

# MORI VIBRATOARE ALE UNOR CUNOSCUTE FIRME

## PRODUCĂTOARE DE ECHIPAMENTE PENTRU

### PROCESE INDUSTRIALE

Prof.univ.dr.ing. **Cristian PAVEL**  
Ing.drd. **Marina DOGARU**

UTCB – Facultatea de Utilaj Tehnologic

**Rezumat:** Acest articol constituie o pledoarie pentru utilizarea morilor vibratoare în detrimentul celor tubulare clasice (centrifugale). După trecerea în revistă a avantajelor utilizării morilor vibratoare, autorii și-au focalizat analiza asupra prezentării produselor firmelor General Kinematics (S.U.A.) și TENCAN (China). Sunt precizate și multiplele posibilități de îmbunătățire ale performanțelor celor două variante constructive abordate.

**Cuvinte-cheie:** moară vibratoare, corpuri de măcinare (bile), pulberi, variante constructive

**Abstract:** This article is a pleading for the use of vibratory mills in detriment to classical (centrifugal) tubular mills. After reviewing the benefits of using vibratory mills, the authors focused their analysis on the presentation of the products of General Kinematics (USA) and TENCAN (China). There are also many possibilities to improve the performance of the two constructive approaches approached.

**Keywords:** vibratory mill, grinding bodies (balls), powders, constructive variants

## 1. CONSIDERAȚII GENERALE

Măcinarea materialelor este utilizată în diverse procese tehnologice specifice diferitelor ramuri industriale (chimică, alimentară, metalurgică, farmaceutică, a materialelor de construcții, etc). Operația de mărunțire (măcinare) este necesară deoarece ea mărește aria suprafeței specifice a materialului, fenomen ce facilitează procesarea ulterioară a acestuia.

Utilajele care participă la această operație de mărunțire se numesc mori. În prezent, categoria morilor vibratoare este cel puțin la fel de răspândită ca și cea a morilor care nu utilizează vibrațiile în procesul de lucru (mori centrifugale).

## 2. AVANTAJELE UTILIZĂRII MORILOR VIBRATOARE

Pe lângă măcinare, morile vibratoare pot realiza și amestecarea materialului, în unele situații ele fiind folosite numai în acest scop. Comparativ cu morile rotative cu bile, morile vibratoare prezintă următoarele avantaje: a) posibilități tehnologice superioare (posibilitatea obținerii unor materiale mult mai fine); b) greutate mai redusă față de morile centrifugale; c) spațiu volumic mai mic; d) consumul redus de energie pentru măcinare; e) conectare ușoară la dispozitivele de alimentare a materialului supus măcinării și de evacuare a produsului măcinat; f) costuri mai mici ale corpurilor de măcinare.

Principalul dezavantaj în funcționarea morilor vibratoare constă în nivelul ridicat al zgomotului produs (90 ... 120 dB). Totodată, transmisibilitatea sporită a forțelor dinamice din timpul funcționării necesită suplimentarea măsurilor de izolare a vibrațiilor transmise fundației.

Trebuie menționată participarea morilor vibratoare în mai toate procesele tehnologice care au ca obiectiv obținerea pulberilor provenite din diverse materiale.

Enumerăm pe scurt principalele procese de măcinare la care ne-am referit anterior: a) măcinarea fină (particule de 50-100  $\mu\text{m}$ ); b) măcinarea coloidală (particule cu dimensiuni sub 1-5  $\mu\text{m}$ ); c) măcinarea pentru producerea nanopulberilor (dimensiuni particule sub 50 ... 300 nm).

### 3. TIPURI NOI DE MORI VIBRATOARE

#### A. *Moara vibratoare VIBRA-DRUM*

Acest tip de moară vibratoare este produs de firma General Kinematics din S.U.A.

Producătorul recomandă aceste mori pentru măcinarea continuă a materialelor care curg greu și a celor cu tendință de lipire. Măcinarea poate fi realizată simultan cu operațiile de uscare sau de răcire.

Consumul redus de energie se datorează mișcării vibratoare a tamburului morii. Moara este un sistem ce funcționează în anterezonanță, fiind compus în mod simplist din moara propriu-zisă, generatorul inerțial de vibrații cu două mase (excentrice) și arcuri. O dată pusă în mișcare, moara necesită energie numai pentru circulația încărcăturii de măcinare și învingerea forțelor de frecare. În afară de măcinare moara poate fi folosită și pentru: amestecarea diferitelor componente, curățirea pieselor turnate, recuperarea prin măcinare a diferitelor minerale etc.

În figura 1 este prezentată o astfel de moară vibratoare.

Creșterea numărului de șocuri ale bilelor în moară conduce la o măcinare mai rapidă și mai eficientă.

Zona în care are loc măcinarea este mai largă și mai eficientă decât cea corespunzătoare unei mori cu tambur rotativ cu dimensiuni similare ale tamburului. În încărcătura de măcinare a morii vibratoare nu sunt zone inactive.

Cele mai importante avantaje ale morilor vibratoare VIBRA-DRUM față de morile tubulare cu bile sunt:

- reducerea consumului specific de energie (kWh) cu 35 ... 50%;
- durata de serviciu a corpurilor de măcinare (bilelor) este de 5 ... 10 ori mai mare decât în cazul morilor cu tambur rotativ;
- blindajele camerei de măcinare se uzează numai pe circa 60% din circumferință, realizându-se astfel o importantă economie de blindaje și reducerea timpului de staționare a morii pentru schimbarea lor;
- reglarea simplă a parametrilor regimului de măcinare;
- ușor de instalat;
- moara de acest tip are foarte puține piese în mișcare, nu necesită fundație masivă de beton ca morile convenționale.

Camera de măcinare poate avea orice formă, se utilizează însă forma cilindrică deoarece tensiunile care apar în învelișul cilindric, datorită încărcării tamburului, sunt mai reduse iar rigiditatea mai mare.

Cu aceste mori se poate măcina o gamă largă de materiale: abrazivi, alumina, oxid de aluminiu, magnezită calcinată, clincher de ciment, argilă, ferosiliciu, grafit, oxizi de fier, magnetit, zguri metalice, nichel, diferite minereuri (de cupru, fier, aur), carbură de crom, fosfați, cuarțit, șist, nisip, carbură de siliciu, zguri diverse, carbură de tungsten etc.



*Figura 1. Moara vibratoare VIBRA-DRUM*

## B. Moara vibratoare TENCAN fabricată în China

Această moară vibratoare cu bile este realizată în trei variante constructive (cu un tub de măcinare, cu două și respective trei incinte de măcinare), fiind utilizată cu precădere pentru obținerea eficientă a pulberilor.

Toate variantele produse de această firmă permit utilizarea atât a procedurii uscat cât și a celui umed, fără poluarea mediului înconjurător. Sunt folosite pe scară largă în ramurile industriilor chimică, electronică, ceramică, materialelor de construcții. Pot fi obținute prin măcinare cu aceste mori vibratoare următoarele materiale: pulberi de metal, tungsten, carbură de calciu, materiale magnetice, substanțe farmaceutice, pulberi de porțelan de înaltă calitate etc.

La cererea beneficiarilor, în vederea prelungirii duratei lor de funcționare, blindajele se pot căptuși cu inox, ceramică, zirconiu, nylon, cauciuc alimentar și poliuretan.

În figura 2 sunt prezentate trei produse de acest gen fabricate în China: a) moara vibratoare cu bile (variante pentru laborator); b) moara vibratoare cu bile de construcție ușoară; c) moara vibratoare cu bile de construcție grea.

Datorită propriei mișcări de rotație și datorită mișcării relative a mediului de măcinare, materialele de măcinat sunt lovite periodic și transformate într-o pudră uniformă.

Morile vibratoare descrise anterior prezintă următoarele avantaje:

- capacitate sporită în comparație cu alte mori cu bile;
- construcție simplă;
- varianta cu înveliș termic protector permite reglarea temperaturii de măcinare;
- varianta prevăzută cu sită și colector permite funcționarea continuă;
- măcinare fără poluare atât prin procedeu umed cât și prin cel uscat;
- greutate mică, dimensiuni reduse, eficiență ridicată.

În tabelul următor sunt prezentate principalele caracteristici ale celor trei variante constructive prezentate anterior:

Tipul	Volumul incintei [ l ]	Capacitatea materialului de măcinat [ l ]	Puterea de acționare motor [ kW ]	Dimensiunea materialului de măcinat [ mm ]	Varianta constructivă	Tensiunea de alimentare
ZM-1L	1	0.5	0.12	≤5	Moara vibratoare cu bile pentru laborator	380V
ZM-2L	2	1	0.12			
ZM-3L	3	1.5	0.12			
ZM-5L	5	2.5	0.12			
ZM-10L	10	5	0.18	≤10	Moara vibratoare cu bile de construcție ușoară	380V
ZM-15L	15	7.5	0.18			
ZM-20L	20	10	0.25			
ZM-50L	50	25	0.55			
ZM-100L	100	50	0.75	≤20	Moara vibratoare cu bile de construcție grea	380V
ZM-200L	100	100	1.1			



*a) varianta pentru laborator*



*b) varianta de construcție ușoară*



*c) varianta de construcție grea*

*Figura 2. Mori vibratoare cu bile producție China*

#### 4. CONCLUZII

Au fost evidențiate particularitățile operației de măcinare a diferitelor materiale, accentuându-se asupra avantajelor utilizării morilor vibratoare în realizarea acestui proces. Sunt semnalate apoi câteva tipuri de mori vibratoare produse de firmele General Kinematics (S.U.A.) și Tencan (China) care pot fi utilizate în procesele de mărunțire specifice unor ramuri industriale.

În acest context, conținutul prezentării evidențiază potențialul domeniului de utilizare a acestor tipuri de mori vibratoare, cu multiplele lor posibilități de îmbunătățire a performanțelor în exploatare.

#### BIBLIOGRAFIE

- [1] **Gh. ENE, Cr. PAVEL** - *Mori vibratoare*, Editura MATRIX ROM, București 2016, ISBN 978-606-25-0277-5
- [2] <https://www.generalkinematics.com/product-category/mining-and-minerals-solutions/grinding-and-attrition/>
- [3] <http://www.tencanpowder.com/vibratory/vibratory.html>