ ($n = 410 \text{ min}^{-1}$, $r = 8$ mm), das für Petkus-Maschinen

* Institut für Landmaschinentechnik der Technischen Universität Dresden (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. GRÜNER)

angewendet werden kann (Bild 1), und ein weiteres Diagramm für $K = 3,0$ und $n \cdot r = 4,34$ m/min (Bild 2) ermittelt worden. Die Diagramme geben für verschiedene Siebneigungswinkel α die Abhängigkeit des Reibungswinkels ρ von der resultierenden Siebgut-Relativgeschwindigkeit, d. h. der Geschwindigkeit, mit der sich der Siebgutstrom über das Sieb bewegt, an.

Die Ermittlung des Reibungswinkels ρ erfolgt auf folgende Weise:

Zunächst ist die resultierende Geschwindigkeit v_{res} , mit der sich das Siebgut auf dem Sieb abwärts bewegt, zu bestimmen. Das kann z. B. dadurch geschehen, daß man eine kleine Menge Siebgut auf das Sieb der arbeitenden Siebmachine schüttet, wobei die Sieblöcher kleiner als die Körner sein müssen, und die Zeit mißt, die erforderlich ist, damit das Siebgut eine bestimmte Wegstrecke abwärts zurücklegt. Selbstverständlich ist die Messung für die zuerst und zuletzt unten ankommenden Körner vielfach zu wiederholen und ein Mittelwert zu bestimmen.

Dividiert man Gl. (3) durch Gl. (4), so erhält man

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{v_{res}}{l} \quad (5)$$

oder

$$v_{res} = \frac{Q}{Q'} \cdot l \left[\frac{\text{cm}}{\text{s}} \right], \quad (6)$$

wenn l in cm gemessen wurde.

Wenn die Siebgut-Relativgeschwindigkeit v_{res} auf eine der angegebenen Weisen ermittelt worden ist, läßt sich der Reibungswinkel ρ mit Hilfe der dem Siebneigungswinkel α entsprechenden Kurve in Bild 1 oder 2 bestimmen. Für die Petkus-Maschinen ist $\alpha = 7,5^\circ$ (gestrichelte Kurve in Bild 1), und es ergibt sich dann bei einer Siebgutgeschwindigkeit von beispielsweise $v_{res} = 20$ cm/s der Reibungswinkel $\rho = 18,5^\circ$.

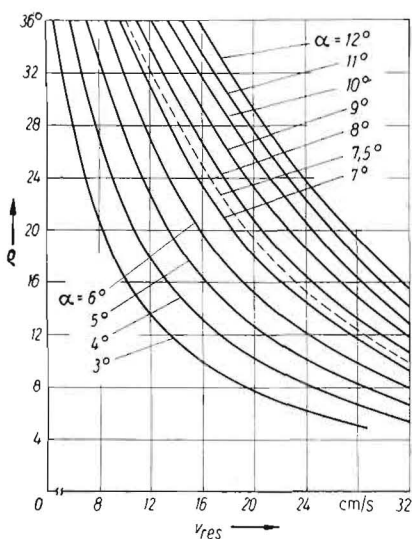


Bild 1. Abhängigkeit des Reibungswinkels ρ von der resultierenden Siebgut-Relativgeschwindigkeit v_{res} bei verschiedenen Siebneigungswinkeln α für $K = 1,5$ und $n \cdot r = 3,28$ m/min

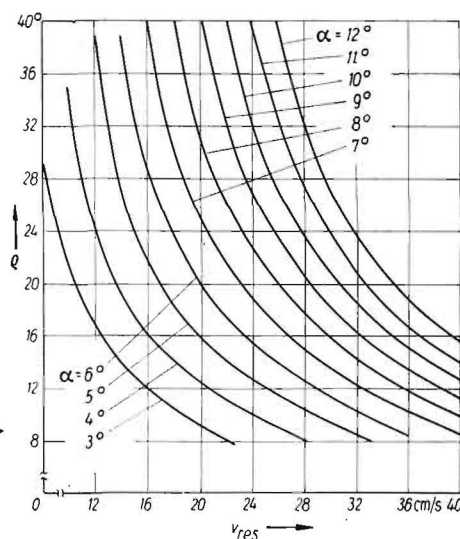


Bild 2. Abhängigkeit des Reibungswinkels ρ von der resultierenden Siebgut-Relativgeschwindigkeit v_{res} bei verschiedenen Siebneigungswinkeln α für $K = 3,0$ und $n \cdot r = 4,34$ m/min

Wesentlich genauer wird die Messung, wenn man bei stetigem Durchlauf die in der Sekunde eine vollbedeckte Siebbahn passierende Masse ermittelt. Sie beträgt

$$Q = h \cdot b \cdot v_{res} \cdot \gamma \quad (1)$$

Daraus folgt

$$v_{res} = \frac{Q}{h \cdot b \cdot \gamma} \quad (2)$$

Hierin ist Q Durchlauf in der Zeiteinheit (s)
 v_{res} resultierende Geschwindigkeit
 h Schichthöhe
 b Breite der Siebbahn
 γ Dichte des Schüttgutes

Die Schichthöhe h kann direkt gemessen werden, was aber bei dünner Schicht schwer und ungenau und bei einkörniger Schicht unmöglich ist. Die Geschwindigkeit v_{res} läßt sich jedoch auf folgende Weise genau bestimmen: Man stoppt die Maschine und grenzt gleichzeitig mit zwei Blechstreifen, die man quer zur Richtung der Siebgutbewegung auf der Siebbahn in den Siebgutstrom versenkt, eine bestimmte Länge des Siebgutstroms ab. Die abgegrenzte Menge wird gewogen. Wenn die Flächenbelastung auf dem Sieb q , die in 1 s über die Siebbahn gehende Saatgutmenge Q , die abgegrenzte Menge Q' , die Breite der Bahn b und die auf der Bahn abgegrenzte Länge l ist, so ergibt sich:

$$Q = b \cdot v_{res} \cdot q \quad (3)$$

$$\text{und } Q' = b \cdot l \cdot q \quad (4)$$

Verwendet man Maschinen, bei denen das Produkt $n \cdot r$ von den für die Diagramme angegebenen Werten abweicht und $n \cdot r = a \cdot 3,28$ oder $n \cdot r = a \cdot 4,34$ m/min beträgt, so ist der ermittelte Wert v_{res} der resultierenden Siebgut-Relativgeschwindigkeit durch a zu teilen.

Beispiel:

Gegeben: $K = 1,5$; $\alpha = 8^\circ$; $n \cdot r = 4$ m/min;

$$a = \frac{4}{3,28} = 1,22.$$

Ermittelt: $v_{res} = 20$ cm/s.

Der ρ -Wert ist abzulesen bei

$$v = \frac{20}{a} = \frac{20}{1,22} = 16,4 \text{ cm/s.}$$

Es ergibt sich dann

$$\rho = 26^\circ.$$

Die eingangs erwähnten Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Reibungszahl für Schüttgut auf schwingenden Flächen kann man bei dem angegebenen Verfahren dadurch vermeiden, daß die Schichtdicke und die kinematischen Werte der Schwingsiebe entsprechend gewählt werden.

Literatur

- [1] BALKIN, W.: Ermittlung der Abhängigkeit der Siebleistung horizontal schwingender Plansiebe von Siebneigung, Schwingungszahl und Schwingungweite. Dissertation 1961, Technische Universität Dresden, Seite 57 bis 59

A 5304