

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Fotobioreaktory pro kultivaci řas v extrémních klimatických podmínkách
Jméno autora:	Bc. Karel Šnokhous
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav procesní a zpracovatelské techniky
Oponent práce:	doc. Ing. Lukáš Krátký, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	FS ČVUT v Praze, Ústav procesní a zpracovatelské techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Projekčně-konstrukční práce, která se zabývala návrhy PID schémat a základního konstrukčního uspořádání dvou fotobioreaktorů. Vzhledem k magisterské úrovni závěrečné práce hodnotím zadání jako průměrně náročné.	

Splnění zadání	splněno
<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 všech bodech pokynů k vypracování plně věnuje dané problematice, zadání bylo proto z mého pohledu splněno.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor zvolil správný přístup ke zpracování zadání a to z vlastní technické podstaty, i z logické návaznosti jednotlivých kroků.	

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>	
Autor při zpracování práce využil veškeré teoretické znalosti, které získal v průběhu magisterského studia, tj. teorie procesů, základy projektování, konstruování a provozu zařízení. K práci mám vícero odborných postřehů, viz Další komentáře a hodnocení.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Posuzovaná diplomová práce obsahuje po formální stránce veškeré požadované náležitosti (zadání, anotaci, obsah, strukturu, závěr a seznam použité literatury). Místy obsahuje gramatické chyby, chybí legendy obrázků. Rozlišení obrázků v tištěné verzi, zejména těch 3D, je nekонтрастní a čtenáři neumožňuje plně pochopit dílčí konstrukční prvky. Návrhovým výkresům chybí standardní náležitosti a to (1) tabulka hrdel (pokud je, tak ne zcela vyplněná) a (2) tabulka technických údajů (provozní podmínky, konstrukční limity, materiálové údaje).	

Výběr zdrojů, korektnost citací	C - dobře
<i>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.</i>	
Styl zápisu použité literatury je plně v souladu s Autorským zákonem č. 121/2000 Sb. a i s veškerými citačními zvyklostmi. Práci však vytýkám směšování dvou stylů formátů citování v textu práce. Dále pak nejednoznačnost původů odstavců a myšlenek v rešeršní části práce, které jsou bez jakéhokoliv provázání se zdrojem informací. V seznamu literatury chybí uvedení zdroje Procházková a kol.	

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.

Obecně – Autor nesprávně používá terminologii spirála versus šroubovice.

Str. 19 – kap.3.2.1 – U řešerše technické diplomové práce bych očekával ukázky konstrukcí otevřených kultivačních systémů, ne jen text o biologii a procesních podmínkách. To samé vytýkám i podkapitolám o válcových (str. 26) a otočných deskových fotobioreaktorech (st. 26).

Obr. 9-32 – U všech těchto obrázků bych doporučil dopsat legendu, která zadefinuje význam dílčích čísel. Ne všechna čísla na daném obrázku jsou vždy diskutována přímo v textu.

Str. 47 – V práci nejsou exaktně a uceleně zadefinované návrhové podmínky. Čtenář se dozví jednotlivé návrhové parametry v průběhu čtení podkapitol. Chybí informace o intenzitě slunečního záření a jeho hloubce prostupu vodním sloupcem, které jsou klíčové pro návrh šířky komory deskového fotobioreaktoru. Chybí informace o poloze, ve které se v dané oblasti nachází slunce vůči horizontu vzhledem k zajištění kolmého dopadu slunečního záření na aktivní plochu deskového fotobioreaktoru. Nejsou zmíněny informace o větrné oblasti, poryvech větru a prašnosti v daném místě, které autor obecně zmiňuje. Standardní limity o konstrukci (teplota, tlak, průtoky, limitní zatížení), materiálové údaje. To vše je nutné zohlednit při projektování a konstruování zařízení, uceleně a přehledně prezentovat v jakékoliv technické dokumentaci.

Str. 52 – Nelogicky prvně odkaz na obr. 34, 3D model fotobioreaktoru, pak prezentace PID schématu na obr. 33.

Str. 53 – Obr. 33 – Bylo by vhodné doplnit měření průtoku, O₂ sondy. Peristaltické čerpadlo bude dávat rázy do systému, tj. je nutné na sání i výtlak připojit pružné připojovací prvky potrubí a doplnit potrubí o tlumiče rázů.

Str. 54 – Obr. 34 – Zdá se, že jeden závit průhledné PVC flexi trubky fotobioreaktoru je dle obr. 34 podepřen ve třech bodech. Je to dostatečné? Nebude docházet k deformaci/prolomení trubky vlastní vahou plus vahou náplně? Mají potřebnou tvarovou stálost?

Str. 58 – Obr. 38 – Doporučil bych respektovat zásady hygienického konstrukčního návrhu. Tj. nemít ostré hrany, spodní víko konstruovat jako kuželové.

Str. 59 – „Požadovaný průtok média vypočtená podle rovnice 1...“ Rovnice (1) určuje délku potrubí pro výrobu šroubovice stacionárního fotobioreaktoru.

Str. 63 – Obr. 42 – Lépe prezentovat v řezu ve 2D. Ve 3D v daném rozlišení obrázku nejsou jasné dílčí komponenty. Je zaručena ergonomická montáž sestavy, tj. je možné usadit dovnitř trysku a přišroubovat ji k adaptéru?

Str. 68 – Obr. 46 – Jaká budou silová namáhání na konstrukci? Fotobioreaktor je umístěn ve větrné oblasti. Píšete, že je zde deštivo, prašno. Jaká bude údržba a životnost skel?

Str. 69 - Obr. 47 – Jak je zajištěno doplňování kapaliny do otočného deskového fotobioreaktoru k udržení regulované hladiny vsádky, viz symbol LIRC?

Výkres 001-001-S – Na výkrese postrádám informace o technické specifikaci aparatury a kusovník. Myslím, že i dispozičně lze vyřešit návrh lépe, aby zastavěná plocha byla menší.

Výkres 001-001 – DN40 není plně definovaný připojovací rozměr. Chybí technická specifikace aparatury a materiálové informace. Odkaz na „svěrná spojka“ je v daném rozlišení nic neříkající.

Výkres 001-002 – Z důvodu čistitelnosti a možnosti vložení vestaveb bych doporučil konstruovat horní víko jako demontovatelné. Hrdlo přepadu N1 mi jako havarijní hrdlo přijde malé. Při náhlém vypnutí fotobioreaktoru musí zaručit náhlý odtok kultivačního média do havarijního zásobníku. Uvedení dimenze DN neuvádí jednoznačný připojovací rozměr. Tj použít buď DNxx PNyy nebo závitový G'. Doplnění technických údajů a materiálů je rovněž žádoucí.

Výkres 002-001 – Detaily A i B jsou naprosto nic neříkající. Opět by bylo vhodné doplnit technické údaje a materiálové specifikace, které jsou typické pro jakýkoliv návrhový výkres. Jak zajistím montáž aeračního prvku ve spodní části fotobioreaktoru, když se plánuje vkládat celistvou plexi-vanu do nerezové konstrukce? To není ergonomické řešení.

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.

Motivací a cílem práce Bc. Karla Šnokhouse bylo: „ Pro prozkoumání vlivu otočného mechanismu na průběh kultivace budou navrženy dva typy fotobioreaktorů, jedno stacionární a jedno otočné.“ Student proto zpracoval

velmi zdařilou patentovou a průmyslovou rešerši, na základě které identifikoval vhodná konstrukční uspořádání fotobioreaktorů pro kultivaci mikrořas v extrémních podmínkách. Klíčovou částí práce bylo zpracovat PID schémata technologie a navrhnout základní konstrukční uspořádání hlavních částí. Student prezentuje dvě konfigurace fotobioreaktoru – spirálový a otočný deskový. Z hlediska odborné terminologie geometrie trubek fotobioreaktoru musím vytknout, že se nejedná o spirálové uspořádání, ale uspořádání trubek do šroubovice s dílčími závity a charakteristickým stoupáním. Fotobioreaktor s uspořádáním trubek do šroubovice je navržen s nucenou cirkulací 100 l média v aktivní části reaktoru, vnitřní průměr trubky 34 mm bez regulace teploty vsádky. Otočný deskový fotobioreaktor je koncipován jako vsádkové zařízení s pneumatickým promícháváním vsádky a regulací teploty vsádky, šířka komory 120 mm. Z mého pohledu se jedná o dvě procesně rozdílná zařízení, která neumožní identifikovat vliv otočného mechanismu na účinnost kultivace. Vlastní PID schémata a koncepční návrhy obou zařízení jsou rozumné a zajímavé. Práci chybí jasné a přehledné definování návrhových parametrů obou zařízení. Přijde mi zvláštní, že práce projekčně-konstrukčního charakteru postrádá návrhové nebo kontrolní bilance, pevnostní výpočty, náznak řešení klíčových konstrukčních uzlů, což bych od závěrečné práce magisterské úrovně očekával. Doporučil bych trochu více dbát na zásady tvorby výkresové dokumentace. Minimálně by bylo vhodné doplnit o (1) tabulku hrdel (pokud je, tak ne zcela vyplněná) a (2) tabulku technických údajů (provozní podmínky, konstrukční limity, materiálové údaje), které jsou standardem jakéhokoliv návrhového výkresu. V práci se občas vyskytují i nejasnosti, viz Další komentáře a hodnocení tohoto posudku.

Bc. Karel Šnokhous dle mého názoru dokázal smysluplně využít veškeré teoretické znalosti, které získal v průběhu magisterského studia, tj. teorie procesů, základy projektování, konstruování a provozu zařízení, a aplikovat je při řešení inovativního inženýrského problému. Student je zručný praktik, což reflektuje i posuzovaná práce.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Otázky k obhajobě:

1. Proč varianta stacionárního reaktoru neuvažuje regulaci teploty vsádky a otočná ano?
2. Proč se používá u obou variant vzduch s 5 obj % CO₂ a ne přímo CO₂? Pokud by se používala směs vzduch-CO₂, tak použítte průtok 100 L/min do 100 L vsádky. Je to rozumné? Jak tato situace bude vypadat z hlediska proudění v uzavřeném okruhu trubek a deskové komoře?
3. Obr. 34 - Zaručí váš návrh bezproblémové odvodušnění trubkového fotobioreaktoru? V jakém místě je v provozním stavu hladina versus přírodní trubka kultivačního média? Je zaručeno bezproblémové sání čerpadla ze sloupce kultivačního média?
4. Jaká je poloha slunce v dané oblasti vůči horizontu vzhledem k zajištění kolmého dopadu slunečního záření na aktivní plochu otočného deskového fotobioreaktoru?
5. Konstrukční návrh otočného fotobioreaktoru má díky instalaci skel těžiště mimo osu. Hmotnost skel a s nimi související ohybový moment plus namáhání od větru budou klíčovými prvky zatížení konstrukce. Autor volí uložení rotoru do otočného domku bez jakéhokoliv kontrolního pevnostního výpočtu. Jak vypadá konstrukční detail uložení rotoru v domku včetně jeho axiálního zajištění? Byly provedeny nějaké kontrolní pevnostní výpočty?

Datum: 16.8.2023

Podpis:

doc. Ing. Lukáš Krátký, Ph.D.