

۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی مکانیک

فصل اول: مبدل حرارتی، انواع و کاربردهای آن

مطالب مورد بحث:

تعریف مبدل حرارتی (مبادل گرمایی)
دسته بندی انواع مبدلهای حرارتی
کاربردهای گوناگون مبدلهای حرارتی

1. تعریف مبدل حرارتی (مبادل گرمایی)

✓ مبادل گرمایی وسیله ای است که در آن تبادل حرارت بین دو سیال یا منبع سرد و گرم صورت می گیرد و هدف از بکارگیری آن:

خنک کردن یا گرم کردن یک سیال به کمک سیال دیگر، دفع حرارت به محیط و یا خنک کردن و گرم کردن یک فضا است.

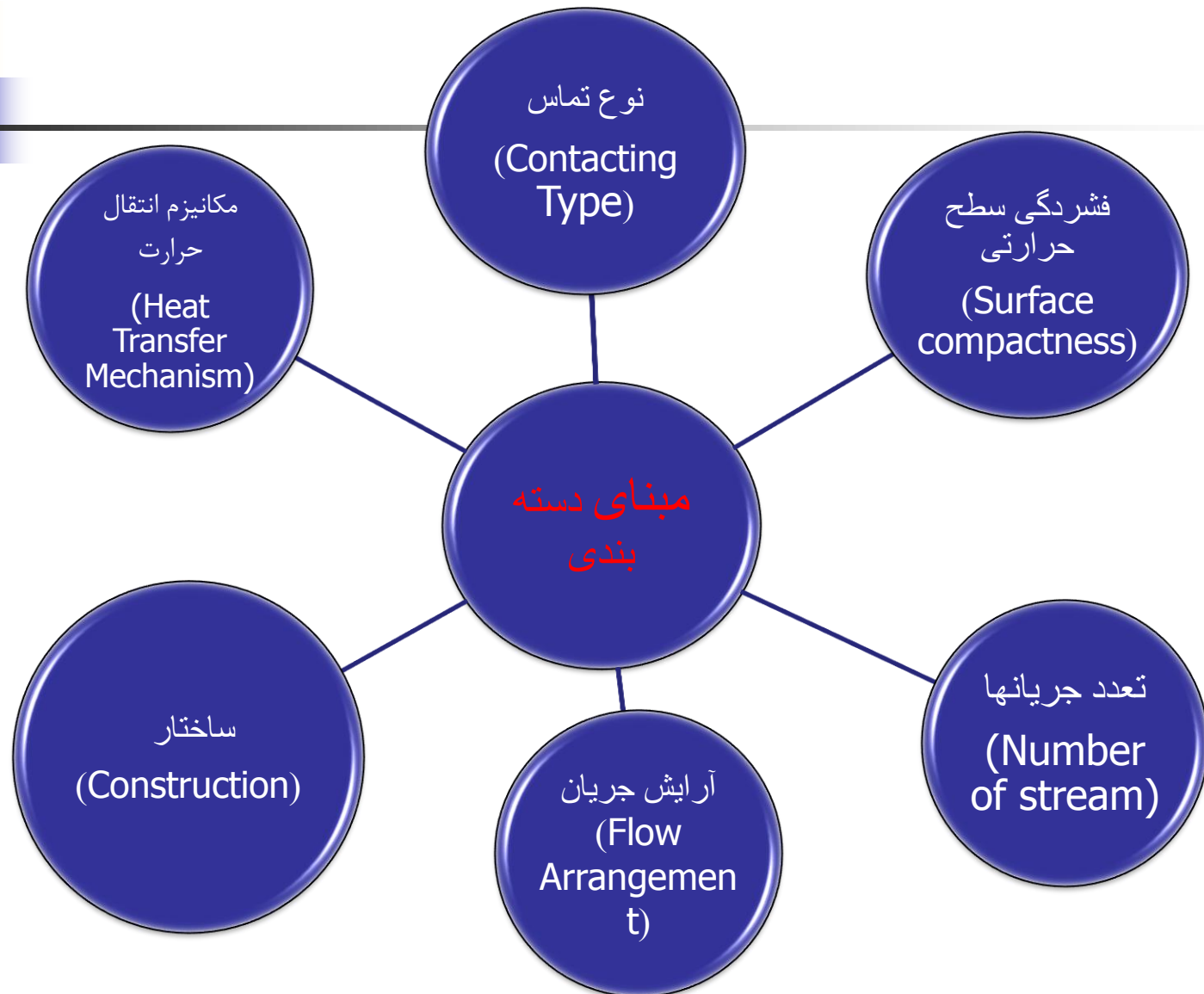
✓ مبادلهای گرمایی بخش مهمی از اغلب سیستم ها و تاسیسات حرارتی، برودتی، انرژی و حمل و نقل هستند.

✓ معمولاً در مبادلهای گرمایی محیط سرد و گرم در تماس مستقیم با یکدیگر نیستند و توسط یک جدار جامد از هم جدا شده اند. در عین حال نوع دیگری از وسایل تبادل گرما هستند که بین دو محیط تماس مستقیم برقرار می شود (برجهای خنک کن تماس مستقیم).

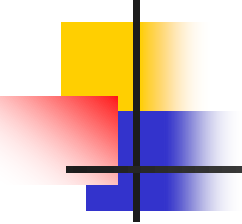
✓ هرچند که در اغلب مبادلهای گرمایی بین دو محیط تبادل گرما انجام می شود ولی وسایلی نیز وجود دارند که در آن انتقال جرم نیز صورت می گیرد.

در این درس ما فقط به بررسی انواع خاص و پرکاربردی از مبادلهای گرمایی تماس غیر مستقیم موسوم به مبادلهای گرمایی لوله ای Tubular Heat Exchangers می پردازیم.

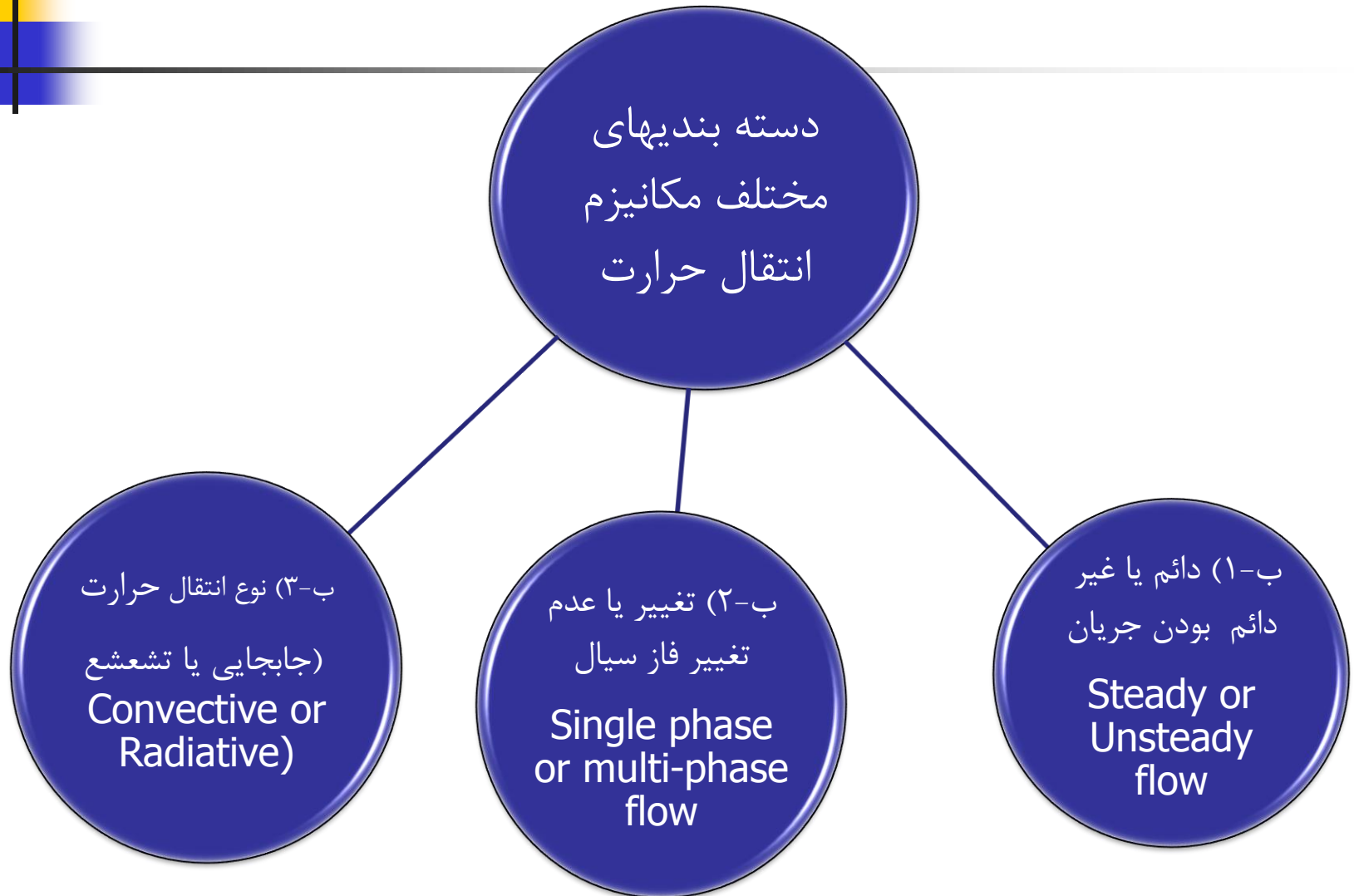
2. دسته‌بندی انواع مبدل‌های حرارتی:



الف) دسته بندی بر اساس نوع تماس:

- 
-
- ۱- مبدل‌های حرارتی تماس مستقیم Direct Contact
 - ۲- مبدل‌های حرارتی تماس غیر مستقیم Indirect Contact

ب) دسته بندی بر اساس نوع تبادل حرارت:

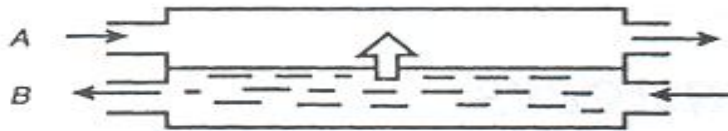


ب-1) دسته‌بندی بر اساس نوع تبادل حرارت دائمی یا غیردائم:

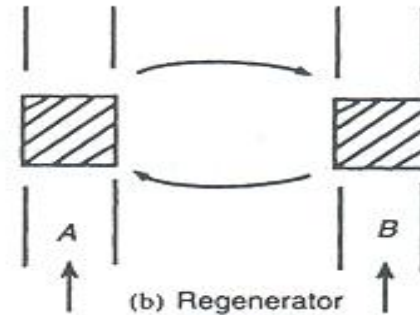
۱- مبدل‌های حرارتی جریان دائم یا ریکوپراتور Recuperator

۲- مبدل‌های حرارتی جریان تناوبی (غیر دائم) Regenerator

(i) Recuperator / Regenerator

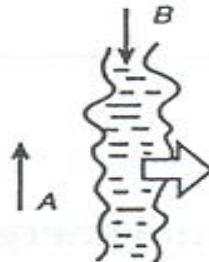


(a) Recuperator

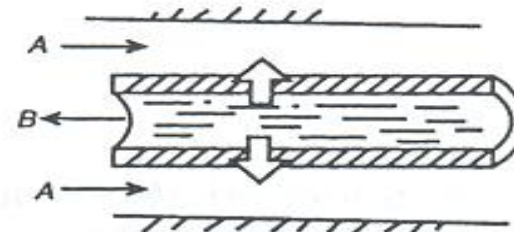


(b) Regenerator

(ii) Direct Contact / Transmural Heat Transfer

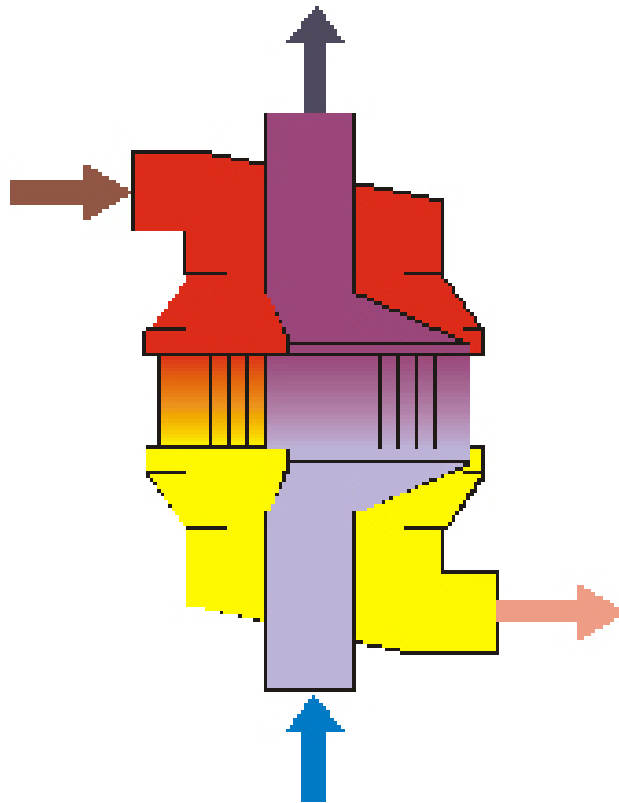


(c) Direct Contact Heat Transfer
Heat transfer across
interface between fluids

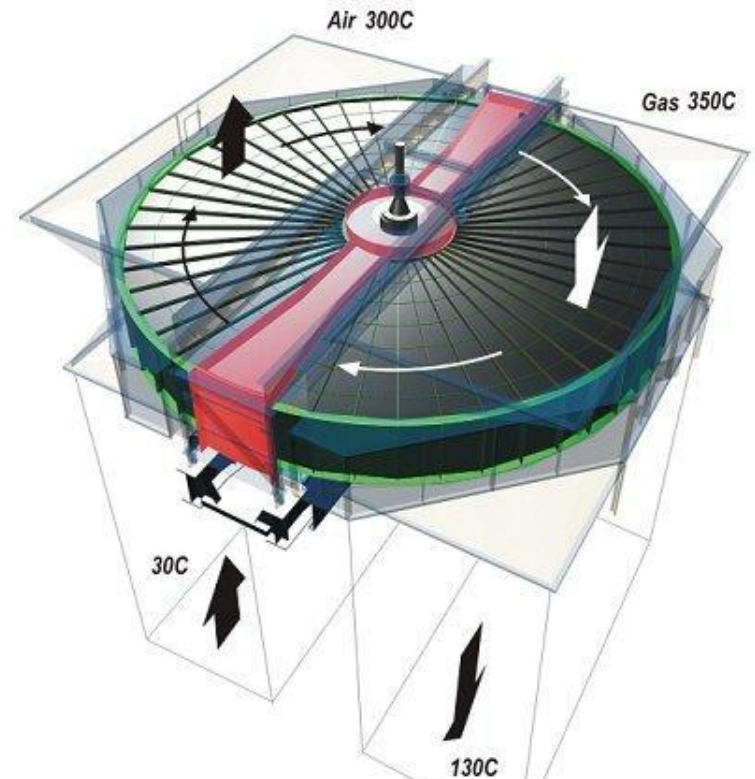


(d) Transmural Heat Transfer
Heat transfer through
walls: fluids not in contact

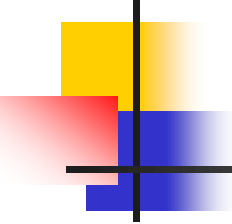
ب-1) دسته‌بندی بر اساس نوع تبادل حرارت دائم و غیردائم (ادامه):



Regenerative Heat Exchanger



Regenerative type Heat Exchanger



ب-۲) دسته بندی بر اساس مکانیزم تغییر فاز در تبادل حرارت:

۱- مبدل‌های حرارتی جریان تک فاز: گاز یا مایعات در دو طرف سرد و گرم مبدل

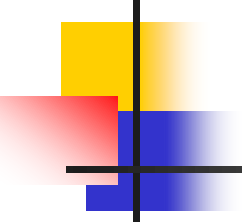
۲- مبدل‌های حرارتی جریان دو یا چند فاز

الف) چگالش: مانند کندانسورها

ب) جوشش: بویلرها **Boiler**، ریبویلرها **Reboiler**، تبخیر کننده

ها **Evaporator**

ج) مبدل‌های چند فاز: موارد بسیار نادر

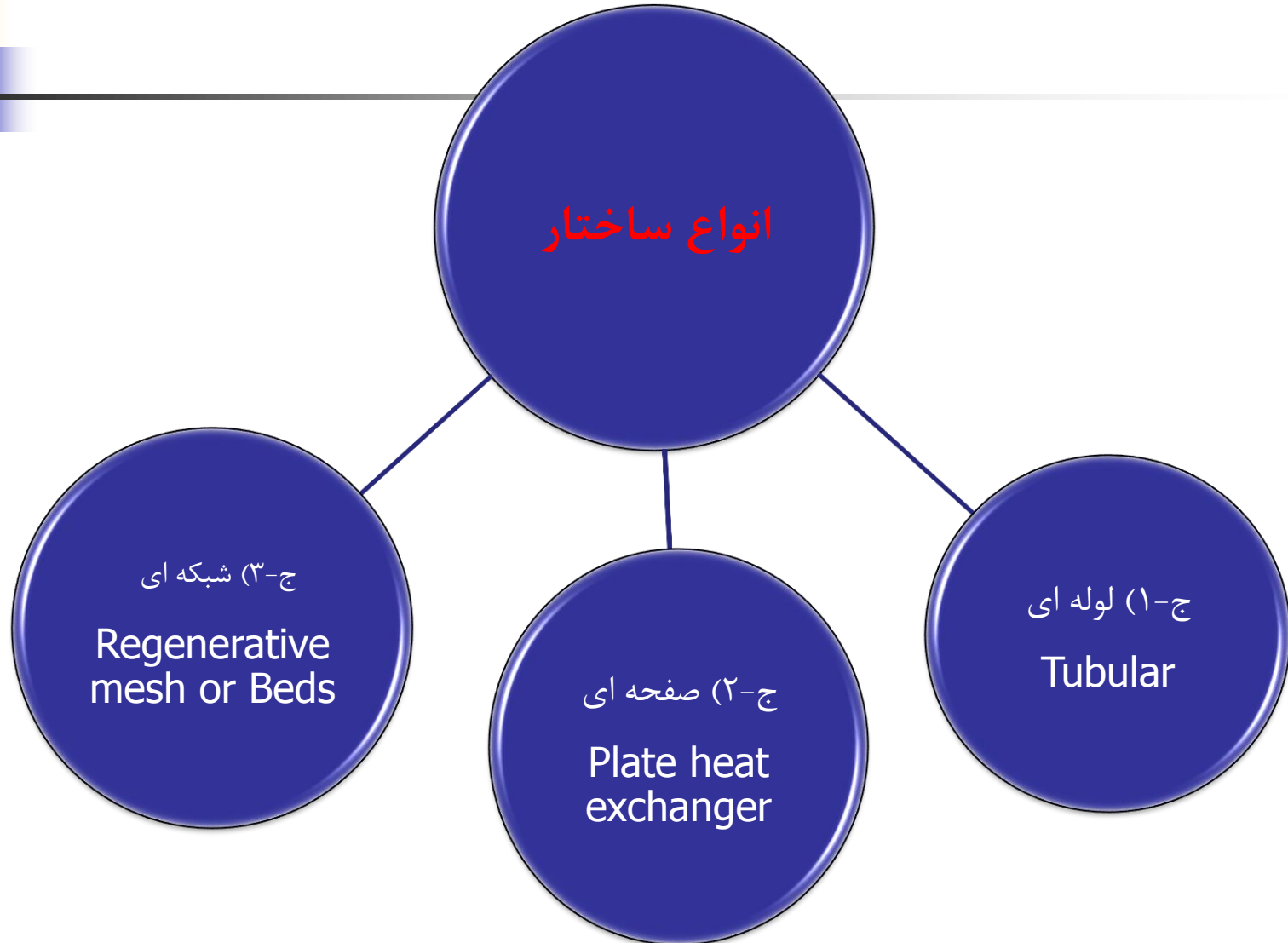


ب-۳) دسته بندی بر اساس مکانیزم غالب انتقال حرارت:

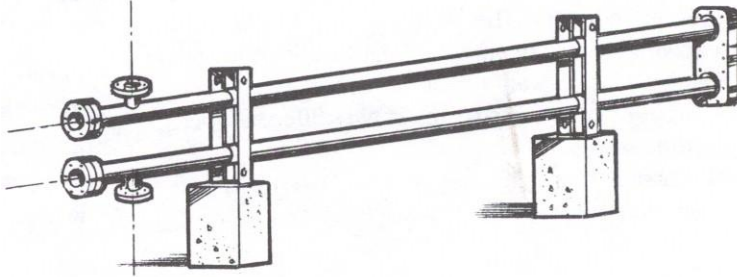
۱- مبدل‌های حرارتی تشعشعی Radiative heat transfer: انواع بویلرها، فایره‌یترها، کوره‌ها، بخاریهای دارای کوره، آبگرمکنهای گازی و غیره

۲- مبدل‌های با مکانیزم غالب انتقال حرارت جابجایی Convective heat transfer
نکته: در اغلب مبدل‌های حرارتی با انتقال حرارت تشعشع، انتقال حرارت جابجایی نیز وجود دارد ولی ممکن است سهم آن در مقایسه با تشعشع ناچیز باشد.

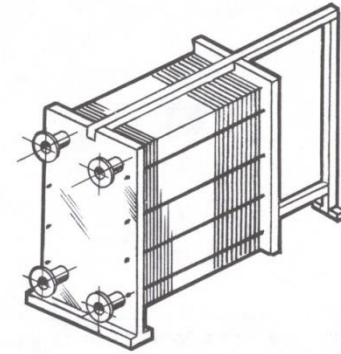
Construction: (ج) دستہ بندی براساس ساختار



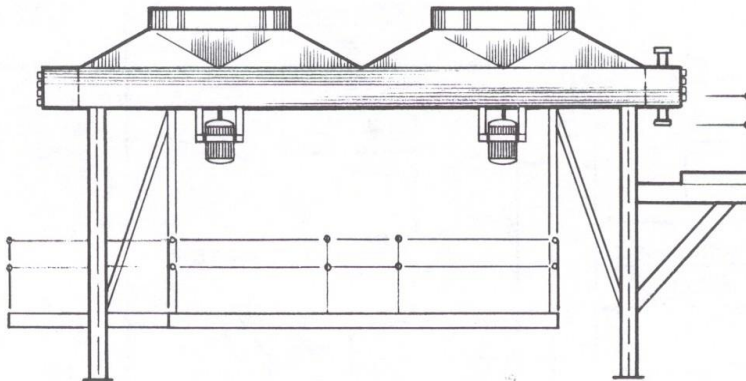
ج) دستبندی بر اساس ساختار (ادامه):



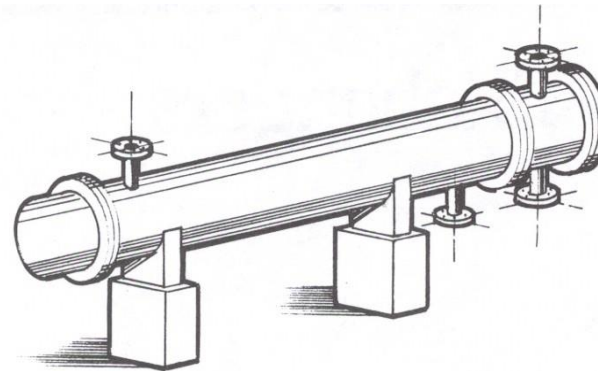
d. Double Pipe Exchanger



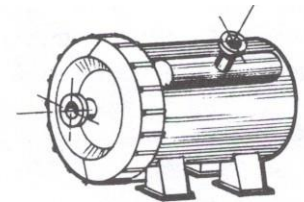
b. Plate Exchanger



e. Air Cooler Exchanger

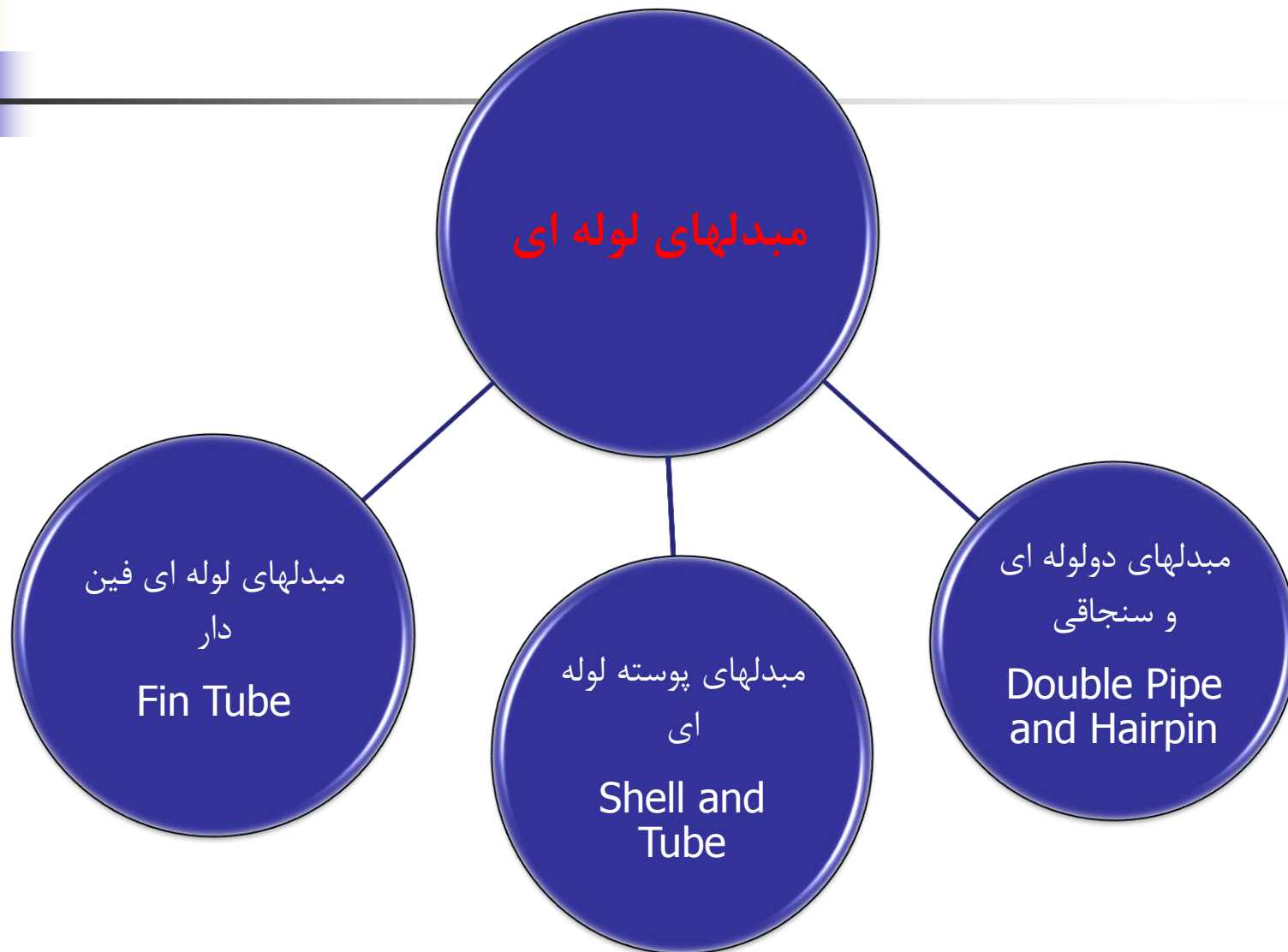


a. Shell and Tube Exchanger



c. Spiral Exchanger

ج-1) مبدل‌های حرارتی لوله‌ای Tubular heat exchangers

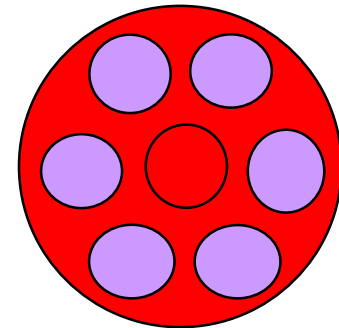


- Double Pipe or Hairpin مبدل‌های دو لوله ای و
سنجاقی

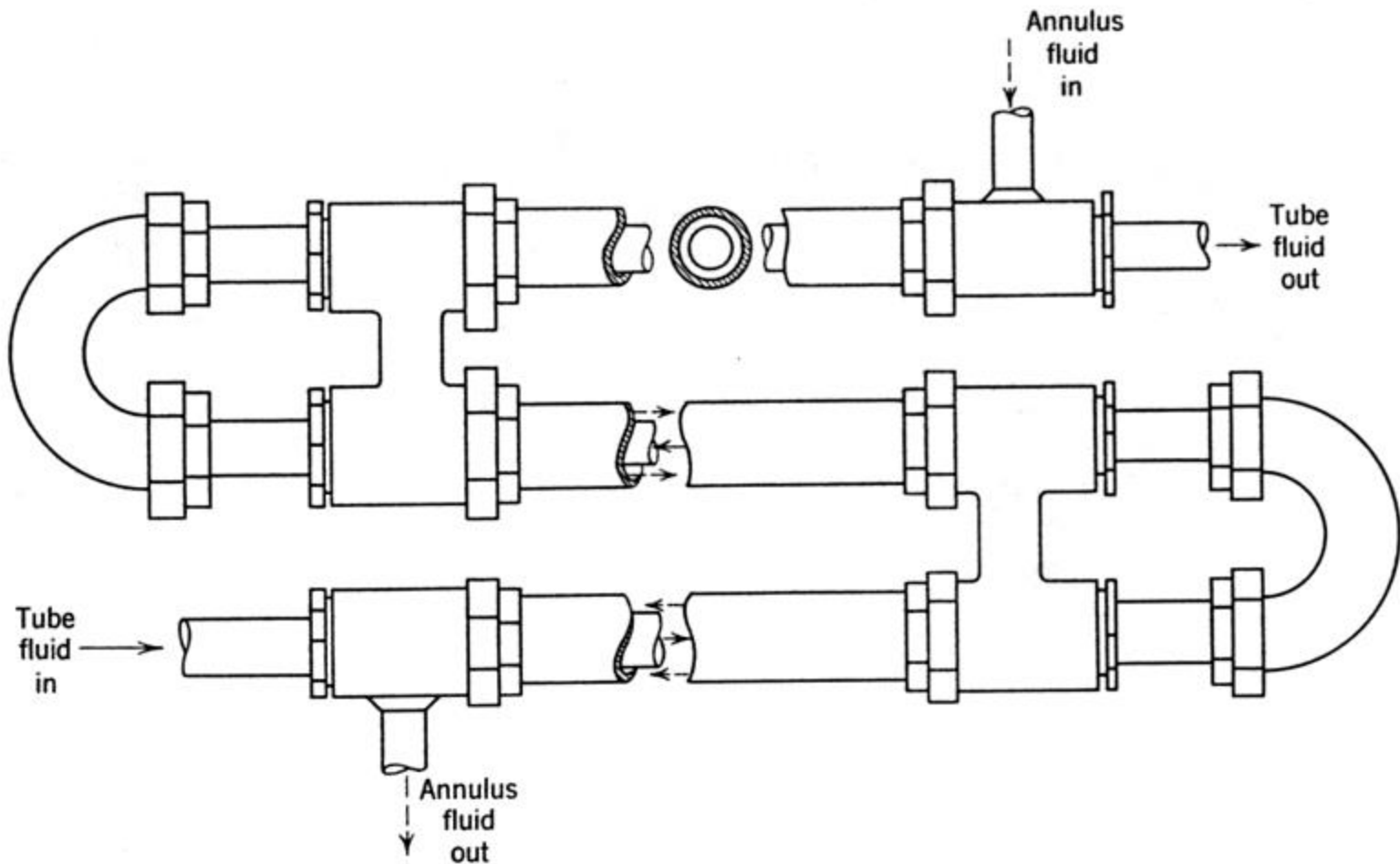
Simplest type has one tube inside another - inner tube may have longitudinal fins on the outside



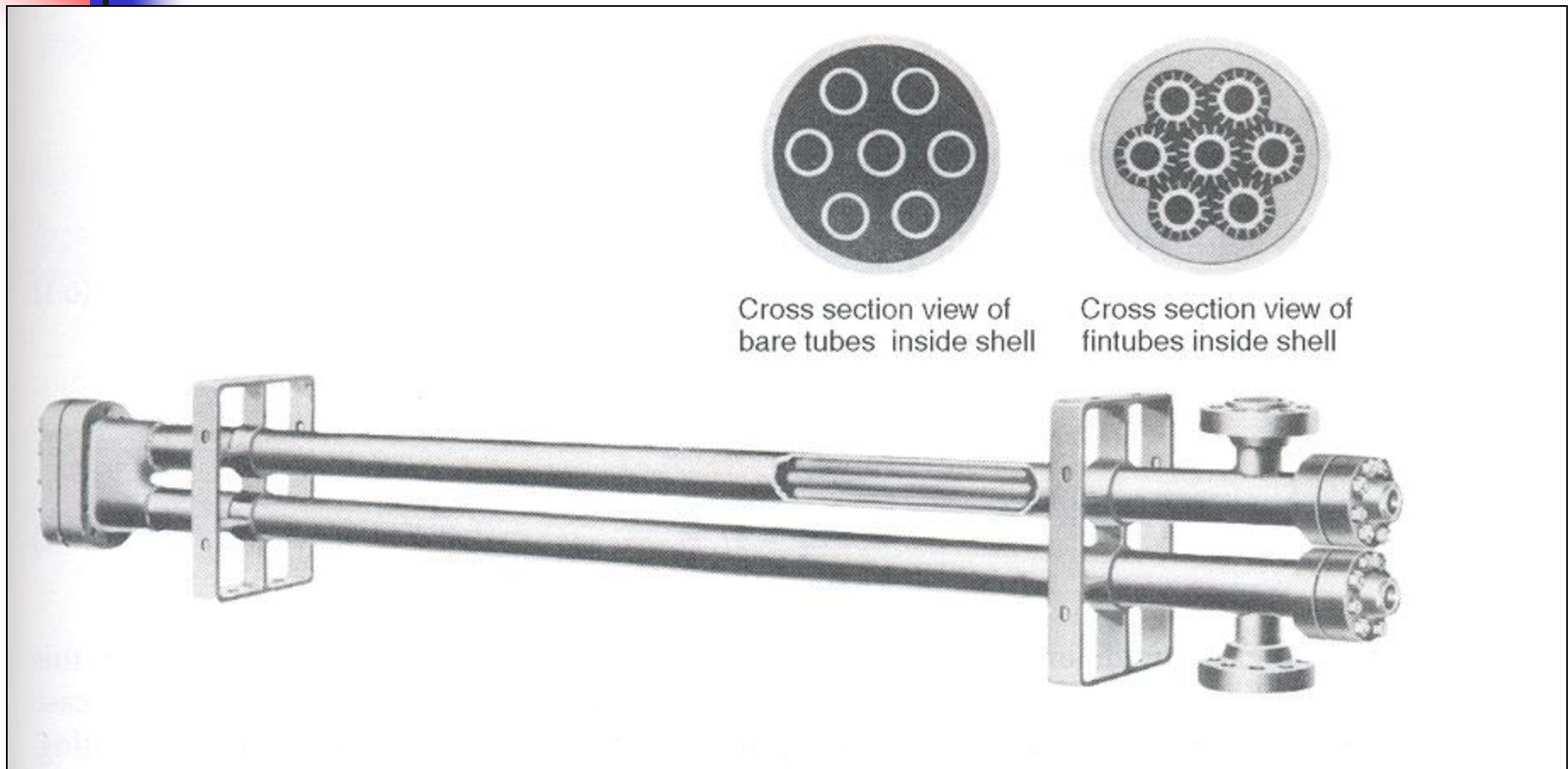
However, most have a number of tubes in the outer tube - can have very many tubes thus becoming a shell-and-tube



• Hairpin Double Pipe مبدل‌های دو لوله ای و سنجاقی (ادامه)



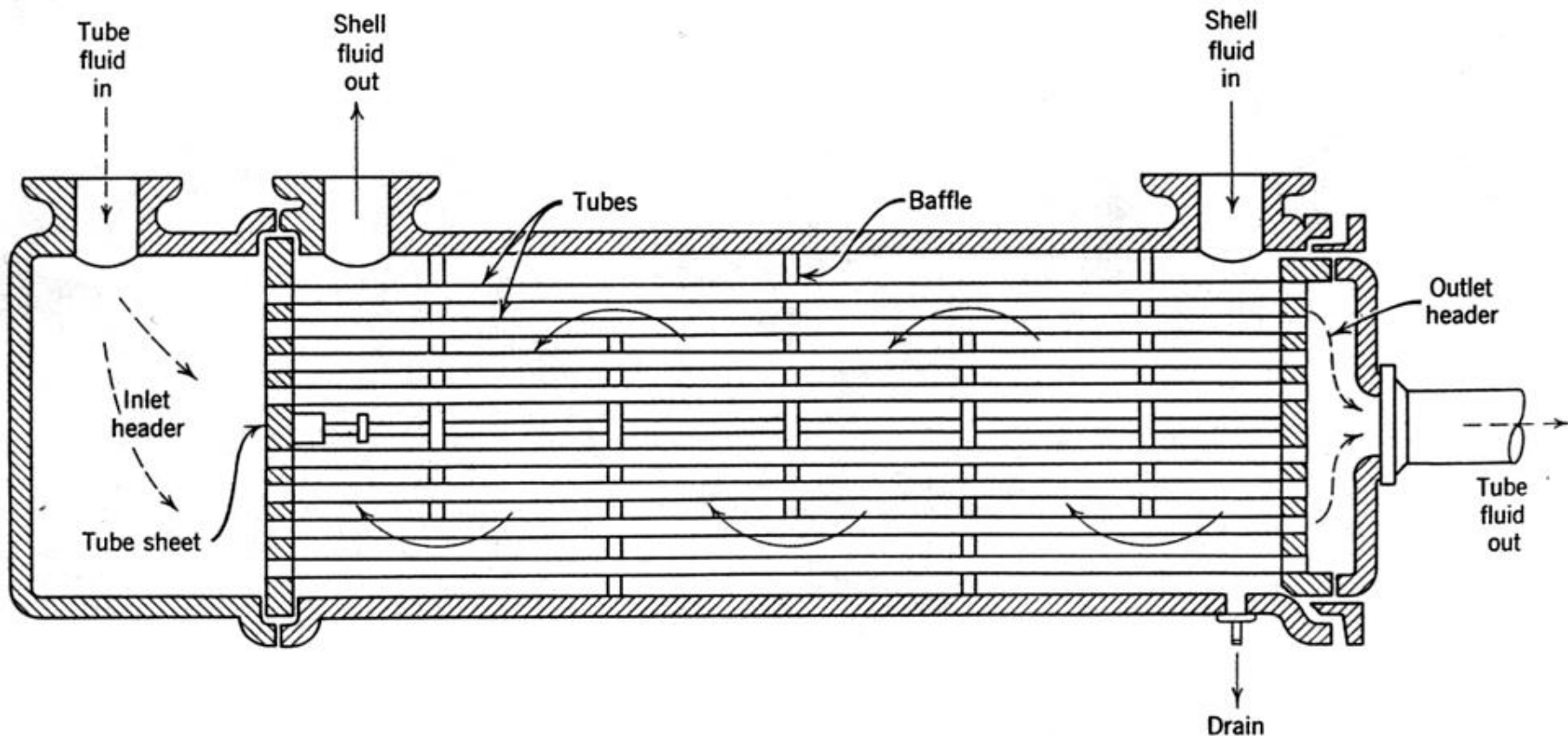
• Hairpin Double Pipe مبدل‌های دو لوله ای و سنجاقی (ادامه)



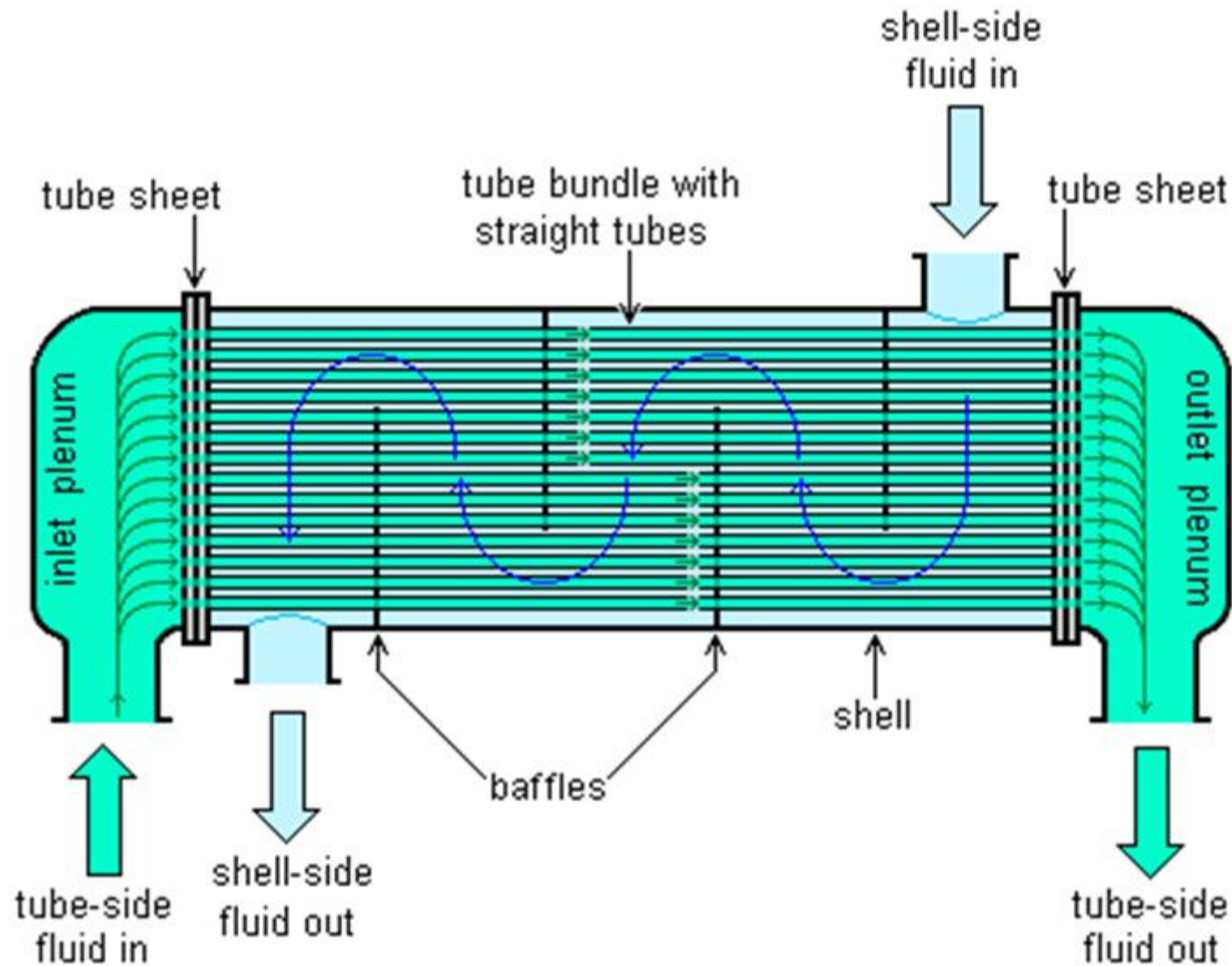
Hairpin heat exchanger

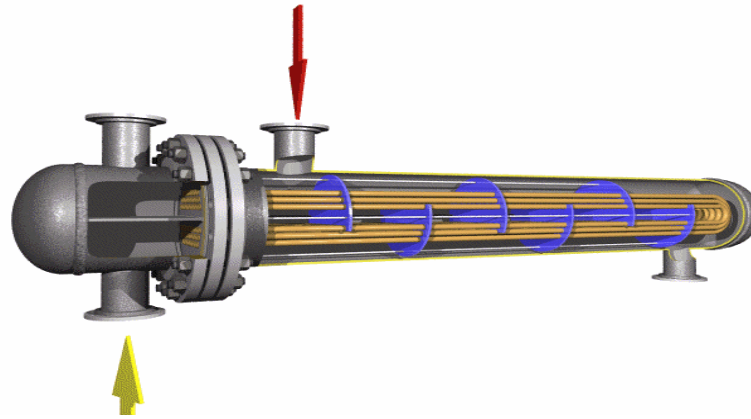


Shell-and-Tube Heat Exchanger



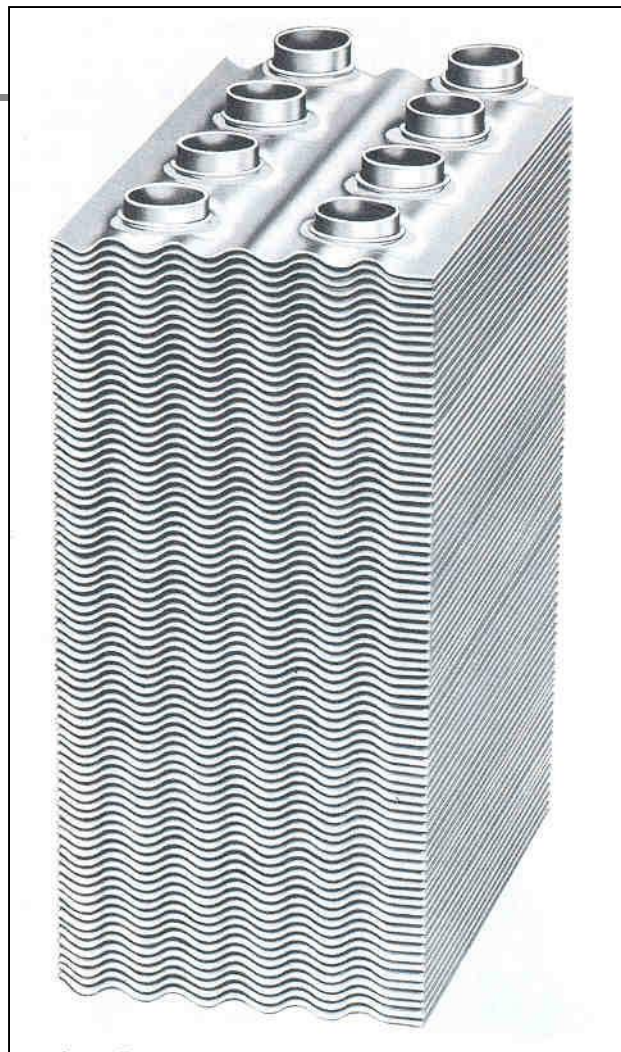
مبدل‌های پوسته-لوله ای:



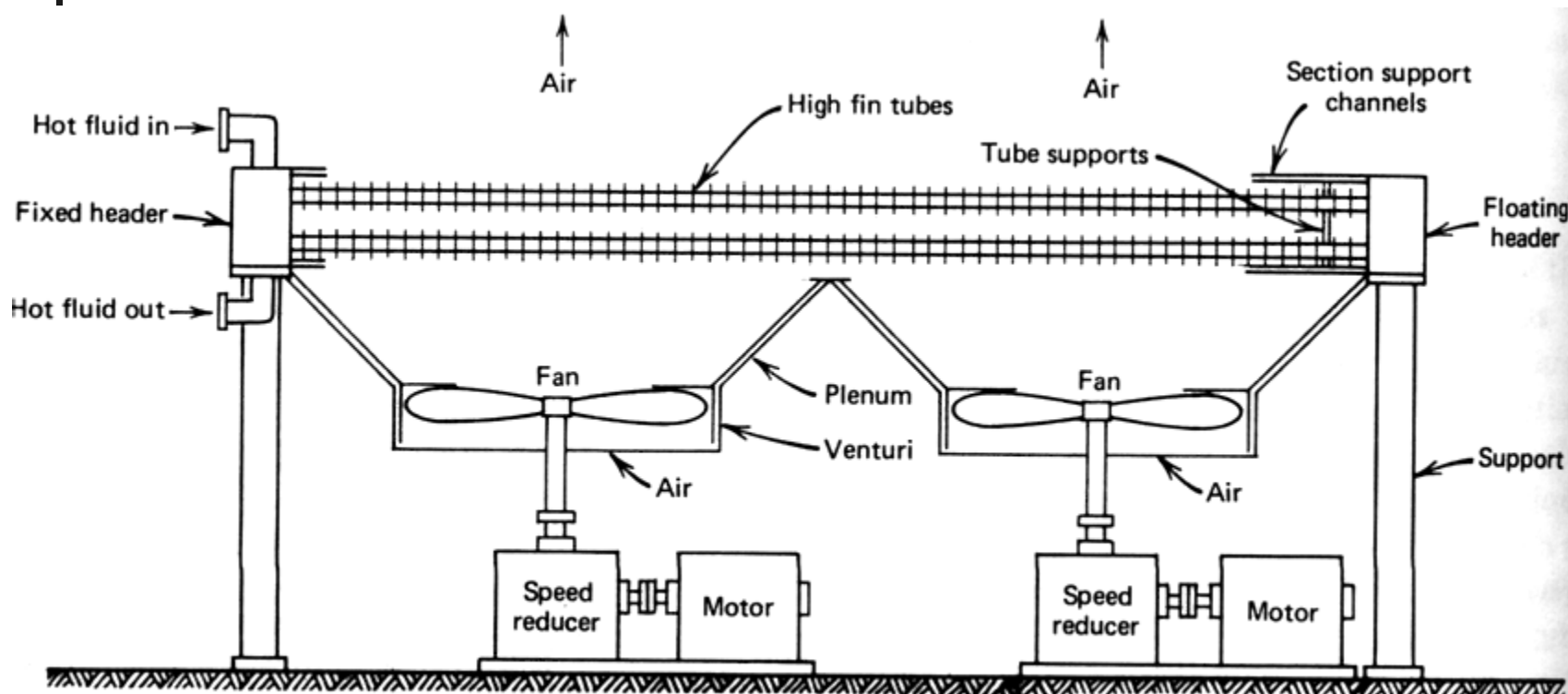


- Shell-and-Tube Heat Exchangers are the most important type of HE.
- It is used in almost every type of industry.
- This type of heat exchanger consists of a set of tubes in a container called a shell.
- The fluid flowing inside the tubes is called the tube side fluid and the fluid flowing on the outside of the tubes is the shell side fluid.

مبدل‌های لوله ای فین دار:

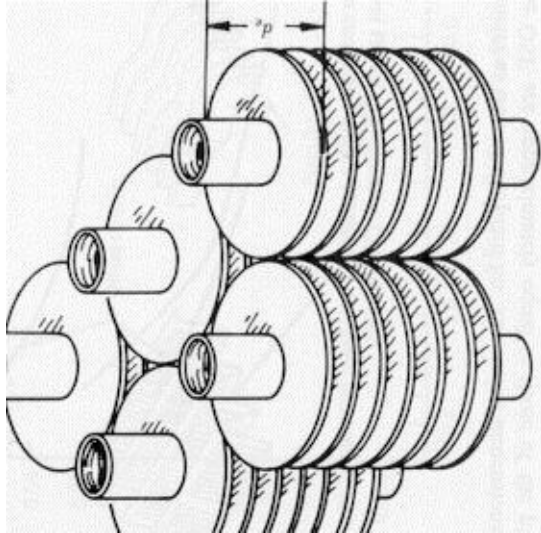


مبدل‌های لوله ای فین دار-مبدل هواخنک Air cooled:

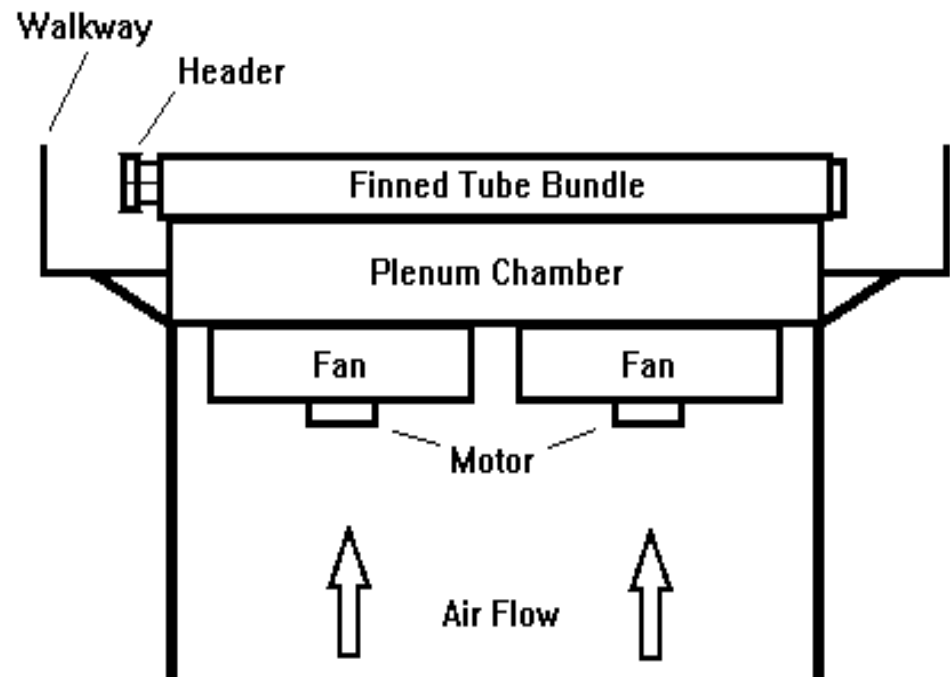


مبدل‌های لوله ای فین دار-مبدل هواخنک :Air cooled

- Air blown across finned tubes (forced draught type)
- Can suck air across (induced draught)



Finned tubes



ACHE bundle



ج-1) مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای: Plate Heat Exchangers

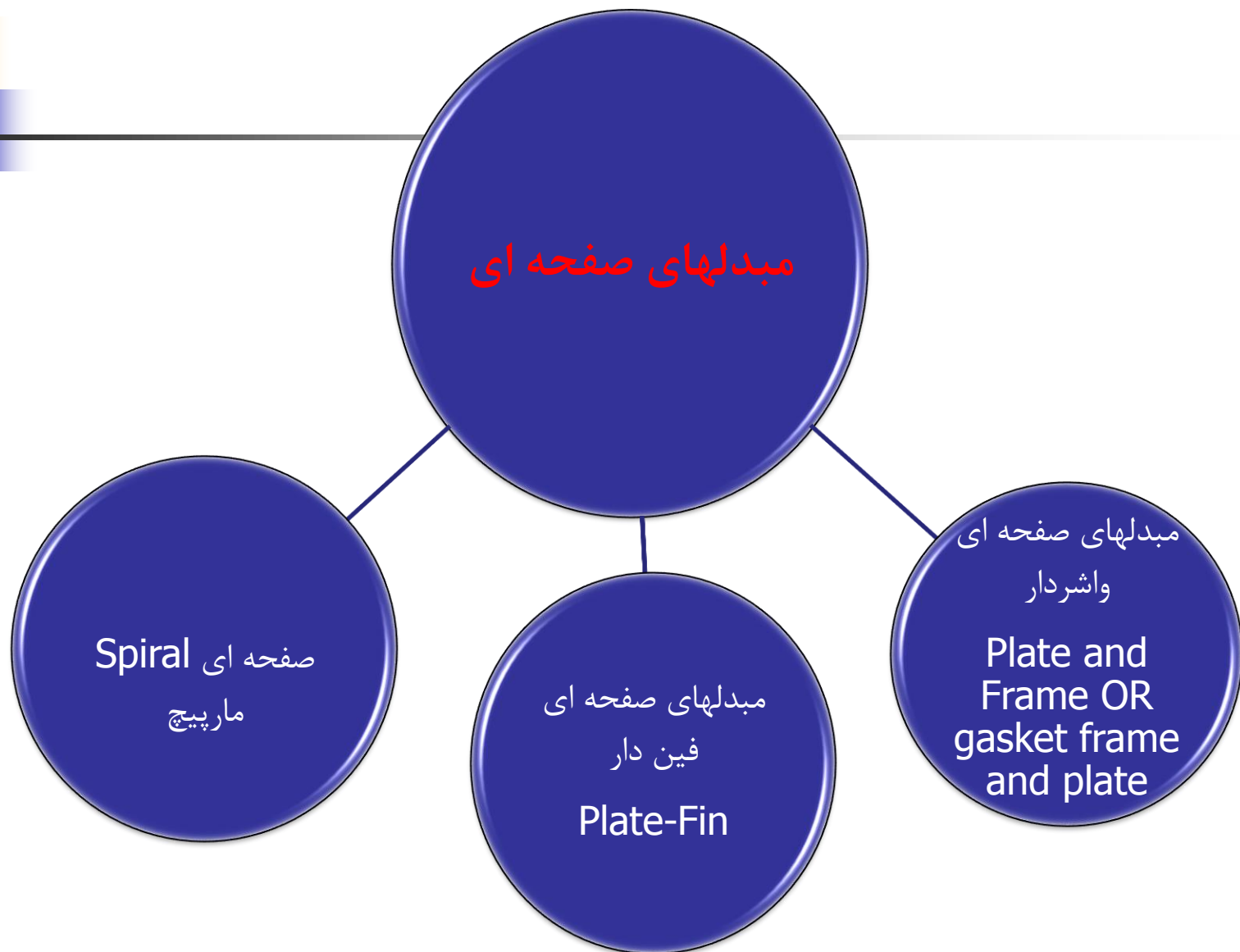


Plate and frame

- Plates hung vertically and clamped in a press or frame.
- Gaskets direct the streams between alternate plates and prevent external leakage
- Plates made of stainless steel or higher quality material
- Plates corrugated to give points of support and increase heat transfer

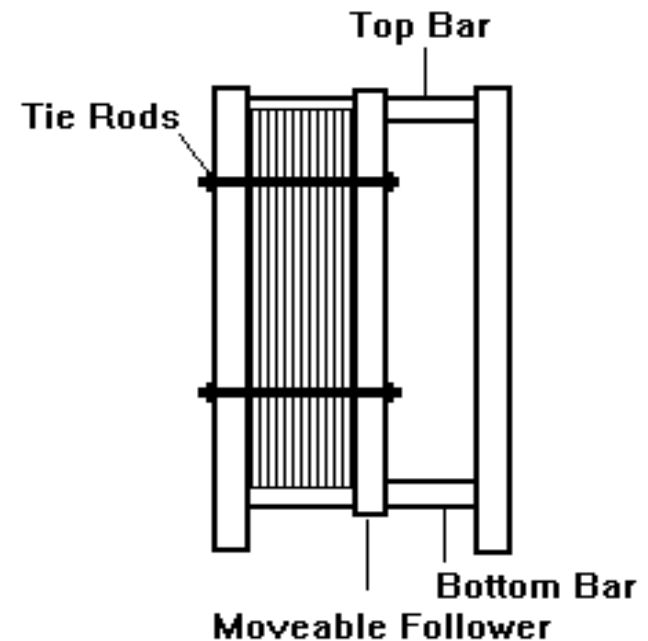
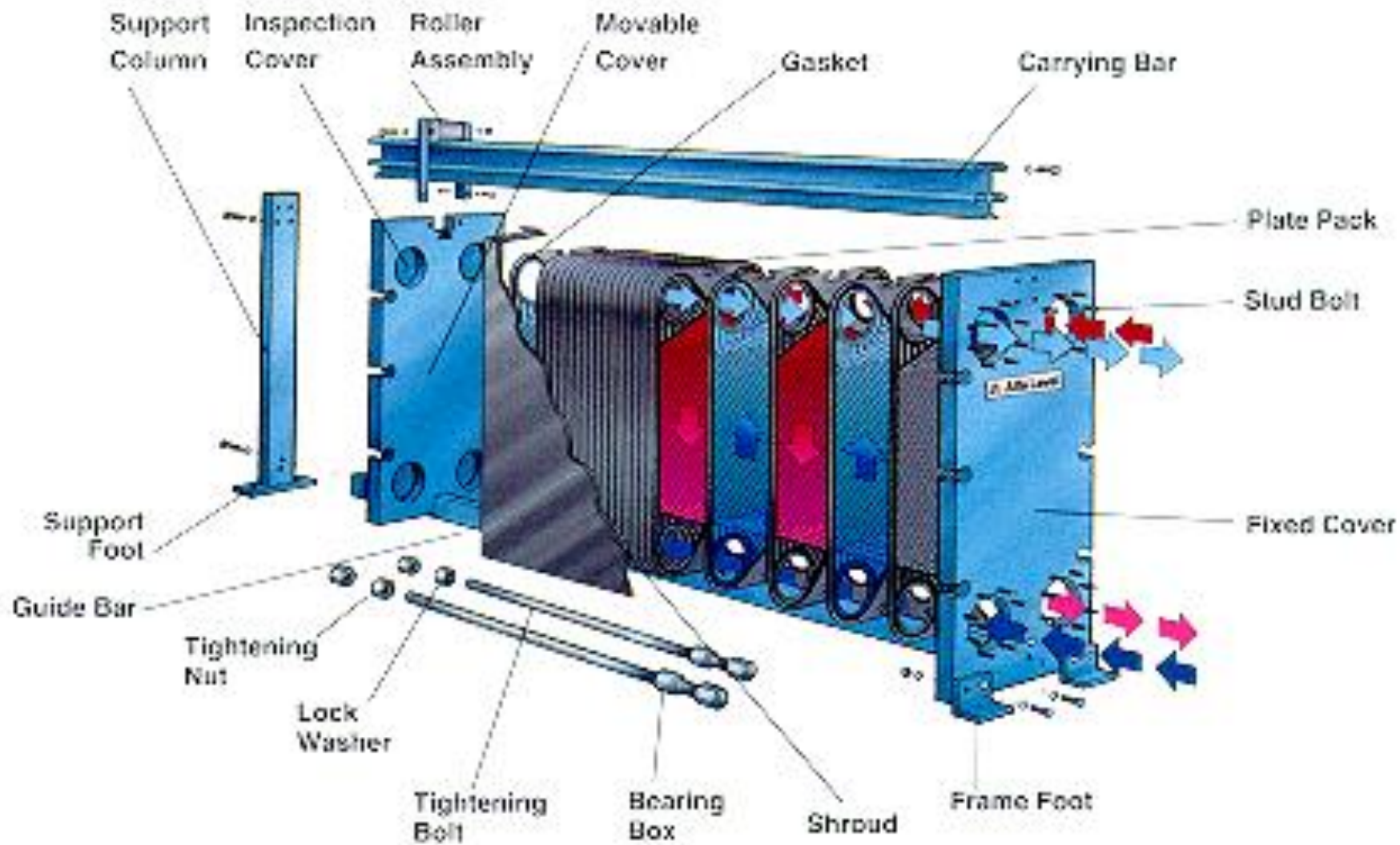
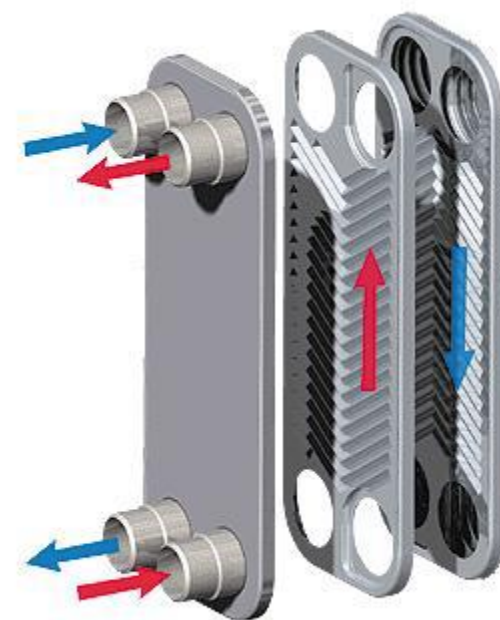
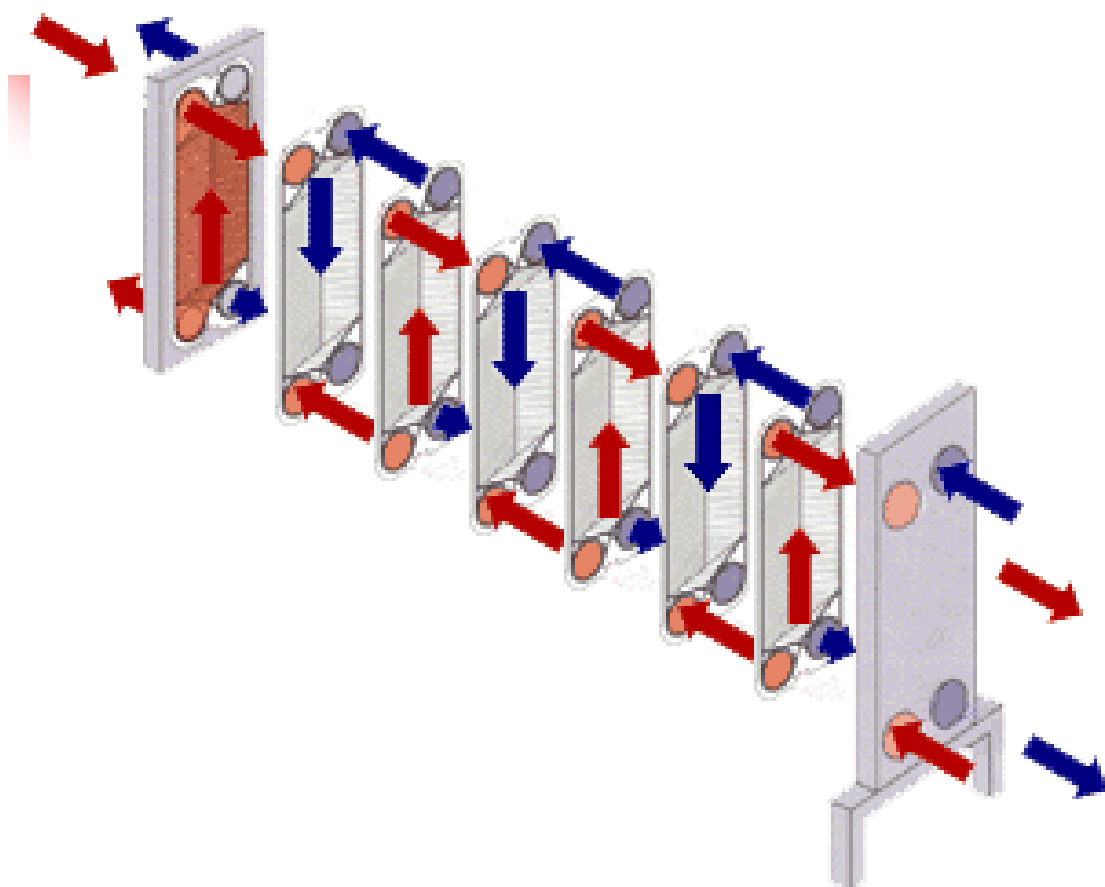


Plate Heat Exchanger





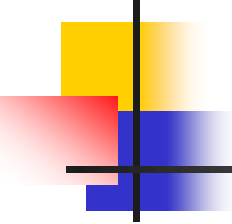
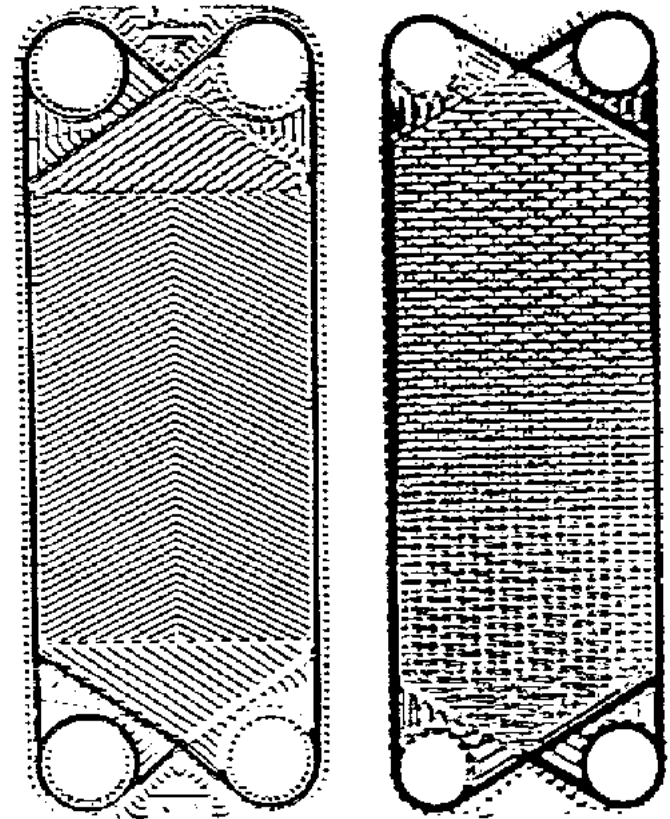


Plate types

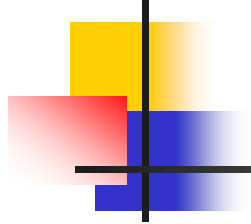
Corrugations on plate
improve heat transfer
give rigidity

Many points of
contact and a
tortuous flow path



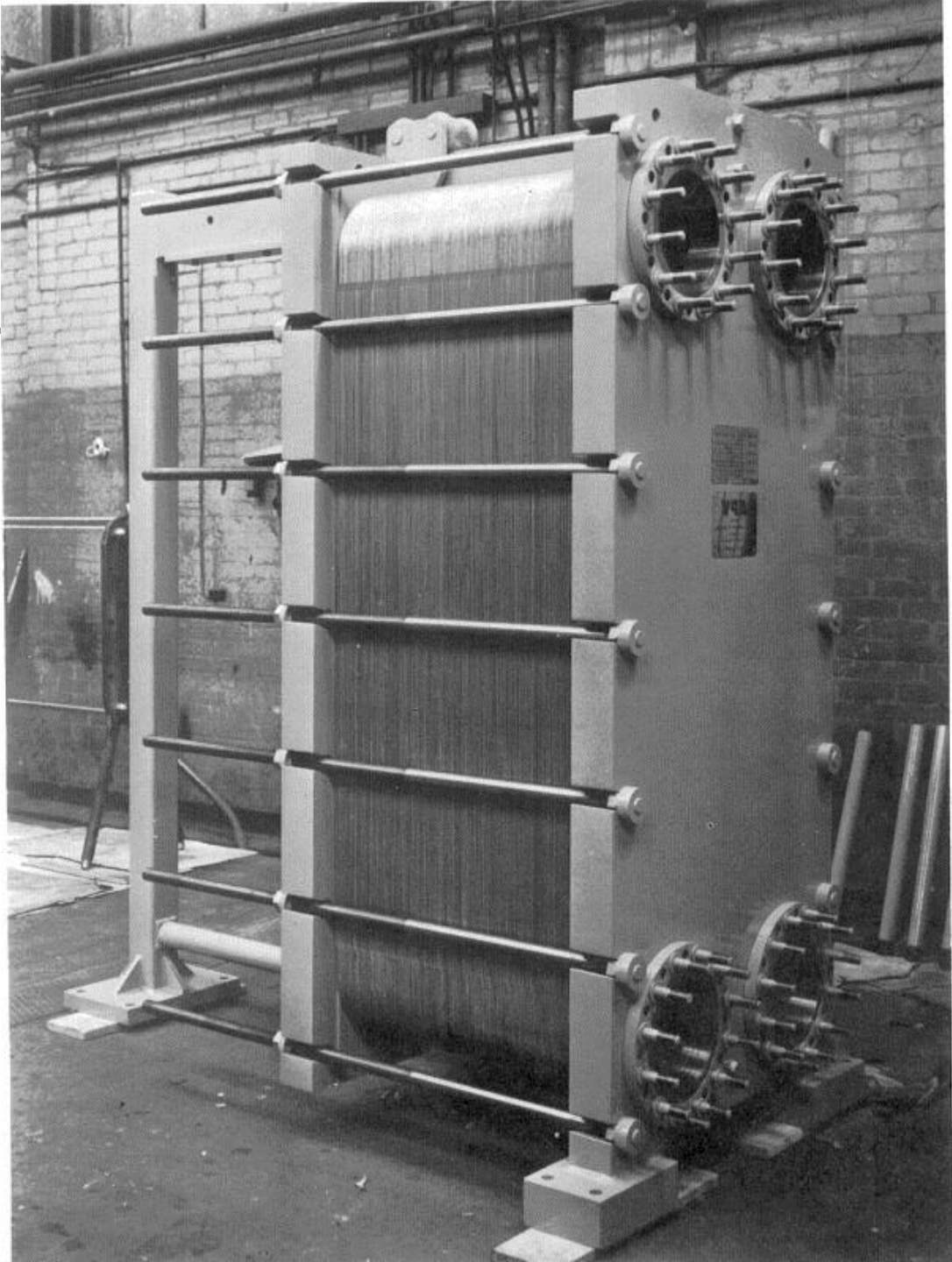
Chevron

Washboard

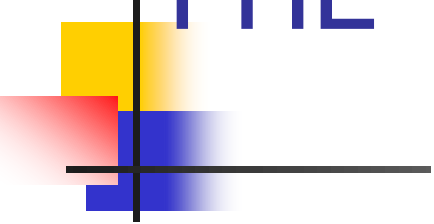


General view of plate exchanger

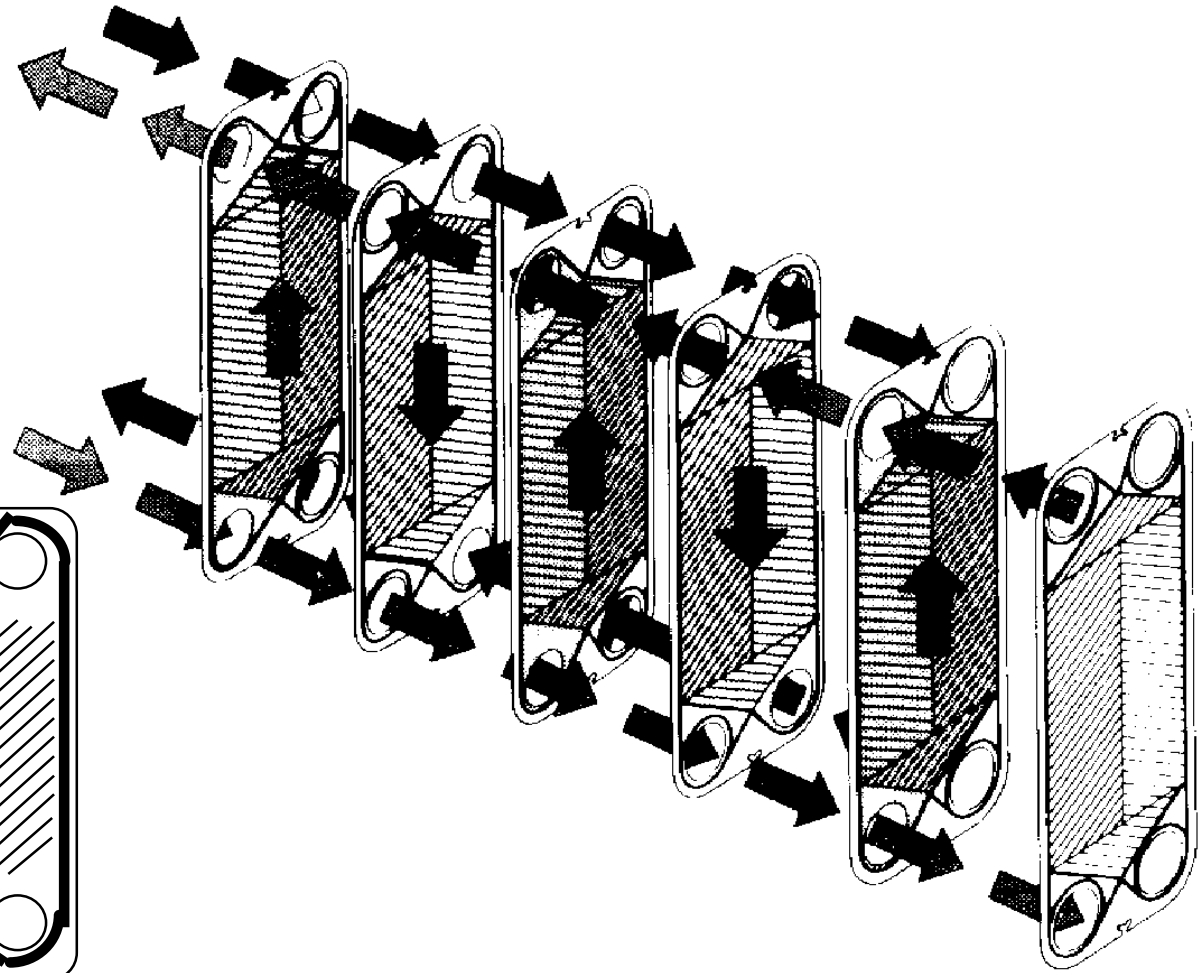
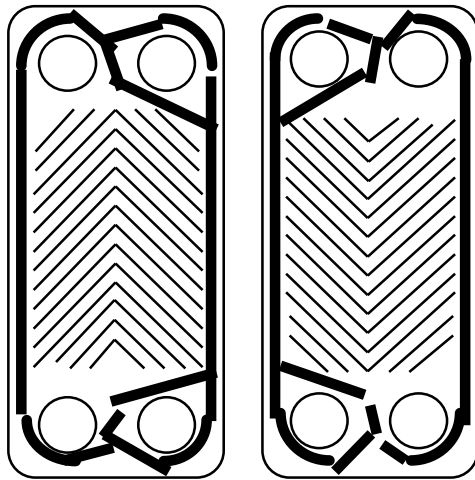
“Plate exchanger” normally refers to a gasketed plate- and-frame exchanger



Flow Arrangement within a PHE

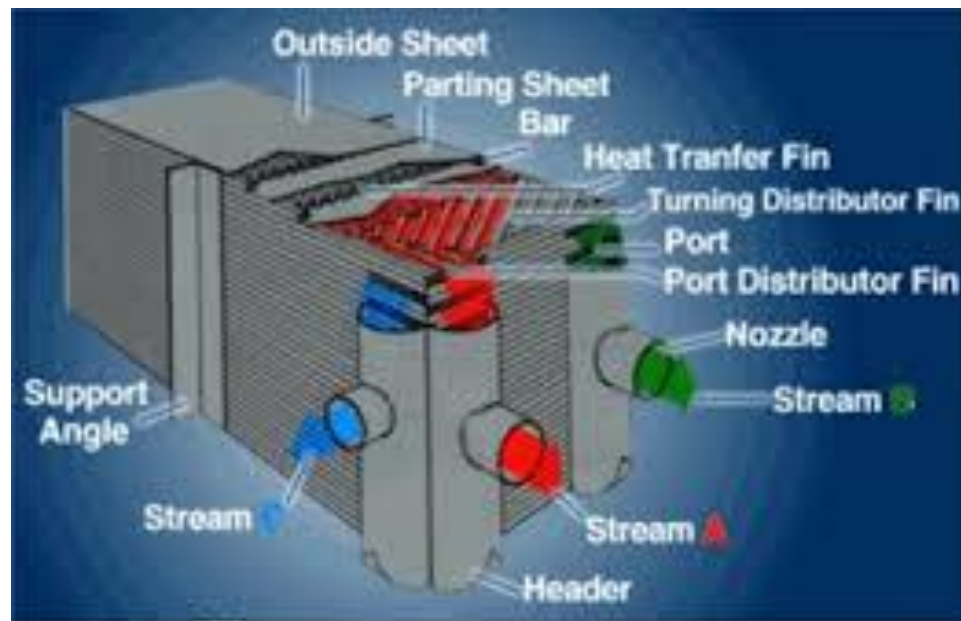
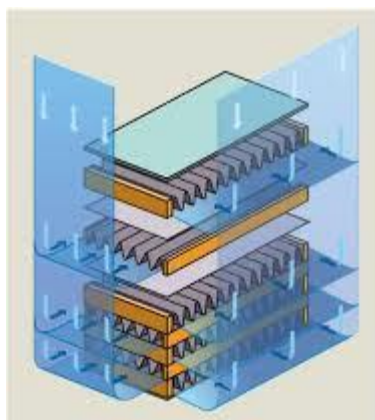
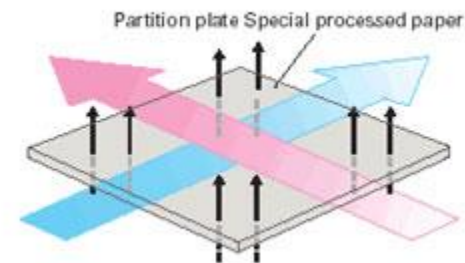
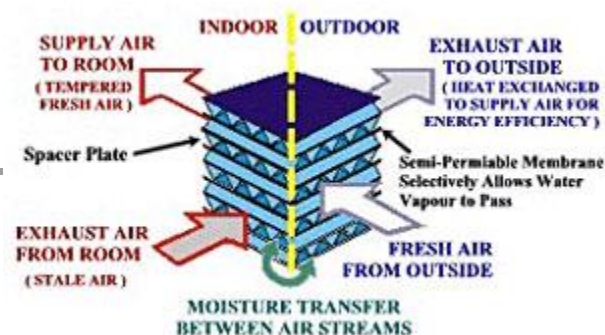
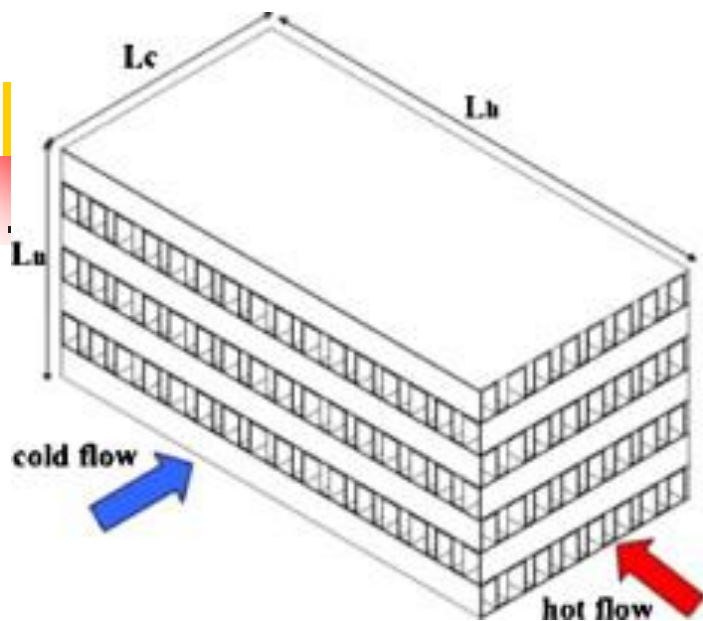


Gaskets
arranged for
each stream to
flow between
alternate plates

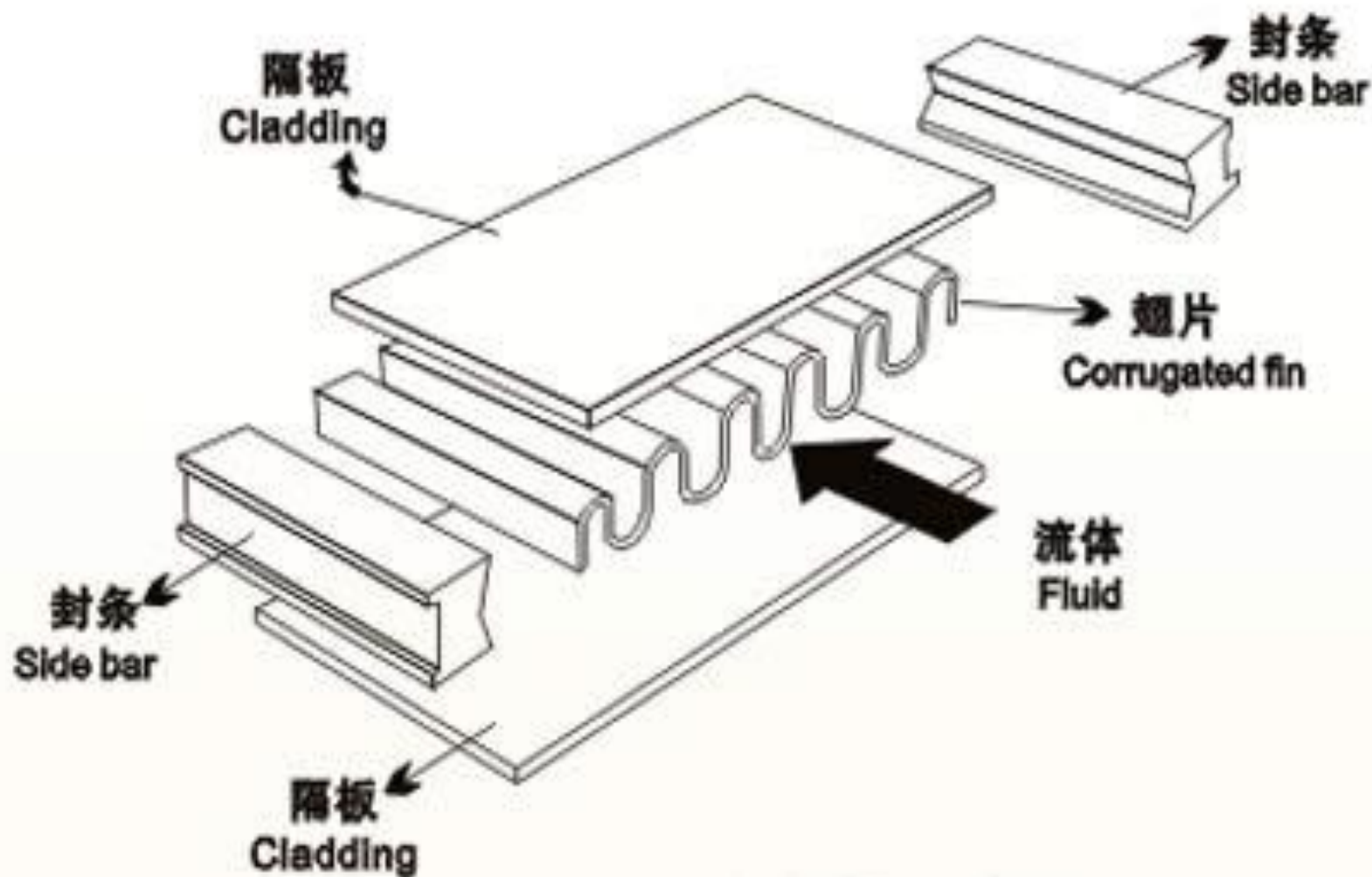


Alternate plates (often same plate types inverted)

مبدل حرارتی صفحه ای فین دار Plate-Fin Heat Exchanger



Structure of plate-fin heat exchanger



基本结构示意图

Basic elements of a plate-fin heat exchanger

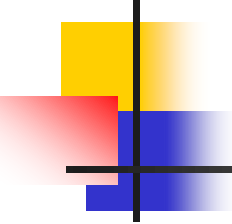
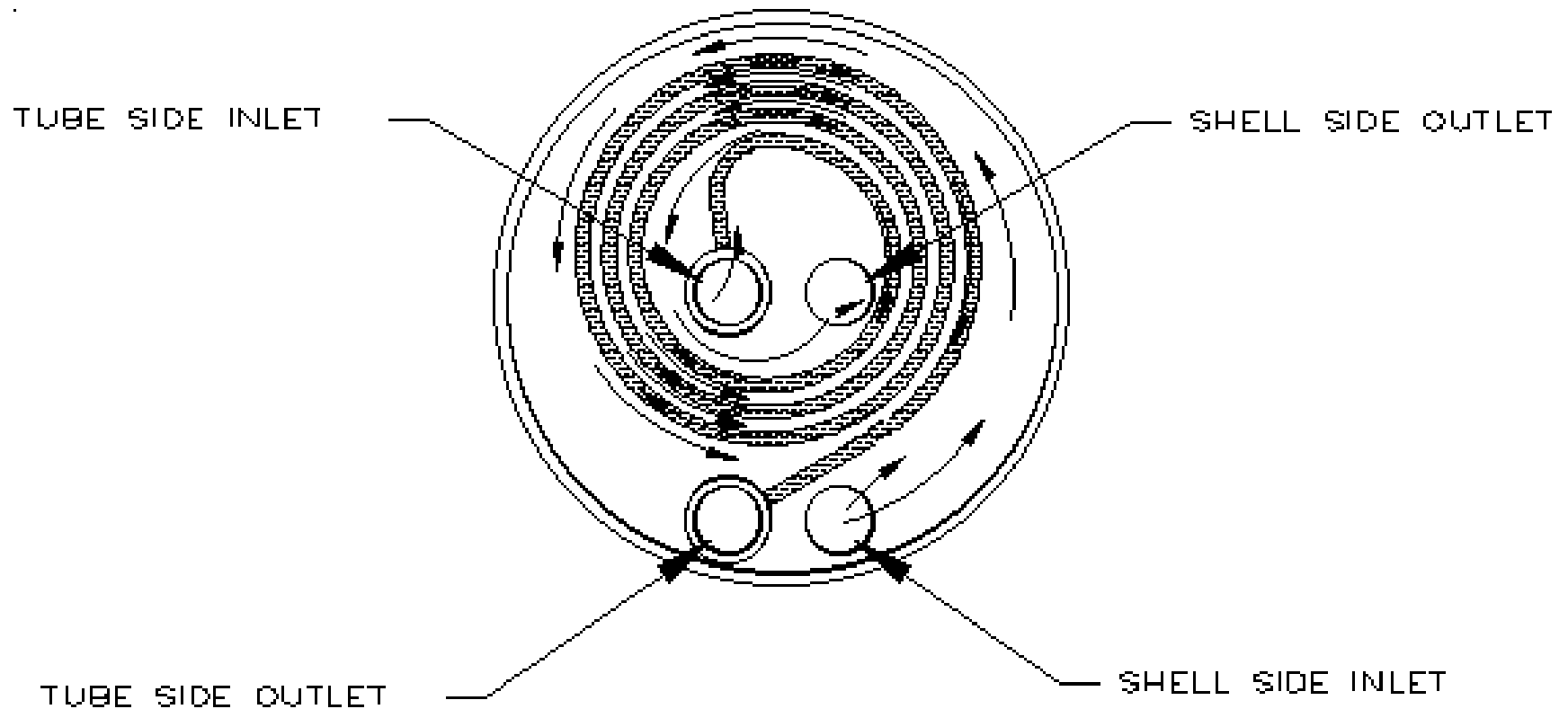
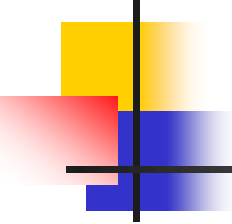


Plate Fin heat exchanger

- This type of heat exchanger uses "sandwiched" passages containing fins to increase the effectivity of the unit.
- The designs include crossflow and counterflow coupled with various fin configurations such as straight fins, offset fins and wavy fins.

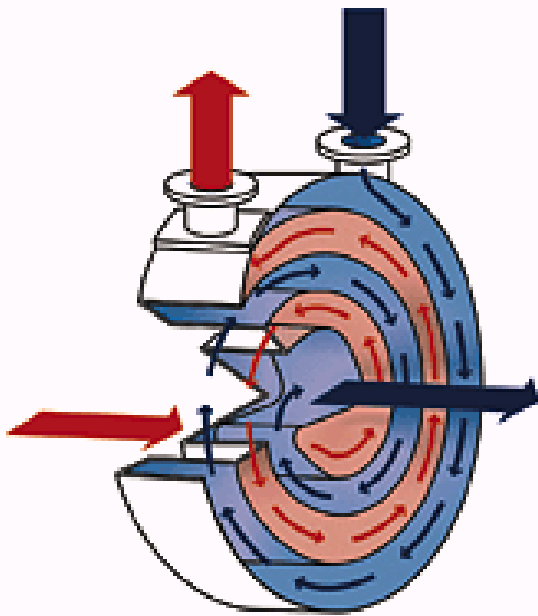
Spiral Heat Exchanger





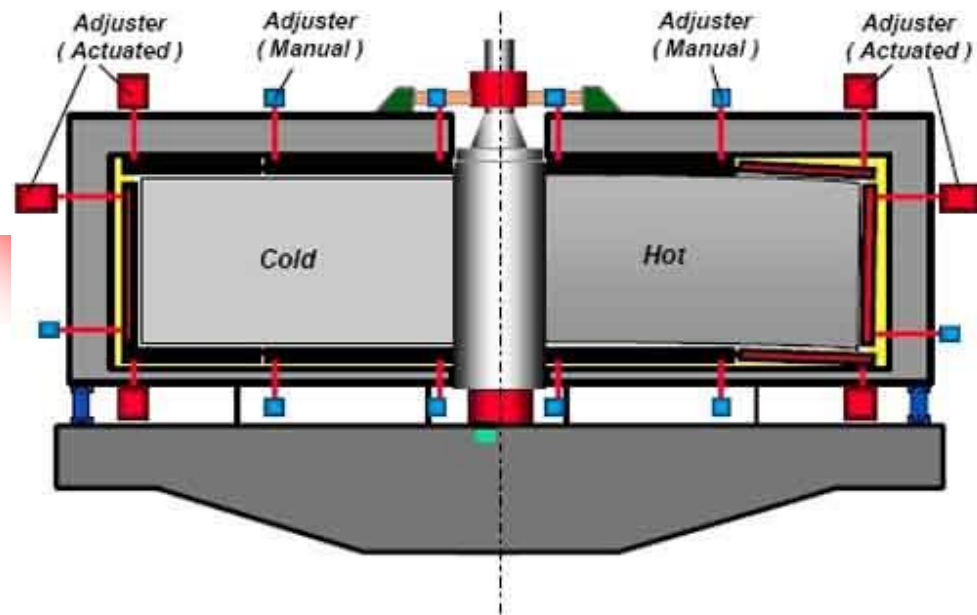
Spiral Heat Exchangers

- Spiral heat exchangers can be used in most applications in the chemical process industry
- In many difficult applications where fouling and plugging are problems, a standard shell and tube design may not be effective
- While a spiral heat exchanger often has a higher initial cost, it may provide a lower life cycle cost due to lower fouling rates and ease of maintenance



- A spiral heat exchanger is composed of two long, flat plates wrapped around a mandrel or center tube, creating two concentric spiral channels
- In a spiral heat exchanger, the hot fluid flows into the center of the unit and spirals outward toward the outer plates while at the same time, the cold fluid enters the periphery and spirals inward, exiting at the center





ج-3) مبدلهایی با ساختار شبکه ای:

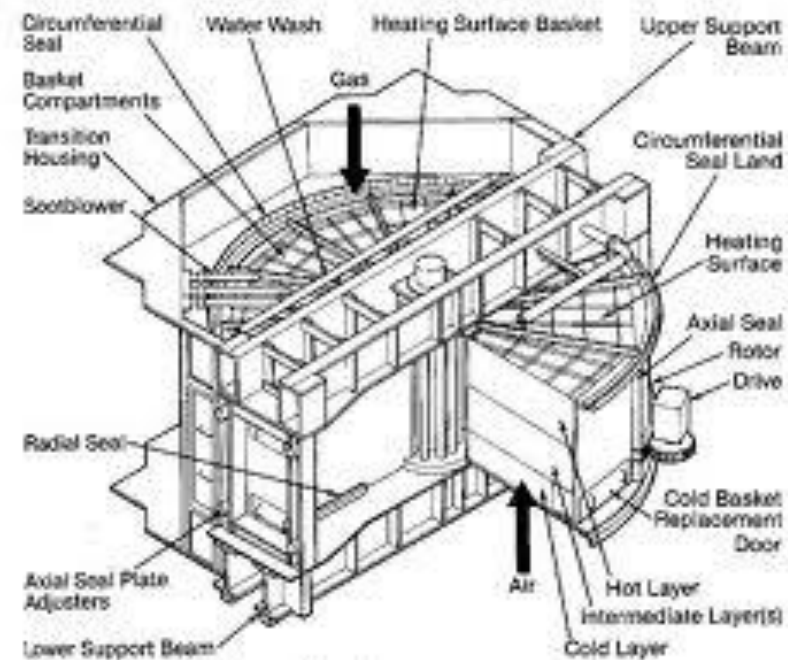


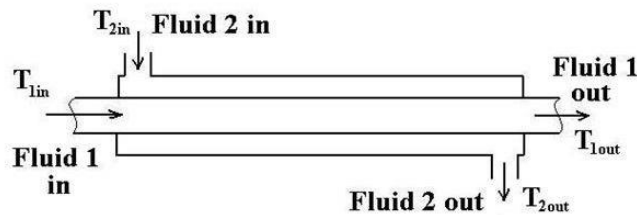
Fig. 17 Ljungström-type air heater.

۱- مبدلهای حرارتی تک مسیره Single Pass

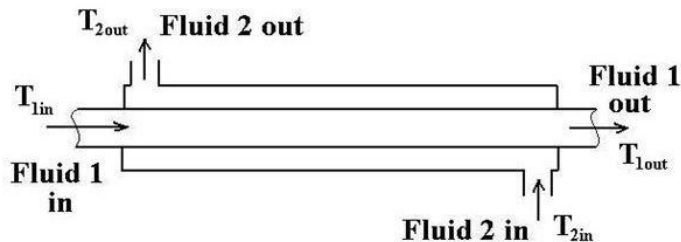
الف) جریان موازی Parallel (Co-Counter) Flow

ب) جریان مخالف Counter Flow

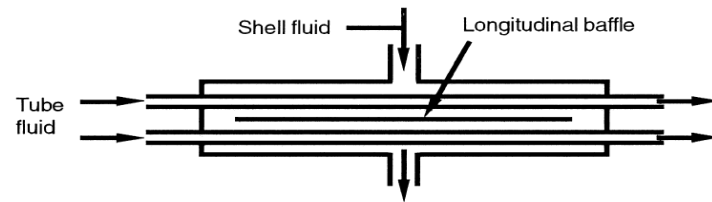
ج) جریان متقاطع Cross Flow



Double Pipe Heat Exchanger
Parallel Flow



Double Pipe Heat Exchanger
Counterflow

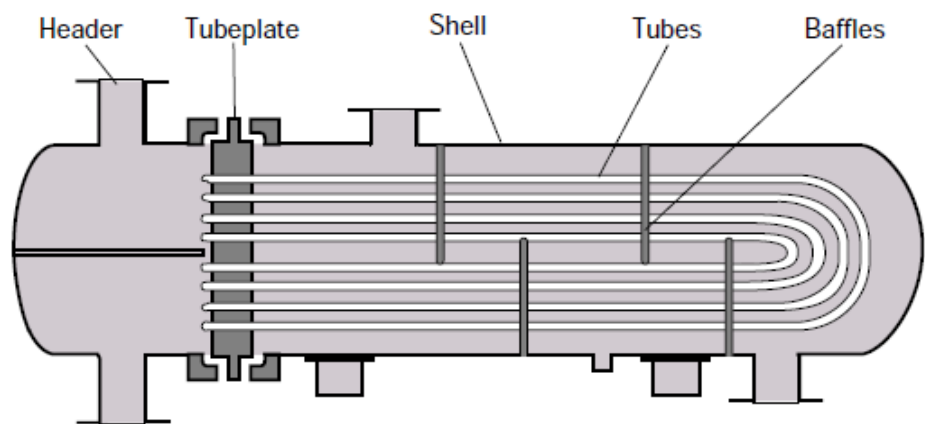


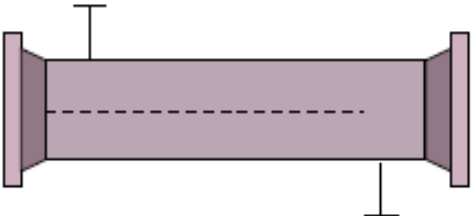
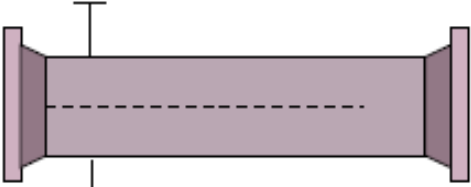
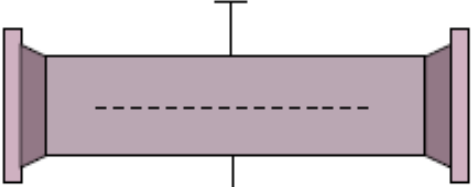
Cross Flow

۲- مبدلهای حرارتی چند مسیره Multi-Pass

ج) دستبندی براساس آرایش جریان (ادامه):

سیره Multi-Pass

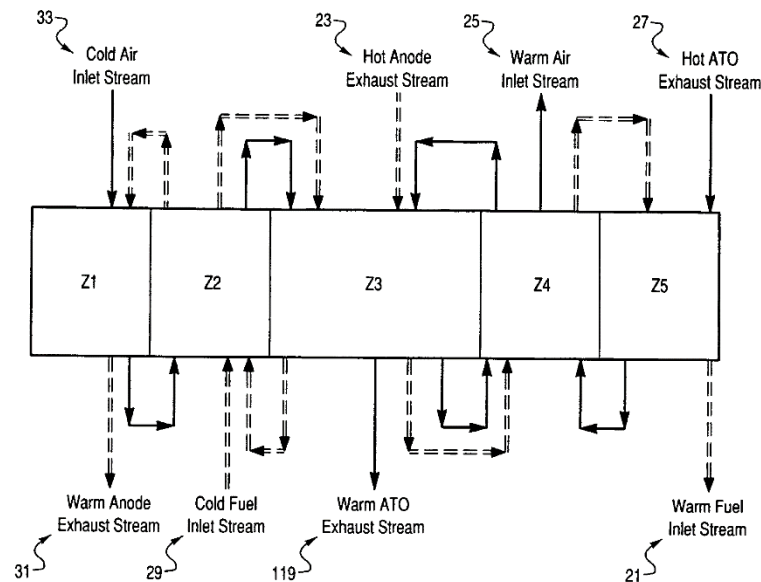


Shell Types	
E	 One-Pass Shell
F	 Two-Pass Shell with Longitudinal Baffle
G	 Split Flow

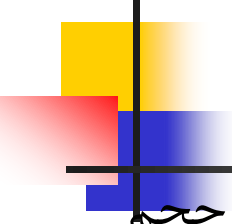
۱- مبدل‌های حرارتی دو جریانی Two-Stream: یک جریان گرم و یک جریان سرد

۲- مبدل‌های حرارتی چند جریانی Multi-Stream

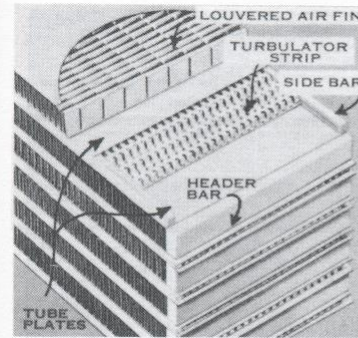
Fig. 4



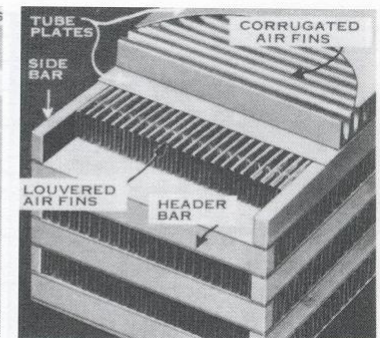
دسته بندی بر اساس فشار و سطح:

- 
-
- ۱- مبدل‌های حرارتی فشرده Compact Heat Exchangers: نسبت سطح به حجم بزرگتر از ۷۰۰ (در سیستم SI)
 - ۲- مبدل‌های غیر فشرده

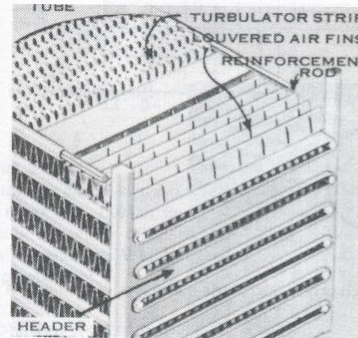
Compact Heat Exchangers



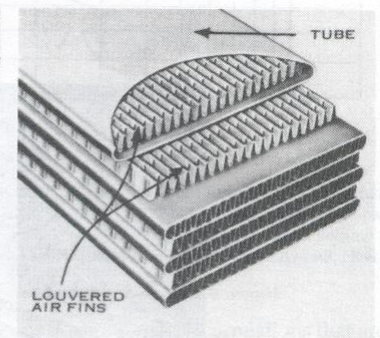
Bar and plate



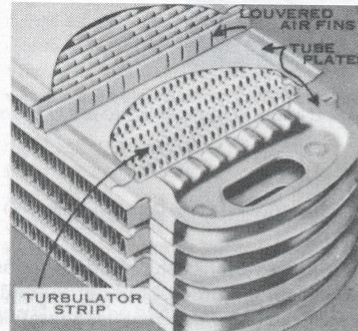
Bar and plate



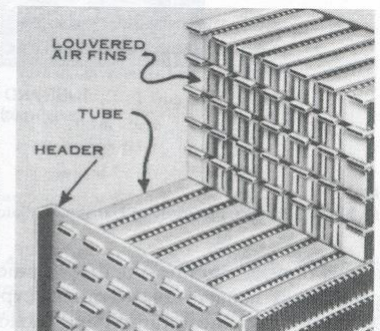
Formed plate fin



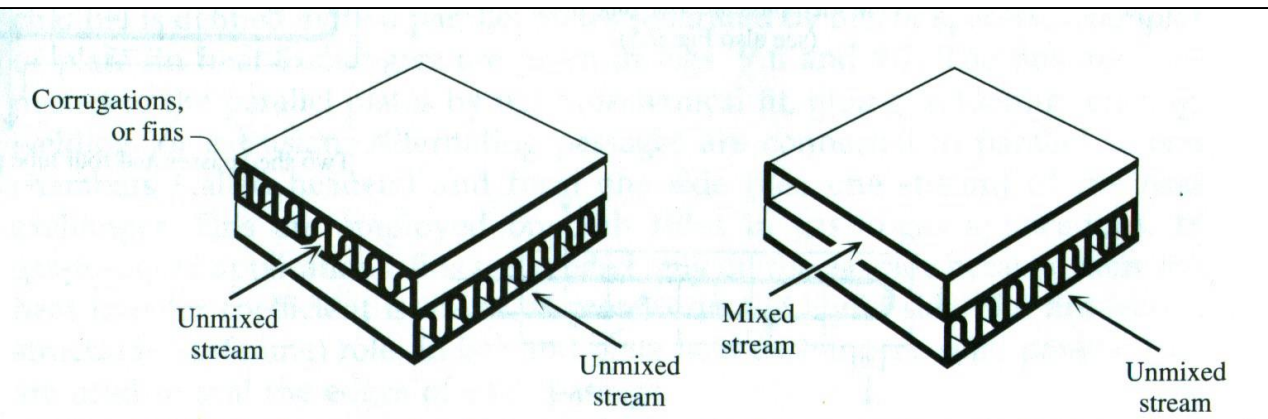
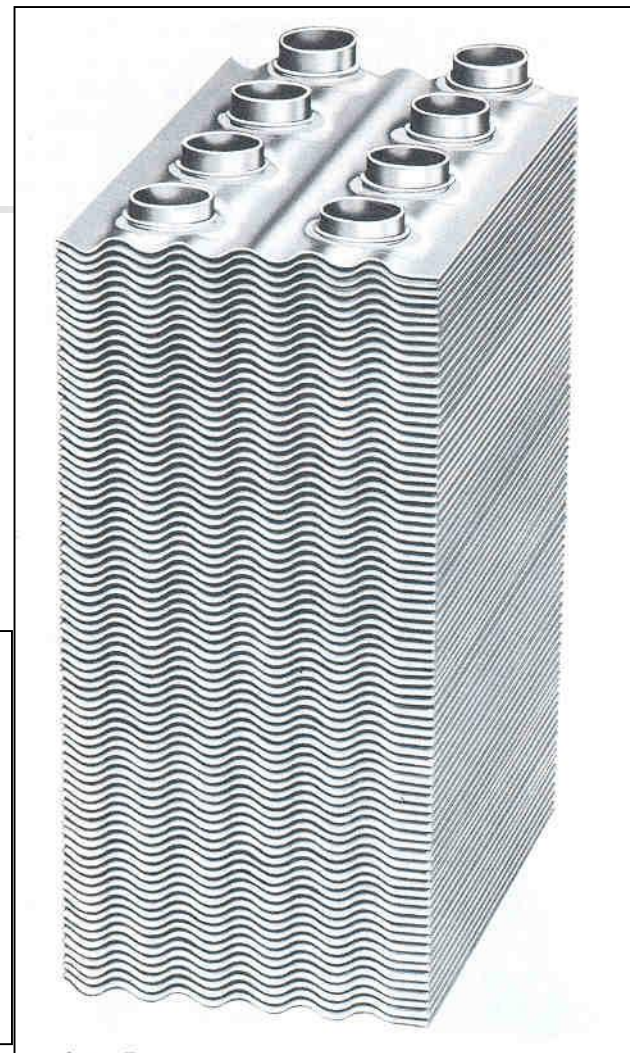
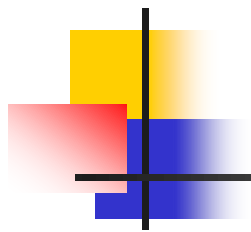
Formed plate fin



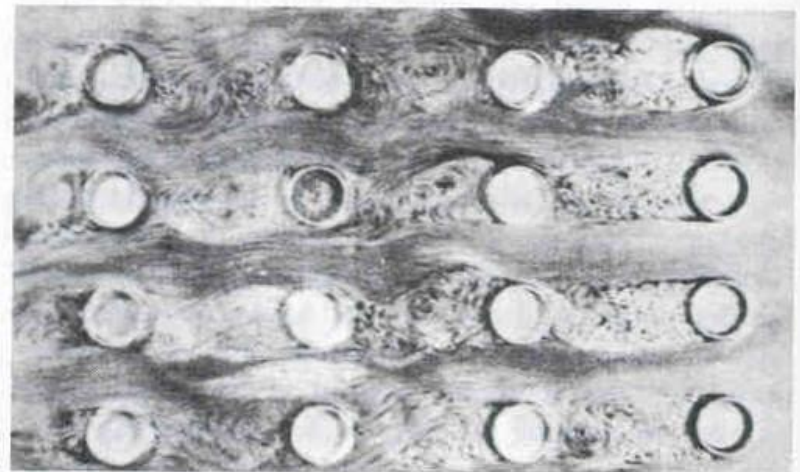
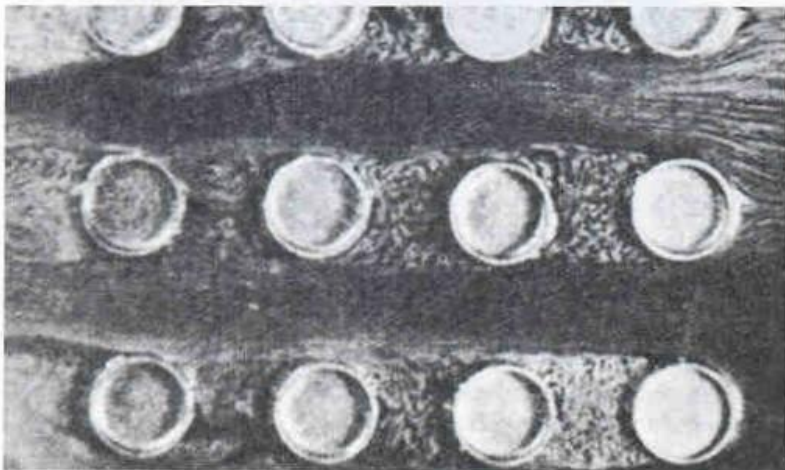
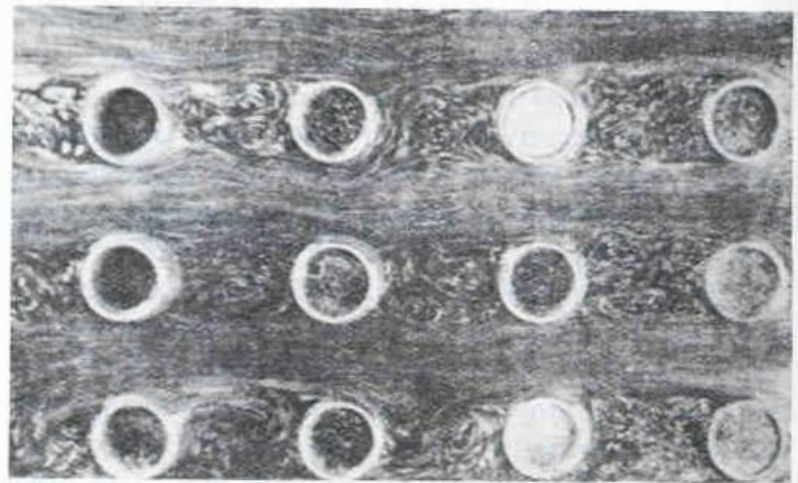
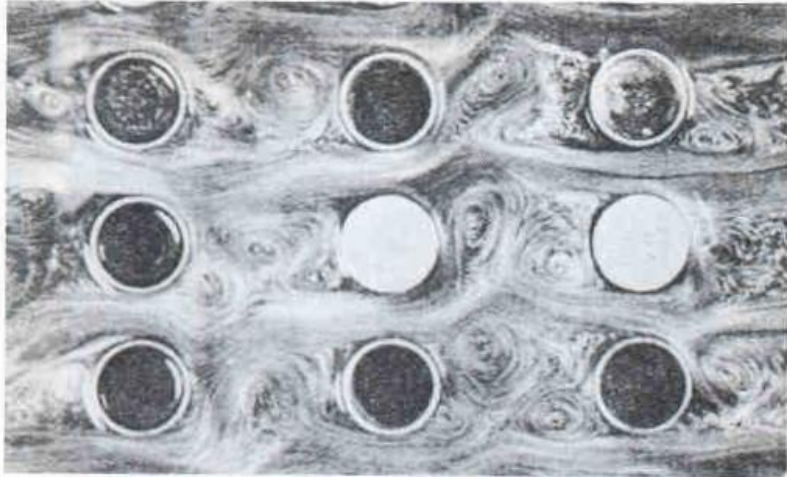
Drawn cup



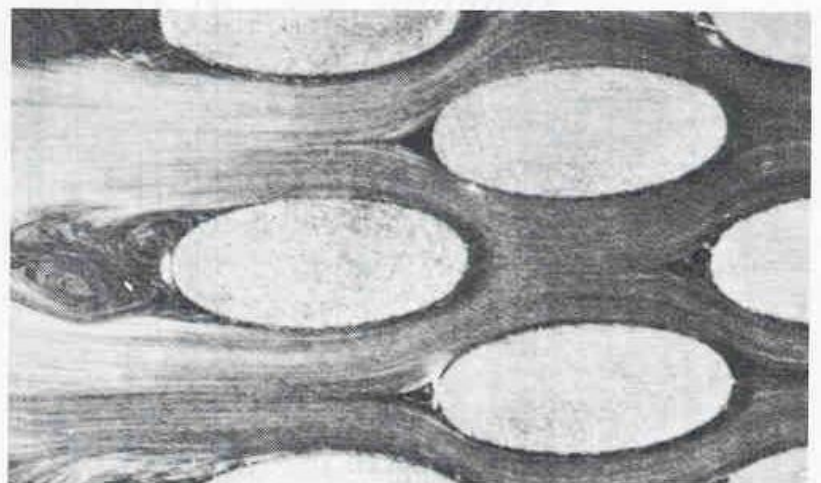
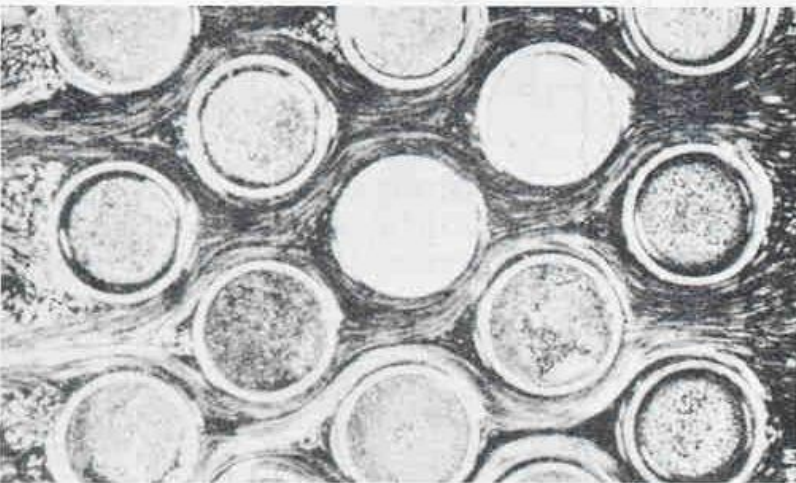
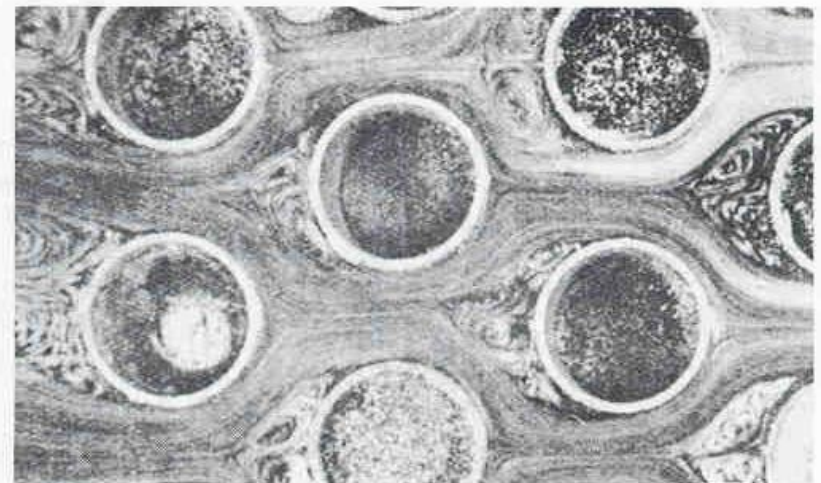
Tube and center



Heat Exchanger Types



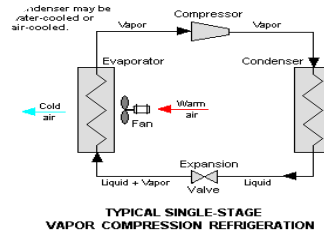
Heat Exchanger Types



Common uses



space heating



refrigeration



air
conditioning



power plants



chemical
plants



Petrochemical
plants



petroleum
refineries



natural gas
processing

بانتشر

سوال؟

