

11.7. Kształtowanie łopatki wirnika pompy odśrodkowej

Na podstawie głównego równania pomp L. Eulera można sądzić, iż wysokość podnoszenia nie zależy od kształtu linii prądu, a więc od kształtu łopatek, a jedynie od stanu na wlocie i wylocie. W rzeczywistości kształt linii prądu, uwarunkowany kształtem łopatek, wpływa zasadniczo na sprawność hydrauliczną wirnika.

Podane w uprzednich ustępach zależności i wzory umożliwiają obliczenie głównych wymiarów wirnika oraz kątów wlotu β_1 i wylotu β_2 łopatki. Nie określają jednak kształtu łopatki, a przecież może on być różny przy tych samych kątach i średnicach d_1 i d_2 , a łopatka może mieć różną długość.

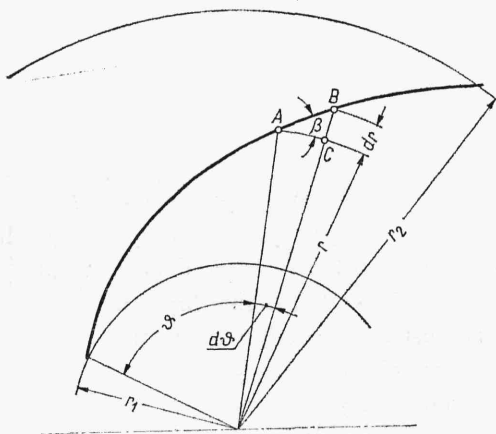
Dla warunków przeciętnych przyjmuje się, że stosunek długości środkowej linii kanału międzyłopatkowego do jego szerokości (w rzucie osiowym) na średnim promieniu wynosi $4 \div 5$. Kąt rozchylenia kanału nie powinien przekraczać 14° .

Do wyznaczenia kształtu łopatek są stosowane trzy główne metody: łukowa, punktowa i odwzorowania konforemnego i punktowa.

Metody jedno- i dwulukowe, jako mało dokładne, zostały zarzucone.

Metodę odwzorowania konforemnego stosuje się najczęściej do kształtowania łopatek o przestrzennej krzywiznie (patrz rozdz. 12).

Metoda punktowa jest stosowana zwykle w pompach odśrodkowych o pojedynczej krzywiznie łopatek. Polega ona na założeniu zmiany kąta β w zależności od promienia r w granicach od r_1 do r_2 i wyznaczeniu kąta środkowego ϑ dla danego r i β . Wartości r i ϑ stanowią współrzędne biegunowe danego punktu łopatki. Miejsce geometryczne tych punktów tworzy szkieletową łopatki.



Rys. 11.19
Metoda punktowa wyznaczania kształtu łopatki

Weźmy pod uwagę elementarny trójkąt ABC (rys. 11.19). Odcinek $AC = r d\vartheta$ w mierze łukowej, więc

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{BC}{AC} = \frac{dr}{r d\vartheta} \quad (11.62)$$

lub

$$d\vartheta = \frac{dr}{r \operatorname{tg} \beta} \quad (11.63)$$

Całkując wyrażenie (11.63) w granicach od r_1 do r oraz mnożąc przez $180/\pi$, otrzymamy

$$\vartheta = \frac{180}{\pi} \int_{r_1}^r \frac{dr}{r \operatorname{tg} \beta} \quad (11.64)$$

Całka jest rozwiązalna jedynie przy znanej funkcji $\beta = f(r)$, m. in. przy stałym kącie β ($\beta = \beta_1 = \beta_2 = \text{const}$), co w szczególnym przypadku występuje w pompach o zmniejszonej liczbie łopatek. Wtedy łopatka przyjmie kształt spirali logarytmicznej. W pozostałych przypadkach przeprowadzamy całkowanie tabelaryczne zastępując całość sumą

$$\vartheta = \frac{180}{\pi} \sum_{r=r_1}^{r=r_2} \frac{\Delta r}{(r \operatorname{tg} \beta)_{sr}} \quad (11.65)$$

Kąt β dla poszczególnych wartości r obliczamy z zależności

$$\sin \beta = \frac{c'_m}{w'} \quad (11.66)$$

zaś wartość c'_m i w' odczytujemy z założonego przebiegu funkcji $c'_m = f(r)$ i $w' = f(r)$, znając ich wartości przy r_1 i r_2 oraz zakładając przebieg prostoliniowy¹⁾. W celu wydłużenia łopatki linię $w' = f(r)$ zakładamy wygiętą nieco ku dołowi. Sposób wyznaczenia kształtu łopatki ilustruje przykład obliczeniowy.

11.8. Projektowanie wirników pomp odśrodkowych o pojedynczej krzywiźnie łopatek

11.8.1. Wprowadzenie

Dane są parametry pracy pompy: wydajność Q i wysokość podnoszenia H . Zaprojektowanie wirnika pompy wymaga obliczenia lub przyjęcia wielu niewiadomych wielkości, jak prędkość obrotowa wirnika, prędkości bezwzględne i składowe prędkości cieczy, wymiary wirnika, kąty nachylenia i ukształtowanie łopatek itp.

Do rozwiązania tego zadania możemy posłużyć się tylko równaniem podstawowym L. Eulera oraz prawem ciągłości przepływu wiążącym wymiary wirnika z prędkościami cieczy. Zatem jest więcej niewiadomych niż równań, stąd niektóre wielkości należy założyć, inne obliczać stosując ponadto obliczenia sprawdzające wartości założone.

Zaprojektowanie wirnika może mieć z tych względów parę rozwiązań konstrukcyjnych (różne prędkości obrotowe, różne średnice, różne liczby łopatek itp.). Należy zastosować rozwiązanie rokujące najlepszą sprawność pompy lub (w przypadku pomp specjalnych) najlepszą przydatność do żądanych warunków pompowania.

¹⁾ Objaśnienie szczegółowe podano w p. 11.8.5.