

## **Posudek diplomové práce Martina Liptáka s názvem *Energetické potřeby malého podniku***

Hlavním úkolem předložené diplomové práce, dle zadání práce, je analýza potřeby tepla a chladu v malém potravinářském závodě, návrh možnosti jejich zajištění a analýza a zhodnocení navržených variant.

Práce je strukturována do několika kapitol. V úvodní části popisuje autor současný stav v malém potravinářském podniku, který se zabývá výrobou octa a destilátů – procesů, které jsou spojeny s exotermickými reakcemi, ohřevem kapalin na teplotu varu a následné kondenzace par, tj. energeticky velice náročných procesů. Popisuje problémy, které dle jeho názoru ovlivňují hospodaření s energií a vytyčuje hlavní cíle, kterých by chtěl dosáhnout. V další části nás autor přehledně provádí různými technologiemi výroby octa a destilace alkoholu. Protože autor předpokládá, že při optimalizaci energetické soustavy bude nutné teplo z technologických procesů odvádět (exotermické reakce, kondenzace) seznamuje nás s oběhy kompresorového a a[bd]sorpčního chlazení, včetně těchto oběhů pracujících ve funkci tepelného čerpadla, a popisuje i další související komponenty, jako jsou chladicí věže, výměníky tepla, ... Tato část diplomové práce by mohla být zařazena do kategorie literární rešerše. Na tuto literární rešerši pak navazuje část praktická. Zde se autor diplomové práce opět vrací k popisu současného stavu technologií vybraného potravinářského podniku, které jsou zde již doplněny detailnější energetickou analýzou založenou na měření průtoků chladicích médií a jejich teplot. Zde se autor zaměřuje na analýzu energetických poměrů ve dvou obdobích, letním a zimním, protože se v těchto obdobích mění využívání jednotlivých technologií. Analýzou autor zjišťuje, že roční cena vody potřebná pro chlazení (voda z vlastní studně, tj. cena je počítána pouze na základě stočného) je 7504 €. V následujících finálních částech práce popisuje autor své návrhy optimalizace energetické soustavy. Jako první variantu uvádí využití kompresorového chlazení doplněného vzduchovým výměníkem tepla odvádějícím teplo do okolního vzduchu. Zjednodušené ekonomické zhodnocení této varianty (pouze rozdělení vstupní ceny rovnoměrně do jednotlivých let pro odpisy) udává roční náklady ve výši 11393 €. Druhá autorova varianta je založena na aplikaci tepelného čerpadla a spalínového výměníku tepla využívajícího tepla odcházejících spalín k optimalizaci soustavy odvodu tepla z technologie spolu s výrobou teplé užitkové vody a vytápěním objektu. Jak autor uvádí, opět na základě zjednodušené ekonomické analýzy, roční náklady této varianty se pohybují okolo 7577 €, avšak, jak již bylo uvedeno, tato varianta je schopna pokrýt náklady na přípravu tepla pro daný objekt.

Z formálního hlediska obsahuje práce nevelké množství chyb a nepřesností. Asi největší výtka by mohlo být neuvedení seznamu symbolů v této práci. I když práce neobsahuje příliš mnoho rovnic a vztahů, pomohlo by doplnění seznamu symbolů použitých veličin a jejich jednotek tomu, že by nebyly používány různé symboly pro stejné veličiny (třeba logaritmický střední teplotní spád). Seznam symbolů by také možná odstranil používání kombinovaných obrázkových rovnic spolu s rozměrovými konstantami, rovnic často doplněných hrůzným symbolem násobení, symbolem hvězdičky. Také, spíše náhodné, číslování rovnic nepřispívá k přehlednosti práce. Z formálního hlediska je pak dost rušící používání velkých písmen uvnitř vět,

například u slova obrázek. Omluvou nemůže být, že Microsoft Word to tak dělá. Jazykové hledisko si nedovolují hodnotit, vzhledem k tomu, že jazykem práce je slovenština. Některé obrázky by mohly být ve větším rozměru, zejména PFD/PID, ale je možné, že toto je pouze problém posuzovatele této práce. Je také škoda, že některá procesní schémata současné technologie výroby octa a destilace nejsou v práci uvedena vůbec.

Diplomová práce je dobře obsahově i graficky zpracovaná. Je přehledná a obsahuje téměř všechny části, které by závěrečná práce v technickém oboru měla obsahovat. I přes drobné formální chyby je patrné, že autor věnoval práci značné úsilí. Diplomová práce splňuje všechny požadavky kladené na diplomovou práci.

Diplomovou práci autora doporučuji k obhajobě, hodnotím ji známkou

B (velmi dobře)

a prosím autora o vymezení se k následujícím drobným otázkám.

- Autor uvádí, že fermentor pro výrobu octa je chlazený protiproudým výměníkem tepla typu trubka v trubce, který je umístěn z vnější strany fermentoru. Výměník je možná naznačený na obrázku 23 (možná ne). Bylo by možné polohu, tvar, rozměry tohoto výměníku, funkci, ... upřesnit tak, aby bylo patrné, kde se co chladí, jak, ...
- Na straně 40 práce autor též uvádí, že se měří teplota octa na nástřiku, teplota označená symbolem T1. Na straně 42 práce pak uvádí, že je škoda, že se neměří teplota ve sběrné části, protože by bylo možné chlazení jednoduše řídit a doporučuje umístění teploměru do této části fermentoru. V jiné části práce pak píše, že ocet ve fermentoru cirkuluje a vrací se tedy ze sběrné části do části nástřikové. Liší se tedy teplota ve sběrné části a části nástřikové? Problémem je možná absence procesních schémat v této práci, protože pak není patrné, jak je technologie zapojena. Jak moc jednoduše by pak strategie řízení vypadala a jak by se lišila od strategie současné?
- Na straně 51 práce autor uvádí procesní schéma chladicího okruhu, které doplňuje velkokapacitními zásobníky H-101 a H-102 na teplou vodu odcházející z chladiče na fermentoru a studenou vodu ochlazenou rekuperačním výměníkem tepla s pomocí chladicího okruhu. Autor uvádí, že účelem těchto zásobníků je pokrytí výpadku chladicího zařízení po dobu dvou hodin. Mohl by autor detailněji vysvětlit funkci chlazení a použití těchto zásobníků v případě výpadku chladicího okruhu? V ustáleném režimu chladicího systému jsou oba zásobníky naplněné vodou o konstantní teplotě a dle mého názoru nemají žádný účel. V případě výpadku je otázkou, jak si autor funkci systému představuje. Jednou z možností je, že kapalina je stále přečerpávána oběhovým čerpadlem přes rekuperační výměník. Pak bude záležet zejména na konstrukci zásobníku H-102 tak, aby zde nedocházelo k intenzivnímu mísení teplé přitékající vody a studené vody odtékající do technologie. Zásobník H-101 zde nebude hrát žádnou roli. Další možností, otázkou je představa autora, je, že v okamžiku výpadku bude

zásobník H-101 použit na uložení zásoby vody odtékající z chlazení fermentoru a zásobník H-102 bude zdrojem studené vody do chlazení fermentoru. V tomto případě je však problém s umístěním oběhového čerpadla a zásobník H-101 by musel být před výpadkem prázdný. Jak pak v tomto případě najede chlazení pro dvouhodinovém výpadku (měli bychom prázdný zásobník H-102 a byla by potřeba chladicí vody do chlazení fermentoru). Na uvedeném schématu je pak založeno i chlazení technologie destilace a stejně tak chlazení s pomocí tepelného čerpadla, tj. druhý způsob optimalizace chladicího systému (zde tedy již nebude otázka zmíněna).

- Na straně 56 své práce autor uvádí dvě rovnice (17, 15) umožňující výpočet výkonu výměníku tepla v závislosti na velikosti teplosměnné plochy, součiniteli prostupu tepla a charakteristickém středním teplotním spádu. V práci tyto rovnice autor aplikuje na kondenzátor par v případě, že na výstupu je podchlazený kondenzát. Je možné tento postup použít? Za jakých podmínek? Jaké chyby se dopouštíme?
- Druhá varianta optimalizace chladicího systému uvažuje použití spalínového výměníku tepla pro předehřev vody. Bude tento výměník ve finální variantě použit (není započítán do ceny projektu, není zakreslen v procesním schématu)? Jaká je cena výměníku vzhledem k jeho uvažovanému výkonu 3 kW? Můžeme si dovolit přídatnou tlakovou ztrátu ve spalínovém traktu o velikosti 5 kPa?
- Na straně 67 práce autor uvádí, že tepelné čerpadlo nemusí běžet při své práci na plný výkon. Autor aplikuje tepelné čerpadlo a v závislosti na ročním období potřebuje buď 6 či 13 kW elektrické energie. Bylo by možné naznačit, jakým způsobem probíhá řízení oběhu tepelného čerpadla v tak širokém rozmezí?
- Ve druhé variantě aplikace tepelného čerpadla autor předpokládá, že teplo odváděné z tepelného čerpadla bude akumulováno v zásobníku pro teplou užitkovou vodu a v zásobníku pro otopný systém budovy. Jakým způsobem bude zajištěn odvod tepla v případech, kdy nebude odebírána teplá voda a nebude zajištěn projektovaný požadavek na odběr tepla do otopného systému (víkendy, změna počasí, ...).
- O jaký potravinářský podnik se jedná, je-li možné tuto informaci uvést, a bude/je projekt realizován?

Martin Dostál

v. r.

Ústav procesní a zpracovatelské techniky  
Fakulta strojní ČVUT