

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 întîmpinarea 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 diagonala 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 grâu, 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.

## 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 vîrticuşuri, 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.

### 5.1.2. Amestecarea prin circulație

Această metodă de amestecare se efectuează prin circulația nevoită a lichidelor, când apare turbulența ce contribuie la schimbul de mase. Metoda cea mai simplă este circulația într-un vas prin pomparea liberă. În fig. 23 este prezentată schema unei instalații de acest tip, în care tubul pompei împinge lichidul în aparat printr-un cap de pulverizare aflat deasupra lichidului. Această metodă se folosește, de exemplu, la amestecarea lichidelor cu greutate specifică diferită. Lichidul mai greu aflat pe fundul rezervorului se suge cu pompa și se stropește în formă de ploaie fină pe suprafața lichidului ușor.

Amestecarea prin circulație poate fi efectuată și cu ajutorul duzei, cu care este înzestrat capătul de ieșire al țevii. Folosind duza cufundată, jetul lichidului ieșit din ea capătă forma conică. Torentul lichidului, ieșit din duză, împinge înaintea sa lichidul aflat în acest moment în fața duzei. Într-un moment oarecare, în spațiul ocupat de lichid, se creează vid. Micșorarea presiunii duce momentan la sugerea lichidului aflat în jurul duzei în partea dată a spațiului. Ciclul se repetă continuu. Totodată straturile lichidelor, ce înconjoară jetul, de asemenea se pun în mișcare, iar fiecare strat de lichid, la rândul său, pune în mișcare straturile vecine ale lichidului.

Amestecarea cu ajutorul duzei este convenabilă de combinat cu încălzirea lichidului, aflat în vas cu abur direct. Una din aceste instalații este

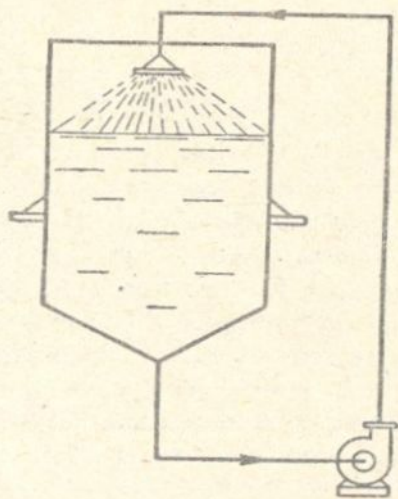


Fig. 23. Schema amestecării prin circulație. Lămurire în text

prezentată în fig. 24. Aburul intră prin duză într-o țevă scurtă care se lărgește spre capetele deschise. Această instalație acționează ca un ejector. Aburul ieșit suge lichidul prin țevă și îl antrenează în vasul lui. Lovindu-se de peretele din față, torentul se întoarce și amestecă tot conținutul vasului.

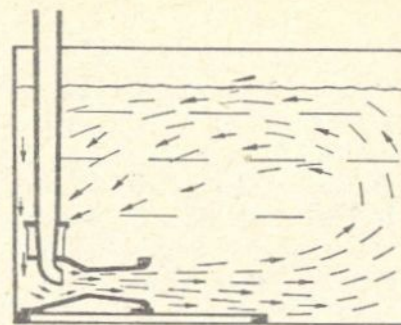


Fig. 24. Amestecarea cu abur

### 5.1.3. Amestecarea pneumatică

Amestecarea pneumatică (fig. 25) (barbotarea) se folosește în acele cazuri când aerul (sau un alt gaz) este una din substanțele care intră în reacție sau se cere pentru intensificarea proceselor chimice sau biologice (bunăoară, aerația la prepararea penicilinei). Această metodă de amestecare este foarte eficientă, însă este utilizată numai în acele cazuri, când în lichidul sau substanțele dizolvate sau suspendate în el, n-au loc fenomene colaterale nedorite (oxidarea, rîncezirea, volatilizarea substanțelor etc.). Amestecul aerat reprezintă o țevă perforată, instalată orizontal. Țeava perforată, de obicei, se montează la fund sau pe toată suprafața fundului, sau numai pe o parte a lui, în funcție de scopul amestecării. Pentru vase adânci barbotorul reprezintă o țevă verticală alimentată cu aer prin perforațiile peretelui sau prin ajutorul conic perforat fixat pe conul țevii inferioare. Aerul (sau gazul) pentru barbotare se suflă sub presiune, îndestulătoare pentru crearea presiunii suficiente la depășirea rezistenței hidrostatice a coloanei lichidului de amestecat.

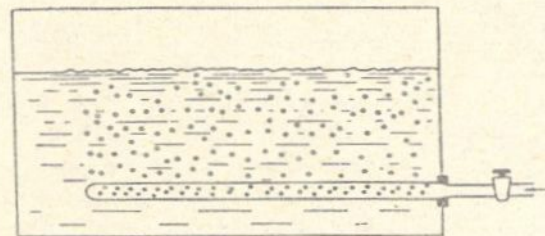


Fig. 25. Amestecarea pneumatică

#### 5.1.4. Amestecarea mecanică

Piesa principală la orice malaxor constă din una sau câteva palete de formă diferită, montate fix pe un ax rotitor. Axul se pune în mișcare cu ajutorul unui angrenaj cu dinți de la motorul electric. În funcție de forma și construcția paletelor, deosebim malaxoare cu palete, planetare și cu turbină. După numărul de rotații avem malaxoare cu viteză mică și mare. Cele cu viteză mică au o viteză de rotație de pînă la o rotație pe secundă.

În funcție de torentul format de malaxor în vas, se disting malaxoare care creează o curgere radială, ascială, tangențială sau combinată. Practic, deseori, are loc amestecarea combinată, care este alcătuită din 2-3 feluri de mișcare. Malaxoarele pot fi staționare și portative. În primul caz ele sînt montate direct în vas.

##### 5.1.4.1. Malaxoare cu palete

Malaxoarele cu palete sînt cele mai vechi tipuri de mecanisme de amestecare. Construcția lor este cea mai simplă, de aceea sînt răspîndite pe larg.

*Malaxoare cu palete orizontale.* Construcția lor este prezentată în fig. 26.

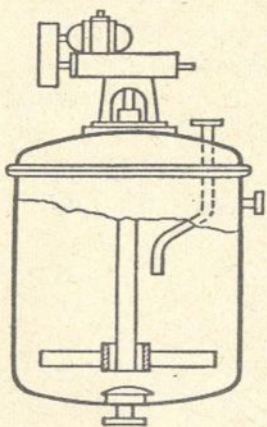


Fig. 26. Malaxor cu palete orizontale

Paletel malaxorului au o secțiune dreptunghiulară și sînt instalate perpendicular față de osia axului. Acționînd cu partea lor plată presiunea asupra lichidului, paletel îl împing să se rotească în direcția rotației malaxorului (torent tangențial). Astfel, în urma paletelor apare o descărcare, care provoacă sugerea lichidului din mediul înconjurător. În urma aspirației lichidului de jur împrejur se creează vârtejuri pe conturul paletelor. Însă amestecarea în poziție orizontală este foarte slabă, ea poate fi mărită, dacă malaxoarele vor avea vreo 2-3 perechi de palete. În așa caz amestecarea are loc în 2-3 planuri orizontale. Aceasta se poate atinge, cînd scurgerea tangențială în vas va fi schimbată în radială, prin care scurgerea de la malaxor va fi perpendiculară

axului rotitor. Asemenea transformare are loc prin mărirea numărului de rotații ale malaxorului.

Cu scopul micșorării pîlniei formate în jurul axului și preîntîmpinarea aruncării stropilor peste marginile aparatului viteza de rotație se limitează la 80 rotații/sec.

*Malaxoare cu palete înclinate.* Astfel de palete permit întrunirea amestecată în plan orizontal și vertical. Direcția torenților de lichid vertical depinde de unghiul sub care sînt montate paletel. Dacă ele sînt fixate sub un unghi ascuțit ( $< 90^\circ$ ), adică capătul superior al paletei va merge înainte, atunci lichidul va fi aruncat în jos. În caz contrar, cînd paleta va fi montată sub un unghi obtuz ( $> 90^\circ$ ), adică înainte se mișcă capătul inferior, lichidul se aruncă în sus. În sfîrșit, cînd se montează palete sub diferite unghiuri, pot fi creați curenți încrucișați și astfel se poate asigura o amestecare bună în toate direcțiile.

*Malaxoarele cu cadru (fig. 27)* au aceeași destinație: asigurarea amestecării lichidului în toate planurile.

*Malaxoarele cu ancoră* se folosesc în acele cazuri, cînd fundul cazanului este sferic. Cu asemenea malaxoare (fig. 28) sînt înzestrate cazanele de evaporare. Viteza de rotație este de 80 rotații/min.

*Malaxoarele planetare* asigură amestecarea atât în plan orizontal, cît și vertical (fig. 29).

Este alcătuit din malaxorul central și malaxoare colaterale, unite între ele cu un sistem de angrenaje dințate. Malaxoarele colaterale au o rotație dublă: comună cu malaxorul central și personală în jurul axului său. Paletel malaxoarelor colaterale se află în alte planuri, comparativ cu cel central. Malaxorul planetar se rotește lent, însă cu toate acestea este foarte eficace datorită volumului mare de lichid, ocupat de malaxoare. Malaxoarele planetare se folosesc pentru amestecarea unguentelor și a suspensiilor, cît și pentru prepararea emulsiilor care se prepară ușor.

##### 5.1.4.2. Malaxoare cu elice

Malaxoarele cu elice sînt înzestrate cu palete care-și schimbă treptat încli-

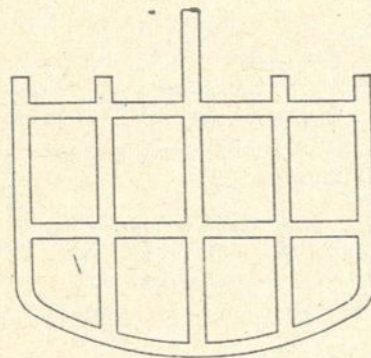


Fig. 27. Malaxor cu cadru

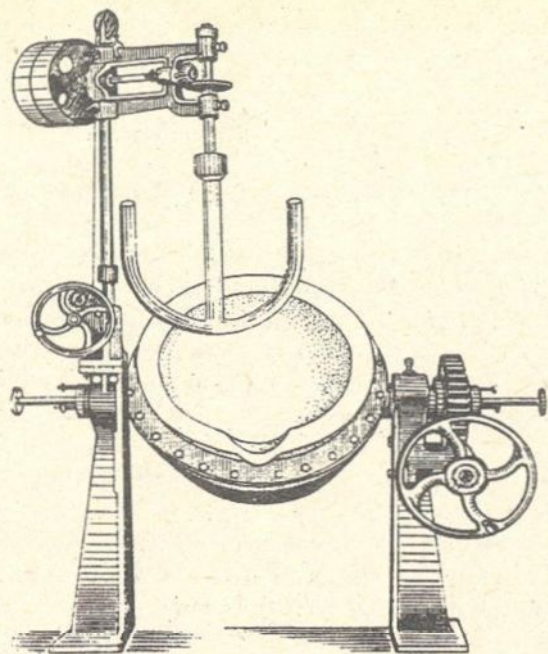


Fig. 28. Malaxor cu ancoră

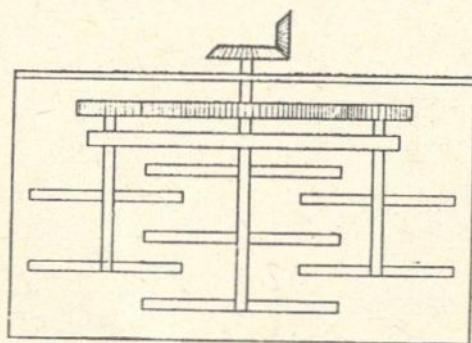


Fig. 29. Malaxor planetar

nația pe toată lungimea razei. Această înclinație se schimbă aproape de la  $0^\circ$  la ax pînă la  $90^\circ$  la capătul paletelor. În funcție de aceasta, diverse secțiuni ale paletelor vor reflecta lichidul sub un unghi diferit. Ca rezultat apar curenți de întîmpinare, care asigură o amestecare mai puternică. Amestecarea cu malaxoare cu elice are loc sub acțiunea lichidului, apărut în urma sumării a doi fluenți: axial, condiționat

de presiunea elicei (principale), și al torentului vârtejului conținutului total, apărut ca rezultat al mișcării neuniforme a straturilor lichidului aflat la distanțe diferite de malaxor.

Unul din avantajele malaxoarelor cu elice este viteza de rotație mare (în lichidele fluide 400-1750 turații/min., în cele vîscoase cu conținut de suspensie - 150-500 turații/min. Ele lucrează fără mecanisme de transmisie, rotația deplină fiind primită direct de la motorul electric, ce asigură micșorarea simțitoare a pierderilor energiei mecanice. Rotindu-se cu o viteză mare, treptat începe să se rotească tot conținutul din aparat, iar în jurul axului apare o pîlnie. De aceea în aparate deseori se instalează niște bariere reflectoare, care împiedică formarea pîlniei, însă permit apariția vârtejurilor locale, ce duc la mărirea tulburării generale. Formarea pîlniei de asemenea poate fi prevenită, dacă axul malaxorului ar fi instalat puțin excentric sau înclinat ( $10-20^\circ$  față de axul vasului). Dacă coloana lichidului este destul de înaltă, atunci se recomandă de montat malaxoare cu două elice cu palete îndreptate opus. Curenții care apar în față în cazul dat asigură o amestecare foarte bună.

Tipurile malaxoarelor cu elice sînt foarte diverse. În afară de aceasta, ele sînt compacte și ieftine. Cel mai des se întrebuițează cele purtătoare. Eficiența acțiunii malaxoarelor cu elice se schimbă simțitor în funcție de forma vasului. Este necesar de a le folosi în vase cu fund concav. În rezervoare dreptunghiulare sau vase cu fund plat ele nu se întrebuițează.

#### 5.1.4.3. Malaxoare cu turbină

Malaxoarele cu turbină sînt alcătuite din una sau cîteva roți centripete (turbine), montate pe un ax vertical cu un număr mare de palete - de la 6 pînă la 16 și mai multe. Paletele turbinelor pot fi plate (drepte sau înclinate după curbă, ca la malaxoarele cu elice. Alegerea turbinei depinde de caracterul lichidului de amestecat. Astfel, pentru amestecarea lichidelor curgătoare se folosesc turbine cu palete drepte (fig. 30, a), iar la cele vîscoase mai convenabile sînt cele cu turbine înclinate (fig. 30, b) sau cu palete în formă de arc (fig. 30, c).

Viteza turbinelor se află în limitele 120-180 turații/min. Malaxoarele cu turbină se folosesc pentru amestecarea și dispersarea intensivă a lichidelor, pentru amestecarea suspensiilor cu conținut de particule solide mari, pentru ajustarea suspensiilor.

Factorii principali, care caracterizează lucrul la toate tipurile de malaxoare, sînt forța consumată și eficacitatea amestecării.

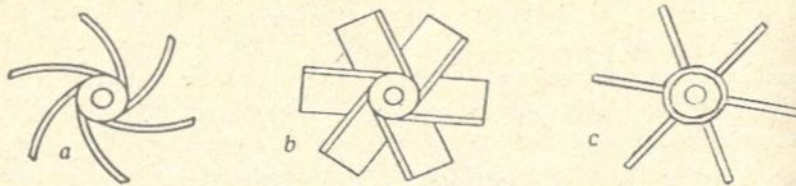


Fig. 30. Aspectul malaxoarelor cu turbină. Lămurire în text

Eficacitatea amestecării pentru toate tipurile de malaxoare se caracterizează prin gradul de omogenizare a lichidului amestecat în tot volumul său. Practic eficacitatea amestecării se controlează prin analiza probelor luate în același timp în puncte, aflate în diferite locuri (sus, jos) și determinarea concentrației medii a substanței ca medie la toate probele luate la analiză.

#### 5.1.4.4. Amestecarea acustică

Pentru producerea oscilațiilor acustice se utilizează emițătorii electromagnetici și dispozitivele hidrodinamice care acționează pe principiul sirenei lichide. Trebuie de menționat că în afară de transportarea lichidului în vas, ultrasunetul mărește esențial dizolvarea substanțelor greu solubile, atât pe contul formării suprafețelor ușor spălate în jurul particulelor, cât și acțiunii de fragmentare. Din cauza fenomenului cavitațional, amestecarea acustică nu se întrebuințează la substanțele medicamentoase chimic instabile.

## 5.2. AMESTECAREA SOLIDELOR

Amestecarea – proces, prin care câteva componente pulverulente aflate aparte după o amestecare minuțioasă și o repartizare uniformă a fiecăruia în volumul materialului amestecat, formează un amestec uniform. Obținerea masei omogene este necesară pentru asigurarea cerințelor repartizării uniforme a substanțelor medicamentoase în volumul formei medicamentoase finite. Îndeosebi cresc cerințele față de calitatea amestecării pentru preparatele cu substanțe drastice, conținutul cărora într-o doză este sub 5 mg.

Amestecarea calitativă a componentelor pulverulente la producerea pulberilor, comprimatelor, drajeurilor prezintă o problemă serioasă. Gradul și

viteza de amestecare depind de majoritatea factorilor deviatori: proprietățile fizico-chimice ale componentelor (separarea particulelor conform dimensiunilor, forme, caracteristica suprafeței, densității particulelor, conținutul umidității, curgerea, coeficientul de frecare a particulelor etc.); caracteristica dispozitivelor de amestecare (dimensiunile și configurația amestecătorului, dimensiunile generatorului, tipul și modul de asamblare a dispozitivelor de încărcare-descărcare, materialul din care sînt construite și gradul lor de puritate) și condițiile operațiilor de amestecare (masa fiecărui component adăugat, raportul volumelor amestecului și ale malaxorului, metoda, consecutivitatea, locul și viteza de adăugare a componentelor, viteza de amestecare.

#### 5.2.1. Malaxoare

Aparatele în care materialele pulverulente se amestecă între ele și cu adaos de lichide se numesc malaxoare (amestecătoare).

Malaxoarele se clasează: după caracterul procesului de amestecare (convectivă sau difuzională), după principiul constructiv (malaxoare cu corp rotitor, în formă de tobe și palete în formă de Z), metoda de acțiune asupra amestecului (gravitațional sau centrifugal), caracterul procesului de amestecare care are loc în el (periodic sau continuu) și alte principii.

După caracterul procesului ce are loc în industria chimică farmaceutică cele mai răspândite sînt malaxoarele cu acțiune periodică care, în dependență de tipul piesei de lucru, pot fi clasate ca malaxoare: cu corp rotativ, palete-melc, cu material pulverulent în pat pseudofluidizat, cu acțiune centrifugă și corp conic.

*Malaxoare cu corp rotativ.* Din ele fac parte malaxoarele, utilizate la amestecarea materialelor uscate pulverulente. Malaxorul cu tobă (fig. 31) reprezintă un corp cilindric (3), care se rotește pe niște role-suport (1) cu o viteză de 6-8 turații/min. Pentru o amestecare mai bună pe pereții interiori ai tobei sînt montate niște bariere în formă de serpentină (4), iar în interiorul lui – câteva polițe longitudinale (5) cu bariere. Malaxorul cu tobă este un aparat cu acțiune periodică. Încărcarea și descărcarea se efectuează cu ajutorul unui șneac (2), care la încărcare se rotește într-o direcție, iar la descărcare – în direcție opusă. Malaxoarele cu tobă pot fi de forma prismei, cubului sau de altă formă, care se rotesc pe niște fuse orizontale (fig. 32). Malaxoarele sînt simple în construcție, însă cer un timp însemnat pentru amestecare, de câteva ore. De aceea aparatele de acest tip sînt înlocuite cu malaxoare mai eficace.

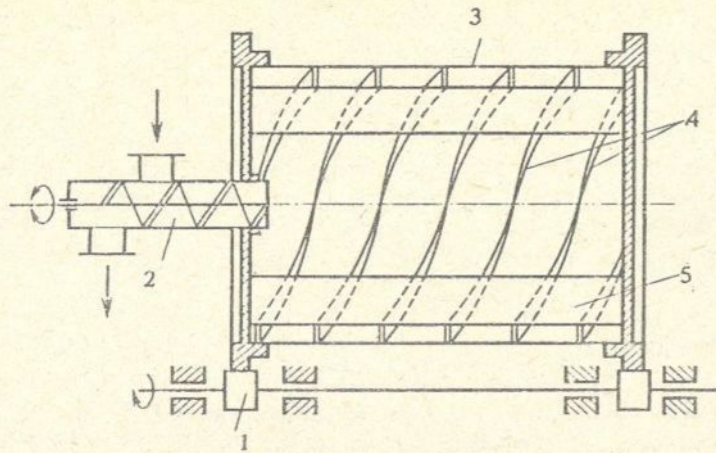


Fig. 31. Construcția malaxorului cu tobă. Lămurire în text

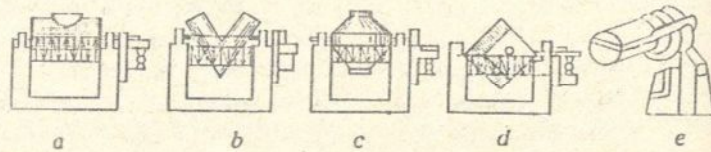


Fig. 32. Malaxoare cu corp rotativ: a — moară cu bile; b — malaxor în formă de V; c — malaxor biconic; d — malaxor în formă de cub; e — turbule

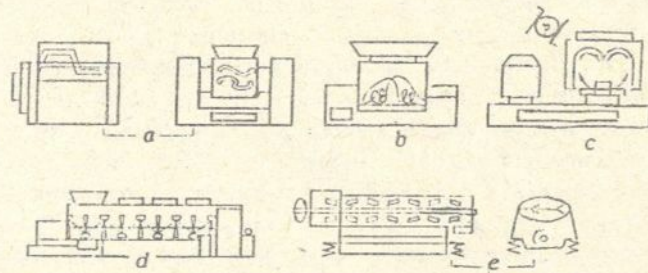


Fig. 33. Malaxoare cu palete rotitoare de diferite forme: a — cu palete în formă de S; b — cu palete în formă de șurub; c — malaxor circular; d — tip șnec; e — vibromalaxor

Malaxor universal (este descris la comprimate).

Malaxoarele cu palete rotitoare de diferite forme sînt prezentate în fig. 33. Forma lor este de tipul albicii cu palete în formă de S (fig. 33, a), cu palete în formă de serpentină (fig. 33, b), malaxor circular (fig. 33, c), cu șnec (fig. 33, d) și cu vibromalaxor (fig. 33, e).

Din cauza vitezei mici de rotație a rotorului, procesul amestecării în aparatele cu palete rotitoare în lucru este îndelungat.

### 5.2.2. Aparare cu material pulverulent în pat pseudofluidizat

Aceste malaxoare au găsit o largă răspîndire la producerea comprimatelor. Se deosebesc prin eficacitate înaltă și un timp scurt de amestecare, lipsa piezelor de rotire, ce asigură o puritate ridicată a produsului obținut. În afară de amestecare, în aceste aparate se efectuează un șir de operații tehnologice care însoțesc procesul preparării amestecului de comprimat: granularea, uscarea, pudrarea.

### 5.2.3. Malaxoare cu acțiune centrifugă cu con rotitor

În ele se atinge o amestecare calitativă a materialelor pulverulente, cheltuiind o cantitate relativ mică de energie, timp scurt de amestecare și randament bun. Malaxorul centrifug (fig. 34) este alcătuit dintr-un corp (10), pe care este fixat coșul (7). Motorul (11) și mecanismul de acționare rotesc organul de lucru — conul gol descris (8), afîrnat cu baza mare în sus. În partea de jos a conului sînt două ferestruici, aranjate diametral opus (9). Conul este apucat de un malaxor cu cadru instalat coaxial (6), care se rotește de la mecanismul de acționare (4), situat pe capac (5). Materialul, necesar amestecării, se alimentează printr-o gură de vizitare (3), se mișcă pe suprafața internă a conului de jos în sus sub acțiunea forțelor inerțiale centrifuge, se aruncă din con și formează un strat suspendat, în interiorul căruia are loc o amestecare intensă a componentelor. În spațiul dintre con și coșul malaxorului materialul străpunge o zonă, prin care trec paletele malaxorului-cu cadru. Ele amestecă suplimentar materialul și îndreaptă o parte a lui prin ferestre (9) din nou în con. După amestecare amestecul gata se descarcă prin jgheabul (1) cu șuber (2).

În malaxoarele de acest tip se atinge o amestecare uniformă, iar timpul amestecării se scurtează de cîteva ori.