

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Ukládání energie do stlačeného a zkapalněného vzduchu
Jméno autora:	Petr Smola
Typ práce:	bakalářská
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 energie s potřebnými rozsahy parametrů není přes mnohaleté úsilí řady špičkových světových pracovišť příliš široké. Přitom potřeba takových akumulčních technologií v kontextu razantních koncepčních změn v energetice výrazně vzrůstá. Zadání práce považuji z pohledu bakalářských 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 rešeršně-teoretické práce je zvolený postup správný a metody řešení přiměřené požadavkům zadání.

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 jednoznačně prokazuje, že se posluchač solidně orientuje v řešené problematice. S ohledem na fakt, že předměty, které během bakalářského studia absolvoval, obsahují pouze velmi limitovaný přehled problematiky akumulace, tepelných oběhů a energetických systémů je zřejmé, že si musel většinu poznatků doplnit samostudiem a při rešerši odborné literatury. Kvalitu jeho znalostí odráží velmi dobrá odborná úroveň posuzované BP. Provedené energetické bilance uvažovaných variant akumulčního systému jsou za přijatých předpokladů a zjednodušení řešeny správně.

Několik z připomínek oponenta je uvedeno následně v dalších komentářích.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce B - velmi dobře

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

Formální i jazyková úroveň práce je velmi dobrá. U některých obrázků (především převzatých) postrádám uvedení informací, které by usnadnily jejich interpretaci. Autor se nevyvaroval gramatických chyb a překlepů, jejich počet je však možné u prací tohoto typu označit za standardní. Větší pečlivost by si zasloužila prezentace překládaných odborných termínů a textů, jak ukazuje několik následujících příkladů:

EPRI opravdu není výzkumný institut elektrické energie, OZE není běžně vnímáno jako zkratka pro obnovitelné zdroje elektřiny, SMES není supravodivé skladování magnetické energie. Překvapující je i skutečnost, že v BP je v názvech akumulčních technologií „Energy Storage“ velmi často přeloženo jako uložště elektrické energie.

Z překladu či neznalosti terminologie zřejmě pochází: studená i teplá exergie, chladná energie, citelná energie, teplota chladná i teplá, „exergická“ účinnost, kryopumpa, jemný hustý vodní sprej, termofyzikální reakce, 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 komentáři bych chtěl upozornit autora BP na fakt, že je stále co zlepšovat:

Je nezbytné rozlišovat:

a) energii a výkon. V BP se opakovaně vyskytují chyby typu:

Studená exergie, teplá exergie, exergie Methanolu, Terminolu 6, chladiva R290,... vše uváděno ve (W).

Teplu odcházející, nevyužitě, sdělené, získané,... vše uváděno ve (W) resp. (kW).

Specifická práce sítě, práce kompresoru, práce potřebná k pohonu kompresoru, práce turbíny, práce na pohon „kraopumpy“, práce sítě (i specifická), ... vše uváděno ve (W) resp. (kW).

b) měrné a absolutní veličiny, tj. nedělat chyby typu: entalpie v ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Bylo by vhodné se zamyslet nad:

c) správností bilanční rovnice (13),

d) správností konstatování (str. 31): ... pro ideální plyn, kdy by optimální tlakový poměr u třístupňové komprese byl třetí odmocnina z konečného tlaku (podobně i na str. 52), Exergie je ta část vnitřní energie soustavy/média, která může..., atd.

e) relevantnosti popisů: Obr. 27 - detail kryopumpy v T-s diagramu, princip kryopumpy v T-s diagramu je znázorněn na obr. 20, atd.

f) obsahem sdělení: Společně s instalací nových obnovitelných zdrojů elektrické energie je snaha o implementaci systémů na skladování elektrické energie do systému.

g) sjednocením značení na obrázcích a v rovnicích, např. obr. 20 vs. rov. (1); na obr. 22, 23 a 24 stavy označené shodně 1, 2 a 3 odpovídají ve skutečnosti stavům zcela odlišným;... Zvolený způsob označování a indexování stavů a veličin je nejednotný a ne zcela přehledný. Veličinu $\dot{Q}_{\text{sdělené}}$ by bylo správné doplnit dalšími indexy.

h) formulacemi použitými posluchačem typu: „Dříve byly potřeby skladování elektrické energie uspokojovány především fyzickým ukládáním paliva pro elektrárny na fosilní paliva... Celková účinnost 45,71 % není úplně málo, když některé Carnotovy baterie mají kolem 25–30 %, ale..., ...pokud by se kryopumpa chovala izoentropicky“. A dále: izotermický proces udržuje konstantní teplotu; bod 2 odpovídá vstupnímu bodu do separátoru...; Před vstupem do NT turbíny je ohřát na 945 °C a expandován na okolní tlak.; atd. Pozor, bilanční rovnice (3) opravdu nepopisuje izobarický přestup tepla a u bilančních rovnic (A41,...) je „uvažování izobarického přestupu tepla mezi médii“ nevhodnou/nesprávnou formulací.

i) hodnotami a jednotkami u výhřevnosti a hustoty ZP,

j) použitým kombinováním označení okrajové a počáteční podmínky,

k) 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 mírně nadprůměrné.

Při obhajobě ZP by měl být student připraven reagovat například na dotazy vycházející z faktu, že v praxi zřejmě nebude splněna řada ze zjednodušujících předpokladů přijatých v práci:

1. Jaké problémy by u LAES způsobila vlhkost vzduchu a jak je lze řešit?
2. Jaký důsledek bude mít nesplnění předpokladu 7. „Neuvažuje se změna složení pracovní látky“ ?
3. ...

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

Datum: 12.6.2021

Podpis: