

Średnica koła podziałowego

$$d_p = mz = 3 \cdot 18 = 54 \text{ mm}$$

Wysokość zęba

$$h = 2m = 2 \cdot 3 = 6 \text{ mm}$$

Średnica zewnętrzna koła

$$d_g = m(z+2) = 3(18+2) = 60 \text{ mm}$$

Moc na wale pompy

$$P_w = \frac{Q \Delta p \cdot 10^{-3}}{\eta} = \frac{0,001 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}}{0,65} = 0,77 \text{ kW}$$

Siłę obwodową pochodzącą od elementu napędzającego działającą na ząb obliczymy z zależności

$$F_u = \frac{M}{d_p} = \frac{974030 P_w}{nd_p} = \frac{974030 \cdot 0,77}{1450 \cdot 5,4} = 96,0 \text{ N}$$

Obliczona siła F_u oraz wyznaczone uprzednio wymiary główne koła zębatego i zębów pozwolą na wytrzymałościowe ich sprawdzenie przy przyjęciu określonej wytrzymałości tworzywa konstrukcyjnego, z jakiego mają być wykonane.

7.3. Pompy krzywkowe (kłykciowe)

Do cieczy bardzo gęstych i nie mających właściwości smarnych, a nawet zawierających niekiedy zanieczyszczenia stałe (kryształy itp.), są stosowane *pompy krzywkowe (kłykciowe)*. Organem roboczym pomp jest jeden bądź dwa wirniki (rotory) robocze zaopatrzone w tłoki (1 do 3) o kształtach krzywek (kłykci). Wirniki robocze zazębiające się wirnikami z pomocniczymi (biernymi) są napędzane wspólnie przez sprzężone koła zębate na zewnątrz kadłuba. W niektórych rozwiązaniach wirnik roboczy współpracuje z zastawką sterującą. Wirniki w celu zapewnienia należytego smarowania są z reguły ułożyskowane na zewnątrz kadłuba.

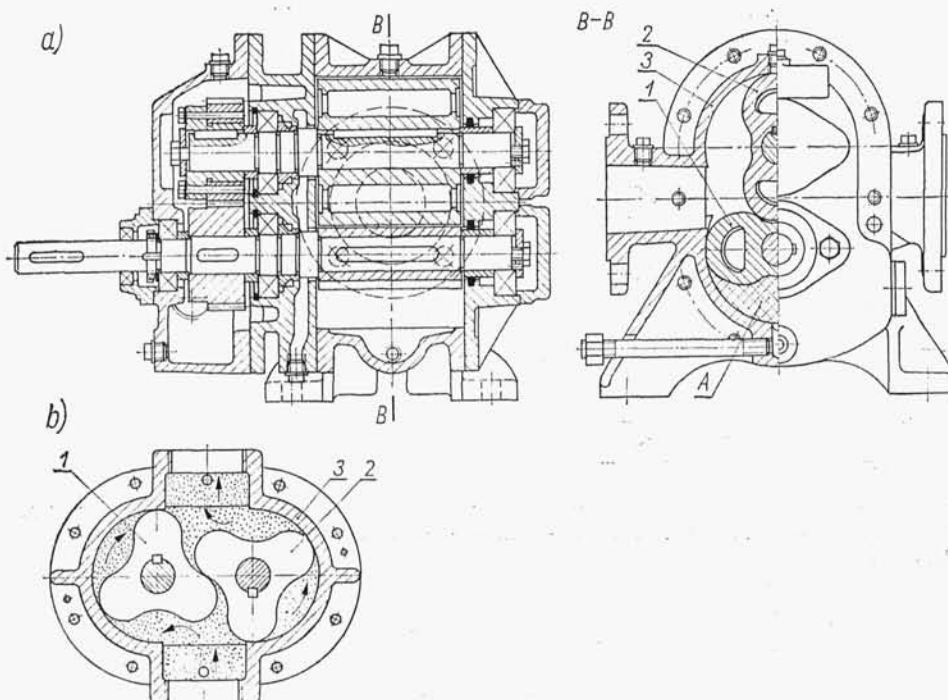
Wysokość podnoszenia pomp krzywkowych jest niewielka z uwagi na stosunkowo duże nieszczelności, wynikające ze względów konstrukcyjnych, oraz duże opory przepływu przy gęstych cieczach. W zależności od zastosowania rozróżnia się kilkanaście rodzajów pomp krzywkowych, z których przedstawimy niektóre, najczęściej spotykane.

7.3.1. Pompa Rootsa

Pompa krzywkowa Rootsa (nazwa pochodzi od konstruktora pompy) należy do najbardziej rozpowszechnionych, przy czym jest stosowana do pompowania cieczy oraz do sprężania gazów. Pompa Rootsa (rys. 7.24) składa się z dwu rotorów: czynnego 1 i biernego 2, obracających się w kadłubie 3, napędzanych parą jednakowych kół zębatych, umieszczonych na zewnątrz kadłuba.

Każdy rotor ma dwa tłoki (w niektórych rozwiązaniach można spotkać trzy) współpracujące z tłokami sąsiedniego rotora.

Cykloidalny zarys tłoków jest wyznaczany według ogólnej teorii zazębnień.



Rys. 7.24. Pompa krzywkowa (kłykciowa) typu Roots: a) z rotorami dwutłokowymi typu MP1-MP2 firmy Higon (Francja), b) z rotorami trzytłokowymi; 1 — rotor czynny, 2 — rotor bierny, 3 — kadłub pompy

Rzeczywistą wydajność pompy o rotorach dwutłokowych (rys. 7.24a) określamy za pomocą wzoru

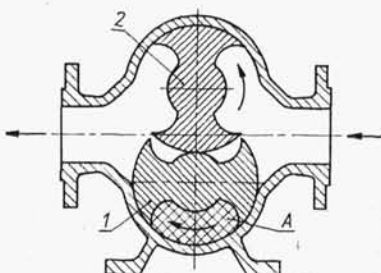
$$Q_r = \frac{4\eta_v A b n}{60} \quad \text{m}^3/\text{s} \quad (7.17)$$

gdzie: A — przekrój obszaru ograniczonego poboczną wirnika i wewnętrzną gładzią kadłuba (pole zakreskowane na rysunku) w m^2 , b — szerokość wirników w m .

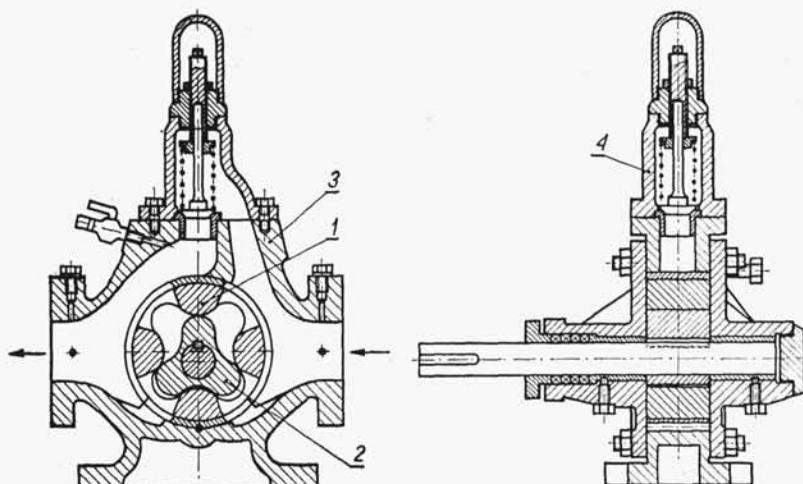
Przy opisanym kształcie tłoków $4A \approx \pi r^2$, gdzie r jest promieniem gładzi. Więc

$$Q_r = \eta_v \pi r^2 b n / 60 \quad \text{m}^3/\text{s} \quad (7.18)$$

Pompy Rootsa osiągają wydajności Q do $360 \text{ m}^3/\text{h}$, ciśnienia p do 10^6 Pa przy prędkościach obrotowych n do 1470 obr/min . Sprawności pomp wynoszą: $\eta_m = 0,85 \div 0,9$, $\eta_v = 0,82 \div 0,9$, $\eta_h \approx 1,0$ oraz $\eta \leq 0,8$.



Rys. 7.25
Pompa krzywkowa do cieczy o dobrych właściwościach smarnych; 1 — rotor czynny, 2 — rotor bierny

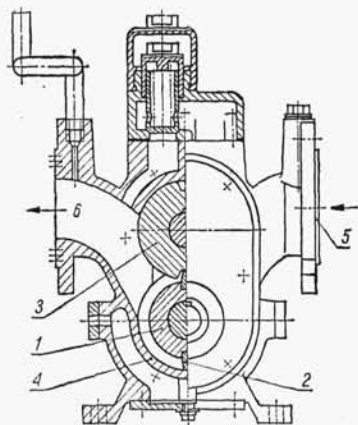


Rys. 7.26. Pompa krzywkowa firmy Stothert i Pitt do olejów i innych cieczy gęstych (melasa, mydło, glukoza itp.); 1 — wirnik zewnętrzny, 2 — wirnik wewnętrzny, 3 — kadłub, 4 — zawór bezpieczeństwa

Podobną zasadą działania cechuje się pompa, której konstrukcja jest przedstawiona na rys. 7.25. Pompa widoczna na rys. 7.26 charakteryzuje się natomiast innymi kształtami obudowy oraz różną konstrukcją wirników, chociaż działa na tej samej zasadzie, co uprzednio wymienione pompy.

7.3.2. Pompa rotacyjna typu RW

Na rys. 7.27 przedstawiono pompę rotacyjną typu RW przeznaczoną do podnoszenia (transportu) cieczy gęstych o zawiesistości do $1950 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt) i temperaturze do 120°C , jak: oleje, ropa naftowa, mazut, płynna smoła, płynne mydło, tłuszcze itp. bez zanieczyszczeń stałych (piasek i inne). Wirnik roboczy 1, zaopatrzony w dwa tłoki 2, obraca się w kadłubie 4 pompy, współpracując z wirnikiem biernym 3. Tłoki 2 w czasie obrotu wchodzi w odpowiednie wgłębienia wirnika 3, oddzielając obszar ssawny 5 od tłocznego 6 i przemieszczając ciecz ze strony ssawnej na tłoczną. Wirniki są sprzężone na zewnątrz parą kół zębatych.



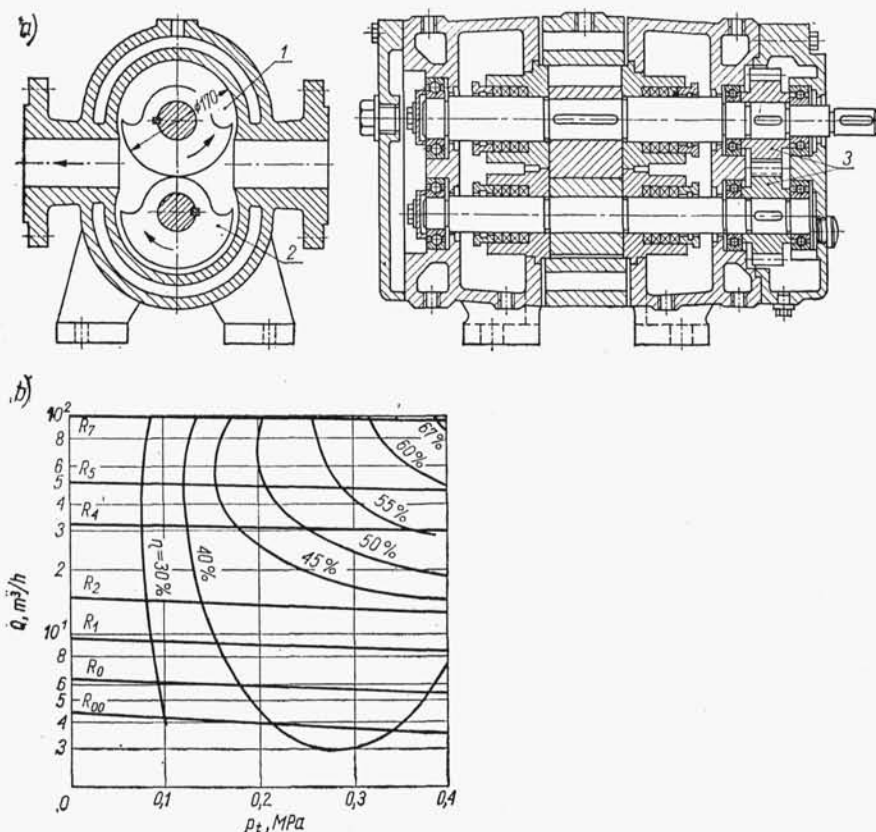
Rys. 7.27

Pompa rotacyjna typu RW do cieczy gęstych o lepkości do $1950 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt) i temperaturze do 120°C ; 1 — wirnik czynny, 2 — tłok, 3 — wirnik bierny, 4 — kadłub pompy, 5 — króciec ssawny, 6 — króciec tłoczny

Wydażność pomp rotacyjnych typu RW $Q = 65 \div 2670$ l/min, ciśnienie p_{\max} $0,3 \div 0,6$ MPa ($3 \div 6$ at) przy prędkości obrotowej $n = 350 \div 370$ obr/min i lepkości cieczy do $1950 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt) i więcej w specjalnym wykonaniu.

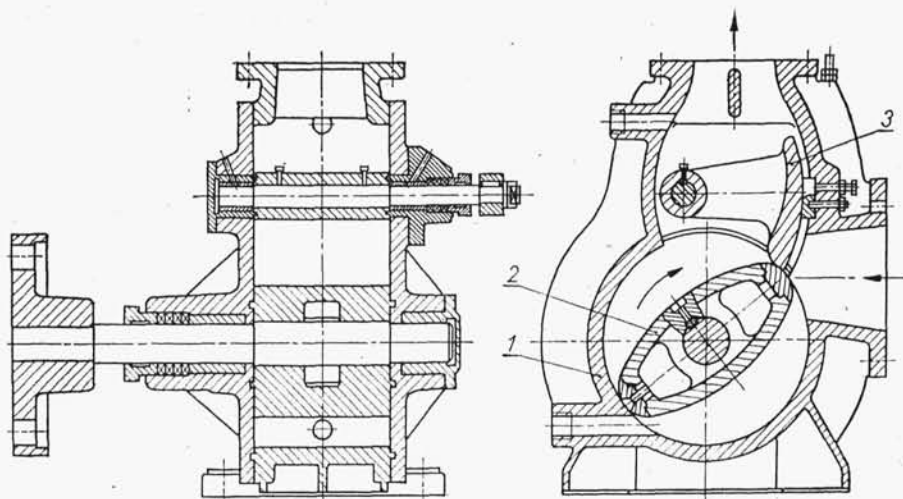
7.3.3. Inne rodzaje pomp krzywkowych

Pompa krzywkowa przedstawiona na rys. 7.28a składa się z dwu niesymetrycznych wirników 1 i 2 wzajemnie się zazębiających, napędzanych przez zewnętrzną parę kół zębatych. Przy obrocie wirników dawka cieczy zawarta w przestrzeni między wirnikiem a gładzią kadłuba zostaje wyparta z obszaru ssawnego do tłocznego. Na rys. 7.28b przedstawiono charakterystykę typoszeregu złożonego z siedmiu wielkości tych pomp.



Rys. 7.28. Pompa krzywkowa typu R do cieczy gęstych o złych właściwościach smarnych (wg VEB industriewerk Karl-Marx-Stadt): a) przekroje pompy; 1 — rotor czynny, 2 — rotor bierny, 3 — para kół zębatych napędowych, b) wykres stosowności siedmiu wielkości pomp typu R

Odmianą konstrukcję pompy krzywkowej jednowirnikowej przedstawiono na rys. 7.29. W cylindrycznym kadłubie 1 obraca się wirnik 2, którego brzegi ślizgają się z minimalnym luzem po gładzi. Do powierzchni wirnika jest dociskany za pomocą sprężyny zgarniacz 3, oddzielający przestrzeń ssawną od tłocznej. W czasie obrotu wirnika zgarniacz zgarnia objętość cieczy zawartą między wirnikiem a gładzią cylindra.



Rys. 7.29. Pompa krzywkowa jednowirnikowa; 1 — kadłub, 2 — wirnik, 3 — zgarniacz

Pompy tego rodzaju są stosowane do bardzo gęstych cieczy, unoszących ponadto zanieczyszczenia stałe, jak np. melasa, cukrzyca itp.

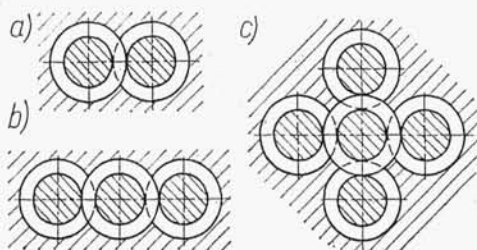
Pompy krzywkowe osiągają wydajność Q do $400 \text{ m}^3/\text{h}$, przy ciśnieniu p do 1 MPa , lepkości ν do $2000 \text{ mm}^2/\text{s}$ i prędkości obrotowej $n = 350 \div 1450 \text{ obr/min}$.

Sprawność pomp krzywkowych waha się w szerokich granicach $\eta = 0,30 \div 0,70$ w zależności od właściwości pompowanych cieczy. Zapotrzebowanie mocy na wale pompy oblicza się za pomocą wzoru (7.16).

7.4. Pompy śrubowe

Pompami śrubowymi nazywamy pompy wyporowe, w których wirniki w kształcie śrub obracają się w zamkniętym kadłubie i — z wyjątkiem pomp jednowirnikowych — wzajemnie się zazębiają, powodując przenoszenie cieczy z obszaru ssawnego do tłocznego pompy. W zależności od liczby wirników rozróżnia się *pompy śrubowe jedno-, dwu-, trzy- i pięciowirnikowe*. Rozstawienie wirników przedstawiono schematycznie na rys. 7.30.

W czasie pracy pomp śrubowych nie występują wahania ciśnienia. Pompy śrubowe cechuje zdolność samozasysania.



Rys. 7.30
Układy wirników pomp śrubowych