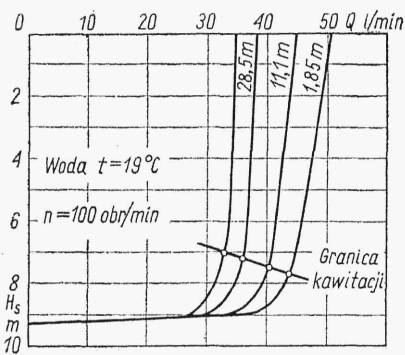
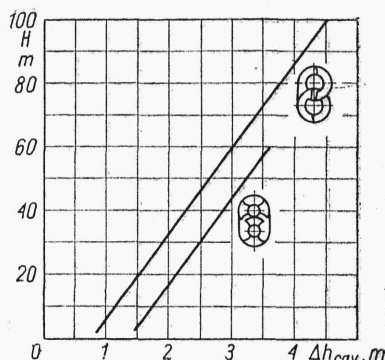


W porównaniu z pompami wirowymi występują tu interesujące różnice w przypadku nadwyżki antykawitacyjnej Δh_{cav} . Mianowicie w pompie wirowej przy spadku wysokości podnoszenia — przy niezmiennej wydajności — wzrasta wyróżnik szybkobieżności n_{sQ} oraz wzrasta nadwyżka antykawitacyjna Δh_{cav} (wzrost σ we wzorze 18.3). Natomiast w pompie wporowej krzywkowej, przy spadku różnicy ciśnień $p_t - p_s$ równoważnej wysokości podnoszenia, maleje przeciek przez szczeliny,



Rys. 18.29. Wykresy zależności wysokości ssania H_s przy różnych wysokościach podnoszenia H pompy krzywkowej (wg R. Neumaiera)



Rys. 18.30. Wykresy zależności nadwyżki antykawitacyjnej Δh_{cav} od wysokości podnoszenia H pomp krzywkowych (wg R. Neumaiera)

zmniejsza się spadek ciśnienia w szczelinach zmniejszający możliwość powstawania pęcherzy kawitacyjnych, a więc rośnie nadwyżka antykawitacyjna. Zależność dopuszczalnej wysokości ssania od wysokości podnoszenia pompy przedstawiono na rys. 18.29 dla przypadku pompowania wody. Na podstawie wykresów na rys. 18.30 można określić nadwyżkę antykawitacyjną dla pomp krzywkowych o rotorach jedno- lub dwuramiennych.

18.5. Metody badania kawitacji

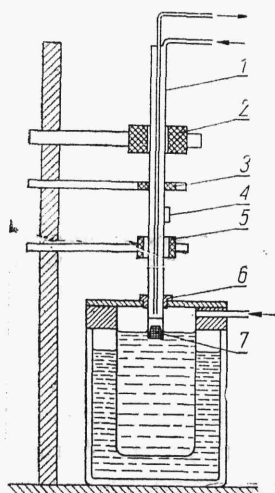
Do badania zjawiska kawitacji są stosowane następujące metody: magnetostrykcyjna, przepływowa, wirującej tarczy w cieczy, natryskowa oraz badania modeli pomp na specjalnych stanowiskach. We wszystkich metodach stosuje się ponadto obserwację wizualną zjawiska — szczególnie fazy powstawania pęcherzyków pary — za pomocą oświetlenia stroboskopowego.

18.5.1. Metoda magnetostrykcyjna

Metoda magnetostrykcyjna polega na wprowadzeniu próbki zanurzonej w cieczy w drgania o dużej częstotliwości. Powodują one powstawanie i znikanie pęcherzyków pary nasyconej na powierzchni próbki.

Na rys. 18.31 przedstawiono schematycznie urządzenie magnetostrykcyjne. Pręt P , na którego końcu jest osadzona badana próbka, doznaje — wskutek dzia-

łania szybkozmiennego pola elektromagnetycznego — drgań o częstotliwości od 6000 do 10 000 Hz. Na powierzchni próbki występują olbrzymie przyspieszenia (do 15 000 *g*) powodujące powstawanie i zanikanie pęcherzyków pary, a w następstwie tego niszczenie powierzchni próbki. Otrzymane zjawisko kawitacji ma przebieg zbliżony do naturalnego, jednak nie ma tu przepływu cieczy charakteryzującej warunki naturalne. Ujemną cechą stanowiska jest wyzwalanie się dużych ilości ciepła, które musi być odprowadzane na zewnątrz. Utrudnia to utrzymywanie niezmiennych warunków w czasie badań.



Rys. 18.31

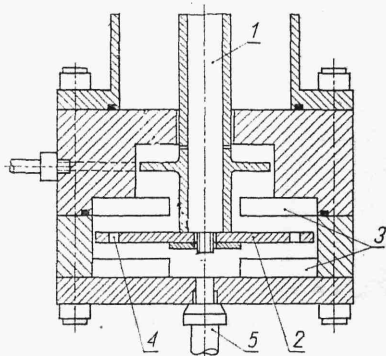
Stanowisko magnetostrykcyjne do badań kawitacyjnych (ASME) z doprowadzeniem powietrza; 1 — rurka niklowa, 2 — cewka zasilająca, 3 — uchwyt gumowy, 4 — przekaźnik deformacji, 5 — sprężenie zwrotne, 6 — pierścień uszczelniający, 7 — próbka badana

18.5.2. Metoda przepływowa

Metoda przepływowa polega na obserwacji przepływu przez zwężkę Venturiego oraz opływu cieczy wokół ciał o różnych kształtach. W urządzeniach tego typu występują prędkości cieczy od 9 do 30 m/s przy ciśnieniach od kilku do kilkunastu atmosfer.

18.5.3. Metoda badań kawitacyjnych z wirującą tarczą

Metoda ta znajduje coraz większe zastosowanie, ponieważ urządzenia z wirującą tarczą wytwarzają pole prądu zbliżone do warunków rzeczywistych przepływu w wirowych maszynach hydraulicznych.



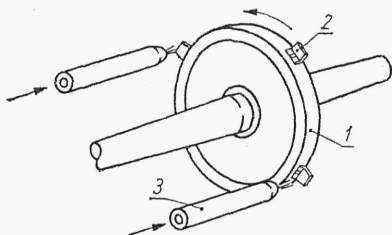
Rys. 18.32

Schemat stanowiska z wirującą tarczą do badań kawitacyjnych; 1 — wał, 2 — tarcza wirująca, 3 — żebra „uspokajające”, 4 — otwory wywołujące kawitację, 5 — doprowadzenie cieczy roboczej

Urządzenie badawcze (rys. 18.32) składa się z tarczy kołowej wirującej w osłonie wypełnionej cieczą. Jakikolwiek wgłębienia i otwory w tarczy (wykonane celowo) powodują miejscowe spadki i wzrosty ciśnienia wywołujące zjawisko kawitacji.

18.5.4. Metoda natryskowa

Urządzenie badawcze (rys. 18.33) jest podobne do poprzedniego lecz o innym działaniu. W wirującej tarczy są osadzone próbki materiałów badanych. Próbki są poddawane okresowemu działaniu silnego strumienia cieczy wypływającej z dyszy.



Rys. 18.33
Schemat urządzenia do badania kawitacyjnego metodą natryskową; 1 — tarcza wirnika, 2 — próbka, 3 — dysze doprowadzające ciecz

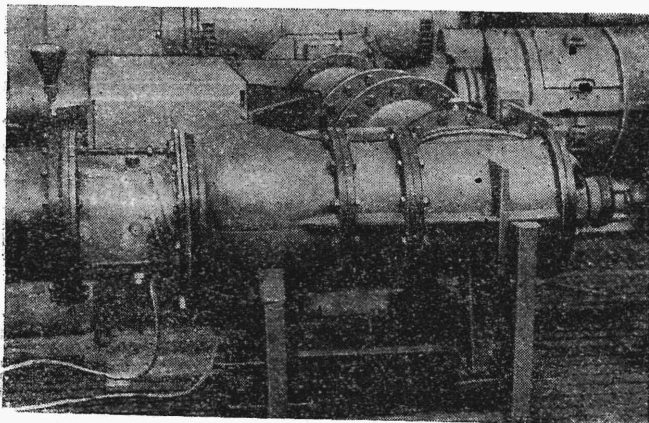
18.5.5. Badania kawitacyjne modeli pomp

Badania te są przeprowadzane na specjalnych stanowiskach do badań pomp modelowych ze szczególnym uwzględnieniem badań zjawisk kawitacyjnych. Warunki badań są tu identyczne z normalnymi występującymi w pracy pomp, stąd wyniki badań są najbardziej wiarogodne. Stanowiska umożliwiają przeprowadzanie wszechstronnych badań kawitacji, w poszczególnych jej fazach:

- zaczątkowej kawitacji,
- rozwiniętej kawitacji,
- kawitacji pełnej powodującej załamanie charakterystyk (krzywych) i całkowity spadek wartości parametrów pracy pompy.

W każdej fazie kawitacji badania obejmują:

- obserwację akustyczną — pomiary i rejestrację głośności,



Rys. 18.34. Uprozczone stanowisko do badań wizualnych kawitacji modelu pompy diagonalnej z przezroczystą komorą wirnika (badania i fot. autora)

— obserwację wizualną przy oświetleniu stroboskopowym i filmową rejestrację powstawania i zanikania pęcherzyków pary nasyconej przez przezroczystą komorę lub okienka w kadłubie.

— pomiary prędkości i ciśnień towarzyszących badaniu zjawisk w miejscu jego występowania,

- pomiary parametrów pracy pompy Q , H , n w czasie trwania badania,
- pomiary temperatury cieczy w obszarze występujących zjawisk,
- pomiary mocy pobieranej przez pompę,
- pomiary wagowe ubytku materiału w wyniku niszcącego działania kawitacji,
- wpływ stanu powierzchni na intensywność powstawania i zanikania pęcherzyków parowych oraz na intensywność niszczenia materiału,
- wpływ rodzaju materiału na działanie niszczące kawitacji,
- wpływ zawartości gazów w wodzie na intensywność zjawisk kawitacyjnych,
- wpływ zjawisk kawitacyjnych na działanie mechaniczne pompy: drgania kadłuba, układu wirującego, trwałość łożysk itp.

Na rys. 18.34 przedstawiono uproszczone stanowisko o obiegu zamkniętym do wizualnej kawitacji w modelowej pompie diagonalnej. Komora wirnika wykonana z przezroczystego materiału, np. szkła organicznego, umożliwia obserwację wizualną zjawisk kawitacyjnych. Inne stanowiska do badań kawitacji są przedstawione w rozdz. 23.