

Wybrane pojęcia z mechaniki cieczy

2

Podstawowym zjawiskiem związanym z działaniem pomp jest przepływ cieczy rzeczywistych, których właściwości fizyczne wpływają, choć w różnym stopniu, na pracę pomp. Do nich należą przede wszystkim:

Ciężar właściwy cieczy γ . Jest to iloczyn masy właściwej, czyli gęstości cieczy ρ i przyspieszenia od siły ciężkości g .

$$\gamma = \rho g$$

Należy przy tym pamiętać o tym, iż przyspieszenie g zależy od natężenia pola ciężkości, podczas gdy masa właściwa jest stała dla danej cieczy, niezależnie od tego pola. Zagadnienie to występuje w przypadku stosowania pomp w urządzeniach kosmicznych, przebywających w zasięgu różnych pól ciężkości.

Ciężar właściwy cieczy γ nie wpływa na wydajność, ani na wysokość podnoszenia pompy lecz na moc potrzebną do jej napędu.

Lepkość cieczy, określana współczynnikiem lepkości dynamicznej η i kinematycznej ν , wpływa w znacznym stopniu na pracę pompy — bezpośrednio na wartość oporów przepływu przez jej wnętrze, a pośrednio na sprawność hydrauliczną pompy η_h i w konsekwencji na użyteczną wysokość podnoszenia H . Również charakterystyki pracy tej samej pompy, ale dla cieczy o różnej lepkości, mają różny przebieg (cz. III rozdz. 16).

Ścisłość cieczy, praktycznie nie wpływająca na przepływ przez pompę, jest brana pod uwagę w wyjątkowych przypadkach, np. w zjawiskach zmiennego przepływu przy nagłym zatrzymaniu pompy (uderzenia wodne) oraz przy bardzo dużych wysokościach podnoszenia pomp tłokowych, wpływając na przebieg charakterystyki $H = f(Q)$ (cz. II, rozdz. 7).

Rozszerzalność cieplna cieczy pod wpływem wzrostu temperatury wpływa na pracę pomp dopiero przy bardzo wysokich temperaturach.

Parowanie cieczy jest to zjawisko wpływające na wysokość ssania (napływu) pompy oraz na występowanie kawitacji zależnej od wysokości ciśnienia parowania w danej temperaturze i ciśnieniu cieczy. Wpływ ten będzie dokładniej omówiony w następnych rozdziałach.

Zdolność cieczy do rozpuszczania lub wydzielania gazów. Szczególnie niebezpiecznym zjawiskiem w czasie pracy pomp jest wydzielanie się cząsteczek gazu przy zmniejszaniu ciśnienia. W pompach tłokowych tworzą się wtedy poduszki gazowe

zmniejszając wydajność, a w granicznym przypadku uniemożliwiające pracę, zaś w pompach wirowych wydzielające się pęcherze gazowe w rurze ssawnej również zmniejszają wydajność, a nawet mogą doprowadzić do przerwania przepływu (zasysania) cieczy.

W obliczeniach pomp pomija się często, dla prostoty obliczania, niektóre właściwości cieczy, zakładając przepływ cieczy doskonałej, tzn. nieściśliwej, nielepkiej i niepodlegającej rozszerzalności. Wpływy te uwzględnia się dopiero w końcowej fazie obliczeń.

2.1. Zjawiska przepływu cieczy

2.1.1. Warunek ciągłości przepływu

W jednowymiarowym, czyli równoległym ruchu ustalonym cieczy doskonałej (tzn. takim, w którym prędkość przepływu zależy tylko od jednego wymiaru — odległości liczonej wzdłuż osi strugi) *warunek ciągłości przepływu* można wyrazić równaniem

$$Av = \text{const} = Q \quad (2.1)$$

gdzie: A — przekrój strugi, v — średnia prędkość przepływu w całym przekroju A , Q — natężenie przepływu strugi.

Z równania ciągłości wynikają dwa ważne wnioski:

- w przepływie cieczy nieściśliwej prędkość w kierunku przepływu jest odwrotnie proporcjonalna do przekroju strugi $v = \text{const}/A$,
- ponieważ prędkość nie może być nieskończenie wielka, więc zgodnie z zależnością $A = \text{const}/v$ przekrój strugi nie może być równy zero, czyli struga nie może w pewnej chwili zaniknąć.

Równanie ciągłości znajduje duże zastosowanie w obliczeniach pomp i układów pompowych.

Równanie ciągłości dla cieczy nieściśliwej obowiązuje również dla kilku strug ze sobą połączonych, np. jeśli struga o przekroju A rozdziela się na wiele strug o przekrojach A_1, A_2, \dots, A_n , w których średnie prędkości wynoszą v_1, v_2, \dots, v_n , lub jeżeli wiele strug o wymienionych parametrach łączy się w jedną, to

$$Av = A_1v_1 + A_2v_2 + \dots + A_nv_n = \sum A_iv_i \quad (2.2)$$

2.1.2. Twierdzenie Bernoulliego dla cieczy doskonałej

Odniesiona do jednostki masy *energia płynącej cieczy* wynosi

$$E_I = gz + \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} \quad (2.3)$$

Dzieląc równanie (2.3) przez normalne przyspieszenie ziemskie $g_n = 9,80665 \text{ m/s}^2$, otrzymamy