

Oponentní posudek bakalářské práce

Jméno studenta: **Pavel Půlpán**

Oponent bakalářské práce: **Ing. Jaromír Ratislav**

Bakalářská práce řeší provoz parních turbín ŠKODA v paroplynovém cyklu.

Zadané zásady pro vypracování:

1. Zapojení parní turbíny v paroplynovém cyklu.
2. Příprava parní turbíny s příslušenstvím pro najetí.
3. Určení parametrů páry pro vpuštění do turbíny.
4. Najetí turbíny na jmenovité otáčky, náfázování a postup zatěžování na cílový výkon.
5. Sledování provozních parametrů při ustáleném provozu a možné způsoby odstavení.

Zpracovaný dokument se vyznačuje vysokou grafickou úrovní, svědčí o studentově značné počítačové dovednosti a je strukturován dle zadaných zásad.

Autor vychází z existujícího projektu společnosti Doosan Škoda Power s.r.o. ve které je toho času zaměstnán. Bakalářská práce je postavena na reálných datech projektu turbíny 270 MW, která je součástí paroplynového cyklu o celkovém výkonu 880 MW v elektrárně Počerady. Tématika je vhodným způsobem zobecněna.

V popisu zapojení je kromě stručného, leč výstižného popisu zařazení parní turbíny do tepelného schéma elektrárny uvedeno i teoretické objasnění principu kombinovaného cyklu a jeho výhody, z nichž správně citovaná vysoká účinnost, provozní pružnost a příznivější ekologické dopady výroby elektřiny tímto způsobem jsou bezesporu nejmarkantnější. Otázky ekonomické návratnosti paroplynového zařízení vycházející z ceny plynové turbíny, její pravidelné údržby a cen ušlechtilého paliva, jakož i strategická hlediska takovéto investice by mohly uvedené výhody do značné míry zredukovat, avšak tato tematika není předmětem bakalářské práce. Zapojení je popsáno bezchybně.

Část popisující přípravu parní turbíny s příslušenstvím pro najetí je zpracovaná naprosto perfektním způsobem, bezchybně a do nejmenších detailů. Autor vytěžil maximum z možností mu daných přístupem k reálnému projektu i praktických zkušeností získaných při uvádění turbín do provozu. Jako velmi vhodné k objasnění přípravy jednotlivých subsystémů se jeví využití snímků ovládacích obrazovek poskytnutých firmami Siemens a Autel. Čtenář mající zkušenosti se zařízením jiných výrobců může narazit na některé odlišnosti v pořadí spouštění příslušných skupin, či kritérií pro start jednotlivých uzlů. Pro turbíny ŠKODA však platí postupy uvedené v této Bakalářské práci, neboť byly ověřené na řadě strojů škodovacké konstrukce.

V části „Parametry páry pro vpuštění do turbíny“ je autorem velmi hezky vysvětlen tzv. „Najížděcí diagram“ včetně nezbytné dávky teorie. „Najížděcí diagram“ je standardní dokument, zpracováváný pro všechny turbíny ŠKODA již po řadu let a při školení personálu elektráren je ho nutné vysvětlovat i zkušeným operátorům, protože je obsahově bohatý a informace v něm uvedené jsou maximálně zhuštěné (pro nezasvěcené čtenáře mnohdy až za hranici srozumitelnosti). Zcela originální jsou logické diagramy postupu prohřívání ventilových komor a vysokotlakového dílu, které přináší nový pohled na objasnění procesu

předehřevu turbíny. Rovněž nechybí správné vysvětlení souvislostí mezi parametry a postupy prohřívání, které jsou pro různé teplotní stavy turbíny odlišné.

Popis najetí na otáčky, nezbytné testy, nafázování a zatěžování jsou z pohledu ovládání turbíny vysvětleny do detailu a naprosto správně. Podmínky nutné pro fázování jsou pro každý stroj stanoveny popisem najížděcího diagramu, jehož část je v dokumentu na ukázkou uvedena. Drobného opomenutí se autor dopustil jen při popisu funkce synchronizační soupravy, kde vedle uvedeného srovnání frekvence je nutné ještě srovnat napětí a fázi generátoru se sítí. To však přesahuje rámec posuzované práce, neboť teorie elektrických strojů není součástí bakalářského studia. Zatěžování na základní výkon a následné zvyšování výkonu je dobře popsáno včetně zdůvodnění předepsaného postupu. Zcela správně je zmíněna i součinnost přepouštěcí stanice a způsob zavedení NT páry do turbíny.

V části popisující sledování provozních parametrů při ustáleném provozu a možné způsoby odstavování jsou uvedeny plánované způsoby provozování turbosoustrojí v projektu PPC Počerady. Jedná se o regulaci elektrického výkonu či regulaci tlaku páry před VT regulačními ventily turbíny případně ruční ovládání ventilů. Jiné projekty např. turbíny s regulovaným odběrem či protitlakem mohou být značně odlišné a zobecňování by v tomto bodě bylo spíše na škodu, protože by tím utrpěla přehlednost již tak dost náročného dokumentu.

Monitorovací systém je dobře popsán za pomoci přiložených obrazovek a je provedeno vysvětlení významu sledovaných veličin včetně objasnění problému relativních posuvů rotoru vůči statoru. Na straně 45 je přeřeknutí – namísto vyčerpání axiálních vůlí je uvedeno slovo radiálních. Na str. 33 a 55 je pro týž fenomén použit správný výraz - axiální vůle. Jedná se tedy o chybu z nepozornosti.

Závažnému tématu ochran turbíny je věnována patřičná pozornost a jsou rovněž popsány mezní a mimořádné provozní stavy jako jsou např. provoz při změnách frekvence, provoz při zhoršeném vakuu či ostrovní provoz. S ochranami přímo souvisí i diagnostika jejich správné funkce. Tato se pro každou z ochran provádí v předepsaných intervalech, k čemuž slouží příslušný návod v předpisech, případně je vyprojektovaná automatizovaná testovací sekvence. I toto téma je správně zpracováno pro daný projekt.

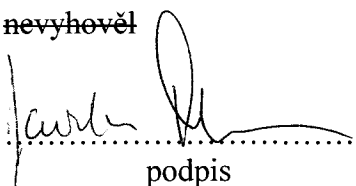
Pro odstavování tak složitého zařízení jako je energetický výrobní blok platí určitá pravidla zajišťující uvedení všech subsystémů do bezpečného stavu. I tento proces je správně pojat a rozveden podle situace před odstavením, včetně odstavení při poruchovém stavu.

Bakalářská práce je zpracována tak, že splňuje všechny zadané zásady pro vypracování a v řadě aspektů rámec zadání překračuje. Pokrývá celou provozní problematiku parní turbíny v paroplynovém cyklu. Autor uplatnil dobře své znalosti nabyté studiem i odbornou praxí v turbinovém závodě a prokázal schopnost samostatné odborné práce. Jeho dílo poukazuje na to, že nejen návrh a výroba parní turbíny, ale i její provoz je náročnou, leč zajímavou disciplínou.

Navrhovaná výsledná klasifikace: *(nehodící škrtněte)*

výborně
velmi dobře
dobře
nevyhově

Místo, dne: Plzeň, 28.7.2013


.....
podpis