

NOMOGRAMA PENTRU DETERMINAREA REZISTENȚEI LA AMESTECARE A MALAXOARELOR CU BARE

Serghei Andrievschi, Valeriu Lungu, Alexandr Lozan

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: S-a construit nomograma complexă pentru ecuația care descrie dependența rezistenței la amestecare în malaxoarele cu bare de șapte factori constructivi și tehnologici. Sunt prezentate algoritmul și careva calcule după care s-a construit nomograma complexă. Este prezentat un exemplu de determinare a rezistenței la amestecare a unui malaxor pentru care, restul parametrilor din nomogramă sunt cunoscuți. Nomograma complexă dă posibilitate de a determina rapid parametrii optimali ai malaxorului și ai procesului de amestecare care asigură cea mai mică rezistență la amestecare.

Cuvinte cheie: nomogramă, malaxor, bară, ecuație, rezistență la amestecare, factori optimali.

Dependențele matematice obținute în rezultatul efectuării experiențelor și care conțin un număr mare de factori cu greu pot fi supuse analizei și interpretării. Este complicată procedura de determinare a valorilor optime ale factorilor procesului pentru parametrul de ieșire prescris în cazul când pot exista mai multe variante de obținere a lui.

Nomogramele ingineresti construite pentru ecuațiile de regresie obținute și alte dependențe multifactoriale dau posibilitate de a determina rapid valorile factorilor care asigură cele mai bune valori ale parametrului de optimizare.

În [1] este prezentată ecuația (1) obținută în baza cercetărilor influenței a șapte factori constructivi și tehnologici asupra rezistenței la amestecare în malaxoarele cu bare

$$Z_m = Z' K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 \quad (1)$$

unde: K_1 – coeficientul care caracterizează influența gradului de umplere a tobei cu amestec asupra rezistenței la amestecare;

K_2 – coeficientul care caracterizează influența dimensiunilor particulelor asupra rezistenței la amestecare;

K_3 – coeficientul care caracterizează influența diametrului barelor asupra rezistenței la înaintare a lor;

K_4 – coeficientul care caracterizează influența diametrului tobei asupra rezistenței la amestecare;

K_5 – coeficientul care caracterizează influența umidității amestecului asupra rezistenței la amestecare;

K_6 – coeficientul care caracterizează influența lungimii malaxorului asupra rezistenței la amestecare;

K_7 – coeficientul care ține seama de schimbarea rezistenței funcție de unghiul de așchiere a barelor.

Cu scopul construirii nomogramei ecuația (1) s-a adus la forma canonică prin logaritmare [2, 3]. Obținem următoarea ecuație

$$\lg Z_m = \lg Z' + \lg K_1 + \lg K_2 + \lg K_3 + \lg K_4 + \lg K_5 + \lg K_6 + \lg K_7 \quad (2)$$

Deoarece Z' este constant și egal cu 130, rezultă $\lg Z' = \lg 130 = 2,114$.

Mai întâi s-au format trei grupuri de factori: în primul grup s-au inclus factorii, coeficienții cărora variau [1] de la zero până la o valoare oarecare pozitivă (K_1 și K_7); în grupul al doilea s-au inclus factorii, coeficienții cărora variau de la unu până la o valoare oarecare mai mare ca unu (K_2, K_3, K_4, K_5 și K_6); în grupul al treilea – $\lg Z_m$ și $\lg Z'$.

Apoi s-au efectuat următoarele substituiri:

$$\alpha = \lg K_1 + \lg K_7 \quad (3)$$

$$\beta = \lg K_2 + \lg K_3 + \lg K_4 + \lg K_5 + \lg K_6 \quad (4)$$

$$\gamma = \lg Z_m - 2,114 \quad (5)$$

S-a obținut forma canonică $\alpha + \beta = \gamma$ a ecuației, care servește pentru construirea nomogramei de tipul al III-lea compusă din trei scări paralele și rectilinii. Succesiunea calculelor necesare pentru construirea

nomogramei $\alpha + \beta = \gamma$ este prezentată în tabel. Scările α și β sunt ”mute” de aceea marcarea diviziunilor pe ele nu se efectuează. Pe scara γ sunt notate valorile lui Z_m de la 10 până la 17000 N.

La etapa a doua s-a construit nomograma $\alpha^I + \beta^I = \gamma^I$ pentru ecuația (3). Pentru aceasta ecuația (3) se scrie în modul următor

$$\gamma^I = \alpha^I + \beta^I = \alpha \quad (6)$$

Această ecuație este prezentată în figură cu scările coeficienților K_1 și K_7 care sunt notate cu valorile corespunzătoare, iar scara γ^I coincide cu scara α și de aceea în desen este notată cu α .

La etapa următoare s-a construit nomograma $\alpha^{II} + \beta^{II} = \gamma^{II}$ pentru ecuația (4). Pentru aceasta s-au efectuat următoarele substituiri:

$$\alpha^{II} = \lg K_3 + \lg K_5 + \lg K_6 \quad (7)$$

$$\beta^{II} = \lg K_4 + \lg K_2 \quad (8)$$

$$\gamma^{II} = \lg K_2 + \lg K_3 + \lg K_4 + \lg K_5 + \lg K_6 = \beta \quad (9)$$

S-au construit scările ”mute” α^{II} , β^{II} și γ^{II} . Scara γ^{II} coincide cu scara β , de aceea pe desen ea este indicată prin β .

La etapa a patra s-a construit nomograma $\alpha^{III} + \beta^{III} = \gamma^{III}$ pentru ecuația (8). Pentru aceasta s-au făcut următoarele substituiri:

$$\alpha^{III} = \lg K_2 \quad (10)$$

$$\beta^{III} = \lg K_4 \quad (11)$$

$$\gamma^{III} = \lg K_4 + \lg K_2 = \beta^{II} \quad (12)$$

S-au construit scările coeficienților K_2 și K_4 cu notarea valorilor corespunzătoare. Scara ”mută” γ^{III} s-a situat pe scara β^{II} și de aceea ea este notată pe desen prin β^{II} .

La etapa a cincea construit nomograma $\alpha^{IV} + \beta^{IV} = \gamma^{IV}$ pentru ecuația (7). S-au făcut următoarele substituiri:

$$\alpha^{IV} = \lg K_3 + \lg K_5 \quad (13)$$

$$\beta^{IV} = \lg K_6 \quad (14)$$

$$\gamma^{IV} = \lg K_3 + \lg K_5 + \lg K_6 = \alpha^{II} \quad (15)$$

S-a construit scara coeficientului K_6 cu marcarea corespunzătoare și scara ”mută” α^{IV} . Scara ”mută” γ^{IV} s-a situat pe scara α^{II} și de aceea a fost indicată în desen α^{IV} .

Și, în sfârșit, la etapa a șasea s-a construit nomograma $\alpha^V + \beta^V = \gamma^V$ pentru ecuația (13), pentru ce s-au făcut următoarele substituiri:

$$\alpha^V = \lg K_3 \quad (16)$$

$$\beta^V = \lg K_5 \quad (17)$$

$$\gamma^V = \lg K_3 + \lg K_5 = \alpha^{IV} \quad (18)$$

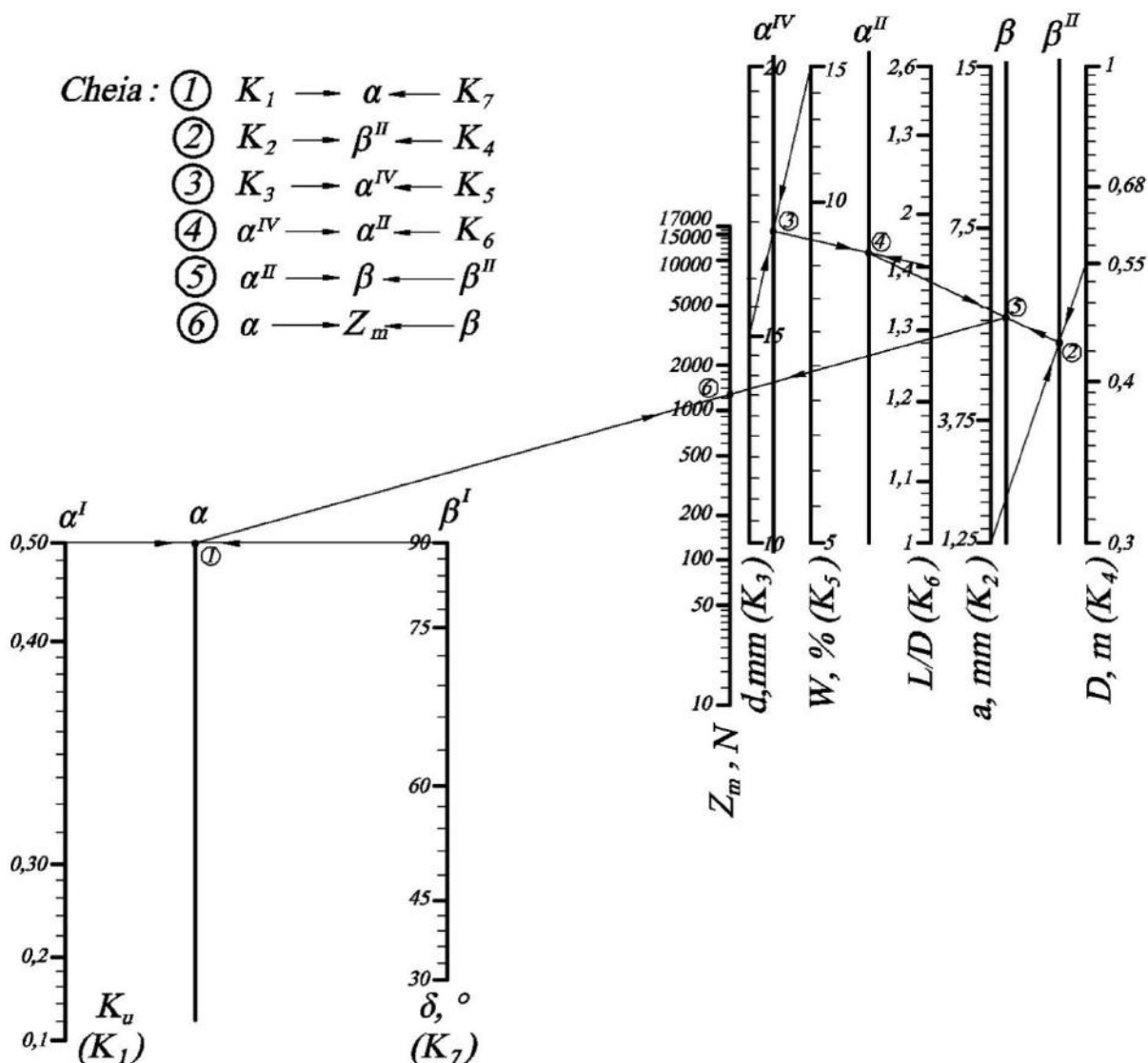
S-au construit scările coeficienților K_3 și K_5 cu notarea corespunzătoare a valorilor și scara ”mută” pe scara α^{IV} . Pe desen este prezentată cheia cu ajutorul căreia se poate determina valoarea rezistenței funcție de parametrii adoptați, sau invers, pentru rezistența dată și alți parametri de găsit ceilalți.

Analizând nomograma putem menționa că la majorarea tuturor factorilor are loc creșterea rezistenței la amestecare. Totodată observăm că în limitele varierii factorilor viteza creșterii influenței asupra parametrului de ieșire Z_m este diferită. Observăm în partea stângă a nomogramei că la micșorarea unghiului de așchiere δ al barelor, putem majora coeficientul de umplere pentru una și aceeași valoare a rezistenței la amestecare. Deci, majorarea productivității malaxorului are loc fără majorarea puterii motorului.

Pe nomograma din desen este arătat algoritmul de determinare a rezistenței la amestecare a malaxorului pentru prepararea amestecului de mortar cu următorii parametri: coeficientul de umplere $K_u = 0,5$; dimensiunea agregatelor $a = 1,25$ mm; diametrul barei (organului de amestecare) $d = 15$ mm; diametrul

Succesiunea calculelor necesare pentru conștruirea nomogramei de tipul III $\alpha + \beta = \gamma$ pentru ecuația (2)

Operațiile și rezultatele	
Nr. ord.	
1.	Substituirea $\alpha = \lg K_1 + \lg K_7$ $\beta = \lg K_2 + \lg K_3 + \lg K_5 + \lg K_6 + \lg K_4$ $\gamma = \lg Z_m - 2,114$
2.	Limitele argumentelor $K_1 = 0,18 \dots 1;$ $K_7 = 0,46 \dots 1.$ $K_2 = 1 \dots 2,68; K_3 = 1 \dots 1,38;$ $K_5 = 1 \dots 1,23; K_6 = 1 \dots 2,25;$ $K_4 = 1 \dots 12,31.$ $Z_m = 10,764 \dots 16380$
3.	Limitele funcțiilor $\alpha = -1,082 \dots 0$ $\beta = 0 \dots 2,1$ $\gamma = -1,08 \dots 2,1$
4.	Diferența valorilor limite $\Delta\alpha = 1,082$ $\Delta\beta = 2,1$ $\Delta\gamma = 3,18$
5.	Modulele Pentru $L_\alpha = 100 \text{ mm}$ $m = \frac{100}{1,082} = 92,42$ Pentru $L_\beta = 100 \text{ mm}$ $n = \frac{100}{2,1} = 47,62$ $S = \frac{mn}{m+n} = \frac{92,42 \cdot 47,62}{92,42 + 47,62} = 31,43;$ $k = \frac{m}{m+n} = \frac{92,42}{92,42 + 47,62} = 0,66.$
6.	Ordonatele punctelor zero $Y_{0\alpha} = 0$ $Y_{0\beta} = m\alpha_{med} - n\beta_{med} = 92,42 \cdot 0,541 - 47,62 \cdot 1,05 = 0$ $Y_{0\gamma} = kY_{0\beta} = 0$
7.	Ecuațiile scării $Y_\alpha = Y_{0\alpha} + m\alpha = 92,42(\lg K_1 + \lg K_7)$ $Y_\beta = Y_{0\beta} + n\beta = 16,058 + 47,62(\lg K_2 + \lg K_3 + \lg K_5 + \lg K_6 + \lg K_7)$ $Y_\gamma = Y_{0\gamma} + S\gamma = 31,43(\lg Z_m - 2,114)$
8.	Abscisele scării $X_\alpha = 0$ $X_\beta = 170$ $X_\gamma = kX_\beta = 0,66 \cdot 170 = 112,2$
9.	Limitele scării $Y_{\alpha min} = 92,42(-1,082) = -100$ $Y_{\alpha max} = 92,42 \cdot 0 = 0$ $Y_{\beta min} = 47,62(0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 0$ $Y_{\beta max} = 47,62 \cdot 2,1 = 100$ $Y_{\gamma min} = 31,43(-1,08) = -34,$ $Y_{\gamma max} = 31,43 \cdot 2,1 = 66$



Nomograma complexă pentru determinarea rezistenței la amestecare a malaxoarelor cu bare.

jgheabului malaxorului $D = 0,55$ m; umiditatea amestecului $W = 15\%$; raportul $L/D = 1,4$ m; unghiul de așchiere al barelor $\delta = 90^\circ$. Conform relației (1) și datelor din lucrarea [1], rezistența la amestecare pentru malaxorul cu astfel de parametri va fi $Z_m = 130 \cdot 1,15 \cdot 4,35 \cdot 1,23 \cdot 1,6 = 1280$ N. Pe nomogramă s-a obținut exact aceeași valoare, ceea ce ne dovedește faptul că nomograma descrie adecvat dependența (1).

Concluzii:

1. Nomograma inginerescă construită pentru ecuația care descrie dependența rezistenței la amestecare a malaxorului cu bare de principalii șapte factori constructivi și tehnologici dă posibilitate de a determina rapid parametrii optimați ai malaxorului și ai procesului de amestecare care asigură cea mai mică rezistență la amestecare.
2. Nomograma poate fi utilizată în procesul proiectării malaxoarelor cu organe de amestecare în formă de bare, în condiții de laborator pentru determinarea regimurilor optime ale procesului de amestecare și nemijlocit în producție pentru aceleași scopuri.

Bibliografie:

1. Andrievschi S., Andriuță M., Lungu V., Lozan A. *Rezistența la amestecare a malaxoarelor cu organe de amestecare în formă de bare*. A VII-a Conferință Tehnico-științifică Internațională „Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului”, Chișinău, 2014, p. 13-16.
2. Глаголев Н. А. *Курс номографии*. – М.: Высшая школа, 1961.
3. Браиловский А. Е. *Правила построения инженерных номограмм*. – Пермь: Пермский политехнический институт. 1966, 55 с.