

Univerzitet u Nišu
Mašinski fakultet

Ilić Ž. Danijela

DIPLOMSKI RAD

Niš, 2008

Univerzitet u Nišu
Mašinski fakultet



**Hidromašinska oprema na agregatima cevnih
turbina Hidroelektrane Đerdap II**

- diplomski rad -

Kandidat
Ilić Ž. Danijela

Mentor
Prof.dr Dragica Milenković

Niš, mart 2008

Hidromašinska oprema na agregatima cevnih turbina Hidroelektrane Đerdap II

Rezime

U ovom diplomskom radu dat je pregled hidromašinske opreme koja se može naći na hidroenergetskim postrojenjima sa skicama kao i raspored hidromašinske opreme na hidroelektrani.

Kratak istorijat nastanka HE Đerdap dat je, kao i dispozicija opreme na HE Đerdapu II, takođe su priloženi i osnovni podaci o turbinama, hidrogeneratora i ostalih sistema koji omogućavaju nesmetani rad elektrane.

Dat je detaljni prikaz hidromašinske opreme elektrane, brane i brodske prevodnice sa slikama i skicama ključnih elemenata kao i tehnički crtež mašinske zgrade, turbine sa regulacijom i dizalicama.

Ključne reči

- hidromašinska oprema
- turbina sa regulacijom
- hidrogenerator
- rešetke
- zatvarači
- brzi predturbinski zatvarač
- grajfer
- sifonski zatvarač
- dizalice
- glavna vrata
- remontna vrata
- dvokrilna vrata

Sadržaj

Uvod	4
Hidromašinska oprema (uopšteno)	5
Osnovni raspored hidromašinske opreme na objektu	9
Hidroelektrana Đerdap	11
Dispozicija oprema na HE Đerdap II	13
Turbina sa regulacijom	16
Hidrogenerator	20
 1. Hidromašinska oprema i dizalice elektrane	 23
 1.1.Hidromehanička oprema i dizalice ulazne građevine	 23
1.1.1 Rešetke na turbinskom vodozahvatu	23
1.1.2 Remontni zatvarač	25
1.1.3 Elektrohidraulička klješta nosivosti 2x320KN,raspona 14.5m	26
1.1.4 Brzi predturbinski zatvarač	27
1.1.5 Hidraulički pogon brzih predturbinskih zatvarača	29
1.1.6 Rešetka i remontni zatvarač na otvoru za sprečavanje vrtloženja	31
1.1.7 Dizalica na ulaznoj građevini (320+320) KN-18,5+4 m, dizalična staza, ankerska bitva	32
1.1.8 Čistilica (150+150) KN-9m, dizalična staza grajfer „Polip“, ravni grajfer, bunker za nanos, ankerska bitva	34
1.1.9 Deponija zatvarača, poklopci na deponiji i montažnom bloku	36
1.1.10 Poklopac hidrogeneratorskog	37
1.1.11 Poklopac na otvoru za dotur opreme	38
1.1.12 Dizalica za dotur opreme 650/100 KN-7,2 m,dizalična staza, nosači dizalične staze	38
1.1.12 Transportna kolica 600 KN, dizalična staza, pogonski mehanizam	40
1.1.13 Šinska staza transformatora	40
1.1.14 Platforma za dotur opreme na kotu 37,25 m i 38,0 m	40
 1.2.Hidromehanička oprema i dizalice sifona	 41
1.2.1 Remontni zatvarač sifona	41
1.2.2 Elektrohidraulička klješta nosivosti 2x250 KN, raspona 14,5	44
1.2.3 Sifonska dizalica (250+250) KN-3 m, dizalična staza	45
1.2.4 Tehnološki saobraćaj i transport	46
1.2.5 Redovne operacije transporta	46
1.2.6 Periodične operacije transporta	47
1.2.7 Izuzetne operacije transporta	47

2. Hidromehanička oprema i dizalice prelivne brane	48
2.1 Segmentni zatvarač sa klapnom i bez klapne	49
2.2 Hidraulički pogoni segmentnih zatvarača sa klapnom i bez klapne	50
2.3 Uzvodni remontni zatvarač	53
2.4 Nizvodni remontni zatvarač	55
2.5 Elektrohidraulička klješta nosivosti 2x400 KN raspona 21,0 m	56
2.6 Dizalica na brani (350+350) KN, dizalična staza, ankerska bitva	57
2.7 Uređaj za vrtoloženje	58
3. Brodska prevodnica	59
3.1 Glavna radna vrata	60
3.2 Havarijsko – remontna vrata	63
3.3 Glavni galerijski zatvarač	66
3.4 Hidraulički pogon radnih i havarijskih vrata i glavnih galerijskih zatvarača	67
3.5 Funkcionisanje radnih vrata	68
3.6 Funkcionisanje havarijskih vrata	68
3.7 Funkcionisanje glavnih galerijskih zatvarača	69
3.8 Zaštine ploveće maske niše radnih i havarijsko-remontnih vrata	69
3.9 Uređaj za vrloženje vode ispred havarijsko-remontnih vrata	69
3.10 Instalacija za upozoravanje na prisustvo brodova u prevodnici	70
3.11 Remontni galerijski zatvarač	70
3.12 Rešetke na vodozahvatu galerija	71
3.13 Uređaj za indikaciju zapušenosti rešetke	71
3.14 Elektrohidraulička klješta za glavne galerijske zatvarače	71
3.15 Mehanička klješta za remontni galerijski zatvarač i rešetku	72
3.16 Grejfer „Polip“	72
3.17 Portalne dizalice 400/160 KN-7,5 m i dizalične staze	73
3.18 Ručne dizalice sa dizaličnim stazama u prostorijama	74
3.19 Oprema uzvodnog predpristaništa i komore	74
3.20 Donja glava prevodnice	75
3.21 Glavna dvokrilna vrata	75
3.22. Uređaj za kočenje brodova	77
3.23 Glavni galerijski zatvarač	80
3.24 Hidraulička instalacija uređaja za kočenje brodova	81
3.25 Remontna dvokrilna vrata	81
3.26 Mehanizam za pokretanje remontnih dvokrilnih vrata	83
3.27 Uređaj za izdizanje krila remontnih dvokrilnih vrata u remontni položaj	83
3.28 Uređaj za vrtloženje kod remontnih dvokrilnih vrata	84
3.29 Instalacija za upozoravanje na prisustvo brodova u prevodnici	84
3.30 Remontni galerijski zatvarač	84
3.31 Elektrohidraulička klješta za glavne galerijske zatvarače	85
3.32 Mehanička klješta za remontni galerijski zatvarač	85
3.33 Portalna dizalica 400/32/20 KN-12,0 m, dizalična staza, ankerska bitva i uređaj za kantovanje servomotora	86
3.34 Ručne dizalice sa dizaličnim stazama u prostorijama	88
3.35 Oprema nizvodnog predpristaništa	88
4. Zaključak	89
Literatura	90
Biografija	91

Uvod

Hidroenergetski sistemi spadaju u najsloženije i najprostranjenije sisteme koje čovek uopšte gradi. Grade se u sastavu kompleksnih vodoprivrednih objekata, čime se značajno povećava stepen složenosti objekata, kao i tehničkih, ekonomskih, ekoloških, socijalnih i drugih problema koje treba rešavati pri planiranju i realizaciji sistema.

Hidro potencijal Srbije je iskorišćen 53% a 47% potencijala zbog ekonomskih troškova nije iskorišćen tj. iskorišćen je potencijal na većim rekama gde je pristupačan teren dok na manjim nije zbog nepristupačnosti terena.

U EES-u Srbije, devet HE sa pedeset hidroagregata ukupne snage 2831 MW, godišnje u proseku proizvodi 12 milijardi kWh električne energije. Ukupan energetska sadržaj sezonskih akumulacija je oko 1,2 milijarde kWh. Proizvodnju električne energije na bazi hidro potencijala ostvaruju tri javna preduzeća: JP HE "Đerdap" - Kladovo, JP "Drinske HE" - Bajina Bašta i JP "Limske HE" - Nova Varoš. Važno je istaći da se preko 70% snage iz hidroelektrana dobija iz HE koju se prosečno stare 35 godina.

Hidroelektrane su manji zagadjivači u odnosu na termoelektrane i zato treba potencirati njihovu izgradnju. Mana im je što menjaju klimu na lokalnom nivou, ali zato stvaraju mogućnost za razvoj turizma, pošto se njihovim izgradnjom stvaraju veštačka jezera npr. Đerdapsko jezero na Dunavu.

4. Zaključak

U okviru hidroelektrana postoje sledeće grupe objekata:

1) **Usporni/pregradni objekti** za formiranje akumulacije i koncentraciju pada. U ovu grupu objekata spadaju brane svih mogućih tipova, sa svim pratećim objektima kojima se obezbeđuje potpuna hidraulička stabilnost (evakuacioni organi - preliv, temeljni i drugi ispusti, itd.), kao i sva specijalna postrojenja kojima se ostvaruje zahtevana funkcionalnost u zoni pregradnog objekta (riblje staze i riblje prevodnice, itd.).

2) **Hidroenergetska postrojenja i objekti.** U tu grupu spadaju objekti koji isključivo služe za proizvodnju hidroenergije i njeno dopremanje do najbližih čvorišta prenosnog sistema. U hidroenergetske objekte spadaju vodozahvati sa svim pratećim uređajima (čistilice, uređaji za evakuaciju leda, plivajućih predmeta i nanosa, taložnice, itd.); dovodne i odvodne derivacije sa pratećim uređajima (kanali, tuneli, cevovodi, zatvaračnice, vodostani i vodne komore i dr.); mašinske zgrade sa osnovnom mašinskom i elektromašinskom opremom (turbine, generatori, transformatori, itd.), uređajima za montažu i transport (kranovi i dr.); postrojenja za upravljanje proizvodnjom, uređaji za obezbeđivanje potrebne sigurnosti pri radu (sistemi za odvodnjavanje mašinske zgrade, rezervni sistemi za snabdevanje postrojenja potrebnom energijom, sistemi za napajanje postrojenja rashladnom vodom, razni bezbednosni uređaji, itd.).

3) **Objekti za korišćenje višenamenskog objekta za druge vodoprivredne potrebe:** brodske prevodnice ili prenosnice sa pratećim objektima (predpristaništa, upravljački centri i sl.); zahvati za druge vodoprivredne korisnike (navodnjavanje, snabdevanje vodom itd.) sa pratećim postrojenjima koja obezbeđuju pouzdano funkcionisanje tih delova sistema (pumpne stanice, taložnice, itd.).

Jedan kW/h energije proizveden u hidroelektrani je značajno jeftiniji od onog u termoelektrani i ima manji negativni uticaj na životnu okolinu. Iz ovog razloga su hidroelektrane popularnije i poželjnije kao izvor energije za jednu državu. Međutim količina proizvedene energije zavisi od količine dotoka vode i varira tokom godine. Ovo se smatra najvećim nedostatkom ovih elektrana uz činjenicu da akumulaciona jezera zauzimaju ogromna prostranstva najverovatnije plodnog zemljišta.

U ovom diplomskom radu dat je pregled hidromašinske opreme koja se nalazi na HE Đerdap II sa detaljnijim opisom najznačajnijih elemenata koji omogućuju nesmetani rad hidroelektrane i proizvodnju električne energije.

Adekvatnim održavanjem i brigom stručnog osoblja mogu se sprečiti havarije i povećati sigurnost u radu a samim tim zadovoljiće se potrebe potrošača za električnom energijom.

Literatura

1. B. Ristić, Hidromašinska oprema, Naučna knjiga, Beograd, 1996.
2. B. Ristić, Pumpe i pumpne stanice, Naučna knjiga, Beograd 1991.
3. M. Benisek, hidraulične turbine, Mašinski fakultet u Beogradu, 1998
4. N.N. Kavalev, Proektovane gidroturbin, Masinosgroene, Lenjingrad 1974.
5. G.I. Krivicenko, Nasosi i gidroturbini, Energija, Moskva 1970.
6. Energoprojekt, Hidromehanička oprema i dizalice elektrane, Beograd 1984.
7. Energoprojekt, Hidromehanička oprema i dizalice prelivne brane, Beograd 1984.
8. Energoprojekt, Brodska prevodnica sa predpristaništima i hidromehanička oprema i dizalice gornje glave, Beograd 1987.
9. Energoprojekt, Brodska prevodnica sa predpristaništima i hidromehanička oprema i dizalice donje glave, Beograd 198