

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Zařízení pro dopravu vodíku
Jméno autora:	Edoardo Tasini
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav procesní a zpracovatelské techniky
Oponent práce:	doc. Ing. Lukáš Krátký, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav procesní a zpracovatelské techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Student si musel osvojit teorii výpočtu, principy, zásady projektování a zobrazování strojně-technologických celků, což není standardní náplní bakalářského studijního programu TZSl. Zadání práce proto hodnotím jako náročnější.	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<i>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.</i>	
Práce se víceméně ve všech jejích částech věnuje zadání. Musím však vytknout, že práce neobsahuje požadovanou patentovou rešerši. Literární a průmyslová rešerše pasáží o zásobnících, armaturách a potrubí jsou velmi obecné.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení zadání BP hodnotím jako správný. Autor prezentuje v logickém sledu principy řešení dané problematiky, na základě kterých vypracoval komplexní návrh vtláčování a separace vodíku z produktovodu zemního plynu.	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce je z hlediska odbornosti na dobré úrovni. Věnuje se atraktivnímu tématu přepravy vodíku pomocí jeho mísení/separace v modelovém plynovodu. Teoretická část práce shrnuje informace o výrobě, dopravě a skladování vodíku. Praktická část práce se věnuje návrhu technologie na směřování vodíku do zemního plynu a rovněž i jeho zpětnému získávání. Autor důkladně popisuje návrh kompresorové stanice, procesní podmínky, technické předpoklady i limity navrženého řešení. Diskutuje komerční potenciál využití směsi plynu vodík-zemní plyn a uvádí příklady řešení pro spalování směsi plynů v turbíně, v kotli a prezentuje inovativní technologii zpětné separace vodíku ze zemního plynu.	
Vlastní práci však vytýkám tyto klíčové body:	
<ul style="list-style-type: none"> • Absence patentové rešerše, velmi stručné a obecné shrnutí informací o zásobnících, armaturách, potrubí a vhodných materiálech. Chybí mi zejména technické limity (teplota, tlak, korozní odolnost, krytí, bezpečnostní prvky, nároky na údržbu). • Autor uvažuje ve svém modelu přimíchání vodíku do zemního plynu v množství 20 hm %. Toto není korektní. Z odborné literatury je známo, že bezpečná hranice přimíchání H₂ do zemního plynu je 5-10 obj %. Provádějí se různé testy zvýšit tento podíl na 10-20 obj %. Autorem předpokládaná koncentrace vodíku 20 hm % = 67 obj % je mimo bezpečné provozní hodnoty. Prezentované výsledky proto nejsou relevantní. • Oceňuji inovativní myšlenku a výpočet separace vodíku pomocí kombinovaného procesu membrána-PSA. Ten lze ale považovat pouze za demonstrativní. Při tak vysokém tlakovém spádu bude docházet k permeanci vodíku i metanu. Návrh vhodných podmínek by musel být řešen na míru danému složení plynu, složení dutých vláken membránového modulu a procesním podmínkám membránové separace. • U PFD schéma bych ocenil ucelený popis technologie ve formě tabulky proudů, která by měla obsahovat informace o tlacích, teplotách, průtocích a složení všech proudů. To čtenáři umožní zkontrolovat bilance a orientovat se ve 	

výkonových charakteristikách. Jak zajistíte kontinuální plnění vodíku do potrubní sítě v proudu 6 a 7 (BC-0001-V)? Navíc se nejedná o autorem popisované PID (obsahuje návrh měřicích a regulačních prvků), ale o PFD (proudové technologické schéma). Toto ale studentovi není známo, je to náplň magisterského studia.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

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

Bakalářská práce obsahuje po formální stránce veškeré požadované náležitosti (zadání, anotaci, obsah, strukturu, závěr a seznam použité literatury). Je psána stručně, jasně, výstižně. Nicméně vlastní text obsahuje mnoho gramatických a stylistických chyb. Jelikož čeština není autorovým rodným jazykem, tak toto nebude v rámci evaluace zohledňovat.

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.

Autor čerpal informace z relevantních 62 literárních zdrojů. Citace v rukopisu a formát citací jsou v souladu s Autorským zákonem č. 121/2000 Sb. V práci zcela postrádám zmínku o platných směrnících, standardech, normách pro projektování vodíkových technologií a zařízení, např. volně dostupné API, ASME standardy.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Vlastní práce se zabývá velmi atraktivním tématem transportu vodíku prostřednictvím jeho přimíchání do potrubí se zemním plynem. Takováto technologie je udržitelná v průmyslovém měřítku a je žádoucí ocenit snahu studenta vytvořit takovýto koncept a demonstrativní výpočet. Autor představil korektní bilanční model, který je schopen predikovat charakteristiky kompresní a separační části technologického celku. Ano, výpočet vychází z nereálné hodnoty koncentrace vodíku 67 vol % ve směsi se zemním plynem. Vlastní metodika výpočtu je ale v pořádku. Je nutné zmínit, že veškeré výstupy značně převyšují znalosti absolventa bakalářského studijního programu TZSI. Student prokázal, že je schopný nalézt vhodné informace, utřídit je a aplikovat při řešení praktického problému. Vzhledem k odborné úrovni práce a výše uvedeným nedostatkům ji však hodnotím klasifikačním stupněm

C - dobře.

Otázky k obhajobě:

1. V úvodu BP na str.9 zmiňujete, že „...emisní stopa současně vyráběného vodíku v ČR je 116 g CO₂/MJ. Pokud by se vodík vyráběl elektrolýzou vody pomocí elektrické energie ze sítě, emisní stopa by se zvýšila na 176 g CO₂/MJ.“ Prosím o vysvětlení, jak je možné, že se emisní zatížení zvýší? K jaké kvantitě je vztažena jednotka MJ?
2. Ve výpočtu uvažuje koncentraci vodíku 20 hm % v zemním plynu. Jak by se změnilly charakteristiky kompresorů a potrubní sítě v případě korektních 20 obj %. Propočítejte tuto variantu a formou tabulky porovnejte mechanické výkony, tepelné výkony a rozměry potrubí.
3. Je šroubový kompresor vhodný pro kompresi H₂? Jaké jsou doporučené provozní podmínky a technická omezení vámi diskutovaných kompresorů (pístový, membránový, šroubový) z hlediska maximálního provozního tlaku, teploty, průtoku a vhodnosti instalace do nevýbušného prostředí?
4. V textu uvádíte maximální teplotu vodíku po kompresi 200 °C. Z jakého zdroje tento údaj vychází? Existuje nějaké praktické doporučení maximální provozní teploty vodíku po kompresi, směrnice, norma?
5. Jak byste vyřešil konstrukční uspořádání místa vtláčení vodíku do potrubí se zemním plynem? Zkuste naskicovat možné technické řešení.

Datum: 14.6.2024

Podpis: doc. Ing. Lukáš Krátký, Ph.D.