

DIMENZIONISANJE DIFUZORA

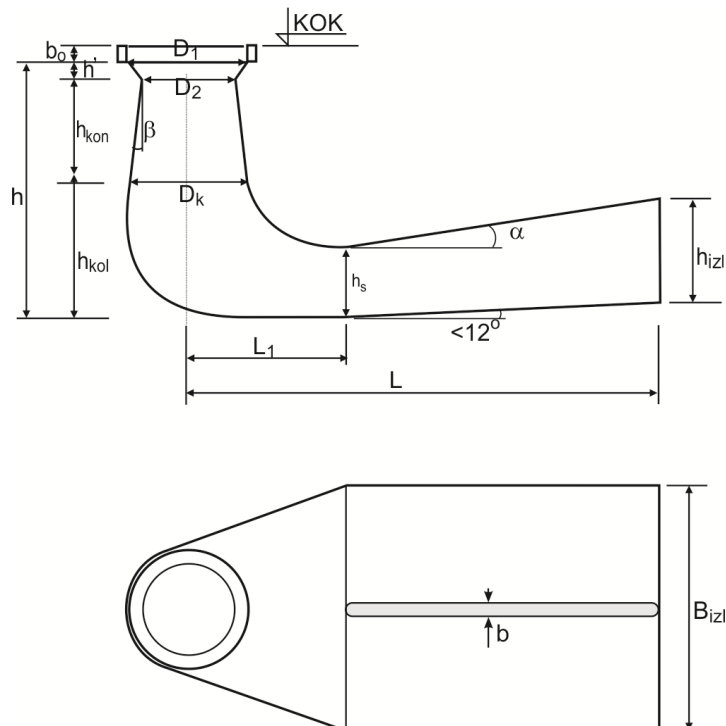
Difuzori su elementi koji se nalaze na izlazu iz turbine, a osnovna uloga im je da sprovedu vodu od izlaza iz turbine do donje vode, uz što manje energetske gubitke. Ovi elementi kod reakcijskih turbina omogućavaju iskorišćenje dela potencijalne energije. Difuzori mogu biti sa pravom osovinom (kod manjih postrojenja i cevnih agregat) ili sa kolenom (kod većih postrojenja, kakvo je postrojenje koje se projektuje u okviru elaborata).

Oblik difuzora rezultat je optimizacionih analiza. Naime, u cilju što boljeg iskorišćenja potencijalne energije potrebo je što više smanjiti izlaznu brzinu vode. To se može postići ili povećavanjem dužine difuzora ili povećavanjem ugla širenja. Sa druge strane, povećanje dužine difuzora ograničeno je pojavom kavitacije, dok je povećavanje ugla širenja vezano za opasnost od odlepljivanja mlaza i povećavanje gubitaka.

Ispitivanjem efekata rada različitih difuzora, došlo se do sledećih orijentacionih vrednosti parametara difuzora. Ove vrednosti daju se u odnosu na ulazni prečnik turbine (D_1), a za Francisove turbine ovi parametri kreću se u sledećim granicama:

visina sifona:	$h \cong (2,2 \div 2,5) D_1$
visina kolena:	$h_{kol} \cong D_1$
ugao širenja difuzora:	$\beta = 6 \div 10^\circ$
dužina difuzora:	$L = (4 \div 5,5) D_1$
dužina do pravougaonog dela:	$L_1 = (1,3 \div 1,5) D_1$
ugao širenja pravougaonog dela:	$\alpha = 10 \div 13^\circ$
visina suženja:	$h_s = (0,56 \div 0,7) D_1$
izlazna širina:	$B_{izl} = (2,5 \div 3,0) D_1$

Dimenzije na izlazu iz difuzora (h_{izl} i B_{izl}) treba odabrati tako da izlazna brzina bude približno 1,5 m/s ili manje. Ukoliko je izlazna širina difuzora veća od 10 m potrebno je iz konstrukcijskih razloga ugraditi razdeoni zid čija je debljina $b=(0,1\div 0,15)B_{izl}$



DIMENZIONISANJE GENERATORA

Generatori su elementi u kojima se obavlja transformacija mehaničke u električnu energiju. Kod savremenih hidroelektrana uglavnom se koriste sinhroni trofazni generatori, dok se kod agregata male snage mogu koristiti i asinhroni generatori.

Sinhroni generatori sastoje se od dva osnovna elementa: nepokretnog statora i rotora. Na rotoru se nalazi uzбудni namotaj, kroz koji teče jednosmerna struja dovedena iz budilice. Protok jednosmerne struje kroz uzбудni namotaj rotora stvara magnetni tok uzbuđene, pod čijim se delovanjem u svakom namotaju statora indukuju naponi. Rotor generatora rotira uvek sa sinhronim (nominalnim) brojem obrtaja n , koji je određen brojem pari polova i zahtevanom frekvencijom od $f=50$ Hz.

U zavisnosti od načina oslanjanja i prenošenja opterećenja razlikuju se dva tipa generatora sa vertikalnom osovinom:

- obešeni generatori - kod kojih se noseći ležaj nalazi iznad rotora, tako da se sile koje deluju na rotirajuće delove prenose na čeličnu konstrukciju koja je postavljena iznad statora ("zvezdasti nosač"), pa preko nje na konstrukciju statora i na armirano betonsku konstrukciju generatorskog stola.
- poduprti (oslonjeni) generatori - kod kojih se noseći ležaj nalazi ispod rotora, tako da se sile koje deluju na rotirajuće delove preko posebnih nosača prenose direktno na konstrukciju generatorskog stola ili na poklopac turbine (ako je rastojanje između generatora i turbine malo).

Izbor načina oslanjanja generatora zavisi od brzohodnosti mašine i dimenzija generatora.

Osnovni parametri kojima se definiše jedan hidrogenerator mogu se podeliti na dve grupe parametara:

- 1) parametri koji proističu iz parametara turbine: nominalni broj obrtaja, aktivna snaga, brzina obrtaja pri pobegu, zamajni momenat i dr.
- 2) parametri specifični za sam generator: faktor snage, prividna snaga, nazivni napon generatora, opseg regulacije napona i dr.

Nominalna aktivna snaga generatora (P_g) je maksimalna aktivna snaga koju generator može da predaje na svojim izvodima, pri nazivnom naponu (U_g), nazivnom faktoru snage i određenoj temperaturi rashladnog sredstva. Nominalna aktivna snaga generatora određuje se na osnovu nominalne snage turbine (N_t) i koeficijenta korisnog dejstva generatora (η_g):

$$P_g = N_t \eta_g$$

Nominalna prividna snaga generatora (S_g) zavisi od faktora snage ($\cos\varphi$), i definiše se na sledeći način:

$$S_g = \frac{P_g}{\cos\varphi}; \quad \cos\varphi = 0,9$$

[VA] → [W]

Zamajni momenat agregata prvenstveno zavisi od zamajnog momenta rotora generatora. Da bi se ta vrednost odredila neophodno je poznavati veličinu unutrašnjeg prečnika statora (D) i odgovarajuću visinu (dužinu aktivnog čelika - l_a). Za njihovo određivanje (u prvoj aproksimaciji) mogu se koristiti sledeći empirijski obrasci:

$$D = \frac{13,9^4 \sqrt{S_g}}{\sqrt[3]{n}}$$

[MVA] → [m]

pri čemu se prividna snaga S_g unosi u MVA da bi se veličina unutrašnjeg prečnika statora dobila u metrima. Dobijena vrednost praktično predstavlja i spoljašnji prečnik rotora, pa je potrebno proveriti da nisu prekoračene maksimalne obodne brzine rotora pri pobegu (v). Pošto je, iz konstruktivnih razloga, brzina rotora pri pobegu ograničena na oko $v=150$ m/s, dobijeni prečnik ne sme biti veći od:

$$D < D^{\max} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot n_{\text{pob}}}$$

Broj obrtaja pri pobegu (n_{pob}) za Francisove turbine kreće se u granicama $n_{\text{pob}} = (1,7 \div 2,2) n$.

Visina aktivnog dela statora (l_a) određuje se iz relacije:

$$l_a = \frac{S_g}{D^2 \cdot n \cdot c_a} \quad [\text{m}]$$

kVA → S_g
[m] ← l_a

gde je c_a koeficijent iskorišćenja aktivne zapremine materijala, koji u savremenim generatorima sa kombinovanim hlađenjem ima vrednost $c_a=6 \div 8$. Prividna snaga (S_g) unosi se u kVA da bi se visina aktivnog dela statora dobila u metrima.

Za dimenzionisanje uređaja za podizanje i prenos (kranova) potrebno je poznavati masu najtežeg elementa koji će biti transportovan. To je uglavnom rotor generatora sa delom osovine. Njegova težina iznosi (45 ÷ 50)% od mase generatora: $G_{\text{gen}} = A \cdot D \cdot l_a$, gde je $A=35 \div 40$ t/m².

Kao što je već istaknuto, izbor načina oslanjanja (prenošenja opterećenja) generatora zavisi od dimenzija generatora i brzohodnosti mašine. Važe sledeći odnosi:

- za $l_a/D > 0,25$ treba usvojiti obešeni tip generatora;
- za $l_a/D < 0,2$ treba usvojiti poduprti tip generatora;
- za $0,2 < l_a/D < 0,25$ tada za $n < 150 \text{ min}^{-1}$ treba usvojiti poduprti, a
 za $n > 150 \text{ min}^{-1}$ obešeni tip generatora.

Ostale dimenzije generatora, u prvoj aproksimaciji, vezuju se za dobijene vrednosti (D i l_a), a neki važniji odnosi su:

- visina gornjeg zvezdastog nosača: u slučaju obešenog tipa $\approx (0,2 \div 0,25) D$
 u slučaju poduprtog tipa $\approx 0,1 D$
- visina donjeg zvezdastog nosača: u slučaju obešenog tipa $\approx 0,1 D$
 u slučaju poduprtog tipa $\approx 0,25 D$
- unutrašnji prečnik betonskog cilindra u koji se smešta agregat: $D_{\text{krat}} \approx 1,6 D$, a od spoljašnjeg zida hladionika do zida treba da bude $0,5 \div 0,6$ m.

