

Rys. 18.23. Charakterystyka kawitacyjna pompy jak na rys. 18.22 z dodatkowym wirnikiem wstępnym (wg badań autora)

18.3. Sposoby zapobiegania kawitacji w pompach wirowych

Można wyodrębnić dwie podstawowe grupy sposobów zapobiegania kawitacji: konstrukcyjną i eksploatacyjną.

18.3.1. Konstrukcyjne sposoby zapobiegania kawitacji

W celu zmniejszenia prędkości c_0 na wlocie do wirnika (zmniejszenie prędkości zmniejsza spadek ciśnienia) stosuje się wirniki o powiększonym przekroju wlotowym i łagodnej krzywiznie tarczy przedniej. W pompach wielostopniowych taką konstrukcję ma wirnik pierwszego stopnia (rys. 20.8 i 20.12).

Konstrukcyjnie zapobiega się kawitacji przez zastosowanie:

- wcześniejszego ujęcia cieczy w kanały międzyłopatkowe, w których występuje zwiększanie ciśnienia przy przesunięciu krawędzi wlotowych łopatek maksymalnie w kierunku wlotu wirnika, co powoduje konieczność nadania im przestrzennej krzywizny;

- wstępnego wirnika (śrubowego lub śmigłowego) w celu podwyższenia ciśnienia na wlocie do wirnika; ten sposób znalazł zastosowanie m.in. w pompach wstępnych do głównych pomp zasilających kotły parowe (zastosowanie wstępnego wirnika w jednostopniowej pompie odśrodkowej przedstawiono na rys. 18.24);

- wstępnego krętu zgodnego z kierunkiem obrotu wirnika zmniejsza niebezpieczeństwo kawitacji;

- materiałów odpornych na niszczące działanie kawitacji, np. brązów, stali i staliw stopowych z zawartością Cr i Ni, szkła, porcelany (najmniej odporne jest żeliwo);

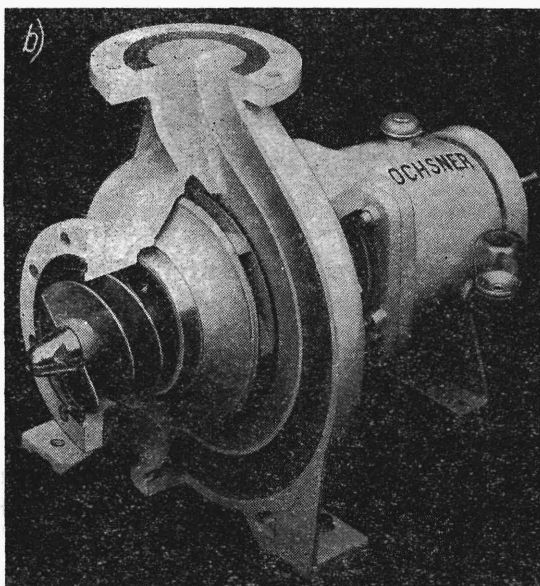
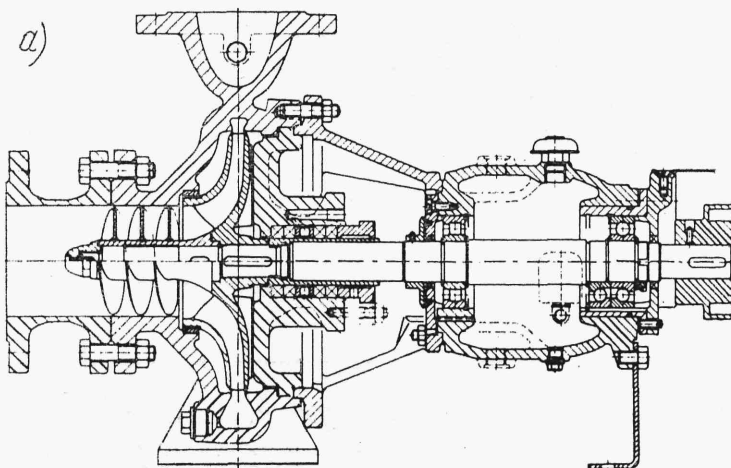
- gładkich powierzchni, ponadto utwardzonych przez obróbkę powierzchniową, jak walcowanie, kucie itp.;

- utwardzenia powierzchni przez azotowanie, nawęglanie i hartowanie.

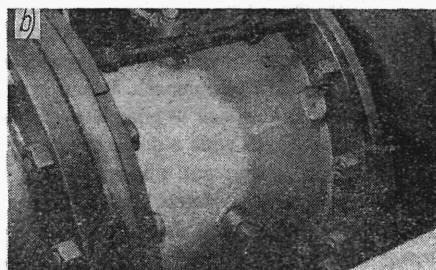
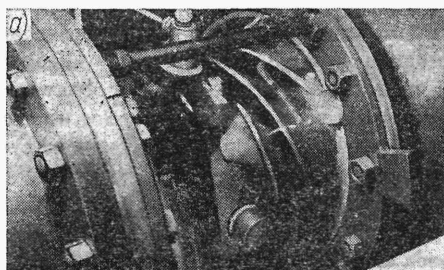
18.3.2. Eksploatacyjne sposoby zapobiegania kawitacji

Eksploatacyjnie zapobiega się kawitacji przez:

- ustawianie pomp z zapewnieniem możliwie małej wysokości ssania lub dużej napływu;



Rys. 18.24. Pompa odśrodkowa jednostopniowa firmy Ochsner-Linz (Austria) z wirnikiem wstępnym (inducerem) w celu zmniejszenia koniecznej nadwyżki antykawitacyjnej: a) przekrój pompy, b) widok i półprzekrój

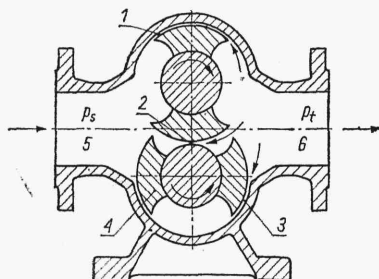


Rys. 18.25. Pompa diagonalna modelowa w obudowie ze szkła organicznego (pleksiglasu): a) bez powietrza, b) z dopuszczonym sztucznie powietrzem — nieprzezroczystość i barwa mleczna zostały wywołane zawiesiną drobnych bąbelczek powietrza w wodzie (badania i fot. autora)

- eksploataowanie w pobliżu nominalnej wydajności (przy nadmiernym zwiększeniu, jak również i zmniejszeniu wydajności występuje kawitacja);
- zabezpieczenie przed wzrostem temperatury cieczy;
- zabezpieczenie przed nieprzewidzianym zwiększeniem prędkości obrotowej pompy;
- dopuszczanie do obszaru powstawania pęcherzyków pary pewnej ilości powietrza (rys. 18.25)¹⁾.

18.4. Kawitacja w pompach wyporowych

Ze względu na stosunkowo niewielkie prędkości przepływu w pompach wyporowych kawitacja występuje rzadziej niż w pompach wirowych. Są jednak obszary, zwłaszcza w pompach wyporowych o obrotowym ruchu organu roboczego, w których występują znaczne prędkości przepływu, powodujące znaczne spadki ciśnienia sprzyjające powstawaniu kawitacji. Są to szczeliny międzyzębne w pompach zębatych i szczeliny między krzywkami oraz między kadłubem a krzywkami w pompach krzywkowych, czyli wszędzie tam, gdzie obszary o różnych ciśnieniach (po stronie ssania i tłoczenia) są połączone szczelinami, zresztą koniecznymi ze względu na mechaniczne działanie pompy.



Rys. 18.26]

Schemat pompy krzywkowej ze wstecznymi przeciekami; 1, 2, 3 — szczeliny, w których występuje wsteczny przepływ i zjawisko kawitacji, 4 — rotory pompy, 5 — przestrzeń ssawna o ciśnieniu p_s , 6 — przestrzeń tłoczna o ciśnieniu p_t .

Problem kawitacji w pompach krzywkowych badał i opracował R. Neumaier²⁾ [37], [38], co zostanie zrelacjonowane pokrótce. Przez istniejące w pompie krzywkowej (rys. 18.26) szczeliny 1, 2, 3 oraz przez niewidoczne na rysunku szczeliny między rotorami 4 a ścianami bocznymi kadłuba występują przepływy wsteczne, z przestrzeni ssawnej 5 do tłocznej 6. Ze wzrostem różnicy ciśnienia $p_t - p_s$ wzrasta prędkość

¹⁾ Powietrze znajdujące się w pęcherzyku pary nie znika przy zaniku pęcherzyka, lecz stanowi poduszkę amortyzacyjną zabezpieczającą przed bombardowaniem powierzchni. Metoda dopuszczania powietrza jest stosowana prawie wyłącznie w turbinach wodnych, ale może z powodzeniem znaleźć zastosowanie i w pompach. Przeprowadzone przez autora wstępne badania i obserwacje (również wizualne) kawitacji w pompie modelowej diagonalnej wykazały prawie zupełne ustanie trzasków kawitacyjnych wraz z dopuszczeniem powietrza przed wlotem do wirnika, co świadczyłoby o znacznym zmniejszeniu niszczonego bombardowania powierzchni przepływowych (łopatek wirnika). Dopuszczone powietrze utworzyło w wodzie zawiesinę mikroskopijnych banieczek (woda przybrała kolor mleka) wciskających się do każdego pęcherzyka parowego (rys. 18.25). Dokładne opracowanie tego zagadnienia wymaga przeprowadzenia szczegółowych, wnikliwych badań kompleksowych.

²⁾ Doc. dr inż. Robert Neumaier jest Głównym Inżynierem Fabryki Pomp i Maszyn Lederle i Hermetic-Pumpen, Freiburg, RFN.