

MALAXOARELE CU BARE

Autor: Alexandr Lozan

Conducător științific: dr. conf. univ. Serghei Andrievschi

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat: Sunt prezentate rezultatele cercetărilor dependenței rezistenței de amestecare în malaxorul cu organe de lucru în formă de bare arcuite de coeficientul de umplere și dimensiunea particulelor componentelor amestecului pentru o bară cu răzuitor, un grătar cu răzuitor și șase grătare.

Cuvinte cheie: malaxor, amestec, particule, rezistență de amestecare, coeficient de umplere, model matematic, blocare

Modificarea constructivă a malaxoarelor cu bare [1, 2] cu scopul intensificării amestecării necesită un studiu minuțios al rezistențelor care apar în procesul malaxării. Rezistența de amestecare depinde în mare măsură de dimensiunile particulelor și de distanța de la capătul organului de lucru până la suprafața interioară a tobei malaxorului. Pentru toate materialele rezistența minimă se observă când distanța de la capătul barei până la tobă este mai mică de 0,5 mm [3]. Menținerea unui așa joc este foarte dificilă, deoarece capătul barei sau răzuitorul fixat pe bară se uzează foarte rapid.

În lucrarea de față s-a cercetat rezistența de amestecare a organului de lucru în formă de bară arcuită înzestrată cu răzuitor longitudinal, care asigură devierea șuvoiului de material spre centrul malaxorului, răzuirea materialului păstrând un joc minim în zona de contactare. Tot așa răzuitoare s-au utilizat și pentru malaxorul cu șase rânduri longitudinale de bare.

Răzuitorul (fig. 1) include placa 2, elementul elastic 3, cuțitul 4, care sunt fixate împreună cu șuruburi 5. Placa 2 este fixată pe capătul organului de amestecare 1 prin sudură. Circumferința descrisă de capătul cuțitului 4, când el nu contactează cu toba, are o rază mai mare cu 1...3 mm decât raza interioară R a tobei.

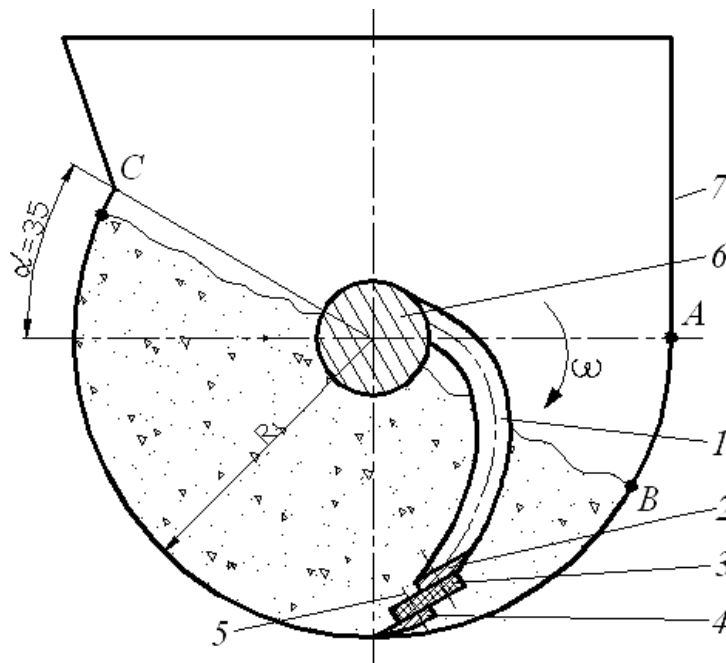


Fig. 1. Schema organului de lucru cu răzuitor: 1 – organ de amestecare; 2 – placă; 3 – element elastic; 4 – cuțit; 5 – șurub; 6 – arbore; 7 – tobă

Pentru evitarea intrării particulelor în spațiul dintre cuțitul 4 și toba 7 la ridicarea lui mai sus

de axa orizontală, partea cilindrică a corpului se prelungește de la linia orizontală pînă la punctul C la unghiul de 35°, care-i mai mare decît unghiul de taluz natural în mișcare a materialelor de construcție $\rho = 21...31,5^\circ$.

La rotirea arborelui 6 cu organul de amestecare 1, placa 2, elementul elastic 3 și cuțitul 4 în direcția acelor de ceasornic și trecerea cuțitului 4 prin zona AB, datorită razei mai mari a lui în comparație cu raza interioară a tobei, elementul elastic se îndoaie în direcția deplasării organului de amestecare și asigură în așa mod alunecarea cuțitului pe suprafața tobei. La trecerea prin zona BC sub acțiunea forțelor de presare a materialului din față cuțitul 4 va fi totdeauna în contact cu suprafața interioară a tobei asigurînd un joc nul între capătul cuțitului și această suprafață, și ca rezultat – evitarea deplină a blocării particulelor între capătul cuțitului și tobă.

Experiențele efectuate au demonstrat că blocarea particulelor între cuțitul 4 și suprafața interioară a tobei nu are loc pentru orice particule.

S-a cercetat influența coeficientului de umplere a tobei cu material și a dimensiunii particulelor asupra rezistenței la înaintare a organului de amestecare în formă de bară curbilinie (unghiul de atac egal cu 45°) înzestrat cu așa tip de răzuitor (unghiul de atac egal cu 30°).

Rezultatele experiențelor (media a patru măsurători) sunt prezentate în tabel, iar reprezentarea lor grafică – în fig. 2. Măsurările rezistenței [3] s-au efectuat în material cu suprafața înclinată față de orizont obținută după mai multe treceri ale organului de amestecare prin material.

Rezistența la înaintare în N a organului de amestecare în formă de bară curbilinie cu răzuitor funcție de coeficientul de umplere K_u , tipul și dimensiunea particulelor

Tipul materialului și dimensiunea particulelor a în mm	Coeficientul de umplere				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Mazăre colorată, 6,7	1	11	20	110	-
Mazăre colorată, 6,7 ; (răzuitor de tip nou)	8	11	33	64	240
Nisip de râu, 1,25	7	12	21	40	88
Calcar, 2.5...5	14	16	51	80	600
Calcar, 5...10	9	21	47	112	-

La majorarea coeficientului de umplere a tobei cu material rezistența de înaintare a organului de amestecare înzestrat cu răzuitor crește mai întâi lin ($K_u = 0,1 \dots 0,25$), apoi viteza creșterii se mărește ($K_u = 0,25 \dots 0,42$), iar începînd cu $K_u = 0,42$ rezistența se mărește brusc și atinge valori comparativ foarte mari. Valori mari ale rezistențelor la coeficienți mari de umplere se datorează în primul rând forțelor mari de frecare dintre material și suprafața interioară a tobei și în al doilea rând – acționării de către bară și răzuitor a unui volum mai mare de material.

Necătînd la aceea că mazărea are densitate mai mică decît nisipul, rezistența de înaintare a ei este mai mare datorită acționării de către bară a unui volum mai mare de material din cauza dimensiunilor mari ale particulelor.

La majorarea dimensiunilor particulelor rezistența crește. Așa, pentru $K_u = 0,4$ rezistența în nisip este de 40 N, în calcar cu $a = 2,5...5mm$ – 80 N și în calcar cu $a = 5...10mm$ – 112 N. Aceasta se datorează efectului descris mai sus.

Rezistența barei cercetate este mai mare decît rezistența barei tot de așa formă, însă fără răzuitor [3] și mai mică, aproape de două ori, decît rezistența barei cu unghiul de atac egal cu 90° [3] și fără răzuitor.

Dependența rezistenței la înaintare a unui grătar de coeficientul de umplere a tobei este parabolică. La majorarea coeficientului de umplere de la 0,1 în sus, rezistența crește, mai întâi lin, apoi brusc.

Rezistența mare la deplasare a grătarului prin material la coeficienți mari de umplere se datorează faptului că organul de amestecare apasă o masă mare de material, iar în față materialului este situat la o distanță nu prea mare corpul tobei, care reprezintă de fapt un obstacol artificial, care se opune deplasării libere a materialului. Distanța la care se răspîndește acțiunea organului de amestecare în material este mai mare decît distanța de la organul de amestecare pînă la corpul tobei. De aceea materialul presat de organul de amestecare este frînat de forțele mari de frecare care apar între material și suprafața interioară a tobei.

Rezistența organului de lucru a malaxorului cu șase grătare, cu răzuitoare este cu mult mai mică decît rezistența organului de lucru cu un grătar. Pentru coeficientul de umplere $K_u=0,3$ și piatră spartă ($a=5...10$ mm) la înaintarea unui grătar prin material rezistența este de 300 N, atunci când rezistența la deplasare a organului de lucru cu șase grătare prin același material constituie numai 208 N. Deci rezistența unui grătar este mai mare decît rezistența organului de lucru cu șase grătare de 1,44 ori. Acest fenomen se explică prin aceea că acționarea concomitentă a materialului de către mai multe grătare conduce la interacțiunea lor prin intermediul particulelor, intersecția zonelor de acțiune a barelor, afănarea materialului, micșorarea densității aparente.

Sau efectuat măsurări ale rezistenței de amestecare conform planului D – optimal pentru doi factori: x_1 - coeficientul de umplere ($\tilde{x}_1 = 0,3 \pm 0,1$); x_2 - dimensiunea particulelor ($\tilde{x}_2 = (3,9 \pm 3,6)mm$). Parametrii constanți: diametrul tobei 0,3 m; lungimea 0,314 m; diametrul barelor 10 mm; unghiul de atac al barelor 45° ; răzuiorul cu element elastic; turația arborelui 60 rot/min. Rezistența s-a măsurat cu dinamometrul de marca ДИУ-0,02-2 conform GOST 9409 – 60, valoarea unei diviziuni 0,2 kgf, limitele scării 2 – 20 kgf.

Afară de trei răzuitoare longitudinale, organul de amestecare este echipat cu câte trei răzuitoare radiale pentru fiecare perete lateral.

Omogenitatea dispersiilor planului s-a apreciat utilizând criteriul Cochran ($G_{exp}=0,26 < G_{teor}=0,47$).

S-a obținut ecuația de regresie

$$Y = 228,4 + 34,17x_1 + 50,17x_2 + 17,25x_1x_2 - 69,2x_2^2.$$

Verificarea corespunderii modelului obținut cu procesul cercetat s-a efectuat utilizând criteriul Fischer. $F_{exp}=3,6 < F_{teor}=19$ pentru $f_1=3$; $f_2=2$; $\alpha = 0,05$. Deci, polinomul obținut descrie adecvat procesul cercetat.

Coeficienții factorilor la puterea întâia sunt pozitivi ceea ce dovedește faptul că la majorarea coeficientului de umplere x_1 și a dimensiunii particulelor x_2 rezistența de amestecare crește. Efectul interacțiunii factorilor x_1x_2 este mai mic, însă semnificativ. Creșterea rezistenței va avea loc la majorarea concomitentă a ambilor factori (săgeata din fig. 2).

Efectul pătratic al coeficientului x_1 este nesemnificativ și în ecuație nu este inclus. Efectul pătratic al factorului x_2 este foarte mare și are semnul minus. Vedem că la majorarea factorului x_1 (coeficientul de umplere) are loc creșterea rezistenței: dependența este direct proporțională. Dependența $Y=f(x_2)$ este curbă, are loc mai întâi creșterea rezistenței funcție de dimensiunea particulelor, apoi când dimensiunea particulelor depășește valoarea de 5,34 mm ($x_2 > 0,4$) rezistența se micșorează însă nu prea mult (dacă $x_2=0,4$, $Y=237,4$ N, apoi la $x_2=1$ rezistența devine egală cu $Y=209,4$ N, deci cu 28 N mai mică).

Nomograma (fig. 2) ne demonstrează că pentru micșorarea rezistențelor de amestecare trebuie de micșorat coeficientul de umplere. Amestecarea materialelor cu granule mici necesită forțe foarte mici de acționare.

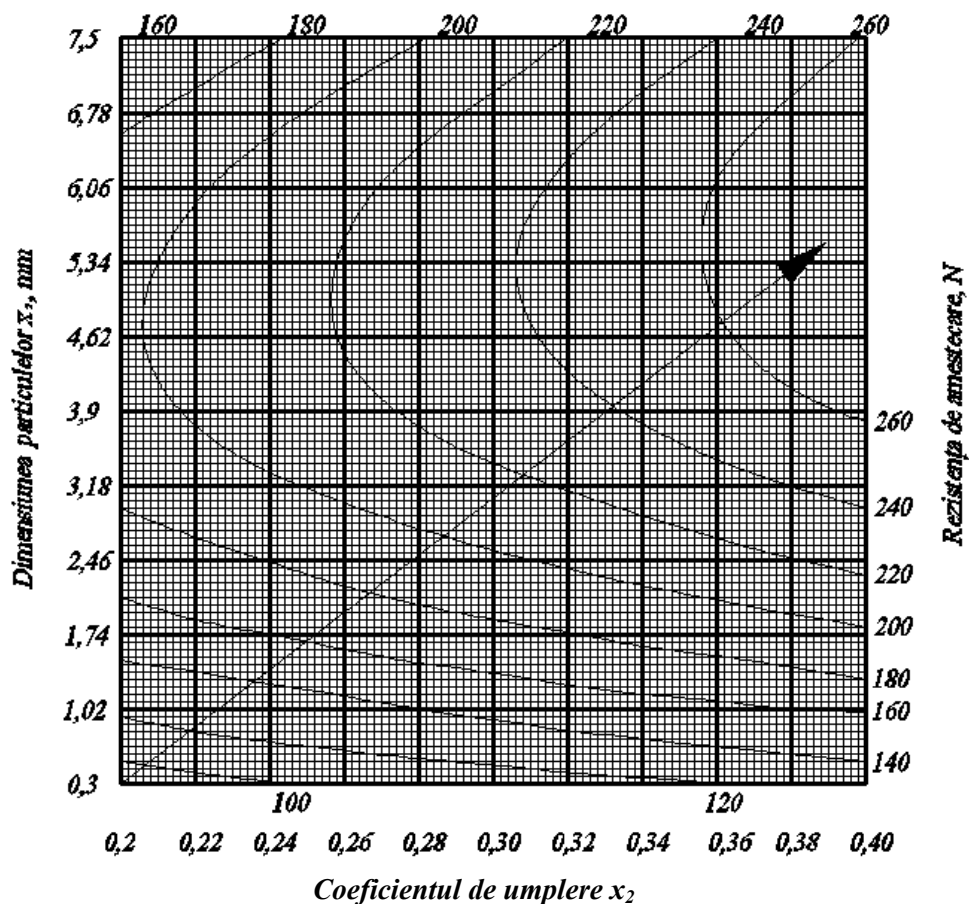


Fig. 2. Nomograma pentru determinarea rezistenței de amestecare funcție de coeficientul de umplere x_1 și dimensiunea particulelor x_2

Concluzii:

1. La majorarea coeficientului de umplere a tobei cu material crește rezistența de înaintare a barei datorită forțelor de frecare mai mari dintre material și suprafața interioară a tobei și acționării de către bară a unui volum mai mare de material. Dependența rezistenței de coeficientul de umplere este parabolică. Majorarea dimensiunilor particulelor conduce la creșterea rezistenței de înaintare datorită acționării de către bară a unui volum mai mare de material.
2. Experiențele efectuate au demonstrat că blocarea particulelor între cuțitul răzuitorului și suprafața interioară a tobei nu are loc pentru orice mărime a particulelor.
3. Rezistența de amestecare a malaxorului cu șase rânduri de bare arcuite și răzuitoare longitudinale și radiale depinde direct proporțional de coeficientul de umplere, iar de dimensiunea particulelor dependența este pătratică. La majorarea dimensiunilor particulelor rezistența mai întâi crește, apoi după dimensiunea de 5,34 mm se micșorează puțin.

Bibliografie

1. Andrievschi, S., Lungu, V. *Malaxor*. Brevet de invenție al Republicii Moldova nr.655MD, BOPI nr.1/97, 31.01.97.
2. Andrievschi, S., Danița, A. *Malaxor cu acțiune ciclică*. Brevet de invenție al Republicii Moldova nr.3448G2, BOPI nr.12/2007, 2007.12.31.
3. Andrievschi, S. *Intensificarea procesului de amestecare în malaxoarele cu organe de lucru în formă de bare*. Univ. Tehn. a Moldovei. – Ch.: UTM, 2008, 176p. ISBN 978-9975-45-088-1.