

NOMOGRAMA PENTRU DETERMINAREA PRODUCTIVITĂȚII MALAXOARELOR CU BARE CU FUNCȚIONARE CONTINUĂ

V. Lungu

Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Nivelul contemporan de dezvoltare a industriei construcțiilor înaintea cerințe înalte față de materialele de construcție și tehnologiile de producere a lor. Tehnologiile moderne dau posibilitate de a produce diverse betoane și mortare, precum și amestecuri uscate utilizate în ultimii ani, care corespund cerințelor tehnice, economice și ecologice.

La alegerea mașinilor pentru producerea articolelor de construcții de bază să iau parametri tehnico-economici, la compararea cărora se determină tipodimensiunea optimală și numărul de mașini necesare pentru efectuarea operațiilor tehnologice. Unul din parametri tehnico-economici de bază a mașinilor de construcții este productivitatea lor. Productivitatea mașinii depinde de mai mulți factori, așa cum cantitatea de material prelucrat concomitent, viteza de efectuarea operațiilor, principiul de funcționare etc.

1. DETERMINAREA PRODUCTIVITĂȚII

Sunt cunoscute malaxoare cu funcționare continuă cu organe de lucru în formă de bare [1-3]. Cercetările preventive au demonstrat eficiența înaltă a acestui tip de malaxoare, în comparație cu malaxoarele cu palete, datorită principiului nou de amestecare bazat pe divizarea multiplă a materialului în șuvoaie, îmbinarea lor imediată și repetarea acestui proces. Procesul de amestecare în aceste malaxoare se intensifică de 2...3 ori în comparație cu malaxoarele cu palete, iar consumul specific de energie se micșorează tot în așa proporție.

În practică, la proiectarea malaxoarelor, apare necesitatea de a determina parametrii malaxorului în dependență de productivitatea dorită, sau invers.

Scopul lucrării constă în construirea nomogramei pentru determinarea productivității malaxoarelor cu bare.

În baza cercetărilor efectuate anterior [4], pentru malaxoare cu funcționare continuă cu organe

de lucru în formă de bare, fixate radial pe arborele malaxorului, a fost obținut polinomul de gradul doi care descrie adecvat dependența productivității malaxorului P în $m^3/oră$ de factorii procesului studiat:

$$P = 4,68 - 0,99x_1 + 0,92x_3 + 1,84x_4 + 2,42x_5 - 1,07x_1x_5 - 0,87x_2x_3 + 1,63x_4x_5; \quad (1)$$

în care: x_1 – unghiul dintre axele barelor;

x_2 – distanța dintre bare;

x_3 – turația arborelui;

x_4 – coeficientul de umplere a jgheabului malaxorului;

x_5 – dimensiunea particulelor amestecului.

Productivitatea depinde de cinci mărimi variabile. Determinarea valorilor necesare a factorilor la care se asigură productivitatea dorită sau maximală în practică este destul de dificilă și necesită calcule voluminoase.

Lucrul proiectanților sau cercetătorilor se ușurează dacă de folosit metoda nomografică de calcul [5]. Metoda nomografică permite de a rezolva și „problema inversă” independent de numărul de variabile.

Determinarea productivității pentru diferite valori ale parametrilor malaxorului cum și stabilirea valorilor unor parametri în dependență de valoarea productivității poate fi efectuată cu ajutorul nomogramei construită în baza ecuației de regresie.

2. CONSTRUIREA NOMOGRAMEI

Înainte de a construi nomograma sunt determinate limitele de variație a argumentelor. În timpul realizării cercetărilor pentru determinare influenței parametrilor geometrici și tehnologici asupra productivității malaxorului cu bare cu funcționare continuă au fost stabilite limitele:

- unghiul dintre axele barelor $x_1 = 15...75$, grad;
- pasul barelor $x_2 = 5...25$, mm;
- turația arborelui $x_3 = 60...220$, rot/min;

- coeficientul de umplere a jgheabului malaxorului $x_4 = 0,2 \dots 0,6$;
- dimensiunea particulelor amestecului $x_5 = 1 \dots 11$, mm.

Limitele de variație a productivității malaxorului pentru intervalele de variație a argumentelor stabilite sunt $P = 0,18 \dots 12,68$ m³/oră.

În baza ecuației de regresie (1) a fost construită nomograma (figura de mai jos) care permite de a determina grafic productivitatea malaxorului cu funcționarea continuă cu organe de lucru în formă de bare în dependență de unghiul dintre axele barelor x_1 , distanța dintre bare x_2 , turația arborelui x_3 , coeficientul de umplere a jgheabului malaxorului x_4 și dimensiunea particulelor x_5 .

Pentru construirea nomogramei cu trei scări paralele ecuația (1) se aduce la tipul $\gamma = \alpha + \beta$ [6], în acest scop se introduce însemnarea următoare (tab. 1):

$$\gamma = P - 4,68 ; \quad (2)$$

$$Y_\beta = Y_{0\beta} + n\beta = 26,2 + 50(0,92x_3 - 0,87x_2x_3) . \quad (7)$$

Scara (7) este binară. Funcția α depinde de trei argumente, iar funcția β – de două. Construim scara β însă fără note deoarece ea este mută. La distanța de 100 mm la dreapta de α se duce paralel scara β . Pentru construirea câmpului binar β la stânga de scara β se trag un rând de scări paralele pentru argumentul x_2 la valorile particulare a parametrului x_3 . Prin punctele cu marcaj egal al parametrului x_3 se construiesc curbe.

Fiind că funcția α depinde de trei argumente pentru construirea câmpului binar α ecuația (3) se aduce la tipul $\gamma' = \alpha' + \beta'$, pentru ce se introduce însemnarea următoare (tab. 2):

$$\gamma' = \alpha ; \quad (8)$$

$$Y_\alpha = m\alpha = 10(-0,99x_1 + 1,84x_4 + 2,42x_5 - 1,07x_1x_5 + 1,63x_4x_5); \quad (6)$$

Tabelul 1. Borderoul de calcul pentru construirea nomogramei de tip $\alpha + \beta = \gamma$

| | | | |
|--|---|--|--|
| Ecuatia inițială | $P = 4,68 - 0,99x_1 + 0,92x_3 + 1,84x_4 + 2,42x_5 - 1,07x_1x_5 - 0,87x_2x_3 + 1,63x_4x_5$ | | |
| Substituirea | $\alpha = -0,99x_1 + 1,84x_4 + 2,42x_5 - 1,07x_1x_5 + 1,63x_4x_5$ | $\beta = 0,92x_3 - 0,87x_2x_3$ | $\gamma = P - 4,68$ |
| Limitele variației argumentelor | $x_1 = -1 \dots +1$ $x_4 = -1 \dots +1$ $x_5 = -1 \dots +1$ | $x_2 = -1 \dots +1$ $x_3 = -1 \dots +1$ | $P = 0,18 \dots 12,68$ |
| Limitele variației funcțiilor | $\alpha = -2,71 \dots 7,95$ | $\beta = -1,79 \dots 1,79$ | $\gamma = -4,5 \dots 8,0$ |
| Diferența valorilor limite | $\Delta\alpha = 10,68$ | $\Delta\beta = 3,58$ | $\Delta\gamma = 12,5$ |
| Modulele | $m = \frac{106}{10,66} \approx 10mm$ | $n = \frac{179}{3,58} = 50mm$ | $S = \frac{mn}{m+n} = \frac{500}{60} = 8,33mm$ $k = \frac{m}{m+n} = \frac{10}{60} = 0,17mm$ |
| Ordonatele punctelor zero | $Y_{\alpha 0} = 0$ | $Y_{\beta 0} = m\bar{\alpha} - n\bar{\beta} = 10 \cdot (2,62) - 50 \cdot (0) = 26,2mm$ | $Y_{\gamma 0} = kY_{\beta 0} = 0,17(26,2) = 4,54mm$ |
| Ecuatiile scărilor | $Y_\alpha = m\alpha = 10(-0,99x_1 + 1,84x_4 + 2,42x_5 - 1,07x_1x_5 + 1,63x_4x_5)$ | $Y_\beta = Y_{0\beta} + n\beta = 26,2 + 50(0,92x_3 - 0,87x_2x_3)$ | $Y_\gamma = Y_{\gamma 0} + s\gamma = 4,54 + 8,33(P - 4,68)$ |
| Abcisele scărilor | $x_\alpha = 0$ | $x_\beta = 100mm = D$ | $x_\gamma = kD = 0,17 \cdot 100 = 17mm$ |

$$\alpha = -0,99x_1 + 1,84x_4 + 2,42x_5 - 1,07x_1x_5 + 1,63x_4x_5 ; \quad (3)$$

$$\beta = 0,92x_3 - 0,87x_2x_3 . \quad (4)$$

Atunci ecuația (1) poate fi rezolvată cu nomograma cu trei scări. Ecuatiile scărilor vor fi:

$$Y_\gamma = Y_{\gamma 0} + s\gamma = 4,54 + 8,33(P - 4,68) ; \quad (5)$$

$$\alpha' = 1,84x_4 + 2,42x_5 + 1,63x_4x_5 ; \quad (9)$$

$$\beta' = -0,99x_1 - 1,07x_1x_5 \quad (10)$$

Ecuatiile scărilor vor fi:

$$Y_\gamma = Y_{\gamma 0} + s\gamma = 0 + 10\beta ; \quad (11)$$

Tabelul 2. Borderoul de calcul pentru construirea câmpului binar α .

| | | | |
|--|---|--|---|
| Ecuatia inițială | $\alpha = -0,99x_1 + 1,84x_4 + 2,42x_5 - 1,07x_1x_5 + 1,63x_4x_5$ | | |
| Substituirea | $\alpha' = 1,84x_4 + 2,42x_5 + 1,63x_4x_5$ | $\beta' = -0,99x_1 - 1,07x_1x_5$ | $\gamma' = \alpha$ |
| Limitele variației argumentelor | $x_4 = -1 \dots +1; \quad x_5 = -1 \dots +1$ | $x_1 = -1 \dots +1;$ $x_5 = -1 \dots +1$ | $\alpha = -2,71 \dots 7,95$ |
| Limitele variației funcțiilor | $\alpha' = -2,63 \dots 5,89$ | $\beta' = -2,06 \dots 2,06$ | $\gamma' = -2,71 \dots 7,95$ |
| Diferența valorilor limite | $\Delta\alpha' = 8,52$ | $\Delta\beta' = 4,12$ | $\Delta\gamma' = 10,66$ |
| Modulele | $m' = 10$ | $n' = \frac{-m's'}{-m' - s'} = \frac{-100}{-20} = 5$ | $S = 10$ $k = 1 - \frac{s}{-m} = 1 - \frac{10}{-10} = 2$ |
| Ordonatele punctelor zero | $Y_{\alpha'} = 0$ | $Y_{\beta'} = m\bar{\alpha}' - n\bar{\beta}' = 0 - 5(0) = 0$ | $Y_{\gamma'} = kY_{\beta'} = 2(0) = 0$ |
| Ecuatiile scărilor | $Y_{\alpha'} = -m\alpha' = -10(1,84x_4 + 2,42x_5 + 1,63x_4x_5)$ | $Y_{\beta'} = Y_{\beta'} + n\beta' = 5(-0,99x_1 - 1,07x_1x_5)$ | $Y_{\gamma'} = Y_{\beta'} + s\gamma = 0 + 10\beta$ |
| Abscisele scărilor | $x_{\alpha'} = 0$ | $x_{\beta'} = 50\text{mm} = D$ | $x_{\gamma'} = kD = 2 \cdot 50 = 100\text{mm}$ |

$$Y_{\alpha'} = -m\alpha' = -10(1,84x_4 + 2,42x_5 + 1,63x_4x_5); \quad (12)$$

$$Y_{\beta'} = Y_{\beta'} + n\beta' = 5(-0,99x_1 - 1,07x_1x_5). \quad (13)$$

Scările (12) și (13) sunt binare. Pentru construirea câmpului binar $\gamma' = \alpha$ la stânga de scara $\gamma' = \alpha$ (vezi figura) se trag două scări paralele α' și β' . La dreapta de scara α' se trag un rând de scări paralele pentru argumentul x_5 la valorile particulare a parametrului x_4 . Prin punctele cu marcaj egal al parametrului x_4 se construiesc curbe.

La dreapta de scara β' se trag un rând de scări paralele pentru argumentul x_5 la valorile particulare a parametrului x_1 .

Prin punctele cu marcaj egal al parametrului x_1 se construiesc curbe. La distanța de 17 mm de la α se construiește scara γ folosind ecuația (5) pe care se notează valorile productivității.

Nomograma elaborată este prezentată în figură. Tot aici este prezentată cheia pentru rezolvarea nomogramei și exemplul de determinare a productivității.

Așa pentru amestec cu dimensiunea particulelor de 4 mm și coeficientul de umplere a jgheabului de 0,4 productivitatea malaxorului cu

bare cu unghiul dintre axele barelor de 45 grade, distanța dintre ele de 10 mm și turația arborelui de 76 rot/min va fi de 2,0 m³/oră.

Folosind ecuația (1) pentru aceiași parametri se obține productivitatea 2,066 m³/oră. Abaterea valorii productivității determinate cu ajutorul nomogramei este numai de 3,3 %.

Nomograma construită permite de a determina nu numai productivitatea malaxorului în dependență de valorile concrete ale parametrilor tehnologici și constructivi dar și a stabili căile de majorare a productivității.

CONCLUZII:

1. S-a construit nomograma care permite de a determina productivitatea malaxoarelor cu bare cu funcționarea continuă în dependență de unghiul între axele barelor, distanța dintre bare, turația arborelui, coeficientul de umplere a jgheabului malaxorului și dimensiunea particulelor amestecului.

2. Nomograma construită permite de a determina rapid și cu precizie suficientă valoarea productivității în dependență de parametrii malaxorului.

3. Nomograma construită permite de a determina valorile parametrilor malaxorului pentru productivitatea dată.

