

Po ich połączeniu otrzymamy ślady przecięcia łopatki płaszczyznami południkowymi.

Linie te powinny być ciągłe, bez załamań, o wzrastającej krzywiznie w miarę zbliżania się do osi wirnika. Następnie przecinamy wirnik w rzucie południkowym (rys. 12.9) płaszczyznami $a, b, c \dots$ prostopadłymi do osi w równych odległościach od siebie. Punkty przecięcia płaszczyzn z liniami prądu odnosimy na rzut osiowy (rys. 12.10). Łącząc punkty otrzymamy linie przecięcia łopatki płaszczyznami $a, b, c \dots$, w kształcie warstwicy. Linie te powinny być również ciągłe i bez załamań. Ponadto ich zagęszczanie dowodzi o wypukłości powierzchni. W przypadku występujących nieprawidłowości w przebiegu warstwicy należy przeprowadzić korektę przebiegu linii prądu, poczynając od ich rozwinięcia.

12.4. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych pomp o przestrzennej krzywiznie łopatek

12.4.1. Rodzaje pomp

Przestrzenną krzywiznę łopatek mają w zasadzie wirniki pomp o szybkobieżności $n_{sQ} > 30$. Do nich należą (tabl. 10.1): pompy odśrodkowe, helikoidalne i diagonalne.

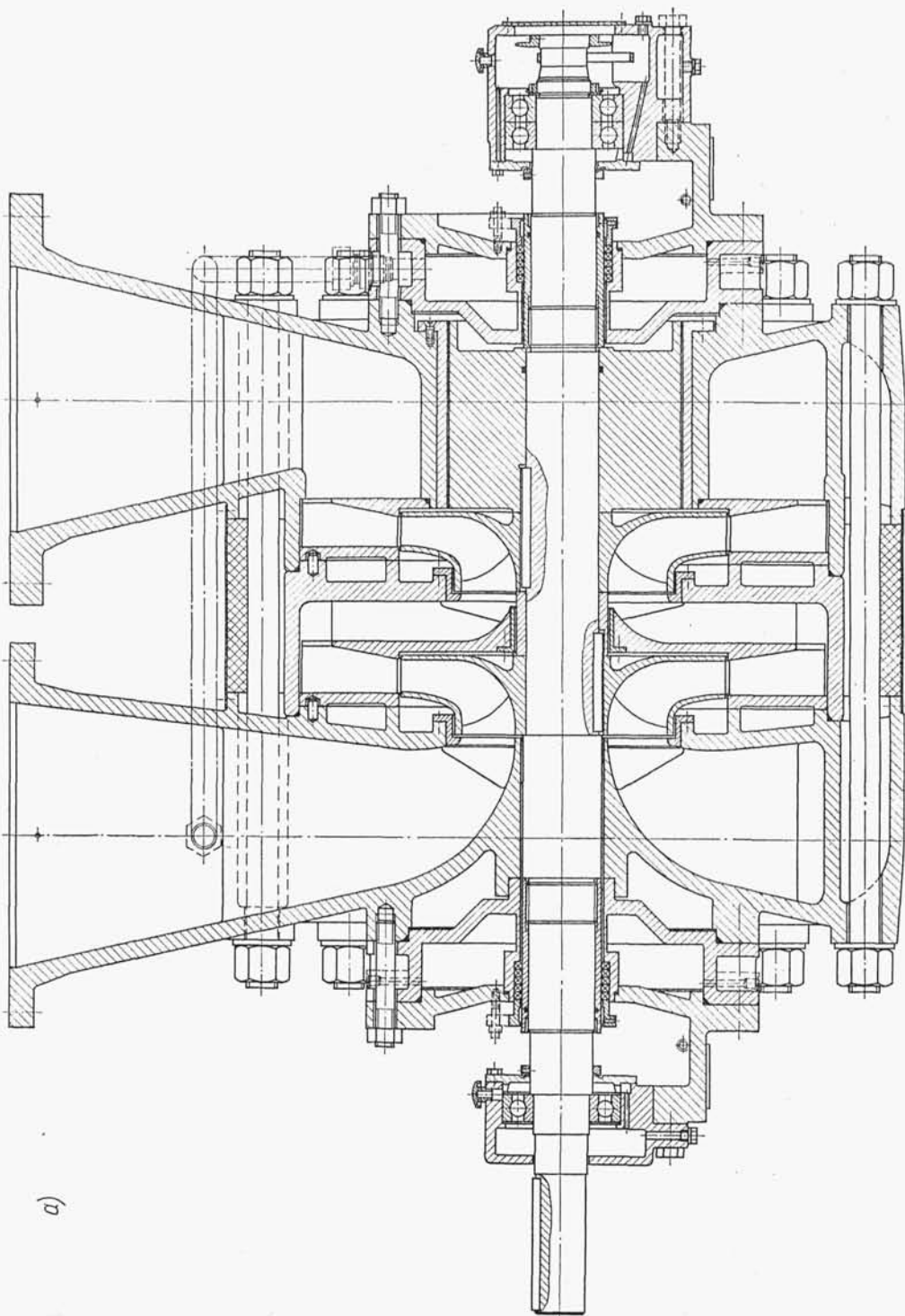
12.4.2. Pompy odśrodkowe o przestrzennej krzywiznie łopatek

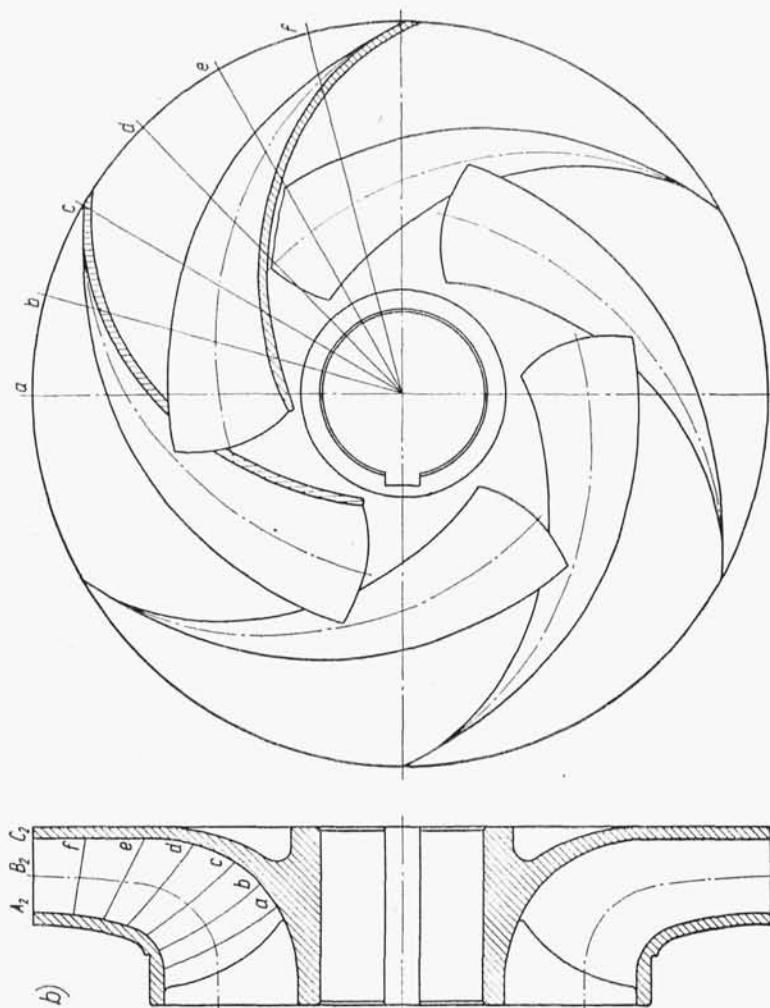
Prawie wszystkie pompy odśrodkowe o podwyższonych wartościach parametrów pracy, szczególnie pompy o nieprzerwanej pracy, np. wodociągowe, oraz pompy, w których istnieje niebezpieczeństwo powstawania kawitacji, mają konstrukcję łopatek wirników o przestrzennej krzywiznie nawet wtedy, gdy wyróżnik szybkobieżności $n_{sQ} < 30$. Pompy o przestrzennej krzywiznie łopatek osiągają dużą sprawność i są w mniejszym stopniu podatne na działanie kawitacji, ponieważ struga w kanale wlotowym wirnika dostaje się wcześniej w obręb działania łopatek zwiększających ciśnienie cieczy.

Przykładem konstrukcji pompy odśrodkowej o przestrzennej krzywiznie łopatek jest pompa przedstawiona na rys. 12.11. Krawędź wlotowa łopatki jest stosunkowo daleko przesunięta w stronę wlotu. Wirniki pomp odśrodkowych o przestrzennej krzywiznie łopatek przedstawiono na rys. 12.12. Na rys. 12.13 przedstawiono kon-

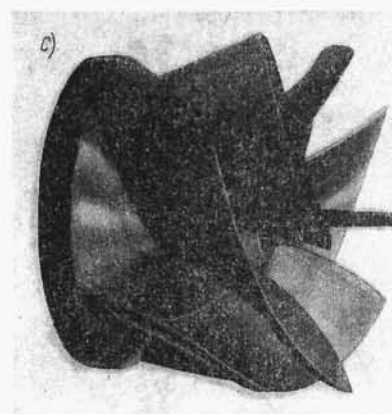
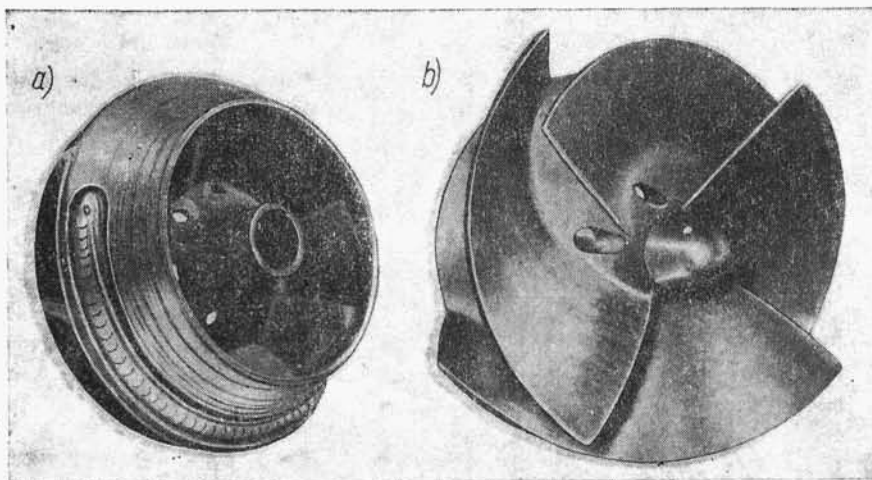


Rys. 12.12
Wirnik pompy odśrodkowej o przestrzennej krzywiznie łopatek wirnika z przezroczystą tarczą przednią umożliwiającą obserwację przepływu



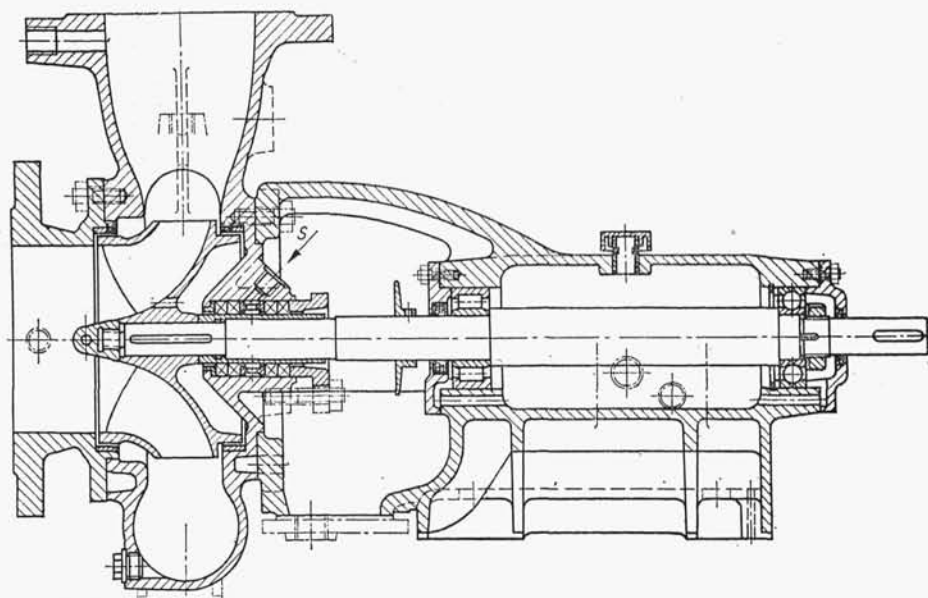


Rys. 12.13. Pompa odśrodkowa do wody gorącej do 150°C; a) przekrój pompy, b) rysunek wirnika (studencka praca konstrukcyjna K. Nowaka) $Q = 1400 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 150 \text{ m}$, $n = 1480 \text{ obr/min}$

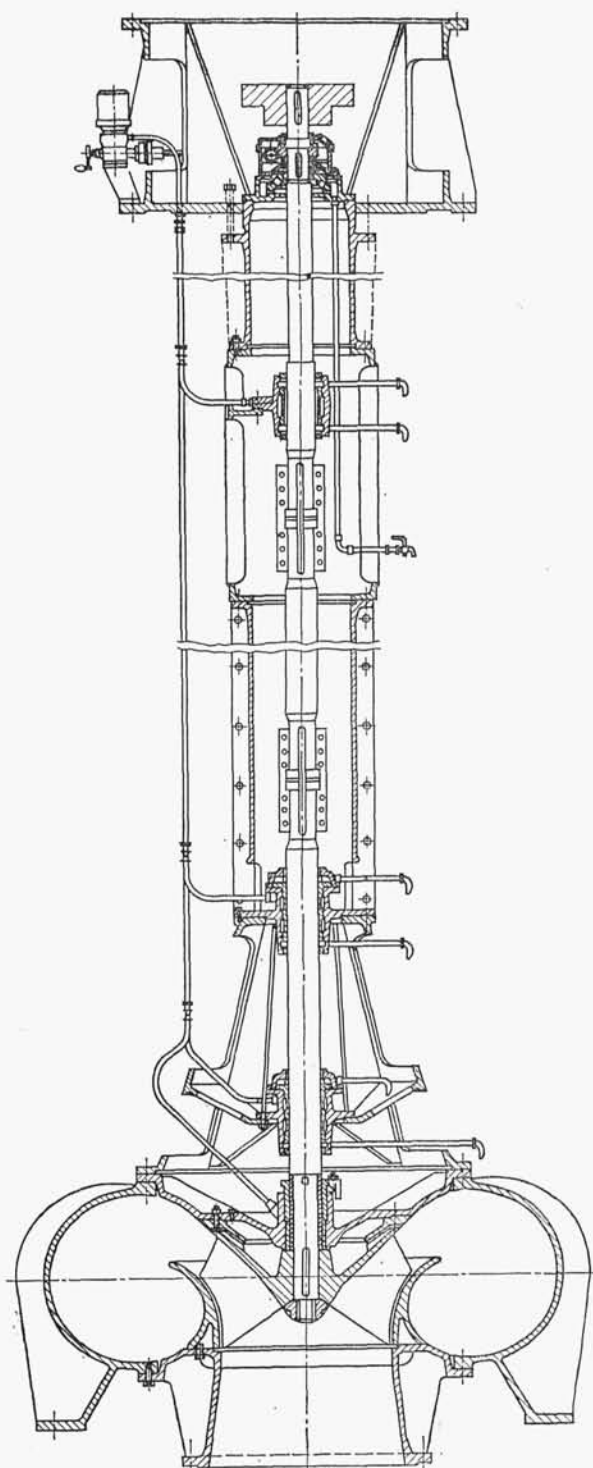


Rys. 12.14

Wirniki pomp: a) wirnik pompy helikoidalnej produkcji Warszawskiej Fabryki Pomp ($Q = 1200 \text{ m}^3/\text{min}$, $H = 20 \text{ m}$, $n = 1480 \text{ obr/min}$), b) wirnik otwarty pompy helikoidalnej firmy Halberg ($Q = 18000 \text{ m}^3/\text{h}$), c) wirnik otwarty diagonalny pompy modelowej produkcji Warszawskiej Fabryki Pomp



Rys. 12.15. Pompa helikoidalna typu SPK, firmy KSB, do wody deszczowej i ścieków o niewielkim zanieczyszczeniu, Q do $3200 \text{ m}^3/\text{h}$, H do 25 m



Rys. 12.16. Pompa helikoidalna
w układzie pionowym firmy
KSB z wirnikiem otwartym:
 $Q = 7200 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 25 \text{ m}$

strukcję wielostopniowej pompy odśrodkowej do wody gorącej (pompa ciepłownicza) oraz na rys. 12.13b jej wirnik narysowany przy zastosowaniu metody odwzorowania konforemnego do ukształtowania łopatek.

12.4.3. Pompy helikoidalne

Przy wyróżniku szybkobieżności $60 < n_{sQ} < 120$ przepływ przez wirnik jest ukośny, charakteryzujący pompę helikoidalną. Pompa helikoidalna, w odróżnieniu od diagonalnej, ma bezłopatkową kierownicę oraz kanał zbiorczy o przekroju spiralnym lub stałym (dla cieczy zanieczyszczonych). Zakres pracy pomp helikoidalnych graniczy z zakresem pomp odśrodkowych z jednej strony, a zachodzi na zakres pomp diagonalnych z drugiej strony (rys. 9.2). Wysokość podnoszenia H dochodzi w pompach helikoidalnych do 60 m. Kształt wirnika zależy od wartości wyróżnika szybkobieżności. Przy $n_{sQ} < 80$ wirniki helikoidalne są zamknięte, tzn. mają tarczę tylną i przednią, powyżej tej wartości n_{sQ} stosuje się wirniki otwarte (bez tarczy przedniej), gdyż praktycznie nie ma już w zasadzie różnicy sprawności hydraulicznej między wirnikiem zamkniętym i otwartym, zaś technologia wykonania wirnika jest prostsza, przy możliwości osiągnięcia większej dokładności wykonania.

Na rys. 12.14a przedstawiono wirnik zamknięty pompy helikoidalnej poziomej o wydajności $Q = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$ i wysokości podnoszenia $H = 27 \text{ m}$, przy prędkości $n = 1460 \text{ obr/min}$, zaś na rys. 12.14b wirnik otwarty pompy helikoidalnej o wydajności $18\,000 \text{ m}^3/\text{h}$, a na rys. 12.14c wirnik otwarty diagonalnej pompy modelowej.

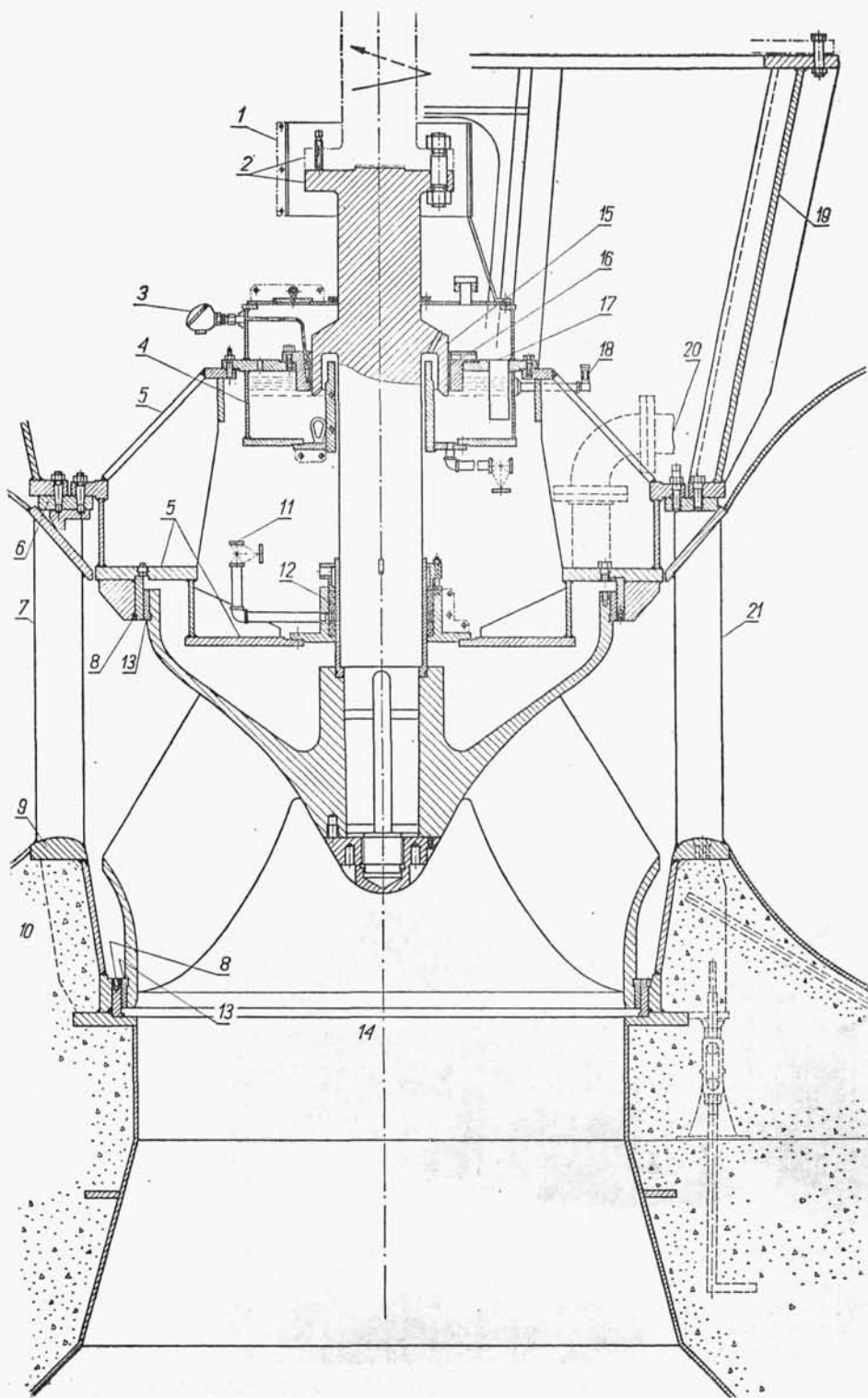
Na rys. 12.15 przedstawiono pompę helikoidalną poziomą typu SPK o zamkniętym wirniku, a na rys. 12.16 pionową pompę helikoidalną o wirniku otwartym, o wydajności $Q = 7200 \text{ m}^3/\text{h}$ i wysokości podnoszenia $H = 25 \text{ m}$. Inną konstrukcję pompy helikoidalnej pionowej o dużej wydajności przedstawiono na rys. 12.17, zaś na rys. 12.18 sposób jej posadowienia.

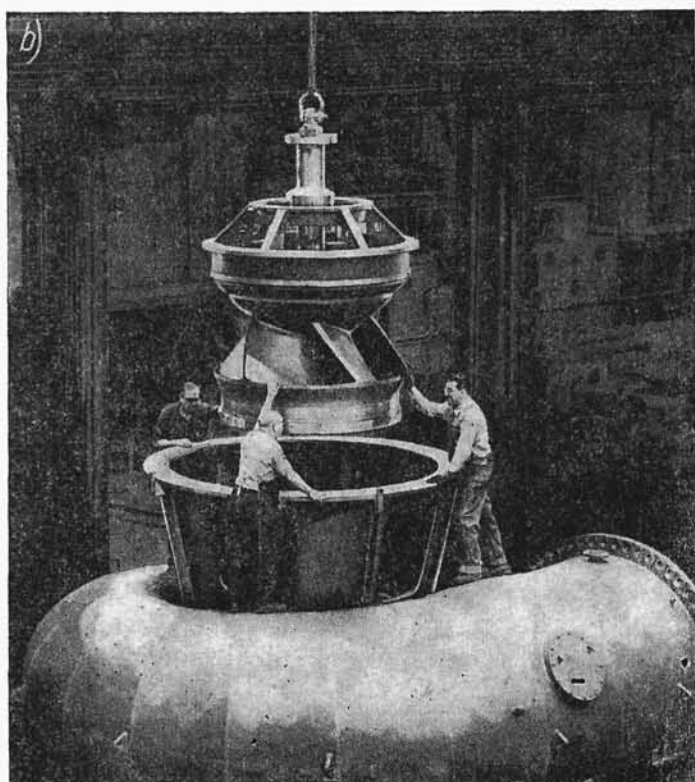
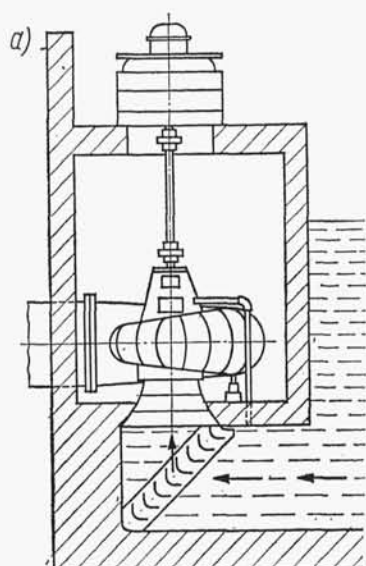
12.4.4. Pompy diagonalne

Wyróżniki szybkobieżności dla pomp diagonalnych ($80 < n_{sQ} < 160$) pokrywają się z jednej strony częściowo z zakresem pomp helikoidalnych, a graniczą z drugiej strony z pompami śmigłowymi.

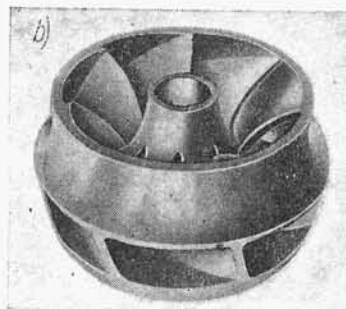
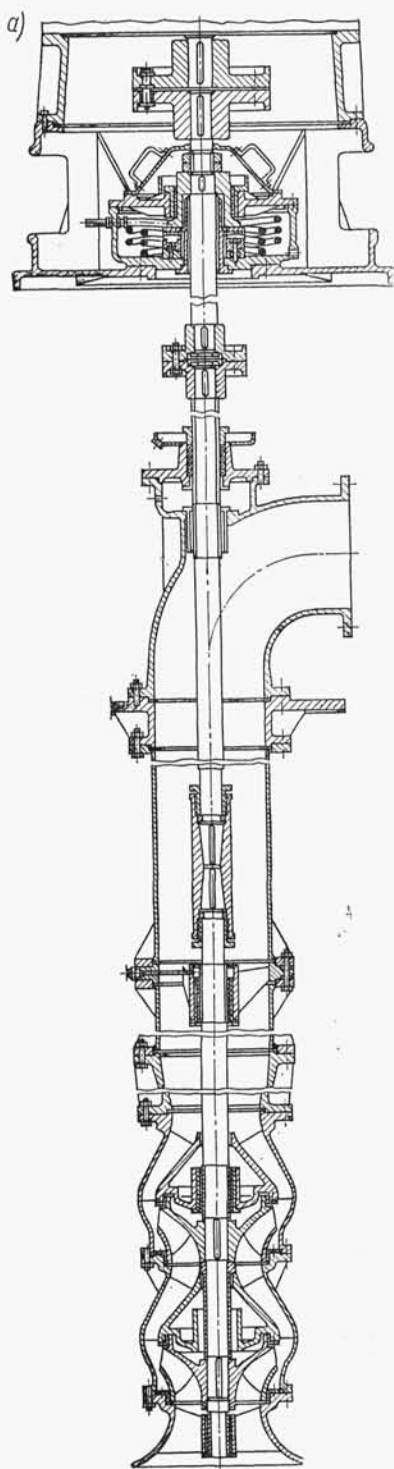
Pompy diagonalne osiągają bardzo duże wydajności w granicach do $20\,000 \text{ m}^3/\text{h}$, przy wysokości podnoszenia do 60 m na jeden stopień. Budowane są jako jedno- i dwustopniowe na duże wydajności oraz wielostopniowe na wydajności małe i średnie, przeważnie w układzie pionowym, swobodnie zanurzone w zbiorniku dolnym. Ze względu na stosunkowo łagodną zmianę kierunku przepływu przez pompę sprawność hydrauliczna tych pomp jest większa od sprawności innych pomp. Małe

Rys. 12.17. Pompa helikoidalna pionowa firmy Allis Chalmers o dużej wydajności; 1 — osłona sprzęgła, 2 — sprzęgło sztywne tarczowe, 3 — miernik temperatury łożyska, 4 — zbiornik oleju, 5 — osłona, 6 — pierścień osadczy, 7 — łopatka kierownicza stała, 8 — pierścień uszczelniający, 9 — pierścień fundamentowy, 10 — beton, 11 — przewód odciążenia dławnicy, 12 — dławnica sznurowa, 13 — pierścień uszczelniający, 14 — wirnik montowany łącznie z osłoną 5, 15 — czop łożyska z widocznymi spiralnymi rowkami smarowymi, 16 — panew łożyska wylana stopem łożyskowym babbitt, 17 — powrót oleju smarnego, 18 — wskaźnik poziomu oleju, 19 — podstawa silnika elektrycznego, 20 — przewód do zasysania przy uruchamianiu pompy, 21 — łopatki kierownicze stałe ze szkieletowymi stycznymi do linii prądu



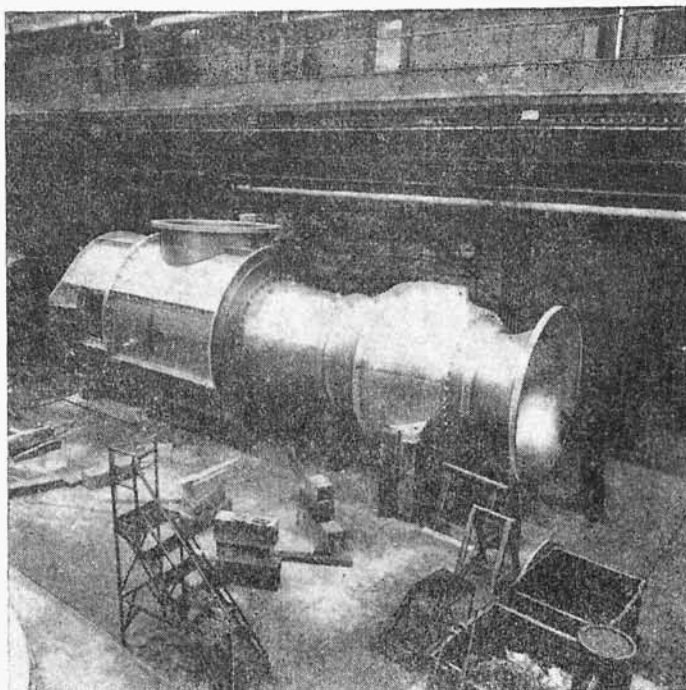


Rys. 12.18. Pompa podobna do przedstawionej na rys. 12.17: a) schemat posadowienia, b) widok montażu



Rys. 12.19

Pompa diagonalna dwustopniowa typu D produkcji
Warszawskiej Fabryki Pomp wg projektu autora:
a) przekrój pompy, b) wirnik typu 60 D;
 $Q = 3350 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 36 \text{ m}$, $n = 980 \text{ obr/min}$



Rys. 12.20. Pompa diagonalna pionowa o dużej wydajności firmy Allis Chalmers

wymiary zewnętrzne pomp diagonalnych są szczególnie korzystne w zastosowaniu do pomp głębinowych. Nowoczesne konstrukcje pomp diagonalnych charakteryzują się możliwością regulacji kąta ustawienia łopatek (patrz pompy specjalne) lub zastosowania nastawialnych łopatek kierownicy wstępnej (regulacja krętem wstępnym).

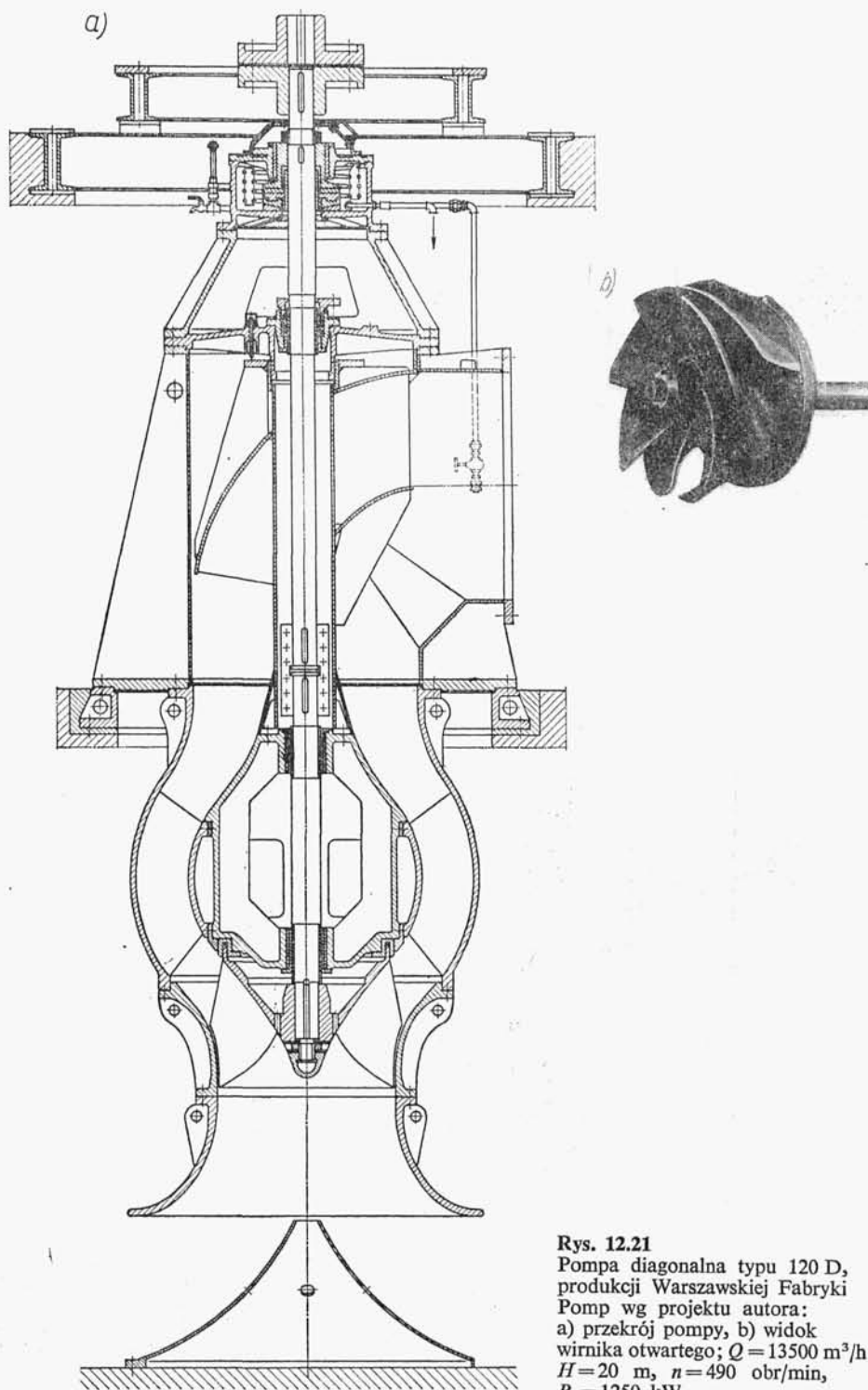
Na rys. 12.19a przedstawiono pompę diagonalną pionową typu 60D swobodnie zanurzoną w zbiorniku dolnym. Pompy tego typu o wydajności Q do 15 000 m³/h są swobodnie zanurzone w wodzie, powyżej zaś tej wartości mają kolano ssawne, najczęściej betonowe. Wirnik tej pompy przedstawiono na rys. 12.19b. Krawędź wylotowa łopatki jest lekko ukośna względem osi wirnika.

Na rys. 12.20 przedstawiono pompę diagonalną pionową na duże wydajności Q do 15 000 m³/h.

Dużą pompę diagonalną pionową typu 120D, z wirnikiem otwartym, pokazano na rys. 12.21a. Cechą charakterystyczną tej konstrukcji jest możliwość wymontowania układu wirującego wraz z łożyskowaniem przez otwór w kolanie tłocznym. Pompy tej wielkości są stosowane do ujęć wodnych oraz do obiegów chłodzących turbin parowych. Na rys. 12.21b przedstawiono otwarty wirnik pompy diagonalnej typu 120D.

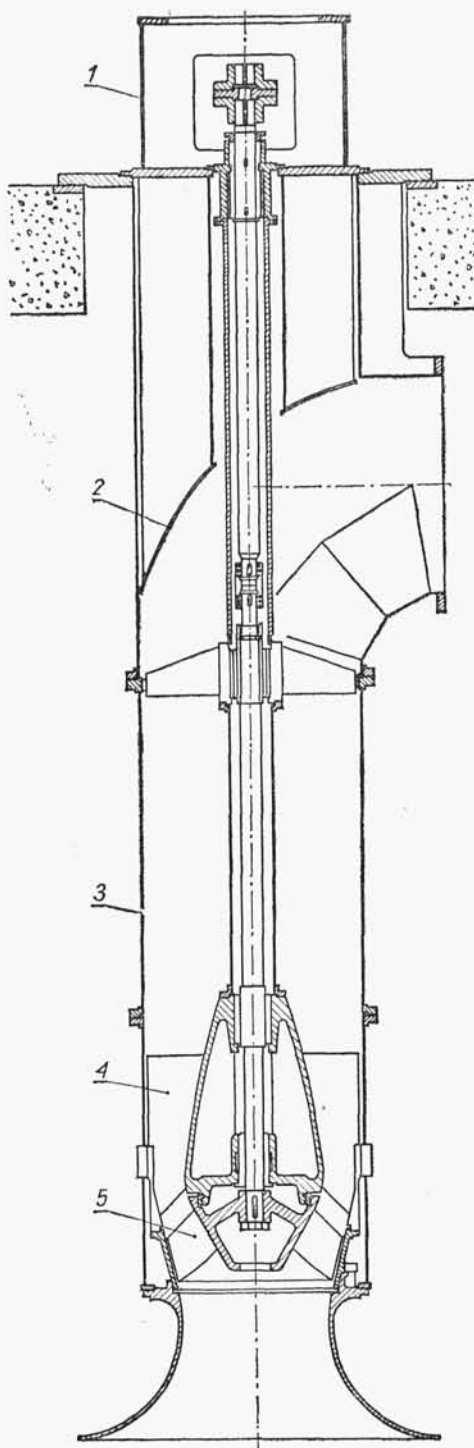
Na rys. 12.22 przedstawiono ciekawą konstrukcję pompy diagonalnej pionowej z łopatkami w części wlotowej.

Na szczególną uwagę zasługuje stosowanie w pompach diagonalnych łożysk ślizgowych o panewkach z gumy, tekstolitu lub (w specjalnych przypadkach) z teflonu, smarowanych pompowaną wodą, co wyklucza zanieczyszczanie wody smarami łożyskowymi.

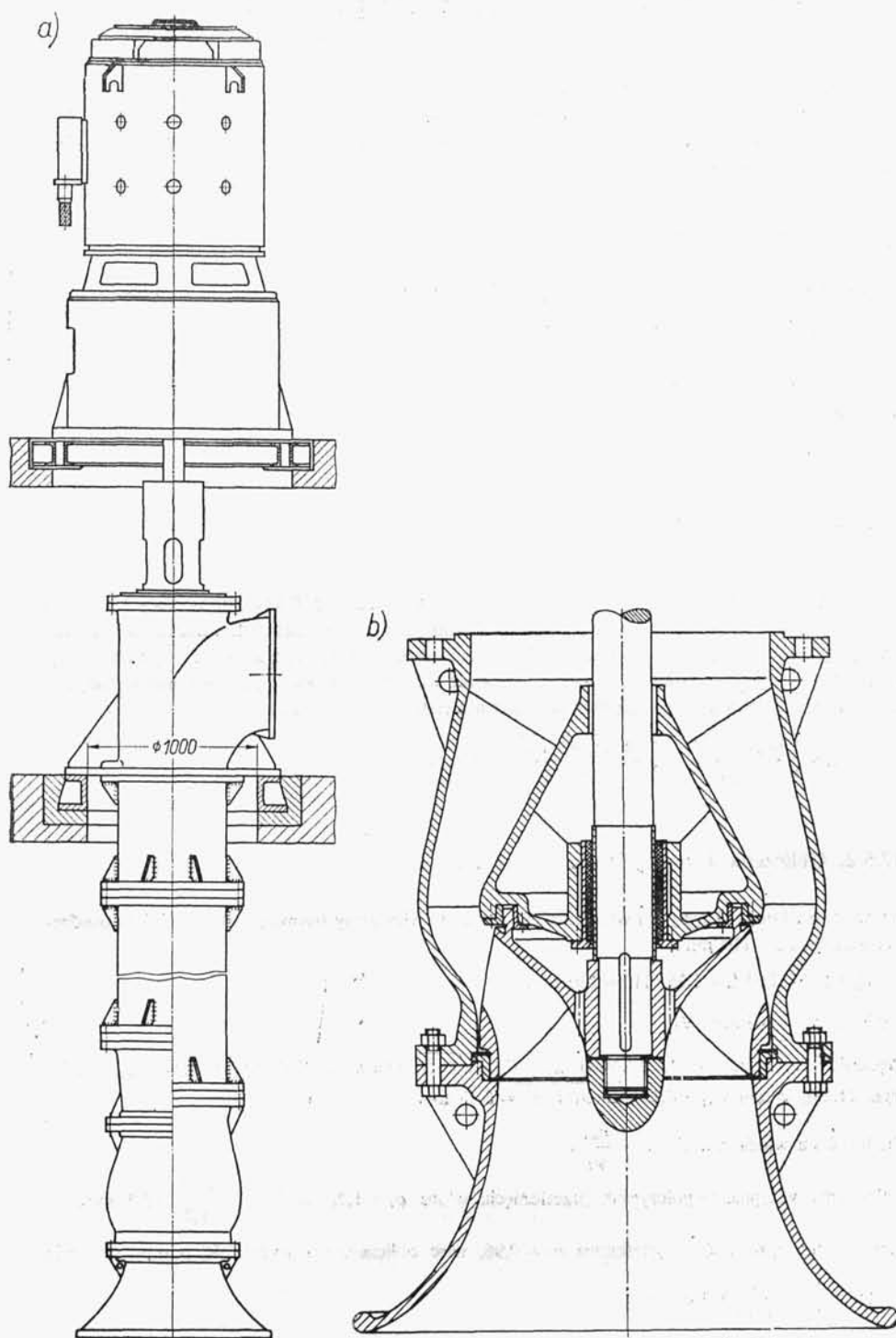


Rys. 12.21

Pompa diagonalna typu 120 D,
 produkcji Warszawskiej Fabryki
 Pomp wg projektu autora:
 a) przekrój pompy, b) widok
 wirnika otwartego; $Q = 13500 \text{ m}^3/\text{h}$
 $H = 20 \text{ m}$, $n = 490 \text{ obr/min}$,
 $P_s = 1250 \text{ kW}$



Rys. 12.22. Pompa diagonalna dużej wydajności firmy Allis Chalmers z łopatkami w części wlotowej (niewidoczne na rysunku); 1 — podstawa silnika, 2 — osłona kolanowa, 3 — rura tłoczna, 4 — kierownica łopatkowa, 5 — wirnik



Rys. 12.23. Projekt pompy diagonalnej w układzie pionowym: a) rysunek gabarytowy, b) przekrój części hydraulicznej