

Przepływ cieczy w pompie po wypływie z wirnika

15

15.1. Wprowadzenie

Ciecz po wypływie z wirnika nie doznaje już zwiększenia energii, jej wartość jest — przy założeniu cieczy doskonałej — niezmienna, zaś przy uwzględnieniu przepływu cieczy rzeczywistej, część energii cieczy zużywa się na pokonanie oporów przepływu. Ponieważ opory te są proporcjonalne do kwadratu prędkości, więc podstawowym zadaniem elementów odprowadzających ciecz z wirnika jest przemiana energii prędkości w energię ciśnienia z możliwie małymi stratami. Drugim zadaniem, wynikającym z funkcjonalności pompy jednostopniowej, jest zbieranie cieczy w kanale zbiorczym lub kierownicy i kierowanie jej do przewodów tłocznych, zaś w pompach wielostopniowych zadaniem elementów odprowadzających ciecz jest kierowanie jej do wirnika następnego stopnia. Do tych celów służą elementy pompy, które kolejno będą omówione.

15.2. Przepływ cieczy przez kierownicę bezłopatkową

Rozpatrzmy ruch cząsteczki po wypływie z wirnika w kanale bezłopatkowym o dowolnym kształcie (rys. 15.1). Niech torem jej będzie droga A_3A_4 . W danej chwili cząsteczka znajduje się w punkcie A . Określmy prędkość cząsteczki c i kąt α nachylenia toru do kierunku obwodowego zakładając przepływ cieczy doskonałej.

Z warunku ciągłości przepływu przez pompę wynika

$$2\pi r b c_m = 2\pi r_3 b_3 c'_{m3} = Q = \text{const} \quad (15.1)$$

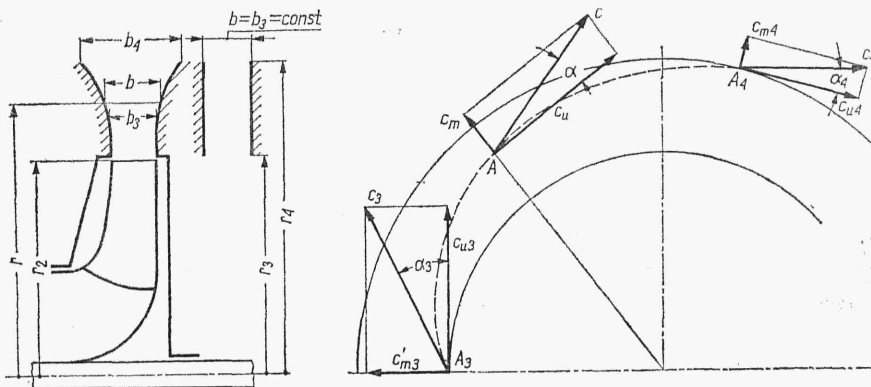
po skróceniu otrzymamy

$$b r c_m = b_3 r_3 c'_{m3} \quad (15.2)$$

gdzie: c'_{m3} — prędkość południkowa po wypływie z wirnika, b_3 — szerokość kanału na promieniu $r_3 \approx r_2$ tuż za krawędzią wylotową łopatki (rys. 11.17).

Z warunku stałości energii przy przepływie cieczy doskonałej wynika równość momentów prędkości w rozpatrywanej przestrzeni

$$c_u r = c_{u3} r_2 = \text{const} \quad (15.3)$$



Rys. 15.1. Przepływ cieczy w kierownicy bezłopatkowej

Dzieląc dwustronnie równania (15.2) i (15.3) otrzymamy po uproszczeniu

$$b \frac{c_m}{c_u} = b_3 \frac{c'_{m3}}{c_{u3}} \quad (15.4)$$

lub $b \operatorname{tg} \alpha = b_3 \operatorname{tg} \alpha_3 = \text{const}$, przy czym α_3 odpowiada α'_3 na rys. 11.18. (15.5)

Przy założeniu stałej szerokości kanału bezłopatkowego $b = b_3 = \text{const}$ otrzymamy zależność

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha_3 = \text{const} \quad (15.6)$$

z której wynika, iż tory cząsteczek cieczy doskonałej są spiralami logarytmicznymi.

Przy przepływie cieczy rzeczywistej przez kierownicę bezłopatkową występują straty energii wywołane tarciem, które zależą od długości drogi cząsteczek w tym obszarze oraz od chropowatości ścian. Straty wywołane tarciem powodują zmniejszenie momentu prędkości na wylocie z kierownicy bezłopatkowej wg zależności podanej przez C. Pfleiderera

$$\frac{1}{r_4 c_{u4}} - \frac{1}{r_3 c_{u3}} = \frac{\lambda \pi}{2Q} (r_4 - r_3) \quad (15.7)$$

gdzie λ — współczynnik oporu przepływu ($\lambda = 0,03 \div 0,06$).

Przy małym kącie α'_3 droga cząsteczki cieczy w kierownicy bezłopatkowej jest długa, a więc i opory są większe. Ten sam wpływ ma kształt rozchylających się ścian kierownicy widoczny na rys. 15.1. Zmniejsza się przez to prędkość południkowa c_m , co powoduje zmniejszenie kąta α i wydłużenie drogi cząsteczki. Zachowanie stałej szerokości kierownicy jest z tych względów korzystniejsze, lecz nie zawsze możliwe.

15.3. Przepływ cieczy w kanale zbiorczym

15.3.1. Rodzaje kanałów zbiorczych i kształty ich przekroju

Zadaniem kanału zbiorczego jest zebranie cieczy wypływającej z wirnika lub z kierownicy bezłopatkowej z możliwie małymi stratami i częściowa przemiana wysokości prędkości cieczy w wysokość ciśnienia. Kanały zbiorcze są stosowane w pompach