

TRANSPORTUL LICHIDELOR

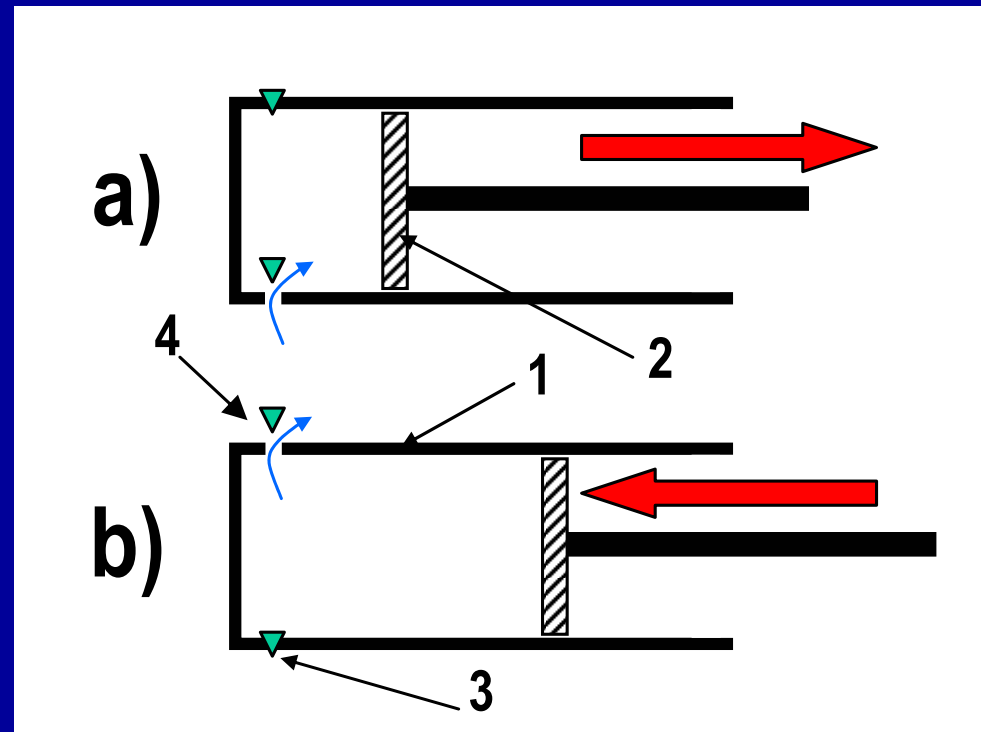
POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

POMPE ROTATIVE

POMPE CENTRIFUGE

POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

- o **Aspirația:** volumul camerei de pompare se mărește prin deplasarea unui piston (piston plonjor, membrane); rezultă o depresiune care aspiră lichidul în pompă. O supapă de refulare închide, în acest timp, conducta.
- o **Evacuarea:** volumul camerei de pompare se micșorează prin împingerea, în sens invers, a pistonului, plungerului sau membranei; lichidul din cameră este evacuat în conducta de refulare, trecând prin supapa de evacuare, care în acest timp este deschisă. O supapă de aspirație închide conducta de aspirație în timpul evacuării.



a - aspirație; b evacuare.
1 - cilindru; 2 - piston; 3 - supapa de aspirație; 4 - supapa de refulare

POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

- o Î închiderea și deschiderea supapelor se face - de obicei - automat, prin jocul presiunilor din camera de pompare.
- o Pompele cu piston se utilizează în situațiile în care trebuie transportate debite relativ reduse de lichid la presiuni ridicate.

POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

- o **Randamentul volumic** este definit ca raportul dintre volumul de lichid pompat efectiv într-o cursă a pistonului și volumul parcurs de piston în această cursă:

$$\eta_v = \frac{V_l}{V} = \frac{V_l}{l \cdot A} = 4 \frac{V_l}{\pi D^2 \cdot l} \quad (25)$$

- V_l = volumul pompat de piston într-o cursă [m^3];
- l = cursa pistonului [m];
- A = aria secțiunii cilindrului [m^2];
- D = diametrul cilindrului [m].

POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

o Randamentul volumic:

- 0,97 - 0,99 la pompele mari, de execuție foarte îngrijită,
- 0,94 - 0,98 la pompele mijlocii,
- 0,85 - 0,94 la pompele mici.

o Debitul volumic și debitul masic:

$$\begin{aligned} m_v &= i \cdot l \cdot A \cdot n \cdot \eta_v \\ m_m &= i \cdot l \cdot A \cdot n \cdot \eta_v \cdot \rho = m_v \cdot \rho \end{aligned} \quad (26)$$

- $i = 1$ sau 2 = numărul fețelor active ale pistonului,
- n = turația pompei,
- ρ = densitatea lichidului pompat,
- η_v = randamentul volumic definit de ecuația (25).

POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

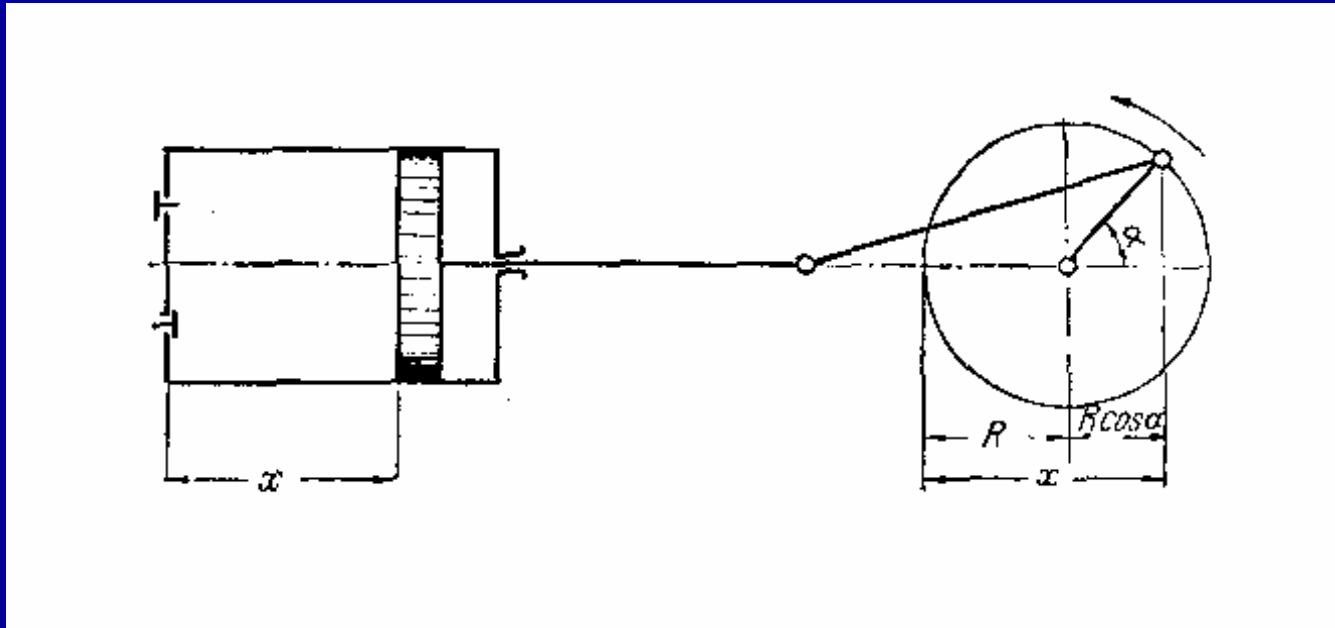
o **Puterea necesară** se determina din:

$$\begin{aligned} N &= \frac{m_v \cdot \Delta z}{\eta_T} \cdot \rho \cdot g = \frac{m_v \cdot W}{\eta_v \cdot \eta_m} \cdot \rho = \\ &= \frac{V \cdot n \cdot i \cdot W}{\eta_v \cdot \eta_m} \cdot \rho = \frac{A \cdot l \cdot n \cdot i \cdot W}{\eta_v \cdot \eta_m} \cdot \rho = \frac{m_m \cdot W}{\eta_v \cdot \eta_m} \end{aligned} \quad (27)$$

- N - puterea pompei [W];
- m_v - debitul volumic [m^3/s];
- Δz - înălțimea geometrică de pompare [m];
- W - energia totală de pompare pe unitatea de masă [m^2/s^2];
- V - volumul parcurs într-o cursă a pistonului (plungerului, membranei) [m^3];
- n - turația [s^{-1}];
- i - 1 sau 2, numărul de fețe active ale pistonului;
- A - aria secțiunii cilindrului de pompare [m^2];
- l - cursa pistonului [m];
- m_m - debitul masic [kg/s];
- η_T - randamentul total;
- η_v - randamentul volumic;
- η_m - randamentul mecanic.

POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

o VARIAȚIA DEBITULUI



$$x = r(1 + \cos \alpha) \quad (28)$$

$$dx = -R \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha \quad (29)$$

$$dV = A \cdot dx = AR \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha \quad (30)$$

POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

- o V = volumul debitat de pompă,
- o A = aria secțiunii cilindrului.
- o Deoarece rotația manivelei este uniformă cu viteza unghiulară ω se poate scrie:

$$\alpha = \omega \cdot t \quad (31)$$

- o **Debitul volumic momentan** (instantaneu):

$$m_v = \frac{dV}{dt} = \omega \cdot \frac{dV}{d\alpha} = \omega \cdot A \cdot R \cdot \sin \alpha \quad (32)$$

POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

- o **Debitul volumic maxim** corespunde valorii maxime a lui $\sin \alpha$ (pentru $\alpha = \pi/2$):

$$m_{V,\max} = \omega \cdot A \cdot R \quad (33)$$

- împărțind volumul V de lichid pompat în cursa utilă a pistonului (când α variază de la 0 la π):

$$V = A \cdot R \cdot \int_0^{\pi} \sin \alpha \cdot d\alpha = -(A \cdot R \cdot \cos \alpha)_0^{\pi} = 2A \cdot R \quad (34)$$

- la durata unei rotații a manivelei:

$$t = \frac{2\pi}{\omega} \quad (35)$$

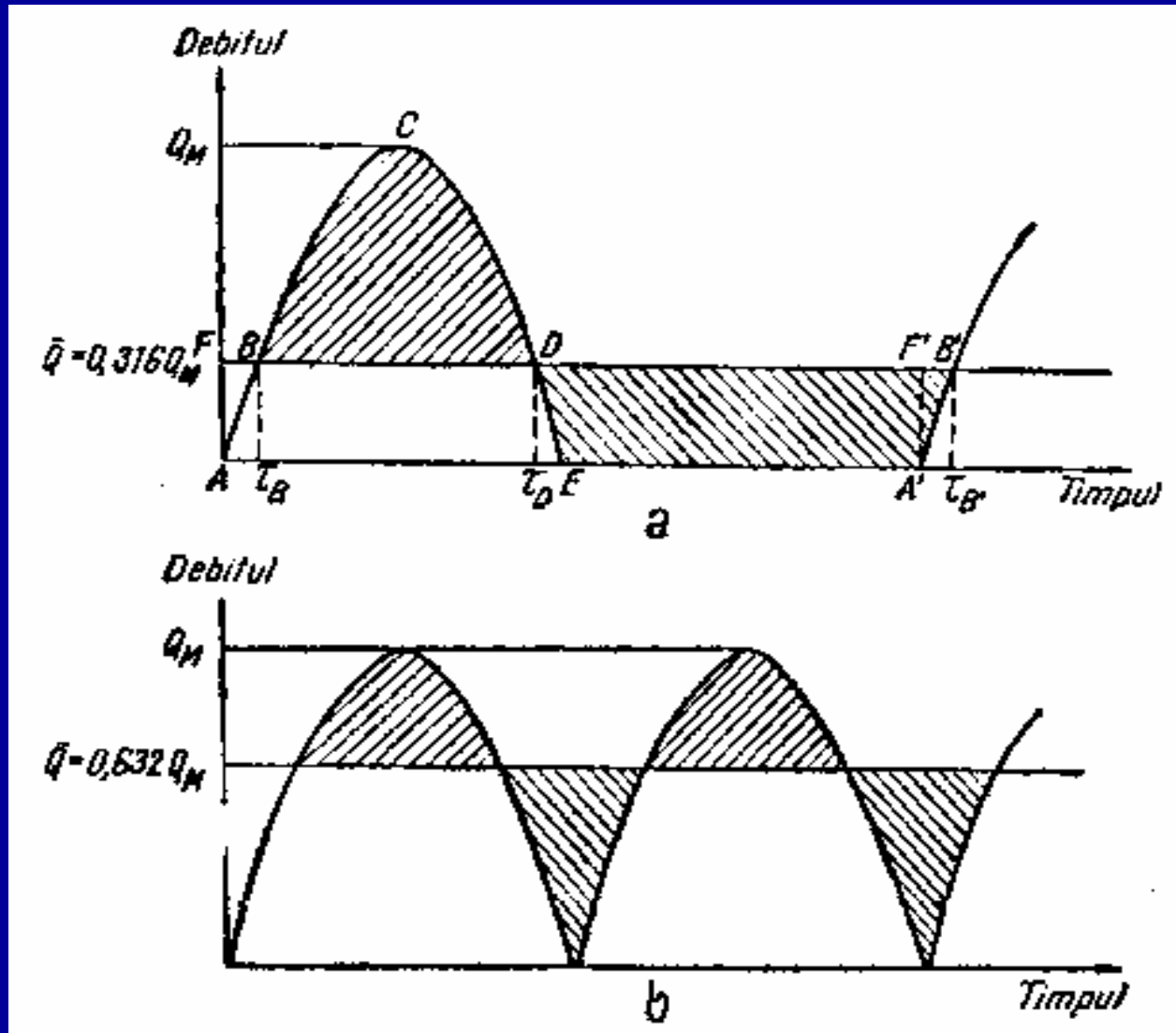
POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

o se obține **Debitul volumic mediu**:

$$\overline{m}_V = \frac{2A \cdot R}{\frac{2\pi}{\omega}} = \frac{\omega \cdot A \cdot R}{\pi} = 0,138 \cdot m_{V,\max} \quad (36)$$

o Ecuația (36) arată că debitul momentan al pompelor cu mișcări alternative cu simplu efect variază după o curbă sinusoidală (numai partea pozitivă a sinusoidelor), având un maxim de ωAR pentru $\alpha = 2k\pi + \pi/2$, k fiind un număr întreg.

POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE



Variația
debitului
pompeilor cu
mișcări
alternative:

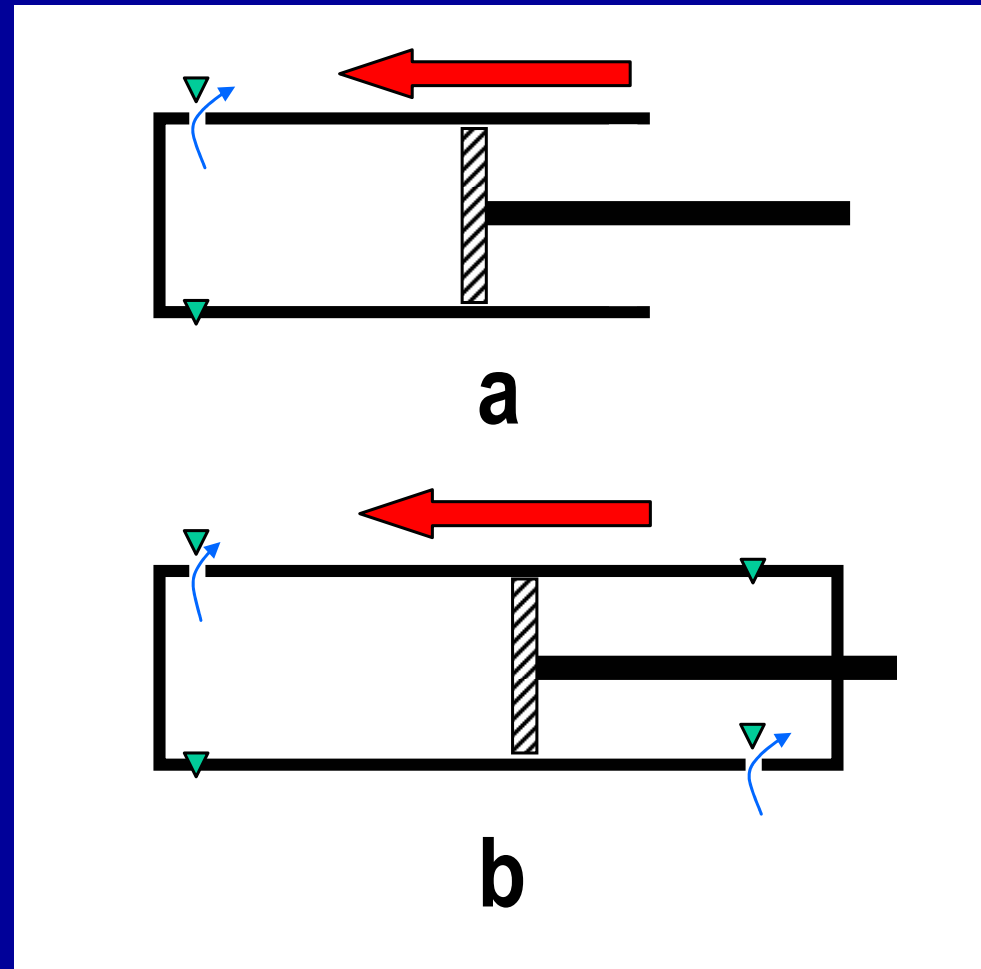
a - pompe cu
simplu efect;
b - pompe cu
dublu efect.

POMPE CU MIȘCĂRI ALTERNATIVE

- o La pompele cu dublu efect, debitul este pulsant dar neîntrerupt, atingând numai un moment valoarea zero;
- o Debitul mediu este: $m_V = 0,636 \cdot m_{V,\max}$ (37)
valoarea fiind dublă față de valoarea debitul mediu al pompelor cu simplu efect.

POMPE CU PISTON

- o Pompele la care refularea se face numai la mișcarea pistonului într-un singur sens (pistonul are o singură față activă) se numesc cu **simplu efect** (fig. 4.13 a).
- o Pompele la care refularea se face la fiecare cursă a pistonului (pistonul are două fețe active) se numesc cu **dublu efect** (fig. 4.13 b).
- o Acestea din urmă sunt prevăzute cu câte două supape pentru aspirație și două pentru refulare.



POMPE CU PISTON

- o Mai multe pompe cu simplu sau dublu efect pot avea pistoanele în legătură cu un arbore cotit comun.
- o Pentru uniformizarea debitului, cuplarea pistoanelor pe arbore se face cu un decalaj de 180° , 120° sau 90° , pompele numindu-se:
 - **duplex** (cu doi cilindri dispuși la 180°),
 - **triplex** (cu trei cilindri dispuși la 120°),
 - **cvadrupelex** (cu patru cilindri dispuși la 90°).

POMPE CU PISTON

- o **Actionarea** pompelor cu piston:
 - mașini de abur,
 - Electromotoare:
 - cu reductor de turație
 - prin transmisii cu curele.
- o Pentru **reglarea debitului** există următoarele posibilități:
 - variația turației electromotorului de antrenare;
 - variația cursei pistonului;
 - variația admisiei aburului, când pompa este acționată de o mașină de abur;
 - deschiderea unui ventil pe o conductă de ocolire (by-pass).
- o **La aceste pompe nu se poate regla debitul prin închiderea unui ventil pe conducta de refulare, existând pericolul spargerii pompei.**

POMPE CU PISTON

- o Turația pompelor cu piston se alege în funcție de lungimea cursei pistonului:
 - pentru curse < 300 mm: 60 – 160 rot/min (excepțional 250 rot/min),
 - pentru curse > 300 mm: viteza medie a pistonului să fie de aproximativ 0,5 m/s.

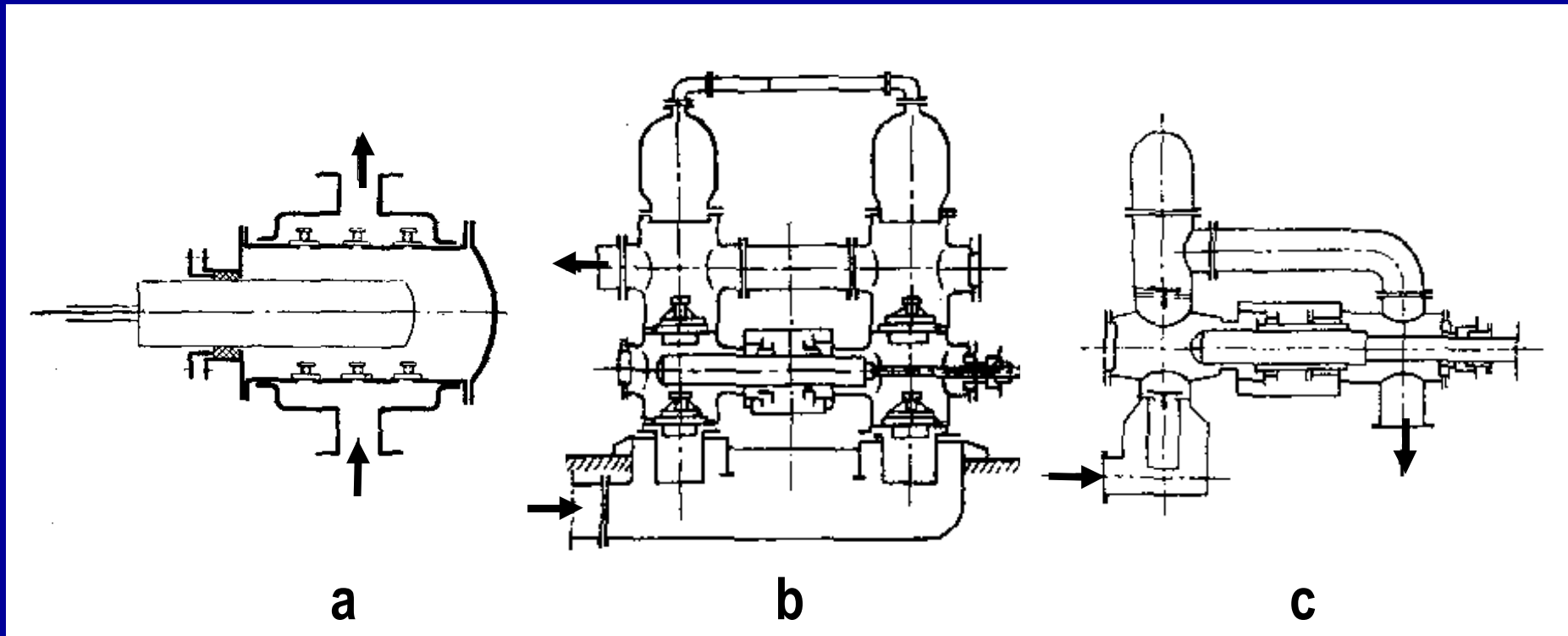
POMPE CU PISTON PLONJOR

- o Inconvenient important al pompelor cu piston = etanșarea între piston și peretele cilindrului;
- o Pt. remedierea unei etanșări este necesară demontarea pompei;
- o Datorită etanșării interioare, pompele cu piston nu pot fi utilizate pentru lichidele cu conținut de materiale solide în suspensie.
- o Aceste inconveniente dispar în cazul **pompelor cu piston plonjor (pompe cu plunger)**.

POMPE CU PISTON PLONJOR

- o **Plungerul** = un corp cilindric, care prin volumul său relativ mare înlocuiește pistonul în rolul de mărire/micșorare alternativă a volumului liber al camerei de pompare.
- o **Etanșarea** = cutie de etanșare, montată în corpul cilindrului, ușor de strâns sau de schimbat garnitura, din exterior.
- o Un **alt avantaj** al acestor pompe: supapele pot fi montate oriunde pe peretele camerei de pompare.

POMPE CU PISTON PLONJOR



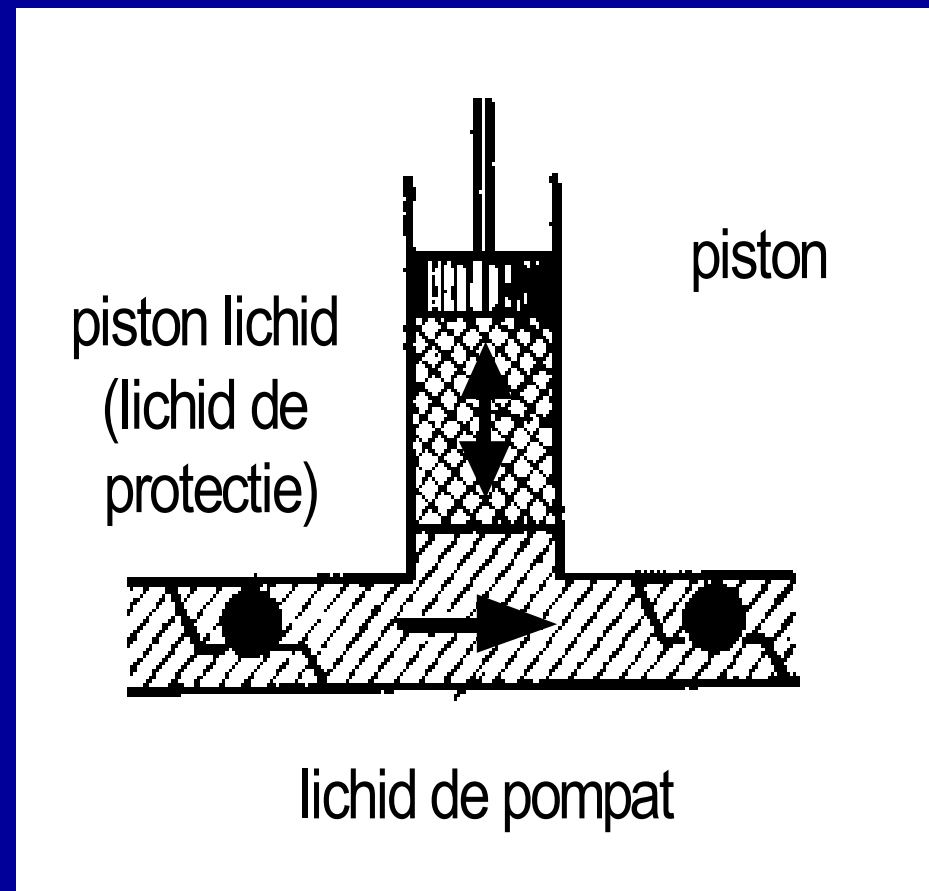
Pompe cu piston plonjor:

a - pompă cu simplu efect; b - pompă cu dublu efect;
c - pompă diferențială

Lucian Gavrila – OPERATII UNITARE I

POMPE CU PISTON LICHID

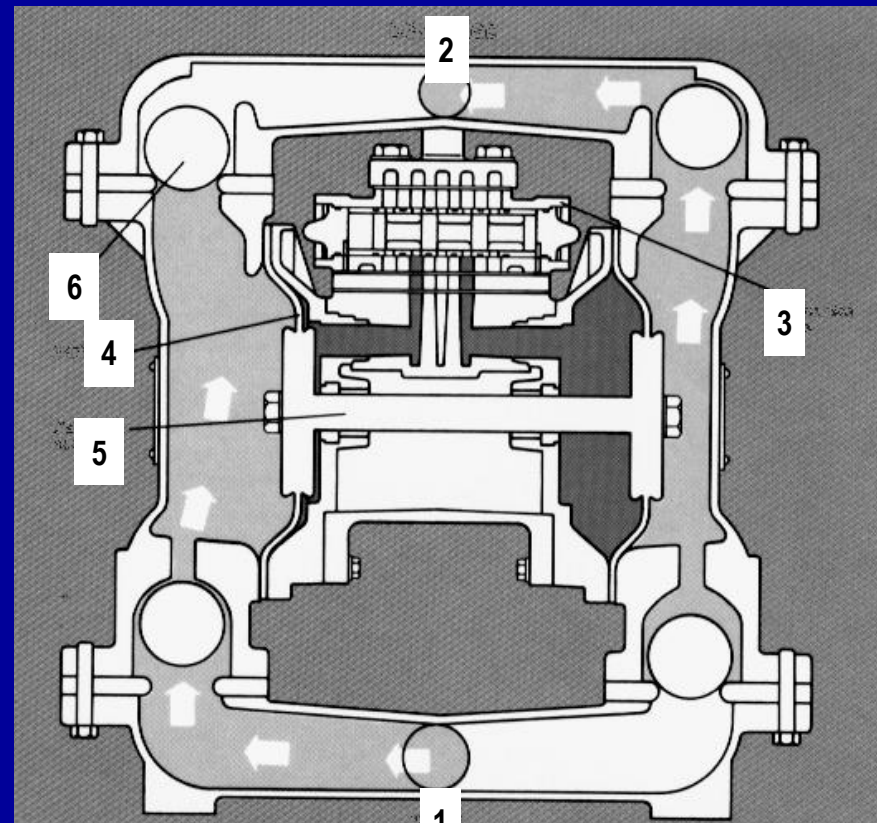
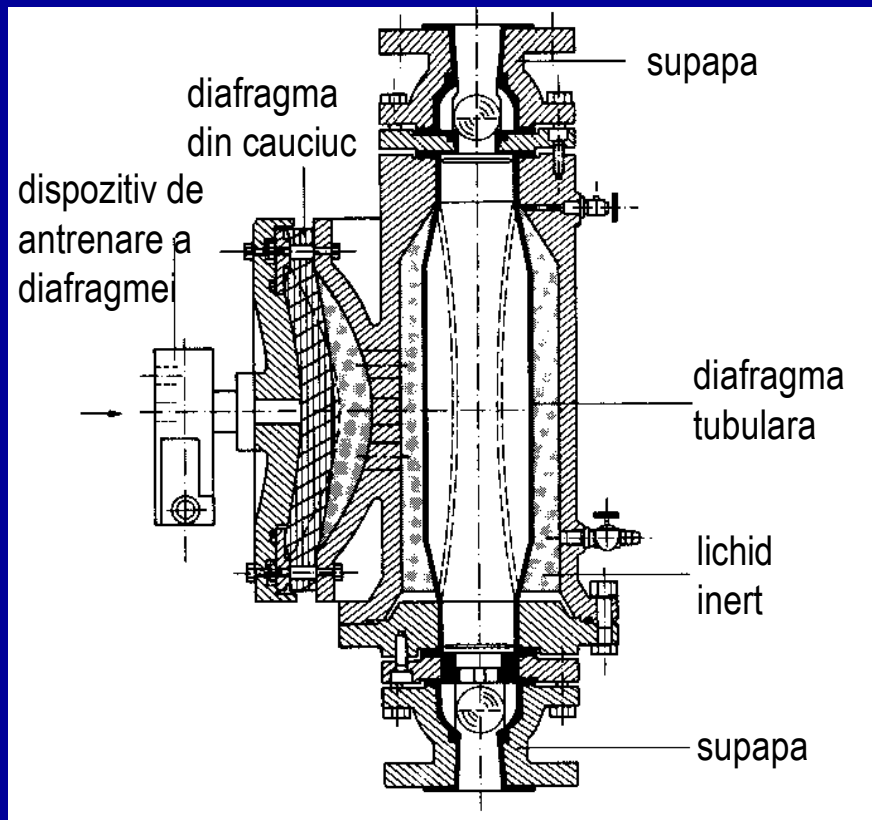
- o Sunt utilizate pentru pomparea, pe distanțe mici, a lichidelor corozive.
- o Pistonul (plungerul) și camera de pompare sunt protejate de acțiunea corozivă a lichidului pompat printr-o pernă de lichid protector (ulei de parafină, de exemplu) necoroziv și nemiscibil cu lichidul pompat.



POMPE CU DIAFRAGMĂ

- o Tot în scopul protejării pistonului de acțiunea corozivă sau abrazivă a lichidului pompat se construiesc **pompele cu diafragmă**.
- o Similare dpdv constructiv cu pompele cu piston lichid,
- o Deosebirea = între piston și lichidul pompat există o **membrană flexibilă** (din cauciuc, piele, teflon sau alte materiale elastice), prin a cărei mișcare se poate mări și micșora alternativ camera de pompare.
- o Singurele **piese mobile** aflate în contact cu lichidul pompat sunt **supapele**, acestea putând fi special proiectate pentru a face față agresivității lichidului pompat.
- o **Mișcarea diafragmei** se poate realiza prin:
 - mijloace mecanice,
 - cu ajutorul aerului comprimat,
 - prin intermediul unui electromagnet.

POMPE CU DIAFRAGMĂ



- o Pompă cu diafragmă cu dublu efect: 1 - aspirație; 2 - evacuare; 3 - valva distribuție aer; 4 - diafragme; 5 - ax; 6 - supape cu sferă

POMPE CU DIAFRAGMĂ

o Aplicații:

- transportul lichidelor nenewtoniene, în ciuda faptului că inițierea curgerii lichidelor pseudoplastice este mai dificilă.
- la pomparea suspensiilor lichidul este supus la o forfecare minimă.
- pentru transportul fluidelor alimentare viscoase, sensibile la forfecare, precum și pentru transportul suspensiilor abrazive se utilizează pompe cu diafragmă cu dublu efect.

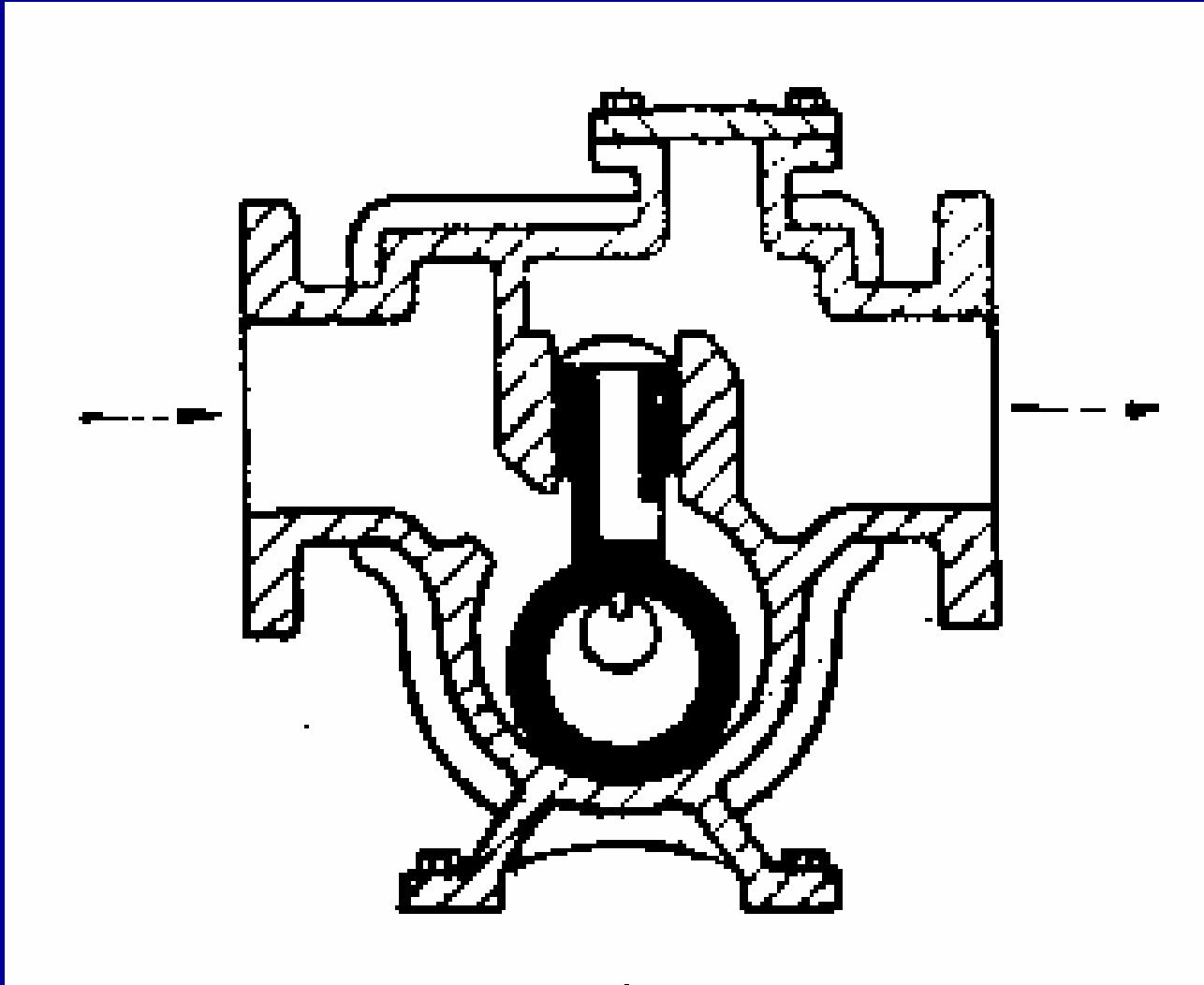
POMPE DOZATOARE

- o Sunt utilizate pt. livrarea unui debit cunoscut, exact și constant de lichid, independent de variațiile de presiune în timpul exploatării.
- o Sunt acționate de motoare electrice cu turație constantă.
- o Pt. debite mici și presiuni ridicate se utilizează pompe cu plunger,
- o Pt. debite relativ mari și presiuni scăzute se utilizează pompe cu diafragmă,
- o Reglarea debitului = reglarea cursei pistonului.
- o Debitul poate fi variat de la 0 la maxim, (manual, automat)
- o Sunt folosite atât în instalațiile pilot cât și în instalațiile industriale pentru dozarea unor reactanți, inhibitori, catalizatori, aditivi, aromatizanți etc.

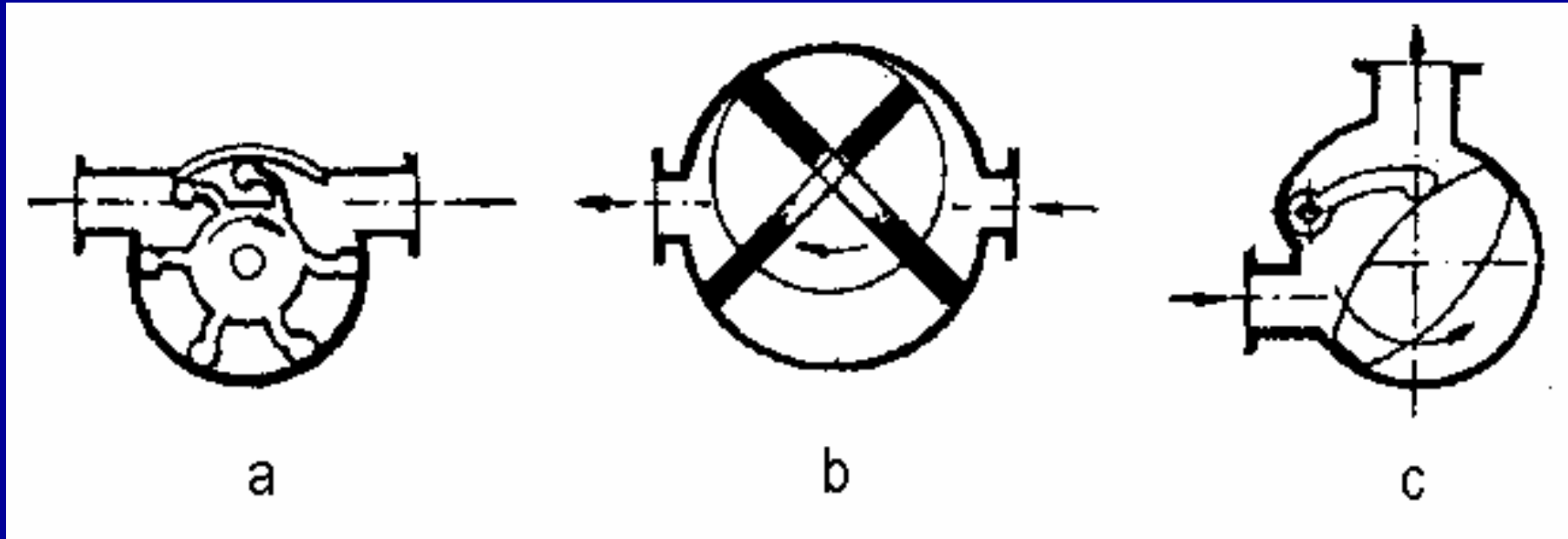
POMPE ROTATIVE

- o Transportul lichidului de la intrarea în pompă către ieșire, se face cu ajutorul unor subansamble care se rotesc etanș față de o carcasă.
- o Se caracterizează prin:
 - lipsa supapelor;
 - presiuni mari la refulare = 0,5 - 2,5 MPa (excepțional 30 MPa);
 - autoamorsare;
 - independența debitului de presiune;
 - dimensiuni reduse;
 - ungerea se face, cel mai adesea, chiar de către lichidul transportat;
 - posibilitatea transportului lichidelor având viscozități foarte mari, complet lipsite de fază solidă.
- o Debitul pompelor rotative se reglează prin variația turației sau printr-o conductă de ocolire (by-pass) cu robinet, nu printr-un ventil amplasat pe conducta de refulare.

POMPE ROTATIVE CU TAMBUR EXCENTRIC



POMPE ROTATIVE CU PALETE

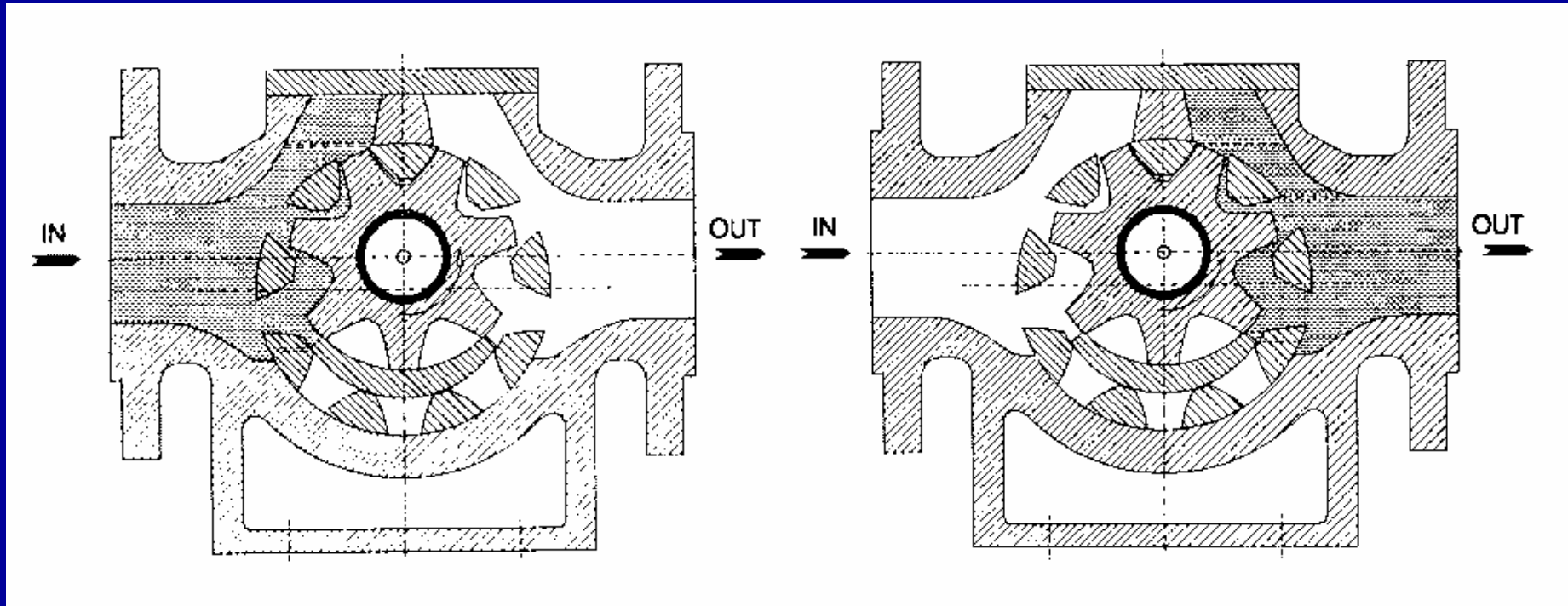


Pompe rotative cu palete:
a - elastice; b - culisante în rotor c - rabatabile.

POMPE ROTATIVE CU ANGRENAJE

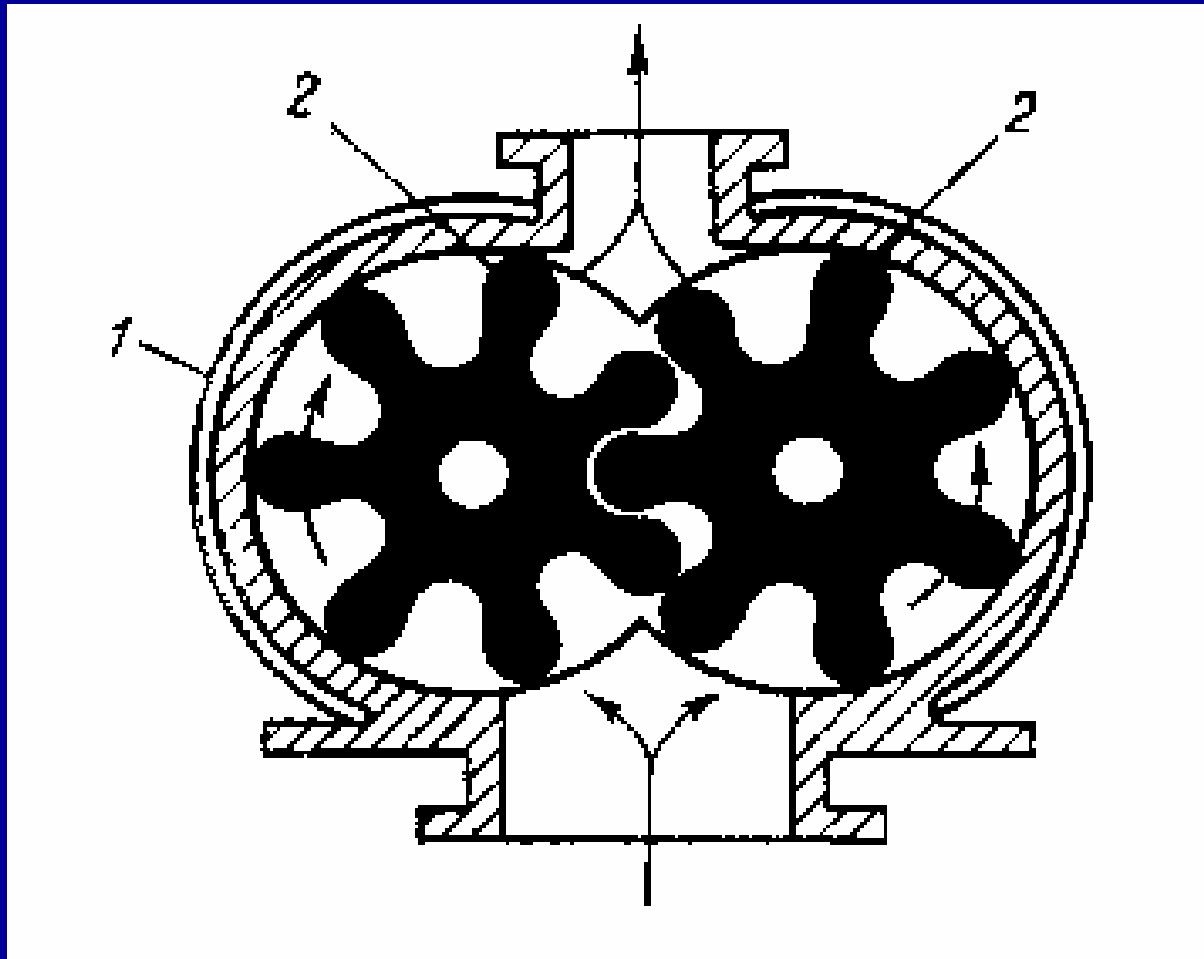
- o Sunt cunoscute și sub denumirea de **pompe cu roți dințate**.
- o Sunt alcătuite din doi cilindri dințați care angrenează:
 - exterior (fig. 4.20)
 - interior (fig. 4.21),rotindu-se în sensuri contrare, etanș între ei și față de carcasă.

POMPE ROTATIVE CU ANGRENAJE



Pompă cu roți dințate cu angrenare interioară

POMPE ROTATIVE CU ANGRENAJE



Pompă cu roți dințate cu angrenare exterioară:

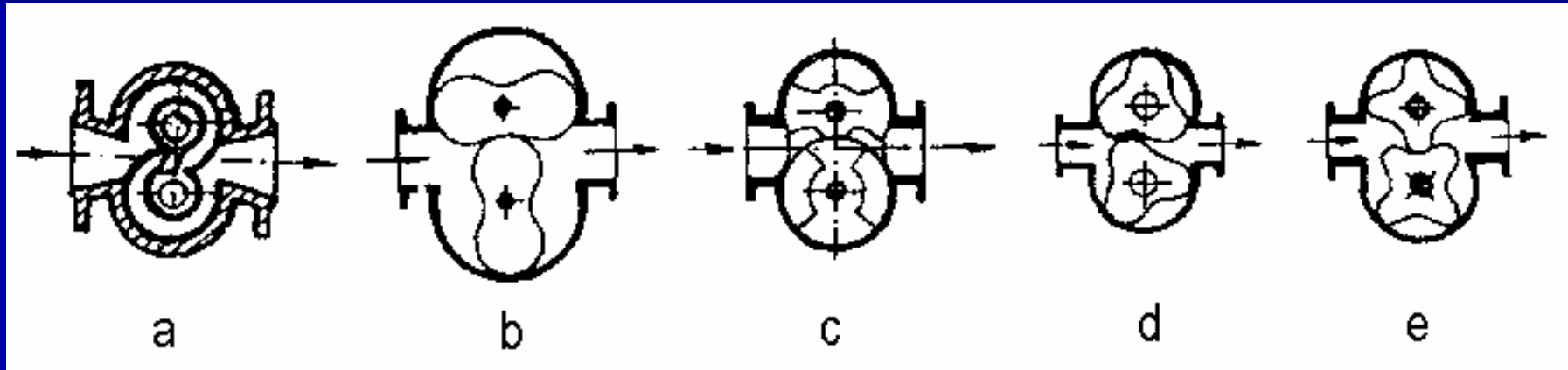
1 - carcasă; 2 - roți dințate.

Lucian Gavrilă – OPERATII UNITARE I

POMPE ROTATIVE CU ANGRENAJE

- o Se utilizează pentru transportul lichidelor cu viscozități foarte ridicate.
- o Datorită spațiului redus dintre dinți, nu se pot utiliza în transportul suspensiilor.
- o Se construiesc astfel de pompe pentru o gamă largă de:
 - debite (0,6 - 250 L/min),
 - presiuni (până la 1,5 MPa),
 - temperaturi (până la 523 K).

POMPE ROTATIVE CU PISTOANE PROFILATE



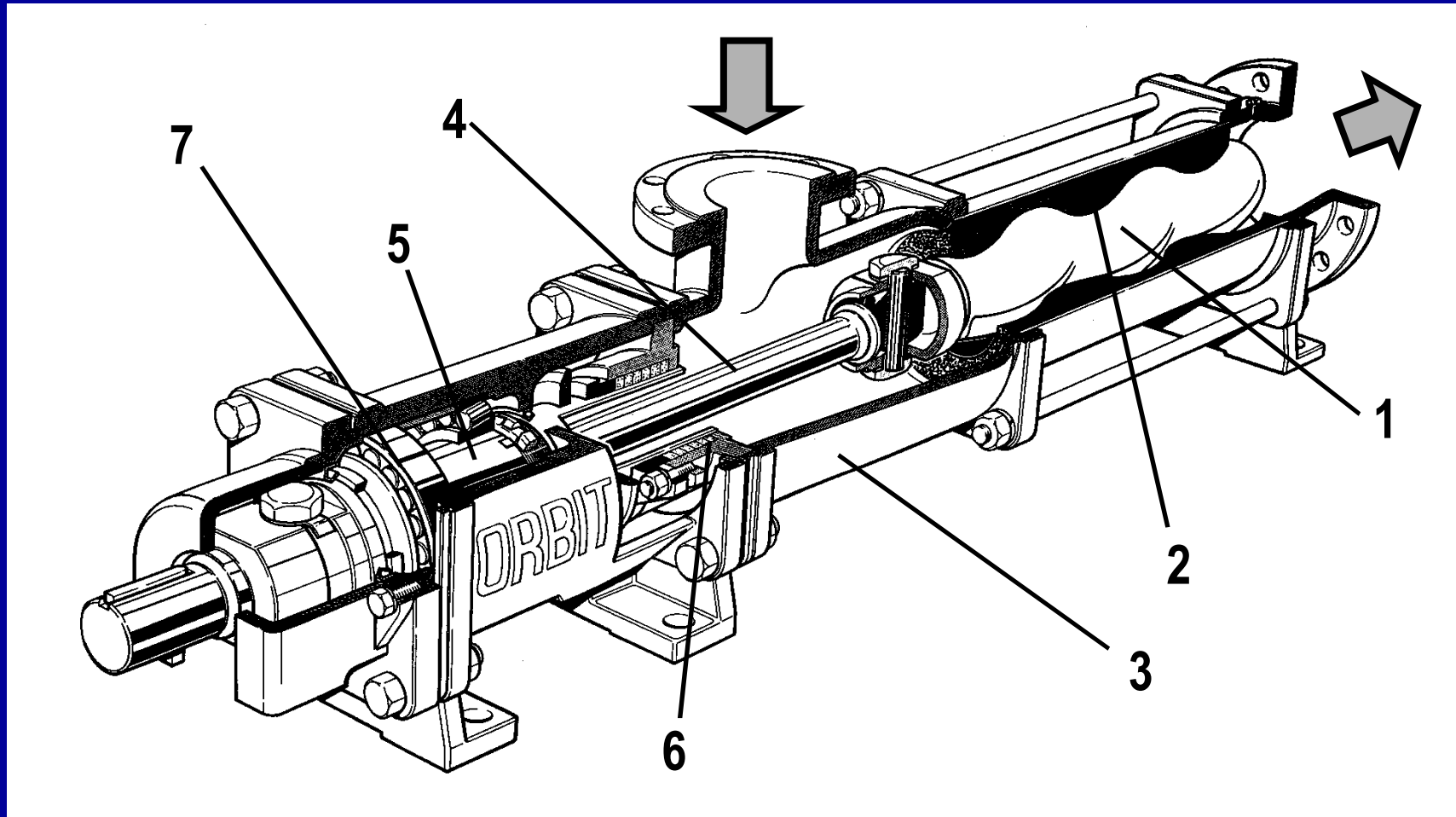
a – cu o aripă; b, c – cu două aripi; d - cu trei aripi; e – cu patru aripi.

- o Modul de lucru și caracteristicile acestor pompe sunt asemănătoare celor ale pompelor cu roți dințate.
- o În locul angrenajului, au 2 pistoane profilate care se rotesc în sens contrar.
- o Lichidul este transportat în spațiul dintre piston și carcasa pompei.

POMPE ROTATIVE CU ROTOR ELICOIDAL

- o Principiul de functionare *René Moineau* - 1939
- o Denumirile comerciale (MONO, MOYNO, NEMO etc.) derivă de la numele inventatorului.
- o Princ. componente = rotorul 1 și statorul 2.
- o Rotorul elicoidal este confecționat din metal sau din materiale ceramice cu duritate ridicată.
- o Statorul este confecționat dintr-un material elastic, astfel încât să se poată asigura etanșarea stator - rotor.
- o Numărul de spire al statorului este jumătate din numărul de spire al rotorului.

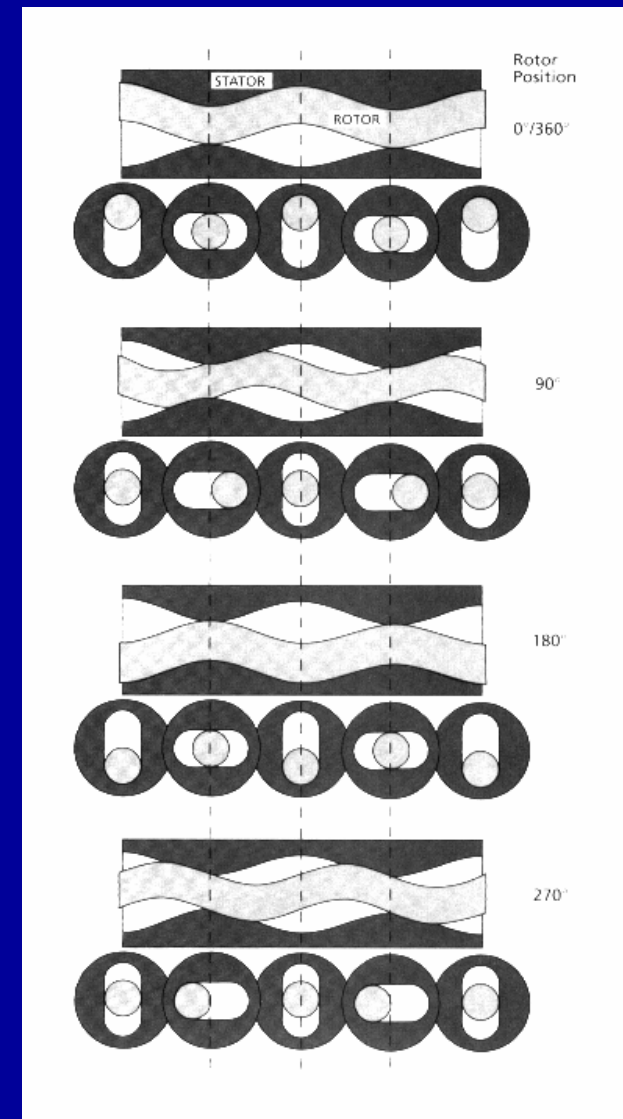
POMPE ROTATIVE CU ROTOR ELICOIDAL



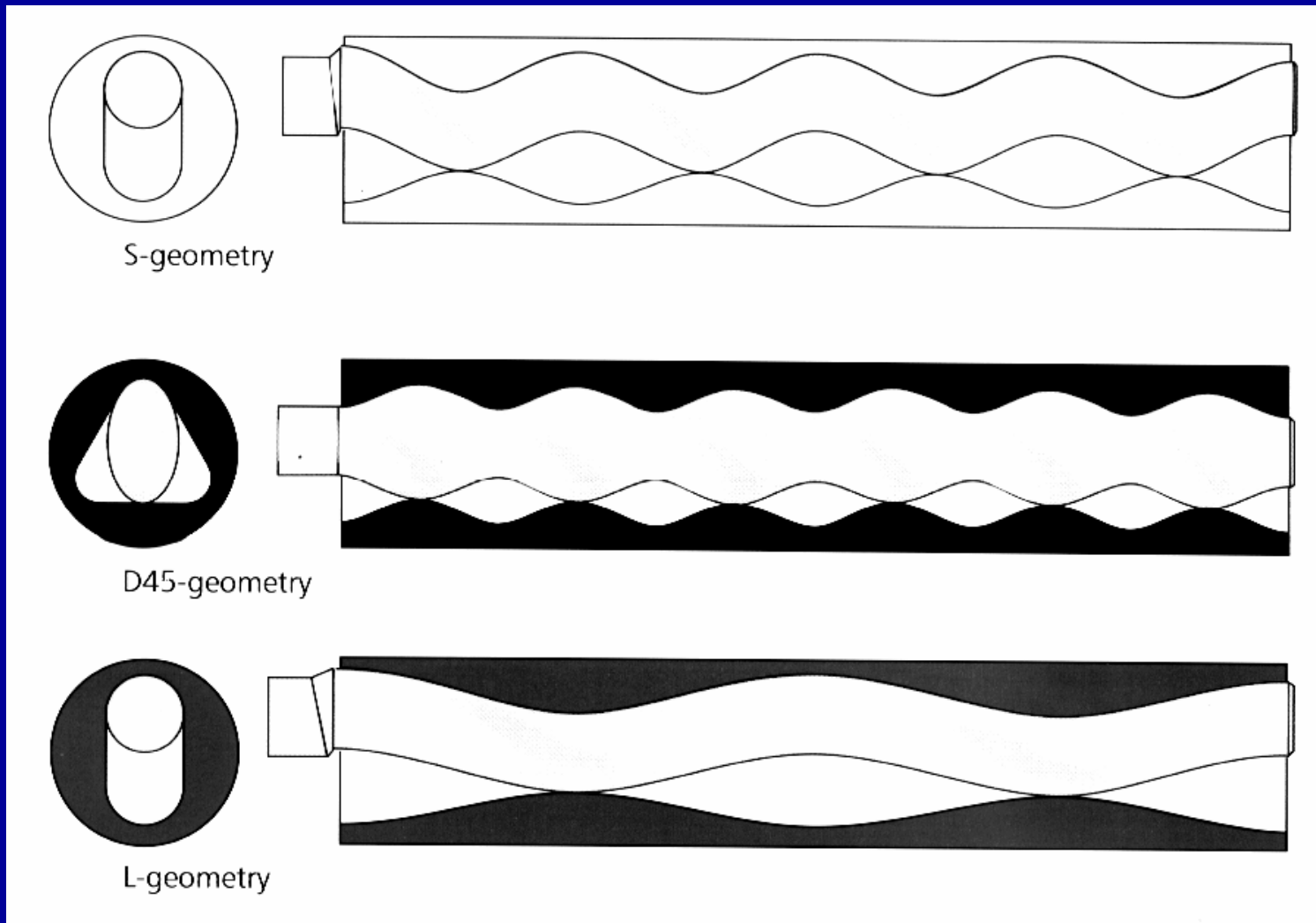
1 - rotor; 2 - stator; 3 - carcasă; 4 - ax; 5 - cuplaj;
6 - etanșare; 7 - lagăre

POMPE ROTATIVE CU ROTOR ELICOIDAL

- o Pentru a se putea mișca în interiorul statorului, rotorul este montat excentric pe axul de acționare 4, care execută o mișcare giratorie, generând o suprafață conică cu vârful foarte ascuțit.
- o Prin această mișcare, în timpul învârtirii rotorului se închid între stator și rotor porțiuni de lichid care sunt împinse și conduse de la intrare spre ieșirea din pompă.



POMPE ROTATIVE CU ROTOR ELICOIDAL



Geometria ansamblului rotor - stator

POMPE ROTATIVE CU ROTOR ELICOIDAL

o **Avantaje:**

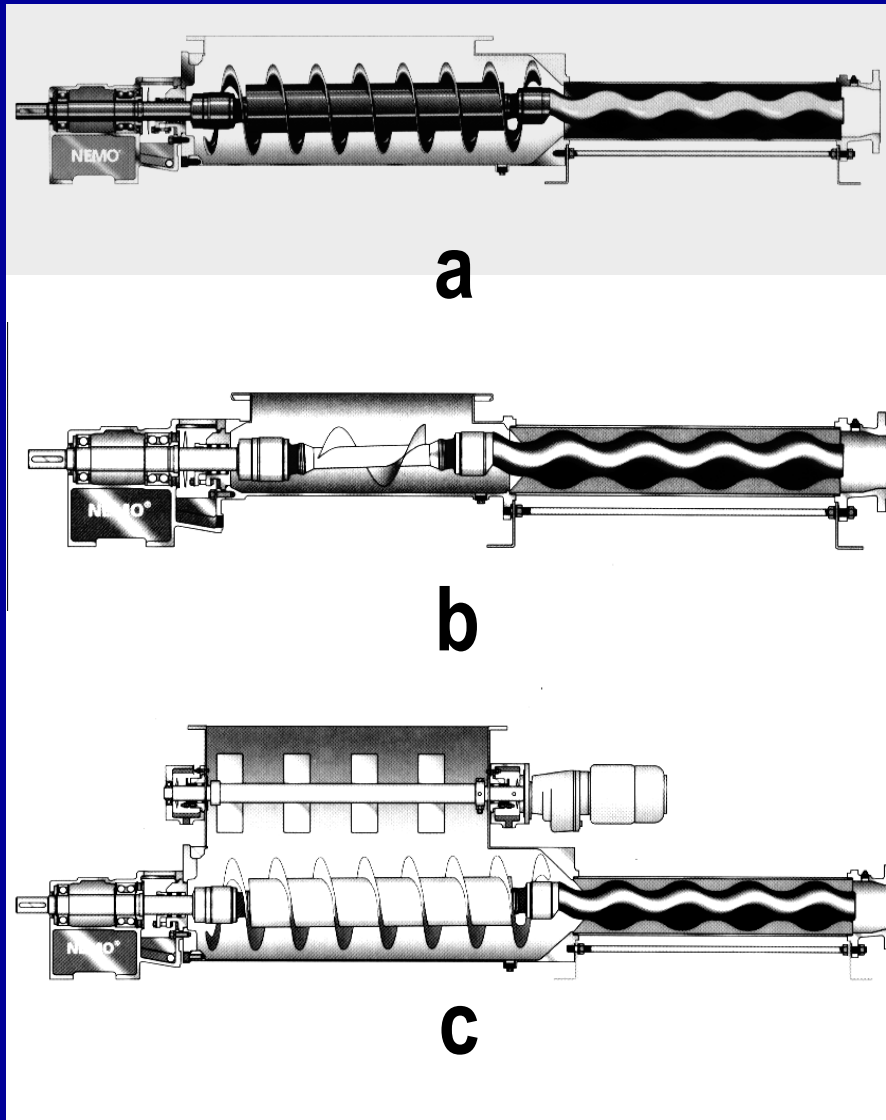
- a) posibilitatea cuplării directe a pompei la electromotor;
- b) debitarea continuă, fără pulsații;
- c) lipsa supapelor;
- d) posibilitatea pompării lichidelor foarte viscoase și a suspensiilor fibroase și grăunțoase;
- e) eroziunea redusă a statorului și înlocuirea ușoară a acestuia;
- f) mersul liniștit, fără zgomot;
- g) posibilitatea amplasării orizontale sau verticale a rotorului.

o **Dezavantaj:** randament mecanic redus, și este important ca ele să nu funcționeze în gol (fără lichid).

POMPE ROTATIVE CU ROTOR ELICOIDAL

o Pentru industria alimentară, cosmetică, farmaceutică, biotehnologii și inginerie genetică se utilizează astfel de pompe realizate în construcție igienică și aseptică, cu posibilități de curățire și igienizare fără a mai fi necesară demontarea (CIP, respectiv SIP).

POMPE ROTATIVE CU ROTOR ELICOIDAL



Pe lângă construcția standard se folosesc și pompe prevăzute cu:

- transportor elicoidal (a)
- buncăr de alimentare și șnec (b)
- malaxor și transportor elicoidal (c)

POMPE ROTATIVE CU ROTOR ELICOIDAL

- o Caracteristicile de performanță:
 - debite de până la $100 \text{ m}^3/\text{h}$,
 - înălțimi manometrice de până la 300 m.
- o Debitul acestor pompe variază liniar cu turația rotorului = se utilizează ca pompe dozatoare de mare precizie:
 - în sectorul medical și farmaceutic,
 - în industria produselor cosmetice
 - în industria produselor alimentare.

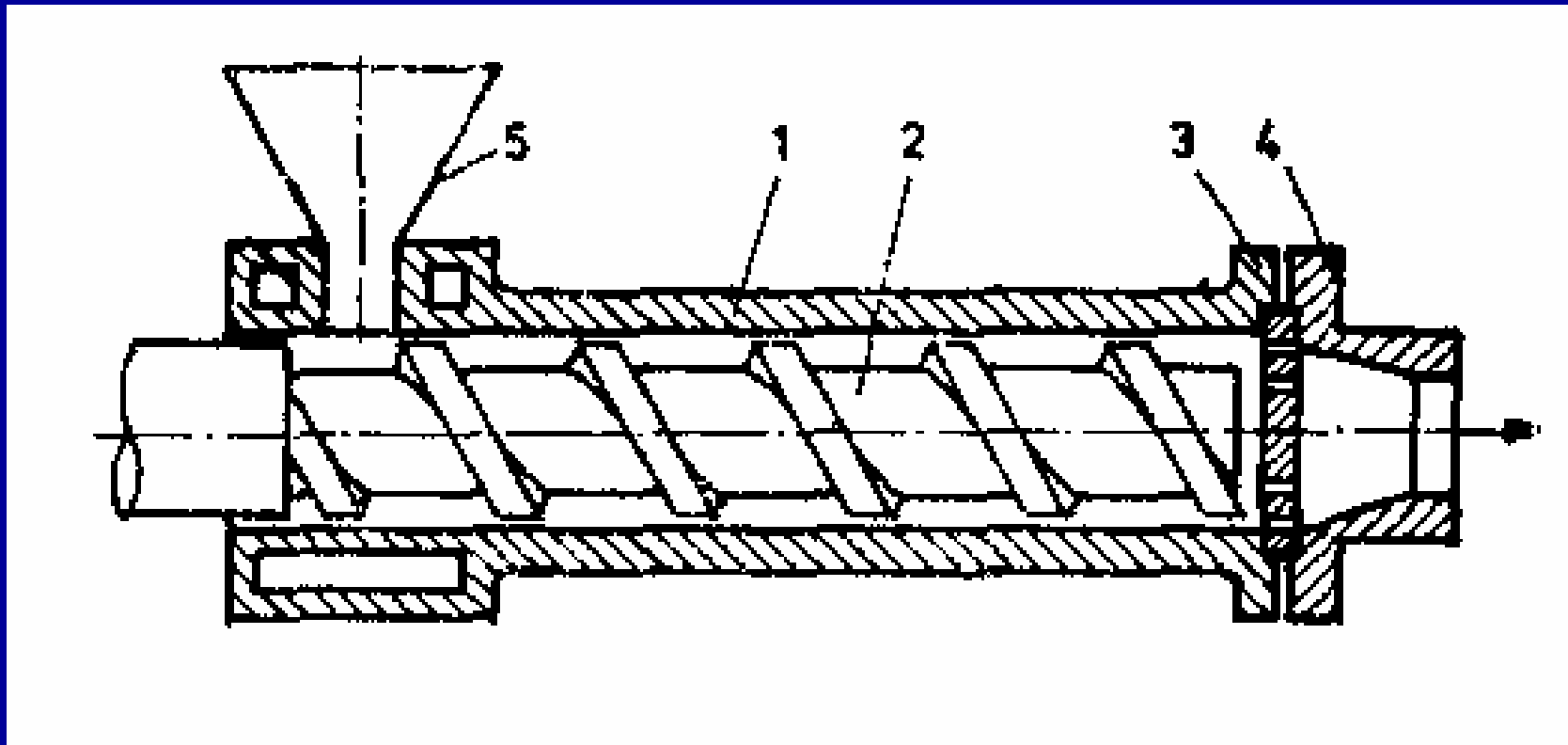
POMPE ROTATIVE CU ROTOR ELICOIDAL

o Aplicații în industria alimentară la transportul și dozarea:

- grăsimilor,
- pulpelor și sucurilor de fructe,
- reziduurilor de la prelucrarea fructelor,
- diatomitului pentru filtrarea berii,
- apelor de spălare cu conținut de frunze de la prelucrarea sfeclei și a tăițelilor de sfeclă,
- pentru alimentarea cu suspensii a filtrelor presă,
- pentru transportul
 - peștilor întregi (macrouri, sardele) sau a peștelui tranșat,
 - a uleiului de pește,
 - a nămolului de la decantoare, centrifuge, separatoare,
 - transportul și dozarea mierii, marmeladei, gemurilor, înghețatei, gelatinei, ciocolatei, umpluturilor de napolitane etc.

POMPE ROTATIVE CU ȘURUB

- o Pentru manipularea lichidelor cu viscozitate foarte ridicată și a pastelor se utilizează **extruderul cu șurub**:



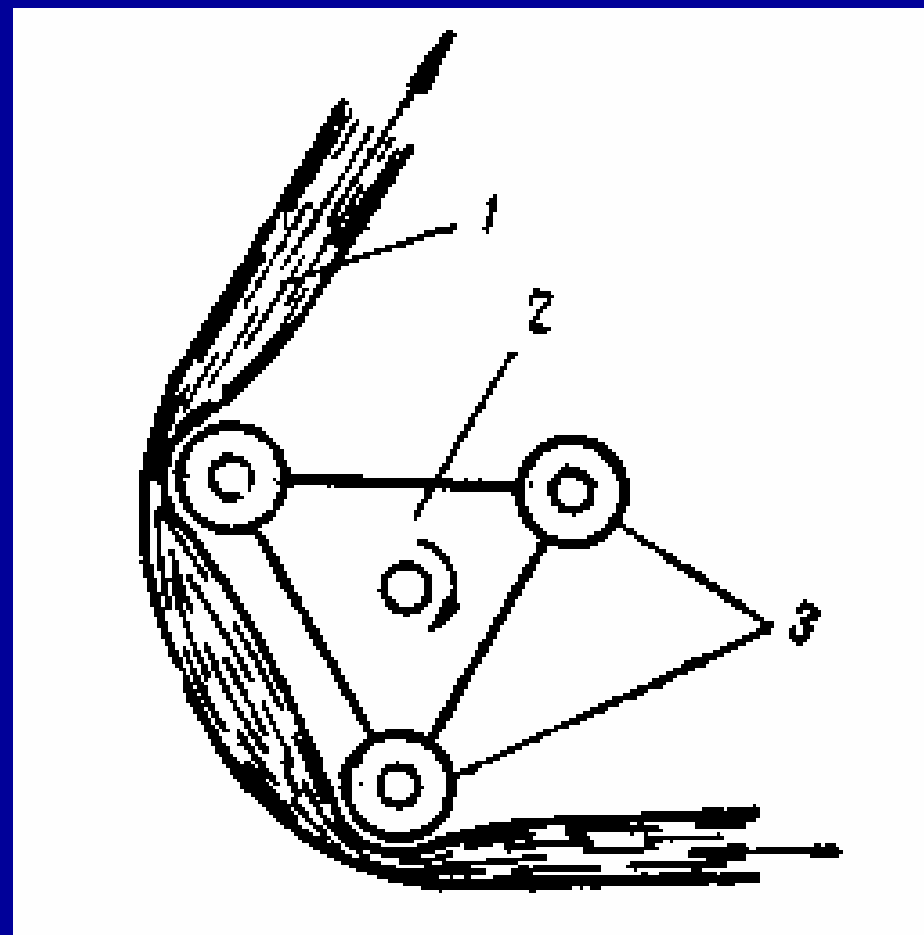
1 – cilindru; 2 – șurub elicoidal; 3 – placă cu orificii pentru uniformizarea curgerii; 4 – filieră; 5 – pâlnie de alimentare.

POMPE ROTATIVE CU ȘURUB

- o Extruderele se utilizează pentru fabricarea unor produse având secțiuni simple sau complexe (baghete, tuburi etc.) din industriile de fabricare a pastelor făinoase, a materialelor plastice, a catalizatorilor, a unor produse ceramice etc.
- o Curgerea se datorează forfecării suferite de material (lichid sau pastă) în canalul format între șurubul elicoidal și corpul pompei.

POMPE PERISTALTICE

- o Debitul de lichid poate fi precis controlat prin intermediul turației rotorului.
- o Debitele variază între 0,03 - 4 L/s, iar presiunile de refulare sunt cuprinse între 0,1 - 0,25 MPa.
- o Construcțiile actuale, din tuburi turnate, cu pereți groși, prevăzuți cu armătură, ating debite de până la 20 L/s și presiuni de până la 1 MPa.



1 - tub flexibil; 2 - rotor triunghiular; 3 - role presoare.

POMPE PERISTALTICE

o Aplicatii:

- manipularea fluidelor biologice, care trebuiesc ferite de orice contact impurificator.
- pomparea emulsiilor, cremelor și a altor materiale cu proprietăți reologice similare în instalații de laborator și de microproducție în care este necesară evitarea contactului cu aerul sau cu alte surse de contaminare chimică, biologică și bacteriologică.

o Pot fi utilizate cu succes și ca pompe dozatoare.

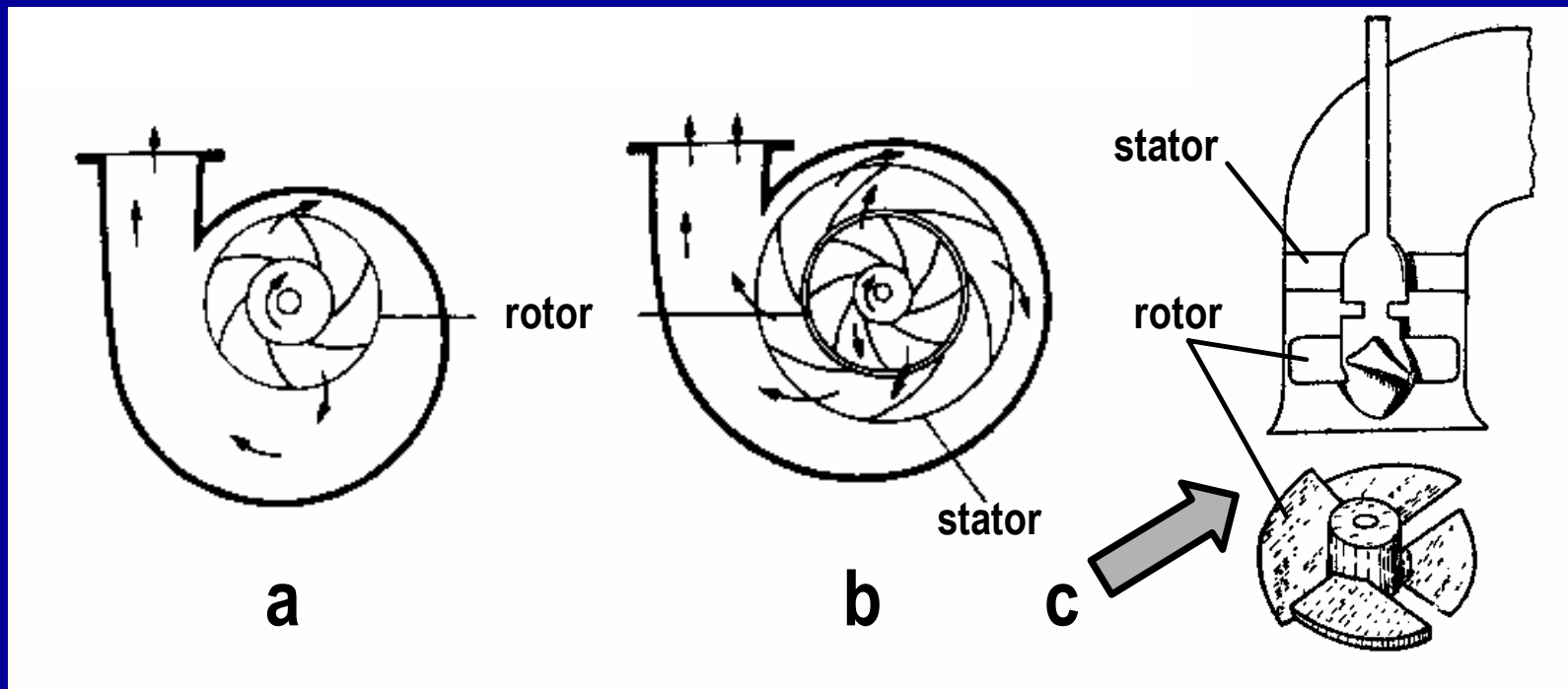
POMPE CENTRIFUGE

- o Într-o astfel de pompă lichidul este alimentat în centrul unui rotor care se învâрте cu o viteză mare;
- o Forța centrifugă astfel creată împinge lichidul:
 - radial spre periferia rotorului (la pompele centrifuge radiale)
 - în lungul axului pompei (la pompele centrifuge axiale).
- o În acest fel energia mecanică disponibilă la ax este transferată lichidului sub formă de energie cinetică.
- o Energia cinetică este treptat convertită în energie de presiune, pe măsură ce lichidul părăsește rotorul.

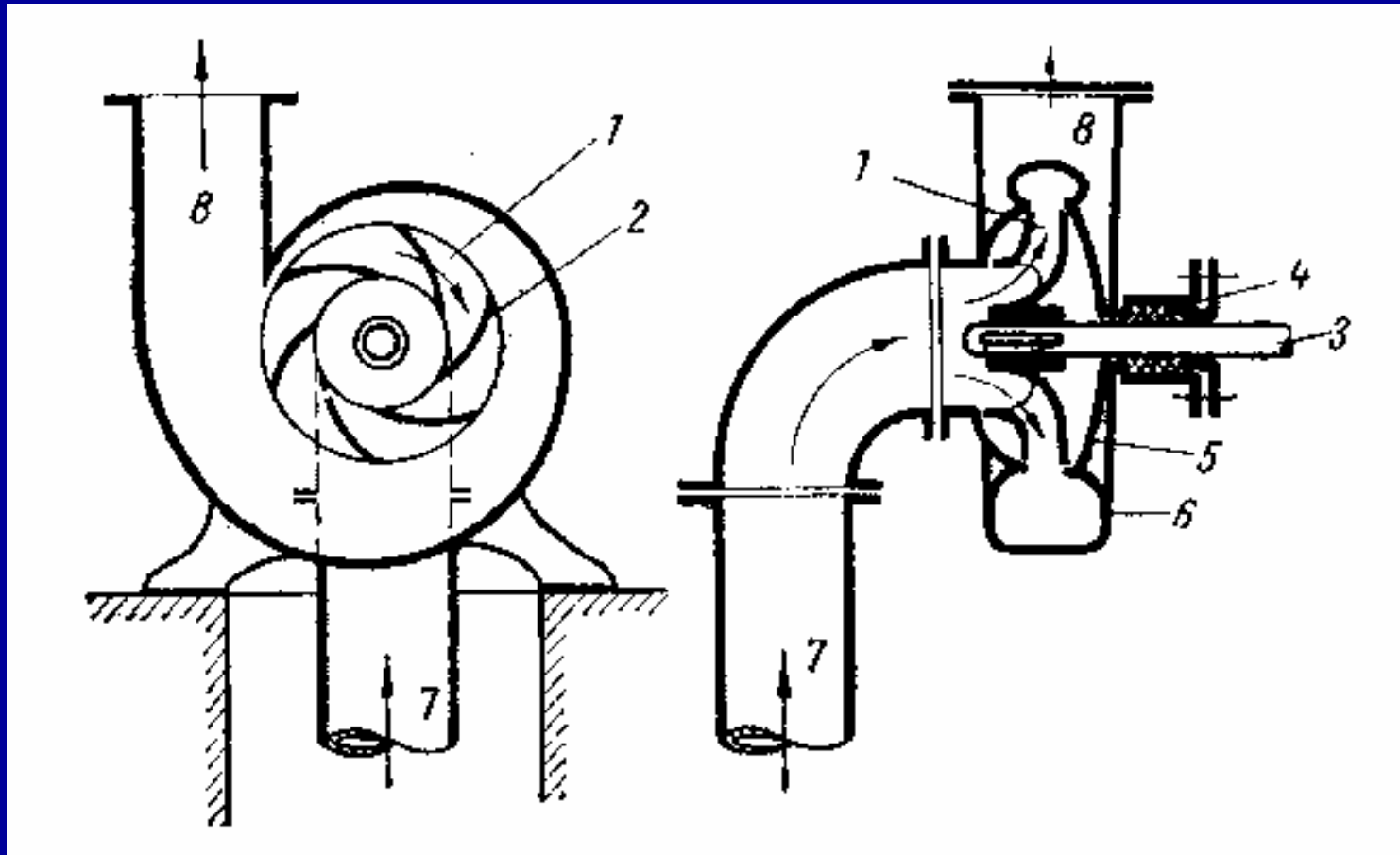
POMPE CENTRIFUGE

CLASIFICAREA POMPELOR CENTRIFUGE

- o pompe centrifuge radiale:
 - tip volută (a)
 - cu stator (b)
- o pompe centrifuge axiale (c)



POMPE CENTRIFUGE



Pompa centrifugă tip volută - schema de principiu

1 - rotor; 2 - palete; 3 - arbore; 4 - cutie de etanșare; 5 - carcasă;
6 - canal (melc) colector; 7 - racord de intrare; 8 - racord de ieșire

POMPE CENTRIFUGE



a

b

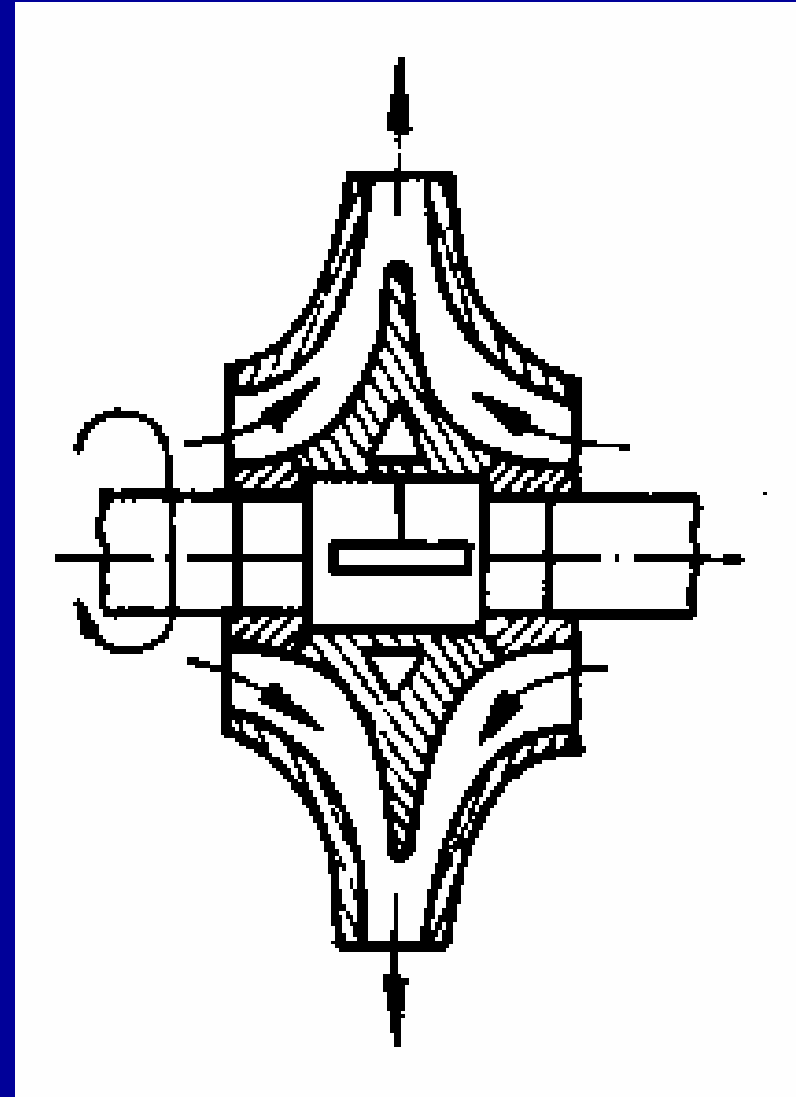
c

Tipuri de rotoare:

a - rotor deschis; b - rotor semiînchis;
c - rotor închis.

POMPE CENTRIFUGE

- o Rotorul cu dublă aspirație este de fapt format din două rotoare simple, plasate spate în spate, prezentând avantajul că realizează o mai bună echilibrare axială a pompei, dar și dezavantajul unei construcții mai complicate.



COMPORTAREA POMPELOR CENTRIFUGE ÎN FUNCȚIONARE

o În funcționarea pompelor centrifuge apar relații de interdependență între:

- debit (Q),
- înălțimea de pompare (Z),
- putere (N),
- turație (n).

COMPORTAREA POMPELOR CENTRIFUGE ÎN FUNCȚIONARE

- o Pentru pompe cu palete de aceeași formă, creșterea debitului implică și creșterea vitezelor, deci **debitul unei pompe este proporțional cu turația**.
- o Existând proporționalitate între viteză și turație, și proporționalitate între înălțimea de pompare Z și produsul vitezelor, rezultă că **înălțimea de pompare este proporțională cu pătratul turației**.
- o Puterea pompei fiind proporțională cu produsul dintre debitul pompei și înălțimea de pompare, rezultă că **puterea pompei este proporțională cu puterea a treia a turației**.

$$m \sim n$$

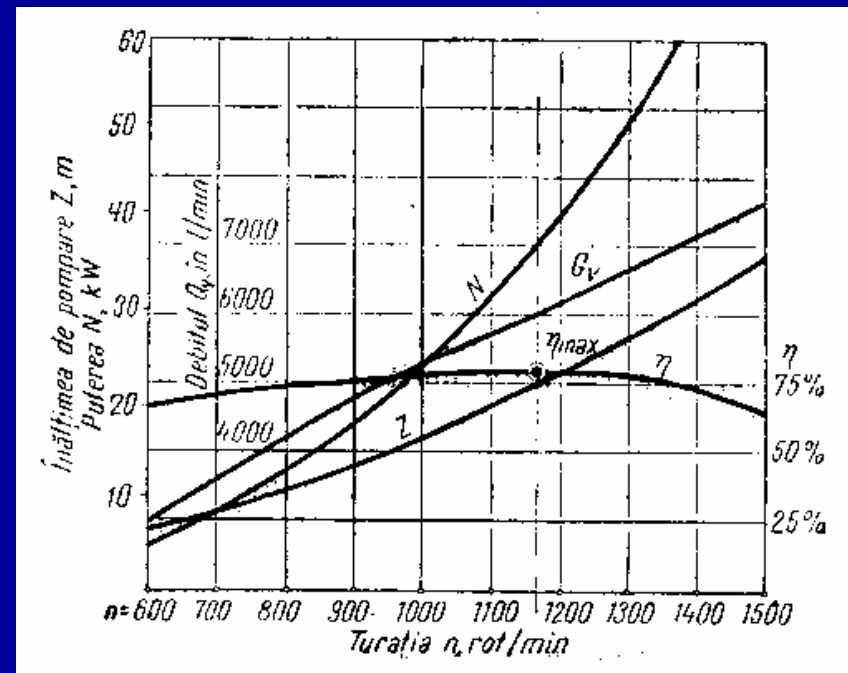
$$Z \sim n^2$$

$$N \sim n^3$$

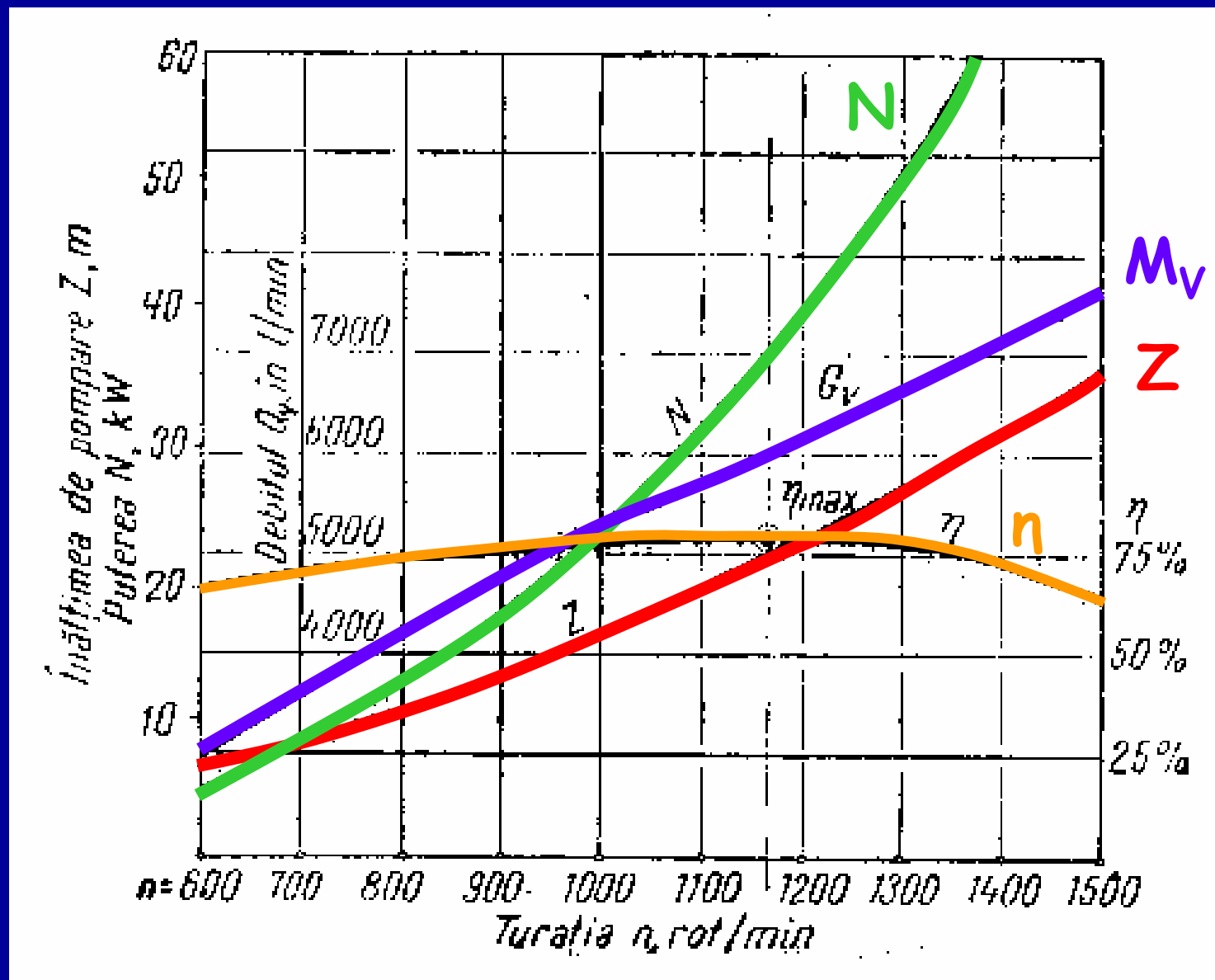
COMPORTAREA POMPELOR CENTRIFUGE ÎN FUNCȚIONARE

o Fiecare tip de pompă este testat la standul de probă pentru a găsi în mod experimental dependența exactă dintre **turația n** și:

- debitul volumic m_v ,
- înălțimea de pompare Z ,
- puterea necesară N ,
- randamentul η



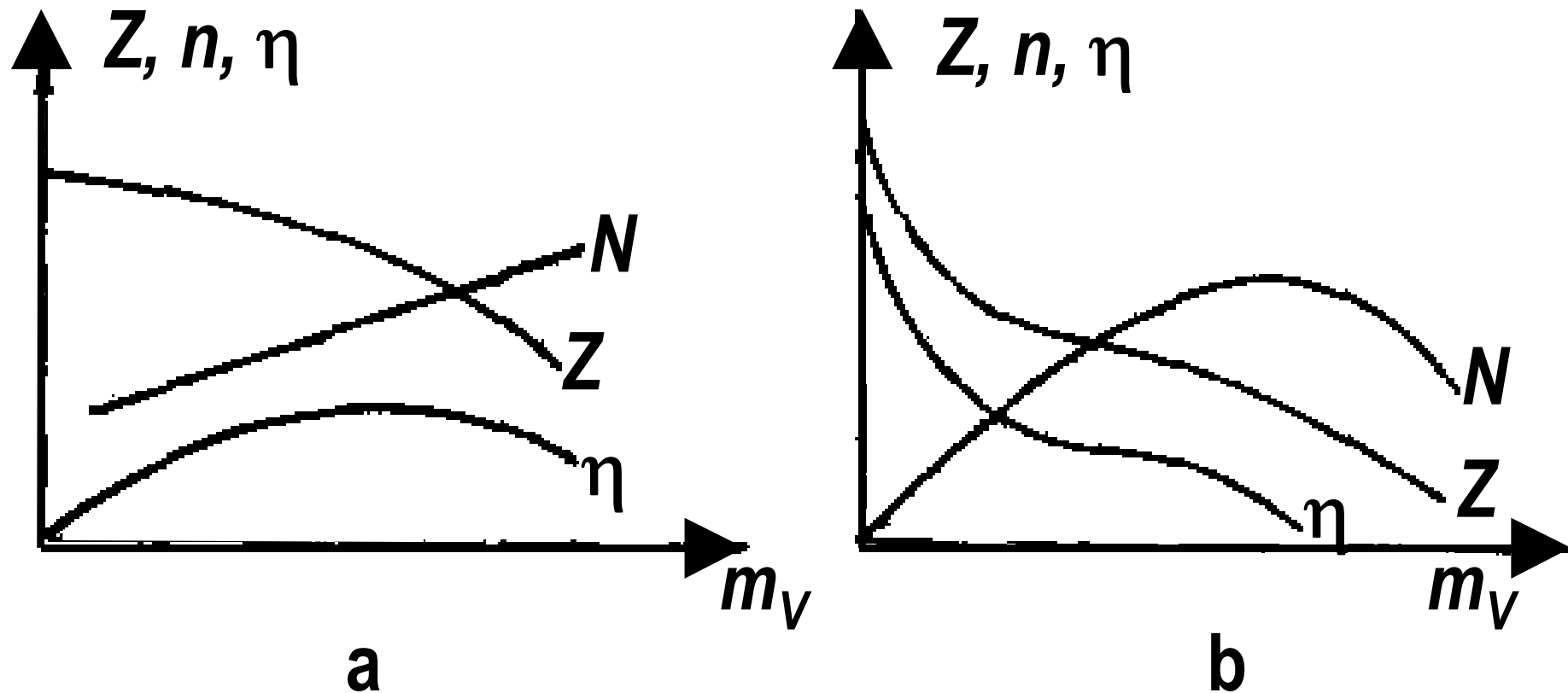
COMPORTAREA POMPELOR CENTRIFUGE ÎN FUNCȚIONARE



COMPORTAREA POMPELOR CENTRIFUGE ÎN FUNCȚIONARE

- o Alegerea pompelor centrifuge în practică:
 - înălțimea de pompare este fixă; ea este dictată de locul în care funcționează pompa;
 - înălțimea manometrică W/g din ecuația *Bernoulli*, depinde de viteză, deci de debitul lichidului;
 - motorul de acționare se alege pe alte considerente, astfel încât și turația este impusă.
- o În aceste condiții, este necesar să se cunoască, prin încercare pe standul de probă, variația înălțimii de pompare, a puterii și a randamentului, în funcție de **debit**, la **turația considerată**.

COMPORTAREA POMPELOR CENTRIFUGE ÎN FUNCȚIONARE

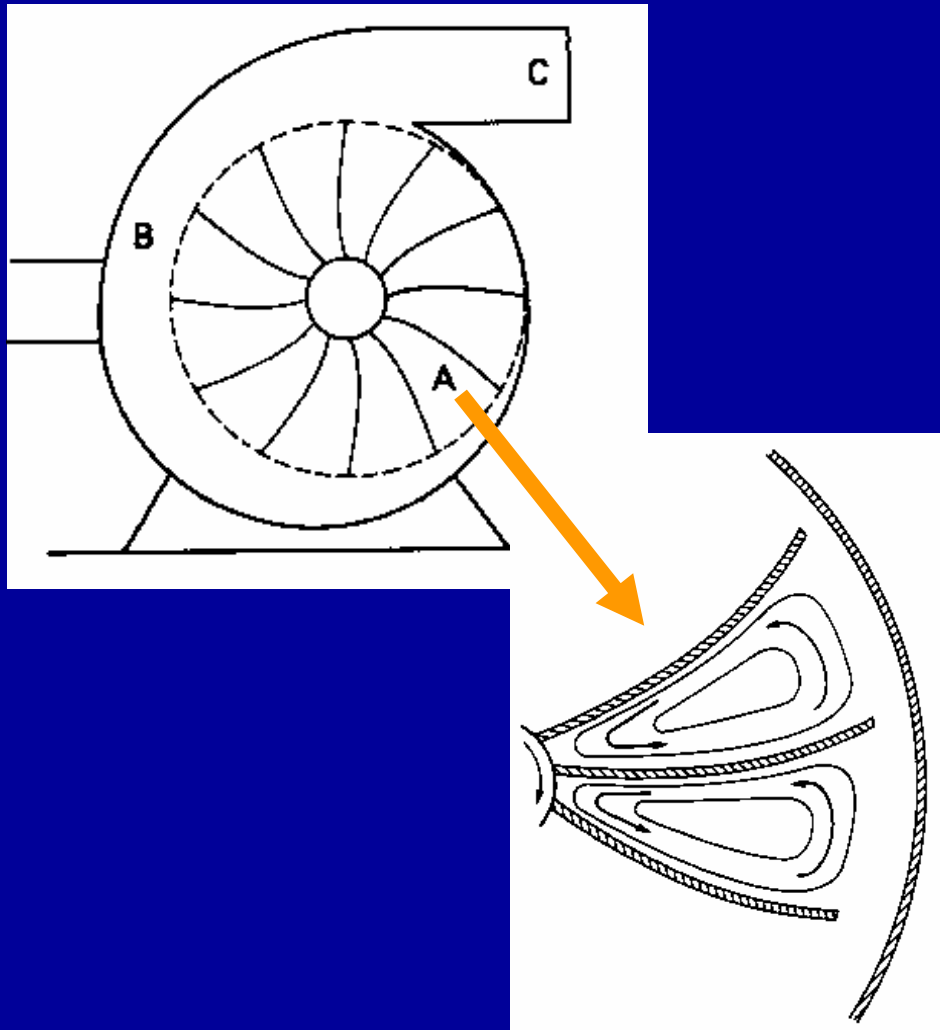


a - pompe centrifuge radiale;
b - pompe centrifuge axiale

POMPAREA LICHIDELOR CU COMPORTARE NENEWTONIANĂ

- o Principiul care stă la baza funcționării pompelor centrifuge = transformarea energiei cinetice într-o energie de presiune care provoacă fenomenul de curgere.
- o Într-o de pompă centrifugă, efectul de forfecare este variabil.

POMPAREA LICHIDELOR CU COMPORTARE NENEWTONIANĂ



- o Când refularea este complet închisă, forfecarea maximă apare în spațiul dintre rotor și carcasă (zona B).
- o Între paletele rotorului (zona A) are loc o circulație internă a lichidului.
- o În conducta de refulare (zona C) lichidul este esențialmente static.

POMPAREA LICHIDELOR CU COMPORTARE NENEWTONIANĂ

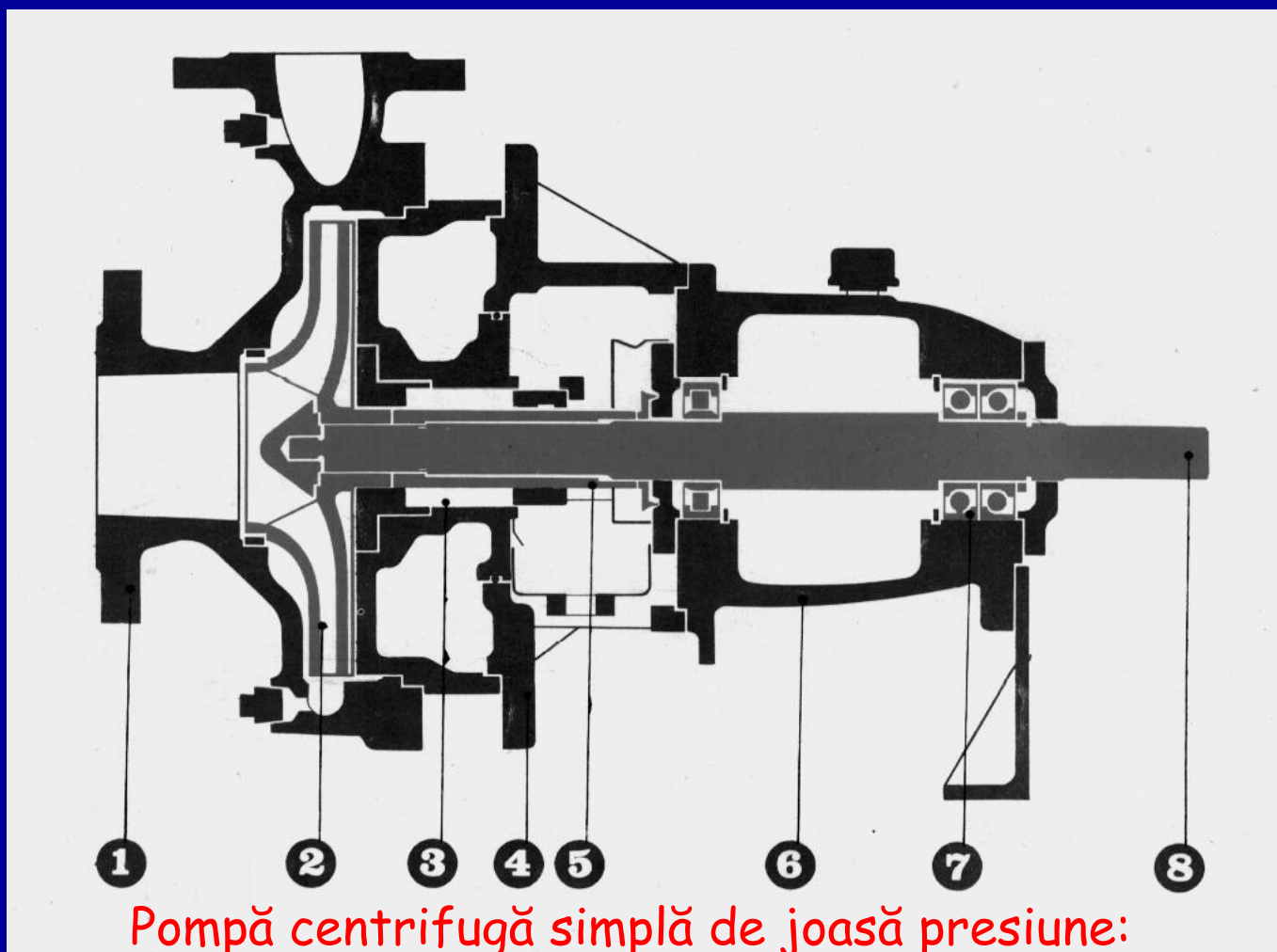
- o Dacă lichidul vehiculat are proprietăți pseudoplastice, viscozitatea sa efectivă va fi diferită, fiind mai redusă în zona *B* decât în zonele *A* și *C*.
- o În condiții staționare, presiunea dezvoltată în rotor produce o curgere uniformă prin corpul pompei. La pornire este posibil să apară dificultăți; datorită viscozității aparente foarte înalte a lichidului, motorul poate fi suprasolicitat.
- o Este posibil ca pompa să ajungă foarte încet să debiteze lichidul la capacitatea cerută.
- o Forfecarea prelungită a unor lichide pseudoplastice conduce de regulă la deteriorarea și degradarea acestora, astfel încât pompele centrifuge nu se recomandă pentru vehicularea lor.

PC REPREZENTATIVE

o POMPE SIMPLE DE JOASĂ PRESIUNE

- înălțimi manometrice de până la 200 m,
- debite de 5 - 2000 m³/h,
- presiuni de 1,6 - 2,5 MPa.
- legate direct de electromotorul care lucrează la 1450 sau 2900 rot/min prin intermediul unui cuplaj elastic
- Construcția acestor pompe permite accesul în pompă pentru revizii și reparații fără demontarea din instalație și de pe placa de bază.

PC REPRESENTATIVE



Pompă centrifugă simplă de joasă presiune:

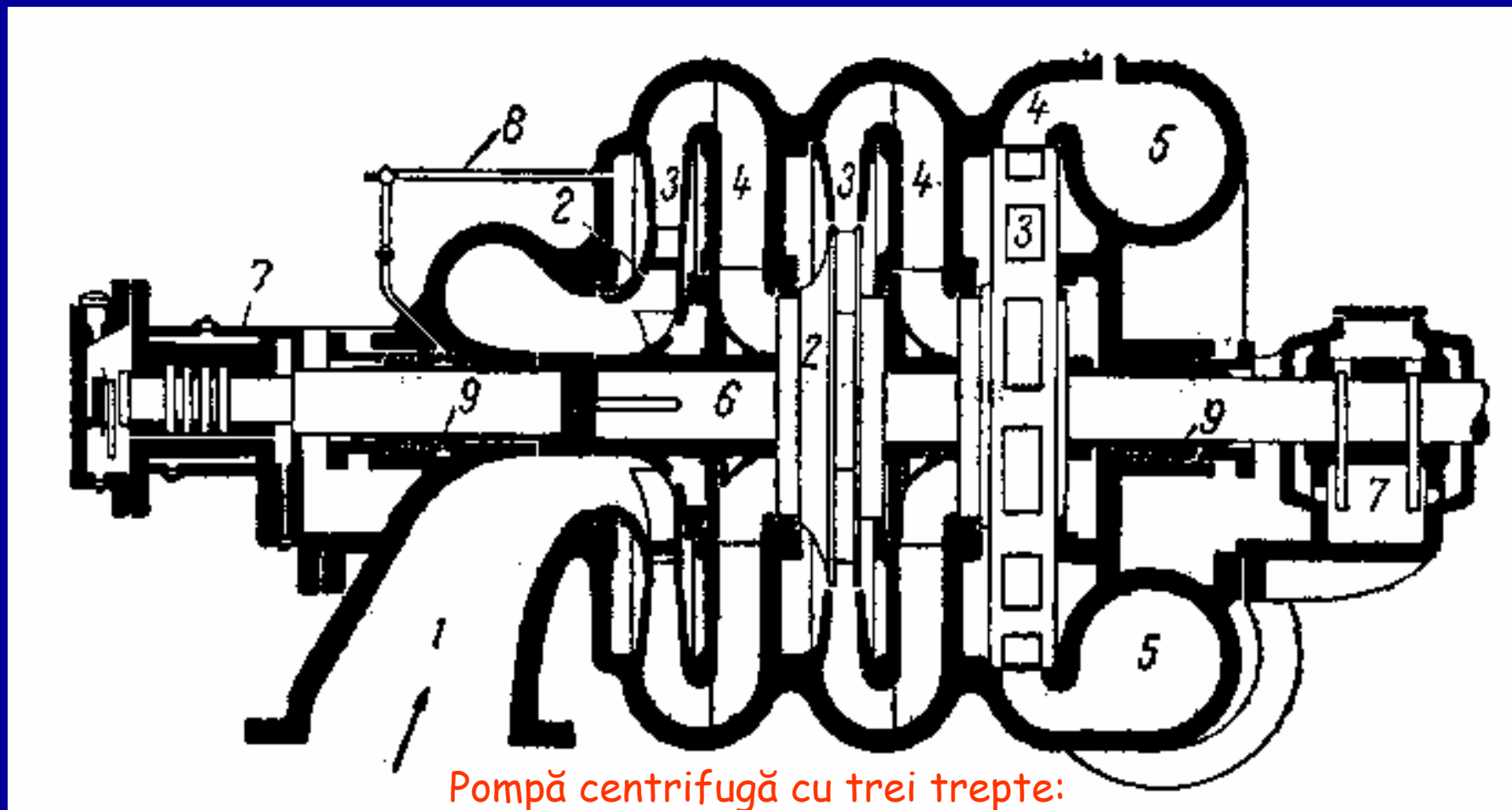
1 - carcasă, 2 - rotor; 3 - etanșare arbore; 4 - corp de legătură;
5 - bucșă de uzură; 6 - corp lagăre; 7 - rulment; 8 - arbore.

PC REPREZENTATIVE

POMPE CENTRIFUGE MULTIETAJATE

- o PC cu un singur rotor ating $Z = 60 - 150$ m.
- o Pt. obținerea unor înălțimi de pompare mai mari se folosesc pompe centrifuge de presiune înaltă, cu mai multe trepte.
- o Fiecare treaptă corespunde unui rotor, montat pe un arbore comun; lichidul trece prin primul rotor și prin primul stator, este colectat de carcasa inelară a primei trepte care îl conduce în centrul celui de-al doilea rotor ș.a.m.d., până la carcasa în melc a ultimei trepte, care îl îndreaptă către racordul de ieșire.

PC REPREZENTATIVE



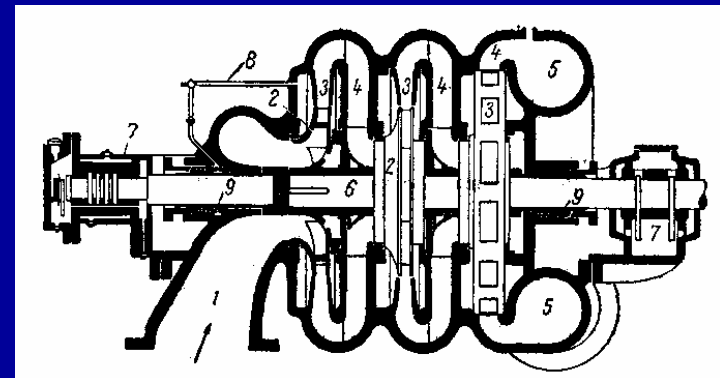
Pompă centrifugă cu trei trepte:

- 1 - racord de aspirație; 2 - rotoare; 3 - statoare; 4 - canale de conducere pentru lichid; 5 - carcasa de colectare a lichidului din ultima treaptă; 6 - arbore; 7 - lagăr; 8 - conducte de apă sub presiune; 9 - cutii de etanșare.

PC REPREZENTATIVE

o Caracteristici:

- Numar de trepte: max. 20
- Turație = 3000 rot/min
- Înălțimi de pompare pana la 2000 - 2400 m,
- Randamente = 80%.
- Pot lucra la:
 - temperaturi de până la 728 K
 - presiuni de maximum 38 MPa.

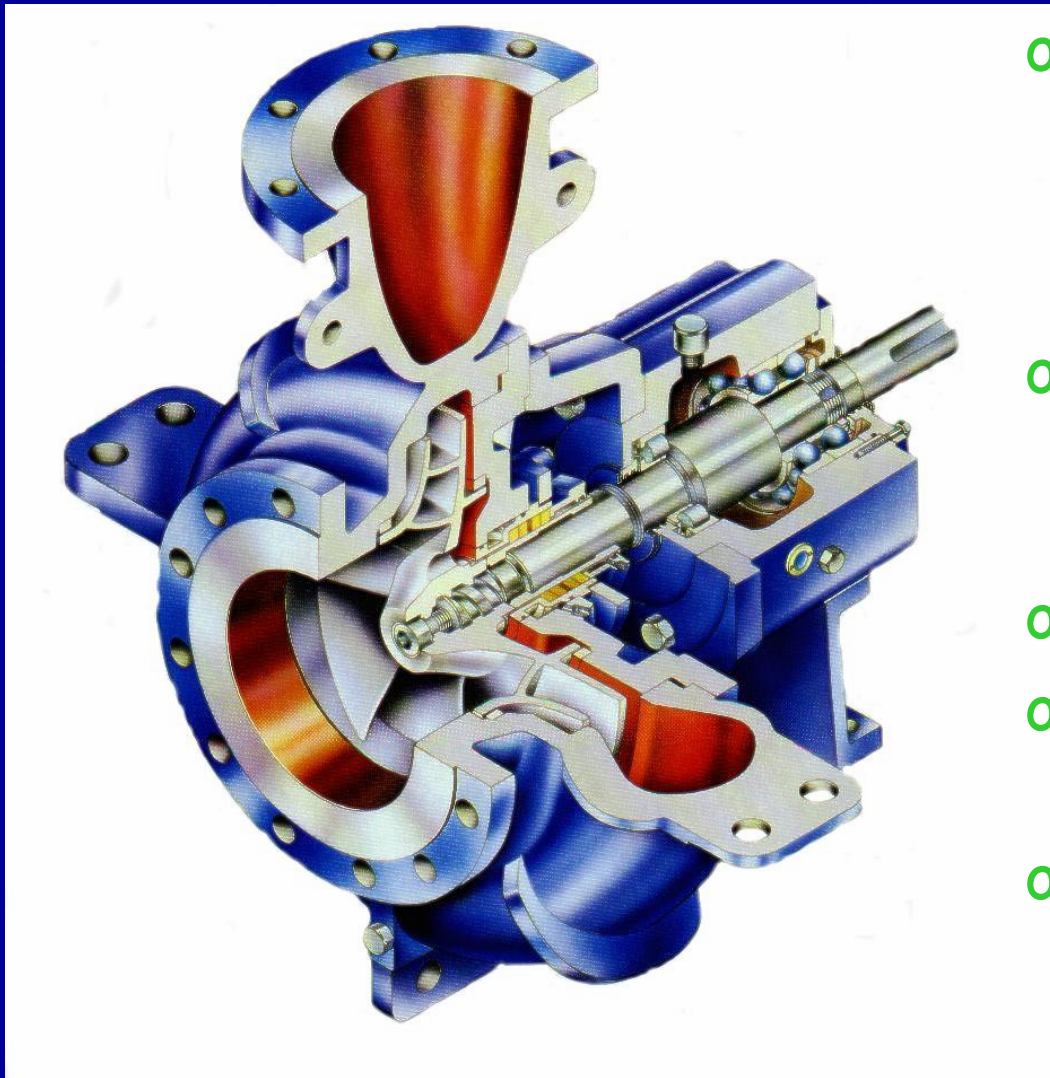


PC REPREZENTATIVE

POMPE CENTRIFUGE PENTRU PASTE FIBROASE

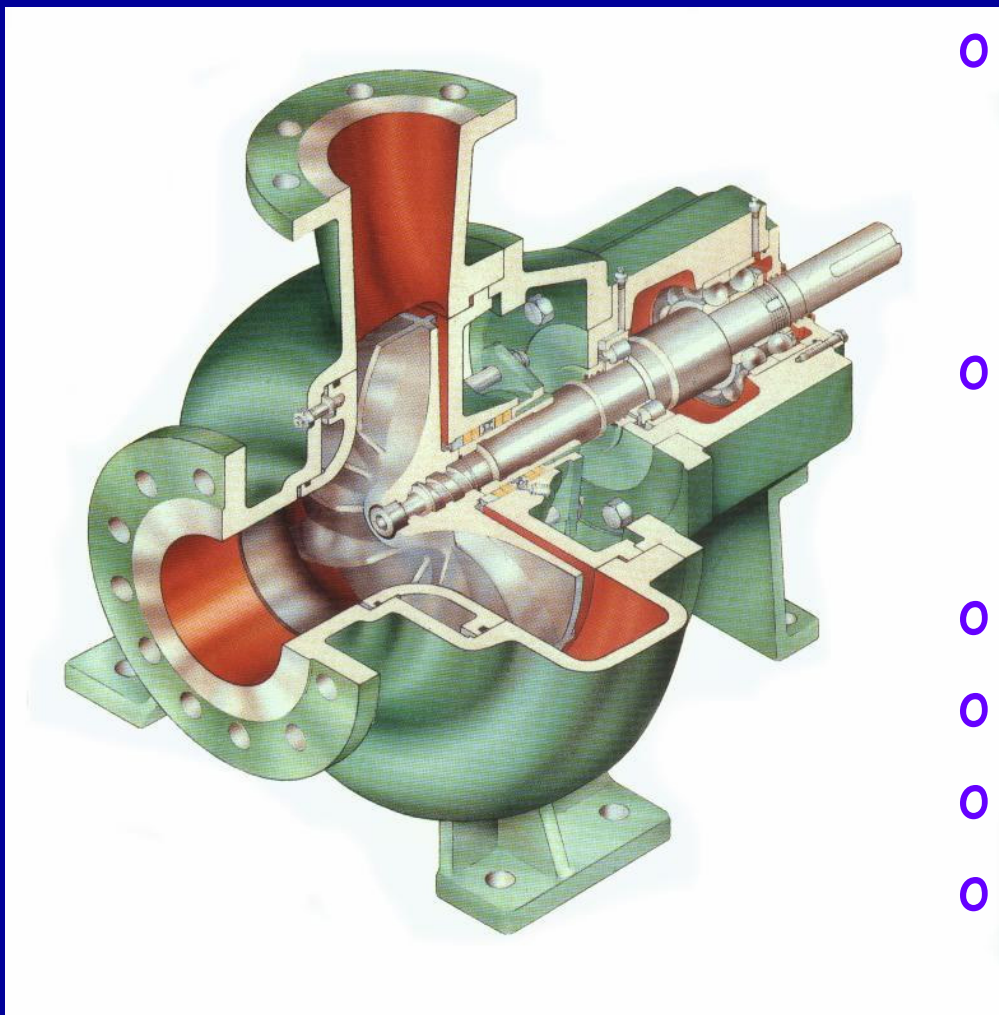
- o În multe cazuri este necesară pomparea unor suspensii cu comportare nenewtoniană cu conținut relativ ridicat de fază solidă, sau a unor lichide care înglobează cantități considerabile de gaze.

PC REPRESENTATIVE



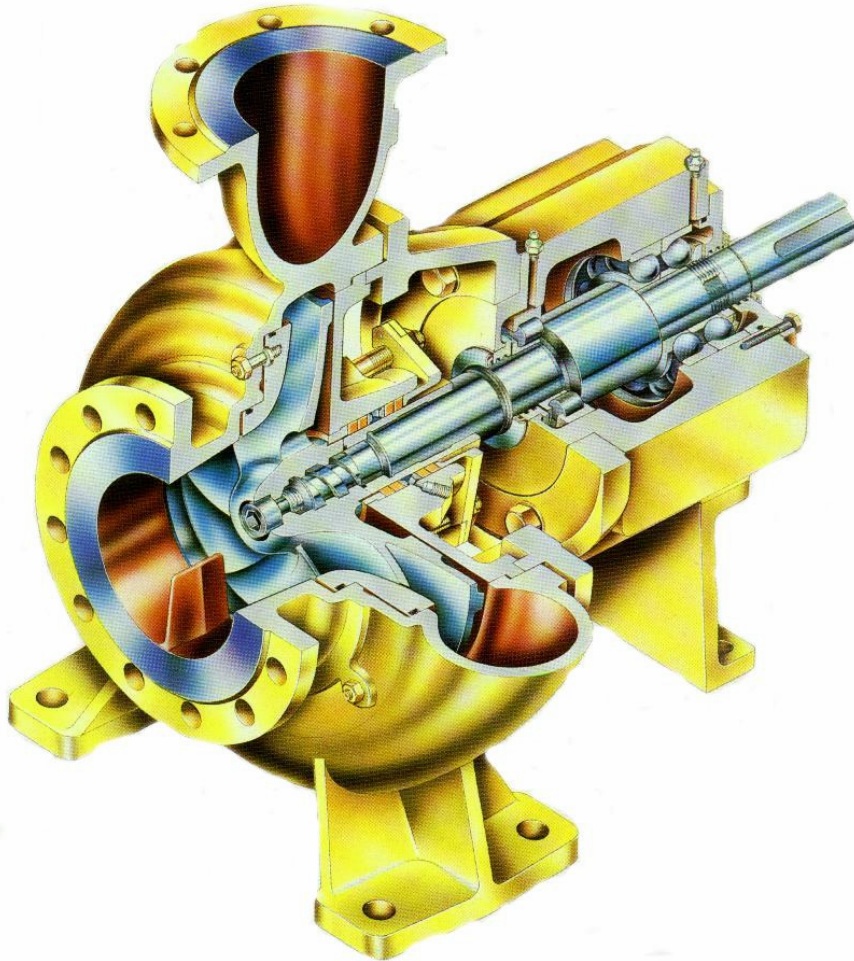
- Destinată vehiculării lichidelor având presiuni și temperaturi ridicate (2,5 MPa și 483 K),
- Rotorul proiectat astfel încât să nu se înfunde cu fibrele din suspensie
- Capacități: 6 - 2000 L/s
- Înălțimi de ridicare de până la 140 m.
- Sunt antrenate la turații de 980 sau 1480 rot/min.

PC REPREZENTATIVE



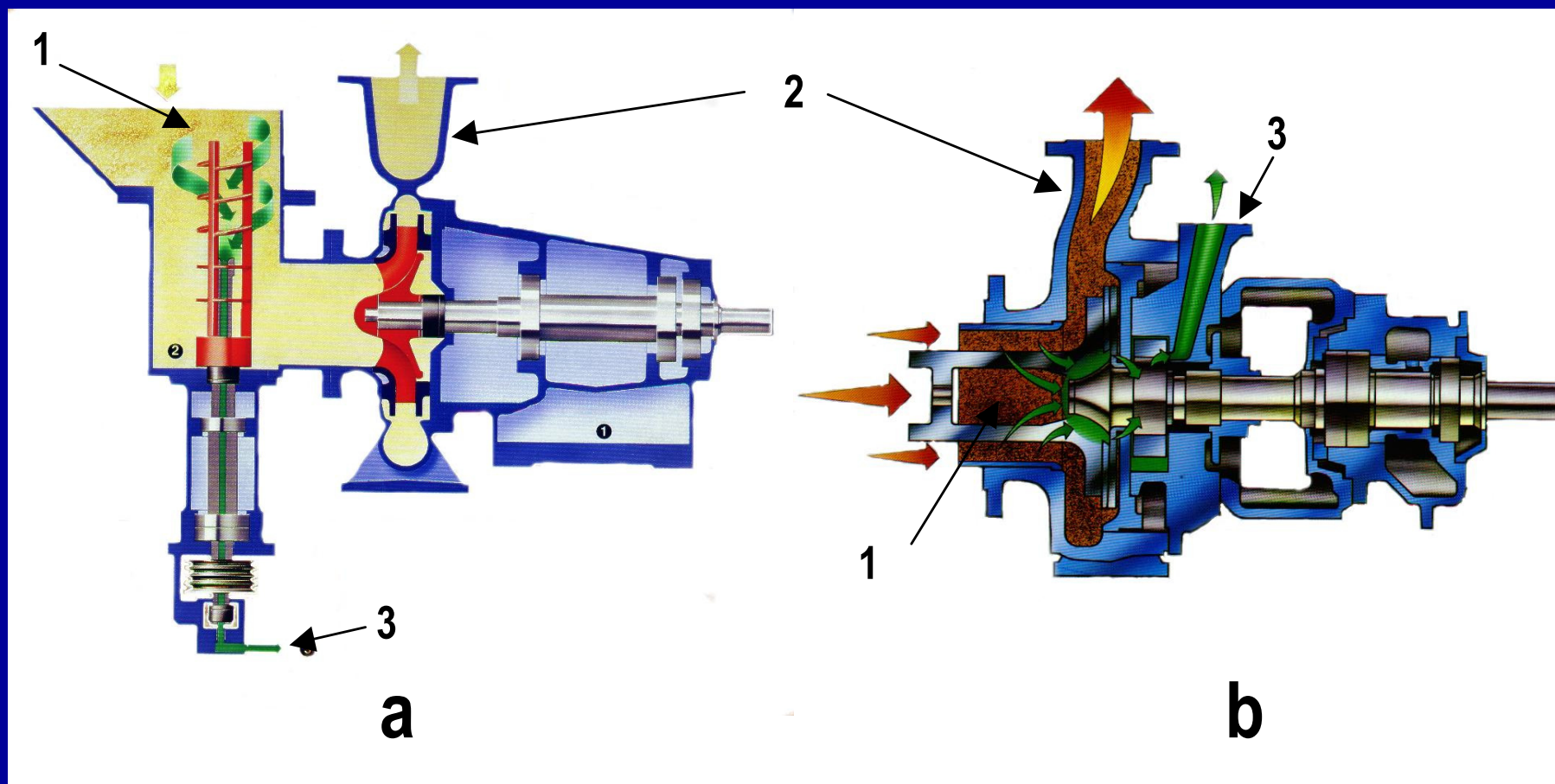
- Pompa din categoria pompelor care rezistă la înfundarea cu material solid și la abraziune.
- Rotorul semîînchis este special proiectat pt. Autocurățire
- Capacități = 3,5 – 400 L/s,
- înălțimi de max. 80 m
- Presiuni de 1,0 sau 1,6 MPa
- Temp. de max. 453 K.

PC REPRESENTATIVE



- Se utilizeaza la vehicularea susp. cu max. 8% materiale fibroase.
- Este prevăzută cu un sistem de degazare a suspensiei care împiedică apariția cavitației în pompă.
- Turații de 740, 1400, 2950 rot/min,
- Debite = 1 - 1250 L/s
- Z ridicare = 5 - 160 m.
- P = max. 1,6 Mpa
- T = max. 453 K.

PC REPREZENTATIVE



Pompe centrifuge pt. suspensii fibroase de medie consistență (8 - 16 %):
a - pompa ANDRITZ; b - pompa KAMYR.

1 - alimentare cu suspensie; 2 - refularea suspensiei; 3 - dispozitiv de dezaerare a suspensiei

Lucian Gavrilă – OPERATII UNITARE I

PC REPREZENTATIVE

Pompa Andritz

- o permite pomparea atât a suspensiilor fibroase diluate (0 - 8 %) cât și a celor de medie consistență (8 - 16%).
- o Pt. a evita cavitația pompei datorită aerului înglobat în fibre, în conductă de aspirație a pompei, perpendicular pe axul rotorului, este montat un dispozitiv de condiționare, al cărui rotor permite evacuarea aerului din pastă printr-un degazor montat la partea inferioară a rotorului de condiționare.
- o În rotor se alimentează suspensia de fibre omogenizată, în stare fluidizată. Fluidizarea fibrelor se realizează în momentul în care le este distrusă rețeaua. Acest fenomen are loc prin creșterea tensiunii de forfecare și a vitezei de forfecare.
- o Pompele **Andritz** asigură gama de debite de 1 - 150 L/s, cu înălțimi de ridicare cuprinse între 10 și 130 m.

PC REPREZENTATIVE

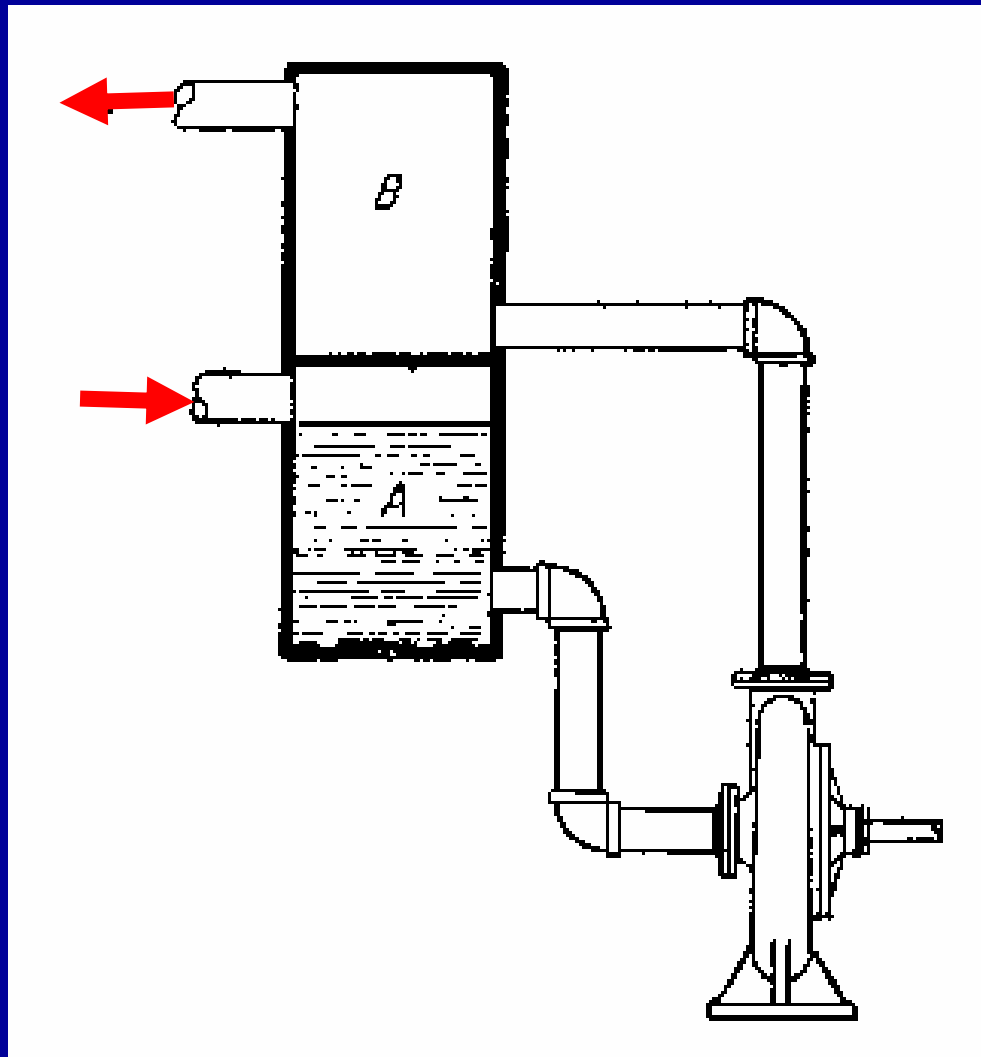
Pompa Kamyr

- o Utilizează același principiu al dezaerării suspensiei și al transportului fibrelor în stare fluidizată.
- o Dispozitivul de condiționare este montat coaxial cu rotorul pompei, iar aerul degajat din pastă trece prin orificiile rotorului în spatele acestuia, de unde este evacuat cu ajutorul unei pompe de vid încorporate.
- o Pot vehicula debite de suspensii de 10 - 120 L/s la înălțimi de ridicare cuprinse între 30 și 200 m.
- o Conținutul de fibre al suspensiei trebuie să fie situat între 8 - 15%.

POMPE CENTRIFUGE AUTOASPIRATOARE

- o Pompele centrifuge nu pornesc decât dacă sunt amorstate, adică dacă sunt pline cu lichid.
- o Pentru a menține pompa plină cu lichid în timp de repaus, ca să poată fi pornită oricând, se prevede - la capătul inferior al conductei de aspirație - un sorb cu supapă, al cărui rol este:
 - de a opri intrarea corpurilor străine în pompă
 - de a împiedica golirea conductei la oprirea pompei.

POMPE CENTRIFUGE AUTOASPIRATOARE



- o Când pompa se oprește, lichidul curge înapoi în prin pompă, dar compartimentul *A* al recipientului și pompa rămân pline cu lichid; *L*
- o La pornire, pompa fiind amorstată, poate debita lichidul din compartimentul *A*, prin compartimentul *B*, în conducta de refulare.
- o Pe măsură ce compartimentul *A* se golește, se produce o depresiune suficientă pentru a ridica lichidul prin conducta de aspirație în compartimentul *A*.
- o Este necesar ca volumul compartimentului *A* să fie mai mare decât volumul conductei de aspirație.