

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Carnotovy baterie využívající odpadní teplo – analýza a optimalizace konfigurací a parametrů systému
Jméno autora:	Miroslav Rathan
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Energetiky
Oponent práce:	Michal Kolovratník
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, FS, Ú12115

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání náročnější

*Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.*

Spektrum prakticky aplikovatelných, ekonomicky i ekologicky přijatelných a zároveň provozně spolehlivých technologií pro akumulaci elektřiny s potřebnými rozsahy parametrů není přes mnohaleté úsilí řady špičkových světových pracovišť příliš široké. Přitom potřeba takových akumulačních technologií v kontextu razantních koncepčních změn v energetice výrazně vzrůstá. Zadání práce považuji i z pohledu diplomových závěrečných prací za náročnější a velmi aktuální.

Splnění zadání splněno

*Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.*

Závěrečná práce splňuje všechny body zadání v přiměřeném rozsahu.

Zvolený postup řešení správný

*Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.*

Pro řešení práce je zvolený postup správný a metody řešení přiměřené požadavkům zadání. Kladně hodnotím využití prostředí MATLAB.

Odborná úroveň B - velmi dobře

*Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.*

Práce prokazuje, že se posluchač solidně orientuje v řešené problematice. S ohledem na fakt, že tematika Carnotových baterií (CB) je relativně nová a z pohledu praktických aplikací dosud nedořešená, si musel většinu poznatků doplnit samostudiem a při rešerši odborné literatury. Kvalitu jeho znalosti odráží solidní odborná úroveň posuzované DP. Provedené energetické bilance všech uvažovaných variant CB jsou za přijatých předpokladů a zjednodušení řešeny až na drobné výjimky správně. Podobně je to i s citlivostní analýzou a základním jednoduchým nákladovým zhodnocením CB.

Otázkou je, zda pro variantu CB se studeným uložištěm je vyjádření účinnosti zpětné konverze energie s použitím rovnice (2) fyzikálně správné.

K folkloru mnoha závěrečných prací, i této, patří chybné uvádění tepla ve (W).

Několik z připomínek oponenta je uvedeno následně v dalších komentářích.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce C - dobře

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Formální i jazyková úroveň práce je dobrá až uspokojivá. Autor se nevyvaroval řady gramatických chyb, překlepů, ale i nelogických formulací, mezi nimi např.: „Hmotnostní tok pracovní látky procházející kompresorem se během expanze..., ...účinnost celkové konverze zpětné energie..., ... má životnost při nižších životnostech..., Součástí schémat jsou kromě popisů, uvedené taky vstupy a výstupy médií z tepelného čerpadla a ORC oběhu, v podobě zdrojů a odvodu tepla..., atd.

Větší pečlivost by si zasloužila prezentace překládaných odborných termínů a textů. Autor např. na str. 20 používá 3 označení pro jeden typ uložiště: latentní uložiště tepla, latentní tepelné uložiště, uložiště latentního tepla. Pokládá snad tato označení za ekvivalentní, resp. je z nich alespoň jedno správné? Také „Na Erlangsko normimberské univerzitě...“ dává prostor pro

zlepšení a Build in Volume Ratio se obvykle nepřekládá jako poměr vnitřních objemů kompresoru.

Ke zvýšení přehlednosti práce i prezentovaných výsledků by přispělo: věnování více pozornosti a času popisné části (řadu údajů musí čtenář odhadovat či pracně hledat, některé v práci zcela chybí); konzistentní provedení obrázků i značení variant; sjednocení značení stavů a hodnot na obrázcích a v příslušných rovnicích (např. na obr 15 a 19); sjednocení měřítek resp. rozsahů na osách (např. na obr. 22 a 23). Opakovaná prezentace obr. 23 je naopak zbytečná. Není zřejmé, z čeho vychází značení stavů (1-7) na obrázku 41 a (1-6) na 42,... , atd.

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Výběr zdrojů je správný a s ohledem na řešenou problematiku dostačující. Korektnost citací je přijatelná.

Další komentáře a hodnocení

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

Několika následujícími připomínkami bych chtěl upozornit autora DP na fakt, že je stále co zlepšovat. Bylo by proto vhodné se zamyslet nad tím:

- Zda jsou všechny principy funkce systému TI-PTES na obr. 2 zakresleny správně.
- Zda je rekuperace v oběhu TČ na obrázku 12 zakreslena správně.
- Zda je COP opravdu účinnost tepelného čerpadla (viz kap. 4.2).
- Zda „součástí této diplomové práce bylo vytvoření semi-empirického modelu kompresoru a expandéru“ (viz kap 5), nebo jsou tyto modely pouze převzaty z prací [17] a [18].
- Z jakých hodnot je určena účinnost cyklu ORC (7.49) pro variantu ( $T_C = 1$ ,  $ORC = 1$ ) v tabulce 4.
- Zda by nebylo vhodné uvedení zdrojů a hodnot: konstanty mechanických ztrát  $a_{i,1}$ , koeficientu sdílení tepla  $b_{hl}, \dots$
- Jak probíhá expanze, pokud je „nevratná adiabatická za konstantního měrného objemu 4-5“.
- Zda je teplota zdroje tepla na vstupu tepelného čerpadla pro provedenou citlivostní analýzu 70 °C (viz text DP) nebo 60 °C (viz obr. 32).
- Zda jsou hodnoty COP v tabulce 6 opravdu počítány jako chladicí faktor, jak je naznačeno v textu.
- Co znamená označení EXP/SU u tlakového poměru.
- Zda je pokles účinnosti způsoben výrazným vlivem mechanických ztrát (viz kapitola 7.4) nebo se projevuje nadhodnocení účinnosti expandéru v základním modelu.
- Zda je indexace v rovnicích (10) a (11) korektní.
- atd.

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Sumárně úroveň přístupu posluchače k řešení zadaného náročnějšího tématu, formu rozpracování bodů zadání i vlastní oponovanou práci vnímám jako průměrné.

Při obhajobě ZP by měl být posluchač připraven reagovat například na následující dotazy:

- Jsou použité semi-empirické modely šroubového kompresoru a scroll expandéru univerzální, resp. bylo třeba zohlednit specifika pracovní látky a systému, v jehož modelu jsou aplikovány?
- Jak by měla být vyjádřena účinnost zpětné konverze energie u CB se studeným uložištěm?
- Jaké jsou, s ohledem na název DP, optimalizované parametry systému? atd.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 18.6.2021

Podpis: