به نام خدا

دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ـ تبدیل انرژی

عنـــوان

شبیه سازی عددی میدان جریان و میدان دما در یک مبدل حرارتی لوله – پوسته از نوع جریان مخالف

استـــاد راهنما

دکتـــر سعید فـــراهـــت

استـــاد مشاور

دکتـــر حسیـــن عجم

تحقیق و نگارش

محمد مرادپور

پائیز ۸۲

۱۳۸۷ /۹/ ۲۳

۱۰۲۱۱۹

بسمه تعالی

صفحه الف

این پایان‌نامه با عنوان ***شبیه‌سازی عددی میدان جریان و میدان دما در یک مبدل حرارتی لوله - پوسته از نوع جریان مخالف*** قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ***مهندسی مکانیک*** گرایش ***تبدیل انرژی*** توسط دانشجو ***محمد مرادپور*** تحت راهنمائی استاد پایان‌نامه آقای ***دکتر سعید فراهت*** تهیه شده است.

استفاده از مطالب آن بمنظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می‌باشد٪

امضاء دانشجو

این پایان‌نامه ***شش*** واحد درسی شناخته می‌شود و در تاریخ ***۱۳۸۲/۱۲/۰۷*** توسط هیئت داوران بررسی و نمره ۱۳٫۵ با درجه عالی به آن تعلق گرفت٪

	نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
۱ـ استاد راهنما:	***دکتر سعید فراهت***		۱۳۸۷ /۹/ ۲۳
۲ـ استاد مشاور:	***دکتر حسین عجم***		
۳- داور ۱:	***دکتر جواد ابوالفضلی اصفهانی***		
۴ـ داور ۲:	***دکتر سیدمسعود حسینی سروری***		
۵ـ تحصیلات تکمیلی:	***دکتر فرهاد شهرکی***		

تقدیم به :

روح پاک مادرم

که شوق آموختن را در من به ودیعه نهاد

سپاسگزاری

با سپاس از خداوند متعال که مرا در زندگی یاری فرمود و مرا مورد لطف و رحمت خویش قرار داد.

با تشکر و قدردانی از زحمات استاد ارجمندم جناب آقای دکتر سعید فراهت و همچنین آقای دکتر حسین عجم که مرا در انجام این پایان نامه یاری فرمودند. همچنین از اساتید کمیته پایان نامه که از محضر ایشان کسب فیض نمودم ، کمال تشکر را دارم . در پایان مراتب قدردانی خود را از تمام کارکنان دلسوز دانشگاه و تمام عزیزانی که مرا در راه تحصیل علم یاری نمودند، ابراز می دارم .

چکیده

بررسی و مطالعه اثرات کوپلینگ حرارتی سیال گرم و سرد در مبدلهای حرارتی چند لوله ای که اصطلاحا ((multis)) خوانده می شوند از اهمیت زیادی در طراحی و محاسبه راندمان این مبدلها که در واقع مبنایی برای درک رفتار حرارتی مبدلهای پیچیده تر هستند ، بر خوردار است . به منظور مطالعه اثر کوپلینگ حرارتی ، ما در این تحقیق انتقال حرارت مزدوج بین دوسیال در مبدلهای حرارتی چند لوله ای را مورد مطالعه قرار داده ایم . جریان درلوله های داخلی و پوسته ، آرام ،کاملا توسعه یافته و دائمی فرض شده است و تغییرات خواص فیزیکی سیالها و تغییرات ضریب هدایت حرارتی دیواره های جدا کننده با درجه حرارت در نظر گرفته شده است .

معادلات حاکم بر جریان سیال در داخل لوله ها و پوسته شامل معادله پیوستگی ، ممنتوم و انرژی نوشته شده است و ساده سازیهای لازم بر اساس فرض های صورت گرفته انجام شده است . همچنین معادله انرژی برای دیوارهای جدا کننده که عامل انتقال حرارت از ناحیه پوسته به سیال داخل لوله ها می باشد مطالعه شده است . سپس هندسه مورد نظر (مبدل حرارتی) درنرم افزار (Gambit) شبکه بندی شده و معادلات فوق برای بدست آوردن توزیع سرعت (میدان جریان) وتوزیع درجه حرارت (میدان دما) و شارحرارتی به کمک نرم افزار Fluent به صورت عددی حل شده و نهایتا عدد نوسلت در ناحیه پوسته و نیز ناحیه داخل لوله ها بدست آمده است .

همچنین تاثیر پارامتر هدایت محوری و خواص متغیر بر عدد نوسلت ، توزیع دما و دمای متوسط مخلوط سیالها مورد بررسی قرار گرفته است ،به کمک اطلاعات مربوط به میدان دما و میزان حرارت انتقال یافته ، راندمان مبدل محاسبه شده است .

نتایج این پروژه نشان می دهد که عملکرد حرارتی مبدل چند لوله ای در حالت خواص متغیر نسبت به حالت خواص ثابت دارای افزایش است و راندمان برای جنس های متعارف به کار رفته برای لوله ها (مانند فولاد ، مس و آلومینیم) افزایش می یابد ، با توجه به اینکه مبدلهای مورد مطا لعه ، مبنای کارمحاسبات مبدل های حرارتی می باشند از این نتایج می توان برای سایر مبدلها نیز استفاده کرد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فهرست اشکال

علایم اختصاری

فصل اول – مقدمه و تاریخچه ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- انواع مبدلهای حرارتی ۲

۱-۲-۱- مبدلهای حرارتی multis,Double-pipe ۳

۱-۳- محاسبات کلاسیک مبدلهای حرارتی چند لوله ای ۱۰

۱-۳-۱- محاسبه انتقال حرارت ۱۰

۱-۳-۲- محاسبه ضریب کلی انتقال حرارت ۱۱

۱-۳-۳- محاسبه اختلاف دمای متوسط ۱۲

۱-۳-۴- افت فشار جریان در لوله و پوسته (بدون تغییر فاز) ۱۳

۱-۴- تاریخچه ۱۴

فصل دوم – مقدمه ای بر CFD ۲۱

۲-۱- نحوه کارکرد یک برنامه CFD ۲۲

۲-۱-۱- پیش پرداز نده ۲۲

۲-۱-۲-حل کننده ۲۳

۲-۱-۳- پس پردازنده ۲۶

۲-۱-۴-حل مساله به کمک CFD ۲۷

۲-۲- مقدمه ای بر fluent به عنوان نرم افزار مورد استفاده درپایان نامه ۳۰

۲-۲-۱- روش حل ۳۲
۲-۲-۲-شرایط مرزی ۳۲
۲-۲-۳- قدمهای اصلی حل مساله ۳۴
فصل سوم – تئوری تولید شبکه ۳۵
۳-۱-مقدمه ۳۵
۳-۲-شبکه سازی با سازمان ۳۶
۳-۲-۱-روش جبری ۳۷
۳-۲-۲-روش معادلات دیفرانسیل پاره ای ۳۸
۳-۲-۳- روش شبکه سازی با نگاشت همدیس ۳۸
۳-۳- شبکه سازی بی سازمان ۳۹
۳-۳-۱- روش حجم محدود ۴۰
۳-۳-۲- اختلاف بین روشهای دیفرانسیلی و انتگرالی ۴۰
۳-۳-۳- سیستم تولید شبکه در روش حجم محدود ۴۲
۳-۳-۴- تولید شبکه بر پایه مختصات کارتزین ۴۲
۳-۳-۵- شبکه منطبق برمرز ۴۳
۳-۳-۶- روش مجزا سازی دامنه ۴۴
۳-۴-خواص موثر درشبکه سازی ۴۶
۳-۴-۱- خاصیت تعامد شبکه ۴۶
۳-۴-۲- خاصیت همواری شبکه ۴۶
۳-۴-۳-خاصیت نسبت منظری اجزاء ۴۷
۳-۴-۴- خاصیت نسبت لبه ها ۴۸
۳-۴-۵- خاصیت انحراف از تساوی زوایا ۴۸

۳-۴-۶- خاصیت انحراف از تساوی سطوح ۴۹

فصل چهارم – معادلات حاکم وروش حل عددی آنها ۵۰

۴-۱- شرح مساله ۵۰

۴-۲- فرضیات مساله ۵۲

۴-۳- معادلات بقایی برای جریان آرام ۵۲

۴-۳-۱- معادله بقای جرم (پیوستگی) ۵۳

۴-۳-۲- معادله بقای اندازه حرکت ۵۳

۴-۳-۳- معادله بقای انرژی ۵۴

۴-۴- معادله انرژی درجسم جامد هادی ۵۵

۴-۴-۱- تغییرات ضریب هدایت نسبت به دما ۵۵

۴-۵- مدلسازی ۵۶

۴-۵-۱-تولید شبکه ۵۶

۴-۵-۱-۱- مقدمه ۵۶

۴-۵-۱-۲- تولید شبکه ۵۹

۴-۵-۲- شرایط مرزی ۵۹

۴-۵-۲-۱- داخل لوله ها ۶۲

۴-۵-۲-۲- داخل پوسته ۶۲

۴-۵-۲-۳- جداره لوله ها و پوسته ۶۲

۴-۵-۳- روش عددی ۶۳

۴-۵-۴- محاسبه پارامترهای انتقال حرارت ۶۴

۴-۵-۴-۱- انتقال حرارت بین دو سیال و دیواره هادی ۶۴

۴-۵-۴-۲- دمای متوسط (بالک) درسیال داخل لوله ها وپوسته ۶۶

۴-۵-۴-۳-ضریب انتقال حرارت جابجایی در سیال داخل لوله ها و پوسته ۶۶
۴-۵-۴-۴- عدد نوسلت درسیال داخل لوله ها وپوسته ۶۷
فصل پنجم – نتایج ۶۸
۵-۱- مقدمه ۶۸
۵-۲- صحت نرم افزار ۶۹
۵-۳- نتایج ۷۳
۵-۳-۱- تاثیر خواص متغیر بر پارامترهای سیستم ۷۳
۵-۳-۲- اثر جنبش دیواره لوله ها بر پارامترهای سیستم ۷۵
۵-۳-۳- اثر نسبت بی بعد H ۷۶
۵-۳-۴- بررسی اثر عدد بی بعد Pe (پلکت) ۷۶
۵-۳-۵- اثر اندازه مبدل بر راندمان مبدل ۷۷
۵-۳-۶- نتایج بدست آمده برای دمای متوسط سیالها ۷۷
۵-۳-۷- نتایج بدست آمده برای توزیع سرعت ۷۷
۵-۳-۸- اختلاف بین انتقال حرارت سیال خارجی با دیواره (Q_2)وسیال داخلی (Q_1) ۷۸
۵-۳-۹- راندمان مبدل حرارتی ۷۹
منابع ۱۰۰
چکیده و صفحه عنوان به زبان انگلیسی

فهرست اشکال

شکل — صفحه

شکل ۱-۱- شمای یک مبدل حرارتی دو لوله ای ساده ۶

شکل۱-۲- شمای یک مبدل حرارتی دو لوله ای صنعتی ۶

شکل ۱-۳- شمای یک مبدل حرارتی چند لوله ای صنعتی ۶

شکل ۱-۴- توزیع درجه حرارت در مبدل حرارتی جریان مخالف ۱۲

شکل ۳-۱- نگاشت از دامنه فیزیکی به دامنه محاسباتی..... ۳۵

شکل ۳-۲- یک نمونه از شبکه منطقه ای برای محاسبات تفاضل محدود ۴۱

شکل ۳-۳- دامنه فیزیکی ۴۴

شکل ۳-۴- دامنه محاسباتی ۴۴

شکل ۳-۵- شبکه منطبق بر مرز برای دامنه منحنی الخط ۴۵

شکل ۳-۶- فضای محاسباتی (I,J,k) برای شبکه منطبق بر مرز..... ۴۵

شکل ۳-۷- نتیجه عملکرد یکنواخت سازی بر موقعیت نقطه ۴۷

شکل ۴-۱- یک مقطع از مبدل حرارتی ۴۸

شکل ۴-۲-۱/6مبدل حرارتی multi-tube به صورت برش قطاعی ۵۸

شکل ۴-۳- شبکه تولید شده برای لوله مرکزی مبدل حرارتی multi-tube..... ۶۰

شکل ۴-۴- شبکه تولید شده برای ۱/6 مبدل حرارتی multi-tube ۶۱

شکل ۴-۵- نمایش انتقال حرارت بین دیواره و سیال لوله و پوسته ۶۵

شکل ۵-۱- نمایش آزمایش دارست و لای ۶۹

شکل ۵-۲- مقایسه پروفیل سرعت برای نتایج عددی و تجربی در x=-.523 ..... ۷۱

شکل ۵-۳- مقایسه پروفیل سرعت برای نتایج عددی و تجربی درx=+1.96..... ۷۲

شکل ۵-۴- توزیع عدد نوسلت بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی دردو حالت خواص ثابت و خواص متغیر برای سیال داخل لوله ها $Pe=500$, $K_s=100$,$H=1$..... ۸۰

شکل ۵-۵ توزیع عدد نوسلت بر حسب طول بی بعد حرارتی در دو حالت خواص ثابت و خواص متغیر برای سیال پوسته $Pe=500$, $k_s=100$, $H=1$..... ۸۱

شکل ۵-۶- توزیع عدد نوسلت بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها $H=1$ ، $k_s=1$ ، $Pe=500$ ۸۲

شکل ۵-۷- توزیع عدد نوسلت بر حسب طول مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها$K_s=100,H=1$، $pe=500$ ۸۳

شکل ۵-۸- توزیع عدد نوسلت بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها $pe=1000$,$K_s=1,H=1$ ۸۴

شکل۵-۹- توزیع عدد نوسلت بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها$K_s=10,H=1$ ، $Pe=1000$ ۸۵

شکل ۵-۱۰- توزیع عدد نوسلت بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها $H=1$ ، $k_s=100$ ، $Pe=1000$ ۸۶

شکل ۵-۱۱- توزیع عدد نوسلت بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها$H=1$،$k_s=1000$،$Pe=1000$..... ۸۷

شکل ۵-۱۲- توزیع دمای بالک بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها $H=1$، $K_S=100$ ، $Pe=500$ ۸۸

شکل ۵-۱۳- توزیع دمای بالک بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها $pe=1000,K_s=1,H=.5$..... ۸۹

شکل ۵-۱۴- توزیع دمای بالک بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها $Pe=1000$، $K_s=10$ ، $H=.5$ ۹۰

شکل ۵-۱۵ - توزیع دمای بالک بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها H=.5 ، K_s=100 ، Pe =1000 ..... ۹۱

شکل ۵-۱۶- توزیع دمای بالک بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها H=1، K_s=1 ، Pe=1000 ..... ۹۲

شکل -۵-۱۷- توزیع دمای بالک بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها H=1، Ks=1000، Pe=1000 ..... ۹۳

شکل -۵-۱۸- تغییر پروفیل سرعت در قسمت توسط یافته هیدرو دینامیکی در دو مقطع عرضی از مبدل ۹۴

شکل ۵-۱۹- توزیع عدد نوسلت بر حسب طول بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها H=1 ، k_s=1 ، Pe=5000 ..... ۹۵

شکل ۵-۲۰- توزیع عدد نوسلت بر حسب طول بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها H=1 ، k_s=1 , Pe=10000 ..... ۹۶

شکل ۵-۲۱- توزیع شار حرارتی بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها H=1، k_s = 1 , Pe=1000 ..... ۹۷

شکل ۵-۲۲- توزیع شار حرارتی بر حسب طول بی بعد مبدل حرارتی برای سیال پوسته و لوله ها H=1، k_s = 100 ,Pe=1000 ..... ۹۸

شکل ۵-۲۳- توزیع عدد نوسلت برای سیال داخل لوله ها H=1 , k_s=100 ، Pe =500 از مرجع ۲۱ ..... ۹۹

شکل ۵-۲۴- توزیع عدد نوسلت برای سیال پوسته H=1 ، k_s=100 ، Pe =500 از مرجع ۲۱ ..... ۹۹

فهرست علائم اختصاری

a شعاع داخلی لوله ها

Cp گرمای ویژه در فشار ثابت

D_h قطر هیدرولیکی

H نسبت mc_p سیال پوسته به سیال لوله ها $H = \frac{(mc_p)_2}{(mc_p)_1}$

i آنتالپی در واحد جرم

K ضریب هدایت حرارتی

K_s ضریب هدایت حرارتی به بعد شده دیواره نسبت به سیال داخلی $k_s = \frac{k_w}{k_1}$

m نرخ جرم جریان

Nu عدد نوسلت $Nu = \frac{hL}{k}$

Pe عدد پلکت $Pe = Ud_h(c_p \rho / k)$

q شارحرارتی گذرنده از سطح دیواره لوله ها

Q حرارت گذرنده از سیال پوسته به سیال لوله ها

To دمای مطلق

u سرعت محوری با بعد

U سرعت محوری متوسط سیال

T دمای بی بعد شده $T = \frac{To_2}{To_1}$

δ ضخامت دیواره هادی لوله ها

θ زاویه بر حسب رادیان

فصل اول

مقدمه تاریخچه

۱-۱- مقدمه

مبدلهای حرارتی دستگاههایی هستند که به منظور انتقال انرژی حرارتی بین دو یا چند سیال به کار می روند. کاربرد مبدلهای حرارتی دارای اهمیت ویژه ای د رحوزه وسیعی از صنعت می باشد. مبدلهای حرارتی در پالایشگاهها ، نیروگاهها، اتومبیل ها ، سیستم های تبرید ، تهویه مطبوع و باز یاب حرارتی و بسیاری موارد دیگر به کار گرفته می شوند و از عوامل اصلی این واحدها محسوب می شوند.

مبدلهای حرارتی Double-pipe و Multi-tube ، به ترتیب شامل یک لوله یا چند لوله می باشند که داخل یک پوسته قرار گرفته اند ، یکی از سیالها در داخل لوله ها و سیال دیگر در داخل پوسته جریان دارد ، بطوریکه لوله های داخلی سطح انتقال حرارت سیستم را فراهم می کنند . در داخل لوله ها سیالی با دمای متفاوت از سیال پوسته جریان دارد .جریان سیالها می تواند هم جهت و یا در خلاف جهت هم باشد ، اساس کا راین مبدلها به این صورت می باشد که انرژی بین دو سیال که دارای دماهای متفاوتی می باشند و به وسیله یک دیواره رسانا (سطح لوله های داخلی) جدا شده اند مبادله می شود .

این مبدلها در اندازه ها و استانداردهای پذیرفته شده ای ساخته می شوند این استانداردها درادامه آورده شده است . مواد به کار رفته درلوله ها از کربن استیل ، آلیاژ ها ی کرم دار، فولاد زنگ نزن، مانل و تقریبا همه موادی که قابلیت جوشکاری دارند، می باشد .

مبدلهای حرارتی Multi-tube بسیار انعطاف پذیر می باشند به طور یکه می توان آنها را در طولهای مختلف و انواع لوله ها با جنس های گوناگون به کاربرد ، همچنین سوار کردن قطعات آن به سهولت انجام می شود . این مبدلها برای بارهای حرارتی زیاد دارای حجم بزرگی هستند وقیمت

آنها بر واحد سطح انتقال حرارت زیاد است . در ادامه به معرفی انواع مبدلهای حرارتی می پردازیم، سپس به شرح کامل مبدلهای حرارتی می پردازیم ،سپس به شرح کامل مبدلهای حرارتی Multi-tube می پردازیم .

۱-۲- انواع مبدلهای حرارتی

مبدلهای حرارتی مورد استفاده در صنعت را می توان در چهار دسته تقسیم بندی نمود .

Tubular : شامل مبدلهای لوله - پوسته ، air cooled ، double pipe و heat pipe

Plate: شامل مبدلهای gasketed ، gasketless ، spirial ، lamella ، Embossed plate-fin

high corrosion - resistant materials: شامل مبدلهای graphite ، glass ، teflon

Special : شامل مبدلهای rotary regenerator ، Electrically heated

مبدلهای حرارتی که در دسته tubular قرار می گیرند ، معمولترین مبدلهایی هستند که در صنعت به کار می روند. طراحان مبدلهای حرارتی در تلاش برای بهبود کارایی این دستگاهها می باشند. این مستلزم دانستن توزیع سرعت (میدان جریان) و میدان دما در مبدلهای حرارتی می باشد . تست های تجربی معمولا بسیار گران تمام می شوند در حالیکه مشابه سازی عددی می تواند میدان جریان و دما را در یک مبدل حرارتی ، بسیار ارزان تراز تست تجربی برآورده سازد .

لازم است که طراحان و سازندگان، یک استاندارد را که حداقل استاندارد های لازم را برای طراحی، جنس ، ضخامت ، ساخت ، تلورانس ها ، تست ، نصب و کاربرد و نگهداری را رعایت نمایند . یک code مورد استفاده TEMA می باشد که در زیر به آن اشاره می شود .

Tubular Exchanger manufactures Association Inc.(TEMA)

یک استاندارد پذیرفته شده برای مبدلهای حرارتی tubular می باشد که به وسیله کمیته ای از نمایندگان ۲۷ شرکت سازنده آمریکایی آماده شد . «TEMA» سه استاندارد مکانیکی را برای طراحی ، ساخت و جنس مبدلهای حرارتی tubular به شرح زیر تعریف می نماید :

Class R : petrolium and related processing applications

Class C: commercial and general process applications

Class B : chemical process service

۱-۲-۱-مبدلهای حرارتی Multis، Double-pipe

ساختمان مبدلهای دو لوله ای شامل یک لوله (که ممکن است.صاف باشد یا دارای finهای طولی) که به صورت هم مرکز داخل یک لوله بزرگتر جا گرفته است می باشد . در نوع دیگر از این مبدلها، یک مجموعه از لوله های داخلی به جای یک لوله داخل لوله بزرگتر قرار می گیرند (همانند آنچه در این پایان نامه مطرح است) این مبدلها حرارتی را گاهی مبدل «hair pin»، «concentric pipe» ,«jacketed pipe», «jacketed U tube»می نامند .

مبدلهای Double-pipe بیشتر جریان مخالف دارند و به عنوان یک گزینه جایگزین برا ی مبدلهای حرارتی لوله پوسته می باشند ، بخصوص وقتی که سیالها دارای دبی کم ، یک اختلاف دمای زیاد و ظرفیت کمتر از 500.kw داشته باشیم ، تعداد لوله های مبدل حرارتی لوله - پوسته برای یک pass کمتر از 30 (لو له های با قطر خارجی 19.05mm) خواهد بود و قطر مبدل حرارتی لوله - پوسته کمتر از 200mm خواهد بود ، تحت این شرایط یک مبدل حرارتی لوله - پوسته، معمولا غیر اقتصادی هستند زیرا تعدادزیادی مبدل لوله - پوسته با قطر پوسته کم ، باید به صورت سری قرار گیرند که سرعتهای مناسب و جریان تقریبا مخالف را بوجود آورند .

لوله های داخلی به صورت فین دار ، وقتی استفاده می شوند که ضریب انتقال حرارت یکی از سیالها نصف یا کمتر از نصف ضریب انتقال حرارت سیال دیگر باشد . سیال با ضریب انتقال حرارت

پایین تر در داخل پوسته جریان می یابد و هندسه فین برای دستیابی به شرایط بهینه طراحی می شود .

یک مبدل Double-pipe ساده از دو لوله داخل هم که صفحه ای انتهای آنها را جوش داده است تشکیل می شود دراین صورت هیچ گونه فکری برای انبساط غیر یکسان لوله داخلی و خارجی و نیز تعمیر نگهداری آنها نشده است .(شکل ۱-۱)

در یک مبدل Double-pipe صنعتی این مشکل به این صورت حل شده است که در یک انتها دو لوله داخلی به یکدیگر جوش داده می شوند و تشکیل یک لوله U شکل را می دهند. در حالیکه دو لوله خارجی یا پوسته به وسیله یک header که به شکل یک cover تخت می باشد متصل می شوندشکل (۱-۲)

در یک انتهای دیگر مبدل حرارتی ، اتصالات خاص مورد استفاده همانطور که در شکل (۱-۲) می توان دید اجازه جدا شدن را دارند که اجازه بیرون کشیدن لوله U شکل داخلی را از سمت header می دهد . ring آب بند مورد استفاده بین لوله داخلی و پوسته معمولا از جنس Soft IRon می باشد ولی اتصالات سمت لوله ممکن است asbestos metal-jacketed یا spiral wound asbestos باشد .

مبدلهای چند لوله ای به عنوان ((multis)) شناخته می شوند همانند double pipe های ۱/۱ می باشند بجز اینکه یک دسته لوله U شکل ساده یا فین دار بجای تک لوله داخلی قرار می گیرند.

مدلهای مبدلهای Double pipe و multi-tube یک pass در جداول (۱-۱) و(۱-۲) به صورت استاندارد آورده شده است که مبدلهای Double pipe یک pass ،دارای shell به قطر 50.8-101.6mm می باشد (2-4in) و همانطور که مشاهده می شود لوله ها نیز دارای قطر خارجی 25.4mmتا 73mm (1- $2\frac{7}{8}$ in) می باشند .

مبدلهای multi-tube دارای shell به قطر 101.6-203.2mm (4-8in) می باشند و لوله هایی به قطر خارجی 19.05mm تا 25.4mm (1in-$\frac{3}{4}$). مبدلهای multi-tube با قطر shell بزگتر از 203.2mm (8in) در طراحی های خاص اگر مورد نیاز باشند موجود می باشند .

طراحی های صورت گرفته برای فشار تا 34.5 bar (500 lb/in^2) برای پوسته و لوله ها مناسب می باشند بجز برای مبدل multi-tube با قطر 203.2mm shell (8in) که تا فشار 20.7 بار (300 lb/in^2) مورد استفاده قرار می گیرد .

مبدلهای باکارایی استفاده در فشارهای بالاتر (تا 165.5bar) در ناحیه shell (2400 lb/in^2) و 345bar در داخل لوله ها (5000 lb/in^2) موجود می باشند .

طول مبدلهای مزبور بین 1.52mتا 7.62m متغیر می باشد که به صورت مضاربی از 1.52m می باشد . ماکزیم مساحت سطحی مبدل های double-pipe یک pass، $30m^2$ برای حالت fin دار و $3.5m^2$ برای حالت لوله های بدون فین می باشد . این مقدار برای مبدلهای multi-tubes به ترتیب $100m^2$ و $8.5m^2$ می باشد .

در جدول (۱-۱) اندازه های استاندارد برای مبدلهای مدل double-pipe و درجدول (۱-۲) این اندازه ها برای مدل multi-tubes آورده شده است .[1]

Fig 1.1 Basic double pipe

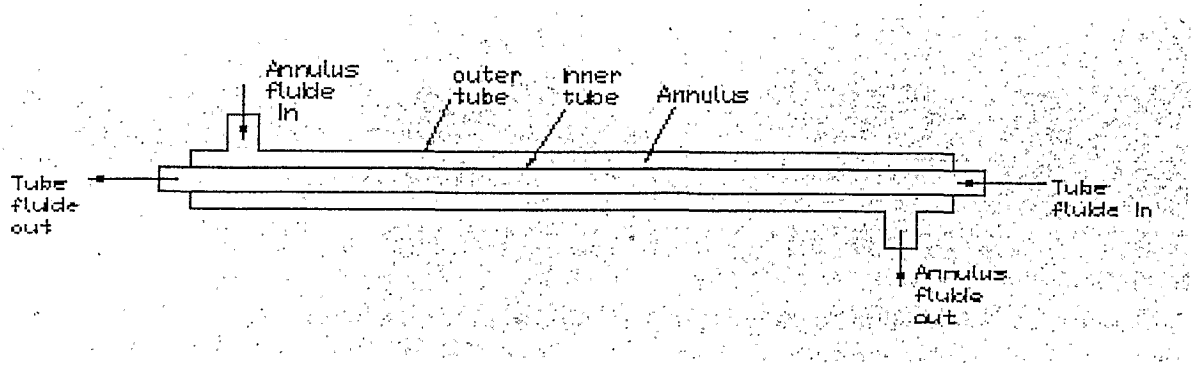

Fig . 1.2 Double pipe exchanger with single inner tube

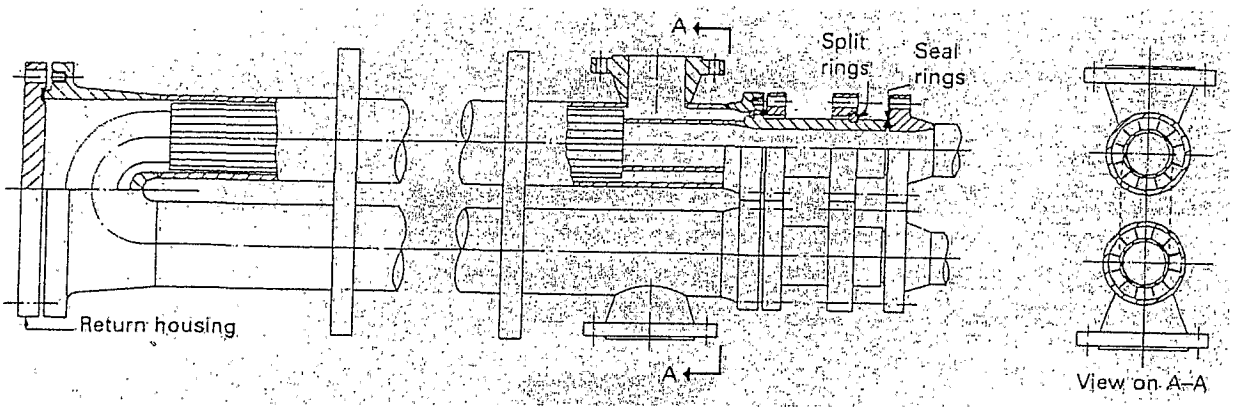

Fig . 1.3 Multi tube double-pipe exchanger