

11/148

Korablev, S.S.

Lenin-Institut für Energetik, Ivanovo

Ryčagov, V.F.

Laborleiter der Zweigstelle Ivanovo des Unions-Forschungsinstituts für elektrische Antriebe

DER SCHWINGUNGSELEKTROANTRIEB IN DER LEICHTINDUSTRIE

Übersetzung aus:

Fourth world Congress on the Theory of Machine and Mechanism, New-Castle, September 1975. Institution of Mechanical Engineers. London, 1975, S. 435-437.

Russ.: **ВИБРОЭЛЕКТРОПРИВОД В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Vibroelektroprivod v legkoj promyslennosti

In der Leichtindustrie ist eine große Anzahl von Maschinen vorhanden, deren Arbeitsorgane eine Hin- und Herbewegung ausführen. Wenn man den mechanischen Antrieb dieser Mechanismen durch einen elektromagnetischen ersetzt, ermöglicht dies, die Arbeitsproduktivität zu steigern und die Betriebssicherheit der Anlage zu erhöhen. Am Beispiel des Abziehkamms einer Hechelmaschine wird in diesem Artikel das Bauprinzip der Schaltung eines Schwingungselektroantriebes dargestellt, und es werden seine dynamischen Charakteristiken mit Hilfe eines Analogrechners analysiert.

In der Leichtindustrie gibt es eine große Anzahl von Maschinen und Mechanismen, deren Arbeitsorgane eine Hin- und Herbewegung durchführen. Ein typisches Beispiel dafür ist die Hechelmaschine, die die erste Bearbeitung des Rohmaterials ausführt.

Einer der wichtigsten Punkte, von dem die Produktivität der Maschine und die Qualität des Erzeugnisses abhängt, ist der Abziehkamm.

Der gebräuchliche Antrieb des Abziehkammes stellt eine Viergelenkkette dar, die nicht den neuen technologischen Anforderungen beim Betrieb mit einer höheren Geschwindigkeit entspricht.

Die zukünftige Richtung bei der Herstellung eines schnelllaufenden Kammabzuges, bei der das Prinzip der Hin- und Herbewegung des Kammes erhalten bleibt, ist der Übergang zu einem elektromagnetischen Antrieb; eine Variante davon ist in Abb. 1 dargestellt.

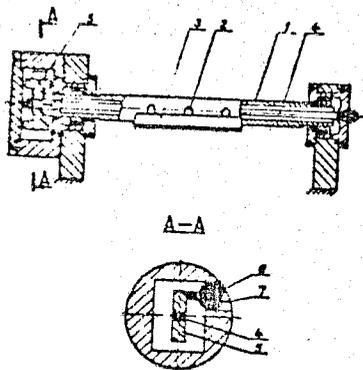


Abbildung 1. Elektromagnetischer Antrieb:

1 - Rohr, 2 - Kolonne, 3 - Kamm, 4 - Drehstabfeder, 5 - Anker, 6 - Joch, 7 - Federwicklung.

Die Anlage muß eine Schwingungsamplitude des Kammes bis zu 5 - 10 mm bei einer Frequenz von 100 Hz gewährleisten.

Die dem elektromagnetischen Schwingungsmotor zugeführte Leistung kann unter Anwendung einer Schaltung, die auf einem Impulsbreitenwandler aufgebaut ist, geregelt werden. Ihre charakteristische Besonderheit ist, daß die Folgefrequenz der

elektrischen Impulse im System durch die Eigenfrequenz des mechanischen Oszillators bestimmt wird, wohingegen die Impulslänge der Versorgungsspannung von der Größe des Rückführungssignals abhängt. Die Rückführungsspannung U_{rf} , die proportional zur Laufgeschwindigkeit des Abziehkammes ist, wird von der Meßdiagonale der Brücke aufgenommen; die Brücke ist in Abb. 2 dargestellt.

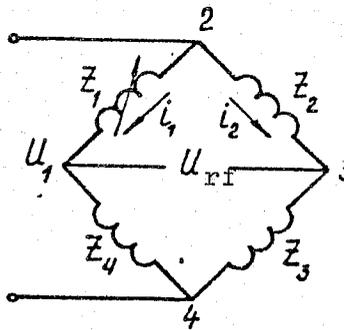


Abbildung 2. Brückenschaltung

Die Arme der Brückenschaltung bestehen aus den Widerständen Z_2 , Z_3 , Z_4 und dem Widerstand der Feldwicklung des Schwingungsmotors Z_1 . Wenn Spannung auf die Diagonale (2,4) gegeben wird, dann führt die Feldwicklung Strom; infolgedessen tritt eine elektromagnetische Kraft auf, die den Anker des Schwingungsmotors zum Joch heranziehen will; die Ankerbewegung führt zu einer Induktivitätsveränderung der Wicklung; das elektrische Gleichgewicht der Brückenschaltung wird zerstört, und in den Diagonalen (1,3) tritt die Spannung U_{13} ein.

$U_{13} = U_{21} - U_{23}$; U_{21} , U_{23} - Spannungsabfall in den Widerständen Z_1 und Z_2 .

$$U_{21} = i_1 R_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + i_1 \frac{dL_1}{dt} \quad (1)$$

$$U_{23} = i_2 R_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} \quad (2)$$

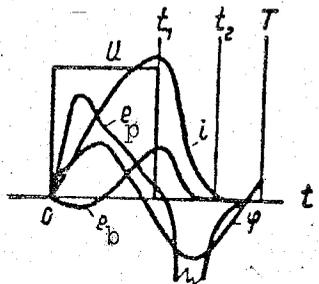
mit $R_1 = R_2$; $L_1 = L_2$; $i_1 = i_2$

$$U_{13} = U_{1f} = K_B i \frac{d\psi}{dt} = K_B i \frac{d\psi}{d\varphi} \dot{\varphi} \quad (3)$$

K_B - Koeffizient der Brückenübertragung, φ - Winkeldrehung des Kammes.

Die Montage der Brückenschaltung verlangt eine Herstellung von Spezialgeräten, die auf das Arbeitsorgan einzustellen sind; dies ist der Vorteil dieses Verfahrens zur Geschwindigkeitsmessung.

Zur Analyse der Arbeitsweise des Schwingungsantriebs untersuchen wir zuerst drei Zeitintervalle für die Strom- und Spannungskurven der Feldwicklung des Schwingungsmotors.



- U - Versorgungsspannung
- e - EMK der Pulsation
- e_p - EMK der Bewegung
- e_b - Winkeldrehung
- i - Strom des Schwingungsmotors

Abbildung 3. Oszillogramme

In den Zeitabständen $0 < t < t_1$ (die Versorgungsspannung liegt an der Wicklung an) nehmen die Gleichungen für die Bewegung des elektromechanischen Systems folgende Gestalt an:

$$U = iR + L \frac{di}{dt} + i \frac{dL}{d\varphi} \dot{\varphi} \quad (4)$$

$$J\ddot{\varphi} + \alpha\dot{\varphi} + c\varphi = \alpha \frac{dL}{d\varphi} i^2 \quad (5)$$

Für den Zeitraum $t_1 < t < t_2$ (Spannung ausgeschaltet) gelten die Beziehungen:

$$0 = iR + L \frac{di}{dt} + i \frac{dL}{d\varphi} \dot{\varphi} \quad (6)$$

$$J\ddot{\varphi} + \alpha\dot{\varphi} + c\varphi = \alpha \frac{dL}{d\varphi} i^2 \quad (7)$$

Im Zeitintervall $t_2 < t < T$ erhalten wir:

$$U = 0 ; i = 0 \quad (8)$$

$$J\ddot{\varphi} + \alpha\dot{\varphi} + c\varphi = 0 \quad (9)$$

Dabei wird die Impulsfolgeperiode zu

$$T = k_1 i \frac{dL}{d\varphi} \dot{\varphi} \quad (10)$$

und die Breite des Schwingungsmotors-Versorgungsimpulses zu

$$t = k_2 (U_3 - k_B i \frac{dL}{d\varphi} \dot{\varphi}) \quad (11)$$

- I - reduziertes Trägheitsmoment,
- α - Widerstandskoeffizient,
- c - Starrheit der Drehstabfeder,
- U_3 - Ursprungsspannung,
- k_1, k_2 - Übertragungskoeffizienten der elektrischen Schaltung.

Die Gleichungssysteme (4) - (11) analysiert man zum Zwecke der Auswahl der Antriebsparameter für die Ausarbeitung der vorgegebenen dynamischen Charakteristiken zweckmäßigerweise mit Hilfe von Analogrechnern nach der Suchmethode der optimalen Parameter. Die Idee dieser Methode basiert auf der mehrmaligen Analyse bei Veränderung der Parameter und Auswahl von einer, den gestellten Forderungen genügenden Lösung aus der Schar der gewonnenen Lösungen. Ein entsprechendes Modell des elektrischen Schwingungsantriebs eines Abziehkammes ist in Abb. 4 abgebildet. Das Modell schließt eine Triggerschaltung zur Versorgung des Schwingungsmotors mit gleichpoligen Rechteckimpulsen mit ein, und auch Nichtlinearitätsblöcke, die uns ein qualitativ wirklichkeitsgetreues und reales Bild von der Energieumwandlung im elektromagnetischen Antrieb machen lassen.

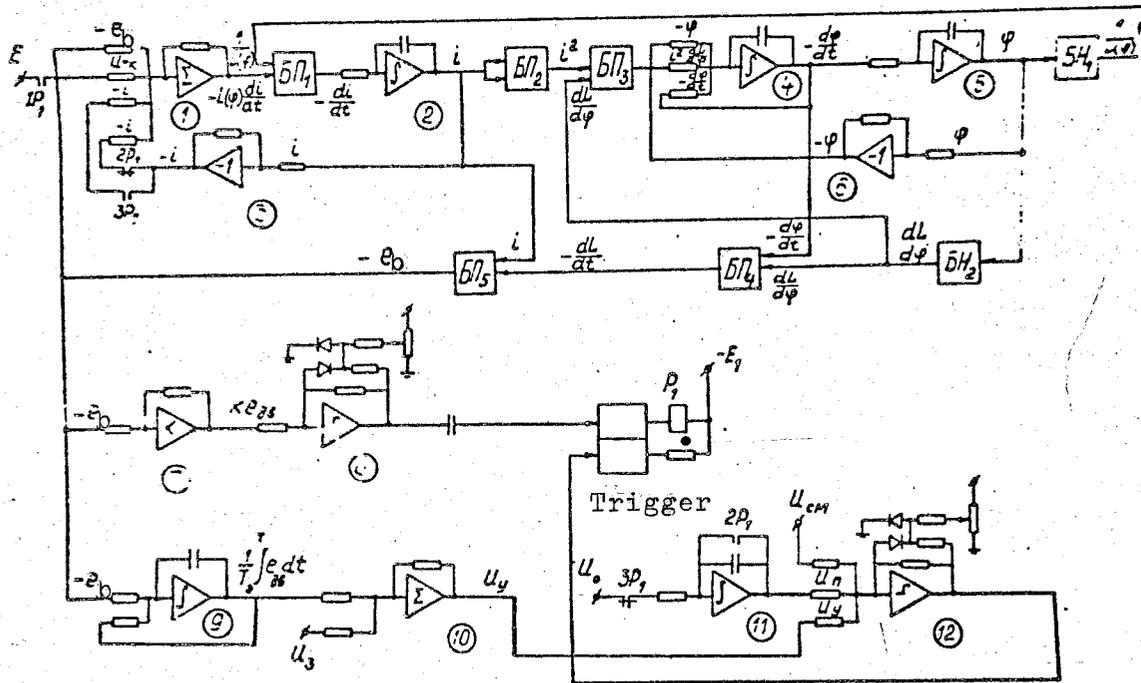
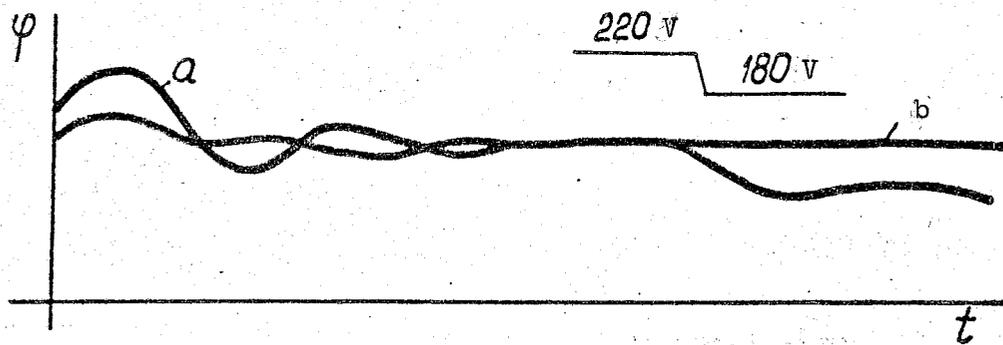


Abbildung 4. Analogmodell eines elektrischen Schwingungsantriebes

An einem Modell wurde die Ausarbeitung des Systems der automatischen Regelung der verschiedensten Erregungen untersucht: Veränderungen der Amplitude und der Frequenz der Versorgungsspannung, mechanische Dämpfung und dgl.

In Abb. 5 ist ein Oszillogramm abgebildet, das die Regeltüte bei Veränderung der Versorgungsspannung, sowie den Charakter des Einschwingvorganges beim Anlaufen des Abziehmechanismus illustriert.



- a - ohne Rückführung nach der Geschwindigkeit
- b - mit Rückführung

Abbildung 5. Oszillogramme der Einschwingvorgänge

Auf der Grundlage der gewonnenen Daten wurde ein Musterexemplar eines Abziehmechanismusantriebes zusammengestellt, dessen dynamische Charakteristiken gut mit den Charakteristiken übereinstimmen, die im Analogrechner erzielt wurden.

Stuttgart, den 8.3.1977

übersetzt von

Ottmar Pertschi
(Ottmar Pertschi)
Dipl.-Übersetzer