

ASPECTE REFERITOARE LA TRANSFERUL DE ENERGIE ÎN MORILE CU MIJLOACE DE AGITARE

Asist. ing. Radu PANAITESCU - LIESS

Rezumat

Ca orice utilaj de construcții destinat măcinării materialelor, morile sunt supuse fenomenului de disipare de energie. Este exagerată afirmația că energia este disipată în cuante bine definite dar, este adevărat că au fost dezvoltate formule de calcul numeric al anumitor pierderi. Datorită frecărilor, cea mai mare parte a energiei se risipește sub formă de căldură. Nu o putem observa, nu este ceva palpabil, dar putem constata acest lucru măsurând temperatura sistemului. Descrierea acestor procese se bazează deocamdată atât pe experiențe practice (efectuarea de teste de măcinare), cât și pe relații empirice.

Keywords: energie, disipare, factor de pierdere, transfer

1. INTRODUCERE

Nanotehnologiile, materialele nanocompozite, nanoparticulele reprezintă tot atâtea oportunități de dezvoltare a tehnologiilor acestui început de mileniu.

Astfel, particulele de dimensiuni nanometrice pot fi de exemplu, “cărămizile” unor materiale de construcție nanocompozite, care să prezinte atât stabilitate dimensională cât și performanțe tehnice la schimbarea de fază.

Una dintre metodele folosite astăzi pentru obținerea acestor particule de mici dimensiuni, dar care are eficiență redusă în ceea ce privește producția, este *metoda condensării*. În acest caz, particulele de mare puritate sunt obținute prin agregarea moleculelor dizolvate în stare lichidă sau gazoasă.

O a doua metodă constă în obținerea de particule fine prin *proces de măcinare* pentru care se folosesc mori prevăzute cu agitator și corpuri de măcinare. Un dezavantaj al acestei metode ar putea fi posibila contaminare a produsului finit datorat frecării dintre moară și corpurile de măcinare.

2. DESFĂȘURAREA PROCESULUI DE MĂCINARE ÎN MORILE CU MIJLOACE DE AGITARE

Procesul de măcinare are ca scopuri micșorarea dimensiunilor particulelor materiei prime, pentru a obține dimensiunile optime necesare utilizării ulterioare și/sau desprinderea unor constituenți în vederea separării lor de materialul ce se macină.

La ciocnirile repetate ce se produc în timpul procesului de măcinare, participă corpurile de sfărâmare, agitatorul, materialul de măcinat și corpul morii care la aceste tipuri de mori este imobil. Tot acest proces complex conduce la apariția de particule noi, de geometrii și suprafețe noi.

Este un fapt cunoscut că în cazul particulelor de dimensiuni mari, mai întâi se produce deformația elastică, apoi apar fisuri, iar când se ajunge la forța de rupere particulele se fărâmițează (figura 1). Comparativ, particulele de dimensiuni nanometrice, suferă o ușoară deformație elastică, după care trec la curgerea plastică. Acest lucru înseamnă că, dacă viteza de rotație a agitatorului este mare, se produce un fenomen de strivire sau “forjare” cunoscut în literatura de specialitate drept apariția “fulgului de nea” [1] (figura 2).

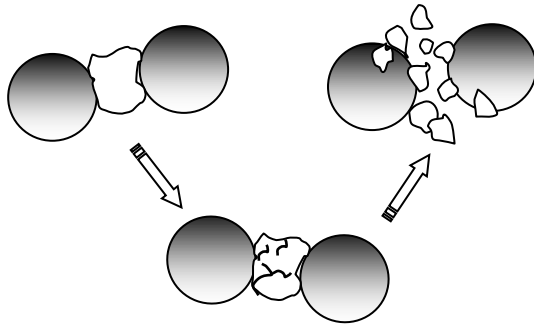


Figura 1

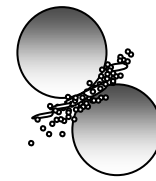


Figura 2

În cazul particulelor sub-micrometrice trebuie făcută deosebirea între măcinarea reală și dezaglomerare sau dispersare. Dacă pentru prima chestiune sunt absolut necesare presiunea și forțele de impact, pentru cel de-al doilea scop urmărit accentul se mută pe eforturile de forfecare.

3. TRANSFERUL DE ENERGIE ÎN INCINTA MORILOR CU MIJLOACE DE AGITARE

Din energia totală E_T , consumată de o moară cu mijloace de agitare, doar o mică parte este folosită în procesul de măcinare propriu-zis. Astfel, energia introdusă în camera de măcinare E_M , este o parte a energiei totale. Energia de sollicitare transferată produsului E_S , care contribuie efectiv la realizarea pulverizării este semnificativ mai mică decât energia E_M .

Această energie transferată particulelor produsului măcinat este deci, o sumă a tuturor energiilor disipate la fiecare eveniment de sollicitare. Notăm cu E_{Si} energia transferată particulelor produsului la fiecare eveniment de sollicitare i și cu f_s frecvența evenimentelor de sollicitare, adică numărul de evenimente de sollicitare produse în unitatea de timp.

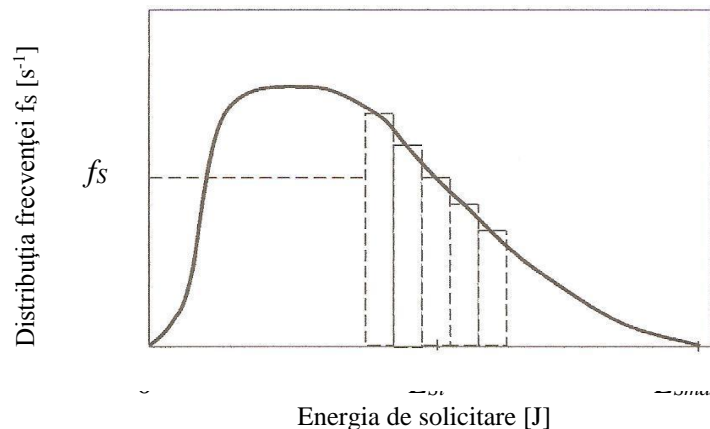


Figura 3

De asemenea, se poate spune că într-un anumit interval de timp se produc mai multe evenimente de sollicitare. Astfel, numărul total de evenimente de sollicitare (N) produse în perioada de timp necesară obținerii produsului finit (t_m) se poate defini prin relația:

$$N = t_m \cdot f_s \quad (1)$$

Dacă raportăm suma tuturor energiilor de sollicitare transferate particulelor de-a lungul întregului proces de măcinare la masa totală a produsului finit (m_t), obținem energia de sollicitare specifică transferată produsului:

$$E_{S_{\text{specifică}}} = \frac{\sum_{i=1}^N E_{S_i}}{m_t} = \frac{E_S}{m_t} \quad (2)$$

În continuare, dacă considerăm \bar{E}_S media ponderată a energiilor de sollicitare E_{S_i} , relația (2) devine:

$$E_{S_{\text{specifică}}} = \frac{\bar{E}_S \cdot N}{m_t} \quad (3)$$

În [2], se consideră că pentru disiparea de energie din interiorul morii sunt responsabile cinci mecanisme (figura 4):

- A. Transferul de energie de la agitator la suspensie;
- B. Disiparea de energie prin frecarea dintre corpurile de măcinare și pereții interiori ai morii;
- C. Transferul de energie de la corpurile de măcinare la fluidul din interiorul morii (în momentul apropierii corpurilor de măcinare, fluidul este accelerat și forțat să părăsească spațiul dintre corpuri);
- D. Disiparea de energie în timpul contactului dintre corpurile de măcinare fără efect asupra măcinării;
- E. Disiparea de energie datorită deformării corpurilor de măcinare.

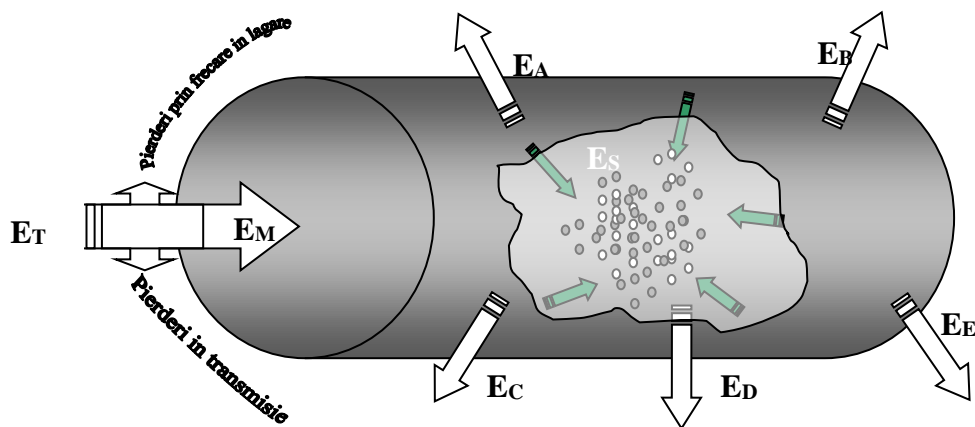


Figura 4

Aceasta înseamnă că factorul de transfer de energie într-o moară se definește cu ajutorul factorilor de pierdere $c_{p,i}$ ($i=A...D$) corespunzători celor cinci mecanisme enumerate mai sus:

$$\gamma = (1 - c_{p,A}) \cdot (1 - c_{p,B}) \cdot (1 - c_{p,C}) \cdot (1 - c_{p,D}) \cdot (1 - c_{p,E}) \quad (4)$$

Energia de solicitare specifică fiind o parte a energiei specifice introduse în camera de măcinare, se poate scrie:

$$E_{S_{\text{specifică}}} = \gamma \cdot E_{M_{\text{specifică}}} \quad (5)$$

Să notăm acum cu P_S puterea transferată produsului, iar cu P_M puterea introdusă în camera de măcinare. Atunci,

$$P_S = \bar{E}_S \cdot f_S \quad (6)$$

și

$$P_S = \gamma \cdot P_M \quad (7)$$

Având în vedere relațiile (6) și (7), putem determina capacitatea de producție a unei mori:

$$m_p = \frac{P_M}{E_M(x)} = \frac{P_S}{E_P(x)} = \frac{\bar{E}_S \cdot f_S}{E_P(x)} = \frac{P_M \cdot \gamma}{E_P(x)} \quad (8)$$

unde,

$E_M(x)$ și $E_P(x)$ reprezintă energia introdusă în moară, respectiv energia de solicitare transferată produsului pentru a obține o anumită finețe x .

4. CONCLUZII

Numai o mică parte din energia introdusă în moară este transferată produsului în timpul procesului de măcinare. Mai mult decât atât, în cazul proceselor de dispersie (care se desfășoară la viteze mici ale agitatorului morii și cu folosirea corpurilor de măcinare de dimensiuni sub 200 μm), o parte din energia care nu este transferată corpurilor de măcinare duce la apariția eforturilor de forfecare atât de necesare acestui proces.

BIBLIOGRAFIE

[1] Mende, S. – Grinding and Dispersion in the Field of Nanotechnology, Ceramic Forum International, Ber, DKG, 82 2005, No 9;

[2] Kwade, A. – Wet comminution in stirred media mills – research and its practical application, Powder Technology 105, p.14 –20, 1999.