

Název stavby :

GENERÁLNÍ REKONSTRUKCE TECHNOLOGICKÉHO ZAŘÍZENÍ MVE LETOVICE

Projekt

D. Dokumentace strojně-technologické části

D.3. AUTOMATIKA A OVLÁDÁNÍ

OBSAH :

- D.3.1. Seznam pohonů a přístrojů**
- D.3.2. Automatika a ovládání TG**
- D.3.3. Hydraulický agregát klappek**
- D.3.4. Vyčerpání prosáklé vody**
- D.3.5. Celkové schéma automatiky**

DATUM
Květen 2011

D.3.1. SEZNAM POHONŮ A PŘÍSTROJŮ

D.3.1.1. Nové soustrojí TG1 (Francis)

- M11 - elektrický servomotor pro ovládání rozváděcích lopatek, záběrná síla 17 kN, napětí 3 x 230/400 V, 50 Hz, 250 W, s proudovým vysílačem polohy 4 – 20 mA , koncovými spínači, s topným odporem, s místním ovladačem, s ovládáním ručním kolem, pracovní zdvih cca 50 mm, rychlost přestavení mezi krajními polohami zdvihu 125 mm/min, čas přestavení cca 24 s.
- BC11 - proudový vysílač polohy otevření rozváděcích lopatek, je součástí servomotoru
- SQ11, SQ12 – koncové spínače zavřené a otevřené polohy rozváděcích lopatek, spínače jsou součástí servomotoru
- ST11, ST12 – snímače teploty radiální ložiska turbíny, odporové
- ST13, ST14 – snímače teploty ložisek generátoru
- ST15 - snímač teploty vinutí generátoru
- BR11 – snímač otáček na generátoru, indukční

D.3.1.2. Rekonstruované soustrojí TG2 (Francis)

- M21 - elektrický servomotor pro ovládání rozvaděče, jmenovitá síla 20 kN, předpokládaný pracovní zdvih 12 mm, rychlost přestavení 16 mm/min, výkon 120 W, 230 V/50 Hz, vybaven proudovým vysílačem polohy 4 – 20 mA, signalizačními vypínači koncových poloh, možnost ručního ovládání kolečkem, ukazatel polohy, silový vypínač, tepelná pojistka elektromotoru, topný odpor.
- BC21 - proudový vysílač polohy otevření rozváděcích lopatek, je součástí servomotoru
- SQ21, SQ22 – koncové spínače zavřené a otevřené polohy rozváděcích lopatek, spínače jsou součástí servomotoru
- ST21, ST22 – snímače teploty radiální ložiska turbíny, odporové
- ST23, ST24 – snímače teploty ložisek generátoru
- ST25 - snímač teploty vinutí generátoru
- BR21 – snímač otáček na generátoru, indukční

D.3.1.3. Rekonstruované soustrojí TG3 (čerpádlová turbína)

- ST31 – snímač teploty radiální ložiska turbíny, odporový
- ST32, ST33 – snímače teploty ložisek generátoru
- ST34 - snímač teploty vinutí generátoru
- BR31 – snímač otáček na generátoru, indukční

D.3.1.4. Hydraulický agregát a klapky

- M41 - elektromotor pohonu zubového čerpadla oleje (hydrogenerátoru), 250 W, 3x380 V, 50 Hz
- SL41 – snímač minimální hladiny oleje, 1 kontakt, napětí 24 V ss

- YV401 – elektromagnet rozvodného ventilu levé klapky KT11 před novou turbínou TG1 Francis, příkon elektromagnetu 30 W /20°C, napětí 24 V ss \pm 10 %, magnet pro trvalý provoz
- YV402 – elektromagnet rozvodného ventilu pravé klapky KT12 před novou turbínou TG1 Francis, příkon elektromagnetu 30 W /20°C, napětí 24 V ss \pm 10 %, magnet pro trvalý provoz
- YV403 – elektromagnet rozvodného ventilu klapky KT2 před rekonstruovanou turbínou TG2 Francis, příkon elektromagnetu 30 W /20°C, napětí 24 V ss \pm 10 %, magnet pro trvalý provoz
- YV404 – elektromagnet rozvodného ventilu klapky KT3 před rekonstruovanou čerpadlovou turbínou TG3, příkon elektromagnetu 30 W /20°C, napětí 24 V ss \pm 10 %, magnet pro trvalý provoz
- YV404a – elektromagnet rozvodného ventilu klapky KT3 pro přifázování čerpadlové turbíny TG3, příkon elektromagnetu 30 W /20°C, napětí 24 V ss \pm 10 %, magnet pro trvalý provoz
- YV405 – elektromagnet rozvodného ventilu klapky KA1 levé asanační výpusti, příkon elektromagnetu 30 W /20°C, napětí 24 V ss \pm 10 %, magnet pro trvalý provoz
- YV406 – elektromagnet rozvodného ventilu klapky KA2 pravé asanační výpusti, příkon elektromagnetu 30 W /20°C, napětí 24 V ss \pm 10 %, magnet pro trvalý provoz
- SQ41, SQ42 – koncové spínače zavřené a otevřené polohy levé klapky KT11 před novou turbínou TG1 Francis
- SQ43, SQ44 – koncové spínače zavřené a otevřené polohy pravé klapky KT12 před novou turbínou TG1 Francis
- SQ45,SQ46 – koncové spínače zavřené a otevřené polohy klapky KT2 před rekonstruovanou turbínou TG2 Francis
- SQ47,SQ48 – koncové spínače zavřené a otevřené polohy klapky KT3 před rekonstruovanou čerpadlovou turbínou TG3
- SQ49, SQ410 – koncové spínače zavřené a otevřené polohy klapky KA1 levé asanační výpusti
- SQ411, SQ412 – koncové spínače zavřené a otevřené polohy klapky KA2 pravé asanační výpusti

D.3.1.5. Vyčerpání prosáklé vody

- M51 - elektromotor ponomého čerpadla v jímce prosáklé vody, 780 W, 230 V, 50 Hz
- SL51 – plovákový spínač pro signalizaci zvýšené hladiny v jímce, typ MAC 3

D.3.2. AUTMATIKA A OVLÁDÁNÍ TG

D.3.2.1. Podmínky pro spuštění turbín

- přítomnost napětí v elektrické síti
- odstraněná předchozí porucha
- klapkový uzávěr (uzávěry) před turbínou připraven v zavřené poloze
- obsluhou navolený režim provozu turbíny

D.3.2.2. Spuštění turbín

a) Ruční spuštění

Ruční spuštění se používá zpravidla pouze při zkouškách a opravách soustrojí. Úplné ruční spuštění (njetí, fázování) turbín není možné. Pouze je možné po automatickém spuštění po přepnutí přepínače do polohy „ručně“ ovládat pomocí tlačítek otevření rozváděcího kola (u TG1, TG2) nebo klapky před turbínou (u TG3).

b) Automatické spuštění

Probíhá bez zásahu obsluhy, za předpokladu, že jsou splněny všechny podmínky pro spuštění turbín, při nastavení přepínače do polohy „automat“.

U soustrojí TG1 (nebo TG2) přepnutím přepínače generátoru do polohy „zap“ se přestaví klapky KT11, KT12 (nebo KT2) do polohy otevřeno, dále se začnou otvírat rozváděcí lopatky turbíny do najížděcí polohy a při dosažení synchronních otáček se generátor automaticky přifázuje. Postupným otevíráním rozváděcích lopat se zvyšuje průtok vody turbínou a tedy i výkon dodávaný do el. sítě až do hodnoty určené požadovaným otevřením.

U soustrojí TG3 se nastavením přepínače generátoru do polohy „zap“ otevře klapka KT3 postupně do najížděcí polohy a po dosažení synchronních otáček se generátor automaticky přifázuje. Následuje automatické přestavení klapky KT3 do plně otevřené polohy.

Při automatickém spuštění může být spuštěna buď jen jedna z turbín nebo postupně po určitém časovém intervalu druhá turbína, případně i třetí turbína. Pořadí spouštění turbín předvolí obsluha, stejně jako polohu požadovaného otevření rozvaděče (u TG1 a TG2) označenou v procentech.

D.3.2.3. Provoz turbín

a) Nová a rekonstruovaná turbína Francis (TG1 a TG2)

Po spuštění soustrojí je rozváděč turbíny v automatickém režimu otevřen automaticky až do předem požadované polohy otevření. V ručním režimu (pouze při opravách nebo zkouškách) může být rozváděč turbíny ručně pomocí tlačítek „otevřít“ / „zavřít“ otvírán nebo přivírán. Doporučené minimální otevření rozvaděče je 25 – 30 %.

b) Čerpadlová turbína (TG3)

Čerpadlová turbína je neregulovatelná a její hlnost závisí při daných otáčkách asynchronního generátoru na užitečném spádu, podle turbínové charakteristiky čerpadla. Klapkový uzávěr KT3 před turbínou je za provozu vždy plně otevřený.

c) Režimy provozu

Všechny turbíny mohou být nastaveny pro provoz buď v ručním nebo automatickém režimu.

Při ručním provozu jsou stroje spouštěny, ovládány (otevírání, zavírání u TG1, TG2) a odstavovány obsluhou. Přitom algoritmus vlastního najíždění i odstavování provádí vždy automat.

Při automatickém provozu je celý tento proces (spouštění, ovládání, odstavení) ovládan automaticky řídicím systémem podle stanoveného algoritmu. Přepínání mezi ručním a automatickým provozem je možné na rozvaděči ve strojovně MVE přepínačem poloh „automat“ / „ručně“.

D.3.2.4. Odstavení turbín z provozu

a) Provozní odstavení

Bude prováděno buď ručně přepnutím přepínače generátoru do polohy „vyp“ nebo proběhne automaticky podle dříve předvoleného pořadí odstavení.

b) Poruchové (havarijní) odstavení

Proběhne v případě, že nastane alespoň některá z následujících poruch :

- výpadek vnější elektrické sítě (průběžné otáčky)
- přetížení generátoru (proudová ochrana)
- motorický chod generátoru (zpětná wattová ochrana)
- zvýšená teplota ložisek turbíny nebo ložisek generátoru

Odstavení probíhá zcela automaticky a nové najetí po elektrických poruchách proběhne po skončení působení poruchy (jestliže se stejná elektrická porucha objeví do 10 minut znovu, soustrojí automaticky odstaví a do zásahu obsluhy už nenajíždí). Po mechanické poruše (zvýšená teplota ložiska) soustrojí bez zásahu obsluhy nenajede.

D.3.2.5. Součinnost provozu turbín s uzávěry výpustí

a) Součinnost s klapkami asanačních výpustí

V případě výpadku elektrické sítě a tedy odstavení všech turbín dojde k automatickému otevření asanačních klapek (KA1, KA2) pomocí závaží na páce. Tyto klapky zajistí trvalý asanační průtok vody do koryta řeky pod nádrží minimálně 0,2 m³/s. Stejná funkce, tj. otevření klapek asanačních výpustí bude zajištěna i v případě takového poruchového nebo provozního odstavení turbín, po kterém nebude v provozu žádná turbína. Po opětovném spuštění alespoň jedné z turbín dojde k automatickému uzavření asanačních klapek.

b) Vazba na provoz kuželových uzávěrů základových výpustí

Provoz turbín je v zásadě možný i do určitého otevření kuželových uzávěrů (KU1, KU2) spodních výpustí. Při větším otevření uzávěru výpusti pak dojde ke snížení průtoku vody do odbočky k turbíně a ke zvýšení ztráty spádu, což se projeví poklesem výkonu turbín, případně neklidným chodem a turbíny pak budou odstaveny. Omezující otevření uzávěru výpustí se určí zkouškou při provozu.

D.3.2.6. Místa ovládání a signalizace provozu turbín

a) Rozvaděč ve strojovně MVE – místní ovládání

Z tohoto místa bude možné provádět veškeré řídicí a ovládací úkony a do tohoto místa budou vyvedeny všechny informace o provozu a stavu soustrojí.

b) Signalizační skříňka v domku hrázného

Do skříňky budou signalizovány následující stavy :

- indikace provozu turbosoustrojí (provoz / porucha)
- zvýšená hladina vody v jímce prosáklé vody
- signalizace poruch MVE

c) Počítač v domku hrázného – dálkové ovládání

- vizualizace dat s možností dálkového ovládání všech turbín MVE, tj. jejich spouštění, sledování provozních veličin, odstavování, signalizace poruch
- archivace vybraných provozních veličin, poruch, apod.

D.3.3. HYDRAULICKÝ AGREGÁT KLAPEK

D.3.3.1. Funkce zajišťované hydraulickým agregátem, výchozí stav

- Ovládání 2 ks klapek DN 400 se závažím a hydraulickým servomotorem na přívodech k nové turbíně TG1 Francis, (KT11 – klapka přívodu na levé výpusti, KT12 – klapka přívodu na pravé výpusti).

- Ovládání 2 ks klapek DN 300 se závažím a hydraulickým servomotorem na přívodech k rekonstruované turbíně TG2 Francis a čerpadlové turbíně TG3 (K2 – klapka před TG2, K3 – klapka před TG3).
- Ovládání 2 ks klapek DN 200 se závažím a hydraulickým servomotorem na asanačních výpustích (KA1 – klapka na levé výpusti, KA2 – klapka na pravé výpusti).
- Ve výchozím (klidovém) stavu jsou všechny klapky před turbínami uzavřeny a obě klapky asanačních výpustí nebo jedna z nich otevřeny. Tento stav může nastat např. po výpadku elektrické sítě.

D.3.3.2. Funkce klapek při spouštění turbín

a) Volba pořadí spouštění turbín

Pořadí spouštění turbín a tedy i otvírání klapek KT11, KT12, KT2, KT3 závisí na volbě obsluhy. Ovládání těchto klapek je vzájemně nezávislé. Klapky budou otvírány postupně, tj. po otevření první zvolené klapky a najetí příslušné turbíny bude následovat další klapka v pořadí.

b) Otvírání klapek před TG1 (KT11, KT12)

- 1) po splnění podmínek pro najetí zapne elektromotor čerpadla oleje v agregátu klapek
- 2) elektromagnet rozvodného ventilu první předvolené klapky (YV401 nebo 402) přestaví šoupátko ventilu a klapka začne otevírat
- 3) po dosažení otevřené polohy klapky (koncový spínač) vypíná elektromotor čerpadla oleje v agregátu
- 4) v případě, že obsluha zvolí pro provoz otevření i druhé klapky, následují bez vypnutí elektromotoru čerpadla agregátu kroky 2, 3
- 5) po otevření klapky (klapek) následuje otvírání rozvaděče turbíny pomocí elektrického servomotoru a její přifázování k elektrické síti

c) Otvírání klapky před TG2 (KT2)

- 1) po splnění podmínek pro najetí zapne elektromotor čerpadla agregátu klapek
- 2) elektromagnet rozvodného ventilu klapky (YV403) přestaví šoupátko ventilu a klapka začne otevírat
- 3) po dosažení otevřené polohy (koncový spínač), vypíná elektromotor čerpadla agregátu
- 4) po otevření klapky následuje otvírání rozvaděče turbíny elektrickým servomotorem a přifázování k elektrické síti

d) Otvírání klapky před TG3 (KT3)

- 1) po splnění podmínek najetí zapne elektromotor čerpadla agregátu klapek
- 2) elektromagnet rozvodného ventilu klapky (YV404) přestaví šoupátko ventilu a klapka začne otevírat
- 2a) v poloze otevření blízké synchronním otáčkám TG3, elektromagnet ventilu YV404a přestavuje podle potřeby šoupátko do zavřené polohy a přerušuje tak dodávku oleje na otvírání klapky, klapka je tak postupně přerušovaně pootvírána až do polohy pro přifázování. V ostatních režimech je elektromagnet YV404a vypnutý a rozváděcí ventil je vždy držen pružinou v otevřené poloze
- 3) po dosažení synchronních otáček generátoru dojde k přifázování (snímač otáček)
- 4) po přifázování zapne elektromotor čerpadla agregátu, klapka dále otvírá, po dosažení otevřené polohy klapky (koncový spínač) vypíná elektromotor čerpadla agregátu

e) Čas otvírání klapek před turbínami

Závisí na průtočném množství hydrogenerátoru a geometrickém objemu servomotoru (válce). Čas otvírání je cca 30 s.

f) Zavírání klapek asanačních výpustí

Jakmile po obnovení napětí sítě, případně po odstranění poruchy dojde k úspěšnému najetí alespoň jedné z turbín, dojde automaticky k uzavření jedné nebo obou asanačních klapek v následujících krocích :

- 1) elektromotor čerpadla agregátu klapky je zapnut
 - 2) elektromagnet rozvodného ventilu klapky (YV405) přestaví šoupátko ventilu a klapka začne zavírat
 - 3) po dosažení zavřené polohy (koncový spínač), vypíná elektromotor čerpadla agregátu
 - 4) v případě, že byla otevřena i druhá klapka, elektromotor čerpadla agregátu nevypíná a pokračuje stejným způsobem její zavírání, po uzavření druhé klapky vypíná elektromotor čerpadla agregátu
- g) *Čas zavírání asanačních klapek*
Čas zavírání obou klapek současně je cca 75 s, zavírání jedné klapky pak bude trvat čas poloviční.

D.3.3.3. Udržování činné polohy klapek

Činnou polohou se rozumí poloha, ve které je závaží ve zvednuté krajní poloze. U klapky před turbínami tato poloha odpovídá plnému otevření, u asanačních klapky plnému uzavření. Vlivem působícího momentu závaží a průsaků přes rozvodný ventil může docházet po určité době k přivírání některé z klapky. Pokud některá z klapky překročí dovolenou hodnotu přivření (spínač), zapne automaticky elektromotor čerpadla agregátu a dočerpá olej pod píst tak, že klapka se vrátí do požadované koncové polohy. Po dosažení koncové polohy elektromotor čerpadla agregátu vypíná. V koncové činné poloze dosedá u všech klapky píst vždy na víko servomotoru.

D.3.3.4. Funkce klapky při provozním odstavení turbín

Provozní odstavení, počet odstavených turbín a pořadí odstavení určuje obsluha.

a) *Provozní odstavení turbín Francis (klapky KT11, KT12, KT2)*

- 1) rozvaděč turbíny je uzavírán elektrickým servopohonem, při poklesu výkonu dojde k odfázování, rozvaděč úplně uzavře (koncový spínač)
- 2) po uzavření rozvaděče turbíny vypíná magnet příslušné klapky a rozvodné šoupátko ventilu je přestaveno pružinou do klidové polohy, silou od závaží je vytlačován olej pod pístem a odtéká přes škrtkový ventil do nádrže agregátu. V koncové poloze dosedá páka závaží na doraz. Klapka je těsně uzavřena a nedochází k otáčení rotoru soustrojí vlivem průsaků.

b) *Provozní odstavení čerpadlové turbíny (klapka KT3)*

- 1) po impulzu na odstavení vypíná magnet klapky a rozvodné šoupátko ventilu je přestaveno pružinou do klidové polohy, silou od závaží je vytlačován olej pod pístem a odtéká přes škrtkový ventil do nádrže agregátu. Během zavírání dojde k poklesu výkonu a k odfázování. V koncové poloze dosedá páka závaží na doraz. Turbína je těsně uzavřena klapkou a nedochází k otáčení rotoru vlivem průsaků.

D.3.3.5. Funkce klapky při havarijním odstavení turbín

a) *Havarijní odstavení turbín nastává při následujících poruchách :*

- 1) výpadek elektrické sítě (odstavují všechny turbíny současně)
- 2) ztráta ovládacího napětí řídicího systému (odstavují všechny turbíny současně)
- 3) hladina oleje v agregátu pod minimem (odstavují všechny turbíny současně)
- 4) dosažení maximální dovolené teploty ložiska turbíny nebo generátoru (odstavuje příslušný TG)
- 5) funkce zpětné wattové ochrany (odstavuje příslušný TG)

b) *Postup zavírání klapky před turbínami při havarijním odstavení*

- 1) po impulzu od poruchy vypíná magnet klapky a rozvodné šoupátko ventilu je přestaveno pružinou do klidové polohy, silou od závaží je vytlačován olej pod pístem a

odtéká přes škrtkový ventil do nádrže agregátu. V koncové poloze dosedá páka závaží na doraz.

- 2) pokud se nejedná o výpadek sítě, u turbín Francis pak ještě zavírají rozváděcí lopatky
- 3) pokud je poruchou výpadek sítě, rozváděcí lopatky u turbín Francis zůstávají v poslední poloze před výpadkem. Po obnovení sítě před najetím jsou pak nejprve rozváděcí lopatky přestaveny elektrickým servomotorem do zavřené polohy.

c) Časy zavírání klapek před turbínami při havarijním odstavení

Časy zavírání budou nastavitelné pomocí škrtkových ventilů v přívodním potrubí do válců. S ohledem na charakteristiku klapek při zavírání, hydraulický ráz v potrubí a minimalizaci trvání průběžných otáček je doporučena délka těchto časů kolem 4 s.

d) Funkce klapek asanačních výpustí při havarijním odstavení

- 1) pokud dojde k odstavení všech turbín, automaticky otvírá buď jedna nebo obě klapky asanační výpusti. Po impulsu od poruchy vypíná magnet klapky a rozvodné šoupátko ventilu je přestaveno pružinou do klidové polohy, silou od závaží je vytlačován olej pod pístem a odtéká přes škrtkový ventil do nádrže agregátu. V koncové poloze dosedá páka závaží na doraz.
- 2) pokud zůstává v provozu alespoň jedna turbína, asanační klapky zůstávají uzavřeny.

D.3.3.6. Režim ovládání klapek při jejich seřizování

Tento režim připadá v úvahu při uvádění do provozu, seřizování, apod. Klapka se ovládá ručním spouštěním a vypínáním elektromotoru čerpadla agregátu a ručním zapínáním a vypínáním elektromagnetů rozvodných ventilů. Při ruční manipulaci je potřebné dbát na to, aby klapka byla držena v mezipolohách jen po nezbytně nutnou dobu z důvodu chvění, kavitace a hluku.

D.3.4. VYČERPÁNÍ PROSÁKLÉ VODY

Automatika čerpání prosáklé vody je samostatná, nezávislá na automatice MVE.

V jímce prosáklé vody je instalováno ponorné čerpadlo s elektromotorem a vlastním plovákem, který podle hladiny automaticky zapíná a vypíná čerpadlo.

V jímce je umístěn ještě další nezávislý plovákový snímač hladiny. Pokud se hladina zvýší nad přípustnou úroveň (vlivem zvýšených průsaků nebo poruchy čerpadla), plovák sepne a zvýšení hladiny je opticky signalizováno ve skříňce v domku hrázného.