

sînt folosite cu succes pentru transportarea materialelor din mai multe puncte într-un centru comun, bunăoară la producția substanțelor toxice deșeurile sub formă de praf se aspiră de la locurile de lucru într-un colector comun.

Schema instalației prin suflare este prezentată în fig. 7, b. Cu ajutorul compresorului 1 aerul comprimat prin rezervorul 7 se transmite în conducta 2, unde din buncărul 3 nimerește materialul ce se transportă.

Materialul suflat de curentul de aer se îndreaptă în colectorul 4, de unde și se descarcă la nevoie. Cînd materialele sînt foarte ușor pulverulente, de asemenea este necesar filtrul (5). Instalațiile de transportare pneumatică prin suflare pot fi folosite pentru transportarea drogului la aparatele necesare (bunăoară, drogul fragmentat la extractoare). Viteza de mișcare a aerului în transportoare poate atinge 25 m/s; pentru 1 kg de material se cer aproximativ 3-6 m<sup>3</sup> de aer, în dependență de proprietăți, greutate specifică relativă a materialului, distanță etc.

*Transportoare gravitaționale.* Aceste dispozitive transportă materiile prime sub acțiunea forței de gravitație. Aici pot fi menționate ulucele și țevile de scurgere. Datorită simplității în construcție, lipsei mecanismelor în mișcare și pierderii de energie la transportarea materialelor aceste dispozitive se folosesc deseori pentru transportarea diferitelor greutate în etaje.

## Capitolul 4

### PULVERIZAREA ȘI CERNEREA CORPURILOR SOLIDE

#### 4.1. PULVERIZAREA

Pulverizare se numește procesul de micșorare a dimensiunilor particulelor de materiale solide. În funcție de dimensiunea particulelor materialelor inițiale (D) și finale (d) se deosebesc două feluri de pulverizare: zdrobirea și măcinarea. Caracteristica aproximativă\* a zdrobirii și măcinării, cît și a claselor lor, este redată în tab. 2.

\* Determinarea pulverizării pulberilor și caracteristica sitelor sînt prezentate în FS ed. XI.

Caracteristica categoriilor și clasele pulverizării

| Categoria pulverizării | Clasa pulverizării | D         | d           |
|------------------------|--------------------|-----------|-------------|
|                        |                    | mm        |             |
| Zdrobirea              | mășcată            | 1000      | 250         |
|                        | medie              | 250       | 20          |
|                        | măruntă            | 20        | 1-5         |
| Măcinarea              | grosieră           | 1-5       | 0,1-0,04    |
|                        | medie              | 0,01-0,04 | 0,005-0,015 |
|                        | fină               | 0,1-0,04  | 0,001-0,005 |
|                        | coloidală          | <0,1      | <0,001      |

Raportul dintre dimensiunile particulelor liniare pînă la măcinare (D) și după (d) se numește grad de măcinare. La fel se poate spune și în cazul raportului volumelor particulelor pînă la măcinare (V) și după (v).

$$n = \frac{D}{d}$$

#### 4.1.1. Bazele teoretice ale pulverizării

În practica farmaceutică în procesul tehnologic deseori este nevoie de a pulveriza materialele. Pot fi supuse pulverizării diferite materiale: preparate anorganice și organice sub formă de bucăți de dimensiuni mai mari sau mai mici, produsul vegetal al plantelor medicinale cu diversă structură anatomico-morfologică.

Pulverizarea poate fi efectuată manual în mic sau folosind diferite mașini. În condiții de uzină pulverizarea se face numai cu ajutorul mașinilor.

**Principiile generale de pulverizare.** Deși sînt foarte diverse, la toate concasoarele se folosesc următoarele metode principale de mărunțire: strivirea, presarea, desplicarea, ruperea, tăierea, forfecarea, lovirea, triturarea.

*Strivirea* (fig. 8, a). Forța mecanică se depune de deasupra prin presare, suprafețele elementelor de lucru ale concasorului, de obicei, sînt plate. Corpul ce se pulverizează se deformează în tot volumul și cînd tensiunea lui internă va depăși limita de tărie, corpul se distruge – se obțin bucăți de diferite dimensiuni și forme.

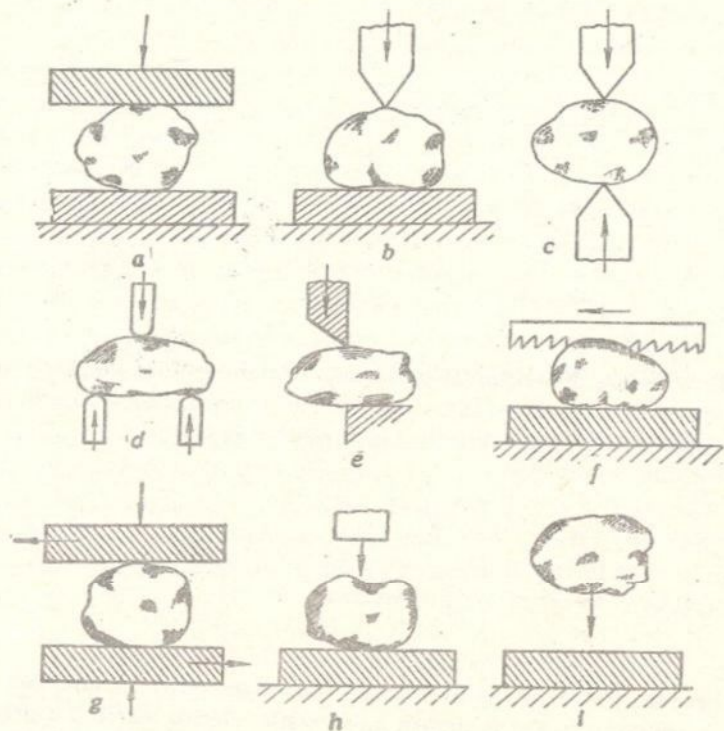


Fig. 8. Metodele de mărunțire: a - strivire, presare; b, c - despicare; d - rupere; e - forfecare; f - tăiere; g - triturare; h - lovire forțată; i - lovire liberă

*Despicarea* (fig. 8, b, c). Forța este depusă de sus și de jos brusc sau progresiv cu ajutorul elementelor de lucru ale concasorului în formă de pană. Deoarece corpul supus despicii se desface în părți numai în locurile unde se concentrează forțele principale, bucățile obținute nu sînt uniforme după dimensiuni, nici după formă.

*Ruperea* (fig. 8, d). Corpul se distruge sub acțiunea forțelor de îndoire, care acționează fiind deplasate una în împinșinarea alteia, prin aplicarea unei forțe superioare între două forțe inferioare. Dimensiunile și forma bucăților sînt aproximativ la fel celor despicate.

*Forfecarea* (fig. 8, e). Forța mecanică este depusă de deasupra, de obicei prin salt; suprafețele de lucru sînt ascuțite, taie bine (cuțite). Procesul ușor se reglează, permite de a forfecă corpul în dimensiuni necesare, iar cînd e nevoie și după forma necesară.

*Tăierea* (fig. 8, f). Forța este depusă de la o parte, progresiv, părțile de lucru ale concasorului au dinți ascuțiți. La fel ca și la forfecare, pot fi obținute bucăți de dimensiuni necesare și de forma cerută.

*Triturarea* (fig. 8, g). Forța este depusă de deasupra și dintr-o parte progresiv; suprafețele elementelor de lucru ale concasorului sînt sferice sau plate. Corpul se triturează sub acțiunea combinată a forțelor care presează, întind și taie, în consecință rezultînd un produs pulverulent.

*Lovirea*. Corpul se zdrobește în bucăți în urma forțelor cu acțiune dinamică. Lovirea poate fi efectuată dublu: 1) asupra corpului ce se mărunțește cu ajutorul ciocanelor - elementelor de lucru ale concasorului, bilelor etc. (fig. 8, h); 2) corpul ce se mărunțește se lovește singur de suprafețele elementelor de lucru ale concasorului sau cu alte corpuri în zbor (fig. 8, i). În primul caz efectul mărunțirii depinde de energia cinetică a corpului ce se lovește, în al doilea - de viteza lovirii corpului de suprafețele de lucru ale elementelor concasorului. Morile se aleg în dependență de starea fizică și de proprietățile materialelor prelucrate, cît și de gradul de finețe, care trebuie atins. Pentru materialele ce se deosebesc prin duritate însemnată, este rațional de folosit concasoare, care lucrează pe principiile strivirii și lovirii. Pentru materialele vîscoase, fibroase mai eficace va fi triturarea, pentru cele cu fibre lungi - forfecarea, pentru cele lemnoase și foarte dure - tăierea, pentru cele fragile - desplicarea etc. Practic, aceste forțe acționează la toate morile în ansamblu una cu alta: de exemplu, strivirea cu triturarea, lovirea cu desplicarea și triturarea etc.

#### 4.1.2. Ipotezele triturării

Deși mașinile de măcinat au răspîndire largă și sînt importante în procesul de producție, teoria care ar fi pusă la baza procesului de pulverizare deocamdată nu există. Teoretic, la baza pulverizării stă principiul determinării energiei pierdute la triturare (lucrul pulverizării).

Prima încercare de a găsi soluția la această problemă a fost făcută de Rittinger încă în anul 1867. El a propus ca lucrul cheltuit la pulverizare să fie proporțional suprafeței noi apărute a materialului pulverizat.

După cum se știe, materialul de pulverizat are duritate, prin care se subînțelege proprietatea materialului de a se opune zdrobirii sub acțiunea forțelor exterioare. Corpul supus acțiunii forțelor exterioare încearcă o *deformare*, care poate fi *elastică* și *plastică*. Deformarea elastică dispare după ce forțele mecanice sînt înlăturate fără a aduce vreo pagubă durității corpului. În cazul deformării plastice dimensiunile și forma corpului după înlăturarea forțelor mecanice nu se restructurează. Rezultatul practic al deformării plastice este slăbirea durității corpului, însoțită de schimbarea formei lui. Conform ipotezei lui Rittinger, triturînd corpurile solide, în prim-plan se află acele deformări care sfîrșimă materialul prin despicare. De aceea și lucrul efectuat la mărunțire se pierde mai înfii la formarea crăpăturilor de despicare. În calculele sale Rittinger nu ia în vedere pierderile de energie la deformarea elastică a corpului. Următoarea condiție în ipoteza lui Rittinger este aceea că el permite formarea bucăților cubice pînă și după triturare. De aceea, calculînd lucrul, în formula lui Rittinger se introduce un coeficient luînd în considerație forma neregulată a bucăților, care există în realitate.

În anul 1874 Kirpiciov, iar mai tîrziu Kick, în 1885, au propus o ipoteză "de volum" a zdrobirii, după care reiese că pierderea energiei la triturarea materialului dat, cînd toate celelalte condiții sînt egale, este direct proporțională volumului sau greutatei lui. După Kirpiciov, lucrul zdrobirii poate fi exprimat prin relația:

$$A = \frac{\sigma^2 V}{2E},$$

unde  $A$  este lucrul zdrobirii,  $\sigma$  - mărimea tensiunilor de despicare,  $V$  - volumul corpului ce se despică,  $E$  - modulul elasticității materialelor de mărunțit.

Ambele ipoteze s-au discutat mult. Un timp se credea că domeniul folosirii lor practice este diferit: ipoteza lui Rittinger poate fi folosită îndeosebi la determinarea pierderilor energetice la triturarea fină, iar ipoteza lui Kirpiciov-Kick - la caracterizarea zdrobirii fine, medii și grosiere.

În realitate însă nici una din ipotezele propuse (și variantele lor de mai tîrziu), luate aparte, nu sînt aplicabile la toate tipurile de materiale triturabile, la diferite metode de zdrobire și la diferite tipuri de concasoare. Asemenea părere este susținută de Rebinder, fondatorul unui nou domeniu de cunoștințe - mecanica fizico-chimică. El consideră că ipoteza cea mai apropiată de adevăr este undeva între cele propuse de Rittinger și Kirpiciov-Kick.

Conform opiniei lui Rebinder, energia consumată la mărunțirea materialului reprezintă suma lucrului, pierdut la deformarea corpului ce se zdrobește și la formarea suprafețelor noi. Această energie poate fi exprimată prin următoarea formulă:

$$A = \frac{\sigma^2 V}{2E} + K\Delta F.$$

Prima parte a ecuației este formula lui Kirpiciov-Kick, a doua - formula lui Rittinger, unde  $K$  este coeficientul proporționalității, iar  $\Delta F$  - suprafața nou-formată a corpului distrus.

Astfel, lucrul zdrobirii este proporțional afit suprafețelor formate, cît și volumului materialului triturat.

Energia consumată la pulverizare crește corespunzător micșorării dimensiunilor particulelor. În legătură cu aceasta pentru a evita pierderile neproducătoare este foarte important ca la mărunțire să se știe dinainte dimensiunile particulelor după pulverizare. "A nu tritura nimic în plus" - aceasta este regula principală a pulverizării. Cu scopul de a micșora consumarea energiei, în anumite cazuri este rațional de a înlătura periodic particulele mărunțite îndeajuns din zona de măcinare.

Aparatele de mărunțire folosite în industrie pot fi clasificate afit după gradul de mărunțire, cît și după principiile de mărunțire. Luînd în considerație principiile de mărunțire, aparatele pot fi împărțite în următoarele grupe cu acțiune de: 1) tăiere și forfecare; 2) despicare și rupere; 3) zdrobire; 4) frecare și triturare; 5) lovire; 6) lovire și triturare; 7) triturare coloidală.

În funcție de mărimea particulelor substanței de mărunțit, de gradul de finețe urmărit și de aparatura utilizată, divizarea proceselor se clasifică în: mărunțire propriu-zisă, prin care se obțin particule avînd dimensiuni de cîtiva centimetri pînă la 1 mm; pulverizarea sau măcinarea, prin care se realizează particulele cu dimensiuni sub 1 mm pînă la dimensiuni coloidale.

Pulverizarea este precedată de mărunțire.

#### 4.1.3. Mărunțirea

Tăierea se aplică ca metodă de mărunțire în cazul produselor vegetale. În industrie, pentru mărunțirea unor cantități mari de materiale de natură vegetală cum sînt rădăcinile, scoarța, partea aeriană etc., se utilizează dispozitive mecanice, care funcționează după principiile: tăierii și forfecării; strivirii și ruperii.

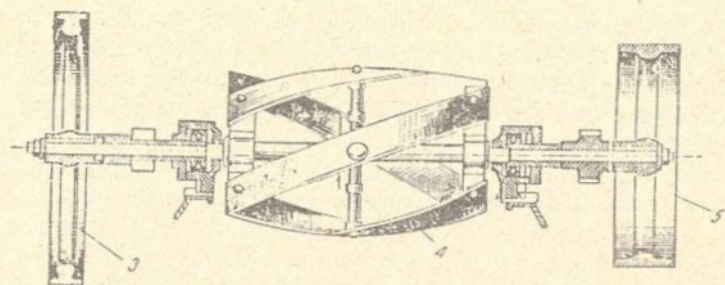
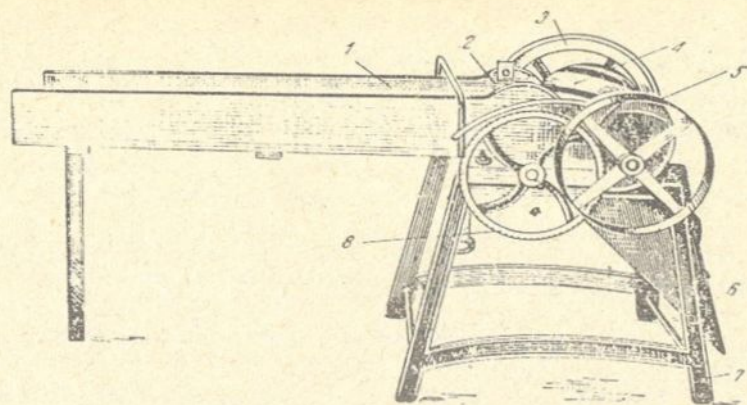


Fig. 9. Tocătoare de părți aeriene: 1 - jgheab; 2 - valțuri de alimentare; 3 - roată de curea; 4 - tobă cu cuțite; 5 - volan; 6 - jgheab de descărcare; 7 - carcasă

*Mașini de tăiere și forfecare.* Tăierea produsului vegetal se face în tocătoare. Elementul principal al lor este cuțitul, construcția și caracterul căruia condiționează tipul și construcția mașinii.

*Tocătoare.* Tocătoarea pentru partea aeriană (fig. 9) are forma tobei, iar lama cuțitului este curbă. Volanul cu cuțitele se pun în mișcarea de rotație de axul motorului electric. Produsul de mărunțit se află pe un transportor cu jgheab (1), la capătul căruia sînt instalate valțuri de alimentare (2) pentru produsul vegetal la cuțitul tobei (4). Produsul vegetal forfecat se descarcă prin jgheab (6). Instalația este montată pe carcasă (7) și se pune în mișcare de motorul electric cu ajutorul roții de curea. Pe arborele roții de curea este fixat angrenajul cu dinți (8) care pune în funcțiune alimentatorul.

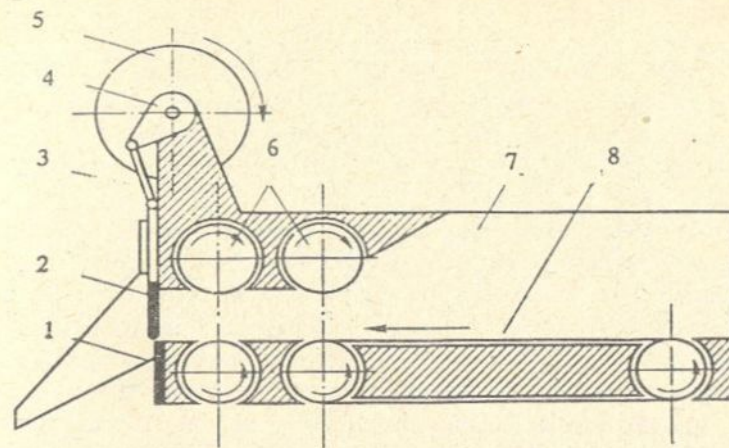


Fig. 10. Mașina de tăiat produse vegetale mecanizată: 1 - cuțitul inferior; 2 - cuțitul superior; 3 - biela; 4 - manivela; 5 - roata de curea; 6 - valțuri striate; 7 - jgheab; 8 - transportor cu bandă

*Mașina de tăiat produse vegetale mecanizată* (fig. 10). Produsul vegetal de mărunțit este dispus pe un transportor cu bandă, care conduce materialul între valțurile striate (6), unde se presează, apoi este împins sub cuțitul de tăiere plasat după aceste valțuri. Cuțitul (2) execută regulat mișcări de coborîre și ridicare și secționează porțiunea materialului înfilnită în cursa sa. Fragmentele tăiate cad pe planul înclinat al jgheabului. Tăierea produselor vegetale, ca o formă a mărunțirii, precede pulverizarea.

#### 4.1.4. Pulverizarea

Pulverizarea fină se face cu ajutorul concasoarelor de diferită construcție.

Concasorul cu cilindri sau cu valțuri este alcătuit din doi cilindri, dispuși orizontal și paralel, cu suprafața netedă sau striată, sau prevăzută cu dinți sau cuțite de sfărîmare. Cilindrii se rotesc în sens contrar și zdrobesc materialul adus în spațiul dintre ei printr-o pîlnie de alimentare. Distanța dintre cilindri este reglabilă. De obicei, unul dintre valțuri este fixat în resorturi, care permite apropierea sau depărtarea de al doilea cilindru (fig. 11).

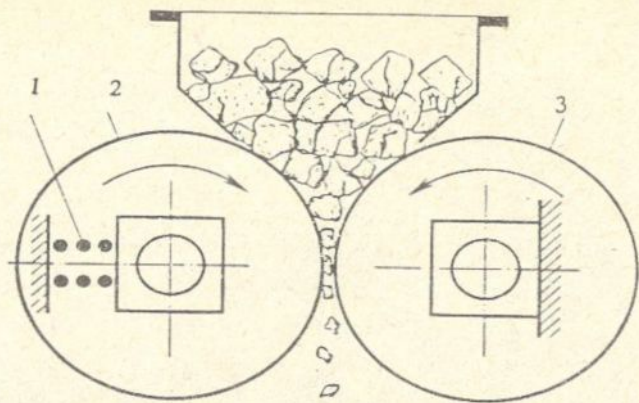


Fig. 11. Concasor cu cilindri: 1 - resort; 2, 3 - cilindri

Unele instalații de concasare de acest tip sînt formate din două sau trei perechi de valțuri suprapuse, distanța dintre valțuri descrescînd de sus în jos, permițînd astfel mărunțirea treptată a materialului. Diametrul bucăților luate la zdrobire (2) trebuie să fie de vreo 20 de ori mai mic decît diametrul valțurilor netede.  $R \approx 20r$ . Valțurile prevăzute cu dinți asigură zdrobirea bucăților mai mari; pentru ei  $R \approx 5-10r$ .

#### 4.1.4.1. Mori de zdrobire și triturare

Colergangul, tăvălugul sau moara cu pietre verticale, poate fi considerat, de asemenea, ca un tip de concasor. În principiu acest agregat de mărunțire constă din doi cilindri grei de 200-6000 kg din metal sau piatră care se rotesc într-o albie sau tavă metalică rezistentă, în care se introduce materialul supus operației. Mărunțirea în acest concasor se realizează prin zdrobirea materialului între suprafețele de măcinare ale pietrelor și ale albiei.

Concasoarele de acest tip se construiesc în două variante:

1) Concasoare la care albia este fixă, iar pietrele sînt mobile, executînd o mișcare de rotație în jurul axului lor orizontal și o mișcare de revoluție în jurul axului vertical, cu care este fixat axul orizontal.

2) Concasoare cu taler mobil în jurul axului său vertical, iar pietrele execută o mișcare de rotație numai în jurul axului orizontal.

Ambele tipuri de colergang sînt prevăzute cu cuțite răzuitoare sau raclete, care adună materialul de pe pereții talerului și de pe cilindri și îl trec sub dispozitivul de măcinare.

Colergangul servește pentru mărunțirea materialelor semidure, afit în stare uscată, cît și umedă, poate fi utilizat și la omogenizarea pulberilor compuse.

În general, la concasoarele prezentate, ca și la cele de alte construcții, sînt prevăzute - sub suprafețele de concasare - și site sau grătare din tablă perforată, care permit separarea materialului, adus la gradul de mărunțire, de restul materialului, și deci fracționarea continuă a substanței de mărunțire.

*Moara cu discuri.* Materialul este pulverizat în acest tip de mori prin lovirea acestuia de niște bare sau tije de lovire, dispuse pe niște discuri care se rotesc cu turație mare. Datorită forței centrifuge, materialul are tendința de a se dispersa radial și, lovindu-se de bare, se pulverizează. Una dintre cele mai simple mori cu discuri este moara excelsior folosită pe larg în industria farmaceutică. În moară (fig. 12) discurile sînt instalate vertical. Unul dintre discuri este imobil, altul se rotește cu viteza de 250-300 turații/min. Suprafața discurilor este acoperită cu niște dinți care se îmbucă. În afară de triturare, efectul de zdrobire se combină cu cel de forfecare a dinților ascuțiți. Productivitatea morii cu diametrul discurilor de 400 mm este de circa 50 kg/oră.

*Mori cu acțiune de lovire.* Din această grupă fac parte concasorul cu ciocane, dezintegratoarele, dezmembratoarele și morile cu jet.

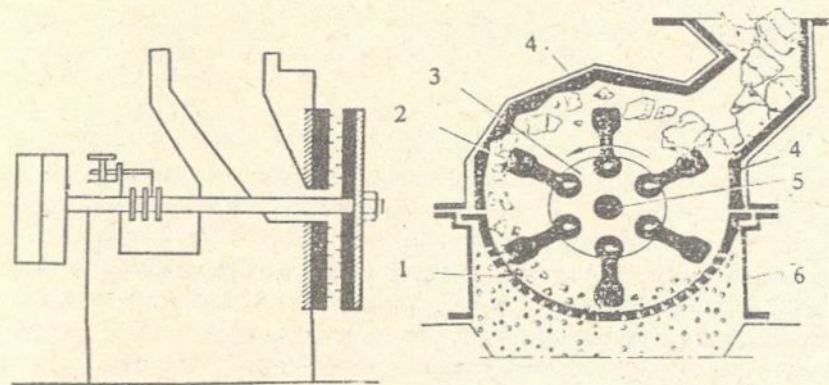


Fig. 12. Moara excelsior

Fig. 13. Concasorul cu ciocane: 1 - grătar; 2 - ciocane; 3 - disc; 4 - plăci blindate; 5 - arbore; 6 - carcasă

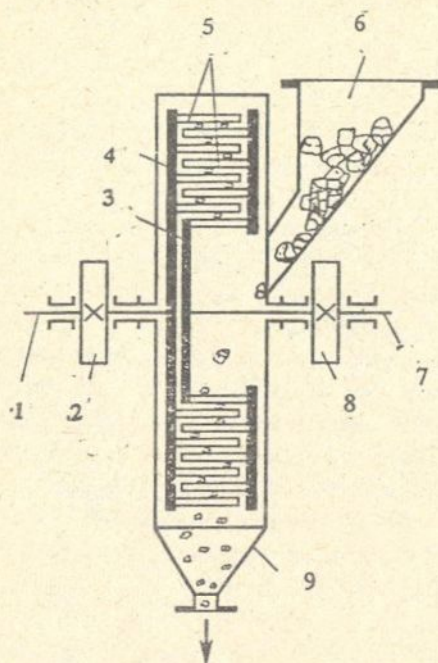


Fig. 14. Dezintegratorul: 1, 7 — arbori de rotație; 2, 8 — roți de curea; 3, 4 — discuri mobile; 5 — ciocane; 6 — buncăr de încărcare; 9 — pîlnie de descărcare

Concasorul cu ciocane (fig. 13) reprezintă spațiul de măcinare, constituit din una sau două camere cilindrice, dispuse orizontal, blindate cu plăci de oțel dur, în care se rotește câte un arbore sau rotor cu 500-1500 turații/min.; pe care sînt articulate niște bare de oțel dreptunghiulare sau ciocane. În stare de repaus, ciocanele așternă de butonul de care sînt articulate, iar în timpul funcționării, ca rezultat al forței centrifuge, ele iau o poziție radială. Materialul introdus printr-o pîlnie de încărcare este mărunțit prin lovire și frecare de către ciocane și pereții camerelor. Acest tip de concasor reduce fragmentele supuse operației pînă la circa 30 mm.

Dezintegratorul (fig. 14) este alcătuit din două discuri (3, 4) mobile, fixate pe cîte un arbore de rotație diferit (1, 7), avînd turații egale sau inegale și rotindu-se în sens contrar. Cele două discuri sînt prevăzute cu bare (5)

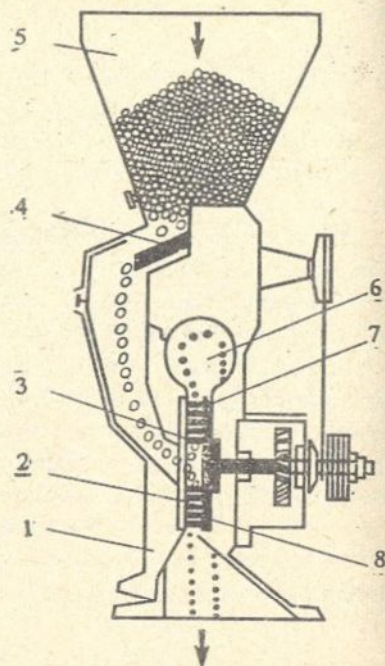


Fig. 15. Schema dezmembratorului: 1 — corp; 2 — disc fix; 3 — bare; 4 — magnet; 5 — buncăr; 6 — melc; 7 — bare; 8 — disc mobil

dispuse concentric pe două sau trei coroane. Fiecare rînd de bare se întrepătrunde cu rîndul de bare ale celui alt disc cu un mic joc între ele. Materialul de pulverizat se introduce printr-o pîlnie de alimentare (6) în centrul camerei de măcinare, unde acțiunea de măcinare este obținută prin lovirea acestuia de bare. Drogul de mărunțire este regulat de o sită care înconjoară camera de măcinare și iese prin pîlnia 9. Discurile dezintegratoarelor au, în general, un număr de 500-900 turații/min.

Dezmembratorul (fig. 15) este o moară centrifugă, care se deosebește de dezintegrator prin faptul că unul din discuri este imobil (3); în acest caz este necesar ca numărul de turații ale discului mobil (2), pentru a atinge aceeași acțiune de pulverizare, comparativ cu dezintegratorul, să fie dublu (circa 3800 turații/min.) Pe suprafața discurilor concentric sînt fixate bare, astfel încît barele (7) discului mobil să treacă liber în spațiul dintre barele (3) discului fix. Numărul barelor pe circumferințe crește de la centru spre periferie. Materialul necesar pulverizării printr-un buncăr de încărcare (5) nimereste în centrul dezmembratorului în spațiul dintre barele rotitoare și cele fixe, unde are loc măcinarea. Sub acțiunea forței centripete particulele se transportă de la centru spre periferia organului de lucru al dezmembratorului, lovindu-se des de bare, suprafața discurilor, exercită lovituri similare și se distrug. Particulele mărunțite se aruncă în melcul 6, de unde, lovindu-se de corpul dezmembratorului (1) și al discului mobil, cad în jos și se scot din mașină. Pentru a separa impuritățile mecanice, materialul se alimentează pe lîngă magnetul (4) care se instalează în partea inferioară a buncărului. Are randament mare și grad de finețe a pulberilor de 0,25 mm.

Mori cu jet. Principiul de lucru al morilor cu jet se vede din fig. 16.

Moara este alcătuită din camera de măcinat (1), blindată din interior cu material (2), două ștuțuri de alimentare (3) instalate contrar unul altuia, în care sînt montate țevi de accelerare (4) și duza (5), pîlnia de acumulare (6) și ștuțul de înlăturare (7). Materialul de mărunțit se alimentează prin pîlnie (6) în colectorul ejectorului, de unde cu jetul de aer, ieșit din duză (5), se îndreaptă în țeava de accelerare (4). Acolo particulele capătă o viteză necesară, cu care ele ies din țeava de accelerare în înfrîmarea jetului particulelor, care vin din țeava contrară. Prin lovirea particulelor ele se mărunțesc și prin ștuț (7) se trec la separare, care se efectuează cu ajutorul filtrului-sac, cu care este înzestrată moara.

Morile cu jet se folosesc pentru pulverizarea materiilor cu dimensiunea inițială a particulelor de 10 mm și cea finală 50-80  $\mu$ m.

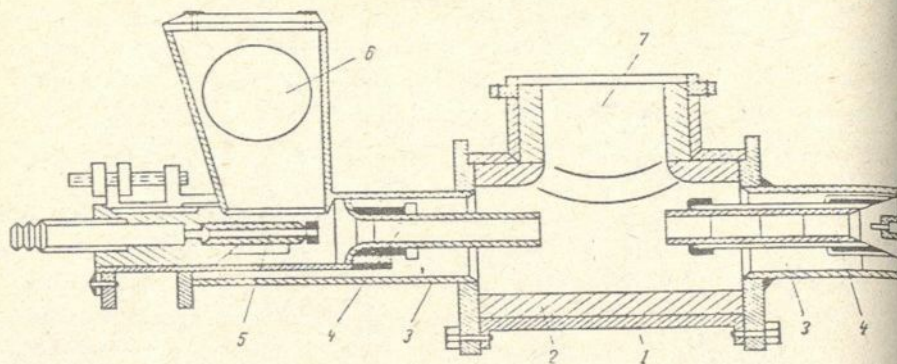


Fig. 16. Schema morii cu jet. Lămurire în text

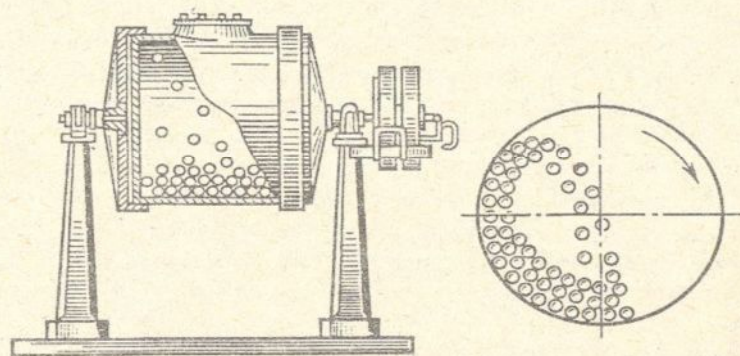


Fig. 17. Moara cu bile. Lămurire în text

*Mori cu acțiunea de lovire-triturare.* Pe principiul combinat de acțiune prin lovire și triturare funcționează morile cu bile și morile vibratoare.

Morile cu bile sînt instalații de măcinat care acționează prin lovirea și frecarea materialului cu ajutorul unor corpuri de măcinat, respectiv bile. Ele se compun dintr-un cilindru sau tobă în interiorul căreia se introduc bile de porțelan, de gresie, metal. Toba este fixată pe un ax orizontal și prin rotirea ei antrenează bilele în mișcare, care lovesc și freacă materialul între ele și între suprafața interioară a tobei (fig. 17).

Turația morilor cu bile în general este mică. Dacă tobei i se imprimă un număr mare de turații într-o unitate de timp, bilele din cauza forței centrifuge

rămîn aderate de suprafața tobei, nu mai cad peste material, iar acțiunea de pulverizare este întreruptă. Viteza de rotație, respectiv numărul de rotații pe minut  $n$  optim este cel rezultat din formula:

$$n = \frac{37,2}{\sqrt{D}}$$

unde  $D$  reprezintă diametrul tobei (m).

Gradul de umplere a tobei cu bile influențează debitul morii și eficacitatea măcinării; cînd umplerea cu bile este prea mare, acțiunea de măcinare este redusă. În mod obișnuit, bilele ocupă 25-45% din volumul tobei.

Morile cu bile funcționează lent și produc zgomot, dar fiind ermetic închise, la ele se pot pulveriza substanțe higroscopice, iritante sau toxice. Un alt avantaj constă în finețea avansată a pulberilor pe care le realizează, particulele materialelor puțin atinge, în funcție de tipul de acționare a morii, dimensiuni apropiate de cele coloidale.

Morile cu bile, din punctul de vedere al construcției lor, pot fi cu funcționare discontinuă și cu funcționare continuă. Randamentul morilor cu bile depinde de diametrul tobei. Sînt folosite pentru mărunțirea pulberilor compuse (amestecarea și pulverizarea concomitentă).

*Mori prin vibrație.* Morile prin vibrație de tip inerțial sînt construite analogic celor cu bile (fig. 18). Ele sînt înzestrate cu tambur (1), fixat pe ax (2), care are un deabalans. Tamburul se umple cu bile la 75-85%, iar împreună cu materialul de pulverizare la 90%. Prin rotația tamburului cu deabalans apar forțe de inerție centripete, care duc la vibrarea corpului pe o traiectorie de elipsă cu o amplitudine de oscilații de 3-4 mm și frecvența oscilațiilor  $n = 1\ 500-3\ 000$  turații/min.

Aceste mișcări se transmit bilelor, care efectuează o acțiune foarte eficace asupra materialului. Deoarece prin vibrarea intensivă are loc încălzirea materialului, corpul morii este înzestrat cu cămașă de răcire cu apă rece.

Pentru a preîntîmpina vibrarea podelei, corpul morii se instalează pe arcuri (4).

Morile pot pulveriza materiale afit uscate, cît și umede. Gradul de măcinare este foarte mare: diametrul particulelor finite prin pulverizarea uscată atinge 85-5  $\mu\text{m}$ .

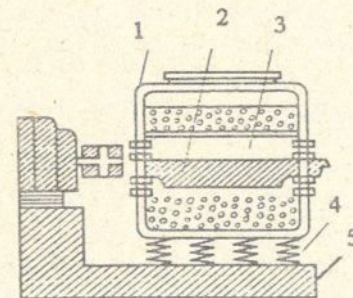


Fig. 18. Moara prin vibrație: 1 - tambur; 2 - ax cu deabalans; 3 - vibrator; 4 - arcuri; 5 - podea

Eficacitatea mării datorită vibrării bilelor este de câteva ori mai mare, comparativ cu cele cu bile, cu o cheltuire mai mică de energie electrică, însă productivitatea lor este mică.

#### 4.2. CERNEREA

La mărunțire, respectiv pulverizarea unui material, indiferent de procedeul aplicat, se obțin pulberi care reprezintă amestecuri de particule de diferite dimensiuni polidisperse. Din acest motiv, mărunțirea este urmată de o altă operație, care are drept scop separarea particulelor de diferite mărimi. Dacă dintr-un amestec se face separarea particulelor în mai multe porțiuni cu grade diferite de mărunțire, operația efectuată poartă denumirea de *clasare*; în cazul când se urmărește numai separarea dintr-un amestec – cu ajutorul sitelor – a particulelor unui material mai mare, operația se numește *cernere*. Prin urmare, cernerea poate fi definită ca operația mecanică de separare a particulelor dintr-un amestec, cu ajutorul sitelor, de particulele care au un diametru superior.

În general, pulberile au particule de formă neregulată astfel încât exprimarea mărimii lor se face convențional prin diametrul mediu.

##### 4.2.1. Sitele

Dimensiunile particulelor care trec prin ochiurile sitei sînt caracterizate de numărul lor. Conform FS XI pentru toate sitele sînt indicate denumirea pulberii, numărul materialului din care sînt confecționate sitele, materialul din care-i confecționată sita și numărul DTN, dimensiunea nominală a ochiurilor și forma ochiurilor.

Scara farmaceutică oficializează 23 de site, cărora le corespund șase grade de mărunțire. Se deosebesc site împletite, perforate și cu fantă.

*Sitele împletite* sînt țesute din ață de mătase și capron, din sîrmă de oțel inoxidabil, cupru și alamă. Sitele de mătase și capron se folosesc pentru toate categoriile pulberilor fine și semigrosiere. Ele sînt trainice și garantează uniformitatea cernerii. La sitele obișnuite sîrma este îndoită numai într-o direcție. Aceasta duce la micșorarea termenului de lucru al sitei, deoarece sitele foarte repede își schimbă dimensiunile ochiurilor. Din această cauză se recomandă de folosit site sudate sau mai bine vâlțuite ori presate. Ultimele

sînt mai de nădejde. Sitele de sîrmă se folosesc pentru toate categoriile pulberilor mășcate. Este necesar de urmărit starea în care se află sita, altfel, din cauza uzării, în pulberi pot nimeri bucăți de sîrmă ruptă.

*Sitele perforate* sînt confecționate din foi de aluminiu, cu ochiuri circulare sau pătrate. Se folosesc la cernerea materialelor mășcate. Sitele date sînt foarte trainice și puțin se uzează în lucru în urma acțiunilor mecanice.

*Sitele cu fantă* sau cu grătare în formă de spic sînt alcătuite dintr-un șir de bare paralele cu garnitură între ele. Sînt foarte trainice. Se montează de obicei în concasoare cu ciocane.

##### 4.2.2. Mașini de cernere

Mecanismele de cernere sînt de două tipuri: mașini cu site plate; mașini cu site cilindrice.

*Mașini cu site plate.* O întrebuințare mare găsesc în farmaceutică mecanismele de cernere, denumite ciururi, și sitele vibratoare.

*Ciururi.* Una din construcțiile cele mai simple de ciururi este prezentată în fig. 19. Instalată într-o poziție puțin înclinată ( $2-4^\circ$ ) pe role, ciurul cu ajutorul arborelui cotit face mișcări de du-te-vino față de două ghidaje. Numărul de oscilații se află între 50-200, amplitudinea oscilațiilor – pînă la 200 mm. Mai desăvîrșite sînt ciururile oscilante, în care cutia cu sita face mișcări de du-te-vino, fiind suspendate de pod (a) sau cu ajutorul șarnierei ori a suportului manivelă (b), sau combinîndu-se una cu alta (c).

Cele mai comode sînt ciururile alcătuite din două-trei site, care pot fi aranjate fie în etaje, fie de-a lungul (una după alta). De exemplu, rădăcinile și rizomii de odolean mărunțiți, înainte de prepararea tincturii, este rațional de a fi trecuți printr-un ciur cu două site, montate consecutiv. Produsul

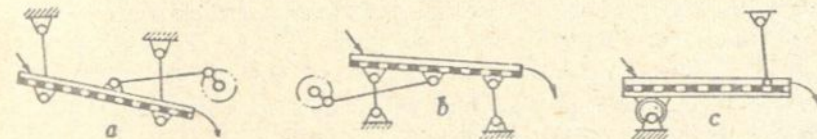


Fig. 19. Ciur oscilant. Lămurire în text



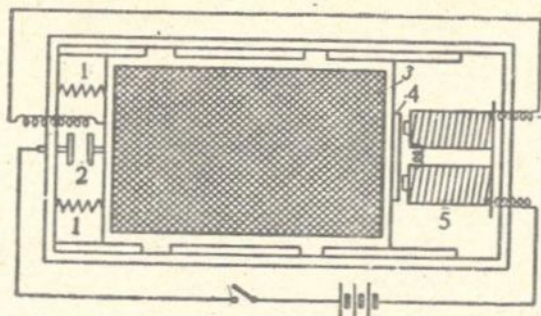


Fig. 20. Sita vibratoare

vegetal din pînă de alimentare mai înfiă nimerește pe o sită mai fină, prin care trec numai părțile de pînă la 0,5 mm (praful, țărîna și o cantitate neînsemnată de pulbere de odolean). Materialul cernut astfel trece la sita următoare, prin care vor trece toate particulele de dimensiuni mai mici de 3 mm. Fragmentele mai mari se aleg și se duc la capătul sitei, de unde se trimit din nou la fragmentare.

**Ciururi vibratoare.** Există ciururi vibratoare cu cîmp electromagnetic, cu dezechilibru și inerțiale. Ciururile vibratoare sînt foarte eficiente, mai ales la cernerea pulberilor fine, deoarece vibrațiile preîntîmpină astuparea ochiurilor țesutului sitei. În fig. 20 este prezentată schema instalației sitei vibratoare electromagnetice, la care mișcarea de du-te-vino a sitei (3) se face cu ajutorul unui indus (4) fixat pe sită care magnetizează și demagnetizează continuu. Funcționarea sitei decurge în felul următor: la închiderea circuitului electric electromagnetul (5) atrage indusul de pe rama sitei, care este obligată să se deplaseze spre dreapta. În acest moment se întrerupe contactul (2). Electromagnetul se demagnetizează și resorturile (1) readuc sita în poziția inițială; contactul electric și circuitul este refăcut și mișcarea sitei se repetă. Numărul vibrațiilor sitei depășește 200.

Exemplu de *sita vibratoare rotativă* este prezentat în fig. 21. Materialul de cernut se alimentează din buncăr, de unde el nimerește pe sită (1), de aici pe contul lucrului a două greutateți ale vibratorului (3) se creează o așa oscilație, care aduce toată masa pulberii în mișcare de rotație pe sită și conul collectorului (2). Existența celor două debalanse la diferite niveluri ale axului transmit la toate punctele sitei oscilații de rotație în plan vertical și orizontal. Frecvența oscilațiilor se reglează cu roata de curea (4), iar amplitudinea lor prin unghiul greutateților vibratorului. Sita în timpul cernerii se etanșează cu capac. Materialul cernut nimerește în colector.

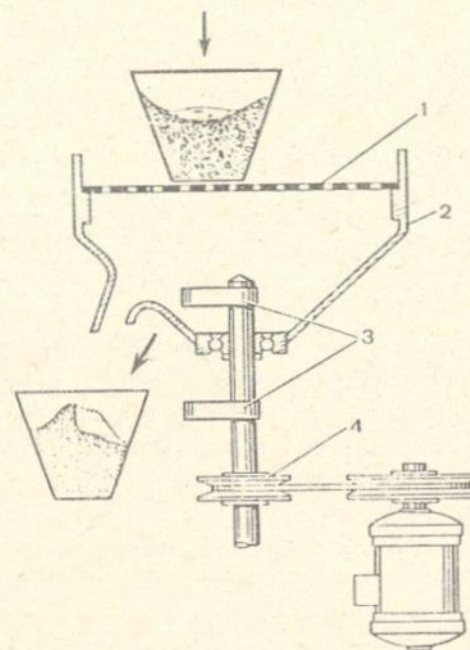


Fig. 21. Schema sitei vibratoare rotative. Lămurire în text

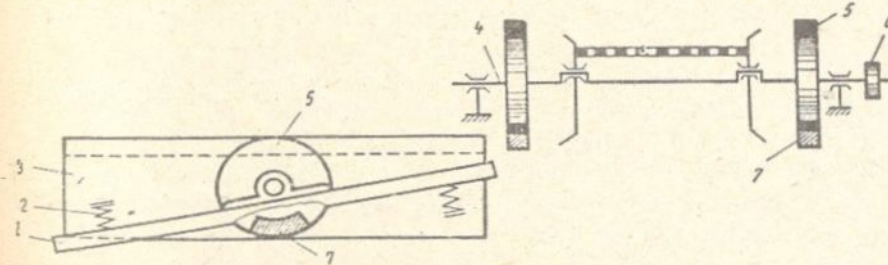


Fig. 22. Schema sitei cu dezechilibru. Lămurire în text

**Sitele cu dezechilibru.** Sitele cu dezechilibru au primit denumirea de la mecanismul de acționare. Sînt alcătuite din una, două sau trei site de diferite dimensiuni. Sita cu dezechilibru, prezentată în fig. 22, este construită din cutia cu site (3), care se fixează cu ajutorul suporturilor (2) cu resort pe cadru (1). Mecanismul de acționare este alcătuit din axul cu excentric (4), care se

pune în mișcare de la roata de curea (6). Pe ax sînt fixate două volane (5) cu greutatea de dezechilibru (7). Volanurile cu contragreutăți echilibrează forțele de vibrație. La rotirea arborelui excentric cutia cu site primește mișcarea de rotație, care este îndreptată în înfîmpinarea fluxului materialului ce permite sortarea lui bună.

*Mașini de cernut cilindrice.* Mașinile de cernut cilindrice reprezintă niște cilindri rotitori cu suprafața sitelor, montate puțin înclinat, sub un unghi de 3–8°. Materialul de cernut, nimerit în interiorul cilindrului, trece prin ochiurile sitei, iar particulele mai mășcate și deșeurile se permută pe diagonală cilindrului și se varsă din el prin altă parte. Cilindrul este montat într-o carcasă.

Buratele pot fi cu una sau două suprafețe de sită. Cilindrii se pun în mișcare de rotație cu ajutorul angrenajului cu dinți sau prin cuplaj de fricțiune. În ultimul caz cilindrii sînt instalați pe role de rotație. Sînt construcții de burate în interiorul cărora sînt montate periute care măresc simțitor cernerea. Buratele se rotesc cu viteza de 10-25 turații/min.

#### 4.2.3. Separarea impurităților mecanice

În materialele de mărunțit și de cernut pot nimeri impurități metalice. Pentru înlăturarea lor se folosesc separatoare electromagnetice, care se instalează sub jgheabul de scurgere al cilindrului metalic rotativ.

*Fenomene triboelectrice la cernere.* Triboelectricitatea este fenomenul apariției sarcinilor electrice prin frecarea corpurilor. Așa fenomene apar uneori la cernerea diferitelor medicamente, iar sarcina care apare în pulberea cernută poate fi de diferit sens. De exemplu, pulberile de sulf și oxid de plumb, cernute aparte, au sarcină negativă, iar împreună – au sarcini diferite (sulful – negativ, plumbul oxid – pozitiv) pe contul gradului de frecare dintre particule. Pulberea poate avea sarcină direct opusă sitei. O parte dintre pulberile activ electrice la descărcarea sarcinilor electrice pot forma aglomerări trainice. Dintre aceste substanțe fac parte zincul oxid, amidonul de grîu, zahărul etc. Fenomenele triboelectrice complică cernerea, de aceea este necesar ca ele să fie prevenite. Cea mai ușoară metodă de prevenire este schimbarea materialului sitei sau folosind diferite metode de cernere a pulberilor.

## Capitolul 5

### AMESTECAREA LICHIDELOR ȘI SOLIDELOR

#### 5.1. AMESTECAREA LICHIDELOR

Multe procese, care au loc în industria farmaceutică, pentru a fi intensificate au nevoie de amestecarea materialelor. Așa, de exemplu, amestecarea se cere pentru accelerarea solubilității substanțelor, pentru menținerea vitezei procesului de difuziune la extragerea substanțelor active din materiale naturale, cu scopul de a intensifica schimbul de căldură prin încălzirea și răcirea lichidelor, pentru a atinge omogenitatea mediului etc. Alegerea metodei de amestecare și a aparatului folosite cu acest scop depinde, în primul rînd, de starea de agregare a materialelor de amestecat. De aceea deosebim amestecarea în mediu lichid și solid. Amestecarea în mediu lichid poate fi efectuată în: țevi; aparate de circulație, efectuată cu pompe (amestecarea prin circulație); aparate cu ajutorul aerului sau al gazului comprimat (amestecarea pneumatică); aparate cu malaxoare mecanice (amestecarea mecanică); cu ajutorul ultrasunetului (amestecare ultrasonoră).

##### 5.1.1. Amestecarea în țevi

La amestecarea lichidelor în țevi se folosește difuziunea turbulentă, care este provocată de torentul turbulent. Se numește fenomen turbulent un așa regim hidrodinamic, în urma căruia apar vîrticuri, care se amestecă haotic în tot volumul lichidului curgător. În torentul turbulent din straturi aparte în lichide trec nu numai moleculele, dar și particulele elementare. Instalația cea mai simplă este o unire în formă de V a două țevi, prin care curg lichide, ce necesită amestecarea. Această instalație se folosește cu succes în cazurile cînd trebuie de amestecat lichide ușor miscibile, cînd torentul lichidului în conductă este destul de mare, iar conducta are o lungime destulă, pentru ca lichidele să reușească să se amestece de-a binelea. O astfel de amestecare se combină cu transportarea concomitentă în conductă a lichidelor ușor miscibile.