

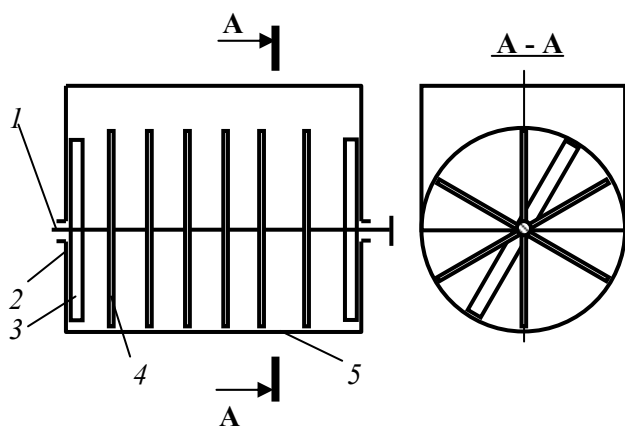
## PROCESUL DE AMESTECARE ÎN MALAXOARELE CU ORGANE DE LUCRU ÎN FORMĂ DE BARE

S. Andrievschi,

Universitatea Tehnică a Moldovei

Metodele constructive [1-3] de intensificare a procesului de amestecare în malaxoare contribuie la obținerea următoarelor performanțe: majorarea zonei volumetrice de acționare a organelor de amestecare asupra materialului; divizarea materialului în mai multe șuvoaie și recombinația lor ulterioară; mărirea numărului de acționări ale organelor de amestecare la o unitate de volum; acționarea concomitentă a tuturor particulelor amestecului de către organele de amestecare; micșorarea rezistenței de amestecare datorită interacțiunii organelor de amestecare și a unghiului mic de așchiere a lor; majorarea gradului de omogenizare a amestecului preparat.

Obținerea acestor performanțe ale malaxoarelor cu bare se datorează procesului de amestecare care se deosebește considerabil de cel ce se petrece în malaxoarele cu palete. Vom examina



**Figura 1.** Schema malaxorului cu acțiune ciclică: 1 – arbore; 2 – perete lateral; 3 – răzuitor; 4 – organ de amestecare bară; 5 – corp

procesul de amestecare în malaxorul cu acțiune ciclică cu organe de amestecare în formă de bare (fig.1).

Cercetăm mai întâi procesul de divizare a șuvoiului continuu unitar indicat prin  $U$  (fig.2) cantitatea particulelor căruia o constatăm egală cu unu. În fig. 2 sunt prezentate de la stânga la dreapta:  $n$  – numărul de rotații al arborelui malaxorului;  $n_r$  –

numărul rândului longitudinal de bare care trece prin material;  $n_{sf}$  – numărul de șuvoaie formate datorită îmbinării șuvoaielor premergătoare;  $n_s$  – numărul de șuvoaie divizate de barele rândurilor longitudinale. În mijlocul fig. 2 este prezentată situarea barelor și a răzuitorului pe suprafața circulară desfășurată descrisă de capetele barelor, pereții laterali și procesul de divizare a șuvoiului  $U$  în șuvoaiele de stânga  $U_{si}$  și șuvoaiele de dreapta  $U_{di}$  și de îmbinare a lor, apoi de divizare și îmbinare ulterioară. Șuvoaiele sunt indicate prin săgeți lângă care este dată cantitatea de material.

Procesul de amestecare se petrece în modul următor (fig.2). Șuvoiul continuu unitar  $U$  este divizat de către bara de mijloc a primului rând de bare ( $n_r = 1$ ) în două șuvoaie egale: stâng  $U_{s1}$  și drept  $U_{d1}$ . Fiecare șuvoi format este divizat în două părți de barele de mijloc ale rândului al doilea de bare ( $n_r = 2$ ). Șuvoiul  $U_{d2}$  din dreapta barei din stânga se îmbină cu șuvoiul  $U_{s2}$  din stânga barei din dreapta datorită faptului că vectorii vitezelor lor sunt îndreptați unul față de altul sub un unghi. În așa fel, după trecerea rândului al doilea de bare se formează trei șuvoaie. Aceste șuvoaie se divizează în câte două de barele rândului al treilea, șuvoaiele interioare se îmbină. După rândul al treilea se formează patru șuvoaie. Procesul de mai departe de divizare și de îmbinare a șuvoaielor este analogic cu cel descris numai ce.

Particulele șuvoaielor  $U_{si}$  care inițial merg spre stânga ajung până la pereții laterali stânga, apoi se deplasează spre dreapta până la pereții laterali dreapta, apoi își schimbă direcția spre stânga. Până la obținerea amestecării omogene particulele își schimbă direcția de deplasare de 5 ori. Tot așa cale numai în direcție opusă o parcurg și particulele șuvoaielor  $U_{di}$  care merg inițial spre dreapta. Cu cât numărul de rânduri transversale de bare este mai mic cu atât mai rapid se petrece amestecarea. Numărul teoretic necesar de rotații al arborelui pentru obținerea amestecării omogene a particulelor s-a determinat în mod grafic și în rezultatul calculării cantității de material care se

conține în fiecare șuvoi format. Rotirea convențională s-a efectuat până când nu s-au obținut cantități egale de particule în fiecare șuvoi. Astfel, pentru malaxorul cu șase rânduri longitudinale de

bare și numărul de bare minim în rând  $n_{b,min} = 4$  și maxim  $n_{b,max} = 5$  s-au obținut cantități egale de materiale în fiecare din cele 8 șuvoaie formate (fig.2), și anume, 0,125 din cantitatea șuvoiului

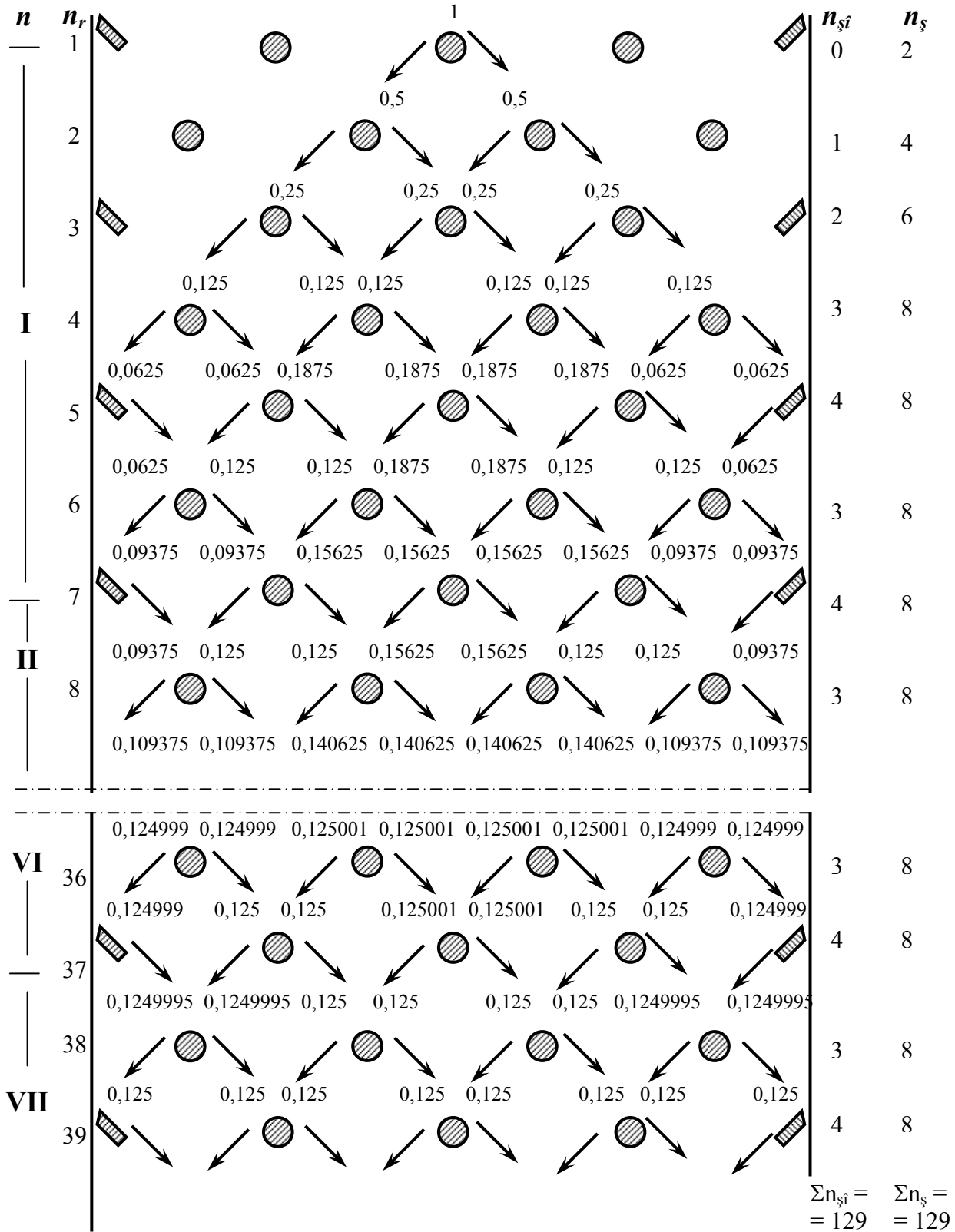


Figura 2. Schema divizării șuvoiului unitar

inițial egală cu unul la a șaptea rotație a arborelui și la trecerea prin material a 39 de rânduri de bare.

Materialul șuvoaielor căpătate la finele procesului de malaxare conține particule a mai multor șuvoaie care se formează, se divizează, apoi iarăși se îmbină în procesul trecerii barelor prin material.

Pentru obținerea divizării uniforme a unui șuvoi unitar în 8 șuvoaie omogene este necesar un număr de șuvoaie îmbinate egal cu  $n_{sf} = 129$  și un număr de șuvoaie divizate egal cu  $n_s = 300$ .

Acest efect poate fi folosit la omogenizarea oricărui material care inițial nu este omogen.

Observăm, de asemenea, că după trecerea șuvoiului inițial prin cinci rânduri de bare se obține o distribuție a materialului în lungul malaxorului care corespunde cu legea distribuției normale [4, 5] care se scrie în felul următor

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-a}{\sigma}\right)^2\right],$$

unde  $x$  – lungimea malaxorului, mm;  
 $a$  – valoarea mediei teoretice, mm;  
 $\sigma$  – abaterea medie pătratică, mm;  
 $f(x)$  – densitatea liniară,  $\text{mm}^{-1}$ .

Deoarece din stânga și din dreapta sunt pereți care nu permit deplasarea de mai departe a materialului în stânga și în dreapta, șuvoaiele din stânga sunt impuse să treacă treptat în dreapta și invers. Datorită acestor procese la trecerea materialului șuvoiului inițial prin 39 de rânduri longitudinale de bare el capătă o distribuție uniformă în lungul malaxorului. Legea distribuției uniforme se scrie în felul următor [4, 5]

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{pentru } x < \alpha; \\ \frac{1}{\beta - \alpha} & \text{penru } \alpha < x < \beta; \\ 0 & \text{pentru } x > \beta, \end{cases}$$

unde  $\alpha$  și  $\beta$  – intervalele în care are loc distribuția mărimii aleatoare  $x$ , mm;

$f(x)$  – densitatea liniară,  $\text{mm}^{-1}$ .

Tot în așa mod s-a cercetat procesul de divizare-îmbinare a șuvoiului unitar  $U'$  care se

introduce în partea stângă a malaxorului între răzuitor și bară. Teoretic distribuția uniformă a materialului în opt șuvoaie se obține cu probabilitatea de încredere  $P \approx 1$  după trecerea prin material a 261 de rânduri de bare longitudinale (43,5 rotații ale arborelui).

Situarea șuvoiului unitar mai aproape de mijlocul tobei conduce la micșorarea timpului necesar pentru obținerea amestecării omogene.

În consecință, la divizarea a mai multor șuvoaie unitare compuse din diferite materiale la finele procesului de amestecare vom obține o sumă a distribuțiilor uniforme care reprezintă tot o distribuție uniformă.

Însă pentru obținerea amestecării rapide și omogene este necesară situarea uniformă și orizontală a fiecărui component al amestecului în toba malaxorului. La îndeplinirea acestei cerințe procesul se reduce numai la amestecarea particulelor între straturile orizontale.

În realitate amestecarea omogenă a componentelor mortarului sau ale betonului cu agregate fine în stare uscată se obține după 15 rotații ale arborelui malaxorului.

### **Bibliografie**

1. **Andrievschi S., Lungu V.** Malaxor cu acțiune ciclică. Brevet de invenție al Republicii Moldova nr.479G2, BOPI nr. 10/96, 31.10.1996.
2. **Andrievschi S., Lungu V.** Malaxor. Brevet de invenție al Republicii Moldova nr. 655G2, BOPI nr. 1/97, 31.01.1997.
3. **Andrievschi S., Lungu V.** Malaxor cu acțiune ciclică. Cerere de brevet de invenție al Republicii Moldova nr. depozit: a20010374, data depozit: 2001.11.19.
4. **Мумропольский А.К.** - Техника статистических вычислений. М.: Наука, 1971, 576 с.
5. **Andrei Tudor, Gheorghe Prodan, Cornel Munteanu, Radu Moțoiu.** Durabilitatea și fiabilitatea transmisiilor mecanice. – București: Editura Tehnică, 1988, 254 pag.