

## STUDIUL TEORETIC AL PROCESULUI DE AMESTECARE ÎN MALAXOARELE CU BARE CU FUNCȚIONARE CONTINUĂ

V. Lungu

Universitatea Tehnică a Moldovei

### INTRODUCERE

Una din cele mai importante operații tehnologice în procesul producerii materialelor și articolelor de construcții este prepararea amestecurilor. Calitatea preparării mixturilor influențează calitatea articolelor fabricate, rezistența, costul lor și durata funcționării construcțiilor. Amestecurile folosite în construcție prezintă structuri multi-compoziționale. Cantitatea componentelor amestecului diferă una de alta de sute iar uneori și de mii de ori. Calitatea amestecurilor depinde atât de însușirile fizico-mecanice ale componentelor amestecului și de precizia dozării, cât și de tipul malaxorului, și de durata amestecării.

În scopul intensificării procesului de preparare a amestecurilor în cadrul Universității Tehnice a Moldovei au fost elaborate o serie de malaxoare de tip nou cu acțiune continuă cu organe de amestecare în formă de bare [1, 2].

### TEORIA PROCESULUI DE AMESTECARE

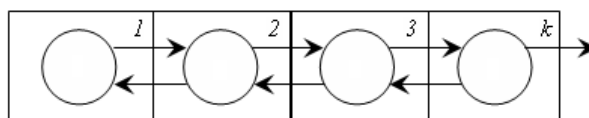
Principiul de bază al amestecării în malaxoarele cu bare este divizarea materialului într-un număr cât mai mare de șuvoaie și îmbinarea lor ulterioară și repetarea multiplă a acestor procese.

Procesul de amestecare în malaxoarele cu bare cu funcționare continuă cu un ax orizontal este compus din următoarele procese elementare:

1. Deplasarea materialului în lungul malaxorului;
2. Divizarea materialului în șuvoaie;
3. Îmbinarea ulterioară a acestor șuvoaie;
4. Difuzia particulelor componentelor în interiorul materialului.

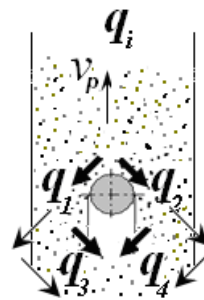
Deoarece descrierea procesului de amestecare integral în malaxoarele cu bare cu acțiune continuă este dificilă, s-a examinat influența fiecărui proces separat. În lucrare este prezentată teoria procesului de amestecare prin divizarea materialului în șuvoaie și îmbinarea lor ulterioară.

Pentru descrierea matematică a procesului de amestecare în malaxoarele cu organe de lucru în formă de bare cu acțiune continuă barele convențional sunt înlocuite cu rânduri de celule de amestecare [4, 6]. Sistemul este compus din  $k$  volume elementare (fig. 1). Deplasarea particulelor care determină procesul de lucru în malaxoarele cu acțiune continuă este axială. La o rotație a arborelui malaxorului bara, sau mai multe bare concomitent, va contribui la trecerea particulelor din zona de acțiune a ei în zona de acțiune a barei vecine.



**Figura 1.** Schema de deplasare a amestecului în malaxoarele cu bare cu acțiune continuă.

În conformitate cu modelul fizic de redistribuire a particulelor în malaxoarele cu palete [5], la trecerea barei prin amestec, șuvoiul inițial este divizat în două șuvoaie  $q_1$  și  $q_2$  (fig. 2.). După bară are loc îmbinarea șuvoaielor, fapt ce contribuie la formarea șuvoaielor  $q_3$  și  $q_4$  care conțin parțial particule din șuvoaiele corespunzătoare  $q_1$  și  $q_2$  și particule divizate de către barele vecine.



**Figura 2.** Procesul de divizare a șuvoiului de către bară.

Putem afirma că materialul acționat de bara  $i$  este

$$q_i = q_1 + q_2, \quad (1)$$

$$q_1 = a_{ij}q_i, \quad q_2 = b_{ij}q_i,$$

în care  $q_i$  – cantitatea de material în șuvoiul  $i$ ;  
 $q_1$  – cantitatea de material îndreptat în stânga;  
 $q_2$  – cantitatea de material îndreptat în dreapta;  
 $a_{ij}$  și  $b_{ij}$  – coeficienții de proporționalitate;  
 $i$  – numărul barei;  
 $j$  – numărul de treceri al barei  $i$  prin material.  
 Deoarece în malaxoarele cu acționare continuă are loc deplasarea axială a amestecului în direcția orificiului de descărcare reiese că  $a_{ij} < b_{ij}$ .

Volumul materialului deplasat din rândul  $i$  în rândurile vecine poate fi prezentat prin funcția [3]

$$q_i = k_e f(P_{gm}, P_{teh}), \quad (2)$$

în care  $k_e$  – coeficienții experimentali;  
 $P_{gm}$  – parametrii geometrici ai malaxorului;  
 $P_{teh}$  – parametrii tehnologici ai amestecului.

În malaxorul cu acționare continuă cu organe de lucru în formă de bare șuvoiul inițial unitar  $Q$  este divizat de prima bară în două șuvoaie  $I_{11}$  și  $2_{11}$  (fig. 3). Particulele șuvoiului  $2_{11}$  din rândul 1 trec în rândul 2. Aici are loc divizarea lor de către bara a doua în două șuvoaie  $I_{21}$  și  $2_{21}$ . Șuvoiul  $2_{21}$  trece în rândul 3, iar șuvoiul  $I_{21}$  - înapoi în rândul 1.

După prima trecere a barelor are loc îmbinarea șuvoaielor  $I_{11}$  și  $I_{21}$  care la trecerea a doua a primei bare sunt divizate deja în șuvoaielor  $I_{12}$  și  $2_{12}$ . Șuvoiul  $2_{12}$  trece în rândul 2 unde se îmbină cu șuvoiul  $I_{31}$  care este întors din rândul 3 în 2. În așa mod în rândul  $k$  la trecerea  $z$  a barei vor nimeri particule din toate rândurile de la toate trecerile barelor ce va duce la o omogenizare foarte înaltă într-un timp scurt.

Starea sistemului după  $z$  treceri a barelor malaxorului va fi

$$Q_a = Q - Q_i, \quad (3)$$

sau

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^z b_{ij} Q = Q - \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^z a_{ij} Q \quad (4)$$

în care  $Q$  este cantitatea de material în șuvoiul inițial;

$Q_a$  – cantitatea de material deplasat axial de către toate barele malaxorului spre orificiul de descărcare după  $j$  treceri;

$Q_i$  – cantitatea de material reîntors de către toate barele malaxorului după  $j$  treceri.

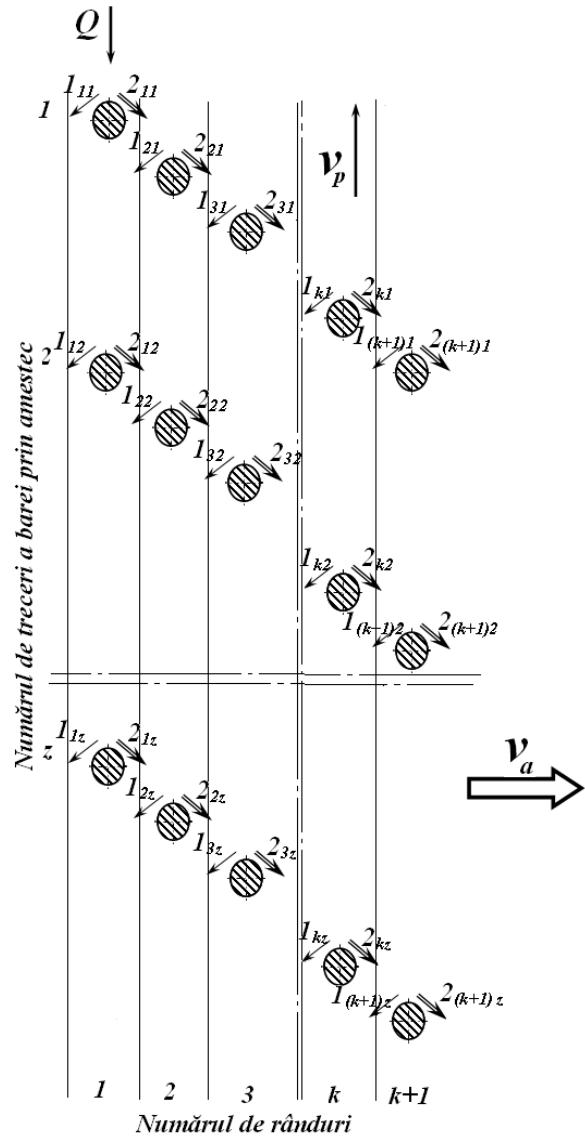


Figura 3. Schema de divizare în șuvoaie în malaxorul cu bare cu acțiune continuă

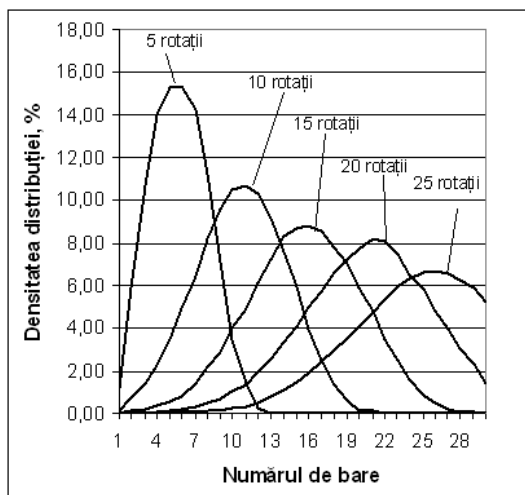
Deoarece probabilitatea aflării componentelor în volumul elementar  $i$  după  $j$  treceri se determină ca cantitatea de material deplasat de bare valoarea ei poate fi determinată cu formula

$$P_{ij} = \frac{q_{bij}}{q_{aij}} \quad (5)$$

unde  $q_{aij}$  – cantitatea de material deplasat spre orificiul de descărcare în volumul elementar  $i$  de către barele malaxorului după  $j$  treceri;

$q_{bij}$  – cantitatea de material reîntors în volumul elementar  $i$  de către barele malaxorului după  $j$  treceri.

Ca exemplu, este determinată probabilitatea deplasării (afării) particulelor șuvoiului inițial în volume elementare în malaxorul cu acționare continuă cu 30 de bare în care la amestecare 75 % de material se deplasează spre orificiul de descărcare, iar 25 % este reîntors. În figura 4 este prezentată distribuția teoretică a componentelor șuvoiului inițial.



**Figura 4.** Graficul funcției densității distribuției șuvoiului inițial în malaxorul cu bare cu acționare continuă pentru coeficientul de reîntorcere a materialului 0,25.

Se observă că după 10 rotații ale arborelui cu bare particulele amestecului ajung de la orificiul de încărcare (bara 1) până la bara 21. Cea mai mare densitate a distribuției șuvoiului inițial se obține la bara 11.

După 20 de rotații componentele amestecului sunt distribuite prin tot volumul malaxorului. Cea mai mare densitate a distribuției șuvoiului inițial va fi la bara 17. După 25 de rotații componentele amestecului inițial se situează în zona evacuării din malaxor și cele mai multe vor fi concentrate la bara 28.

Poziția densității maxime a distribuției șuvoiului inițial se află în dependență directă de numărul de treceri ale barelor prin material. Cu creșterea numărului de treceri ale barelor prin material are loc schimbarea poziției valorii maxime a densității distribuției șuvoiului inițial.

La fel, se observă că cu majorarea numărului de acționări ale materialului de către bare are loc și majorarea zonei de migrare a particulelor amestecului. La introducerea componentelor amestecului în malaxor șuvoiul inițial ocupă zona de lângă prima bară. După 10 rotații particulele sunt distribuite între barele 1...21. După 20 de rotații particulele șuvoiului inițial deja se află în zona de

acționare a barelor 1...30 și încep să iasă din malaxor. Deoarece componentele sunt introduse în malaxor în continuu, particulele introduse se întâlnesc cu o parte din particulele introduse anterior, fapt ce contribuie la o amestecare mai efectivă. Aceasta permite funcționarea dozatoarelor cu o uniformitate mai scăzută.

## CONCLUZII

1. Este propusă teoria procesului de amestecare în malaxoarele cu organe de lucru în formă de bare cu acționare continuă prin divizarea materialului în șuvoaie și îmbinarea lor ulterioară.
2. S-a determinat probabilitatea afării particulelor amestecului în diferite zone ale malaxorului. După 20 de rotații ale arborelui malaxorului particulele șuvoiului inițial sunt repartizate prin tot volumul malaxorului. După 25 de rotații cantitatea maximală a șuvoiului inițial se află la orificiu de descărcare din malaxor.

## Bibliografie

1. **Andrievschi, S., Lungu, V.** Malaxor. Brevet de invenție nr.548 G2 MD, BOPI nr. 5/96, 31.05.1996.
2. **Andrievschi, S., Lungu, V.** Malaxor. Brevet de invenție nr.655 G2 MD, BOPI nr. 1/97, 31.01.1997.
3. **Dyomin, O.V.** Sovershenstvovanie metodov rascheta i konstrukcij lopastnyh smesitelej. Avtoref. dis. cand. teh. nauk.– Tambov. 2003. –20 p.
4. **Makarov, Iu.I.** Apparaty dlya smeshenia sypuchih materialov. M.: Mashinostroenie, 1973. – 216 p.
5. **Pershin, V.F., Dyomin, O.V.** Raschiot odnovoal'nogo lopastnogo smesitelya sypuchih materialov. / Tez. Docl. XI Mezhdunar. Nauc.-pract. Konf./ VIM. M., 2002. T.142. C.2. p. 18-23.
6. **Smesitel'nye mashiny v hlebopekarnoj i konditerskoj promyshlennosti.** / A.T. Lisovenko, I.N. Litovchenko, I.V. Zirniz i dr.; Pod red. A.T. Lisovenko. - K.: Urozhaj, 1990. - 192p.

**Recomandat spre publicare: 14.05.2009.**