



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL
ENGINEERING

KONSTRUKČNÍ NÁVRH VÝMĚNÍKU TEPLA

DESIGN OF HEAT EXCHANGER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

FILIP NOVÁČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR
BRNO 2011

Ing. RICHARD NEKVASIL, Ph.D.

ZADÁNÍ BAKALÁRSKÉ PRÁCE

student: Filip Nováček

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem c.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Konstrukční návrh výměníku tepla

v anglickém jazyce:

Design of heat exchanger

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Seznámení se s využitím výměníku tepla v průmyslové praxi. Zejména se bude jednat o osvojení si jednotlivých částí a jejich návrh ať už v programu AutoCad nebo některém 3D programu.

Cíle bakalářské práce:

1. Rešerše z oblasti výměníku tepla.
2. Návrh konstrukce konkrétního výměníku tepla.
3. Základní pevnostní výpočty.
4. Tvorba základní výkresové dokumentace.

Seznam odborné literatury:

- [1] ČSN EN 13 445, Netopené tlakové nádoby
- [2] Stehlík, P.: Tepelné pochody, Teoretické základy, PC-DIR, Brno 1998
- [3] Annaraton, D.: Pressure Vesel Design, Springer, Berlín 2007.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je provést řešení výměníku tepla, který bude součástí kogeneračního systému bioplynové stanice. Tato práce bude rozdělena do dvou částí. V první části se zabývá pouze známými průmyslovými typy výměníků tepla, jejich provozem a údržbou. V práci nebude řešena problematika přenosu a výměny tepla, neboť tepelně-hydraulický výpočet byl předmětem zadání. V druhé části je pak samotný konstrukční návrh řešení výměníku dle zadaných parametrů, kontrolní výpočet tlakových částí výměníku dle ČSN EN 13445-3 a MKP výpočet jedné z kritických částí výměníku. Součástí diplomové práce je i návrhová výkresová dokumentace výměníku tepla.

Klíčová slova: výměník tepla, trubkovnice, hrdlo, eliptické dno, teplonosná látka

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to design a heat exchanger which will be part biogas cogeneration system. This work will be divided into two parts. The first part deals only with the known types of industrial heat exchangers, operation and maintenance. The work is not addressed the issue of transfer and exchange of heat because the thermal-hydraulic calculation was the subject of enter. In the second part is design solution heat exchanger according to given parameters controlling, the calculation of pressure parts of the heat exchanger according to ČSN EN 13445-3 and FEM calculation of the critical parts of a heat exchanger. The thesis is also the drawings forms of the heat exchanger.

Keywords: heat exchange, tube sheet, notule, elliptical head, heat transfer substance

Bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690

NOVÁČEK, F. *Konstrukční návrh výměníku tepla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 99 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Richard Nekvasil, Ph.D.

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Richardu Nekvasilovi, Ph.D. za vstřícnost, ochotu, cenné rady a připomínky při zpracování této bakalářské práce.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval zcela samostatně s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně 26.5.2011

.....
Podpis

Obsah

1. Úvod	6
2. Přehled známých průmyslových výměníků tepla	7
2.1 Výměníky typu trubka v trubce	7
2.2 Trubkové výměníky tepla	7
2.3 Výměník s pevnou trubkovnicí	8
2.4 Výměník s U-trubkami	8
2.5 Výměník s plovoucí hlavou	9
2.6 Vinuté výměníky	9
2.7 Fieldův výměník tepla	10
2.8 Spirálové výměníky	10
2.9 Deskové výměníky	11
3. Teplonosné látky	12
4. Provoz výměníků tepla	13
5. Zadání výměníku tepla	14
6. Volba druhu výměníku tepla	15
7. Přehled jednotlivých částí výměníku	16
8. Základní pevnostní výpočty dle normy ČSN EN 13445-3	19
8.1 Výpočet pláště	19
8.2 Výpočet eliptického dna	20
9. MKP výpočet	21
9.1 Výpočtový model	21
9.2 Teplotní analýza	22
9.3 Napěťová analýza	23
10. Závěr	27
11. Seznam použité literatury	28
12. Seznam příloh	29
13. Přílohy	30

1. Úvod

Výměníky tepla jsou důležitou součástí zařízení v chemickém, petrochemickém, potravinářském, farmaceutickém průmyslu a energetice. Rovněž se s nimi setkáváme i v našich domácnostech.

Přesto že je činnost výměníků tepla závislá na dávno známých fyzikálních zákonech, je projekce, konstrukce a stavba provozně spolehlivých, hospodárných, vysoce účinných výměníků tepla stále obtížným technickým úkolem.

Pro ilustraci poptávky po výměnících tepla je předložen počet výměníků tepla vyrobený brněnskou firmou KRÁLOVOPOLSKÁ a.s Brno za posledních 5 let:

2006 – 33 zakázek

2007 – 5 zakázek

2008 – 36 zakázek

2009 – 7 zakázek

2010 – 10 zakázek

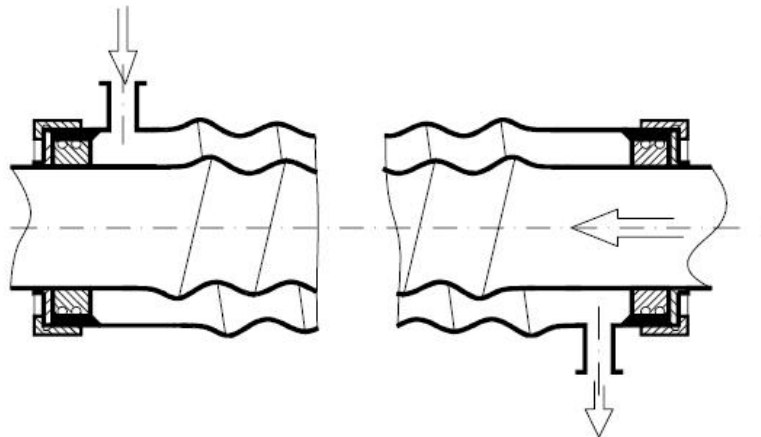
Pro srovnání za stejné období bylo přijato celkem 15 kolonových aparátů (2006-2010).

2. Přehled známých průmyslových výměníků tepla

2.1 Výměníky typu trubka v trubce

Patří mezi nejjednodušší konstrukční řešení výměníků tepla. Zpravidla se skládá ze dvou trubek, kde první trubka s větším průměrem slouží jako plášť. Obě média proudí souběžně sou proudem nebo protiproudem v trubce nebo mezitrubkovém prostoru [1].

Své uplatnění nachází například v potravinářském průmyslu (mléčné produkty, čokoláda, ovocné šťávy, marmeláda). Typickou ukázkou je provedení Tetra Laval. Zvýšením součinitelů přestupu tepla se dosahuje například šroubovicovým zvlněním povrchu. Při některých dalších provedení může protékající suspenze obsahovat i částice o rozměrech do velikosti 50mm.



Obr. 2.1 Výměník trubka v trubce (provedení Tetra Laval Spiraflo Monotube TTF) [2]

Dalšími typy uspořádání mohou být např. dvě trubky stočené do spirály nebo šroubovice, často se také používají podélně žebrované trubky. Zintenzivnění přestupu tepla lze napomoci vložkami ve formě zkroucených pásků (twisted tape – šroubové plochy, působící jako mixery nebo inventory), nebo zvlněné plechové pásky orientované ve směru osy trubky (pulsátory).

Díky své konstrukci jsou svařované plášťové dvoutrubkové výměníky vhodné pro nejnáročnější zátěžové parametry, jako jsou: nejvyšší tlaky, teploty a požadavky na těsnost.

2.2 Trubkové výměníky tepla

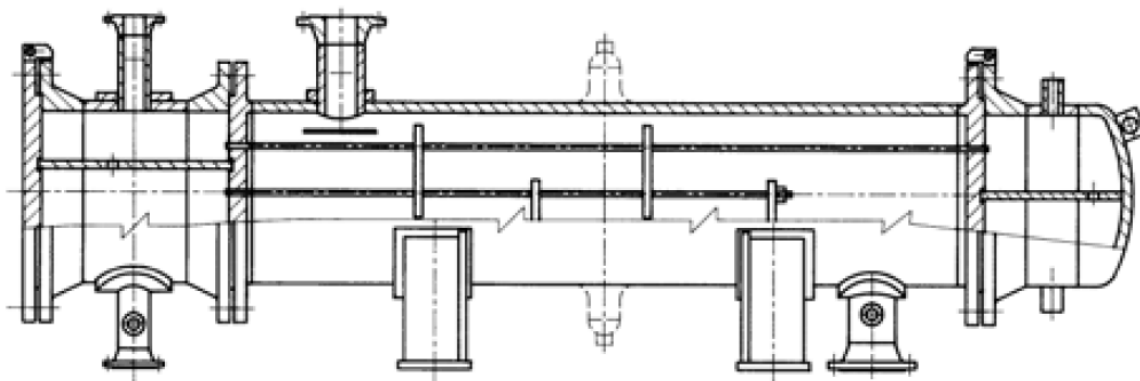
Trubkové výměníky tepla jsou vhodné pro provozy, kde dosahujeme vysokých teplot a tlaků. Patří mezi průmyslově nejpoužívanější výměníky tepla. Mají velmi univerzální použití, protože média výměníkem protékající mohou být kapalná, plynná, nebo kombinace těchto dvou skupenství. Ve výměnících může docházet k fázovým přeměnám látek. Těmto výměníkům tepla se říká vařáky, odparky nebo kondenzátory (podle toho, jestli přeměňujeme z kapaliny na plyn, nebo naopak). Vzájemná orientace proudů se v jednotlivých partiích výměníku mění (sou proud, protiproud nebo křížový tok). Vedení toku v mezitrubkovém prostoru dosahujeme příčnými nebo podélnými přepážkami. Tyto přepážky mohou být segmentové, diskové, šroubovicové nebo tyčové). Směr proudění v trubkách také lze měnit. K tomuto úkonu potřebujeme do rozdělovacích komor, nebo hlav výměníků zakomponovat dělicí přepážky [3].

2.3 Výměník s pevnými trubkovnicemi

Výměník má na obou koncích pláště přivařeny trubkovnice. Vnitřní prostor pláště je vyplněn svazkem přímých trubek. Na trubkovnici se připojují víka, jedna z komor má zpravidla eliptické dno, druhá odnímatelné víko. V plášti jsou obvykle vloženy příčné nebo podélné vodící přepážky. Na plášti a ke komorám jsou přivařena hrdla s přírubami, pro vstup a odvod ohřevného a ohřivaného média [4].

Tento typ výměníku může být používán jako ležatý nebo stojatý. Při velkých rozdílech teplot a velké tepelné dilatace se do pláště vevaruje kompenzátor.

Výměníky s pevnou trubkovnicí mají všeobecné využití. Mohou pracovat jako výměníky, chladiče, ohřivače, kondenzátory, vařáky, odparky atd. Použití uzpůsobuje rozmístění a tvar vodících přepážek, počet chodů v trubkách a rozmístění hrdel na plášti.

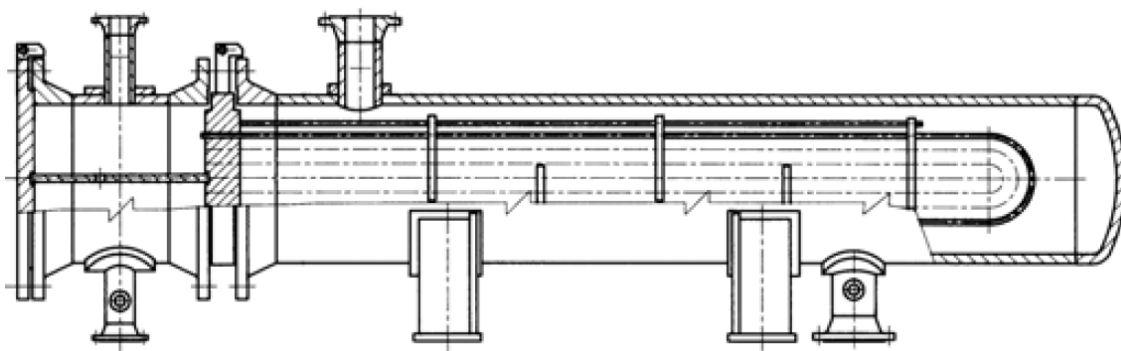


Obr. 2.3 Konstrukční uspořádání výměníku s pevnou trubkovnicí [5]

2.4 Výměník s U-trubkami

Výměník se skládá pouze z jedné trubkovnice. Trubky jsou ohnuty do tvaru U (nazývá se rovněž vlásenka) a oba jejich konce se upevní k jediné trubkovnici. Na trubkovnici je připojena komora s podélnou přepážkou pro oddělení stejného média o různé teplotě. Na plášti a ke komoře jsou přivařena hrdla s přírubami, pro vstup a odvod ohřevného a ohřivaného média. Plášť je ukončen klenutým dnem.

„Trubkové výměníky s U-trubkami (nebo též výměníky vlásenkové) jsou taktéž používány pro provozní parametry, kdy vzájemná tepelná roztažnost teplosměnných trubek a pláště výměníku je větší než povolená diference.“[6]



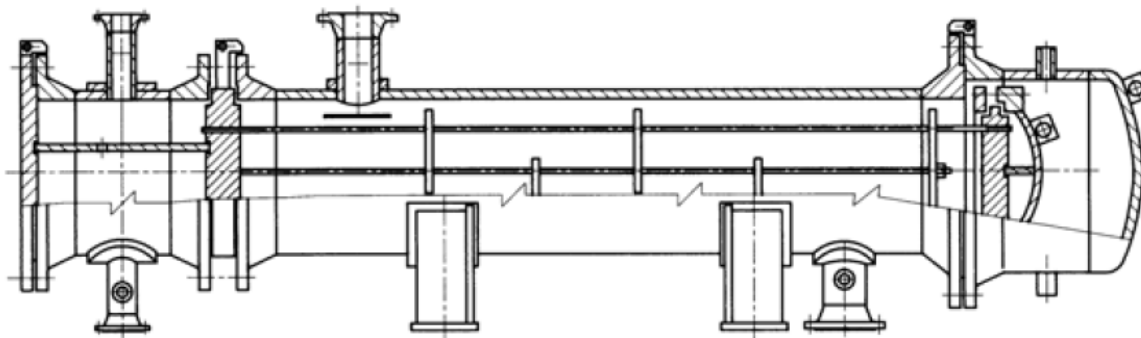
Obr. 2.4 Konstrukční uspořádání výměníku s U-trubkami [7]

2.5 Výměník s plovoucí hlavou

Výměník s plovoucí hlavou má ve válcovém plášti umístěn trubkový svazek, který se skládá z trubkovnice, trubek, přepážek. „Přepážky mohou být podélné, příčné nebo uspořádané do šroubovice. Na jednom konci pláště je k přírubě připojeno víko pláště kryjící plovoucí hlavu, na druhém konci je připojena komora. Mezi přírubou komory a přírubou pláště je sevřena jedna trubkovnice svazku. Komora je uzavřena víkem (komory-asi vypustit). Na plášti a na komoře jsou přířubová hrdla pro vstup a výstup pracovních látek. V komoře a případně též víku plovoucí hlavy jsou přepážky rozdělující trubkový prostor na několik chodů.

Výměníky mohou být používány jako stojaté nebo ležaté. Pro uložení na základy nebo nosnou konstrukci jsou na plášti výměníku podstavce (ležaté provedení) nebo patky (stojaté provedení).“ [8]

Tento typ výměníku lze používat v provozech s velkými tepelnými rozdíly, nebo v případech kdy povrch a vlastnosti pracovní látky vyžadují čištění vnějšího povrchu trubkového svazku mechanickým způsobem. Výměníky s plovoucí hlavou mohou pracovat jako výměníky, chladiče, kondenzátory, reboilery a vařáky.



Obr. 2.5 Konstrukční uspořádání výměníku s plovoucí hlavou [9]

2.6 Vinuté výměníky

Vinuté výměníky (s vinutými trubkami) můžeme řadit ke všem typům zařízení, kde uvažujeme výměnu tepla v nerůznějších režimech. Nesmí zde ale docházet k zanášení teplosměnné plochy. Toto pravidlo lze obejít za předpokladu, že čištění plochy neprovádíme mechanicky, ale usazeniny odstraňujeme promýváním metanolem, louhem nebo pomocným médiem, které za zvýšených teplot rozpouští usazeniny [10].

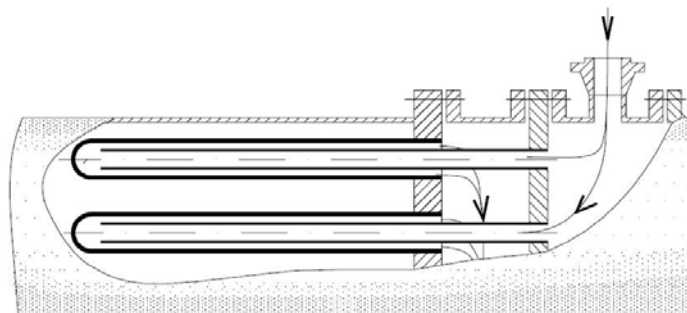
Vinuté výměníky tepla nacházejí své uplatnění hlavně v oblasti nízkých teplot, kde umožňují chlazené médium (zpravidla plyn) ochladit až do nízkoteplotní oblasti. Vhodným uspořádáním vinutí a vinutých vrstev rozdílných sekcí lze dosáhnout optimální rychlosti proudění a tím i intenzivnějšího přestupu tepla.

Vinuté výměníky tepla nacházejí své uplatnění u zařízení pro dělení plynových směsí, zařízení na praní vodíku kapalným dusíkem, na zkapaňování zemního plynu a čištění plynu při zplyňování uhlí.

Tento typ výměníku není příliš běžný. Setkáváme se s ním velmi ojediněle. Vyrábí se pouze ve specializovaných firmách.

2.7 Fieldův výměník tepla

U Fieldova výměníku tepla se místo klasických trubek používají tzv. dvojtrubky. Vnější, na konci zaslepené trubky, jsou zaválcovány do trubkovnice, která je umístěna mezi mezitrubkovým prostorem a komorou s výstupním hrdlem. Otevřené vnitřní trubky jsou naválcovány do druhé trubkovnice, která odděluje komoru se vstupním hrdlem a komoru s výstupním hrdlem [11].

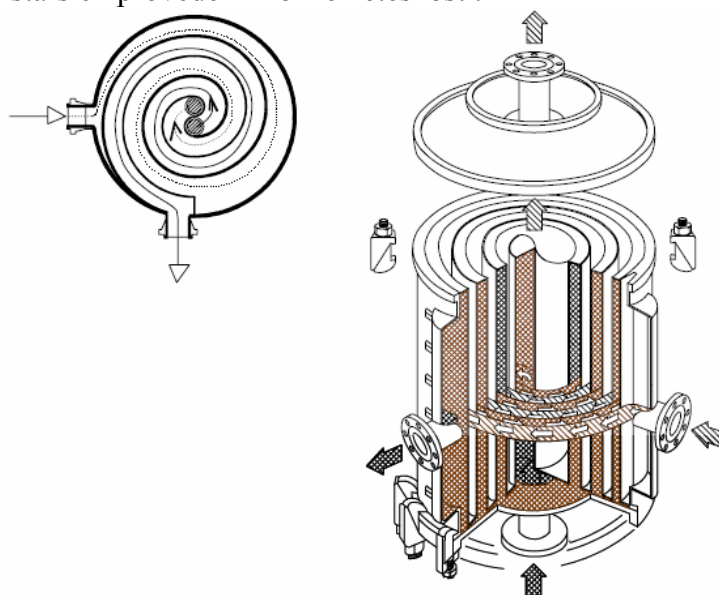


Obr. 2.7 Fieldův výměník tepla [12]

2.8 Spirálové výměníky

Spirálové výměníky patří do kategorie výměníků deskových. Obě média proudí ve spirálově zakřivených kanálech. Zakřivené stěny nám zvyšují intenzitu přestupu tepla, a současně snižuje kritickou hodnotu Re přechodu do trubek [13].

Spirálové výměníky jsou kompaktnější, tzn. že při stejných zastavěných objemech mají větší teplosměnnou plochu. Ve spirálových výměnících také dochází k relativně menším tlakovým ztrátám. Z hlediska zanášení stěn se dá říci, že tyto výměníky mají velmi malý sklon k tomuto nežádoucímu jevu. Díky těmto vlastnostem lze spirálové výměníky využívat pro ohřev vláknitých materiálů ve zpracovatelském (např. papírenském) průmyslu, metalurgii a potravinářském průmyslu. Jako nevýhodu těchto výměníků můžeme brát omezení tlaků, případně u některých starších provedení možné netěsnosti.



Obr. 2.8 Spirálový výměník [14]

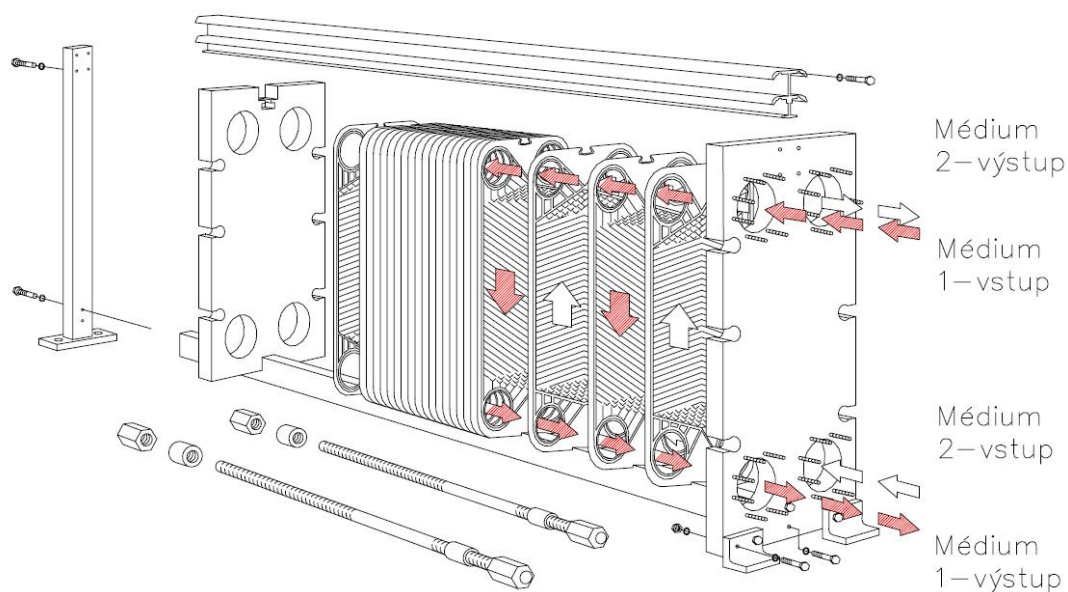
2.9 Deskové výměníky

Deskové výměníky tepla patří mezi neoptimálnější výměníky při poměru teplosměnných ploch a průtoků pracovních médií. Jako pracovní médium se zde využívá výhradně voda, která protéká mezi jednotlivými vhodně natvarovanými deskami, které jsou k sobě pevně připojeny. Výkon výměníku ovlivníme tím, kolik desek bude na sebe připojeno. Z hlediska zanášení je zajímavé, že deskové výměníky jsou k tomuto nežádoucímu jevu méně náchylné než běžné trubkové výměníky [15].

Desky výměníku jsou lisovány z nerezového plechu. Jejich tvar je obdelníkový, v každém zaobleném rohu mají po jednom otvoru. Dva otvory jsou funkční a druhé dva jsou od průtočného kanálu odděleny těsněním. Mezi nevýhody deskových výměníků patří netěsnost. Tato problematika je stále ve fázi vývoje. Kvůli netěsnostem jsou tedy v chemickém průmyslu málo využívány.

Mezi další výhody deskových výměníků patří i jejich cena, která je nižší než u výměníků trubkových. Vyrábí se totiž sériově.

Deskové výměníky se mohou používat i ve velmi agresivním prostředí, protože materiály na ně používané jsou nerezové oceli, ale i titan nebo uhlíkové kompozity. Nemohou se ale používat pro práci s vysokými teplotami. Materiál těsnění bývá použit např. nitrilkaučuk, ethylen-propylen-kaučuk a pro teploty do 220°C bývají používány grafitické fólie. Maximální provozní tlak může dosahovat až hodnoty 2,5 MPa. Při použití desek větších rozměrů dovolený tlak rychle klesá.



Obr. 2.9 Deskový výměník [16]

3. Teplonosné látky

Mezi hlavní požadavky, které jsou kladeny na teplonosné médium jsou velká měrná tepelná kapacita, popř. měrné výparné teplo, vysoký součinitel tepelné vodivosti a přestupu tepla. Dále musíme uvažovat vhodný vztah mezi teplotou varu a tlakem, pokud možno nízkou viskozitu a s ní spjaté nízké tlakové ztráty při proudění, nízká koroze zařízení, zdravotní nezávadnost, dostatečný výskyt v biosféře a relativní nízká cena. Lze tedy říct, že nejlépe tyto požadavky splňuje voda a vodní pára. U těchto médií musíme ale uvažovat možnost koroze a také případný vznik nánosů solí obsažených ve vodě na teplosměnných plochách. Ve výměníku také musíme dodržovat dostatečný tlak, aby při dané pracovní teplotě nedocházelo k varu a nevznikala pára. Někdy se mohou používat místo vody i kapaliny s vysokým bodem varu při normálovém tlaku 0,1 MPa [17].

V technické praxi se pro přenos tepla do teploty 900 °C užívají tekuté kovy, např. směs sodíku a draslíku. Výhodou těchto slitin je jejich vysoká tepelná kapacita, dobrá tepelná vodivost a přestupní součinitel. Nevýhodou je, že při chladnutí zařízení kovy začínají tuhnout, proto při odstavování zařízení musíme včas okruh vypustit, aby nám nedošlo k zatuhnutí kovu v zařízení. Protože je sodík alkalický kov, musíme dostatečným těsněním zabránit, aby například nedošlo ve styku s vodou a následnému hoření.

Vzduch, spaliny a jiné plyny, mají nízkou měrnou tepelnou kapacitu, malou tepelnou vodivost a špatný součinitel přestupu tepla. Musí být zajištěn větší objemový průtok a velké teplosměnné plochy výměníků. Podobně se projevuje i přehřátá pára (sytá, mokrá a kondenzující pára mají naopak součinitel přestupu tepla vysoký). Přehřátá pára tedy není vhodná jako teplonosná látka.

Výhody a nevýhody syté páry jako teplonosné látky vůči vodě:

- nejsou nutná objemová čerpadla, protože pára protéká výměníkem samovolně na úkor svých tlakových ztrát. Pokles tlaku páry v důsledku odporů při proudění, znamená pro teplárenské provozy úbytek elektrické energie, jež odpovídá snížení entalpického spádu při expanzi o vzniklou tlakovou ztrátu.
- u parních výměníků jsou menší přídavná napětí vyvolaná vlastní tíhou média a menší hydrostatický tlak. Sytá pára má menší hustotu než voda.
- snazší nalezení netěsností u páry než u vody.
- úprava vody na páru je složitější a nákladnější.

Teplonosné látky lze zvolit dle výše popsaných kritérií nebo jsou dány požadavky zákazníka.

4. Provoz výměníků tepla

Tato kapitola se zabývá problémy, které mohou nastat při provozování výměníků tepla a s kterými je nutno se vyrovnat. Mezi prvotní problém patří netěsnosti pracovních látek [18]. Vyvolávající příčiny mohou být:

- zanášení výhřevných ploch
- koroze výhřevných ploch
- abraze výhřevných ploch

Zanášení výhřevných ploch:

Na stěnách trubek nebo pláště výměníku tepla se usazují látky, které obsahuje teplosnosné médium – soli, korozní produkty případně i pevné látky obsažené v teplosnosných látkách. Tyto nánosy zpravidla mají nižší tepelnou vodivost, než původní materiál, dochází ke snížení přestupu tepla, a tím i ke snížení výkonu výměníku tepla. Tento nežádoucí jev lze kladně ovlivnit například:

- úpravou vody (snížením koncentrace solí)
- mechanickým čištěním trubek doporučenými chemikáliemi

Koroze výhřevných ploch:

S korozi, která se způsobená například ze strany vody, hlavně počítáme na straně teplé užitkové vody. Koroze bývá způsobena kyslíkem nebo oxidem uhličitým. Napadení se projevuje většinou jako důlkové, při čemž jeho intenzita se značně zvyšuje přítomností inkrustací a sedimentů.

Rozsah napadení je závislý na:

- chemickém složení vody, zejména na koncentraci chemických látek – kyslík, oxid uhličitý, hořčík, vápník, kyseliny dusičné atd. proces koroze také výrazně zpomalí odplynění nebo vhodné dávkování inhibičních látek.
- Na použitých materiálech výhřevných ploch a plášťů výměníků tepla. Koroze na nechráněných částech z uhlíkové oceli, může být potlačena povrchovou úpravou stěny (pozinkování a jiné vhodné speciální ochranné povlaky). Mezi odolné materiály patří oceli legované niklem, chrómem nebo molybdenem. Dále mohou být použity nerezové oceli. Jako materiál s vysokou odolností proti korozi ve vodě se uvádí i měď, mosaz a titan.

„Rozsah napadení na straně spalin u kotlových výměníků závisí především na složení spalovaného paliva a provozní teplotě. Povrchová teplota kovu trubky musí být nad rosným bodem spalin. Ten je závislý na obsah kyselých prvků v palivu (S, Cl, F) a obsahu kyseliny sírové, chlorové a fluorové ve spalinách [19]“.

Nízkoteplotní korozi ze strany spalin lze odolávat:

- optimalizace spalovacího režimu, minimalizace přebytku vzduchu
- udržení povrchové teploty trubek nad teplotou rosného bodu spalin
- použitím vhodných materiálů, které jsou schopny odolávat korozi, dávkováním aditiv do spalovacích kotlů

Abraze výhřevných ploch

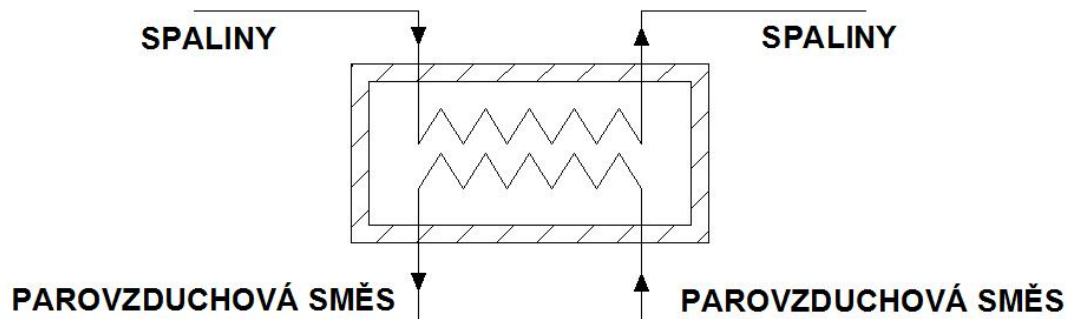
K abrazi, nebo-li otěru výhřevných ploch, dochází při proudění spalin s pevnými částicemi výměníkem tepla. Tyto částice způsobují obroušení stěn výměníku, jenž vedou až k následným netěsnostem. S tímto jevem je nejčastěji u kotlů na tuhá paliva.

Prevence proti abrazi:

- snížením rychlosti spalin – otěr materiálu je přibližně úměrný rychlosti proudění
- konstrukční úpravou, pasivní ochrany trubek

5. Zadání výměníku tepla

Má být navržen výměník parovzduchové směsi, který bude součástí kogeneračního systému bioplynové stanice. Principiální schéma výměníku je znázorněno na obr.11



Obr. 5.1 principiální zadávací schéma výměníku

Zdrojem tepla pro řešení výměníku jsou spaliny ze spalování bioplynu produkovanými bioplynovými spalovacími motory kogeneračních jednotek. Tab. 5.1 uvádí složení spalin z motorů kogeneračních jednotek.

Koncentrace složek spalin			
Složka	[% hm]	Složka	[% hm]
CO ₂	14,98	SO ₂	0,5711
N ₂	68,18	Ar	1,144
H ₂ O	7,789	O ₂	7,335

Tab. 5.1 Koncentrace složek spalin ze spalování bioplynu

Teplota spalin z kogeneračních jednotek v předpokládaném místě napojení výměníku je 600°C. Je požadováno, aby výměník tepla byl proveden v protiproudovém zapojení. Ohřivaným médiem je komprimovaná parovzduchová směs (PVS), jejíž parametry jsou spolu s ostatními parametry výměníku pro nominální provozní režim uvedeny v tab. 5.2.

Úkolem je pro zadané pracovní podmínky a dovolené tlakové ztráty pracovních látek, specifikované v tab. 5.2, nalézt nejvhodnější řešení výměníku tepla z hlediska minimální plochy výměny tepla resp. hmotnosti výměníku.

Médium	Veličina	Hodnota	Jednotka
PVS	P_{PVSin}	4,306	bar
	T_{PVSin}	98,9	°C
	T_{PVSout}	529,8	°C
	w_{PVS}	11,81	% hm
	m_{PVS}	1,291	$kg \cdot s^{-1}$
	Δp_{PVS}	10 až 14	kPa
Spaliny	T_{spin}	600	°C
	T_{spout}	144	°C
	m_{sp}	1,24	$kg \cdot s^{-1}$
	Δp_{sp}	4	kPa
Bilanční výkon	P_{CS-AMH}	653	kW

Tab. 5.2 Zadávající parametry nominálního provozního režimu výměníku

Možná zmínit odstavček i o zadaném výpočtu v HTRI,

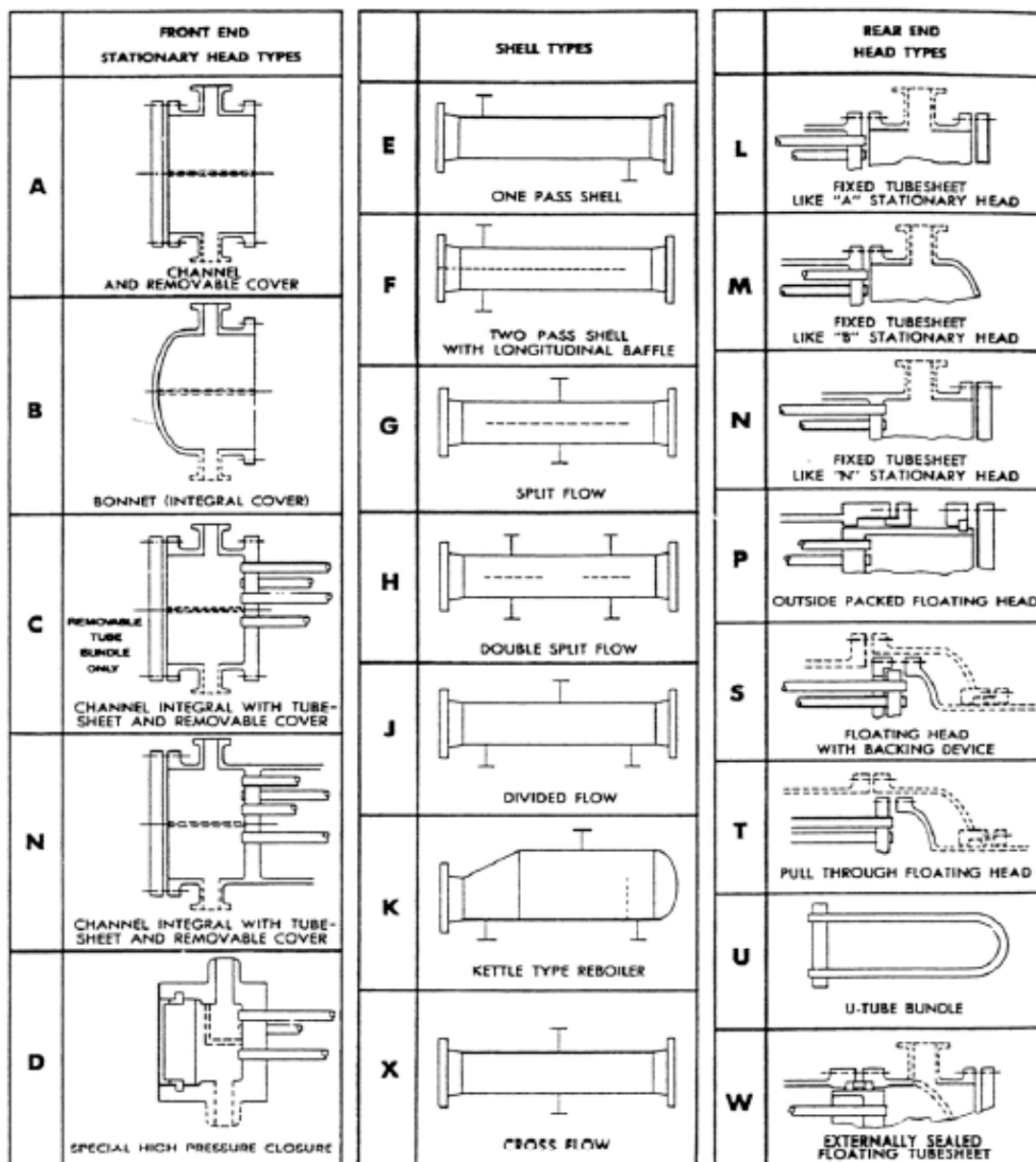
6. Volba typu výměníku tepla

Než se začne se samotnou tvorbou projekčních výkresů, je nutno zvážit, jaký druh výměníku tepla zvolit. Zadané parametry, které v této práci mají největší vliv na druh výměníku jsou:

- vysoká teplota ohřevného média (na vstupu až 600°C)
- teplotní rozdíl na vstupu a výstupu média ohřivaného z teploty 98,9 °C na teplotu 529,8 °C
- média výměníkem protékající – teplonosnou látkou jsou spaliny, je zde možnost zanášení teplosměnných stěn, z čehož vyplývá nutnost volného přístupu pro čištění těchto ploch
- přetlak parovzduchové směsi (0,43 MPa)
- přetlak spalin (0,107 MPa)

Typ výměníku tepla byl pro tuto práci zadán, a vycházelo se z výše uvedených předpokladů. Z dodaného tepelně-hydraulického výpočtu byly zřejmé základní parametry a typ výměníku dle předpisu TEMA – AES (trubkový výměník s jednou trubkovnicí pevnou a druhou trubkovnicí spojenou s plovoucí hlavou). Po dohodě s vedoucím bakalářské práce byl změněn typ výměníku na TEMA - AEM (trubkový výměník s pevnými trubkovnicemi a vloženým kompenzátorem v plášti).

Při návrhu konstrukčního řešení bylo postupováno tak, že byl nakreslen hlavní obrys výměníku tepla dle zadání – délka, průměr pláště, rozměry a počty trubek, vstupní a výstupní hrdla. Dále bylo navrženo rozmístění trubek v prostoru pláště ze zadané rozteče a rozmístění trubek do trojúhelníku. Tloušťky jednotlivých dílů byly předběžně spočteny a následně kontrolovány pevnostním výpočtem.



Obr. 6.1 Používané typy trubkových výměníků dle TEMA Standard [20]

7. Přehled jednotlivých částí výměníku tepla

Plášť

Plášť výměníku je horizontální válcová skořepina vytvořená svařením 4 skružených plechů tloušťky 8 mm. Jako materiál pláště byla použita žáropevná Cr-Mo-V ocel, určená pro teploty až 600°C. Do pláště je vložen vlnovcový kompenzátor, pro zachycení dilatačních sil od nestejného prodloužení trubek a pláště. Na obou koncích pláště jsou přivařeny pevné trubkovnice. Na plášti jsou také přivařena dvě hrdla pro vstup a výstup ohřívané parovzduchové směsi. Plášť je uložen na dvou sedlových podstavcích.

Komora s eliptickým dnem

Komora s eliptickým dnem je odnímatelná část výměníku, která je složena z válcové skořepiny o tloušťce 8 mm, plášťové příruby, eliptického dna, výstupního hrdla a odvzdušňovacího hrdla. Odvzdušňovací dno je umístěno v nejvyšším bodě, slouží

k dokonalému zaplnění vodou při tlaková zkoušce. Eliptické dno je vyrobeno lisováním za studena (malá tloušťka) a přivařeno k válcovému plášti.

Komora s odnímatelným víkem

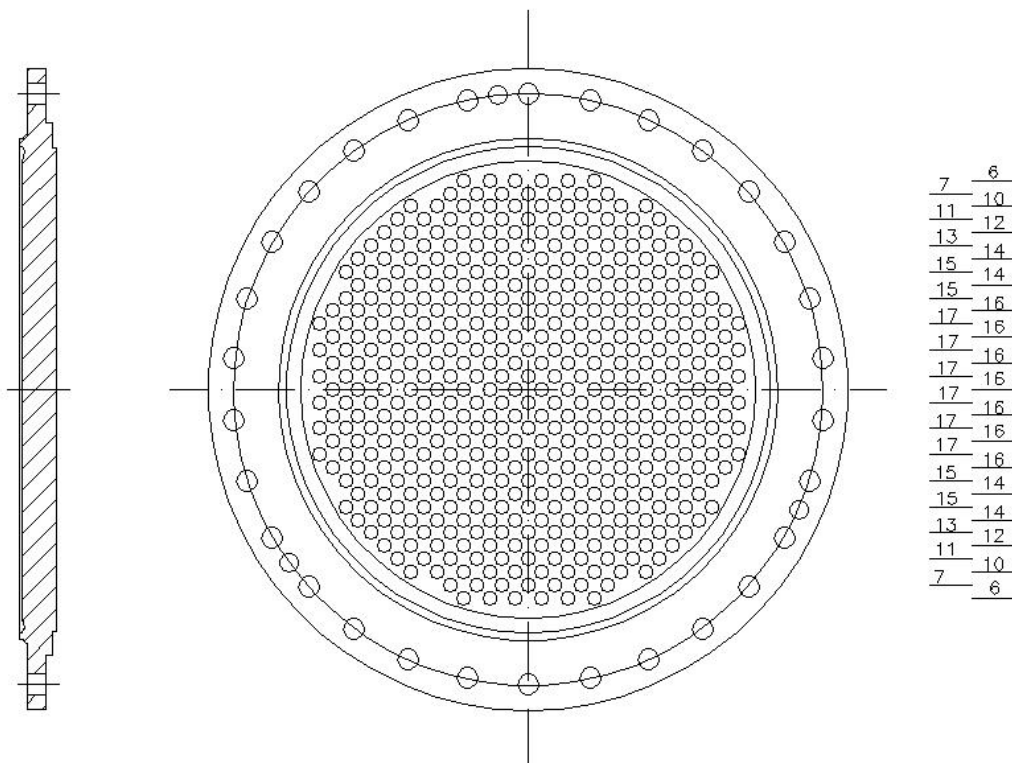
Komora s odnímatelným víkem je část výměníku připevněná k plášti výměníku šrouby a maticemi, která je složena z válcové skořepiny o tloušťce 8 mm, plášťové příruby, příruby komory, víka, vstupního hrdla a odkalovacího hrdla. Odkalovací hrdlo je umístěno v nejnižším bodě, slouží k odvedení vody po tlakové zkoušce, případně k odvodu zkondenzované kapaliny při přerušení provozu. Odnímatelné víko umožňuje snadný přístup pro kontrolu a čištění trubkového prostoru.

Svazek trubek

Svazek se skládá ze 448 trubek, které jsou upevněny zaválcováním a zavařením do dvou trubkovnic. Na trubkách jsou střídavě uloženy příčné přepážky jejichž polohu zajišťují vodící tyče. Přepážky usměrňují tok média v mezitrubkovém prostoru a dále mají za úkol zabránit vibracím trubek za provozu.

Trubkovnice

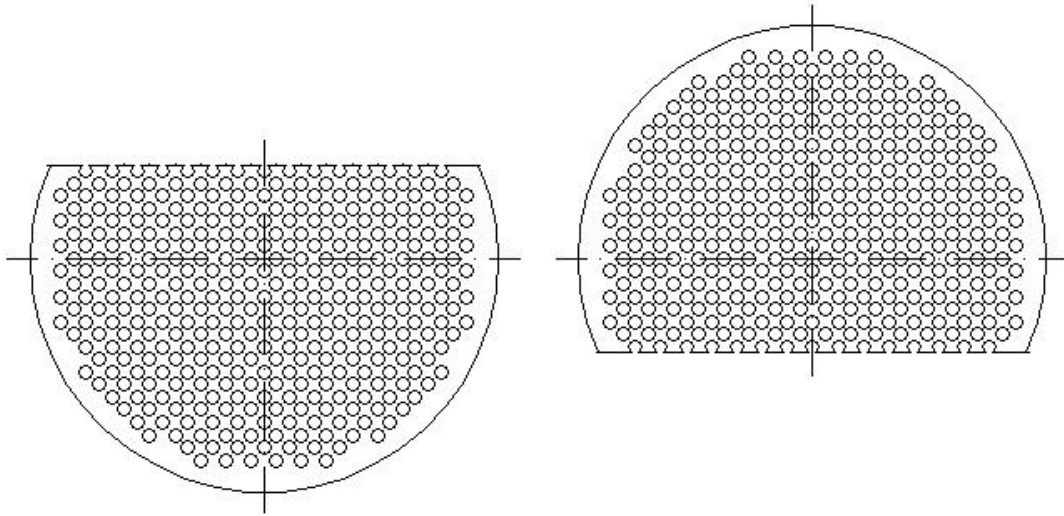
Trubkovnice je vyrobena z plechu tloušťky 40 mm, obsahuje 448 otvorů pro upevnění trubek zaválcováním a přivařením, a soustružením je na ní vytvořen krček pro přivaření pláště, který umožňuje dobrý přístup při svařování a následnou možnost nedestruktivní kontroly svarového spoje (např. ultrazvuk). Trubkovnice slouží jako plášťová příruba pro upevnění komory pomocí 30 šroubů M 20.



Obr. 7.1 Trubkovnice včetně rozmístění vrtaných děr pro trubky

Příčné vodící přepážky

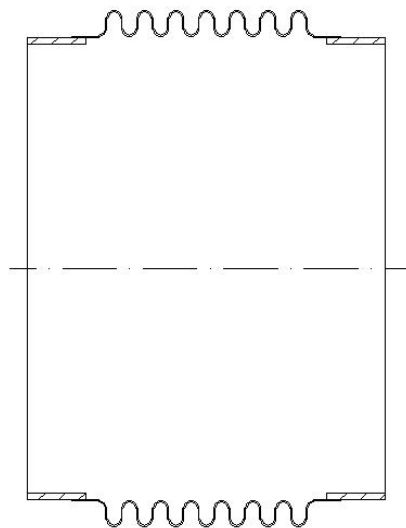
Jsou vyrobeny z plechu tloušťky 8 mm. Přepážky obsahují síť otvorů shodnou s obrazcem v trubkovnici. Velikost otvorů umožní nasunutí trubek s vůlí.



Obr. 7.2 Příčné vodící přepážky

Vlnovcový kompenzátor

Z důvodu rozdílné teplotní dilatace trubek a pláště, bylo nutno vložit do konstrukce vlnovcový kompenzátor. Kompenzátor je přivařen k vlastním skruženým pásům plechu, které jsou následně přivařeny k plášti. V plášti je kompenzátor při pokojových teplotách ve stavu stlačení. Až během provozu se začíná kompenzátor dostávat do polohy, kdy není namáhán žádným napětím, a následně je natahován. Kompenzátory na větší výměníky se navrhují přímo na určený výměník, sériová výroba je například pro trubky. Výpočet kompenzátoru je uveden v příloze.



Obr.7.3 Vlnovcový kompenzátor

Hrdla a příruby

Hrdla jsou vyrobena z normalizovaných trubek a plochých přírub. Z výpočtu vyplynula nutnost vyztužení vstupních a výstupních hrdel na komorách. Vyztužení je tvořeno plechovými límcí. Otvory M10 v límcí slouží pro těsnostní zkoušku bublinkovou pomocí stlačeného vzduchu. Ploché příruby PN 6 dostatečně vyhovují tlakům ve výměníku tepla.

Těsnění

Pro pracovní teploty 600°C se používají jako těsnící materiály kovová těsnění (oválná nebo oktagonální), a však ta jsou určena pro vysoké tlaky. Levnější alternativa je ploché těsnění od firmy Burgmann označené 9560 Statotherm termoaktiv. Technické údaje tohoto materiálu udávají použití až do teplot 950°C. Těsnění se vyrábí vystřihováním z plochých desek.

Podstavce

Plášť výměníku tepla je uložen na dvou sedlových podstavcích. Jeden je fixně upevněn kotevními šrouby k základu a druhý podstavec má umožněn posuv v axiálním směru pomocí drážek vyfrézovaných v kluzné desce podstavce. Volné uložení druhého podstavce je nutné z důvodů teplotní roztažnosti pláště.

8. Základní pevnostní výpočty dle normy ČSN EN 13445-3

Materiál: Ocel 15 128 (žáropevná Cr-Mo-V ocel) ČSN 41 5128

Mez pevnosti při 600°C $R_m = 490\text{MPa}$

Smluvní mez kluzu při 600°C $R_{p0,2} = 200\text{MPa}$

Maximální přípustná hodnota dovoleného namáhání

$$f = \min\left[\frac{R_{p0,2}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4}\right] = 133,33\text{MPa}$$

8.1 Výpočet pláště

Zadáno:

Střední průměr skořepiny $D_m = 508\text{mm}$

Tloušťka stěny pláště $e_a = 8\text{mm}$

Tlak v plášti $P = 0,43\text{MPa}$

Součinitel hodnoty svarového spoje $z = 0,85$

Maximální dovolený tlak v plášti

$$P_{\max} = \frac{2 \cdot f \cdot z \cdot e_a}{D_m} = 3,57\text{MPa}$$

Podmínka

$$P_{\max} \geq P$$
$$3,57\text{MPa} \geq 0,43\text{MPa}$$

vyhovuje

8.2 Výpočet eliptického dna

Zadáno:

Vnitřní průměr komory	$D_i = 500\text{mm}$
Tloušťka stěny dna	$e_a = 8\text{mm}$
Tlak v komoře	$P_1 = 0,107\text{MPa}$
Poloměr elipsy	$r = 85\text{mm}$
Poloměr elipsy	$R = 450\text{mm}$
Součinitel hodnoty svarového spoje	$z = 0,85$

Maximální dovolený tlak v eliptické dně

$$P_s = \frac{2 \cdot f \cdot z \cdot e_e}{R + 0,5 \cdot e_e} = 3,99\text{MPa}$$

$$P_y = \frac{f \cdot e_e}{\beta \cdot (0,75 \cdot R + 0,2 \cdot D_i)} = 3,3\text{MPa}$$

$$P_b = 111 \cdot f \cdot \left(\frac{e_e}{0,75 \cdot R + 0,2 \cdot D_i} \right)^{1,5} \cdot \left(\frac{r}{D_i} \right)^{0,825} = 8,48\text{MPa}$$

$$P_{\max} = \min(P_s; P_y; P_b) = 3,3\text{MPa}$$

Podmínka

$$P_{\max} \geq P_1$$
$$3,3\text{MPa} \geq 0,107\text{MPa}$$

vyhovuje

Poznámka:

V této kapitole byly uvedeny pouze kontrolní pevnostní výpočty pláště a eliptického dna výměníku. Ostatní kontrolované části výměníku vyhovují také zadaným podmínkám. Kompletní výpočet trubkového výměníku tepla s pevnými trubkovnicemi je uveden v příloze 1.

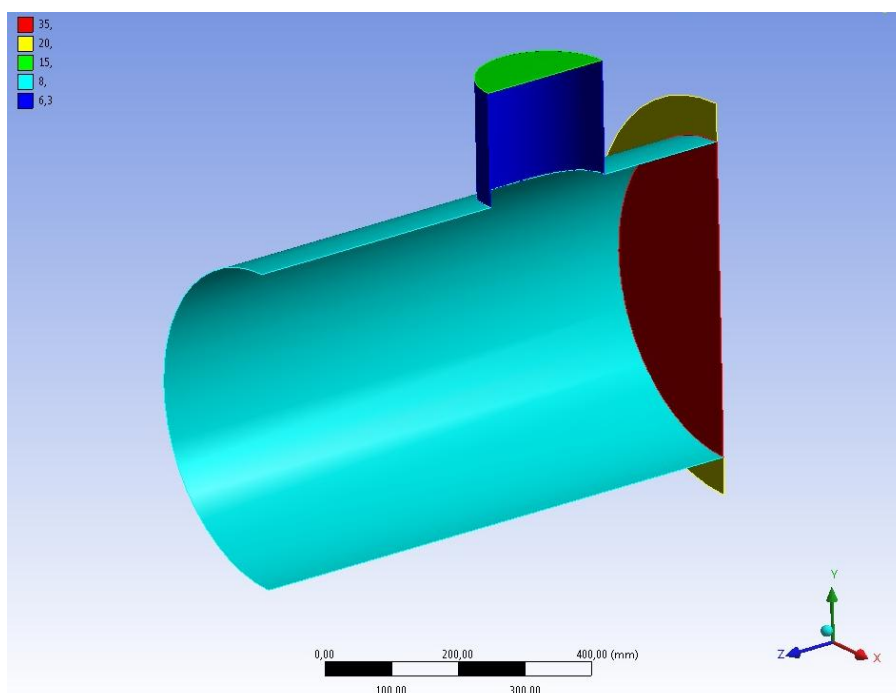
9. MKP výpočet

Výpočtový přetlak	MPa	0,43
Výpočtová teplota	°C	600°C
Nejvyšší pracovní přetlak	MPa	0,43
Nejvyšší pracovní teplota	°C	600°C
Korozní přídavek	mm	0
Izolace	mm	100
Součinitel svarového spoje	-	0,85

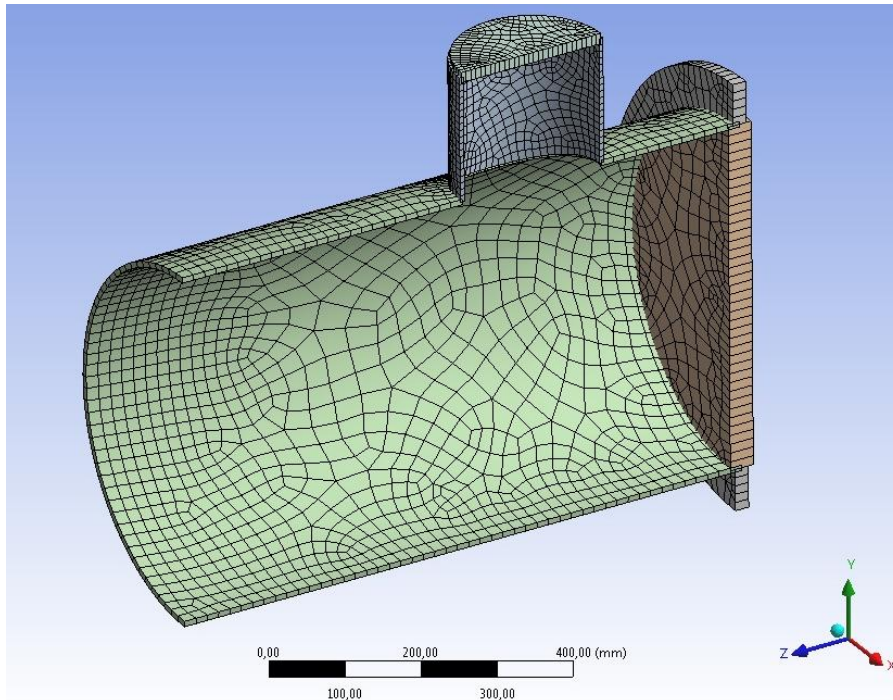
Tab. 9.1 Technické údaje trubkového výměníku tepla s pevnou trubkovnicí

9.1 Výpočtový model

Při řešení bylo využito skořepinové teorie, tedy byl vytvořen plošný model v programu SolidWorks. Model byl převeden do programu Ansys Workbench. Tloušťka pláště, hrdla a trubkovnice byla zvolena na základě dat z kontrolního pevnostního výpočtu. Některé hodnoty (uzavření hrdla a pláště) byly zvoleny. Použité tloušťky stěn me možné vidět na obr. 9.1 Potřebné vzájemné vazby jednotlivých částí byly v softwaru vygenerovány automaticky. Pro potřeby numerické simulace byla vytvořena mapovaná síť viz obr. 9.2.



Obr. 9.1 Zadání tloušťky stěn

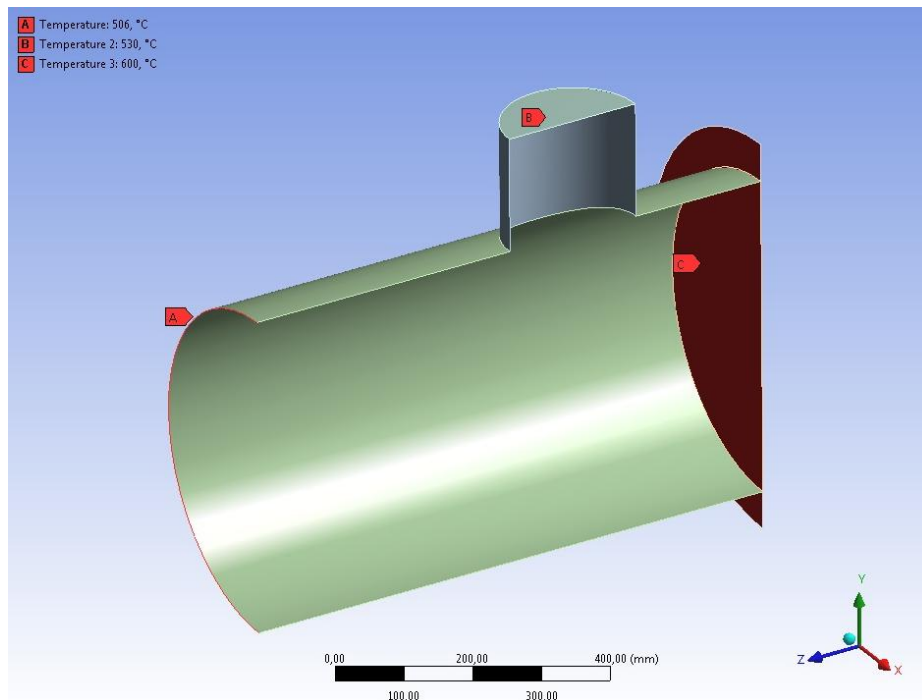


Obr. 9.2 Nasít'ování výpočtového modelu

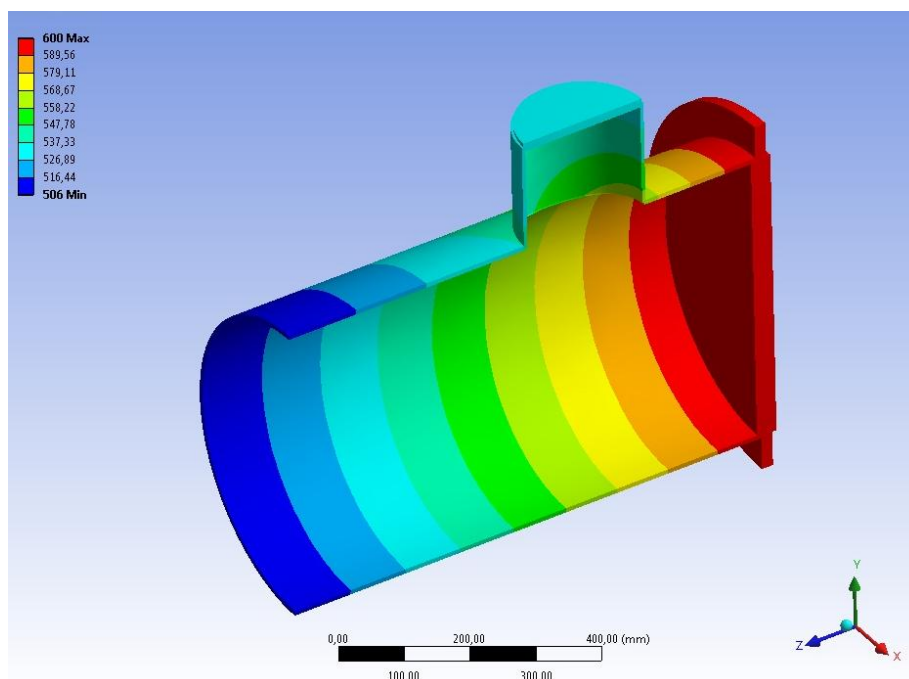
9.2 Teplotní analýza

Cílem této analýzy bylo získání rozložení teplotních polí pro potřeby výpočtu napjatosti v plášti a hrdle. Teplota na trubkovnici byla zadána 600°C , protože trubkovnice dělí komoru s teplotou spalin 600°C od mezitrubkového prostoru. Na výstupu z hrdla byla zadána teplota 530°C , ta byla uvedena v zadání diplomové práce. Teplota 506°C , která byla zadána na konec modelované části pláště, byla dopočtena lineární interpolací vzrůstu teploty po délce výměníku pro konkrétní vzdálenost. Veškeré zadané okrajové podmínky jsou znázorněny na obr. 9.3.

Výsledkem této teplotní analýzy bylo stanovení rozložení teplotních polí, která mají vliv na vyvolanou napjatost. Díky tomu je pak možné se co nejvíce přiblížit skutečným podmínkám, které se v plášti nebo v nátrubku vyskytují. Získané rozložení teplotních polí je znázorněno na obr. 9.4.



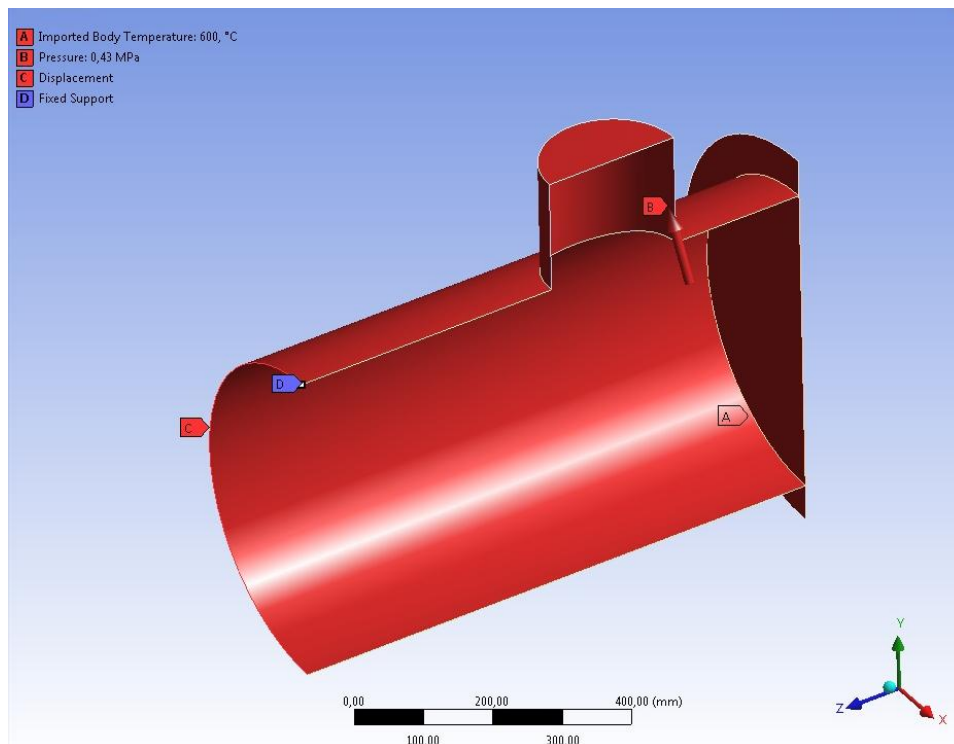
Obr. 9.3 Použité okrajové podmínky pro teplotní analýzu



Obr. 9.4 Výsledek rozložení teplotních polí v plášti a nátrubku

9.3 Napětíová analýza

Zadanou okrajovou podmínkou bylo rozložení teplotních polí viz předchozí kapitola. Dále byl zadán vnitřní tlak v mezitrubkovém prostoru 0,430 MPa. Díky tlakovým ztrátám, které vznikají při proudění v mezitrubkovém prostoru je skutečný tlak v daném místě nižší. To však není podstatné, neboť budou získány více konzervativní výsledky rozložení napjatosti v plášti a hrdle.



Obr. 9.5 Použité okrajové podmínky pro statickou analýzu

Kategorizace napětí

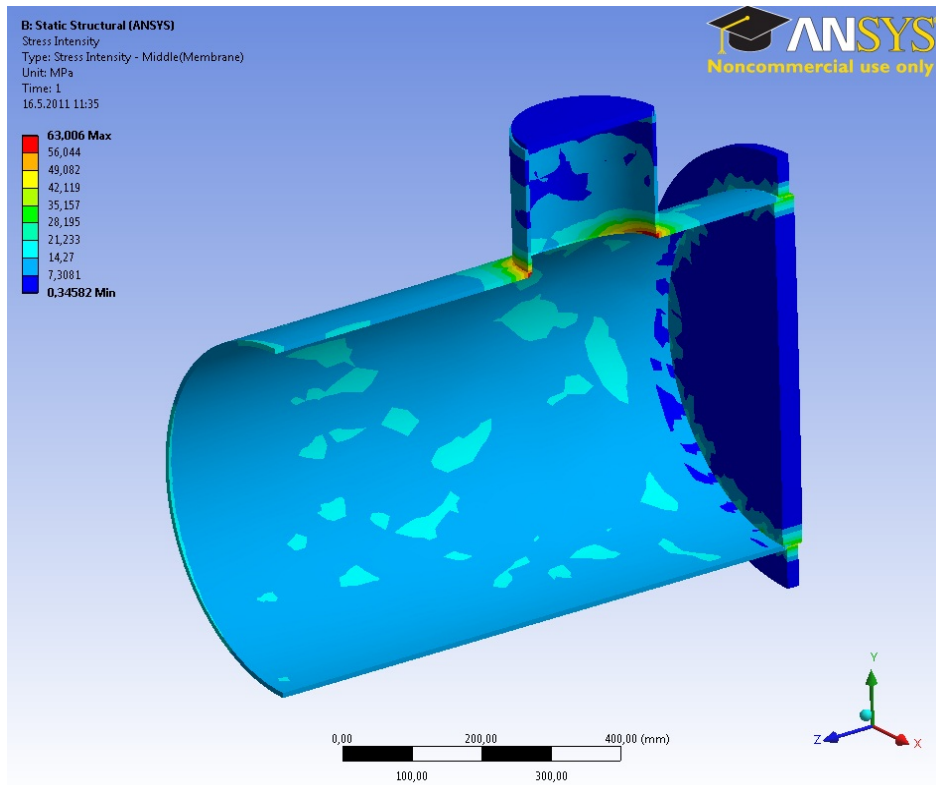
Omezení ekvivalentních primárních napětí

- pro membránové napětí viz obr. 9.6

$$(\sigma)_1 \leq f$$

$$21,23\text{MPa} \leq 133,33\text{MPa}$$

vyhovuje



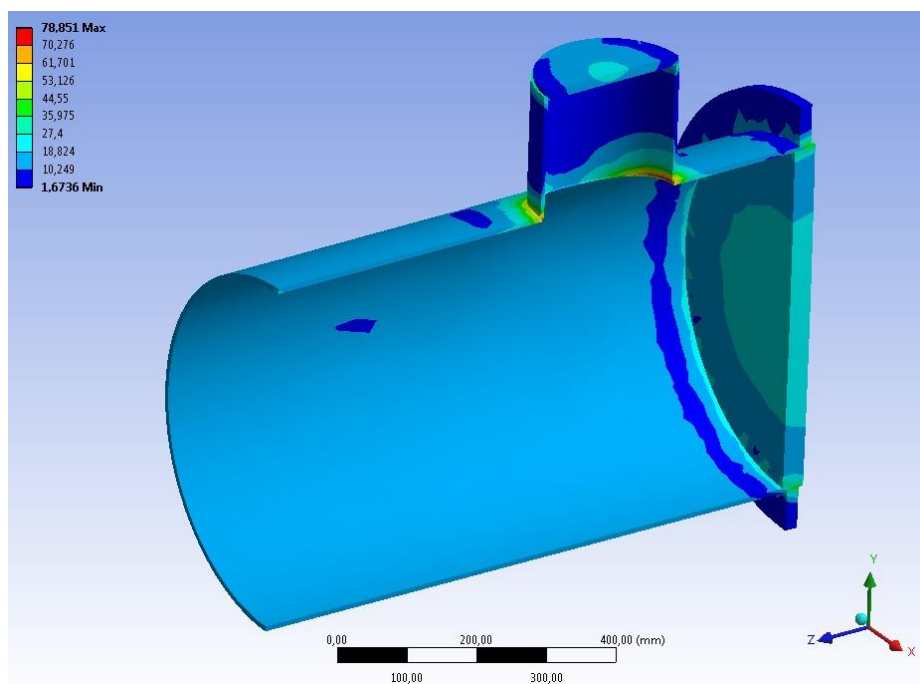
Obr. 9-6 Membránové napětí $(\sigma)_1$

- pro kombinaci membránového a ohybového napětí viz obr. 9.7

$$(\sigma)_2 \leq 1,5 \cdot f$$

$$78,28\text{MPa} \leq 200\text{MPa}$$

vyhovuje



Obr. 9.7 Membránové + ohybového napětí $(\sigma)_2$

oblast	$(\sigma)_1$ [MPa]	<>	f [MPa]	$(\sigma)_2$ [MPa]	<> [MPa]	1,5f [Mpa]
Hrdlo	21,23	<	133,33	78,28	<	199,99

Tab. 9.1 Hodnoty napětí pro provozní stav

Z provedené celkové tabulky je zřejmé, že hrdlo a plášť trubkového výměníku tepla vyhovuje zadaným podmínkám zatěžování.

10. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo seznámení se s výměníky tepla a jejich průmyslovým využitím.

V první části jsou shrnuty nepoužívanější typy výměníků, jejich stručný popis, výhody a nevýhody. Další informace se týkají popisu teplotních médií, provozu a údržby výměníků.

Druhá část obsahuje návrh konstrukce konkrétního výměníku tepla s pevnými trubkovicemi dle zadaných technických a výkonových parametrů a jeho kontrolní pevnostní výpočet tlakem namáhaných částí. Jednotlivé části jsou podrobně popsány. Pevnostní výpočet hlavních tlakem namáhaných částí dle normy ČSN EN 13445 prokázal správnost konstrukčního návrhu. Celý výpočet je v příloze 1. Metodou konečných prvků byla provedena analýza ve vybraném uzlu, kde byla očekávána zvýšená koncentrace napětí. Tento uzel vyhovět při posouzení metodou kategorizace napětí.

V programu AutoCad byl vytvořen návrhový výkres s detaily jednotlivých uzlů. Pro výrobu výměníku je nutné vytvoření rozsáhlejší výkresové dokumentace, což ale nebylo předmětem této práce. Výkres je přiložen v příloze 3.

11. Seznam použité literatury

- [1] <http://www.fsid.cvut.cz/~peterkar/> [online] dostupné z WWW:
http://pet.fsid.cvut.cz/petera/tv/tps_ex2.pdf
- [2] <http://www.fsid.cvut.cz/~peterkar/> [online] dostupné z WWW:
http://pet.fsid.cvut.cz/petera/tv/tps_ex2.pdf
- [3] <http://www.fsid.cvut.cz/~peterkar/> [online] dostupné z WWW:
http://pet.fsid.cvut.cz/petera/tv/tps_ex2.pdf
- [4] ČERVINKY L., ŠIMEK J., *Výměníky tepla*, katalog Královopolské strojírný Brno
- [5] Obrázek převzat z WWW:
http://www.zvuengineering.cz/files/cz/brozury/Tepelne_vymeniky_brozura_revize_0.pdf
- [6] <http://www.zvuengineering.cz/showdoc.do?docid=4>, [cit. 2011-05-10], dostupné z WWW:
http://www.zvuengineering.cz/files/cz/brozury/Tepelne_vymeniky_brozura_revize_0.pdf
- [7] Obrázek převzat z WWW:
http://www.zvuengineering.cz/files/cz/brozury/Tepelne_vymeniky_brozura_revize_0.pdf
- [8] ČERVINKY L., ŠIMEK J., *Výměníky tepla*, [cit. 2011-05-10], katalog Královopolské strojírný Brno
- [9] Obrázek převzat z WWW:
http://www.zvuengineering.cz/files/cz/brozury/Tepelne_vymeniky_brozura_revize_0.pdf
- [10] Katalog Závody Vítězného Února, Hradec Králové
- [11] <http://www.fsid.cvut.cz/~peterkar/> [online] dostupné z WWW:
http://pet.fsid.cvut.cz/petera/tv/tps_ex2.pdf
- [12] <http://www.fsid.cvut.cz/~peterkar/> [online] obrázek převzat z WWW:
http://pet.fsid.cvut.cz/petera/tv/tps_ex2.pdf
- [13] <http://www.fsid.cvut.cz/~peterkar/> [online] dostupné z WWW:
http://pet.fsid.cvut.cz/petera/tv/tps_ex2.pdf
- [14] <http://www.fsid.cvut.cz/~peterkar/> [online] obrázek převzat z WWW:
http://pet.fsid.cvut.cz/petera/tv/tps_ex2.pdf
- [15] <http://www.fsid.cvut.cz/~peterkar/> [online] dostupné z WWW:
http://pet.fsid.cvut.cz/petera/tv/tps_ex2.pdf
- [16] <http://www.fsid.cvut.cz/~peterkar/> [online] obrázek převzat z WWW:
http://pet.fsid.cvut.cz/petera/tv/tps_ex2.pdf
- [17] OCHRANA L. *Spalovací zařízení a výměníky tepla*, skripta VUT, 1. vydání, VUT v Brně 1993, ISBN 80-214-0529-5
- [18] OCHRANA L. *Kotle a výměníky tepla*, skripta VUT, 1. vydání, VUT v Brně 2004, ISBN 80-214-2847-3
- [19] OCHRANA L. *Kotle a výměníky tepla*, [cit. 2011-05-10], skripta VUT, 1. vydání, VUT v Brně 2004, ISBN 80-214-2847-3
- [20] Obrázek převzat z WWW:
http://www.yulacorp.com/downloads/tema_nomenclature1.pdf
- [21] Obrázek převzat z: *Netopené tlakové nádoby – Část 3: Konstrukce a výpočet*, Český normalizační institut, 2003
- [22] Obrázek převzat z: *Netopené tlakové nádoby – Část 3: Konstrukce a výpočet*, Český normalizační institut, 2003

12. Seznam příloh

Příloha 1 – Pevnostní výpočet výměníku tepla

Příloha 2 - HTRI výpočet

Příloha 3 – Výkres sestavení výměníku tepla

Příloha 4 - CD

Příloha 1 – Pevnostní výpočet výměníku tepla

Výpočty byly dělány dle normy:

ČSN EN 13445-3 pro Netopené tlakové nádoby-část 3: Konstrukce a výpočty

Všechny součinitele na které se budu odkazovat jsou získány z této normy.

1.1 Materiálové charakteristiky

Materiálové charakteristiky jsou stejné pro všechny části výměníku tepla s výjimkou kompenzátoru. Jsou voleny pro maximální možnou teplotu $t=600\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Použitý materiál na plášť, trubky, trubkovnice, přepážky komory a desku:
Ocel 15 128 (žáropevná Cr-Mo-V ocel) ČSN 41 5128

Mez pevnosti: $R_m := 490\text{ MPa}$

Smluvní mez kluzu: $R_{p02} := 200\text{ MPa}$

Maximální přípustné hodnoty dovoleného namáhání pro tlakové části jiné než šrouby

$$f := \min\left[\left(\frac{R_{p02}}{1.5}\right), \left(\frac{R_m}{2.4}\right)\right] \quad f = 133.333 \cdot \text{MPa} \quad (1.1-1)$$

Použitý materiál pro kompenzátor:

Ocel X6CrNiMoTi 17-12-2 (austenitická korozivzdorní ocel Cr-Ni-Mo-Ti)

Mez pevnosti v tahu $R_m := 375\text{ MPa}$

Mez kluzu 1% $R_{p10t} := 169\text{ MPa}$

Maximální přípustné hodnoty dovoleného namáhání

$$f := \min\left[\left(\frac{R_{p10t}}{1.5}\right), \min\left(\frac{R_m}{3}, \frac{R_{p10t}}{1.2}\right)\right] \quad f = 112.667 \cdot \text{MPa}$$

1.2 Válcová část nádoby – plášť

Zadáno:

Výpočtový tlak $P := 0.43\text{ MPa}$

Vnitřní průměr skořepiny $D_i := 500\text{ mm}$

Součinitel hodnoty svarového spoje $z := 0.85$

Vypočteno:

Minimální tloušťka stěny

$$e_m := \frac{P \cdot D_i}{2f \cdot z - P} \quad e = 0.95 \cdot \text{mm} \quad (1.2-1)$$

Volím tloušťku stěny

$$e_a := 8 \text{ mm}$$

Střední průměr skořepiny

$$D_m := D_i + 2 \cdot e_a \quad D_m = 508 \cdot \text{mm} \quad (1.2-2)$$

Maximální tlak

$$P_{\max} := \frac{2 \cdot f \cdot z \cdot e_a}{D_m} \quad P_{\max} = 3.57 \cdot \text{MPa} \quad (1.2-3)$$

1.3 Eliptická dna

Zadáno:

Vnitřní výška dna

$$h_i := 125 \text{ mm}$$

Vypočteno:

Tvarový součinitel eliptického dna

$$K := \frac{D_i}{2 \cdot h_i} \quad K = 2 \quad (1.3-1)$$

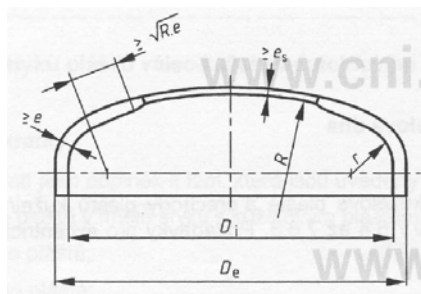
splněno (1,7 < K < 2,2)

eliptická dna se počítají dále jako formálně shodná torosférická dna

$$r := D_i \cdot \left[\left(\frac{0.5}{K} \right) - 0.08 \right] \quad r = 85 \cdot \text{mm} \quad (1.3-2)$$

$$R := D_i \cdot (0.44 \cdot K + 0.02) \quad R = 450 \cdot \text{mm} \quad (1.3-3)$$

$$h'_i := R - \sqrt{\left(R - \frac{D_i}{2} \right) \cdot \left[R + \left(\frac{D_i}{2} \right) - 2 \cdot r \right]} \quad h'_i = 124.424 \cdot \text{mm} \quad (1.3-4)$$



Obr. 12.1 Geometrie torosférického dna [21]

Musí být splněny tyto podmínky:

$$r \leq 0.2 \cdot D_i \quad 85 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm} \quad (1.3-5)$$

$$r \geq 0.06 \cdot D_i \quad 85 \text{ mm} \geq 30 \text{ mm} \quad (1.3-6)$$

$$r \geq 2 \cdot e_e \quad 85 \text{ mm} \geq 1.901 \text{ mm} \quad (1.3-7)$$

$$e_e \leq 0.08 \cdot D_e \quad 8 \text{ mm} \leq 41.28 \text{ mm} \quad (1.3-8)$$

$$e_a \geq 0.001 \cdot D_e \quad 8 \text{ mm} \geq 0.516 \text{ mm} \quad (1.3-9)$$

$$R \leq D_e \quad 450 \text{ mm} \leq 516 \text{ mm} \quad (1.3-10)$$

Vše splněno

Návrh požadované tloušťky stěny

z obrázku 7.5-2 si stanovíme

$$\beta := 0.74$$

Požadovaná tloušťka stěny dna pro omezení membránového napětí ve střední části dna

$$e_s := \frac{P_1 \cdot R}{2 \cdot f \cdot z - 0.5 \cdot P} \quad e_s = 0.213 \cdot \text{mm} \quad (1.3-12)$$

Požadovaná tloušťka stěny anuloidového přechodu pro zabránění axiální symetrické deformace

$$e_y := \frac{\beta \cdot P_1 \cdot (0.75 \cdot R + 0.2 \cdot D_i)}{f} \quad e_y = 0.26 \cdot \text{mm} \quad (1.3-13)$$

Výpočtové napětí pro výpočtový vzorec plastického zborcení

$$f_b := \frac{R_{p02}}{1.5} \quad f_b = 133.333 \cdot \text{MPa} \quad (1.3-14)$$

Požadovaná tloušťka stěny anuloidového přechodu pro zabránění plastického zborcení

$$e_b := (0.75R + 0.2 \cdot D_i) \cdot \left[\left(\frac{D_i}{r} \right)^{0.825} \cdot \frac{P_1}{111 \cdot f_b} \right]^{\frac{1}{1.5}} \quad e_b = 0.433 \cdot \text{mm} \quad (1.3-15)$$

Požadovaná tloušťka stěny

$$e_e := \max(e_s, e_y, e_b) \quad e_e = 0.433 \cdot \text{mm} \quad (1.3-16)$$

Volím tloušťku stěny

$$e_e := 8 \text{ mm}$$

Výpočet maximálního tlaku

$$P_s := \frac{2 \cdot f \cdot z \cdot e_e}{R + 0.5 \cdot e_e} \quad P_s = 3.994 \cdot \text{MPa} \quad (1.3-17)$$

$$P_y := \frac{f \cdot e_e}{\beta \cdot (0.75 \cdot R + 0.2 D_i)} \quad P_y = 3.295 \cdot \text{MPa} \quad (1.3-18)$$

$$P_b := 111 \cdot f_b \cdot \left(\frac{e_e}{0.75 \cdot R + 0.2 \cdot D_i} \right)^{1.5} \cdot \left(\frac{r}{D_i} \right)^{0.825} \quad P_b = 8.483 \cdot \text{MPa} \quad (1.3-19)$$

Výsledný maximální tlak

$$P_{2\max} := \min(P_s, P_y, P_b) \quad P_{2\max} = 3.295 \cdot \text{MPa} \quad (1.3-20)$$

1.4 otvory a hrdla

Zadáno:

Vnější průměr pláště	$D_e := 516 \text{ mm}$
Vnitřní průměr trubky	$d_{ib} := 388.8 \text{ mm}$
Analyzovaná tloušťka stěny skořepiny	$e_{as} := 8 \text{ mm}$
Tlak v komoře	$P_1 := 0.107 \text{ MPa}$
vzdálenost otvoru od nejbližší diskontinuity	$l_s := 72 \text{ mm}$

Výpočet:

Vnitřní poloměr křivosti skořepiny v místě středu otvoru

$$r_{is} := \left(\frac{D_e}{2} \right) - e_{as} \quad r_{is} = 250 \cdot \text{mm} \quad (1.4-1)$$

Maximální vyztužující délka skořepiny

$$l_{so} := \sqrt{(2 \cdot r_{is} + e_{as}) \cdot e_{as}} \quad l_{so} = 63.75 \cdot \text{mm} \quad (1.4-2)$$

Tloušťka stěny hrdla

$$e_{b2} := \frac{P_1 \cdot d_{ib}}{2 \cdot f - P_1} \quad e_{b2} = 0.156 \cdot \text{mm} \quad (1.4-3)$$

volím

$$e_{ab} := 8.8 \text{ mm}$$

Vnější průměr hrdla

$$d_{eb} := d_{ib} + 2 \cdot e_{ab} \quad d_{eb} = 406.4 \cdot \text{mm} \quad (1.4-4)$$

Pro nevytlužený otvor platí

$$\frac{d_{ib}}{2 \cdot r_{is}} \leq 0.5 \quad 0.778 \leq 0.5 \quad (1.4-5)$$

není splněno, otvor musím vyztužit

Podmínka pro meze tloušťky stěn

$$\frac{e_{ab}}{e_{as}} \leq 2 \quad 0.587 \leq 2 \quad (1.4-6)$$

splněno

Malý otvor

$$d := 0.15 \cdot \sqrt{(2 \cdot r_{is} + e_{as}) \cdot e_{as}} \quad d = 9.562 \cdot \text{mm} \quad (1.4-7)$$

nejedná se o malý otvor

Skořepina - výpočet ploch potřebných pro výpočet podmínky vyztužení

Příčná plocha průřezu koutového svaru mezi hrdlem (nebo límcem) a skořepinou

$$A_{f_w} := 0 \text{mm}^2$$

volím

vzdálenost otvoru od nejbližší diskontinuity

$$l'_s := \min(l_{so}, l_s) \quad l'_s = 63.75 \cdot \text{mm} \quad (1.4-8)$$

Plocha nosného průřezu skořepiny

$$A_{f_s} := e_{as} \cdot l'_s \quad A_{f_s} = 509.996 \cdot \text{mm}^2 \quad (1.4-9)$$

Pro otvory ve skořepinách bez hrdel a vyztužených prstenců je hodnota A_{p_s} :

Šířka vyztuženého límce $l_p := 65 \text{mm}$ voleno

Efektivní vyztužující šířka výztužného límce

$$l'_p := \min(l_{so}, l_p) \quad l'_p = 63.75 \cdot \text{mm} \quad (1.4-10)$$

Analyzovaná tloušťka výztužného límce $e_{ap} := 8 \text{mm}$ voleno

Efektivní tloušťka výztužného límce

$$e_p := \min(e_{ap}, e_{as}) \quad e_p = 8 \cdot \text{mm} \quad (1.4-11)$$

Podmínka:

$$e_{ap} \leq 1.5 \cdot e_{as} \quad 10 \leq 22.5 \quad (1.4-12)$$

splněno

poloměr střední tloušťky pláště

$$r_{ms} := r_{is} + 0.5 \cdot e_{as} \quad r_{ms} = 254 \cdot \text{mm} \quad (1.4-13)$$

$$\delta := \frac{d_{eb}}{2 \cdot r_{ms}} \quad \delta = 0.8 \quad (1.4-14)$$

$$a := r_{ms} \cdot \arcsin(\delta) \quad a := 13413.73 \text{ mm}^2 \quad (1.4-15)$$

$$A_s := 0.5 \cdot r_{is}^2 \cdot \left(\frac{l_s + a}{0.5 \cdot e_{as} + r_{is}} \right) \quad A_s = 1311162.215 \cdot \text{mm}^2 \quad (1.4-16)$$

Pro otvory s hrdlem platí

$$A_{p_s} := A_s \quad A_{p_s} = 1311162.215 \cdot \text{mm}^2 \quad (1.4-17)$$

$$A_{f_p} := e_p \cdot l'_p \quad A_{f_p} = 509.996 \cdot \text{mm}^2 \quad (1.4-18)$$

Vyztužení s výztužným účinkem hrdla kolmého ke skořepině

$$l_{bo} := \sqrt{(2 \cdot r_{is} + e_{ab}) \cdot e_{ab}} \quad l_{bo} = 66.914 \cdot \text{mm} \quad (1.4-19)$$

Přesah hrdla dovnitř pláště $l_{bi} := 0 \text{ mm}$

$$l'_{bi} := \min(l_{bi}, 0.5 \cdot l_{bo}) \quad l'_{bi} = 0 \cdot \text{mm} \quad (1.4-20)$$

Pro vsazená hrdla platí

$$A_{f_b} := e_b \cdot (l'_b + l'_{bi} + e_{as}) \quad A_{f_b} = 82.085 \cdot \text{mm}^2 \quad (1.4-21)$$

Obecný vzorec pro vyztužení osamoceného tvoru je dán vztahem

$$A_{p_\phi} := 0 \text{ mm}^2$$

Materiál skořepiny, límce a hrdla jsou stejné, proto platí

$$f_s := f = 133.333 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{op} := f = 133.333 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{ob} := f = 133.333 \cdot \text{MPa}$$

Podmínka

$$(A_{f_s} + A_{f_w}) \cdot (f_s - 0.5 \cdot P_1) + A_{f_p} \cdot (f_{op} - 0.5 \cdot P_1) + A_{f_b} \cdot (f_{ob} - 0.5 \cdot P_1) \geq P_1 \cdot (A_{p_s} + A_{p_b} + 0.5 \cdot A_{p_\phi}) \quad (1.4-22)$$

$$145716.344 \text{ N} \geq 141852.621 \text{ N}$$

splněno

1.5 Plochá dna s úzkým těsněním

Střední průměr těsnění	$\underline{G} := 526 \text{ mm}$
Roztečná kružnice šroubů	$\underline{C} := 608 \text{ mm}$
Výpočetní zatížení šroubů	$\underline{W} := 114511 \text{ N}$ $\underline{\nu} := 0.3$
Poissonovo číslo	$\underline{m} := 3.25$
Součinitel těsnění	$\underline{b} := 12 \text{ mm}$
Účinná šířka těsnění nebo dosedací plochy	$\underline{P} := 0.107 \text{ MPa}$
Zátěžný tlak	
Dovolené namáhání materiálu při konstrukčních podmínkách	$\underline{f}_a := 177 \text{ MPa}$

Délka válcové skořepiny, která se podílí na pevnosti plochého dna a spoje dno-skořepina

$$l_{\text{cyl}} := 0.5 \cdot \sqrt{(D_i + e_s) \cdot e_s} \quad l_{\text{cyl}} = 10.344 \cdot \text{mm} \quad (1.5-1)$$

Minimální tloušťka uvnitř těsnění e má být dána

$$e_A := \sqrt{\left[\frac{3 \cdot (C - G)}{\pi \cdot G} \right] \cdot \frac{W}{f_a}} \quad e_A = 9.814 \cdot \text{mm} \quad (1.5-2)$$

$$e_{\text{pv}} := \sqrt{\left[\frac{3 \cdot (3 + \nu)}{32} \right] \cdot G^2 + 3 \cdot (0.25 \cdot G + 2 \cdot b \cdot m) \cdot (C - G)} \cdot \frac{P}{f} \quad e_p = 10.49 \cdot \text{mm} \quad (1.5-3)$$

$$e_1 := \max(e_A, e_{p1}) \quad e_1 = 9.814 \cdot \text{mm} \quad (1.5-4)$$

Minimální tloušťka přírubového okraje e_1

$$e_{p1} := \sqrt{3 \cdot (0.25 \cdot G + 2 \cdot b \cdot m) \cdot (C - G) \cdot \frac{P}{f}} \quad e_{p1} = 6.431 \cdot \text{mm} \quad (1.5-4)$$

$$e_1 := \max(e_A, e_{p1}) \quad e_1 = 9.814 \cdot \text{mm} \quad (1.5-5)$$

1.6 Výměník tepla s pevnými trubkovnicemi

Zadané a navržené hodnoty

Průměr trubek	$d_t := 15 \text{ mm}$
Rozteč trubek	$p := 35 \text{ mm}$
Tloušťka trubkovnice	$e_a := 35 \text{ mm}$
Tloušťka pláště	$e_s := 8 \text{ mm}$
Jmenovitá hodnota tloušťky trubky	$e_t := 2 \text{ mm}$
Jmenovitá hodnota tloušťky stěny komory	$e_c := 8 \text{ mm}$
Vnitřní průměr pláště	$D_s := 500 \text{ mm}$
Poloměr kružnice procházející středem nejvzdálenější trubky	$r_o := 225.5 \text{ mm}$
Délka zaválcované trubky v trubkovnici	$l_{tx} := 12 \text{ mm}$
Počet trubek	$N_t := 448$
Vnitřní průměr komory	$D_c := 500 \text{ mm}$
Délka trubek	$L_t := 9070 \text{ mm}$
Výpočtový tlak v mezitrubkovém prostoru	$P_s := 0.431 \text{ MPa}$
Výpočtový tlak v trubkovém prostoru	$P_t := 0.107 \text{ MPa}$
Střední teplota materiálu pláště po jeho délce	$t_{sm} := 314.35^\circ\text{C}$
Střední teplota materiálu trubky po její délce	$t_{tm} := 370.7^\circ\text{C}$

Materiálové charakteristiky

Modul pružnosti mat. trubkovnice	$E := 166000 \text{ MPa}$
Modul pružnosti mat. trubek	$E_t := 188000 \text{ MPa}$
Modul pružnosti mat. pláště	$E_s := 200000 \text{ MPa}$
Dovolené namáhání materiálu trubkovnice	$f = 133.333 \cdot \text{MPa}$
Dovolené namáhání materiálu pláště	$f_s := f = 133.333 \cdot \text{MPa}$
Dovolené namáhání materiálu trubek	$f_t := f = 133.333 \cdot \text{MPa}$
Poissonova konstanta pro materiál pláště	$\nu_s := 0.3$
Poissonova konstanta pro materiál trubek	$\nu_t := 0.3$
Poissonova konstanta pro materiál komory	$\nu_c := 0.3$
Smluvní mez kluzu materiálu trubek	$R_{P02t} := 177 \text{ MPa}$

Součinitel střední teplotní roztažnosti materiálu pláště $\alpha_{sm} := 14.4 \cdot 10^{-6}$
 Součinitel střední teplotní roztažnosti materiálu $\alpha_{tm} := 14.4 \cdot 10^{-6}$
 trubkovnice

Výpočty:

Podmínky pro trubkovnici

místní snížení tloušťky na obvodu trubkovnice drážkou

$$e_{ap} := 0.8 \cdot e_a \qquad e_{ap} = 28 \text{ mm} \qquad (1.6-1)$$

Podmínka (trubky jsou zaválcovány do trubkovnice)

$$e_a > 0.75 \cdot d_t \qquad 35 \text{ mm} > 11.25 \text{ mm} \qquad (1.6-2)$$

splněno

Přípustný neutrubkovaný prstenec

$$D_o \geq 0.85 \cdot D_e \qquad 466 \text{ mm} \geq 425 \text{ mm} \qquad (1.6-3)$$

Plášť

Minimální délka zesílení v místě připojení k trubkovnici

$$l_s := 1.4 \cdot \sqrt{(D_s + e_s) \cdot e_s} \qquad l_s = 89.249 \cdot \text{mm} \qquad (1.6-4)$$

Vnitřní průměr komory a pláště musí být takový, aby platilo

$$0.9 \cdot D_s < G < 1.2 D_s \qquad 450 \text{ mm} < 526 \text{ mm} < 600 \text{ mm} \qquad (1.6-5)$$

splněno

Stanovení mezilehlých součinitelů

Stanovení efektivního průměru trubkovnice

$$D_o := 2 \cdot r_o + d_t \qquad D_o = 466 \cdot \text{mm} \qquad (1.6-6)$$

Stanovení základního součinitele zeslabení otvoru ve smyku

$$\mu := \frac{p - d_t}{p} \qquad \mu = 0.571 \qquad (1.6-7)$$

Stanovení efektivního součinitele zeslabení otvoru ve smyku

$$\rho := \frac{l_{tx}}{e_a} \qquad \rho = 0.343 \qquad (1.6-8)$$

Celková nenaděrovaná plocha trubkovnice

$$S_{\text{mn}} := \left(\frac{\pi \cdot D_s^2}{4} \right) - N_t \cdot \left(\frac{\pi \cdot d_t^2}{4} \right) \quad S = 117181.406 \cdot \text{mm}^2 \quad (1.6-9)$$

Efektivní průměr otvoru pro trubku

$$d' := \max \left[\left(d_t - \frac{2 \cdot e_t \cdot E_t \cdot f_t \cdot \rho}{E \cdot f} \right), (d_t - 2 \cdot e_t) \right] \quad d' = 13.447 \cdot \text{mm} \quad (1.6-10)$$

Efektivní rozteč trubek

$$p' := \frac{p}{\sqrt{1 - 4 \cdot \frac{\min[S, (4 \cdot D_o \cdot p)]}{\pi \cdot D_o^2}}} \quad p' = 44.541 \cdot \text{mm} \quad (1.6-11)$$

Efektivní součinitel zeslabení

$$\mu' := \frac{p' - d'}{d'} \quad \mu' = 2.312 \quad (1.6-12)$$

Stanovení efektivní ohybové tuhosti trubkovnice

z obrázku 13.7.8-1a si stanovíme $\left(\frac{E'}{E} \right) = 0.24$

ze vztahu jsem si schopni určit $E' := 0.24 \cdot E = 39840 \cdot \text{MPa}$

z obrázku 13.7.8-1b si stanovíme $\nu' := 0.32$

a) Efektivní elastické konstanty trubkovnice

efektivní modul pružnosti $E' = 39840 \cdot \text{MPa}$

efektivní Poissonova konstanta $\nu' := 0.32$

základní součinitel zeslabení děrované trubkovnice ve smyku $\mu = 0.571$

efektivní součinitel zeslabení děrované trubkovnice v $\mu' = 2.312$

ohybu

b) Efektivní průměr trubkovnice

$$D_e := \frac{D_s + D_c}{2} \quad D_e = 500 \cdot \text{mm} \quad (1.6-13)$$

c) Efektivní délka trubek

$$L_{\text{mn}} := L_t - 2 \cdot e_a \quad L = 9000 \cdot \text{mm} \quad (1.6-14)$$

d) Součinitel rozvrtání trubkovnice

$$x_s := 1 - N_t \cdot \left(\frac{d_t}{D_e} \right)^2 \quad x_s = 0.597 \quad (1.6-15)$$

$$x_t := 1 - N_t \cdot \left(\frac{d_t - 2 \cdot e_t}{D_e} \right)^2 \quad x_t = 0.783 \quad (1.6-16)$$

e) Axiální tuhost

$$K_t := \frac{\pi \cdot e_t \cdot (d_t - e_t) \cdot E_t}{L} \quad K_t = 1706233.877 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \quad (1.6-17)$$

$$K_s := \frac{\pi \cdot e_s \cdot (D_s + e_s) \cdot E_s}{L} \quad K_s = 283720723.204 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \quad (1.6-18)$$

$$K_{st} := \frac{K_s}{N_t \cdot K_t} \quad K_{st} = 0.371 \quad (1.6-19)$$

$$K_w := \frac{8 \cdot N_t \cdot K_t}{\pi \cdot D_e^2} \quad K_w = 7786040888.889 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2} \quad (1.6-20)$$

$$K_j := 206.484 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1} \quad (1.6-21)$$

$$J_w := \frac{1}{1 + \frac{K_s}{K_j}} \quad J = 0.000727 \quad (1.6-22)$$

f) Poměr tuhosti trubkového svazku k tuhosti trubkovnice

$$X := \left(\frac{K_w}{D'} \right)^{0.25} \cdot \frac{D_e}{2} \quad X = 3.721 \quad (1.6-23)$$

g) Ohybové tuhosti

pro plášť:

$$k_s := \frac{2 \cdot E_s \cdot e_s^{2.5}}{\left[12 \cdot (1 - \nu_s^2) \right]^{0.75} \cdot (D_s + e_s)^{0.5}} \quad k_s = 534793.505 \text{ N} \quad (1.6-24)$$

pro komoru:

$$k_c := 0.5 \cdot \frac{2 \cdot E_s \cdot e_s^{2.5}}{\left[12 \cdot (1 - \nu_c^2) \right]^{0.75} \cdot (D_c + e_c)^{0.5}} \quad k_c = 267396.752 \text{ N} \quad (1.6-25)$$

h) Omezující součinitel okraje trubkovnice způsobený pláštěm a trubkovnicí

$$Z := \frac{k_s + k_c}{K_w^{0.25} \cdot (D')^{0.75}} \quad Z = 0.34 \quad (1.6-26)$$

Efektivní tlak

z obrázku 13.5.4-2 si stanovíme

$$F_q := 2.4$$

axiální diferenční teplotní dilatace mezi trubkami a pláštěm

$$\gamma := [\alpha_{tm} \cdot (t_{tm} - 20) - \alpha_{sm} \cdot (t_{sm} - 20)] \cdot L \quad \gamma = 7.303 \cdot \text{mm} \quad (1.6-27)$$

Efektivní tlak

$$P_e := \left(\frac{J \cdot K_{st}}{1 + J \cdot K_{st} \cdot F_q} \right) \cdot \left[x_s + 2 \cdot v_t \cdot (1 - x_s) + \left(\frac{2v_s}{K_{st}} \right) - \left(\frac{1 - J}{2 \cdot J \cdot K_{st}} \right) \cdot \frac{(D_j + 2 \cdot w_j)^2 - D_s^2}{D_s^2} \right] \cdot P_s - \left(\frac{J \cdot K_{st}}{1 + J \cdot K_{st} \cdot F_q} \right) \cdot \left[x_t + 2 \cdot v_t \cdot (1 - x_t) + \frac{1}{J \cdot K_{st}} \right] \cdot P_t + \left(\frac{J \cdot K_{st}}{1 + J \cdot K_{st} \cdot F_q} \right) \cdot \left(\frac{K_w}{2} \right) \cdot \gamma$$

$$P_e = -0.194 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-28)$$

Výpočet trubkovnice

Ohybové napětí

a) Maximální ohybové napětí v trubkovnici

z obrázku 13.5.5-2 si stanovíme

$$H_w := 3.5$$

efektivní hloubka drážky pro přepážku chodů

$$h'_g := 0 \text{mm}$$

$$F_m := \frac{1}{6 \cdot H}$$

$$F_m = 0.048 \quad (1.6-29)$$

$$\sigma := \left(\frac{1.5 \cdot F_m}{\mu'} \right) \cdot \left(\frac{D_e}{e_a - h'_g} \right)^2 \cdot P_e$$

$$\sigma = -1.195 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-30)$$

b) Vypočtené napětí σ musí být kontrolováno oproti přípustnému napětí následovně
- pro každý uvažovaný zatěžovací stav v normální provozu nesmí napětí v trubkovnici σ vyvolané tlaky (P_t a P_s) a teplotní roztažností γ , působícími současně, překročit hodnotu 2,25f

$$|\sigma| \leq 2.25 \cdot f \quad 1.195 \text{MPa} \leq 299.999 \text{MPa} \quad (1.6-31)$$

splněno

Smykové napětí

a) maximální smykové napětí v trubkovnici

$$\tau := \left(\frac{1}{2 \cdot \mu} \right) \cdot \left(\frac{D_o}{2 \cdot e_a} \right) \cdot P_e$$

$$\tau = -1.104 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-32)$$

b) pro všechny uvažované stavy nesmí smykové napětí v trubkovnici přesáhnout

$$|\tau| < 0.8 \cdot f \quad 1.104 \text{ MPa} < 106.666 \text{ MPa} \quad (1.6-33)$$

splněno

Maximální dovolené napětí v připojení trubky k trubkovnici

Nejmenší dovolené napětí materiálu trubky nebo trubkovnice

$$f_{\min} := \min(f, f_t) \quad f_{\min} = 133.333 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-34)$$

Stanovení maximálního přípustného napětí v připojení trubky k trubkovnici

Maximální přípustné napětí ve spoji trubky s trubkovnicí pro zaválcovaný spoj do otvoru bez drážky

$$f_{tj} := 0.5 \cdot f_{\min} \cdot \min\left[\left(\frac{l_{tx}}{d_t}\right), 1.6\right] \quad f_{tj} = 53.333 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-35)$$

Stanovení maximálního přípustného vzpěrného napětí

a) vzpěrná délka trubek

$$l_1 := 1200 \text{ mm}$$

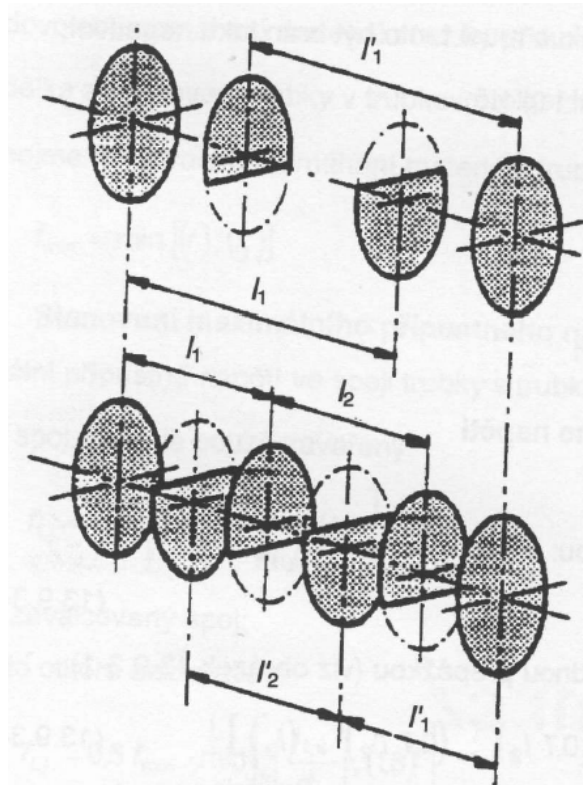
$$l'_1 := 1200 \text{ mm}$$

$$l_2 := 1200 \text{ mm}$$

$$l'_2 := 1200 \text{ mm}$$

$$l_3 := 1200 \text{ mm}$$

$$l_{tbk} := \min\left[0.5 \cdot L, \max(0.7 \cdot l_1, 0.7 \cdot l'_1, 0.7 \cdot l_2, 0.7 \cdot l'_2, l_3)\right] \quad l_{tbk} = 1200 \cdot \text{mm} \quad (1.6-36)$$



Obr. 12.2 Rozmístění vodících přepážek [22]

b) vypočte se

Součinitel tlakového efektu na trubku

$$\sigma_{tp} := \frac{P_s \cdot d_t^2 - P_t \cdot (d_t - 2 \cdot e_t)^2}{d_t^2 - (d_t - 2 \cdot e_t)^2} \quad \sigma_{tp} = 0.808 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-37)$$

Eulerovo kritické napětí pro trubky

$$\sigma_{tcr} := \left(\frac{\pi^2 \cdot E_t}{l_{tbk}^2} \right) \cdot \left[\frac{d_t^2 + (d_t - 2 \cdot e_t)^2}{16} \right] \quad \sigma_{tcr} = 27.864 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-38)$$

Součinitel nedokonalosti trubek

$$b_o := 0.206 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{tcr}}{R_{P02t}}} \cdot \left(1 - 0.2 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{tcr}}{R_{P02t}}} \right) \quad b_o = 0.075 \quad (1.6-39)$$

Součinitel bezpečnosti proti zborcení trubek

$$x := 1.1$$

c) maximální přípustné vzpěrné napětí trubek

$$f_{tbk} := \left(\frac{1}{x} \right) \cdot \left[x \cdot \sigma_{tp} + \frac{R_{P02t} - |x \cdot \sigma_{tp}|}{\sqrt{1 + \left[\frac{(1 + b_o) \cdot R_{P02t} - |x \cdot \sigma_{tp}|}{\sigma_{tcr}} \right]^2}} \right] \quad f_{tbk} = 24.108 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-40)$$

Výpočet trubek

Axiální membránové napětí

a) maximální axiální napětí v trubkách

-pro vnější řadu trubek

$$\sigma_{to} := \left(\frac{1}{x_t - x_s} \right) \cdot [(P_s \cdot x_s - P_t \cdot x_t) - P_e \cdot F_q] \quad \sigma_{to} = 3.372 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-41)$$

-pro vnitřní řady trubek

z obrázku 13.5.6-2 si stanovíme $F_i := -0.5$

$$\sigma_{ti} := \left(\frac{1}{x_t - x_s} \right) \cdot [(P_s \cdot x_s - P_t \cdot x_t) - P_e \cdot F_i] \quad \sigma_{ti} = 0.422 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-42)$$

b) pro každý z uvažovaných vztahů nesmí absolutní hodnota těchto napětí přesáhnout přípustné napětí ve spoji trubek s trubkovnicí

$$|\sigma_{to}| \leq f_{tj} \quad 3.372 \text{MPa} \leq 53.333 \text{MPa} \quad (1.6-43)$$

splněno

$$|\sigma_{ti}| \leq f_{tj} \quad 0.422 \text{MPa} \leq 53.333 \text{MPa} \quad (1.6-44)$$

splněno

c) pro každý ze zatěžovacích stavů, pro které σ_{to} nebo σ_{ti} jsou negativní (trubky jsou tlačené), nesmí maximální hodnota těchto napětí překročit maximální přípustný limit vzpěrného napětí f_{tbk} v trubkách

$$|\sigma_{to}| \leq f_{tbk} \quad 3.372 \text{MPa} \leq 24.108 \text{MPa} \quad (1.6-45)$$

splněno

$$|\sigma_{ti}| \leq f_{tbk} \quad 0.422 \text{MPa} \leq 24.108 \text{MPa} \quad (1.6-46)$$

splněno

Ekvivalentní napětí

a) maximální ekvivalentní napětí v trubkách σ_{teq}

střední hodnota obvodového napětí v trubkách

$$\sigma_{t\theta} := \frac{P_t \cdot (d_t - 2 \cdot e_t) - P_s \cdot d_t}{2 \cdot e_t} \quad \sigma_{t\theta} = -1.322 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-47)$$

střední hodnota radiálního napětí v trubkách

$$\sigma_{tr} := -\left(\frac{P_t + P_s}{2}\right) \quad \sigma_{tr} = -0.269 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-48)$$

$$\sigma_{teq} := \max(|\sigma_{ti} - \sigma_{t\theta}|, |\sigma_{ti} - \sigma_{tr}|, |\sigma_{t\theta} - \sigma_{tr}|, |\sigma_{to} - \sigma_{t\theta}|, |\sigma_{to} - \sigma_{tr}|) \quad (1.6-49)$$

$$\sigma_{teq} = 4.694 \cdot \text{MPa}$$

b) pro každý z uvažovaných zatěžovacích stavů musí platit

$$\sigma_{teq} \leq 1.5 \cdot f_t \quad 4.694 \text{ MPa} \leq 200 \text{ MPa} \quad (1.6-50)$$

splněno

Výpočet pláště

Výpočet pláště v místě vzdáleném od trubkovnice

Axiální membránové napětí

a) axiální membránové napětí v plášti

$$\sigma_{sm} := \left[\frac{D_s^2}{4 \cdot e_s \cdot (D_s + e_s)} \right] \cdot (P_t + P_e) \quad \sigma_{sm} = -1.27 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-51)$$

b) pro každý ze zatěžovacích stavů, u kterých je σ_{sm} záporné, nesmí absolutní hodnoty tohoto napětí přesáhnout přípustnou hodnotu napětí pláště ve vzpěru f_{sbk}

$$f_{sbk} := K \cdot \frac{e_s \cdot E_s}{4 \cdot (D_s + e_s)} \quad f_{sbk} = 787.402 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-52)$$

kde pro normální provozní stav je $K := 1$

$$|\sigma_{sm}| \leq f_{sbk} \quad 1.27 \text{ MPa} \leq 787.402 \text{ MPa} \quad (1.6-53)$$

splněno

Ekvivalentní napětí

a) maximální ekvivalentní napětí σ_{seq}

střední obvodové napětí v plášti

$$\sigma_{s\theta} := \frac{P_s \cdot D_s}{2 \cdot e_s} \quad \sigma_{s\theta} = 13.469 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-54)$$

střední radiální napětí v plášti

$$\sigma_{sr} := -\left(\frac{P_s}{2}\right) \quad \sigma_{sr} = -0.215 \text{ MPa} \quad (1.6-55)$$

$$\sigma_{\text{seq}} := \max(|\sigma_{\text{sm}} - \sigma_{\text{s}\theta}|, |\sigma_{\text{sm}} - \sigma_{\text{sr}}|, |\sigma_{\text{s}\theta} - \sigma_{\text{sr}}|) \quad \sigma_{\text{seq}} = 14.739 \text{ MPa} \quad (1.6-56)$$

b) pro každý z uvažovaných zatěžovacích stavů musí platit

$$\sigma_{\text{seq}} \leq 1.5 \cdot f_s \quad 14.739 \text{ MPa} \leq 200 \text{ MPa} \quad (1.6-57)$$

splněno

Výpočet pláště v místě spojení s trubkovnicí

Axiální ohybové napětí

Maximální ohybové napětí v plášti v místě jeho připojení k trubkovnici σ_{sb}

$$\text{z obrázku 13.5.5-2 si stanovíme} \quad H_{\infty} := 3.4$$

$$\text{z obrázku 13.5.4-2 si stanovíme} \quad F_{\text{q}\infty} := 2.5$$

$$I_{11} := H_{\infty} \cdot \left[\left(\frac{2}{X \cdot Z} \right) \cdot F_{\text{q}\infty} + \left(1 - \frac{1 - \nu'}{X \cdot Z} \right) \right] \quad I_{11} = 15.015 \quad (1.6-58)$$

$$\sigma_{\text{sb}} := \left(\frac{k_s}{k_s + k_c} \right) \cdot \left(\frac{1}{I_{11}} \right) \cdot \left(\frac{D_e}{2 \cdot e_s} \right)^2 \cdot P_e \quad \sigma_{\text{sb}} = -8.22 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-59)$$

Ekvivalentní napětí

a) maximální ekvivalentní napětí v plášti v místě připojení k trubkovnici

$$\sigma_{\text{seq1}} := \max(|\sigma_{\text{sm}} - \sigma_{\text{sb}} + P_s|, |\sigma_{\text{sm}} + \sigma_{\text{sb}}|) \quad \sigma_{\text{seq1}} = 9.49 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-60)$$

b) pro každý z uvažovaných zatěžovacích stavů při normálním provozu musí platit

$$\sigma_{\text{seq1}} \leq 3 \cdot f_s \quad 9.49 \text{ MPa} \leq 400 \text{ MPa} \quad (1.6-61)$$

splněno

1.6 Nevztužený vlnovcový kompenzátor tvaru U

Navržené parametry:

počet vrstev	$n_p := 3$
tloušťka vrstev	$e_p := 0.4 \text{ mm}$
vnitřní průměr vlny vlnovce a koncového lemu	$D_i := 516 \text{ mm}$
výška vlny	$w := 30 \text{ mm}$

délka koncového lemu	$L_t := 30 \text{ mm}$
vnitřní poloměr vlny	$r_i := 8 \text{ mm}$
rozteč vlny	$q := 36.4 \text{ mm}$
počet vln	$N_w := 7$

Materiálové charakteristiky:

Pro kompenzátor byl zvolen materiál

Modul pružnosti materiálu vlnovce	$E := 188000 \text{ MPa}$
Výpočtový tlak	$P := 430.606 \text{ kPa}$
Pro vlnovce ve stavu po tváření	$K_f := 3$
Poissonovo číslo	$\nu := 0.3$
Modul pružnosti v tahu materiálu vlnovců při pokojové teplotě	$E_0 := 195000 \text{ MPa}$

Výpočet:

Určení parametrů

Jmenovitá tloušťka stěny

$$e_w := n_p \cdot e_p \quad e = 1.2 \cdot \text{mm} \quad (1.6-1)$$

Střední průměr vlny vlnovce

$$D_m := D_i + w + e \quad D_m = 547.2 \cdot \text{mm} \quad (1.6-2)$$

Tloušťka jedné vrstvy korigovaná na ztenčení během tváření

$$e'_p := e_p \cdot \sqrt{\frac{D_i}{D_m}} \quad e'_p = 0.388 \cdot \text{mm} \quad (1.6-3)$$

Tloušťka stěny vlnovce korigovaná na ztenčení během tváření

$$e' := n_p \cdot e'_p \quad e' = 1.165 \cdot \text{mm} \quad (1.6-4)$$

Součinitel, který uvažuje vyztužující vliv připojovacího svaru a koncové vlny na tlakovou únosnost koncového lemu

$$k := \min \left[\left(\frac{L_t}{1.5 \cdot \sqrt{D_i \cdot e_p}} \right), 1 \right] \quad k = 1 \quad (1.6-5)$$

Plocha příčného průřezu jedné vlny

$$A_w := \left[\left(\frac{\pi - 2}{2} \right) \cdot q + 2 \cdot w \right] \cdot e' \quad A = 94.128 \cdot \text{mm}^2 \quad (1.6-6)$$

Součinitele pro určení výpočtových součinitelů

$$c_1 := \frac{q}{2 \cdot w} \quad c_1 = 0.607 \quad (1.6-7)$$

$$c_2 := \frac{q}{2.2 \cdot \sqrt{D_m \cdot e' \cdot p}} \quad c_2 = 1.135 \quad (1.6-8)$$

Určení výpočtových součinitelů pro vlny tvaru U dané z

obrázku 14.5.2-1 si stanovíme $C_p := 0.52$

obrázku 14.5.2-2 si stanovíme $C_f := 0.8$

Statická pevnost při zatížení tlakem

Koncový lem

$$\sigma_{\theta t} := 0.5 \cdot \left[\frac{(D_i + e)^2 \cdot L_t \cdot E \cdot k}{e \cdot (D_i + e) \cdot L_t \cdot E} \right] \cdot P \quad \sigma_{\theta t} = 92.796 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-9)$$

musí platit

$$\sigma_{\theta t} \leq f \quad 92.796 \text{MPa} \leq 112.667 \text{MPa} \quad (1.6-10)$$

splněno

Vlny vlnovce

a) Obvodové membránové napětí od zatížení tlakem

pro koncové vlny

$$\sigma_{\theta E} := 0.5 \cdot \left[\frac{q \cdot D_m + L_t \cdot (D_i + e)}{A + e' \cdot L_t} \right] \cdot P \quad \sigma_{\theta E} = 59.1 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-11)$$

musí platit

$$\sigma_{\theta E} \leq f \quad 59.1 \text{MPa} \leq 112.667 \text{MPa} \quad (1.6-12)$$

splněno

pro mezilehlé vlny

$$\sigma_{\theta l} := 0.5 \cdot \left(\frac{q \cdot D_m}{A} \right) \cdot P \quad \sigma_{\theta l} = 45.559 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-13)$$

musí platit

$$\sigma_{\theta l} \leq f \quad 45.559 \text{MPa} \leq 112.667 \text{MPa} \quad (1.6-14)$$

splněno

b) Meridiánové membránové napětí od zatížení tlakem

$$\sigma_{mm} := \left(\frac{w}{2 \cdot e'} \right) \cdot P \quad \sigma_{mm} = 5.543 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-15)$$

c) Meridiánové ohybové napětí od zatížení tlakem

$$\sigma_{mb} := \left(\frac{1}{2 \cdot n_p} \right) \cdot \left(\frac{w}{e'_p} \right)^2 \cdot C_p \cdot P \quad \sigma_{mb} = 222.613 \cdot \text{MPa} \quad (1.6-16)$$

d) Meridiánové membránové a ohybové napětí musí vyhovovat vztahu

pro vlnovce ve stavu po tváření volím $K_f = 3$

$$\sigma_{mm}(P) + \sigma_{mb}(P) \leq K_f \cdot f \quad 228.156 \text{ MPa} \leq 338 \text{ MPa} \quad (1.6-17)$$

splněno

Axiální tuhost

$$K_j := \left[\frac{\pi}{2 \cdot (1 - \nu^2)} \right] \cdot E \cdot \left(\frac{n_p}{N} \right) \cdot D_m \cdot \left(\frac{e'_p}{w} \right)^3 \cdot \frac{1}{C_f} \quad K_j := 206.484 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1} \quad (1.6-18)$$

Zkroucení od zatížení vnitřním tlakem

Prutové zkroucení

Efektivní smluvní mez kluzu při konstrukční teplotě materiálu

$$R'_e := 2.3 \cdot R_{p10t} \quad R'_e = 388.7 \text{ MPa} \quad (1.6-19)$$

součinitel bodu přechodu

$$C_z := \sqrt{\frac{4.72 \cdot N \cdot K_j \cdot q^2}{R'_e \cdot D_i \cdot A}} \quad C_z = 0.69 \quad (1.6-20)$$

podmínka

$$\frac{N \cdot q}{D_i} < c_z \quad 0.494 < 0.69 \quad (1.6-21)$$

Dovolený vnitřní konstrukční tlak pro předcházení prutového zkroucení

$$P_{sc} := \left(\frac{0.87 \cdot A \cdot R'_e}{D_i \cdot q} \right) \cdot \left(1 - \frac{0.73 \cdot N \cdot q}{C_z \cdot D_i} \right) \quad P_{sc} = 0.812 \text{ MPa} \quad (1.6-22)$$

podmínka

$$P \leq P_{sc} \quad 0.431 \text{ MPa} \leq 0.812 \text{ MPa} \quad (1.6-23)$$

splněno

Rovinné zkroucení

Dovolený vnitřní zkroucený tlak pro předcházení rovinného zkroucení

$$P_{si} := \left(\frac{1.4 \cdot n_p}{C_p} \right) \cdot \left(\frac{e'_p}{w} \right)^2 \cdot R'_e \quad P_{si} = 0.526 \text{ MPa} \quad (1.6-24)$$

hodnota vnitřního tlaku nesmí být větší než P_{Si}

$$P \leq P_{Si} \quad 0.431 \text{ MPa} \leq 0.526 \text{ MPa} \quad (1.6-25)$$

splněno

Obvodová nestabilita

Kvadratický moment průřezu jedné vlny z hledem k ose, která prochází těžištěm a je rovnoběžná s osou vlnovce

$$I_{xx} := e' \cdot \left[\left[\frac{(2 \cdot w - q)^3}{48} \right] + 0.4 \cdot q \cdot (w - 0.2 \cdot q)^2 \right] \quad I_{xx} = 9077.225 \cdot \text{mm}^4 \quad (1.6-26)$$

ekvivalentní tloušťka stěny

$$e_{eq} := \sqrt[3]{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot \frac{I_{xx}}{q}} \quad e_{eq} = 13.964 \cdot \text{mm} \quad (1.6-27)$$

ekvivalentní střední průměr

$$D_{eq} := D_i + n_p \cdot e_{eq} \quad D_{eq} = 557.893 \cdot \text{mm} \quad (1.6-28)$$

Seznam použitých veličin a symbolů

Symbol	Název	Jednotky
A	Plocha příčného průřezu jedné vlny	mm ²
A _f	Nosná plocha příčného průřezu účinná jako vyztužení	mm ²
A _{fb}	Nosná plocha příčného průřezu hrdla	mm ²
A _{fp}	Nosná plocha příčného průřezu výztužného límce	mm ²
A _{fs}	Nosná plocha příčného průřezu skořepiny	mm ²
A _{fw}	Příčná plocha průřezu koutového svaru mezi hrdlem a skořepinou	mm ²
A _{pb}	Plocha zatížená tlakem pro hrdlo	mm ²
A _{ps}	Plocha zatížená tlakem pro skořepinu	mm ²
A _{pφ}	Plocha zatížená tlakem pro šikmá hrdla	mm ²
A _s	Plocha potřebná pro výpočet A _{ps}	mm ²
a ₁	Hodnota na straně můstku otvorů	mm
a ₂	Hodnota na straně můstku otvorů	mm
b	Účinná šířka těsnění	mm
b ₀	Součinitel nedokonalosti trubek	-
C	Průměr roztečné kružnice šroubů	mm
C _p , C _f	Výpočtové součinitele pro vlny tvaru U	-
C _z	Součinitel bodu přechodu	-
C ₁ , C ₂	Součinitele pro určení výpočtových součinitelů	-
d _i	Vnitřní průměr hrdla	mm
d _{ib}	Vnitřní průměr hrdla	mm
d _t	Průměr trubek	
d'	Efektivní průměr otvoru pro trubku	mm
D _e	Vnější průměr válcového lemu dna	mm
D _{eq}	Ekvivalentní střední průměr	mm
D _i	Vnitřní průměr skořepiny Vnitřní průměr válcového lemu dna Vnitřní průměr vlny vlnovce a koncových lemů	mm
D _j	Vnitřní průměr vlny kompenzátoru	mm
D _m	Střední průměr skořepiny Střední průměr vlnovce	mm
D _o	Ekvivalentní průměr kružnice omezující krajní trubky	mm
D _s	Vnitřní průměr pláště	mm
D*	Efektivní ohybová tuhost trubkovnice	mm
e	Požadovaná tloušťka stěny Tloušťka trubkovnice Jmenovitá tloušťka stěny vlnovce	mm
e'	Tloušťka stěny vlnovce korigovaná na ztenčení během tváření	mm
e _a	Analyzovaná tloušťka pláště Analyzovaná tloušťka trubkovnice	mm
e _{ap}	Zbývající analyzovaná tloušťka	mm
e _A	Pomocná tloušťka	mm
e _{ab}	Analyzovaná tloušťka stěny hrdla	mm
e _{ap}	Analyzovaná tloušťka výztužného límce	mm
e _{as}	Analyzovaná tloušťka stěny skořepiny	mm

e_b	Efektivní tloušťka stěny hrdla Požadovaná tloušťka anuloidového přechodu	mm
e_c	Jmenovitá hodnoty tloušťky stěny komory	mm
e_{cs}	Předpokládaná tloušťka stěny skořepiny	mm
e_e	Tloušťka stěny eliptického dna	mm
e_{eq}	Ekvivalentní tloušťka stěny	mm
e_p	Efektivní tloušťka výztužného límce Jmenovitá tloušťka stěny jedné vrstvy	mm
e'_p	Tloušťka jedné vrstvy korigovaná na ztenčení během tváření	mm
e_s	Požadovaná tloušťka stěny dna Tloušťka stěny pláště	mm
e'_s	Délka vsazení hrdla do skořepiny	mm
e_t	Jmenovitá hodnoty tloušťky trubek	mm
e_v	Požadovaná tloušťka stěny anuloidového přechodu	mm
e_l	Požadovaná tloušťka přišroubovaného víka vně těsnění	mm
E	Modul pružnosti materiálu trubkovnice při konstrukční teplotě Modul pružnosti v tahu materiálu vlnovců při konstrukční teplotě	MPa
E_s	Modul pružnosti materiálu pláště při konstrukční teplotě	MPa
E_t	Modul pružnosti materiálu trubek při konstrukční teplotě	MPa
E'	Efektivní modul pružnosti děrované trubkovnice při konstrukční teplotě	MPa
E_0	Modul pružnosti v tahu materiálu vlnovců při pokojové teplotě	MPa
f	Hodnota dovoleného namáhání pro běžné provozní zatížení Dovolené namáhání materiálu vlnovce při konstrukční teplotě	MPa
f_a	Dovolené namáhání materiálu při konstrukčních podmínkách	MPa
f_b	Výpočtové napětí pro výpočtový vzorec plastického zborcení	
f_B	Dovolené namáhání materiálu při konstrukčních podmínkách	MPa
f_d	Maximální hodnota dovoleného namáhání pro běžné provozní zatížení	MPa
f_{min}	Nejmenší dovolené namáhání materiálu trubkovnice nebo trubek	MPa
f_{ob}	Dovolené namáhání	MPa
f_{op}	Dovolené namáhání	MPa
f_s	Dovolené namáhání materiálu skořepiny	MPa
$f_{t,bk}$	Maximální přípustné napětí trubek ve vzpěru	MPa
$f_{t,j}$	Maximální přípustné napětí ve spoji trubek s trubkovnicí	MPa
F_i	Součinitel daný jako funkce X pro různé hodnoty Z	-
F_m	Součinitel	-
F_q	Součinitel	-
$F_{q\infty}$	Součinitel	-
G	Střední průměr těsnění	mm
H	Součinitel daný jako funkce X pro různé hodnoty Z	-
H_∞	Součinitel	-
I_{xx}	Kvadratický moment průřezu jedné vlny zhledem k ose, která prochází těžištěm a je rovnoběžná s osou vlnovce	mm ⁴
J	Poměr axiální tuhosti vlnovcového kompenzátoru k axiální tuhosti pláště	-
k	Součinitel, který uvažuje vyztužující vliv připojovacího svaru a koncové vlny na tlakovou účinnost koncového lemu	-
k_c	Okrajový moment potřebný pro natočení komory o jednotkový úhel	-
k_s	Okrajový moment potřebný pro natočení pláště o jednotkový úhel	-

K_f	Součinitel pro vlnovce ve stavu po tváření	-
K_j	Axiální tuhost vlnovce	N/mm
$K_{s,t}$	Poměr axiální tuhosti pláště k axiální tuhosti trubkového svazku	-
K_s	Axiální tuhost pláště	N/mm
K_t	Axiální tuhost trubky	N/mm
K_W	Modul pružného podkladu ekvivalentního trubkového svazku	Nmm
l_b	Délka vnější části hrdla skořepiny	mm
l'_b	Efektivní vyztužující délka vnější části hrdla skořepiny	mm
l'_{bi}	Efektivní vyztužující délka vnitřní části hrdla	mm
l_{b0}	Maximální vyztužující délka vnější části hrdla	mm
l_{bi}	Délka vnitřní části hrdla skořepiny	mm
l_s	Délka skořepiny mezi okrajem otvoru nebo vnějším průměrem hrdla a skořepinovou diskontinuitou	mm
l_{s01}, l_{s02}	Maximální vyztužující délka skořepiny měřená na střednici stěny skořepiny	mm
$l_{t,bk}$	Vzpěrná délka trubek	mm
$l_{t,x}$	Délka zaválcování trubky v trubkovnici	mm
l_1	Vzdálenost přepážek	mm
l'_1	Vzdálenost přepážek	mm
l_2	Vzdálenost přepážek	mm
l'_2	Vzdálenost přepážek	mm
l_3	Vzdálenost přepážek	mm
L	Délka trubky mezi vnitřními čely trubkovnice	mm
L_b	Vzdálenost středů dvou otvorů nebo hrdel měřená na střednici skořepiny	mm
L_t	Délka trubky mezi vnějšími čely trubkovnice Délka koncového lemu	mm
M_{op}	Celkový moment působící na trubkovnici při provozních podmínkách	Nm
n_p	Počet vrstev	-
N	Počet vln	-
N_t	Počet trubek	-
p	Rozteč trubek	mm
p'	Efektivní rozteč trubek	MPa
P	Zátěžový tlak Výpočtový tlak pro plášť Výpočtový tlak pro kompenzátor	MPa
P_{max}	Maximální přípustný tlak	MPa
P_t	Zkušební tlak	MPa
P_s	Tlak pro výpočet únosnosti Efektivní tlak působící na trubkovnici	MPa
P_{sc}	Dovolený vnitřní konstrukční tlak pro předcházení prutového zkroucení	MPa
P_{si}	Dovolený vnitřní zkroucený tlak pro předcházení rovinného zkroucení	MPa
P_t	Zkušební tlak	MPa
P_v	Výpočtový tlak	MPa
P_l	Tlak v komoře	MPa
P_{2mac}	Maximální dovolený tlak v komoře	MPa
q	Rozteč vln	mm
r_i	Vnitřní poloměr vlny	mm

r_{is}	Vnitřní poloměr křivosti skořepiny v místě středu otvoru	mm
R'_e	Efektivní smluvní mez kluzu při konstrukční teplotě materiálu	MPa
$R_{P02/t}$	Smluvní mez kluzu při teplotě 600°C	MPa
$R_{P02/t20}$	Smluvní mez kluzu při teplotě 20°C	MPa
r	Poloměr zaoblení	mm
r_0	Poloměr kružnice procházející středem nejvzdálenější trubky	mm
R	Vnitřní poloměr kulové střední části torosférického dna	mm
$t_{s,m}$	Střední teplota materiálu pláště po její délce	°C
$t_{t,m}$	Střední teplota materiálu trubky po její délce	°C
T_v	Výpočtová teplota	°C
U_L	Vzdálenost mezi sousedícími řadami	mm
w	Vzdálenost mezi otvorem a diskontinuitou skořepiny Výška vln	mm
W	Výpočtové zatížení šroubů ve smontovaném stavu	N
x_s	Součinitel rozvrtání trubkovnice na plášťové straně	-
x_t	Součinitel rozvrtání trubkovnice na trubkové straně	-
X	Součinitel tuhosti trubkového svazku k tuhosti trubkovnice	-
z	Součinitel hodnoty svarového spoje	-
Z	Součinitel vetknutí okraje trubkovnice vzhledem k plášti a komoře	-
α_H	Konstanta	-
α_{sm}	Součinitel střední teplotní roztažnosti materiálu trubek při teplotě $t_{t,m}$	K^{-1}
α_{tm}	Součinitel střední teplotní roztažnosti materiálu pláště při teplotě $t_{s,m}$	K^{-1}
α_q	Konstanta	-
β	Parametr beta – návrh Parametr beta – únosnost	-
β_H	Konstanta	-
γ	Axiální diferenční teplotní dilatace mezi trubkami a pláštěm	-
μ	Součinitel zeslabení	-
μ^*	Efektivní součinitel zeslabení trubkovnice	-
ν	Poissonova konstanta	-
ν'	Efektivní Poissonova konstanta	-
ρ	Poměr hloubky zaválcování trubky	-
σ	Vypočtené napětí v komponentě	MPa
σ_{mb}	Meridiánové ohybové napětí od zatížení tlakem	MPa
σ_{mm}	Meridiánové membránové napětí od zatížení tlakem	MPa
$\sigma_{s,b}$	Ohybové napětí v plášti	MPa
$\sigma_{s,eq}$	Ekvivalentní ohybové napětí	MPa
$\sigma_{s,eq1}$	Ekvivalentní ohybové napětí	MPa
$\sigma_{s,m}$	Membránové napětí v plášti	MPa
$\sigma_{s,r}$	Střední radiální napětí v plášti	MPa
$\sigma_{s,\theta}$	Střední obvodové napětí v plášti	MPa
$\sigma_{t,0}$	Maximální axiální napětí v trubkách pro vnější řadu trubek	MPa
$\sigma_{t,cr}$	Eulerovo kritické napětí pro trubky	MPa
$\sigma_{t,eq}$	Ekvivalentní napětí v trubkách	MPa
$\sigma_{t,i}$	Maximální axiální napětí v trubkách pro vnitřní řady trubek	MPa
$\sigma_{t,p}$	Obvodové napětí v trubkách	MPa
$\sigma_{t,r}$	Střední hodnota radiálního napětí v trubkách	MPa
$\sigma_{t,\theta}$	Střední hodnota obvodového napětí v trubkách	MPa

$\sigma_{\theta I}$	Obvodové membránové napětí od zatížení tlakem pro mezilehlé vlny	MPa
$\sigma_{\theta E}$	Obvodové membránové napětí od zatížení tlakem pro koncové vlny	MPa
$\sigma_{\theta t}$	Statická pevnost při zatížení tlakem	MPa
τ	Vypočtené smykové napětí v komponentě	MPa

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

See Data Check Messages Report for Informative Messages.
See Runtime Message Report for Warning Messages.

Process Conditions		Cold Shellside		Hot Tubeside	
Fluid name					
Flow rate	(kg/s)		1,2910		1,2400
Inlet/Outlet Y	(Wt. frac vap.)	1,000	1,000	1,000	1,000
Inlet/Outlet T	(Deg C)	98,90	529,80	600,00	141,45
Inlet P/Avg	(kPa)	430,606	423,878	107,002	99,395
dP/Allow.	(kPa)	13,456	0,000	15,213	0,000
Fouling	(m2-K/W)		0,000000		0,000000

Exchanger Performance					
Shell h	(W/m2-K)	284,22	Actual U	(W/m2-K)	71,79
Tube h	(W/m2-K)	120,60	Required U	(W/m2-K)	66,08
Hot regime	(--)	Sens. Gas	Duty	(MegaWatts)	0,6566
Cold regime	(--)	Sens. Gas	Area	(m2)	183,358
EMTD	(Deg C)	54,2	Overdesign	(%)	8,63

Shell Geometry			Baffle Geometry		
TEMA type	(--)	AES	Baffle type	(--)	Single-Seg.
Shell ID	(mm)	500,000	Baffle cut	(Pct Dia.)	30,31
Series	(--)	1	Baffle orientation	(--)	Perpend.
Parallel	(--)	1	Central spacing	(mm)	593,327
Orientation	(deg)	0,00	Crosspasses	(--)	15

Tube Geometry			Nozzles		
Tube type	(--)	Plain	Shell inlet	(mm)	154,051
Tube OD	(mm)	15,000	Shell outlet	(mm)	205,004
Length	(m)	9,000	Inlet height	(mm)	23,739
Pitch ratio	(--)	1,2500	Outlet height	(mm)	23,739
Layout	(deg)	45	Tube inlet	(mm)	387,351
Tubecount	(--)	445	Tube outlet	(mm)	307,087
Tube Pass	(--)	1			

Thermal Resistance; %		Velocities; m/s		Flow Fractions	
Shell	25,27	Shellside	5,34	A	0.029
Tube	74,39	Tubeside	44,29	B	0.737
Fouling	0,00	Crossflow	5,45	C	0.141
Metal	0,336	Window	16,12	E	0.094
				F	0.000

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Beginning Design Run

Running Shortcut Design Grid

**** DESIGN LOGIC MONITOR ****

*Shell Const.** Velocity Drop Heat Transfer Tube Length= 8.0 (m)

Cross Cent Tube ----- Over

Diam Pas Spce Pass Shl Tub Shl Tub Shell Tube Uo Area Mtd Delta Dsgn

Designing Smallest Shell to Pressure Drop. No. in Series= 1 Parallel= 1

500 15 527. 1 6.1 43. 14. 13. 297 121 73 166 53 1.000 .9693 -1.6

500 15 527. 1 6.1 43. 14. 13. 297 121 73 166 53 1.000 .9694 -1.7

Designing Smallest Shell to Pressure Drop. No. in Series= 2 Parallel= 1

500 15 527. 1 6.1 43. 28. 26. 297 121 73 331 54 1.000 .9719 97.0

500 15 527. 1 6.1 43. 28. 26. 297 121 73 331 54 1.000 .9719 97.0

Maximizing Heat Transfer to Meet Duty. No. in Series= 2 Parallel= 1

500 15 527. 1 6.1 43. 28. 26. 297 121 73 331 54 1.000 .9719 97.0

500 15 527. 1 6.1 43. 28. 26. 297 121 73 331 54 1.000 .9719 97.0

**** DESIGN LOGIC MONITOR ****

*Shell Const.** Velocity Drop Heat Transfer Tube Length= 8.0 (m)

Cross Cent Tube ----- Over

Diam Pas Spce Pass Shl Tub Shl Tub Shell Tube Uo Area Mtd Delta Dsgn

Designing Smallest Shell to Pressure Drop. No. in Series= 1 Parallel= 1

600 15 527. 1 5.0 29. 12. 6.5 245 79 50 247 53 1.000 .9650 0.3

600 15 527. 1 5.0 29. 12. 6.5 245 79 50 247 53 1.000 .9653 0.1

Maximizing Heat Transfer to Meet Duty. No. in Series= 1 Parallel= 1

600 15 527. 1 5.0 29. 12. 6.5 245 79 50 247 53 1.000 .9653 0.1

600 15 527. 1 5.0 29. 12. 6.5 245 79 50 247 53 1.000 .9653 0.1

**** DESIGN LOGIC MONITOR ****

*Shell Const.** Velocity Drop Heat Transfer Tube Length= 8.0 (m)

Cross Cent Tube ----- Over

Diam Pas Spce Pass Shl Tub Shl Tub Shell Tube Uo Area Mtd Delta Dsgn

Designing Smallest Shell to Pressure Drop. No. in Series= 1 Parallel= 1

700 15 527. 1 4.2 21. 10. 3.7 213 53 36 348 53 1.000 .9609 -0.0

700 15 527. 1 4.2 21. 10. 3.7 214 53 35 348 53 1.000 .9611 -0.4

Maximizing Heat Transfer to Meet Duty. No. in Series= 1 Parallel= 1

700 15 527. 1 4.2 21. 10. 3.7 214 53 35 348 53 1.000 .9611 -0.4

700 15 527. 1 4.2 21. 10. 3.7 214 53 35 348 53 1.000 .9611 -0.4

**** DESIGN LOGIC MONITOR ****

*Shell Const.** Velocity Drop Heat Transfer Tube Length= 8.0 (m)

Cross Cent Tube ----- Over

Diam Pas Spce Pass Shl Tub Shl Tub Shell Tube Uo Area Mtd Delta Dsgn

Designing Smallest Shell to Pressure Drop. No. in Series= 1 Parallel= 1

800 15 527. 1 3.6 16. 8.8 2.4 191 38 26 459 53 1.000 .9585 -2.2

800 15 527. 1 3.6 16. 8.8 2.4 191 38 26 459 53 1.000 .9589 -3.0

Maximizing Heat Transfer to Meet Duty. No. in Series= 1 Parallel= 1

800 15 527. 1 3.6 16. 8.8 2.4 191 38 26 459 53 1.000 .9589 -3.0

800 15 527. 1 3.6 16. 8.8 2.4 191 38 26 459 53 1.000 .9589 -3.0

Designing Smallest Shell to Pressure Drop. No. in Series= 2 Parallel= 1

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

800 15 527. 1 3.6 16. 18. 4.9 191 37 26 919 53 1.000 .9622 89.4

800 15 527. 1 3.6 16. 18. 4.9 191 37 26 919 53 1.000 .9622 89.4

Maximizing Heat Transfer to Meet Duty. No. in Series= 2 Parallel= 1

800 15 527. 1 3.6 16. 18. 4.9 191 37 26 919 53 1.000 .9622 89.4

800 15 527. 1 3.6 16. 18. 4.9 191 37 26 919 53 1.000 .9622 89.4

**** DESIGN LOGIC MONITOR ****

*Shell Const.** Velocity Drop Heat Transfer Tube Length= 9.0 (m)

Cross Cent Tube ----- Over

Diam Pas Spce Pass Shl Tub Shl Tub Shell Tube Uo Area Mtd Delta Dsgn

Designing Smallest Shell to Pressure Drop. No. in Series= 1 Parallel= 1

500 15 593. 1 5.6 43. 12. 14. 289 121 72 187 54 1.000 .9738 10.5

500 15 593. 1 5.6 43. 12. 14. 289 121 72 187 54 1.000 .9740 10.5

Maximizing Heat Transfer to Meet Duty. No. in Series= 1 Parallel= 1

500 15 593. 1 5.6 43. 12. 14. 289 121 72 187 54 1.000 .9740 10.5

500 15 593. 1 5.6 43. 12. 14. 289 121 72 187 54 1.000 .9740 10.5

**** DESIGN LOGIC MONITOR ****

*Shell Const.** Velocity Drop Heat Transfer Tube Length= 9.0 (m)

Cross Cent Tube ----- Over

Diam Pas Spce Pass Shl Tub Shl Tub Shell Tube Uo Area Mtd Delta Dsgn

Designing Smallest Shell to Pressure Drop. No. in Series= 1 Parallel= 1

600 15 593. 1 4.5 29. 11. 7.3 235 79 50 278 53 1.000 .9694 12.4

600 15 593. 1 4.5 29. 11. 7.3 235 79 50 278 53 1.000 .9696 12.2

Maximizing Heat Transfer to Meet Duty. No. in Series= 1 Parallel= 1

600 15 593. 1 4.5 29. 11. 7.3 235 79 50 278 53 1.000 .9696 12.2

600 15 593. 1 4.5 29. 11. 7.3 235 79 50 278 53 1.000 .9696 12.2

**** DESIGN LOGIC MONITOR ****

*Shell Const.** Velocity Drop Heat Transfer Tube Length= 9.0 (m)

Cross Cent Tube ----- Over

Diam Pas Spce Pass Shl Tub Shl Tub Shell Tube Uo Area Mtd Delta Dsgn

Designing Smallest Shell to Pressure Drop. No. in Series= 1 Parallel= 1

700 15 593. 1 3.8 21. 9.3 4.1 207 53 35 392 53 1.000 .9669 12.4

700 15 593. 1 3.8 21. 9.3 4.2 207 53 35 392 53 1.000 .9672 12.0

Maximizing Heat Transfer to Meet Duty. No. in Series= 1 Parallel= 1

700 15 593. 1 3.8 21. 9.3 4.2 207 53 35 392 53 1.000 .9672 12.0

700 15 593. 1 3.8 21. 9.3 4.2 207 53 35 392 53 1.000 .9672 12.0

**** DESIGN LOGIC MONITOR ****

*Shell Const.** Velocity Drop Heat Transfer Tube Length= 9.0 (m)

Cross Cent Tube ----- Over

Diam Pas Spce Pass Shl Tub Shl Tub Shell Tube Uo Area Mtd Delta Dsgn

Designing Smallest Shell to Pressure Drop. No. in Series= 1 Parallel= 1

800 15 593. 1 3.3 16. 7.9 2.7 186 38 26 517 53 1.000 .9648 9.8

800 15 593. 1 3.3 16. 7.9 2.7 186 38 26 517 53 1.000 .9651 9.1

Maximizing Heat Transfer to Meet Duty. No. in Series= 1 Parallel= 1

800 15 593. 1 3.3 16. 7.9 2.7 186 38 26 517 53 1.000 .9651 9.1

800 15 593. 1 3.3 16. 7.9 2.7 186 38 26 517 53 1.000 .9651 9.1

Running Rigorous Rating for Best Case

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Run Converged. Solution Reached.

Total runtime: 00:00:27

*For
educational
use only*

Released to the following organization:

*Microsoft**Microsoft*

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Unit ID 100

There are no messages for the current message level setting.

*For
educational
use only*

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Unit ID 100 - WARNING MESSAGES (CALCULATIONS CONTINUE)

The maximum process temperature is outside the correlational range of the automatic tube material data bank. The tube metal properties were calculated at the temperature limit. For tube metal number 1 the temperature limit is 537.8 C. Temperature limits are available in the HTRI Xchanger Suite online help file.

The physical properties of the hot fluid have been extrapolated beyond the valid temperature range. Check calculated values.

The physical properties of the cold fluid have been extrapolated beyond the valid temperature range. Check calculated values.

WARNING-Crossflow velocity exceeds critical velocity, indicating probability of fluidelastic instability and flow-induced vibration damage. If present, fluidelastic instability can lead to large amplitude vibration and tube damage.

WARNING-Crossflow velocity at baffle tip exceeds critical velocity, indicating a probability of fluidelastic instability and flow-induced vibration damage. If present, fluidelastic instability can lead to large amplitude vibration and tube damage.

Crossflow velocity exceeds 80% of critical velocity, indicating that fluidelastic instability and flow-induced vibration damage are possible. Fluidelastic instability can lead to large amplitude vibration and tube damage.

Crossflow velocity at baffle tip exceeds 80% of critical velocity, indicating that fluidelastic instability and flow-induced vibration damage are possible. Fluidelastic instability can lead to large amplitude vibration and tube damage.

Shell entrance velocity exceeds 80% of critical velocity, indicating that fluidelastic instability and flow-induced vibration damage are possible. Fluidelastic instability can lead to large amplitude vibration and tube damage.

Shell exit velocity exceeds 80% of critical velocity, indicating that fluidelastic instability and flow-induced vibration damage are possible. Fluidelastic instability can lead to large amplitude vibration and tube damage.

Xvib can be used for a more detailed analysis of individual tubes in the bundle.

The inlet baffle spacing is less than the recommended minimum spacing. Check the design. This condition may lead to problems when the exchanger is built.

The outlet baffle spacing is less than the recommended minimum spacing. Check the design. This condition may lead to problems when the exchanger is built.

Setting plan error: Tubeside outlet nozzle must be axial for odd number of tubepasses.

The design logic has modified the user specified value for shell diameter.

The design logic has modified the user specified value for tube length.

Released to the following organization:
 Microsoft
 Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

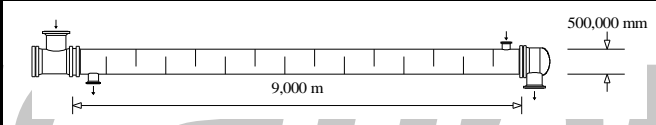
SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Process Data		Cold Shellside		Hot Tubeside	
Fluid name					
Fluid condition			Sens. Gas		Sens. Gas
Total flow rate	(kg/s)		1,2910		1,2400
Weight fraction vapor, In/Out	(--)	1,000	1,000	1,000	1,000
Temperature, In/Out	(Deg C)	98,90	529,80	600,00	141,45
Temperature, Average/Skin	(Deg C)	314,4	307,71	370,7	307,87
Wall temperature, Min/Max	(Deg C)	111,28	537,58	111,43	537,80
Pressure, In/Average	(kPa)	430,606	423,878	107,002	99,395
Pressure drop, Total/Allowed	(kPa)	13,456		15,213	
Velocity, Mid/Max allow	(m/s)	5,34		44,29	
Mole fraction inert	(--)				
Average film coef.	(W/m2-K)		284,22		120,60
Heat transfer safety factor	(--)		1,000		1,000
Fouling resistance	(m2-K/W)		0,000000		0,000000

Overall Performance Data						
Overall coef., Reqd/Clean/Actual	(W/m2-K)	66,08	/	71,79	/	71,79
Heat duty, Calculated/Specified	(MegaWatts)	0,6566	/			
Effective overall temperature difference	(Deg C)	54,2				
EMTD = (MTD) * (DELTA) * (F/G/H)	(Deg C)	55,49	*	0,9766	*	1,0000

See Runtime Messages Report for warnings.



Exchanger Fluid Volumes	
Approximate shellside (L)	1030,4
Approximate tubeside (L)	784,9

Shell Construction Information					
TEMA shell type	AES	Shell ID	(mm)	500,000	
Shells Series	1 Parallel 1	Total area	(m2)	188,726	
Passes Shell	1 Tube 1	Eff. area	(m2/shell)	183,358	
Shell orientation angle (deg)	0,00				
Impingement present	No				
Pairs seal strips	3	Passlane seal rods (mm)	0,000	No. 0	
Shell expansion joint	No	Rear head support plate		No	
Weight estimation Wet/Dry/Bundle		6575,5 / 4761,6 / 2315,7		(kg/shell)	

Baffle Information					
Type	Perpend. Single-Seg.	Baffle cut (% dia)	30,31		
Crosspasses/shellpass	15	No. (Pct Area)	(mm)	to C.L.	
Central spacing	(mm) 593,327	1	27,34	98,436	
Inlet spacing	(mm) 515,289	2	0,00	0,000	
Outlet spacing	(mm) 515,289				
Baffle thickness	(mm) 9,525				

Tube Information					
Tube type	Plain	Tubecount per shell	445		
Overall length	(m) 9,000	Pct tubes removed (both)	0,45		
Effective length	(m) 8,744	Outside diameter	(mm)	15,000	
Total tubesheet	(mm) 255,970	Wall thickness	(mm)	1,500	
Area ratio	(out/in) 1,2500	Pitch (mm)	18,7500	Ratio	1,2500
Tube metal	Carbon steel	Tube pattern (deg)	45		

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Shellside Performance

Nom vel, X-flow/window 5,45 / 16,12

Flow fractions for heat transfer 0,882

A=0,0289 B=0,7368 C=0,1406 E=0,0938 F=0,0000

Shellside Heat Transfer Corrections

Total	Beta	Gamma	End	Fin
0,985	0,920	1,071	0,993	1,000

Pressure Drops (Percent of Total)

Cross	Window	Ends	Nozzle	Shell	Tube
22.88	49.78	8.34	Inlet	10.13	0.95
MOMENTUM		0.00	Outlet	8.87	0.84

Two-Phase Parameters

Method	Inlet	Center	Outlet	Mix F
--------	-------	--------	--------	-------

H. T. Parameters

H. T. Parameters		Shell	Tube
Overall wall correction		1,006	1,000
Midpoint	Prandtl no.	0,74	0,74
Midpoint	Reynolds no.	13886	10235
Bundle inlet	Reynolds no.	13362	8088
Bundle outlet	Reynolds no.	7714	13403
Fouling layer	(mm)		

Thermal Resistance

Shell	Tube	Fouling	Metal	Over Des
25,27	74,39	0,00	0,336	8,63
Total fouling resistance				0,00000
Differential resistance				0,00120

Shell Nozzles

Shell Nozzles		Inlet	Outlet	Liquid Outlet
Inlet at channel end-No		1	1	0
Number at each position		1	1	0
Diameter	(mm)	154,051	205,004	
Velocity	(m/s)	18,35	23,15	
Pressure drop	(kPa)	1,363	1,194	
Height under nozzle	(mm)	23,739	23,739	
Nozzle R-V-SQ	(kg/m-s2)	1271,12	905,53	
Shell ent.	(kg/m-s2)	1801,58	1794,64	

Tube Nozzle

Tube Nozzle		Inlet	Outlet	Liquid Outlet
		RADIAL	RADIAL	
Diameter	(mm)	387,351	307,087	
Velocity	(m/s)	24,84	21,73	
Pressure drop	(kPa)	0,144	0,127	
Nozzle R-V-SQ	(kg/m-s2)	261,42	363,87	

Annular Distributor

Annular Distributor		Inlet	Outlet
Length	(mm)		
Height	(mm)		
Slot area	(mm2)		

Diametral Clearances (mm)

Baffle-to-shell	Bundle-to-shell	Tube-to-baffle
4,7625	36,3683	0,3969

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Externally Enhanced Tube Geometry		Internally Enhanced Tube Geometry	
Type	Plain	Type	None
Fin density	(fin/meter)	Thickness	(mm)
Fin height	(mm)	Pitch	(L/D)
Fin thickness	(mm)		
Root diameter	(mm)		
Area/length	(m2/m)		

Mean Metal Temperatures

Mean shell temperature 289,81 (C)

Mean tube metal temperature in each tubepass, (C)

<u>Tube Pass</u>	<u>Inside</u>	<u>Outside</u>	<u>Radial</u>
1	307,87	307,69	307,77

For

educational

use only

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Shellside Flow Region	1	1,2910 kg/s				
Point number	(--)	1	2	3	4	5
Shell pass	(--)	1	1	1	1	1
Length from tube inlet	(mm)	8743,83	8486,18	7931,88	7338,55	6745,22
Mass fraction vapor	(--)	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Bulk temperature	(C)	98,90	107,63	127,00	148,99	172,56
Skin temperature	(C)		119,71	139,63	162,30	186,51
MTD	(C)		42,3	44,0	46,2	48,3
Delta MTD correction	(--)		0,998	0,995	0,992	0,988
Pressure	(kPa)	430,606	429,750	429,319	428,789	428,227
Pressure drop	(kPa)	1,363	0,349	0,514	0,545	0,579
Friction loss	(kPa)		0,349	0,514	0,545	0,579
Static head loss	(kPa)		0,000	0,000	0,000	0,000
Momentum loss	(kPa)		0,000	0,000	0,000	0,000
Area	(m2)		10,806	12,442	12,442	12,442
Cumulative area	(m2)		10,806	23,248	35,690	48,132
Duty	(MegaWatts)		0,0265	0,0324	0,0345	0,0367
Cumulative duty	(MegaWatts)		0,0265	0,0588	0,0934	0,1300
Heat flux	(W/m2)		2448,83	2602,68	2775,98	2946,00
Calculated heat flux	(W/m2)		2720,33	2882,09	3063,87	3240,57
Critical heat flux	(W/m2)		0,00	0,00	0,00	0,00
Overall U	(W/m2-K)		64,44	65,81	66,83	67,90
Shellside h	(W/m2-K)		256,15	263,63	267,64	272,00
Sensible liquid h	(W/m2-K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Sensible vapor h	(W/m2-K)		256,15	263,63	267,64	272,00
Condensate film h	(W/m2-K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Vapor phase h	(W/m2-K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Nucleate boiling h	(W/m2-K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Conv. boiling h	(W/m2-K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Film boiling h	(W/m2-K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Boiling thin film h	(W/m2-K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Natural convective h	(W/m2-K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Local Reynolds	(--)	13362	15718	17629	16946	16276
Vapor Reynolds	(--)	13362	15718	17629	16946	16276
Liquid Reynolds	(--)	0	0	0	0	0
Vapor Prandtl	(--)	0,77	0,77	0,77	0,77	0,76
Liquid Prandtl	(--)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flow regime param.	(--)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Condensate regime	(--)					
Boiling regime	(--)		Sens Vap	Sens Vap	Sens Vap	Sens Vap
Boiling mechanism	(--)		Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Shellside Flow Region	1					
Point number	(--)	6	7	8	9	10
Shell pass	(--)	1	1	1	1	1
Length from tube inlet	(mm)	6151,90	5558,57	4965,24	4371,91	3778,59
Mass fraction vapor	(--)	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Bulk temperature	(C)	197,69	224,25	252,19	281,46	311,98
Skin temperature	(C)	212,19	239,26	267,66	297,40	328,27
MTD	(C)	50,1	51,9	53,6	55,3	57,0
Delta MTD correction	(--)	0,985	0,982	0,979	0,975	0,972
Pressure	(kPa)	427,629	426,994	426,320	425,604	424,843
Pressure drop	(kPa)	0,616	0,654	0,695	0,738	0,783
Friction loss	(kPa)	0,616	0,654	0,695	0,738	0,783
Static head loss	(kPa)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Momentum loss	(kPa)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Area	(m2)	12,442	12,442	12,442	12,442	12,442
Cumulative area	(m2)	60,574	73,016	85,458	97,900	110,342
Duty	(MegaWatts)	0,0387	0,0408	0,0429	0,0451	0,0471
Cumulative duty	(MegaWatts)	0,1688	0,2096	0,2525	0,2976	0,3446
Heat flux	(W/m2)	3113,57	3280,62	3450,20	3621,31	3781,95
Calculated heat flux	(W/m2)	3413,45	3584,53	3757,43	3930,58	4092,71
Critical heat flux	(W/m2)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Overall U	(W/m2-K)	69,06	70,28	71,53	72,82	73,84
Shellside h	(W/m2-K)	277,34	283,24	289,49	295,99	302,62
Sensible liquid h	(W/m2-K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sensible vapor h	(W/m2-K)	277,34	283,24	289,49	295,99	302,62
Condensate film h	(W/m2-K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vapor phase h	(W/m2-K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nucleate boiling h	(W/m2-K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Conv. boiling h	(W/m2-K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Film boiling h	(W/m2-K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Boiling thin film h	(W/m2-K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Natural convective h	(W/m2-K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Local Reynolds	(--)	15632	15018	14436	13886	13368
Vapor Reynolds	(--)	15632	15018	14436	13886	13368
Liquid Reynolds	(--)	0	0	0	0	0
Vapor Prandtl	(--)	0,75	0,74	0,74	0,74	0,73
Liquid Prandtl	(--)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flow regime param.	(--)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Condensate regime	(--)					
Boiling regime	(--)	Sens Vap	Sens Vap	Sens Vap	Sens Vap	Sens Vap
Boiling mechanism	(--)	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Shellside Flow Region	1					
Point number	(--)	11	12	13	14	15
Shell pass	(--)	1	1	1	1	1
Length from tube inlet	(mm)	3185,26	2591,93	1998,61	1405,28	811,952
Mass fraction vapor	(--)	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Bulk temperature	(C)	343,46	375,81	409,19	443,63	479,16
Skin temperature	(C)	359,83	392,45	426,14	460,81	496,74
MTD	(C)	58,7	60,3	61,9	63,6	65,1
Delta MTD correction	(--)	0,969	0,966	0,964	0,961	0,958
Pressure	(kPa)	424,037	423,183	422,280	421,325	420,317
Pressure drop	(kPa)	0,830	0,878	0,929	0,981	1,036
Friction loss	(kPa)	0,830	0,878	0,929	0,981	1,036
Static head loss	(kPa)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Momentum loss	(kPa)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Area	(m ²)	12,442	12,442	12,442	12,442	12,442
Cumulative area	(m ²)	122,784	135,226	147,669	160,111	172,553
Duty	(MegaWatts)	0,0484	0,0502	0,0521	0,0541	0,0561
Cumulative duty	(MegaWatts)	0,3930	0,4432	0,4953	0,5494	0,6056
Heat flux	(W/m ²)	3887,36	4037,00	4186,38	4348,34	4512,08
Calculated heat flux	(W/m ²)	4193,32	4341,76	4488,75	4649,60	4809,57
Critical heat flux	(W/m ²)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Overall U	(W/m ² -K)	73,67	74,40	75,18	76,02	77,08
Shellside h	(W/m ² -K)	309,31	315,98	322,67	329,35	336,04
Sensible liquid h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sensible vapor h	(W/m ² -K)	309,31	315,98	322,67	329,35	336,04
Condensate film h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vapor phase h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nucleate boiling h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Conv. boiling h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Film boiling h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Boiling thin film h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Natural convective h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Local Reynolds	(--)	12882	12430	12005	11605	11227
Vapor Reynolds	(--)	12882	12430	12005	11605	11227
Liquid Reynolds	(--)	0	0	0	0	0
Vapor Prandtl	(--)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Liquid Prandtl	(--)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flow regime param.	(--)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Condensate regime	(--)					
Boiling regime	(--)	Sens Vap	Sens Vap	Sens Vap	Sens Vap	Sens Vap
Boiling mechanism	(--)	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Shellside Flow Region	1		
Point number	(--)	16	17
Shell pass	(--)	1	1
Length from tube inlet	(mm)	257,644	0,000
Mass fraction vapor	(--)	1,0000	1,0000
Bulk temperature	(C)	513,50	529,80
Skin temperature	(C)	531,05	
MTD	(C)	67,6	
Delta MTD correction	(--)	0,963	
Pressure	(kPa)	419,412	417,150
Pressure drop	(kPa)	0,773	1,194
Friction loss	(kPa)	0,773	
Static head loss	(kPa)	0,000	
Momentum loss	(kPa)	0,000	
Area	(m2)	10,806	
Cumulative area	(m2)	183,358	
Duty	(MegaWatts)	0,0511	
Cumulative duty	(MegaWatts)	0,6566	
Heat flux	(W/m2)	4724,95	
Calculated heat flux	(W/m2)	5061,75	
Critical heat flux	(W/m2)	0,00	
Overall U	(W/m2-K)	77,75	
Shellside h	(W/m2-K)	337,45	
Sensible liquid h	(W/m2-K)	0,00	
Sensible vapor h	(W/m2-K)	337,45	
Condensate film h	(W/m2-K)	0,00	
Vapor phase h	(W/m2-K)	0,00	
Nucleate boiling h	(W/m2-K)	0,00	
Conv. boiling h	(W/m2-K)	0,00	
Film boiling h	(W/m2-K)	0,00	
Boiling thin film h	(W/m2-K)	0,00	
Natural convective h	(W/m2-K)	0,00	
Local Reynolds	(--)	9364	7714
Vapor Reynolds	(--)	9364	7714
Liquid Reynolds	(--)	0	0
Vapor Prandtl	(--)	0,73	0,73
Liquid Prandtl	(--)	0,00	0,00
Flow regime param.	(--)	0,0000	
Condensate regime	(--)		
Boiling regime	(--)	Sens Vap	
Boiling mechanism	(--)	Sens Gas	

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units
Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Point number	(--)	1	2	3	4	5
Tube Pass	(--)	1	1	1	1	1
Length from tube inlet	(mm)	0,000	257,644	811,952	1405,28	1998,61
Mass fraction vapor	(--)	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Bulk temperature	(C)	600,00	583,01	547,12	509,93	473,82
Skin temperature	(C)		531,30	496,98	461,04	426,36
MTD	(C)		67,6	65,1	63,6	61,9
Pressure	(kPa)	107,002	105,445	104,207	103,024	101,896
Pressure drop	(kPa)	0,144	1,413	1,239	1,183	1,128
Enhanced pressure drop mult	(--)					
Friction loss	(kPa)		1,451	1,286	1,230	1,176
Static head loss	(kPa)		0,000	0,000	0,000	0,000
Momentum loss	(kPa)		-0,038	-0,048	-0,048	-0,048
Maximum velocity	(m/s)		57,78	56,08	54,20	52,29
Average velocity	(m/s)		57,66	55,91	53,97	52,03
Area	(m ²)		10,806	12,442	12,442	12,442
Cumulative area	(m ²)		10,806	23,248	35,690	48,132
Duty	(MegaWatts)		0,0511	0,0561	0,0541	0,0521
Cumulative duty	(MegaWatts)		0,0511	0,1072	0,1613	0,2134
Heat flux	(W/m ²)		4724,95	4512,08	4348,34	4186,38
Calculated heat flux	(W/m ²)		5258,63	5020,98	4838,71	4658,56
Critical heat flux	(W/m ²)					
Overall U	(W/m ² -K)		77,75	77,08	76,02	75,18
Tubeside h	(W/m ² -K)		128,80	127,25	125,74	124,71
Enhanced heat transfer mult	(--)					
Sensible liquid h	(W/m ² -K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Sensible vapor h	(W/m ² -K)		128,80	127,25	125,74	124,71
Condensate film h	(W/m ² -K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Vapor phase h	(W/m ² -K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Nucleate boiling h	(W/m ² -K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Conv. boiling h	(W/m ² -K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Film boiling h	(W/m ² -K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Boiling thin film h	(W/m ² -K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Natural convective h	(W/m ² -K)		0,00	0,00	0,00	0,00
Local Reynolds	(--)	8088	8092	8333	8605	8892
Vapor Reynolds	(--)	8088	8092	8333	8605	8892
Liquid Reynolds	(--)	0	0	0	0	0
Vapor Prandtl	(--)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Liquid Prandtl	(--)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flow regime param.	(--)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Condensate regime	(--)		Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas
Boiling regime	(--)					
Boiling mechanism	(--)					

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units
Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Point number	(--)	6	7	8	9	10
Tube Pass	(--)	1	1	1	1	1
Length from tube inlet	(mm)	2591,93	3185,26	3778,59	4371,91	4965,24
Mass fraction vapor	(--)	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Bulk temperature	(C)	438,75	404,69	371,48	339,19	308,12
Skin temperature	(C)	392,66	360,04	328,47	297,59	267,84
MTD	(C)	60,3	58,7	57,0	55,3	53,6
Pressure	(kPa)	100,822	99,801	98,832	97,914	97,045
Pressure drop	(kPa)	1,074	1,021	0,968	0,918	0,869
Enhanced pressure drop mult	(--)					
Friction loss	(kPa)	1,122	1,069	1,016	0,965	0,916
Static head loss	(kPa)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Momentum loss	(kPa)	-0,048	-0,048	-0,048	-0,047	-0,046
Maximum velocity	(m/s)	50,37	48,45	46,53	44,60	42,70
Average velocity	(m/s)	50,10	48,16	46,22	44,29	42,39
Area	(m ²)	12,442	12,442	12,442	12,442	12,442
Cumulative area	(m ²)	60,574	73,016	85,458	97,900	110,342
Duty	(MegaWatts)	0,0502	0,0484	0,0471	0,0451	0,0429
Cumulative duty	(MegaWatts)	0,2636	0,3120	0,3590	0,4041	0,4470
Heat flux	(W/m ²)	4037,00	3887,36	3781,95	3621,31	3450,20
Calculated heat flux	(W/m ²)	4492,34	4325,82	4208,99	4029,56	3839,33
Critical heat flux	(W/m ²)					
Overall U	(W/m ² -K)	74,40	73,67	73,84	72,82	71,53
Tubeside h	(W/m ² -K)	123,84	123,06	124,30	122,98	120,98
Enhanced heat transfer mult	(--)					
Sensible liquid h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sensible vapor h	(W/m ² -K)	123,84	123,06	124,30	122,98	120,98
Condensate film h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vapor phase h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nucleate boiling h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Conv. boiling h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Film boiling h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Boiling thin film h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Natural convective h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Local Reynolds	(--)	9196	9519	9865	10235	10626
Vapor Reynolds	(--)	9196	9519	9865	10235	10626
Liquid Reynolds	(--)	0	0	0	0	0
Vapor Prandtl	(--)	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74
Liquid Prandtl	(--)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flow regime param.	(--)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Condensate regime	(--)	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas
Boiling regime	(--)					
Boiling mechanism	(--)					

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units
Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Point number	(--)	11	12	13	14	15
Tube Pass	(--)	1	1	1	1	1
Length from tube inlet	(mm)	5558,57	6151,90	6745,22	7338,55	7931,88
Mass fraction vapor	(--)	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Bulk temperature	(C)	278,35	249,89	222,75	196,98	172,64
Skin temperature	(C)	239,43	212,35	186,67	162,45	139,76
MTD	(C)	51,9	50,1	48,3	46,2	44,0
Pressure	(kPa)	96,222	95,444	94,708	94,012	93,353
Pressure drop	(kPa)	0,823	0,778	0,736	0,696	0,659
Enhanced pressure drop mult	(--)					
Friction loss	(kPa)	0,868	0,822	0,778	0,737	0,698
Static head loss	(kPa)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Momentum loss	(kPa)	-0,045	-0,044	-0,042	-0,041	-0,039
Maximum velocity	(m/s)	40,83	39,02	37,26	35,57	33,94
Average velocity	(m/s)	40,54	38,73	36,98	35,29	33,67
Area	(m ²)	12,442	12,442	12,442	12,442	12,442
Cumulative area	(m ²)	122,784	135,226	147,669	160,111	172,553
Duty	(MegaWatts)	0,0408	0,0387	0,0367	0,0345	0,0324
Cumulative duty	(MegaWatts)	0,4878	0,5266	0,5632	0,5978	0,6302
Heat flux	(W/m ²)	3280,62	3113,57	2946,00	2775,98	2602,68
Calculated heat flux	(W/m ²)	3650,61	3464,80	3278,32	3089,12	2896,22
Critical heat flux	(W/m ²)					
Overall U	(W/m ² -K)	70,28	69,06	67,90	66,83	65,81
Tubeside h	(W/m ² -K)	119,02	117,10	115,23	113,41	111,66
Enhanced heat transfer mult	(--)					
Sensible liquid h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sensible vapor h	(W/m ² -K)	119,02	117,10	115,23	113,41	111,66
Condensate film h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vapor phase h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nucleate boiling h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Conv. boiling h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Film boiling h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Boiling thin film h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Natural convective h	(W/m ² -K)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Local Reynolds	(--)	11040	11476	11936	12417	12920
Vapor Reynolds	(--)	11040	11476	11936	12417	12920
Liquid Reynolds	(--)	0	0	0	0	0
Vapor Prandtl	(--)	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75
Liquid Prandtl	(--)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flow regime param.	(--)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Condensate regime	(--)	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas	Sens Gas
Boiling regime	(--)					
Boiling mechanism	(--)					

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units
Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Point number	(--)	16	17
Tube Pass	(--)	1	1
Length from tube inlet	(mm)	8486,18	8743,83
Mass fraction vapor	(--)	1,0000	1,0000
Bulk temperature	(C)	151,14	141,45
Skin temperature	(C)	119,84	
MTD	(C)	42,3	
Pressure	(kPa)	92,660	91,789
Pressure drop	(kPa)	0,693	0,127
Enhanced pressure drop mult	(--)		
Friction loss	(kPa)	0,725	
Static head loss	(kPa)	0,000	
Momentum loss	(kPa)	-0,031	
Maximum velocity	(m/s)	32,53	
Average velocity	(m/s)	32,26	
Area	(m ²)	10,806	
Cumulative area	(m ²)	183,358	
Duty	(MegaWatts)	0,0265	
Cumulative duty	(MegaWatts)	0,6566	
Heat flux	(W/m ²)	2448,83	
Calculated heat flux	(W/m ²)	2724,89	
Critical heat flux	(W/m ²)		
Overall U	(W/m ² -K)	64,44	
Tubeside h	(W/m ² -K)	109,86	
Enhanced heat transfer mult	(--)		
Sensible liquid h	(W/m ² -K)	0,00	
Sensible vapor h	(W/m ² -K)	109,86	
Condensate film h	(W/m ² -K)	0,00	
Vapor phase h	(W/m ² -K)	0,00	
Nucleate boiling h	(W/m ² -K)	0,00	
Conv. boiling h	(W/m ² -K)	0,00	
Film boiling h	(W/m ² -K)	0,00	
Boiling thin film h	(W/m ² -K)	0,00	
Natural convective h	(W/m ² -K)	0,00	
Local Reynolds	(--)	13408	13403
Vapor Reynolds	(--)	13408	13403
Liquid Reynolds	(--)	0	0
Vapor Prandtl	(--)	0,76	0,76
Liquid Prandtl	(--)	0,00	0,00
Flow regime param.	(--)	0,0000	
Condensate regime	(--)	Sens Gas	
Boiling regime	(--)		
Boiling mechanism	(--)		

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Shellside condition		Sens. Gas	(Level 2,2)	
Axial stress loading	(Mpa)	0,000	Added mass factor	1,517
Beta		3,745		
Position In The Bundle		Inlet	Center	Outlet
Length for natural frequency	(m)	1,109	1,187	1,109
Length/TEMA maximum span	(--)	0,855 *	0,915 *	0,855 *
Number of spans	(--)	8	8	8
Tube natural frequency	(Hz)	22,3 +	22,4	22,4
Shell acoustic frequency	(Hz)	318,1 +	386,0	468,0
Flow Velocities		Inlet	Center	Outlet
Window parallel velocity	(m/s)	10,32	15,44	23,06
Bundle crossflow velocity	(m/s)	2,64	3,42	5,89
Bundle/shell velocity	(m/s)	2,61	3,39	5,83
Fluidelastic Instability Check		Inlet	Center	Outlet
Log decrement	HTRI	0,026	0,025	0,026
Critical velocity	(m/s)	5,56	5,83	8,29
Baffle tip cross velocity ratio	(--)	0,754	0,933 *	1,128 *
Average crossflow velocity ratio	(--)	0,728	0,902 *	1,090 *
Acoustic Vibration Check		Inlet	Center	Outlet
Vortex shedding ratio	(--)	0,509	0,661	1,137
Chen number	(--)	1981	1295	1144
Turbulent buffeting ratio	(--)	0,464	0,603	1,037
Tube Vibration Check		Inlet	Center	Outlet
Vortex shedding ratio	(--)	4,570	5,937	10,209
Turbulent buffeting ratio	(--)	4,304	5,592	9,615
Parallel flow amplitude	(mm)	0,008	0,011	0,018
Crossflow amplitude	(mm)	0,013	0,012	0,006
Turbulent buffeting amplitude	(mm)	0,023	0,026	0,051
Tube gap	(mm)	3,750	3,750	3,750
Crossflow RHO-V-SQ	(kg/m-s2)	61,78	69,71	138,02
Bundle Entrance/Exit (analysis at first tube row)			Entrance	Exit
Fluidelastic instability ratio	(--)		0,323	0,409
Vortex shedding ratio	(--)		14,395	27,248
Crossflow amplitude	(mm)		0,00062	0,00028
Crossflow velocity	(m/s)		8,30	15,72
Turbulent buffeting amplitude	(mm)		0,411 *	1,003 *
Tubesheet to inlet/outlet support	(mm)		None	None
Shell Entrance/Exit Parameters			Entrance	Exit
Impingement plate			No	
Flow area	(m2)		0,016	0,023
Velocity	(m/s)		21,85 *	32,59 *
RHO-V-SQ	(kg/m-s2)		1801,58	1794,64
Shell type	AES	Baffle type	Single-Seg.	
Tube type	Plain	Baffle layout	Perpend.	
Pitch ratio	1,2500	Tube diameter; (mm)	15,000	
Layout angle	45	Tube material	Carbon steel	
		Supports/baffle space		

Program Messages

+ Frequency ratios are based upon lowest natural or acoustic frequency

* Items with asterisk exceed a conservative lower limit for vibration-free design. Review your case using the procedure described in Online Help; You may find that a vibration problem is unlikely.

Service of Unit		Item No.	
Type	AES	Orientation	Horizontal
Connected In		1 Parallel 1 Series	
Surf/Unit (Gross/Eff)	188;73 / 183;36 m ²	Shell/Unit	1
Surf/Shell (Gross/Eff)		188;73 / 183;36 m ²	

PERFORMANCE OF ONE UNIT

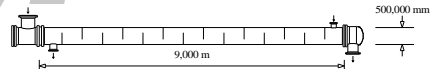
Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name					
Fluid Quantity, Total	kg/s	1,2910		1,2400	
Vapor (In/Out)	wt%	100,0	100,0	100,0	100,0
Liquid	wt%	0,0	0,0	0,0	0,0
Temperature (In/Out)	C	98,90	529,80	600,00	141,45
Density	kg/m ³	3,7742	1,6894	0,4236	0,7703
Viscosity	mN-s/m ²	0,0206	0,0356	0,0370	0,0217
Specific Heat	kJ/kg-C	1,1735	1,2168	1,2136	1,1004
Thermal Conductivity	W/m-C	0,0315	0,0597	0,0620	0,0314
Critical Pressure kPa					
Inlet Pressure	kPa	430,606		107,002	
Velocity	m/s	5,34		44,29	
Pressure Drop, Allow/Calc	kPa	13,456		15,213	
Average Film Coefficient	W/m ² -K	284,22		120,60	
Fouling Resistance (min)	m ² -K/W				

Heat Exchanged	0,6566 MegaWatts	MTD (Corrected)	54,2 C	Overdesign	8,63 %
Transfer Rate, Service	66,08 W/m ² -K	Calculated	71,79 W/m ² -K	Clean	71,79 W/m ² -K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

		Shell Side	Tube Side
Design Pressure	kPaG	1034,21	1034,21
Design Temperature	C		
No Passes per Shell		1	1
Flow Direction		Downward	
Connections Size & Rating	In mm	1 @ 154,051	1 @ 387,351
	Out mm	1 @ 205,004	1 @ 307,087
	Liq. Out mm	@	@



Tube No.	445	OD	15,000 mm	Thk(Avg)	1,500 mm	Length	9,000 m	Pitch	18,750 mm	Layout	45
Tube Type	Plain		Material	CARBON STEEL			Pairs seal strips	3			
Shell ID	500,000 mm		Kettle ID	mm			Passlane Seal Rod No.	0			
Cross Baffle Type	PERPEND. SINGLE-SEG.		%Cut (Diam)	30,3			Impingement Plate	None			
Spacing(c/c)	593,327 mm		Inlet	515,289 mm		No. of Crosspasses	15				
Rho-V ² -Inlet Nozzle	1271,12 kg/m-s ²		Shell Entrance	1801,58		Shell Exit	1794,64 kg/m-s ²				
			Bundle Entrance	260,21		Bundle Exit	417,30 kg/m-s ²				
Weight/Shell	4761,57		Filled with Water	6575,51		Bundle	2315,74 kg				

Notes:	Thermal Resistance, %	Velocities; m/s	Flow Fractions
Shell	25,27	Shellside 5,34	A 0,029
Tube	74,39	Tubeside 44,29	B 0,737
Fouling	0,00	Crossflow 5,45	C 0,141
Metal	0,34	Window 16,12	E 0,094
			F 0,000

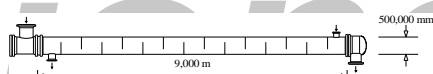
Customer	Job No.
Address	Reference No.
Plant Location	Proposal No.
Service of Unit	Date 26.1.2011 Rev
Size 500,000 x 8999,78 mm	Type AES Horz. Connected In 1 Parallel 1 Series
Surf/Unit (Gross/Eff) 188,73 / 183,36 m ²	Shell/Unit 1 Surf/Shell (Gross/Eff) 188,73 / 183,36 m ²

PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation	Shell Side		Tube Side	
Fluid Name				
Fluid Quantity, Total kg/hr	4647,62		4464,02	
Vapor (In/Out)	4647,62	4647,62	4464,02	4464,02
Liquid				
Steam	548,884	548,884	351,318	351,318
Water				
Noncondensables				
Temperature (In/Out) C	98,90	529,80	600,00	141,45
Specific Gravity				
Viscosity mN-s/m ²	0,0206	0,0356	0,0370	0,0217
Molecular Weight, Vapor				
Molecular Weight, Noncondensables				
Specific Heat kJ/kg-C	1,1735	1,2168	1,2136	1,1004
Thermal Conductivity W/m-C	0,0315	0,0597	0,0620	0,0314
Latent Heat kJ/kg				
Inlet Pressure kPa	430,606		107,002	
Velocity m/s	5,34		44,29	
Pressure Drop, Allow/Calc kPa		13,456		15,213
Fouling Resistance (min) m ² -K/W				
Heat Exchanged W	656616	MTD (Corrected)	54,2 C	
Transfer Rate, Service	66,08 W/m ² -K	Clean	71,79 W/m ² -K	Actual 71,79 W/m ² -K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL
Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

	Shell Side	Tube Side
Design/Test Pressure kPaG	1034,21 /	1034,21 /
Design Temperature C		
No Passes per Shell	1	1
Corrosion Allowance mm		
Connections	In mm 1 @ 154,051	1 @ 387,351
Size & Rating	Out mm 1 @ 205,004	1 @ 307,087
	Intermediate @	@



Tube No. 445	OD 15,000 mm	Thk(Avg) 1,500 mm	Length 9,000 m	Pitch 18,750 mm	Layout 45
Tube Type Plain	Material CARBON STEEL				
Shell ID 500,000 mm	OD mm	Shell Cover			
Channel or Bonnet	Channel Cover				
Tubesheet-Stationary	Tubesheet-Floating				
Floating Head Cover	Impingement Plate None				
Baffles-Cross	Type SINGLE-SEG.	%Cut (Diam) 30,3	Spacing(c/c) 593,327	Inlet 515,289 mm	
Baffles-Long	Seal Type				
Supports-Tube	U-Bend		Type		
Bypass Seal Arrangement	Tube-Tubesheet Joint				
Expansion Joint	Type				
Rho-V2-Inlet Nozzle	1271,12 kg/m-s ²	Bundle Entrance 260,21	Bundle Exit 417,30	kg/m-s ²	
Gaskets-Shell Side	Tube Side				
-Floating Head					
Code Requirements	TEMA Class				
Weight/Shell 4761,57	Filled with Water 6575,51	Bundle 2315,74	kg		

Remarks:

Released to the following organization:

Microsoft
Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Hot Tubeside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 92,369)	(P2= 93,699)	(P3= 95,029)	(P4= 96,359)	(P5= 97,690)	(P6= 99,020)	(P7= 100,350)	(P8= 101,680)	(P9= 103,011)	(P10= 104,341)	(P11= 105,671)	(P12= 107,002)
	(P)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Temperature; (C)	1	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	2	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	3	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	4	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	5	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	6	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	7	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	8	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	9	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	10	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	11	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
	12	600,00	584,19	568,38	552,57	536,75	520,94	505,13	489,32	473,51	457,69	
Heat duty/flow rate; (kJ/kg)	1	0,0000	19,1690	38,2737	57,3140	76,2895	95,2003	114,046	132,827	151,543	170,193	
	2	0,0000	19,1691	38,2738	57,3141	76,2897	95,2005	114,046	132,827	151,543	170,194	
	3	0,0000	19,1691	38,2739	57,3142	76,2899	95,2008	114,047	132,828	151,544	170,195	
	4	0,0000	19,1692	38,2740	57,3144	76,2901	95,2010	114,047	132,828	151,544	170,195	
	5	0,0000	19,1692	38,2741	57,3145	76,2903	95,2013	114,047	132,828	151,545	170,196	
	6	0,0000	19,1693	38,2742	57,3147	76,2905	95,2015	114,048	132,829	151,545	170,196	
	7	0,0000	19,1693	38,2743	57,3148	76,2907	95,2018	114,048	132,829	151,546	170,197	
	8	0,0000	19,1693	38,2744	57,3150	76,2909	95,2020	114,048	132,830	151,546	170,197	
	9	0,0000	19,1694	38,2745	57,3151	76,2911	95,2023	114,049	132,830	151,546	170,198	
	10	0,0000	19,1694	38,2746	57,3152	76,2913	95,2026	114,049	132,830	151,547	170,198	
	11	0,0000	19,1695	38,2747	57,3154	76,2915	95,2028	114,049	132,831	151,547	170,199	
	12	0,0000	19,1695	38,2748	57,3155	76,2917	95,2031	114,050	132,831	151,548	170,199	
Weight fraction vapor	1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	

Released to the following organization:

Microsoft
Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Hot Tubeside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 92,369)	(P2= 93,699)	(P3= 95,029)	(P4= 96,359)	(P5= 97,690)	(P6= 99,020)	(P7= 100,350)	(P8= 101,680)	(P9= 103,011)	(P10= 104,341)	(P11= 105,671)	(P12= 107,002)
	(P)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Temperature; (C)	1	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	2	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	3	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	4	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	5	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	6	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	7	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	8	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	9	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	10	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	11	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
	12	441,88	426,07	410,26	394,45	378,63	362,82	347,01	331,20	315,39	299,57	
Heat duty/flow rate; (kJ/kg)	1	188,779	207,299	225,755	244,145	262,471	280,731	298,927	317,059	335,127	353,130	
	2	188,780	207,300	225,756	244,146	262,472	280,732	298,929	317,060	335,128	353,132	
	3	188,780	207,301	225,756	244,147	262,473	280,734	298,930	317,062	335,130	353,134	
	4	188,781	207,302	225,757	244,148	262,474	280,735	298,931	317,063	335,131	353,136	
	5	188,781	207,302	225,758	244,149	262,475	280,736	298,933	317,065	335,133	353,138	
	6	188,782	207,303	225,759	244,150	262,476	280,737	298,934	317,066	335,135	353,139	
	7	188,783	207,304	225,760	244,151	262,477	280,738	298,935	317,068	335,136	353,141	
	8	188,783	207,304	225,761	244,152	262,478	280,740	298,937	317,069	335,138	353,143	
	9	188,784	207,305	225,761	244,153	262,479	280,741	298,938	317,071	335,140	353,145	
	10	188,785	207,306	225,762	244,154	262,480	280,742	298,939	317,072	335,141	353,147	
	11	188,785	207,307	225,763	244,154	262,481	280,743	298,940	317,074	335,143	353,149	
	12	188,786	207,307	225,764	244,155	262,482	280,744	298,942	317,075	335,145	353,151	
Weight fraction vapor	1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	

Released to the following organization:

Microsoft
Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Hot Tubeside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 92,369)	(P2= 93,699)	(P3= 95,029)	(P4= 96,359)	(P5= 97,690)	(P6= 99,020)	(P7= 100,350)	(P8= 101,680)	(P9= 103,011)	(P10= 104,341)	(P11= 105,671)	(P12= 107,002)
	(P)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Temperature; (C)	1	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	2	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	3	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	4	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	5	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	6	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	7	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	8	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	9	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	10	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	11	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
	12	283,76	267,95	252,14	236,33	220,51	204,70	188,89	173,08	157,27	141,45	
Heat duty/flow rate; (kJ/kg)	1	371,070	388,948	406,764	424,518	442,212	459,848	477,427	494,953	512,429	529,860	
	2	371,073	388,950	406,766	424,521	442,216	459,852	477,432	494,959	512,435	529,868	
	3	371,075	388,953	406,769	424,524	442,219	459,856	477,437	494,964	512,442	529,876	
	4	371,077	388,955	406,772	424,527	442,223	459,860	477,441	494,969	512,448	529,883	
	5	371,079	388,958	406,774	424,530	442,226	459,864	477,446	494,975	512,455	529,891	
	6	371,081	388,960	406,777	424,533	442,230	459,868	477,451	494,980	512,461	529,899	
	7	371,083	388,962	406,780	424,536	442,233	459,872	477,455	494,986	512,468	529,907	
	8	371,085	388,965	406,782	424,539	442,237	459,876	477,460	494,991	512,474	529,915	
	9	371,087	388,967	406,785	424,542	442,240	459,880	477,465	494,997	512,481	529,922	
	10	371,089	388,969	406,788	424,545	442,244	459,884	477,469	495,003	512,487	529,930	
	11	371,092	388,972	406,790	424,548	442,247	459,888	477,474	495,008	512,494	529,938	
	12	371,094	388,974	406,793	424,551	442,251	459,892	477,479	495,013	512,500	529,946	
Weight fraction vapor	1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	
	12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	

Released to the following organization:

Microsoft
Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Hot Tubeside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 92,369)	(P2= 93,699)	(P3= 95,029)	(P4= 96,359)	(P5= 97,690)	(P6= 99,020)	(P7= 100,350)	(P8= 101,680)	(P9= 103,011)	(P10= 104,341)	(P11= 105,671)	(P12= 107,002)
	(P)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Vapor Properties												
Density; (kg/m3)	1	0,3656	0,3724	0,3794	0,3866	0,3942	0,4020	0,4102	0,4187	0,4276	0,4368	0,4431
	2	0,3709	0,3777	0,3848	0,3922	0,3999	0,4078	0,4161	0,4247	0,4337	0,4431	0,4494
	3	0,3762	0,3831	0,3903	0,3978	0,4055	0,4136	0,4220	0,4308	0,4399	0,4494	0,4557
	4	0,3814	0,3885	0,3958	0,4033	0,4112	0,4194	0,4279	0,4368	0,4461	0,4557	0,4620
	5	0,3867	0,3938	0,4012	0,4089	0,4169	0,4252	0,4338	0,4428	0,4522	0,4620	0,4683
	6	0,3920	0,3992	0,4067	0,4145	0,4226	0,4310	0,4397	0,4489	0,4584	0,4683	0,4746
	7	0,3972	0,4045	0,4122	0,4200	0,4282	0,4368	0,4457	0,4549	0,4645	0,4746	0,4809
	8	0,4025	0,4099	0,4176	0,4256	0,4339	0,4426	0,4516	0,4609	0,4707	0,4809	0,4872
	9	0,4078	0,4153	0,4231	0,4312	0,4396	0,4484	0,4575	0,4670	0,4768	0,4872	0,4935
	10	0,4130	0,4206	0,4285	0,4368	0,4453	0,4541	0,4634	0,4730	0,4830	0,4935	0,4997
	11	0,4183	0,4260	0,4340	0,4423	0,4510	0,4599	0,4693	0,4790	0,4892	0,4997	0,5060
	12	0,4236	0,4314	0,4395	0,4479	0,4566	0,4657	0,4752	0,4850	0,4953	0,5060	0,5123
Viscosity; (mN-s/m2)	1	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	2	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	3	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	4	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	5	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	6	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	7	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	8	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	9	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	10	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	11	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
	12	0,0370	0,0366	0,0361	0,0357	0,0352	0,0347	0,0342	0,0337	0,0333	0,0328	0,0323
Thermal conductivity; (W/m-C)	1	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	2	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	3	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	4	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	5	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	6	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	7	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	8	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	9	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	10	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	11	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517
	12	0,0620	0,0610	0,0600	0,0590	0,0580	0,0569	0,0559	0,0549	0,0538	0,0528	0,0517

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Hot Tubeside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 92,369)	(P2= 93,699)	(P3= 95,029)	(P4= 96,359)	(P5= 97,690)	(P6= 99,020)	(P7= 100,350)	(P8= 101,680)	(P9= 103,011)	(P10= 104,341)	(P11= 105,671)	(P12= 107,002)
	(P)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Vapor Properties												
Density; (kg/m3)	1	0,4465	0,4566	0,4672	0,4782	0,4898	0,5020	0,5148	0,5283	0,5425	0,5575	
	2	0,4529	0,4632	0,4739	0,4851	0,4969	0,5092	0,5222	0,5359	0,5503	0,5655	
	3	0,4594	0,4697	0,4806	0,4920	0,5039	0,5165	0,5296	0,5435	0,5581	0,5735	
	4	0,4658	0,4763	0,4873	0,4989	0,5110	0,5237	0,5371	0,5511	0,5659	0,5816	
	5	0,4722	0,4829	0,4941	0,5058	0,5180	0,5309	0,5445	0,5587	0,5737	0,5896	
	6	0,4786	0,4895	0,5008	0,5127	0,5251	0,5382	0,5519	0,5663	0,5816	0,5976	
	7	0,4851	0,4960	0,5075	0,5196	0,5322	0,5454	0,5593	0,5739	0,5894	0,6057	
	8	0,4915	0,5026	0,5143	0,5264	0,5392	0,5526	0,5667	0,5816	0,5972	0,6137	
	9	0,4979	0,5092	0,5210	0,5333	0,5463	0,5599	0,5741	0,5892	0,6050	0,6217	
	10	0,5044	0,5158	0,5277	0,5402	0,5533	0,5671	0,5816	0,5968	0,6128	0,6297	
	11	0,5108	0,5224	0,5344	0,5471	0,5604	0,5743	0,5890	0,6044	0,6206	0,6378	
	12	0,5172	0,5289	0,5412	0,5540	0,5674	0,5815	0,5964	0,6120	0,6284	0,6458	
Viscosity; (mN-s/m2)	1	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	2	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	3	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	4	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	5	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	6	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	7	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	8	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	9	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	10	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	11	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
	12	0,0323	0,0318	0,0313	0,0307	0,0302	0,0297	0,0292	0,0286	0,0281	0,0275	
Thermal conductivity; (W/m-C)	1	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	2	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	3	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	4	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	5	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	6	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	7	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	8	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	9	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	10	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	11	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	
	12	0,0518	0,0507	0,0497	0,0486	0,0476	0,0465	0,0455	0,0444	0,0433	0,0423	

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Hot Tubeside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 92,369)	(P2= 93,699)	(P3= 95,029)	(P4= 96,359)	(P5= 97,690)	(P6= 99,020)	(P7= 100,350)	(P8= 101,680)	(P9= 103,011)	(P10= 104,341)	(P11= 105,671)	(P12= 107,002)
	(P)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Vapor Properties												
Density; (kg/m3)	1	0,5733	0,5901	0,6078	0,6267	0,6468	0,6682	0,6911	0,7156	0,7420	0,7703	
	2	0,5816	0,5986	0,6166	0,6357	0,6561	0,6779	0,7011	0,7260	0,7527	0,7814	
	3	0,5898	0,6071	0,6254	0,6448	0,6654	0,6875	0,7110	0,7363	0,7634	0,7925	
	4	0,5981	0,6156	0,6341	0,6538	0,6748	0,6971	0,7210	0,7466	0,7740	0,8036	
	5	0,6063	0,6241	0,6429	0,6628	0,6841	0,7067	0,7310	0,7569	0,7847	0,8147	
	6	0,6146	0,6326	0,6516	0,6719	0,6934	0,7164	0,7409	0,7672	0,7954	0,8258	
	7	0,6229	0,6411	0,6604	0,6809	0,7027	0,7260	0,7509	0,7775	0,8061	0,8369	
	8	0,6311	0,6496	0,6691	0,6899	0,7120	0,7356	0,7608	0,7878	0,8168	0,8480	
	9	0,6394	0,6581	0,6779	0,6989	0,7214	0,7452	0,7708	0,7981	0,8275	0,8591	
	10	0,6476	0,6666	0,6866	0,7080	0,7307	0,7549	0,7807	0,8084	0,8382	0,8702	
	11	0,6559	0,6751	0,6954	0,7170	0,7400	0,7645	0,7907	0,8188	0,8489	0,8813	
	12	0,6641	0,6836	0,7042	0,7260	0,7493	0,7741	0,8007	0,8291	0,8596	0,8924	
Viscosity; (mN-s/m2)	1	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	2	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	3	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	4	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	5	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	6	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	7	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	8	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	9	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	10	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	11	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
	12	0,0270	0,0264	0,0259	0,0253	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0217	
Thermal conductivity; (W/m-C)	1	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	2	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	3	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	4	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	5	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	6	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	7	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	8	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	9	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	10	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	11	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	
	12	0,0412	0,0401	0,0390	0,0380	0,0369	0,0358	0,0347	0,0336	0,0325	0,0314	

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Hot Tubeside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 92,369)	(P2= 93,699)	(P3= 95,029)	(P4= 96,359)	(P5= 97,690)	(P6= 99,020)	(P7= 100,350)	(P8= 101,680)	(P9= 103,011)	(P10= 104,341)	(P11= 105,671)	(P12= 107,002)
	(P)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Enthalpy; (kJ/kg)	1	0,0000	-19,169	-38,274	-57,314	-76,290	-95,200	-114,05	-132,83	-151,54	-170,19	
	2	0,0000	-19,169	-38,274	-57,314	-76,290	-95,201	-114,05	-132,83	-151,54	-170,19	
	3	0,0000	-19,169	-38,274	-57,314	-76,290	-95,201	-114,05	-132,83	-151,54	-170,19	
	4	0,0000	-19,169	-38,274	-57,314	-76,290	-95,201	-114,05	-132,83	-151,54	-170,19	
	5	0,0000	-19,169	-38,274	-57,315	-76,290	-95,201	-114,05	-132,83	-151,54	-170,20	
	6	0,0000	-19,169	-38,274	-57,315	-76,290	-95,201	-114,05	-132,83	-151,54	-170,20	
	7	0,0000	-19,169	-38,274	-57,315	-76,291	-95,202	-114,05	-132,83	-151,55	-170,20	
	8	0,0000	-19,169	-38,274	-57,315	-76,291	-95,202	-114,05	-132,83	-151,55	-170,20	
	9	0,0000	-19,169	-38,275	-57,315	-76,291	-95,202	-114,05	-132,83	-151,55	-170,20	
	10	0,0000	-19,169	-38,275	-57,315	-76,291	-95,203	-114,05	-132,83	-151,55	-170,20	
	11	0,0000	-19,169	-38,275	-57,315	-76,291	-95,203	-114,05	-132,83	-151,55	-170,20	
	12	0,0000	-19,169	-38,275	-57,316	-76,292	-95,203	-114,05	-132,83	-151,55	-170,20	
Specific heat; (kJ/kg-C)	1	1,2136	1,2095	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1808	1,1767	
	2	1,2136	1,2095	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1767	
	3	1,2136	1,2095	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1767	
	4	1,2136	1,2095	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1767	
	5	1,2136	1,2095	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1768	
	6	1,2136	1,2095	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1768	
	7	1,2136	1,2095	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1768	
	8	1,2136	1,2095	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1768	
	9	1,2136	1,2095	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1768	
	10	1,2136	1,2095	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1768	
	11	1,2136	1,2096	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1768	
	12	1,2136	1,2096	1,2055	1,2014	1,1973	1,1932	1,1891	1,1850	1,1809	1,1768	

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Hot Tubeside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 92,369) (P2= 93,699) (P3= 95,029) (P4= 96,359) (P5= 97,690) (P6= 99,020) (P7= 100,350) (P8= 101,680) (P9= 103,011) (P10= 104,341) (P11= 105,671) (P12= 107,002)										
	(P)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Enthalpy; (kJ/kg)	1	-188,78	-207,30	-225,75	-244,15	-262,47	-280,73	-298,93	-317,06	-335,13	-353,13
	2	-188,78	-207,30	-225,76	-244,15	-262,47	-280,73	-298,93	-317,06	-335,13	-353,13
	3	-188,78	-207,30	-225,76	-244,15	-262,47	-280,73	-298,93	-317,06	-335,13	-353,13
	4	-188,78	-207,30	-225,76	-244,15	-262,47	-280,73	-298,93	-317,06	-335,13	-353,14
	5	-188,78	-207,30	-225,76	-244,15	-262,47	-280,74	-298,93	-317,06	-335,13	-353,14
	6	-188,78	-207,30	-225,76	-244,15	-262,48	-280,74	-298,93	-317,07	-335,13	-353,14
	7	-188,78	-207,30	-225,76	-244,15	-262,48	-280,74	-298,94	-317,07	-335,14	-353,14
	8	-188,78	-207,30	-225,76	-244,15	-262,48	-280,74	-298,94	-317,07	-335,14	-353,14
	9	-188,78	-207,31	-225,76	-244,15	-262,48	-280,74	-298,94	-317,07	-335,14	-353,14
	10	-188,78	-207,31	-225,76	-244,15	-262,48	-280,74	-298,94	-317,07	-335,14	-353,15
	11	-188,79	-207,31	-225,76	-244,15	-262,48	-280,74	-298,94	-317,07	-335,14	-353,15
	12	-188,79	-207,31	-225,76	-244,16	-262,48	-280,74	-298,94	-317,08	-335,14	-353,15
Specific heat; (kJ/kg-C)	1	1,1726	1,1685	1,1644	1,1603	1,1562	1,1521	1,1480	1,1440	1,1399	1,1359
	2	1,1726	1,1685	1,1644	1,1603	1,1562	1,1521	1,1480	1,1440	1,1399	1,1359
	3	1,1726	1,1685	1,1644	1,1603	1,1562	1,1521	1,1480	1,1440	1,1399	1,1359
	4	1,1726	1,1685	1,1644	1,1603	1,1562	1,1521	1,1480	1,1440	1,1399	1,1359
	5	1,1726	1,1685	1,1644	1,1603	1,1562	1,1521	1,1481	1,1440	1,1400	1,1359
	6	1,1726	1,1685	1,1644	1,1603	1,1562	1,1521	1,1481	1,1440	1,1400	1,1360
	7	1,1727	1,1685	1,1644	1,1603	1,1562	1,1521	1,1481	1,1440	1,1400	1,1360
	8	1,1727	1,1685	1,1644	1,1603	1,1562	1,1522	1,1481	1,1440	1,1400	1,1360
	9	1,1727	1,1686	1,1644	1,1603	1,1562	1,1522	1,1481	1,1440	1,1400	1,1360
	10	1,1727	1,1686	1,1644	1,1603	1,1563	1,1522	1,1481	1,1441	1,1400	1,1360
	11	1,1727	1,1686	1,1645	1,1604	1,1563	1,1522	1,1481	1,1441	1,1400	1,1360
	12	1,1727	1,1686	1,1645	1,1604	1,1563	1,1522	1,1481	1,1441	1,1400	1,1360

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Hot Tubeside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 92,369)	(P2= 93,699)	(P3= 95,029)	(P4= 96,359)	(P5= 97,690)	(P6= 99,020)	(P7= 100,350)	(P8= 101,680)	(P9= 103,011)	(P10= 104,341)	(P11= 105,671)	(P12= 107,002)
	(P)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Enthalpy; (kJ/kg)	1	-371,07	-388,95	-406,76	-424,52	-442,21	-459,85	-477,43	-494,95	-512,43	-529,86	
	2	-371,07	-388,95	-406,77	-424,52	-442,22	-459,85	-477,43	-494,96	-512,44	-529,87	
	3	-371,07	-388,95	-406,77	-424,52	-442,22	-459,86	-477,44	-494,96	-512,44	-529,88	
	4	-371,08	-388,96	-406,77	-424,53	-442,22	-459,86	-477,44	-494,97	-512,45	-529,88	
	5	-371,08	-388,96	-406,77	-424,53	-442,23	-459,86	-477,45	-494,97	-512,45	-529,89	
	6	-371,08	-388,96	-406,78	-424,53	-442,23	-459,87	-477,45	-494,98	-512,46	-529,90	
	7	-371,08	-388,96	-406,78	-424,54	-442,23	-459,87	-477,46	-494,99	-512,47	-529,91	
	8	-371,09	-388,96	-406,78	-424,54	-442,24	-459,88	-477,46	-494,99	-512,47	-529,91	
	9	-371,09	-388,97	-406,79	-424,54	-442,24	-459,88	-477,46	-495,00	-512,48	-529,92	
	10	-371,09	-388,97	-406,79	-424,55	-442,24	-459,88	-477,47	-495,00	-512,49	-529,93	
	11	-371,09	-388,97	-406,79	-424,55	-442,25	-459,89	-477,47	-495,01	-512,49	-529,94	
	12	-371,09	-388,97	-406,79	-424,55	-442,25	-459,89	-477,48	-495,01	-512,50	-529,95	
Specific heat; (kJ/kg-C)	1	1,1319	1,1280	1,1241	1,1202	1,1165	1,1128	1,1093	1,1060	1,1030	1,1004	
	2	1,1319	1,1280	1,1241	1,1202	1,1165	1,1129	1,1094	1,1061	1,1031	1,1005	
	3	1,1319	1,1280	1,1241	1,1203	1,1165	1,1129	1,1094	1,1062	1,1032	1,1006	
	4	1,1319	1,1280	1,1241	1,1203	1,1166	1,1129	1,1095	1,1062	1,1032	1,1007	
	5	1,1320	1,1280	1,1241	1,1203	1,1166	1,1130	1,1095	1,1063	1,1033	1,1008	
	6	1,1320	1,1280	1,1242	1,1203	1,1166	1,1130	1,1096	1,1063	1,1034	1,1008	
	7	1,1320	1,1281	1,1242	1,1204	1,1166	1,1130	1,1096	1,1064	1,1035	1,1009	
	8	1,1320	1,1281	1,1242	1,1204	1,1167	1,1131	1,1097	1,1064	1,1035	1,1010	
	9	1,1320	1,1281	1,1242	1,1204	1,1167	1,1131	1,1097	1,1065	1,1036	1,1011	
	10	1,1320	1,1281	1,1242	1,1204	1,1167	1,1132	1,1097	1,1066	1,1037	1,1012	
	11	1,1321	1,1281	1,1243	1,1205	1,1168	1,1132	1,1098	1,1066	1,1037	1,1013	
	12	1,1321	1,1282	1,1243	1,1205	1,1168	1,1132	1,1098	1,1067	1,1038	1,1014	

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Cold Shellside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 417,253) (P2= 418,467) (P3= 419,681) (P4= 420,895) (P5= 422,109) (P6= 423,323) (P7= 424,537) (P8= 425,751) (P9= 426,965) (P10= 428,178) (P11= 429,392) (P12= 430,606)										
	(P)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temperature; (C)	1	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	2	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	3	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	4	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	5	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	6	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	7	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	8	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	9	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	10	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	11	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
	12	529,80	514,94	500,08	485,23	470,37	455,51	440,65	425,79	410,93	396,07
Heat duty/flow rate; (kJ/kg)	1	508,928	490,861	472,843	454,872	436,949	419,074	401,246	383,466	365,732	348,045
	2	508,945	490,878	472,859	454,888	436,965	419,090	401,262	383,481	365,748	348,060
	3	508,961	490,894	472,875	454,904	436,981	419,106	401,278	383,497	365,764	348,076
	4	508,978	490,911	472,892	454,921	436,998	419,122	401,294	383,513	365,779	348,092
	5	508,995	490,927	472,908	454,937	437,014	419,138	401,310	383,529	365,795	348,107
	6	509,011	490,944	472,925	454,954	437,030	419,154	401,326	383,545	365,811	348,123
	7	509,028	490,960	472,941	454,970	437,046	419,171	401,342	383,561	365,827	348,139
	8	509,044	490,977	472,958	454,986	437,063	419,187	401,358	383,577	365,843	348,154
	9	509,061	490,993	472,974	455,003	437,079	419,203	401,375	383,593	365,858	348,170
	10	509,077	491,010	472,991	455,019	437,095	419,219	401,390	383,609	365,874	348,186
	11	509,094	491,027	473,007	455,035	437,112	419,236	401,407	383,625	365,890	348,202
	12	509,111	491,043	473,023	455,052	437,128	419,252	401,423	383,641	365,906	348,217
Weight fraction vapor	1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Cold Shellside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 417,253) (P2= 418,467) (P3= 419,681) (P4= 420,895) (P5= 422,109) (P6= 423,323) (P7= 424,537) (P8= 425,751) (P9= 426,965) (P10= 428,178) (P11= 429,392) (P12= 430,606)										
	(P)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Temperature; (C)	1	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	2	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	3	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	4	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	5	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	6	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	7	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	8	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	9	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	10	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	11	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
	12	381,22	366,36	351,50	336,64	321,78	306,92	292,06	277,20	262,35	247,49
Heat duty/flow rate; (kJ/kg)	1	330,404	312,808	295,256	277,749	260,284	242,859	225,474	208,125	190,809	173,522
	2	330,419	312,823	295,272	277,764	260,298	242,874	225,488	208,138	190,822	173,535
	3	330,435	312,838	295,287	277,779	260,313	242,888	225,502	208,152	190,836	173,548
	4	330,450	312,854	295,302	277,794	260,328	242,903	225,516	208,166	190,849	173,561
	5	330,466	312,869	295,317	277,809	260,342	242,917	225,530	208,180	190,863	173,574
	6	330,481	312,885	295,332	277,824	260,357	242,932	225,545	208,194	190,876	173,587
	7	330,497	312,900	295,348	277,839	260,372	242,946	225,559	208,208	190,889	173,600
	8	330,512	312,915	295,363	277,854	260,387	242,961	225,573	208,222	190,903	173,613
	9	330,528	312,931	295,378	277,869	260,402	242,975	225,587	208,235	190,916	173,626
	10	330,543	312,946	295,393	277,884	260,416	242,990	225,601	208,249	190,930	173,639
	11	330,559	312,962	295,408	277,899	260,431	243,004	225,616	208,263	190,943	173,652
	12	330,575	312,977	295,424	277,914	260,446	243,019	225,630	208,277	190,957	173,665
Weight fraction vapor	1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Cold Shellside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 417,253) (P2= 418,467) (P3= 419,681) (P4= 420,895) (P5= 422,109) (P6= 423,323) (P7= 424,537) (P8= 425,751) (P9= 426,965) (P10= 428,178) (P11= 429,392) (P12= 430,606)										
	(P)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Temperature; (C)	1	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	2	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	3	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	4	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	5	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	6	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	7	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	8	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	9	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	10	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	11	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
	12	232,63	217,77	202,91	188,05	173,19	158,34	143,48	128,62	113,76	98,90
Heat duty/flow rate; (kJ/kg)	1	156,258	139,011	121,770	104,521	87,2460	69,9122	52,4556	34,9339	17,4487	0,0000
	2	156,271	139,023	121,781	104,531	87,2545	69,9188	52,4603	34,9371	17,4503	0,0000
	3	156,283	139,034	121,792	104,541	87,2629	69,9254	52,4650	34,9402	17,4518	0,0000
	4	156,296	139,046	121,802	104,551	87,2714	69,9320	52,4698	34,9434	17,4534	0,0000
	5	156,308	139,058	121,813	104,560	87,2799	69,9387	52,4745	34,9465	17,4550	0,0000
	6	156,320	139,070	121,824	104,570	87,2884	69,9453	52,4792	34,9497	17,4566	0,0000
	7	156,333	139,081	121,835	104,580	87,2969	69,9519	52,4839	34,9528	17,4581	0,0000
	8	156,345	139,093	121,846	104,590	87,3054	69,9585	52,4886	34,9560	17,4597	0,0000
	9	156,358	139,105	121,857	104,600	87,3138	69,9651	52,4933	34,9591	17,4613	0,0000
	10	156,370	139,117	121,868	104,610	87,3223	69,9717	52,4981	34,9622	17,4628	0,0000
	11	156,383	139,128	121,879	104,620	87,3308	69,9783	52,5027	34,9654	17,4644	0,0000
	12	156,395	139,140	121,890	104,629	87,3393	69,9849	52,5074	34,9685	17,4660	0,0000
Weight fraction vapor	1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	4	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	6	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	7	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	8	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	10	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	11	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	12	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Cold Shellside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 417,253)	(P2= 418,467)	(P3= 419,681)	(P4= 420,895)	(P5= 422,109)	(P6= 423,323)	(P7= 424,537)	(P8= 425,751)	(P9= 426,965)	(P10= 428,178)	(P11= 429,392)	(P12= 430,606)
	(P)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Vapor Properties												
Density; (kg/m3)	1	1,6894	1,7212	1,7543	1,7887	1,8245	1,8617	1,9005	1,9410	1,9832	2,0272	
	2	1,6943	1,7262	1,7594	1,7939	1,8298	1,8671	1,9060	1,9466	1,9889	2,0331	
	3	1,6992	1,7312	1,7645	1,7991	1,8351	1,8726	1,9116	1,9522	1,9947	2,0390	
	4	1,7041	1,7362	1,7696	1,8043	1,8404	1,8780	1,9171	1,9579	2,0005	2,0449	
	5	1,7090	1,7413	1,7747	1,8095	1,8457	1,8834	1,9226	1,9635	2,0062	2,0508	
	6	1,7139	1,7463	1,7798	1,8147	1,8510	1,8888	1,9282	1,9692	2,0120	2,0567	
	7	1,7188	1,7513	1,7849	1,8199	1,8563	1,8942	1,9337	1,9748	2,0178	2,0626	
	8	1,7238	1,7563	1,7901	1,8252	1,8617	1,8996	1,9392	1,9805	2,0236	2,0685	
	9	1,7287	1,7613	1,7952	1,8304	1,8670	1,9051	1,9448	1,9861	2,0293	2,0744	
	10	1,7336	1,7663	1,8003	1,8356	1,8723	1,9105	1,9503	1,9918	2,0351	2,0803	
	11	1,7385	1,7713	1,8054	1,8408	1,8776	1,9159	1,9558	1,9974	2,0409	2,0862	
	12	1,7434	1,7763	1,8105	1,8460	1,8829	1,9213	1,9613	2,0031	2,0466	2,0921	
Viscosity; (mN-s/m2)	1	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	2	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	3	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	4	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	5	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	6	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	7	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	8	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	9	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	10	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	11	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
	12	0,0356	0,0352	0,0347	0,0343	0,0338	0,0333	0,0329	0,0324	0,0319	0,0314	
Thermal conductivity; (W/m-C)	1	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0522	0,0513	
	2	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0522	0,0513	
	3	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0522	0,0513	
	4	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0522	0,0513	
	5	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0522	0,0513	
	6	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0522	0,0513	
	7	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0522	0,0513	
	8	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0522	0,0513	
	9	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0522	0,0513	
	10	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0522	0,0513	
	11	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0523	0,0513	
	12	0,0597	0,0588	0,0579	0,0569	0,0560	0,0551	0,0541	0,0532	0,0523	0,0513	

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Cold Shellside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 417,253)	(P2= 418,467)	(P3= 419,681)	(P4= 420,895)	(P5= 422,109)	(P6= 423,323)	(P7= 424,537)	(P8= 425,751)	(P9= 426,965)	(P10= 428,178)	(P11= 429,392)	(P12= 430,606)	
	(P)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Vapor Properties													
Density; (kg/m3)	1	2,0733	2,1216	2,1721	2,2251	2,2808	2,3393	2,4010	2,4659	2,5346	2,6071		
	2	2,0794	2,1277	2,1784	2,2316	2,2874	2,3461	2,4079	2,4731	2,5419	2,6147		
	3	2,0854	2,1339	2,1847	2,2381	2,2941	2,3529	2,4149	2,4803	2,5493	2,6223		
	4	2,0914	2,1401	2,1911	2,2445	2,3007	2,3598	2,4219	2,4875	2,5567	2,6299		
	5	2,0975	2,1463	2,1974	2,2510	2,3073	2,3666	2,4289	2,4947	2,5641	2,6375		
	6	2,1035	2,1524	2,2037	2,2575	2,3140	2,3734	2,4359	2,5018	2,5714	2,6451		
	7	2,1095	2,1586	2,2100	2,2640	2,3206	2,3802	2,4429	2,5090	2,5788	2,6527		
	8	2,1156	2,1648	2,2164	2,2704	2,3273	2,3870	2,4499	2,5162	2,5862	2,6602		
	9	2,1216	2,1710	2,2227	2,2769	2,3339	2,3938	2,4569	2,5234	2,5936	2,6678		
	10	2,1276	2,1771	2,2290	2,2834	2,3405	2,4006	2,4639	2,5306	2,6010	2,6754		
	11	2,1337	2,1833	2,2353	2,2899	2,3472	2,4074	2,4709	2,5377	2,6083	2,6830		
	12	2,1397	2,1895	2,2416	2,2964	2,3538	2,4142	2,4778	2,5449	2,6157	2,6906		
Viscosity; (mN-s/m2)	1	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	2	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	3	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	4	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	5	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	6	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	7	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	8	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	9	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	10	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	11	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
	12	0,0309	0,0305	0,0300	0,0295	0,0289	0,0284	0,0279	0,0274	0,0269	0,0263		
Thermal conductivity; (W/m-C)	1	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	2	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	3	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	4	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	5	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	6	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	7	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	8	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	9	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	10	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	11	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		
	12	0,0503	0,0493	0,0484	0,0474	0,0464	0,0454	0,0444	0,0434	0,0423	0,0413		

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Cold Shellside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 417,253)	(P2= 418,467)	(P3= 419,681)	(P4= 420,895)	(P5= 422,109)	(P6= 423,323)	(P7= 424,537)	(P8= 425,751)	(P9= 426,965)	(P10= 428,178)	(P11= 429,392)	(P12= 430,606)
	(P)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Vapor Properties												
Density; (kg/m3)	1	2,6840	2,7655	2,8522	2,9446	3,0432	3,1486	3,2618	3,3835	3,5147	3,6568	
	2	2,6918	2,7736	2,8605	2,9532	3,0520	3,1578	3,2713	3,3933	3,5250	3,6674	
	3	2,6996	2,7816	2,8688	2,9617	3,0609	3,1670	3,2808	3,4032	3,5352	3,6781	
	4	2,7074	2,7897	2,8771	2,9703	3,0698	3,1762	3,2903	3,4131	3,5455	3,6888	
	5	2,7152	2,7977	2,8855	2,9789	3,0786	3,1853	3,2998	3,4229	3,5557	3,6994	
	6	2,7230	2,8058	2,8938	2,9875	3,0875	3,1945	3,3093	3,4328	3,5660	3,7101	
	7	2,7309	2,8138	2,9021	2,9960	3,0964	3,2037	3,3188	3,4427	3,5762	3,7208	
	8	2,7387	2,8219	2,9104	3,0046	3,1052	3,2129	3,3283	3,4525	3,5865	3,7315	
	9	2,7465	2,8300	2,9187	3,0132	3,1141	3,2221	3,3379	3,4624	3,5968	3,7421	
	10	2,7543	2,8380	2,9270	3,0218	3,1230	3,2312	3,3474	3,4723	3,6070	3,7528	
	11	2,7621	2,8461	2,9353	3,0304	3,1318	3,2404	3,3569	3,4821	3,6173	3,7635	
	12	2,7699	2,8541	2,9436	3,0389	3,1407	3,2496	3,3664	3,4920	3,6275	3,7742	
Viscosity; (mN-s/m2)	1	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	2	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	3	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	4	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	5	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	6	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	7	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	8	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	9	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	10	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	11	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
	12	0,0258	0,0252	0,0247	0,0241	0,0235	0,0229	0,0223	0,0218	0,0212	0,0206	
Thermal conductivity; (W/m-C)	1	0,0403	0,0392	0,0382	0,0372	0,0361	0,0351	0,0341	0,0333	0,0324	0,0315	
	2	0,0403	0,0392	0,0382	0,0372	0,0361	0,0351	0,0341	0,0333	0,0324	0,0315	
	3	0,0403	0,0392	0,0382	0,0372	0,0361	0,0351	0,0342	0,0333	0,0324	0,0315	
	4	0,0403	0,0392	0,0382	0,0372	0,0361	0,0351	0,0342	0,0333	0,0324	0,0315	
	5	0,0403	0,0392	0,0382	0,0372	0,0362	0,0351	0,0342	0,0333	0,0324	0,0315	
	6	0,0403	0,0392	0,0382	0,0372	0,0362	0,0351	0,0342	0,0333	0,0324	0,0315	
	7	0,0403	0,0392	0,0382	0,0372	0,0362	0,0351	0,0342	0,0333	0,0324	0,0315	
	8	0,0403	0,0392	0,0382	0,0372	0,0362	0,0351	0,0342	0,0333	0,0324	0,0315	
	9	0,0403	0,0393	0,0382	0,0372	0,0362	0,0351	0,0342	0,0333	0,0324	0,0315	
	10	0,0403	0,0393	0,0382	0,0372	0,0362	0,0351	0,0342	0,0333	0,0324	0,0315	
	11	0,0403	0,0393	0,0382	0,0372	0,0362	0,0351	0,0342	0,0333	0,0324	0,0315	
	12	0,0403	0,0393	0,0382	0,0372	0,0362	0,0351	0,0342	0,0333	0,0324	0,0315	

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Cold Shellside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 417,253)	(P2= 418,467)	(P3= 419,681)	(P4= 420,895)	(P5= 422,109)	(P6= 423,323)	(P7= 424,537)	(P8= 425,751)	(P9= 426,965)	(P10= 428,178)	(P11= 429,392)	(P12= 430,606)
	(P)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Enthalpy; (kJ/kg)	1	0,0000	-18,067	-36,086	-54,056	-71,979	-89,854	-107,68	-125,46	-143,20	-160,88	
	2	0,0000	-18,067	-36,086	-54,057	-71,980	-89,855	-107,68	-125,46	-143,20	-160,88	
	3	0,0000	-18,067	-36,086	-54,057	-71,980	-89,855	-107,68	-125,46	-143,20	-160,89	
	4	0,0000	-18,067	-36,086	-54,057	-71,980	-89,856	-107,68	-125,46	-143,20	-160,89	
	5	0,0000	-18,067	-36,086	-54,057	-71,981	-89,856	-107,68	-125,47	-143,20	-160,89	
	6	0,0000	-18,067	-36,086	-54,057	-71,981	-89,856	-107,68	-125,47	-143,20	-160,89	
	7	0,0000	-18,067	-36,086	-54,058	-71,981	-89,857	-107,69	-125,47	-143,20	-160,89	
	8	0,0000	-18,067	-36,087	-54,058	-71,981	-89,857	-107,69	-125,47	-143,20	-160,89	
	9	0,0000	-18,067	-36,087	-54,058	-71,982	-89,858	-107,69	-125,47	-143,20	-160,89	
	10	0,0000	-18,067	-36,087	-54,058	-71,982	-89,858	-107,69	-125,47	-143,20	-160,89	
	11	0,0000	-18,067	-36,087	-54,059	-71,982	-89,859	-107,69	-125,47	-143,20	-160,89	
	12	0,0000	-18,068	-36,087	-54,059	-71,983	-89,859	-107,69	-125,47	-143,20	-160,89	
Specific heat; (kJ/kg-C)	1	1,2168	1,2135	1,2103	1,2071	1,2039	1,2007	1,1975	1,1943	1,1912	1,1881	
	2	1,2168	1,2135	1,2103	1,2071	1,2039	1,2007	1,1975	1,1943	1,1912	1,1881	
	3	1,2168	1,2135	1,2103	1,2071	1,2039	1,2007	1,1975	1,1943	1,1912	1,1881	
	4	1,2168	1,2136	1,2103	1,2071	1,2039	1,2007	1,1975	1,1943	1,1912	1,1881	
	5	1,2168	1,2136	1,2103	1,2071	1,2039	1,2007	1,1975	1,1943	1,1912	1,1881	
	6	1,2168	1,2136	1,2103	1,2071	1,2039	1,2007	1,1975	1,1944	1,1912	1,1881	
	7	1,2168	1,2136	1,2103	1,2071	1,2039	1,2007	1,1975	1,1944	1,1912	1,1881	
	8	1,2168	1,2136	1,2103	1,2071	1,2039	1,2007	1,1975	1,1944	1,1912	1,1881	
	9	1,2168	1,2136	1,2103	1,2071	1,2039	1,2007	1,1975	1,1944	1,1912	1,1881	
	10	1,2168	1,2136	1,2104	1,2071	1,2039	1,2007	1,1975	1,1944	1,1913	1,1881	
	11	1,2168	1,2136	1,2104	1,2071	1,2039	1,2007	1,1976	1,1944	1,1913	1,1882	
	12	1,2168	1,2136	1,2104	1,2071	1,2039	1,2007	1,1976	1,1944	1,1913	1,1882	

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Cold Shellside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 417,253)	(P2= 418,467)	(P3= 419,681)	(P4= 420,895)	(P5= 422,109)	(P6= 423,323)	(P7= 424,537)	(P8= 425,751)	(P9= 426,965)	(P10= 428,178)	(P11= 429,392)	(P12= 430,606)
	(P)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Enthalpy; (kJ/kg)	1	-178,52	-196,12	-213,67	-231,18	-248,64	-266,07	-283,45	-300,80	-318,12	-335,41	
	2	-178,53	-196,12	-213,67	-231,18	-248,65	-266,07	-283,46	-300,81	-318,12	-335,41	
	3	-178,53	-196,12	-213,67	-231,18	-248,65	-266,07	-283,46	-300,81	-318,13	-335,41	
	4	-178,53	-196,12	-213,68	-231,18	-248,65	-266,08	-283,46	-300,81	-318,13	-335,42	
	5	-178,53	-196,13	-213,68	-231,19	-248,65	-266,08	-283,46	-300,81	-318,13	-335,42	
	6	-178,53	-196,13	-213,68	-231,19	-248,65	-266,08	-283,47	-300,82	-318,13	-335,42	
	7	-178,53	-196,13	-213,68	-231,19	-248,66	-266,08	-283,47	-300,82	-318,14	-335,43	
	8	-178,53	-196,13	-213,68	-231,19	-248,66	-266,08	-283,47	-300,82	-318,14	-335,43	
	9	-178,53	-196,13	-213,68	-231,19	-248,66	-266,09	-283,47	-300,83	-318,14	-335,44	
	10	-178,53	-196,13	-213,68	-231,19	-248,66	-266,09	-283,48	-300,83	-318,15	-335,44	
	11	-178,54	-196,13	-213,69	-231,20	-248,66	-266,09	-283,48	-300,83	-318,15	-335,44	
	12	-178,54	-196,13	-213,69	-231,20	-248,66	-266,09	-283,48	-300,83	-318,15	-335,45	
Specific heat; (kJ/kg-C)	1	1,1850	1,1820	1,1790	1,1761	1,1733	1,1706	1,1681	1,1657	1,1636	1,1618	
	2	1,1850	1,1820	1,1790	1,1761	1,1733	1,1706	1,1681	1,1657	1,1636	1,1618	
	3	1,1850	1,1820	1,1790	1,1761	1,1733	1,1706	1,1681	1,1657	1,1636	1,1619	
	4	1,1850	1,1820	1,1790	1,1761	1,1733	1,1707	1,1681	1,1658	1,1637	1,1619	
	5	1,1850	1,1820	1,1790	1,1762	1,1734	1,1707	1,1681	1,1658	1,1637	1,1619	
	6	1,1850	1,1820	1,1791	1,1762	1,1734	1,1707	1,1682	1,1658	1,1637	1,1620	
	7	1,1851	1,1820	1,1791	1,1762	1,1734	1,1707	1,1682	1,1658	1,1638	1,1620	
	8	1,1851	1,1820	1,1791	1,1762	1,1734	1,1707	1,1682	1,1659	1,1638	1,1620	
	9	1,1851	1,1821	1,1791	1,1762	1,1734	1,1707	1,1682	1,1659	1,1638	1,1621	
	10	1,1851	1,1821	1,1791	1,1762	1,1734	1,1708	1,1682	1,1659	1,1639	1,1621	
	11	1,1851	1,1821	1,1791	1,1762	1,1735	1,1708	1,1683	1,1659	1,1639	1,1621	
	12	1,1851	1,1821	1,1791	1,1763	1,1735	1,1708	1,1683	1,1660	1,1639	1,1622	

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Physical Properties Profile: Cold Shellside

Reference pressure; (kPa)	(P1= 417,253) (P2= 418,467) (P3= 419,681) (P4= 420,895) (P5= 422,109) (P6= 423,323) (P7= 424,537) (P8= 425,751) (P9= 426,965) (P10= 428,178) (P11= 429,392) (P12= 430,606)											
	(P)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Enthalpy; (kJ/kg)	1	-352,67	-369,92	-387,16	-404,41	-421,68	-439,02	-456,47	-473,99	-491,48	-508,93	
	2	-352,67	-369,92	-387,16	-404,41	-421,69	-439,03	-456,48	-474,01	-491,49	-508,94	
	3	-352,68	-369,93	-387,17	-404,42	-421,70	-439,04	-456,50	-474,02	-491,51	-508,96	
	4	-352,68	-369,93	-387,18	-404,43	-421,71	-439,05	-456,51	-474,03	-491,52	-508,98	
	5	-352,69	-369,94	-387,18	-404,43	-421,71	-439,06	-456,52	-474,05	-491,54	-508,99	
	6	-352,69	-369,94	-387,19	-404,44	-421,72	-439,07	-456,53	-474,06	-491,55	-509,01	
	7	-352,69	-369,95	-387,19	-404,45	-421,73	-439,08	-456,54	-474,07	-491,57	-509,03	
	8	-352,70	-369,95	-387,20	-404,45	-421,74	-439,09	-456,56	-474,09	-491,58	-509,04	
	9	-352,70	-369,96	-387,20	-404,46	-421,75	-439,10	-456,57	-474,10	-491,60	-509,06	
	10	-352,71	-369,96	-387,21	-404,47	-421,76	-439,11	-456,58	-474,12	-491,61	-509,08	
	11	-352,71	-369,97	-387,22	-404,47	-421,76	-439,12	-456,59	-474,13	-491,63	-509,09	
	12	-352,72	-369,97	-387,22	-404,48	-421,77	-439,13	-456,60	-474,14	-491,64	-509,11	
Specific heat; (kJ/kg-C)	1	1,1604	1,1596	1,1596	1,1606	1,1632	1,1685	1,1797	1,1773	1,1748	1,1723	
	2	1,1605	1,1597	1,1597	1,1607	1,1633	1,1687	1,1798	1,1774	1,1749	1,1724	
	3	1,1605	1,1597	1,1597	1,1608	1,1634	1,1688	1,1799	1,1775	1,1750	1,1726	
	4	1,1606	1,1598	1,1598	1,1609	1,1635	1,1690	1,1800	1,1776	1,1751	1,1727	
	5	1,1606	1,1598	1,1599	1,1609	1,1636	1,1691	1,1801	1,1777	1,1752	1,1728	
	6	1,1606	1,1599	1,1599	1,1610	1,1637	1,1693	1,1802	1,1778	1,1753	1,1729	
	7	1,1607	1,1599	1,1600	1,1611	1,1638	1,1694	1,1803	1,1779	1,1754	1,1730	
	8	1,1607	1,1600	1,1600	1,1612	1,1639	1,1696	1,1804	1,1780	1,1755	1,1731	
	9	1,1608	1,1600	1,1601	1,1613	1,1640	1,1697	1,1806	1,1781	1,1757	1,1732	
	10	1,1608	1,1601	1,1602	1,1613	1,1641	1,1699	1,1807	1,1782	1,1758	1,1733	
	11	1,1609	1,1601	1,1602	1,1614	1,1642	1,1700	1,1808	1,1783	1,1759	1,1734	
	12	1,1609	1,1602	1,1603	1,1615	1,1643	1,1702	1,1809	1,1784	1,1760	1,1735	

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Hot Tubeside Fluid	Inlet			Outlet		
Fluid name						
Temperature (C)	600,00			141,45		
Pressure (kPa)	107,002			91,789		
Weight fraction vapor (--)	1,0000			1,0000		
Vapor Properties						
Density (kg/m3)	0,4236			0,7703		
Viscosity (mN-s/m2)	0,0370			0,0217		
Conductivity (W/m-C)	0,0620			0,0314		
Heat capacity (kJ/kg-C)	1,2136			1,1004		
Molecular weight (--)	28,7323			28,7323		
Liquid Properties						
Density (kg/m3)	--			--		
Viscosity (mN-s/m2)	--			--		
Conductivity (W/m-C)	--			--		
Heat capacity (kJ/kg-C)	--			--		
Molecular weight (--)	--			--		
Latent heat (kJ/kg)	--			--		
Surface tension (mN/m)	--			--		
Molar Composition						
	Vapor	Liquid	K-Value	Vapor	Liquid	K-Value
1 Carbon Dioxide	0,1009	--	--	0,1009	--	--
2 Nitrogen	0,6995	--	--	0,6995	--	--
3 Water (IAPWS 1997)	0,1255	--	--	0,1255	--	--
4 Argon	0,0082	--	--	0,0082	--	--
5 Oxygen	0,0659	--	--	0,0659	--	--

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Cold Shellside Fluid	Inlet	Outlet				
Fluid name						
Temperature (C)	98,90	529,80				
Pressure (kPa)	430,606	417,150				
Weight fraction vapor (--)	1,0000	1,0000				
Vapor Properties						
Density (kg/m3)	3,7742	1,6894				
Viscosity (mN-s/m2)	0,0206	0,0356				
Conductivity (W/m-C)	0,0315	0,0597				
Heat capacity (kJ/kg-C)	1,1735	1,2168				
Molecular weight (--)	27,0225	27,0225				
Liquid Properties						
Density (kg/m3)	--	--				
Viscosity (mN-s/m2)	--	--				
Conductivity (W/m-C)	--	--				
Heat capacity (kJ/kg-C)	--	--				
Molecular weight (--)	--	--				
Latent heat (kJ/kg)	--	--				
Surface tension (mN/m)	--	--				
Molar Composition						
	Vapor	Liquid	K-Value	Vapor	Liquid	K-Value
1 Air	0,8229	--	--	0,8229	--	--
2 Water (IAPWS 1997)	0,1771	--	--	0,1771	--	--

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units
Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles
Shell Data

Service type	Generic Shell and Tube
TEMA type	AES
Run mode	Design
Hot fluid location	Tubeside
Number of shells in series	1
Number of shells in parallel	1
Shell inside diameter	718,182 mm
Flow in 1st tubepass	Countercurrent
Train flow direction	Countercurrent

Reboiler Data

Reboiler type	No piping specified
Inlet pressure location	Inlet nozzle

Tube Data

Tube type	Plain
Tube outside diameter	15,000 mm
Tube wall thickness	1,500 mm
Tube pitch	18,750 mm
Tube pitch ratio	1,250
Tubepasses per shell	1
Tube pattern	45 degrees
Tube count method	Rigorous
Tube length	8,500 m
Tube material	Carbon steel

Tubepass Arrangement Data

Force symmetric layout	No
Force cleaning lanes	No
Tubes to remove for tie rods	Calculated

Baffle Data

Baffle type	Single segmental
Baffle orientation	Program sets
Number of crosspasses	15
Variable baffle spacing	No
Window cut from baffles	No

Clearance Data

Number of seal strip pairs	Calculated
Baffle clearance type	TEMA
Block A stream	No
Block E stream	No
Block F stream	No
Number of passlane seal rods	Calculated

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units
Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles
Nozzle Data

Number of shellside inlet nozzles	1
Number of shellside outlet nozzles	1
Number of tubeside inlet nozzles	1
Number of tubeside outlet nozzles	1
Radial position on shell inlet nozzle	Program decides
Longitudinal position on shell of inlet nozzle	At rear head
Radial position on shell outlet nozzle	Program decides
Tubeside entry type	Radial
Tubeside inlet position	Front head
Tubeside exit type	Same as inlet
Front head location	Left

Impingement Data

Impingement device present	If required by TEMA
Impingement type	Circular plate

Optional Geometry Data

Small exchanger	No
Tubesheet type	Single
Shell expansion joint	No
Floating head support type	None
Insulated longitudinal baffle	No

Process Conditions Data

	Hot Fluid	Cold Fluid
Phase condition	Sensible gas	Sensible gas
Flow rate	1,2400	1,2910 kg/s
Inlet vapor fraction	1	1
Outlet vapor fraction	1	1
Inlet temperature	600,00	98,90 C
Outlet temperature		529,80 C
Inlet Pressure	107,000	430,600 kPa
Duty multiplier		1

Hot Fluid Property Data

Physical property method	Component by component properties
Heat release method	Program calculated
Flash type	Integral
Quantity units	Weight
Temperature interpolation option	Program
Number of components	5

Hot Fluid Component Data

Component number	1	2	3
Component name	Carbon Dioxide	Nitrogen	Water (IAPWS 1997)
Comp. bank name	Carbon Dioxide	Nitrogen	Water (IAPWS 1997)
Component bank	HTRI/DIPPR	HTRI/DIPPR	HTRI/DIPPR
Component code	2	131	1
Component phase	Mixed	Mixed	Mixed
Component quantity	15,46	68,19	7,87

Released to the following organization:

 Microsoft
 Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Hot Fluid Component Data

Component number	4	5
Component name	Argon	Oxygen
Comp. bank name	Argon	Oxygen
Component bank	HTRI/DIPPR	HTRI/DIPPR
Component code	208	201
Component phase	Mixed	Mixed
Component quantity	1,144	7,336

Cold Fluid Property Data

Physical property method	Component by component properties
Heat release method	Program calculated
Flash type	Integral
Quantity units	Weight
Temperature interpolation option	Program
Number of components	2

Cold Fluid Component Data

Component number	1	2
Component name	Air	Water (IAPWS 1997)
Comp. bank name	Air	Water (IAPWS 1997)
Component bank	HTRI/DIPPR	HTRI/DIPPR
Component code	3	1
Component phase	Vapor	Mixed
Component quantity	0,8819	0,1181

Design Geometry Data

	Minimum	Maximum	Step Size
Vary shell diameter	500,000	800,000	100,000 mm
Vary tube length	8,000	9,000	1,000 m

Design Options Data

End baffle spacing equal to central	Program decides
Minimize number of baffles	No
Crosspass design	Program control
Tube-pass design sequence	Even 2,4,6

Control Methods Data

Shellside friction factor method	Commercial
Tubeside friction factor method	Commercial
Pure longitudinal flow	No
Pure component condensation	No
Condensing correlation	HTRI Proration
Mole fraction inerts	0
Momentum exclusion	0 %
Pure component boiling	No
Check film boiling	Yes
Nucleate boiling method	Physical property/theoretical boiling range
Component boiling method	Nucleate and convective

Released to the following organization:

Microsoft

Microsoft

Xist E Ver. 5.00 26.1.2011 14:36 SN: 1600211661

SI Units

Design - Horizontal Countercurrent Flow TEMA AES Shell With Single-Segmental Baffles

Control Safety Data

Cold fluid/shellside film coefficient multiplier	1
Cold fluid/shellside friction factor multiplier	1
Fraction of critical flux for film boiling	1
Hot fluid/tubeside film coefficient multiplier	1
Hot fluid/tubeside friction factor multiplier	1

Control User-Defined Methods Data

Add non-nucleate boiling	Yes
--------------------------	-----

Control Vibration Data

Damping factor method	HTRI Method
Include inlet vibration support	No
Include outlet vibration support	No

For

educational

use only