

# محاضرة المراجلة البخارية

*Steam boilers*  
*2010*



## الآخوة المهندسين العرب

أضع هذه الكراسة بين أيديكم عسى أن تستفيدوا منها  
إنشاء الله ونسئلكم الدعاء لوالذي ولنا وعند قرائتكم  
لهل أرجو أن لا تبخلوا بالملاحظات أو التعليق البناء أو  
إرسال أي معلومة في مجال المراجع البخارية وشكرا .

المهندس

قصي عبد الإله محمد سعيد

[qusai\\_mrco@yahoo.com](mailto:qusai_mrco@yahoo.com)

S

B

O

I

L

E

R

# اعداد

المهندس الاقدم

قصي عبد الاله محمد سعيد

قسم الطاقة/1

مصفي الدورة

Qusay A.M.Saeed

[qusai\\_mrco@yahoo.com](mailto:qusai_mrco@yahoo.com)

# بخار الماء

هناك حاجة إلى بخار الماء في الكثير من المنشآت الصناعية  
وبالإمكان تصنيف استخدامه في مجالين أساسيين :

1- لأغراض التسخين :ويستعمل بخار الماء أما بصورة مباشرة  
أو في المبادلات الحرارية في تسخين المواد في صناعات  
متعددة .

2-في توليد القدرة الكهربائية .

ويستخدم في تشغيل المحركات البخارية التي تعمل على تدوير  
المولدات ,المضخات والكابسات

# الاستخدامات الأخرى لبخار الماء

- 1- تذرية الوقود السائل لأغراض الاحتراق .
- 2- التدفئة المركزية .
- 3- طرد او نزع المواد المتطايرة او الغير مرغوب بها .
- 4- عامل مساعد لبعض العمليات الكمياوية .
- 5- كوسط مناسب لعمليات التنظيف والقشط للأوعية من الداخل .
- 6- إطفاء الحرائق .



## تصنيف بخار الماء حسب ضغطه إلى :-

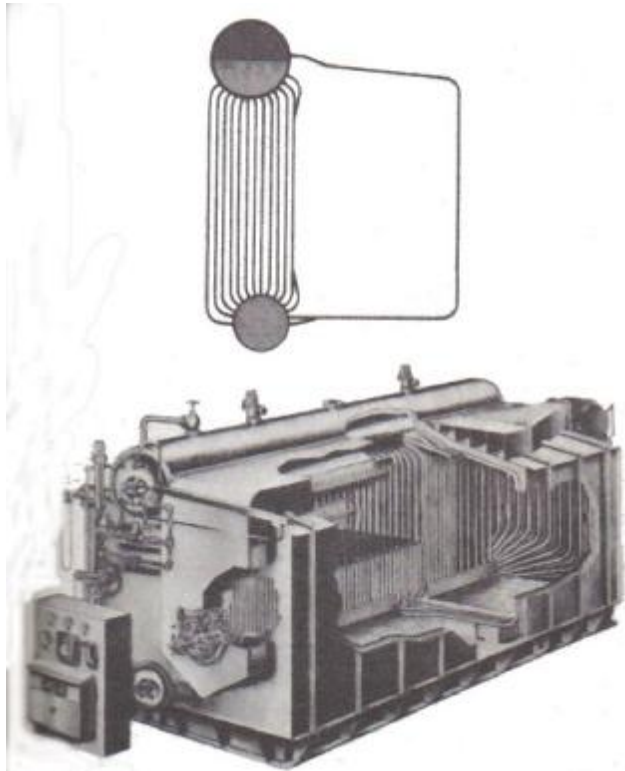
- بخار ذو ضغط عالي يتراوح بين 60-90 بار .
- بخار ذو ضغط مرتفع يتراوح بين 25-35 بار.
- بخار ذو ضغط متوسط يتراوح بين 10-15 بار .
- بخار ذو ضغط واطئ يتراوح بين 1,5-3 بار.



# تصنيف المراجل حسب تصميم وعاء البخار والماء وموقعها من المرجل البخاري وكما يلي :

## 1- مرجل نوع D

يتكون هذا النوع من المراجل من وعائين ويكون موقعه مباشر على وعاء الماء وتربط بينهما انابيب تكوين البخار الصاعدة والانابيب النازلة وتكون المشاعل الى الجانب من الفرن وياخذ شكل الاوعية والانابيب النازلة والصاعدة شكل الحرف ( D ) .



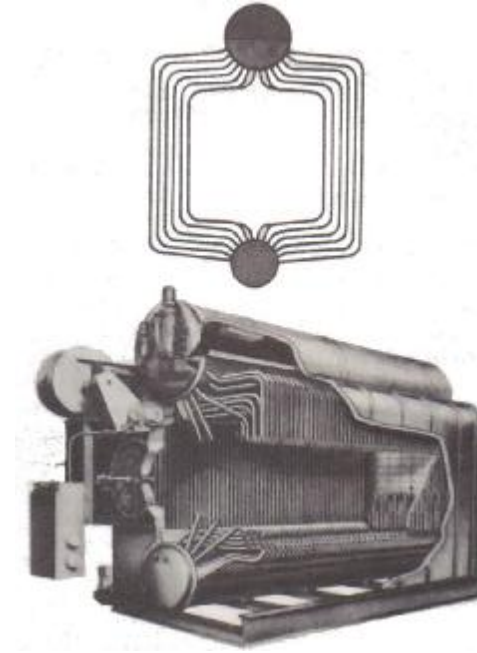
Watertube Boiler D-Type

## 2.مرجل نوع O

يتكون هذا النوع من المراجل من وعائين ويكونان على خط عمودي وترتبط بينهما الانابيب تكوين البخار الصاعدة وانابيب الماء النازلة وتتخذ شكل الحرف ( O ).



Watertube Boiler "O Type"

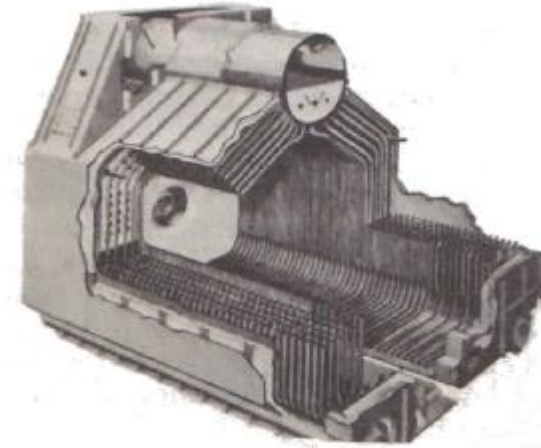


### 3. مرآل نوع A

يتكون هذا النوع من المرآل من وعاء بخار كبير ووعائين للماء صغيرين نسبيا وتربط بينهما انابيب تكوين البخار الصاعدة وانابيب الماء النازلة لتشكل شكل الحرف (A).



**Watertube Boiler "A Type"**



## توليد بخار الماء :-

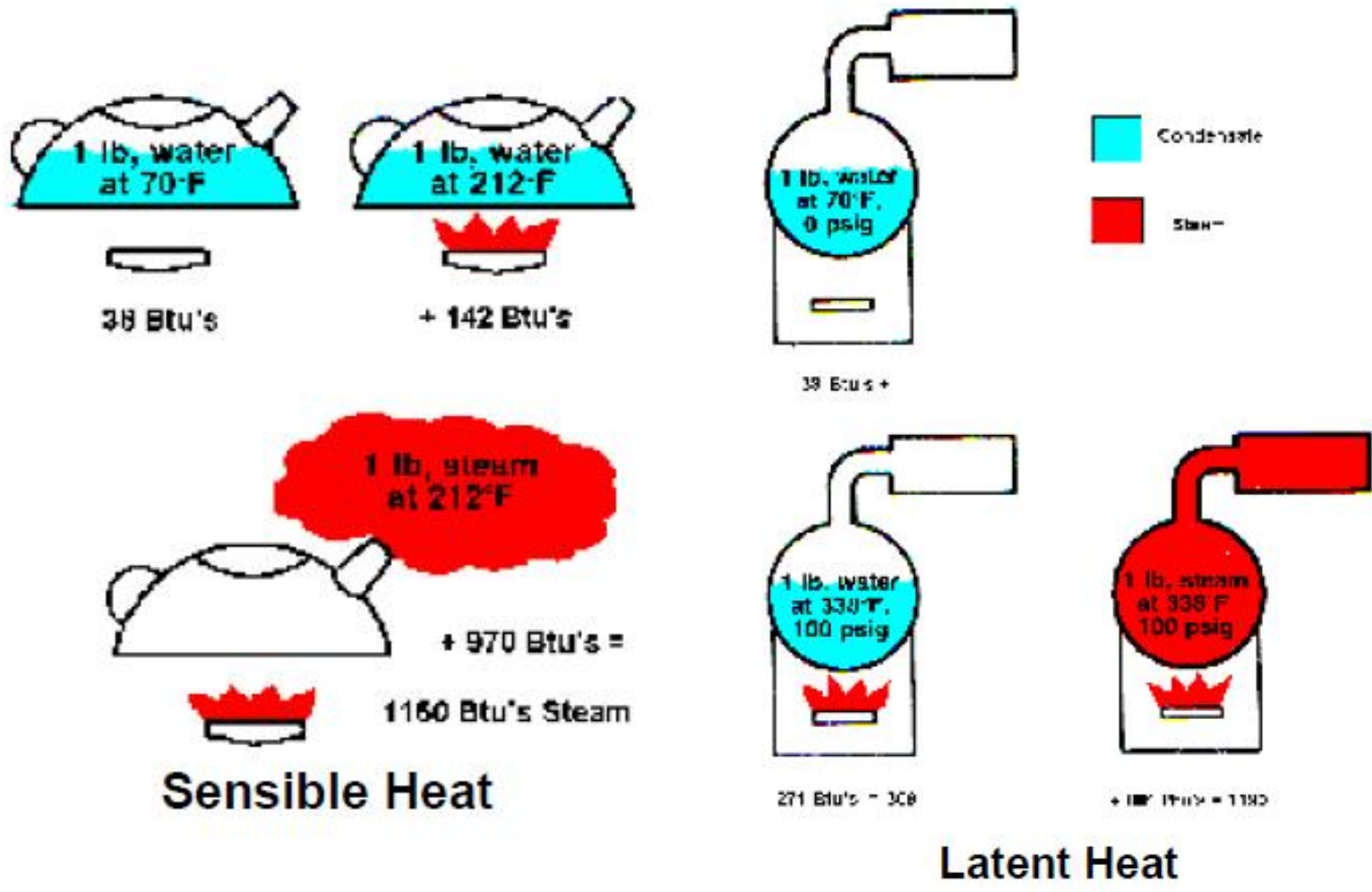
### توليد بخار الماء :-

هناك ثلاث مراحل لتحويل الماء الخالي من الأملاح إلى بخار ماء محمص .

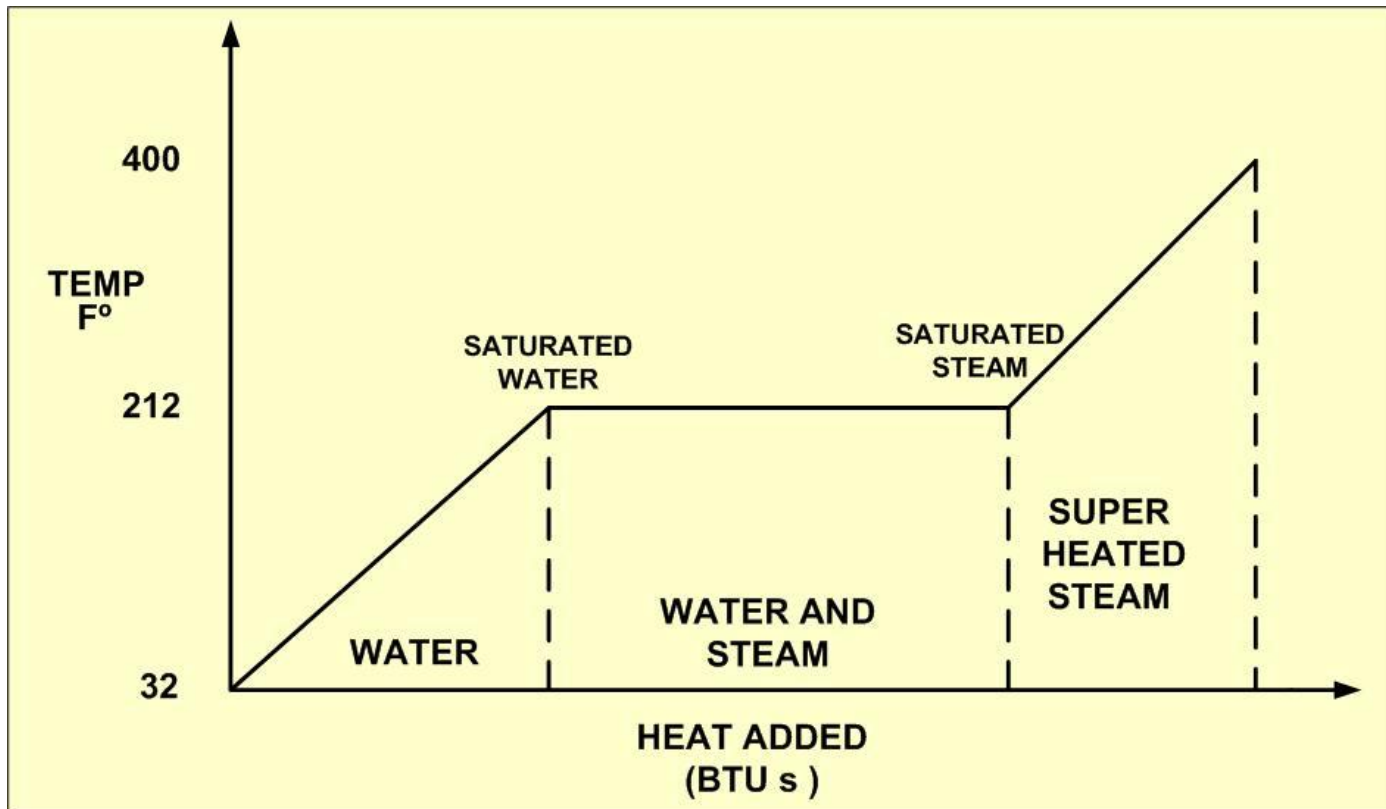
رفع درجة حرارة الماء إلى درجة حرارة التبخير والتي تختلف حسب الضغط وتعرف هذه الحرارة بحرارة التسخين .

تحويل الماء إلى بخار عند درجة حرارة و ضغط ثابتين وتدعى الحرارة اللازمة للتبخير وتقدر 540 ( ك سعرة /كغم) ماء عند الضغط الاعتيادي .

تحويل البخار المشبع الى بخار محمص



# مخطط مراحل تحول الماء الى بخار



# درجة الغليان ( Boiling temp.)

:هو عملية تبخير سريع تحدث في جميع اجزاء السائل في درجة حرارة معينة مصحوبة بفقاعات كبيرة مملوءة ببخار السائل ويطلق على درجة الحرارة التي يحصل عندها الغليان تحت الضغط الجوي الاعتيادي بنقطة الغليان الطبيعية لذلك السائل ( عندما يتساوى ضغط بخار السائل مع الضغط الجوي ).

درجة غليان الماء = 100 م

# العوامل المؤثرة في درجة الغليان

- مقدار الضغط المسلط على سطح السائل.
- ذوبان المواد المختلفة في السوائل.
- وجود الاملاح في الماء يزيد من درجة الغليان بسبب ان ايونات الاملاح تعرقل هروب جزيئات البخار.



- **الحرارة الكامنة للتبخّر (Latent heat of vaporization) :**
- كمية الحرارة اللازمة لتحويل وحدة الكتل من ذلك السائل الى بخار عند تلك الدرجة.
- **البخار الرطب (Wet steam):** وهو البخار الذي يحتوي على رذاذ من الماء (رطوبة).
- **البخار المشبع (SATURATED STEAM) :** تحويل كافة الماء الى بخار عند ثبوت درجة الحرارة.
- **البخار المحمص (SUPER HEATED STEAM) :** وهو البخار الذي درجة حرارته اكبر من درجة حرارة الاشباع.

# اول محرك بخاري



# المرجل البخاري

- عبارة عن وعاء مغلق يحتوي عادة على غرفة احتراق يشتعل فيها الوقود وتستخدم الحرارة الناتجة عند الاحتراق لتحويل الماء الى بخار الماء داخل المرجل تحت الضغط ودرجة الحرارة حسب الحاجة وتصنف المراجل البخارية .

# انواع المراجل البخارية

The diagram illustrates a boiler system with various components and associated issues. A central boiler unit is shown with a control panel and a pressure gauge. To the right, a smaller unit is labeled 'O-type steamer'. A control panel on the left is labeled 'High Maintenance' and 'Downtime Loss'. A list of issues includes 'Reduced Capacity', 'Tube Failure', 'Poor heat Transfer', 'Carryover', and 'Corrosion Deposits'. A text box on the left describes 'Multiplex™ boiler treatment' with benefits like 'Antinucleation' and 'Prevents Precipitation of Contaminants'. A small inset at the top shows a cross-section of a tube with a flame below it, and another inset at the bottom shows a cross-section of a tube with a flame and a water level.

**Multiplex™ boiler treatment**

- Antinucleation
- Prevents Precipitation of Contaminants

Reduced Capacity

Tube Failure

Poor heat Transfer

High Maintenance

Downtime Loss

Carryover

Corrosion Deposits

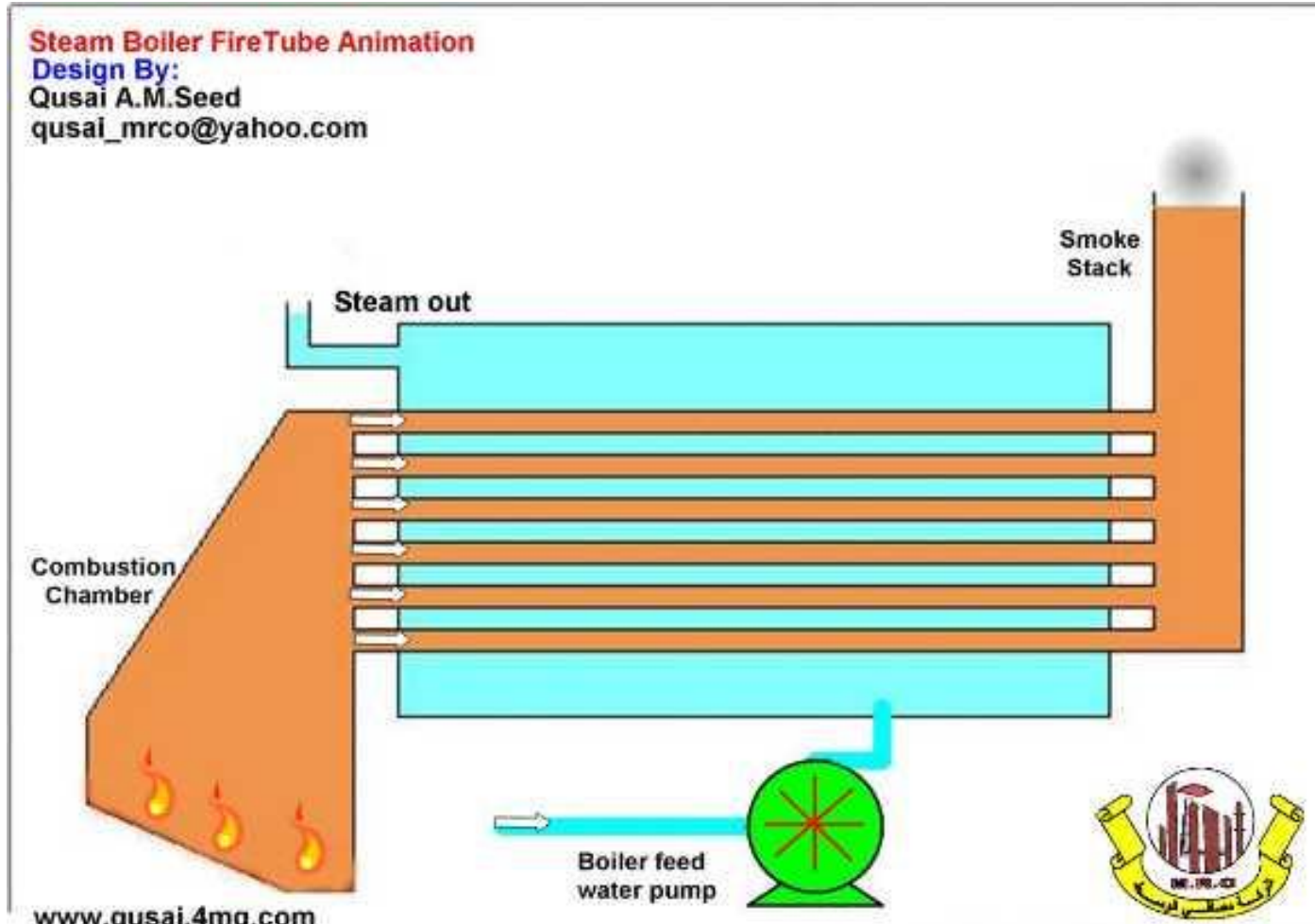
O-type steamer

Choose ChemLink's MultiPlex™ boiler treatment program for a complete solution.

# مراجل انابيب النار fire tube boiler

- يتكون المرجل من وعاء اسطواني الشكل ويوجد على نهايته لوح مجمع الانابيب الذي يثبت أو يمسك انابيب النار وفي هذه الحالة يكون الماء بداخل الوعاء الاسطواني وملامس لانابيب النار من الخارج. في حين تصمم غرفة الاحتراق المتصلة بالمرجل حيث تمر نواتج الاحتراق الساخنة داخل انابيب النار. وعند ذلك يتم التبادل الحراري ويتبخر الماء في الوعاء .

# مخطط مرآل انابيب النار





# مرجل انابيب النار

## Three Pass Steam Boiler



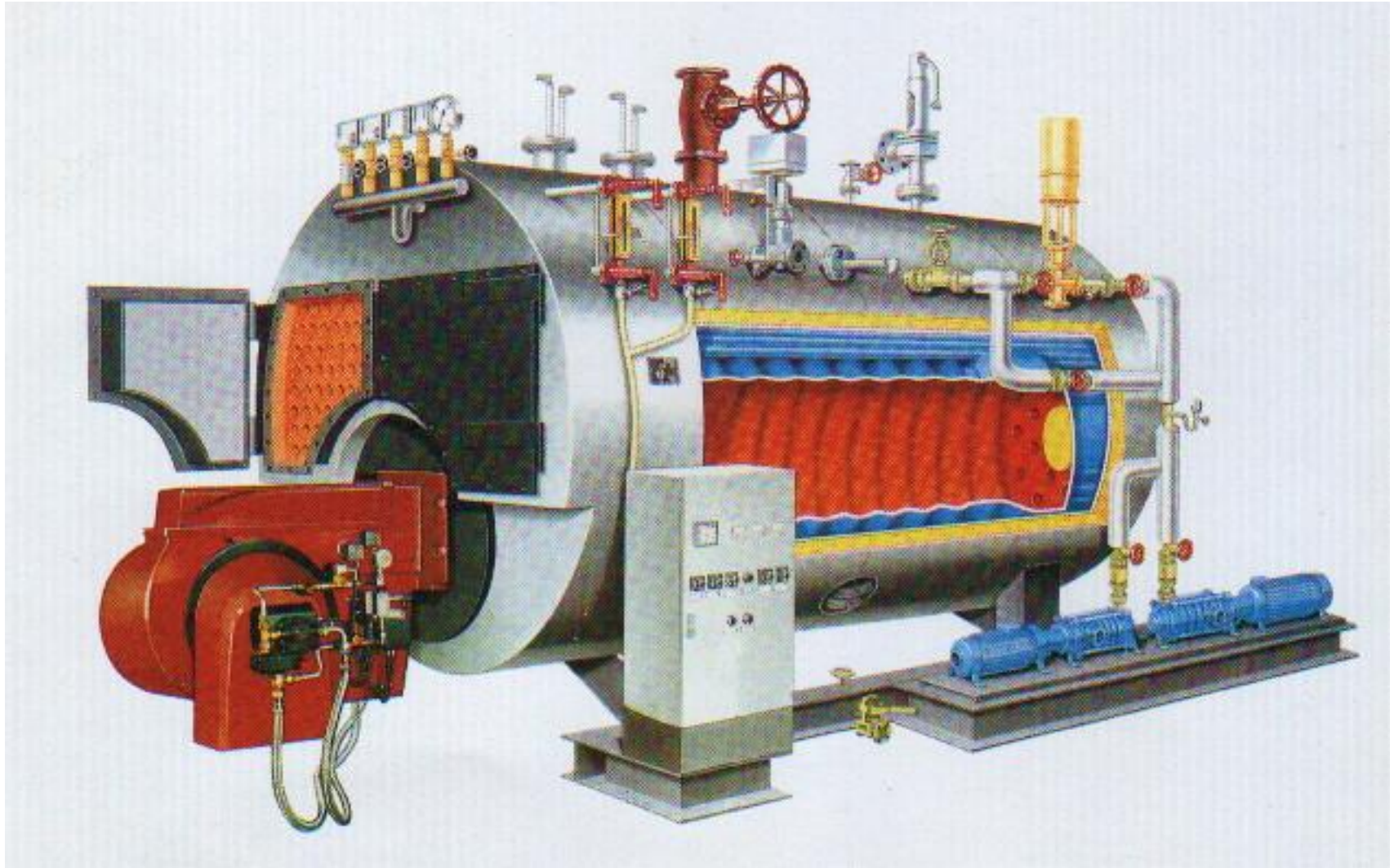
# مقطع داخل مرجل انابيب النار



24

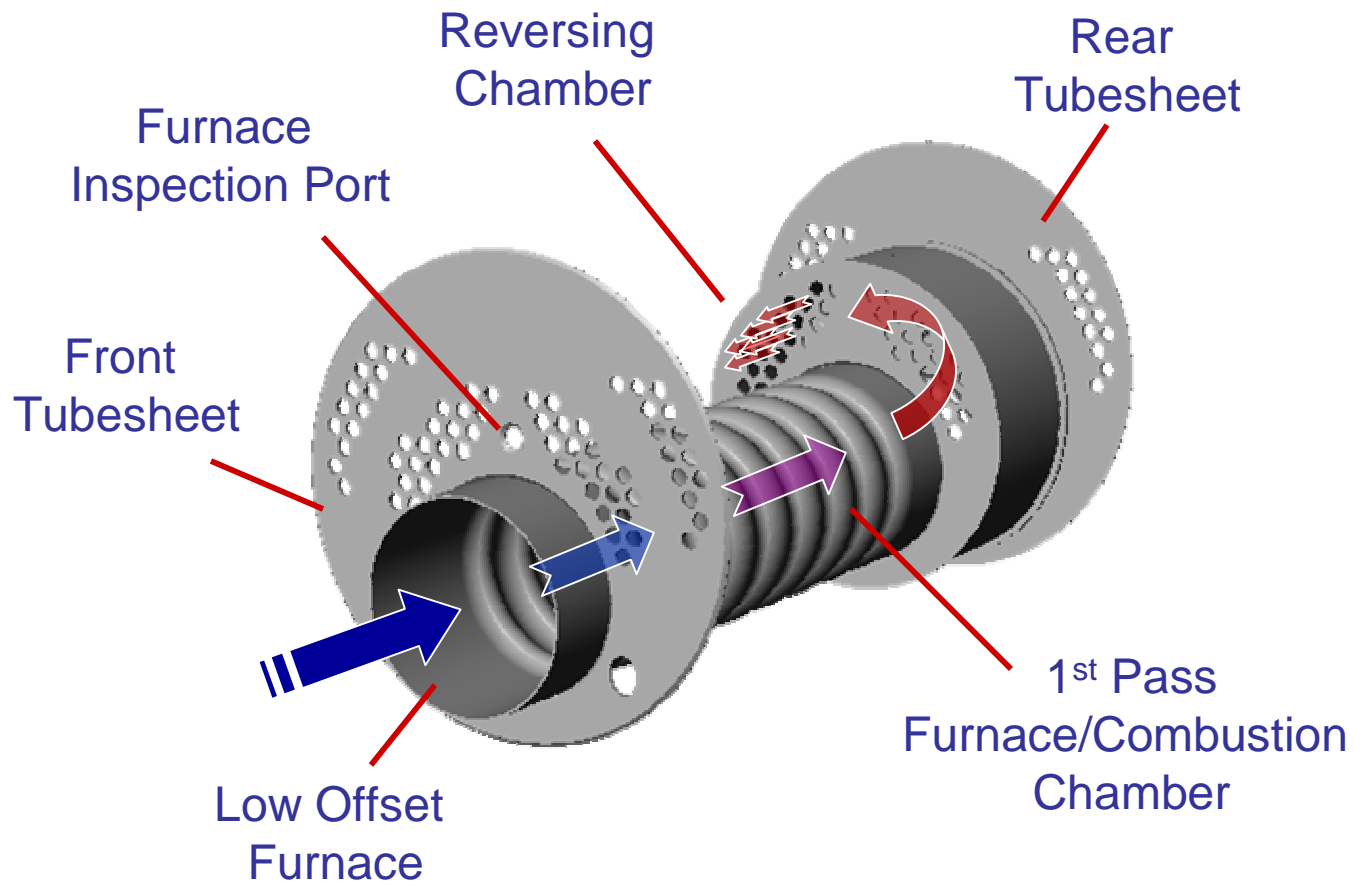
المراجل البخارية

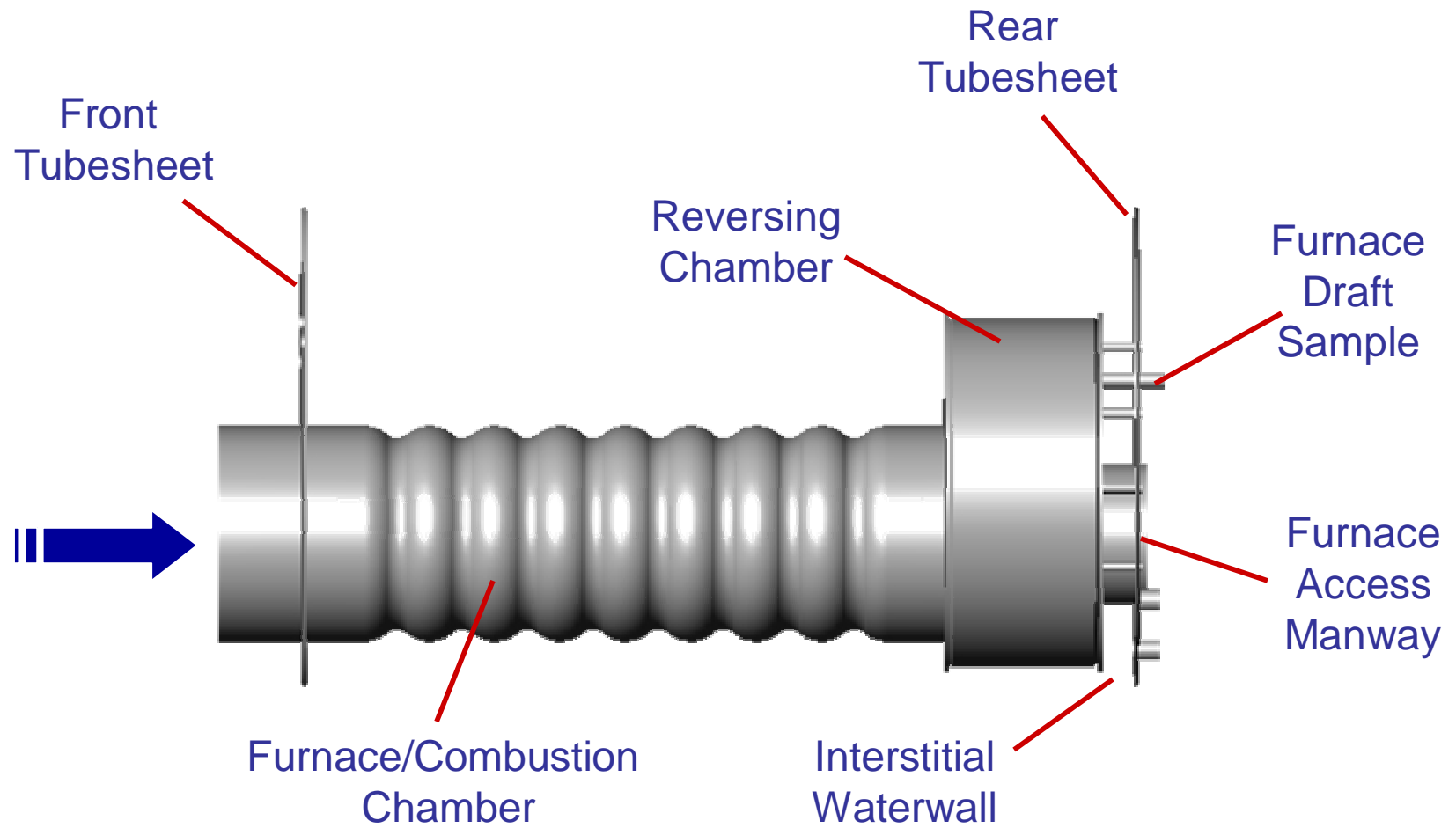


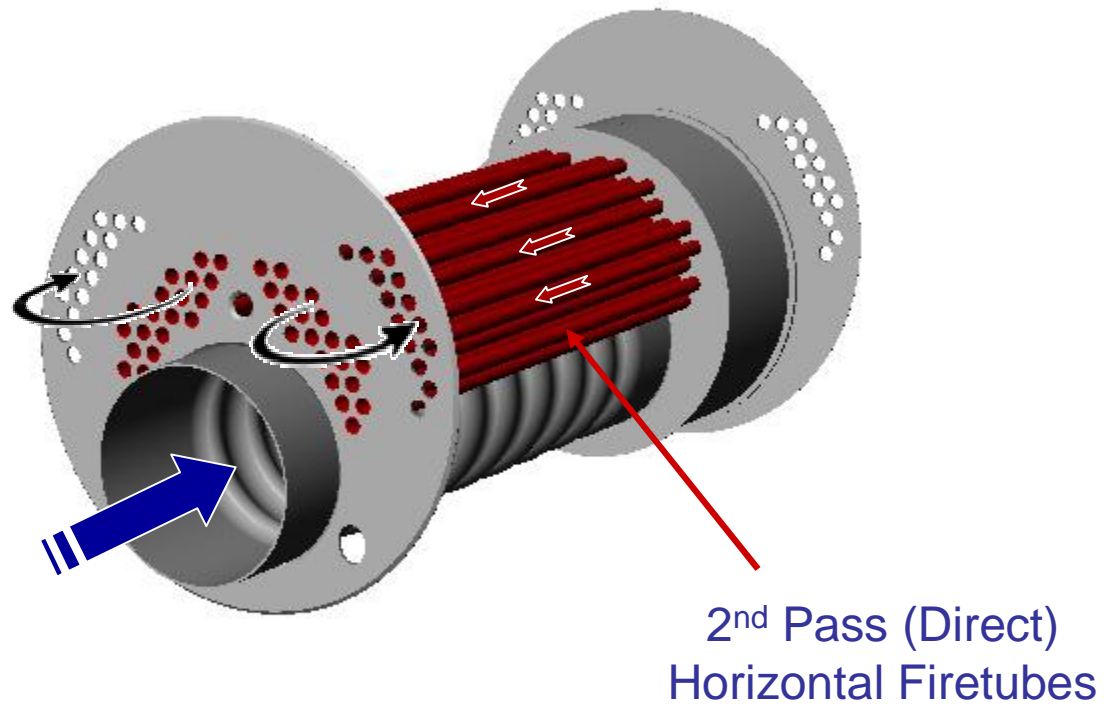


25

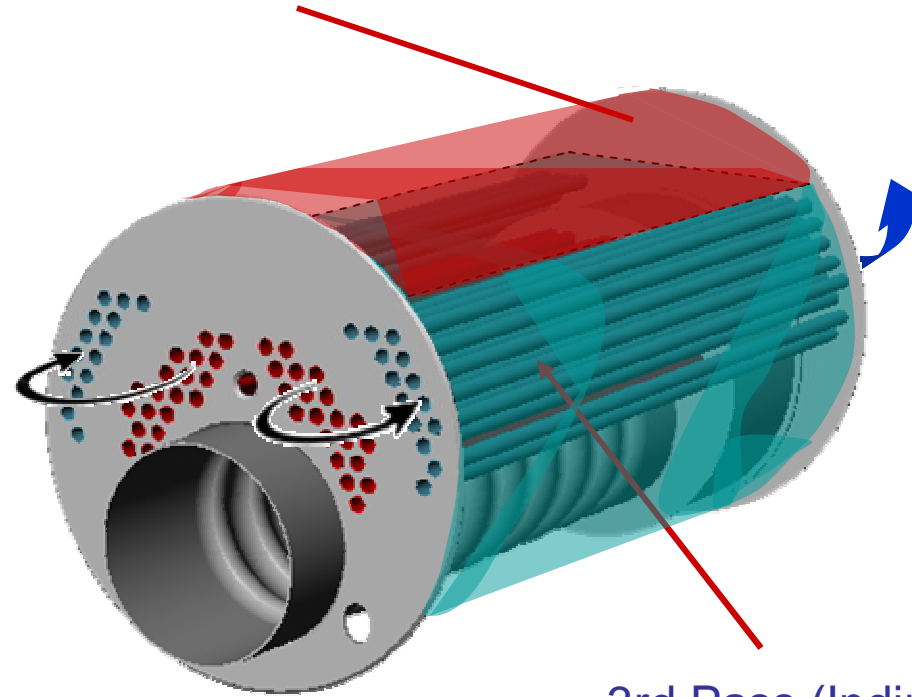
المراجل البخارية



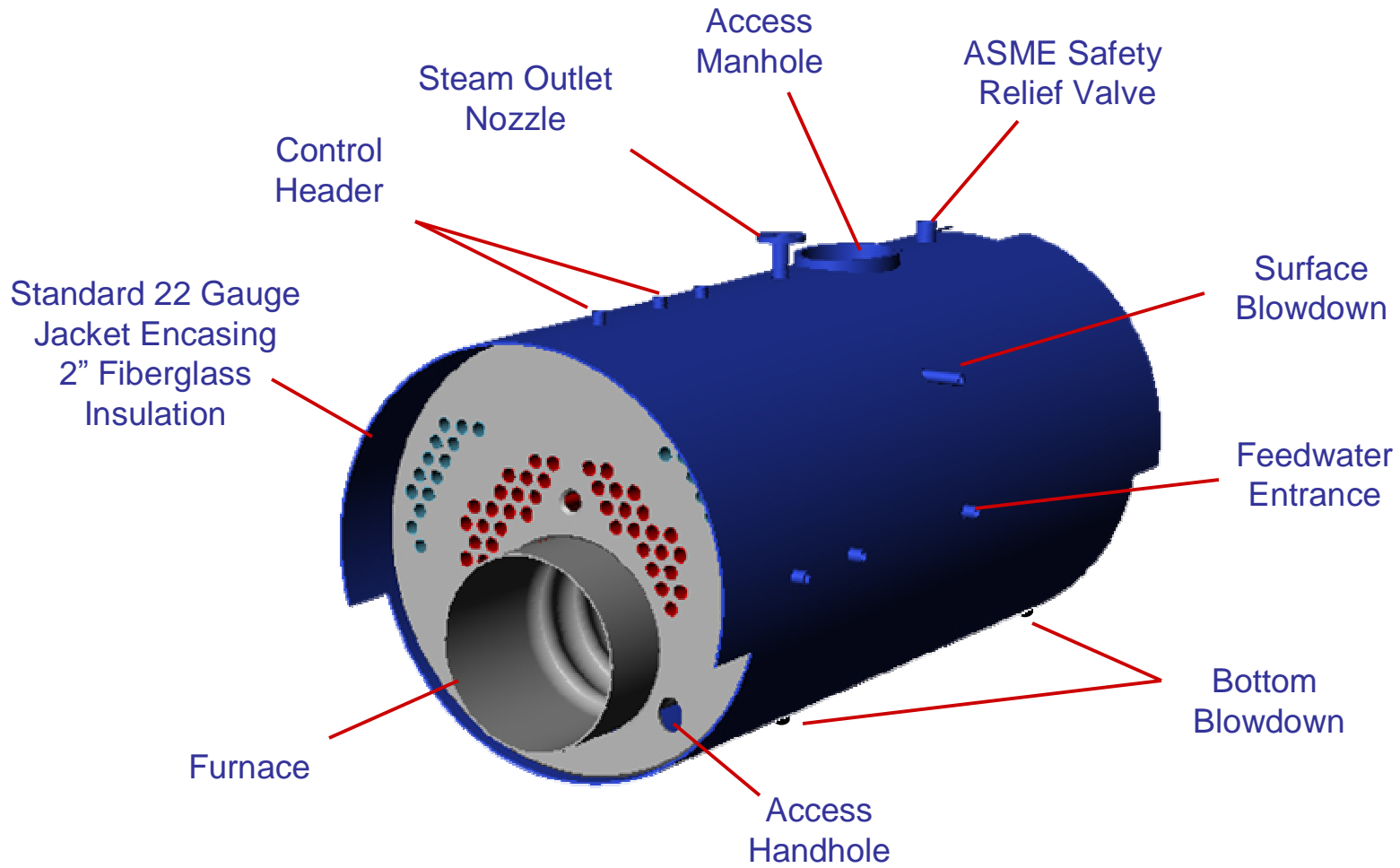


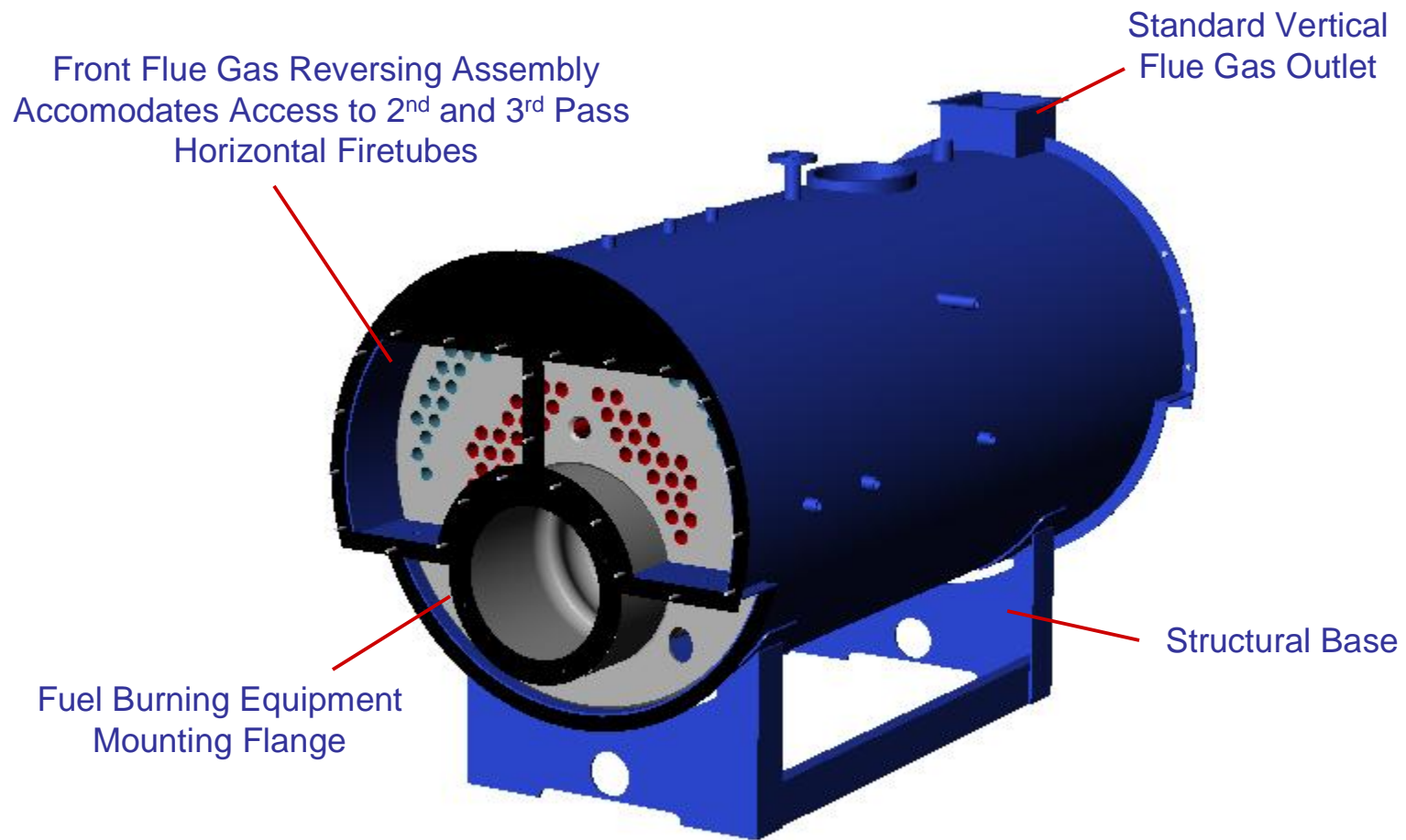


Liberal Steam Disengaging Area  
and Volume

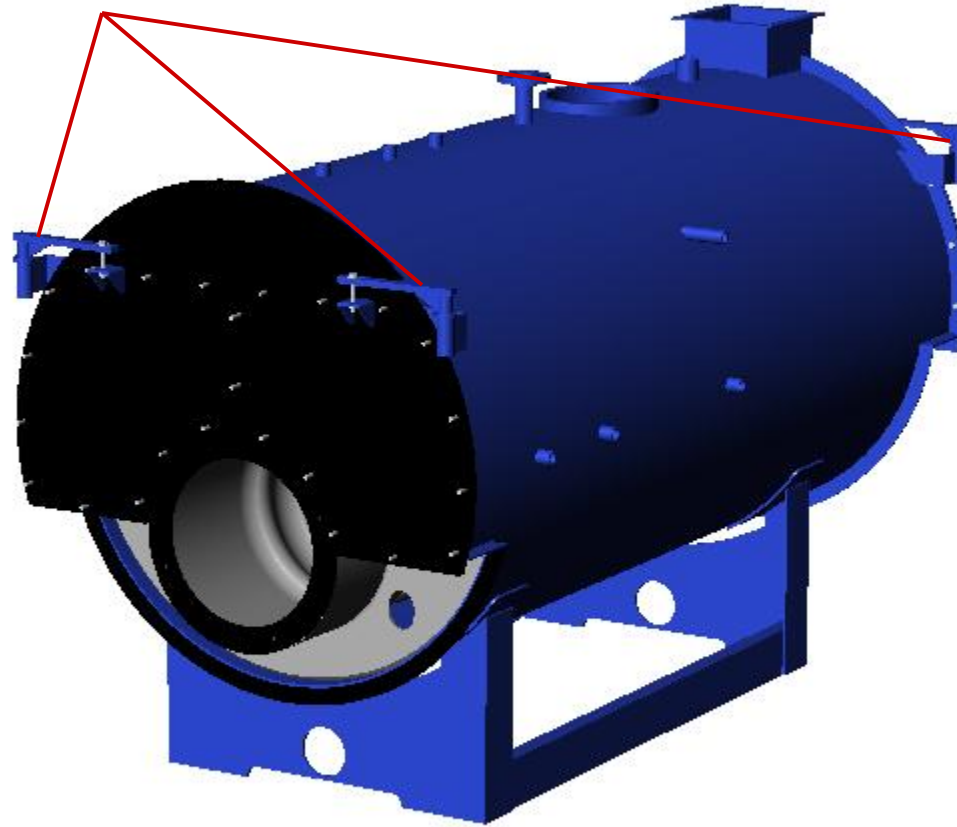


3rd Pass (Indirect)  
Horizontal Firetubes

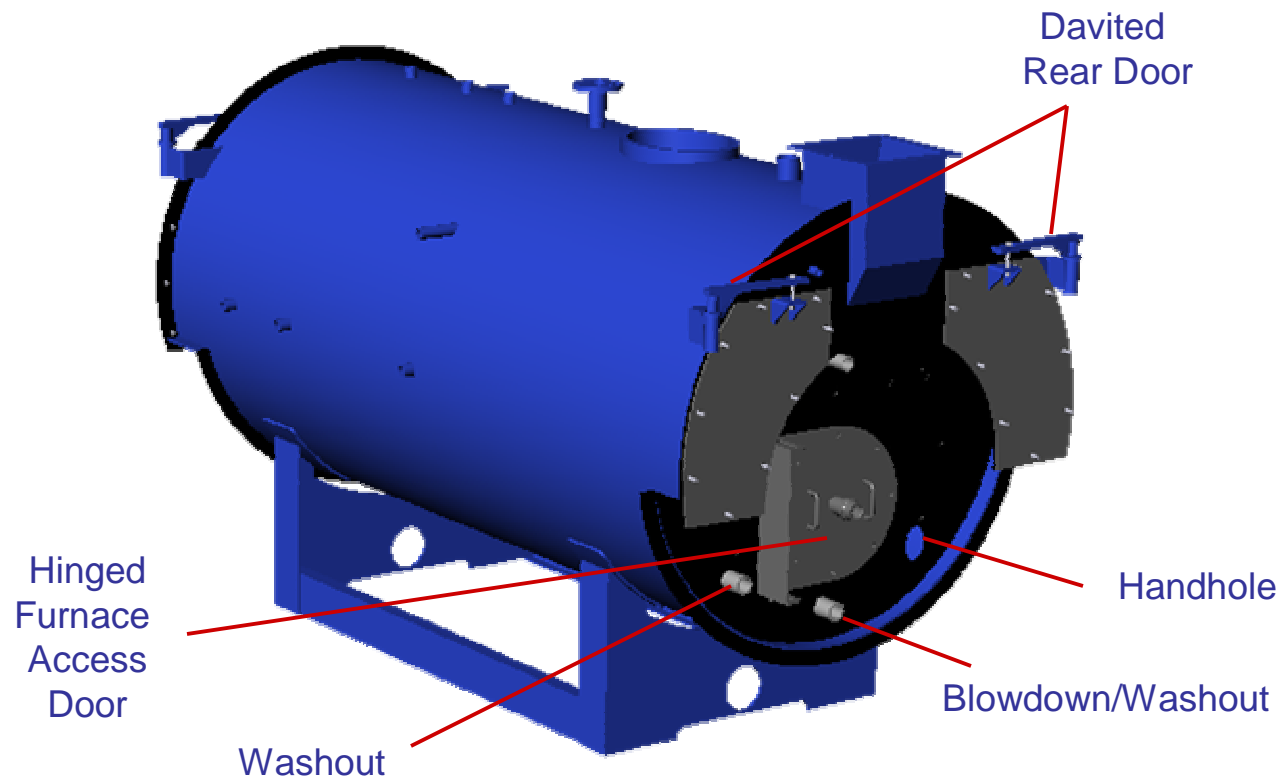


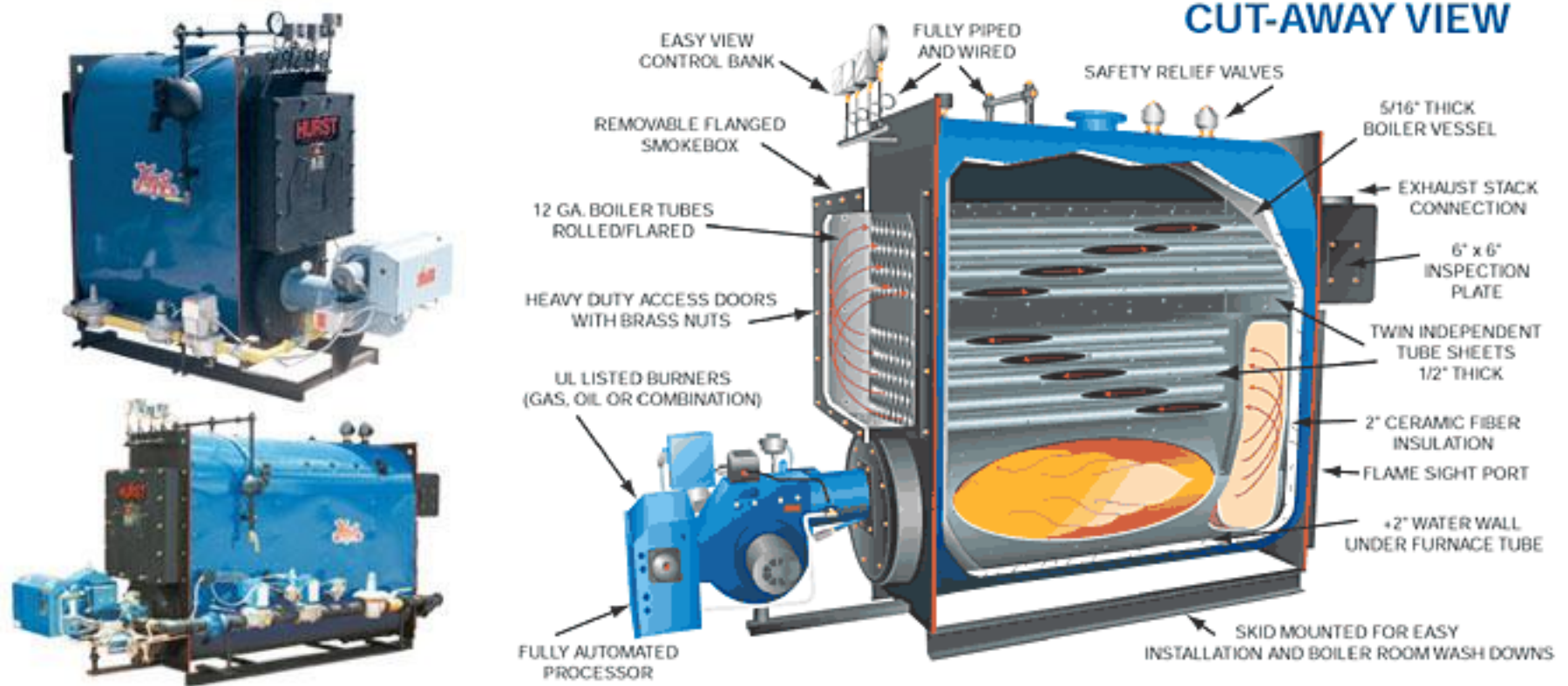


Davited Front and Rear  
Access Doors

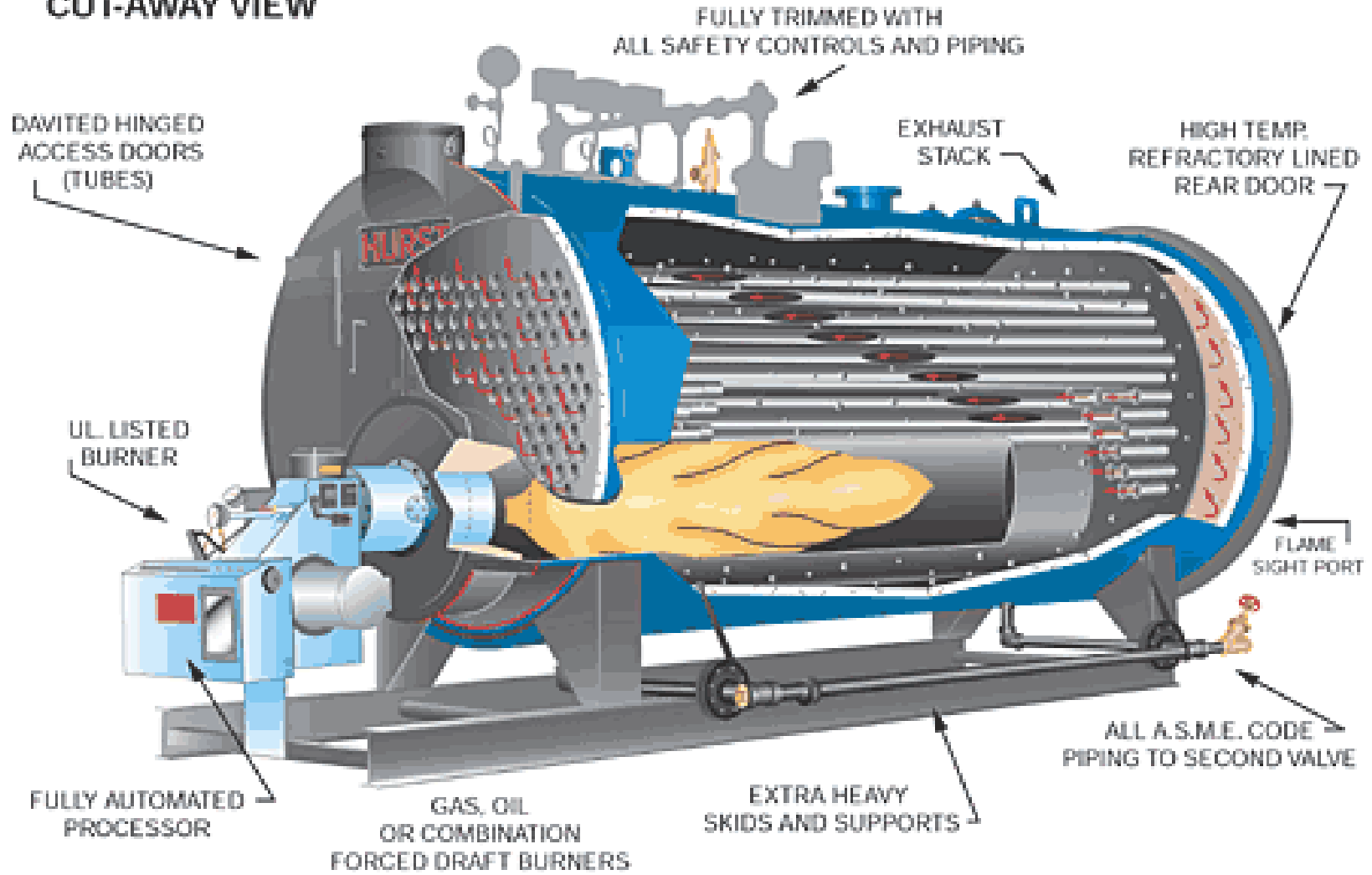








# CUT-AWAY VIEW





36

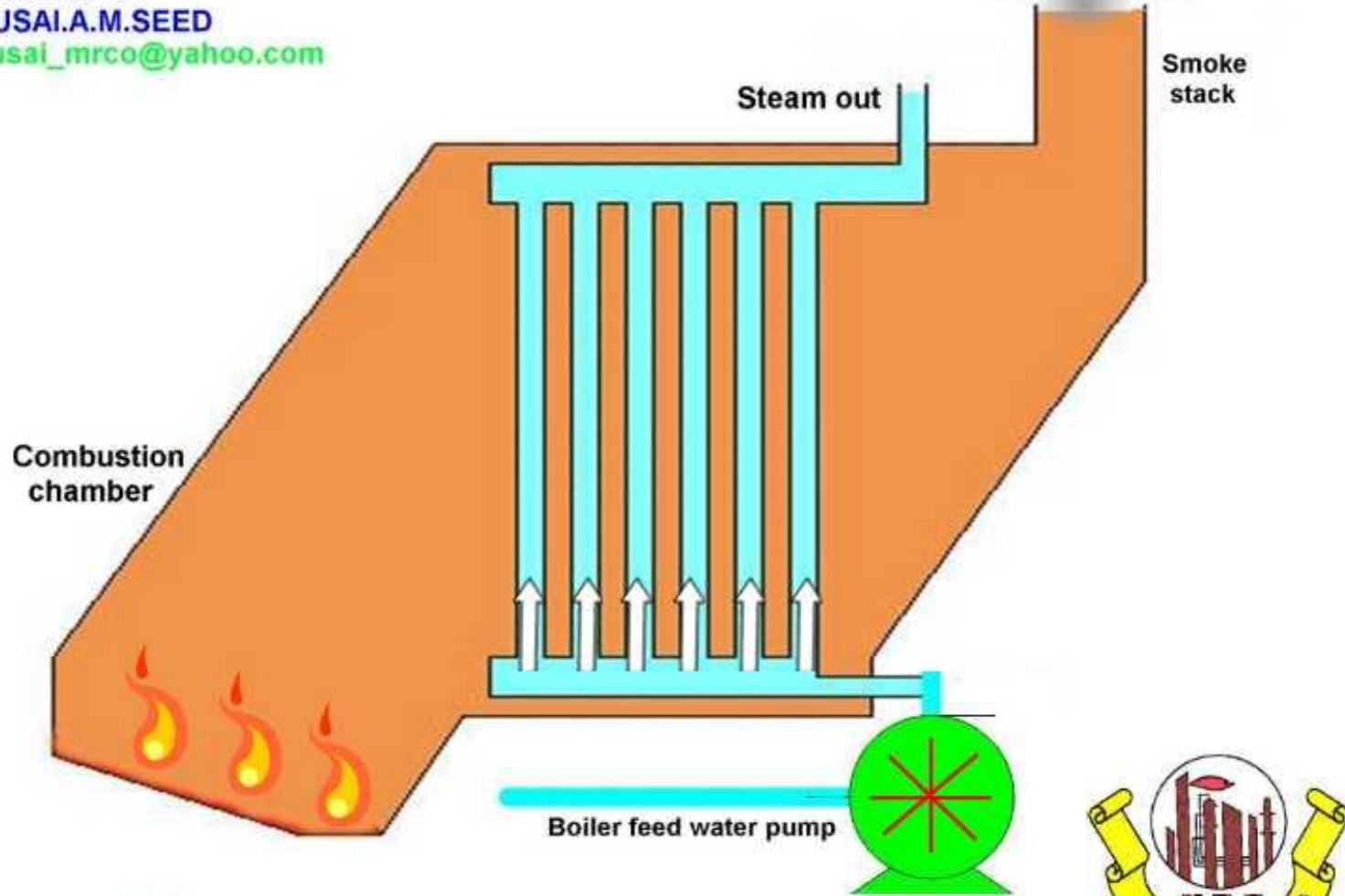
المراجل البخارية

## مراجل انايب الماء

- تتكون المراجل من نوع انايب الماء من وعاء (Drum) او اكثر (غالباً من اثنين الى اربعة) . وانايب تتكون من صف (Bank) واحد او اكثر ترتبط بنهايتي الوعاء الواحد او ترتبط بين الاوعية اذا كان المرجل يحوي على اكثر من وعاء , ويجري الماء داخل الانايب بينما يلامس اللهب وغازات الاحتراق الساخنة سطح الانايب الخارجي .ويستخدم هذا النوع من المراجل البخارية غالباً في انتاج طاقات كبيرة من بخار الماء .

# مخطط مرجل انابيب الماء

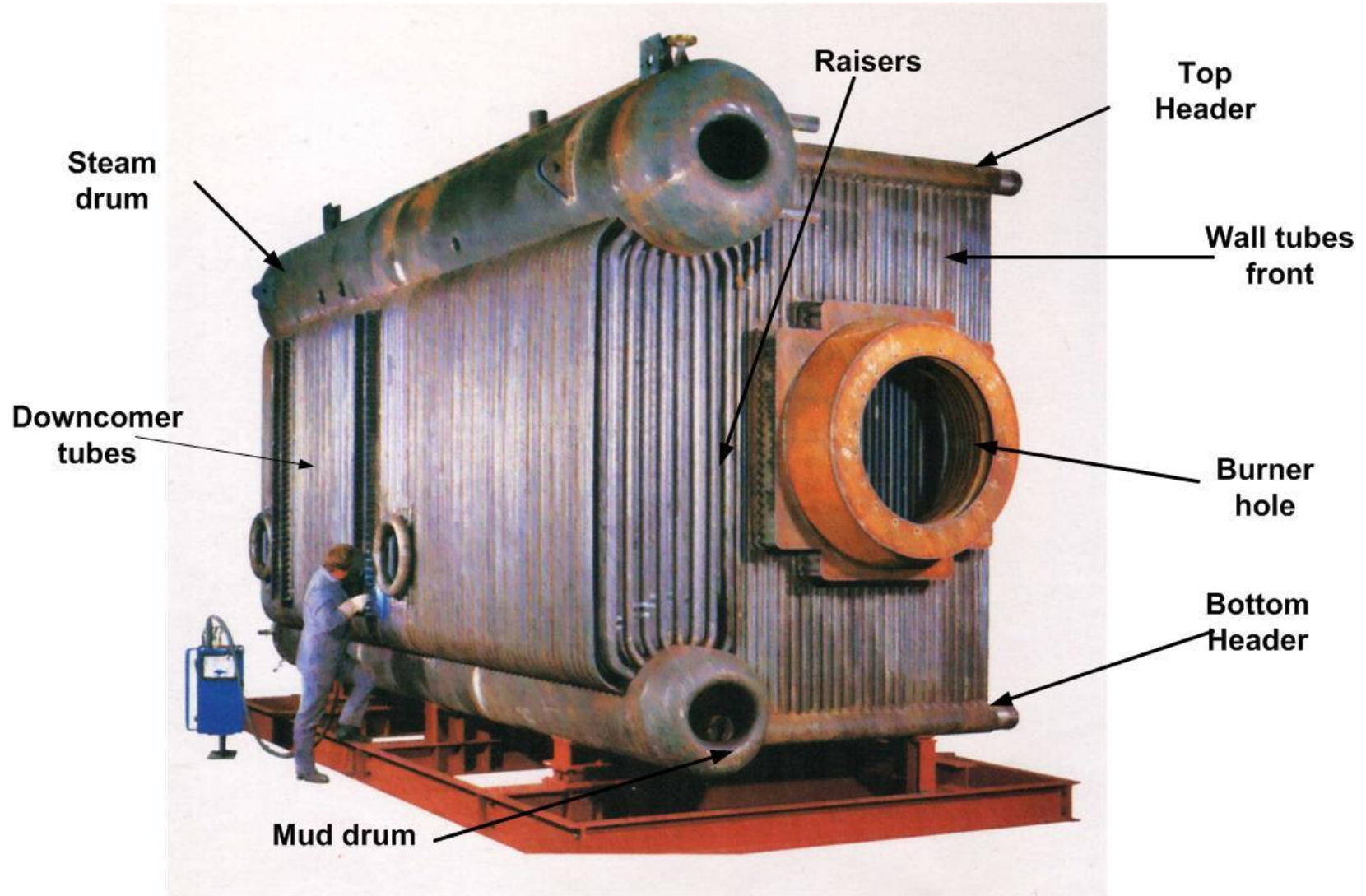
STEAM BOILER WT ANIMATION  
DESIGN BY:  
QUSAI.A.M.SEED  
qusai\_mrco@yahoo.com



www.qusai.4mg.com

المراجل البخارية

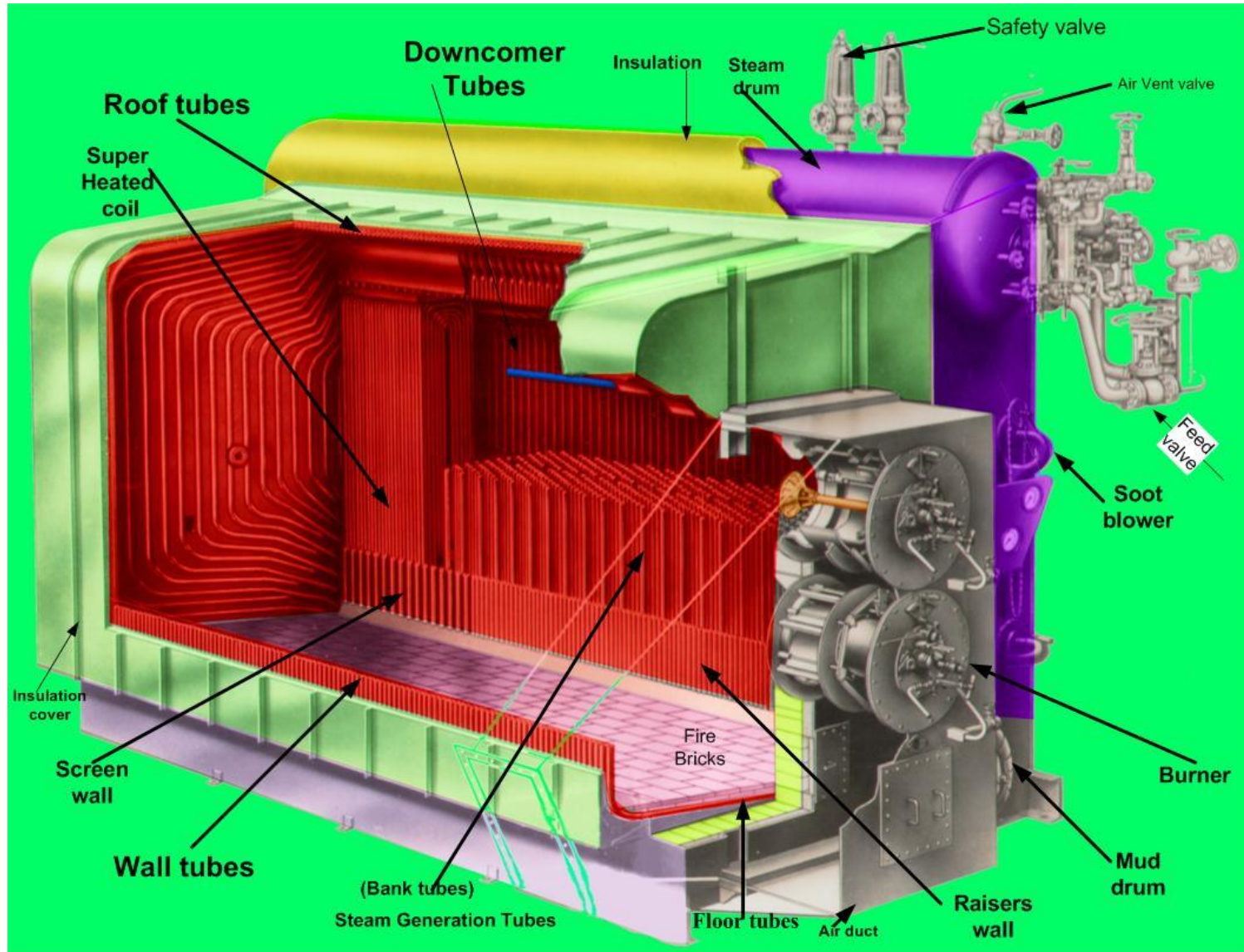
# جدران المرجل البخاري



# مكونات المرجل البخاري

1. الفرن.
2. المشاعل
3. وعاء الماء.
4. المحمصة.
5. وعاء البخار.
6. نافخات الرماد والسخام .
7. صمامات الأمان.
8. أجهزة السيطرة.

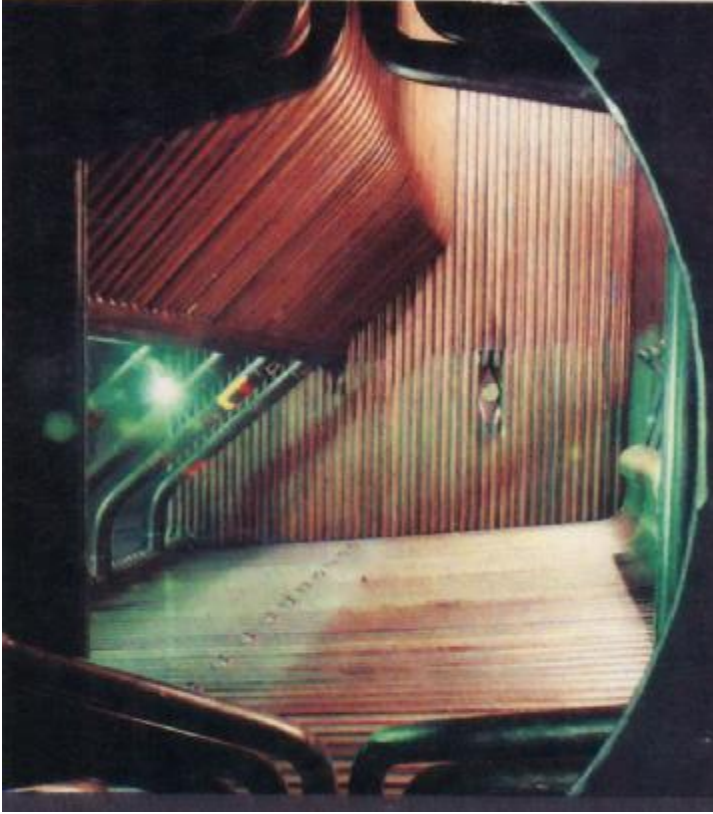




41

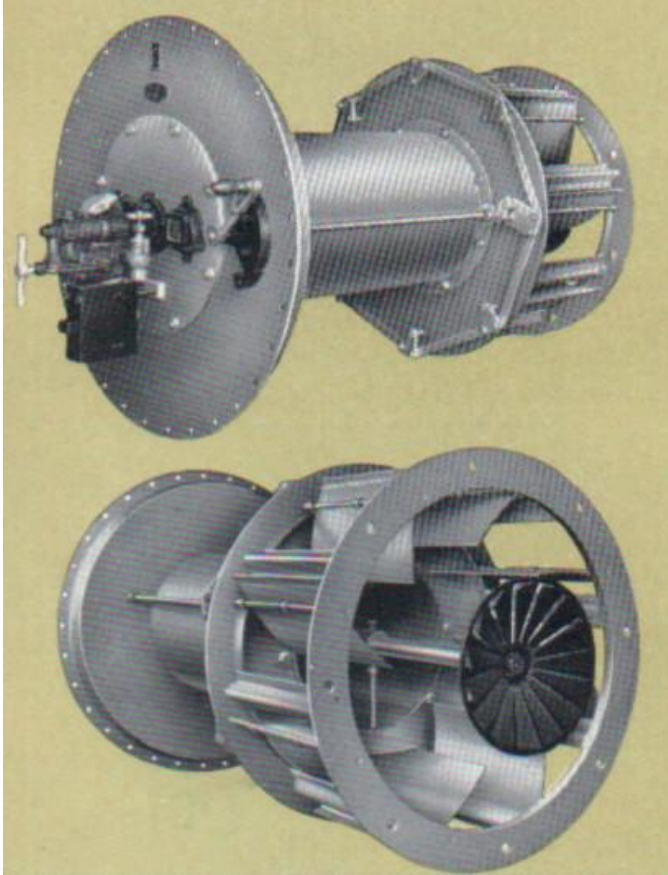
المراجل البخارية

# الفرن



• وهو الحيز الذي يحوي غرفة الاحتراق التي تكمل عملية احتراق الوقود فيها وتتكون من الانابيب المساعدة والارضية والسقف وتشكل الجدار المكون للفرن .

# المشاعل



هو عبارة عن المعدة  
التي يتم احراق  
الوقود من  
خلالها.

وتتكون من انبوبان  
متداخلان  
يجري الوقود  
بأحدهما و  
يجري الوقود  
بالآخر.

## التذرية

- تتم التذرية على أساس مبدأ المقص عند تقاطع تيار سريع جدا من البخار الماء مع مجرى الوقود المتحرك ببطء ويحصل التقاطع وعندئذ التذرية أي ان تيار الوقود وبخار الماء يتقاطعان داخل المحرق حيث يتكسر الوقود الى رذاذ ويمتزج مع مائع التذرية قبل الانتشار داخل حجرة الاحتراق ان هذا النوع من التذرية واسع الانتشار ويمتاز بكفاءة عالية عند طاقات الاحتراق العالية

## التذرية بواسطة بخار الماء

- يزود بخار الماء تحت ضغط حيث يقوم بعملية التذرية ويعمل بنفس الوقت كمصدر للحرارة اللازمة الى خفض لزوجة الوقود الثقيل ويتطلب ان يكون بخار الماء جاف ويسيطر جيدا على كميته بخار الماء والذي يعمل على خفض درجة حرارة اللهب

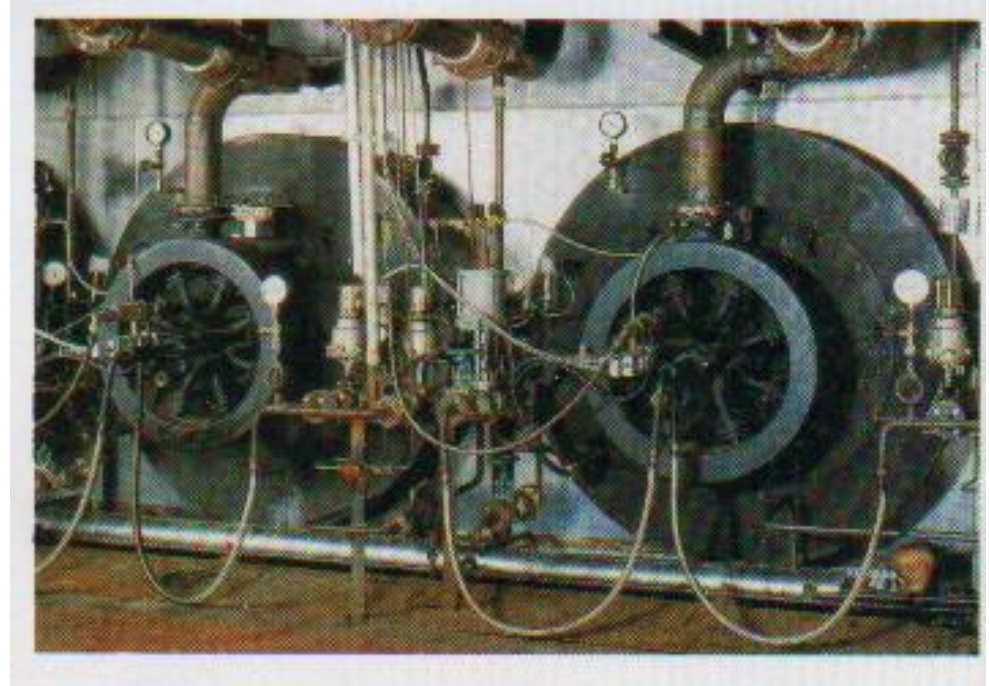
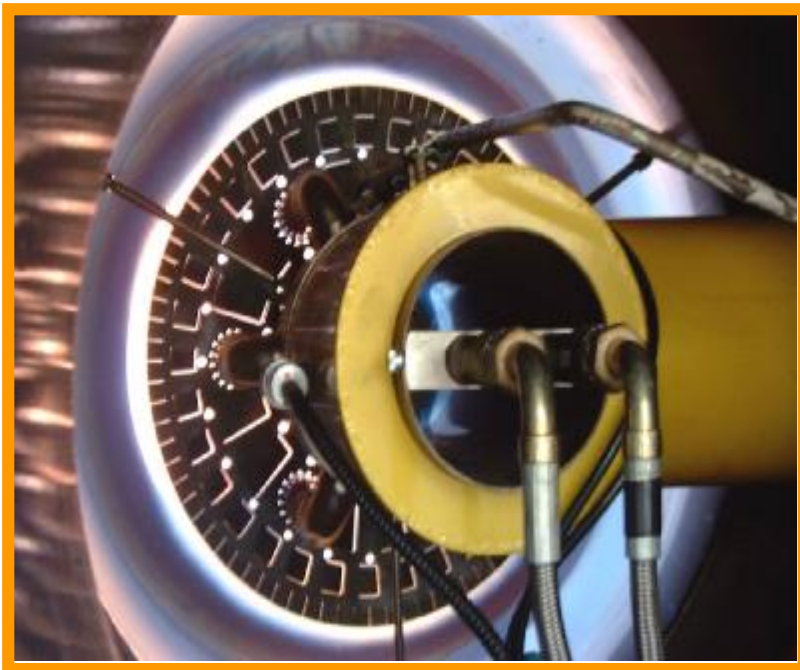
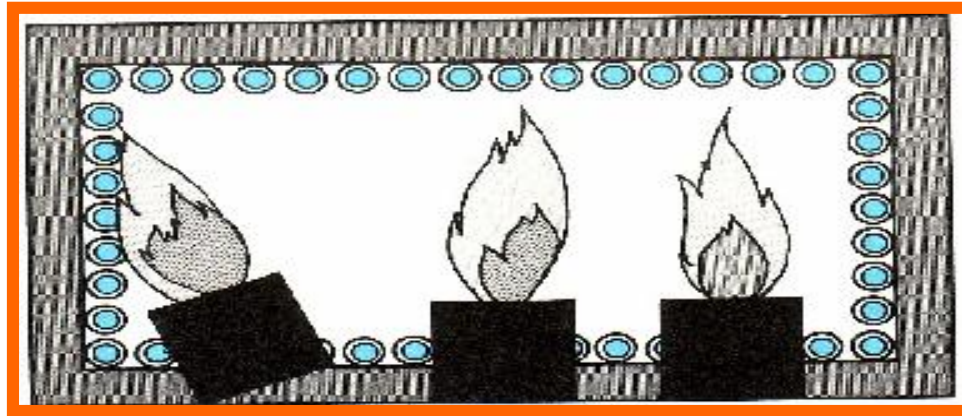


# تبدال المشاعل



45

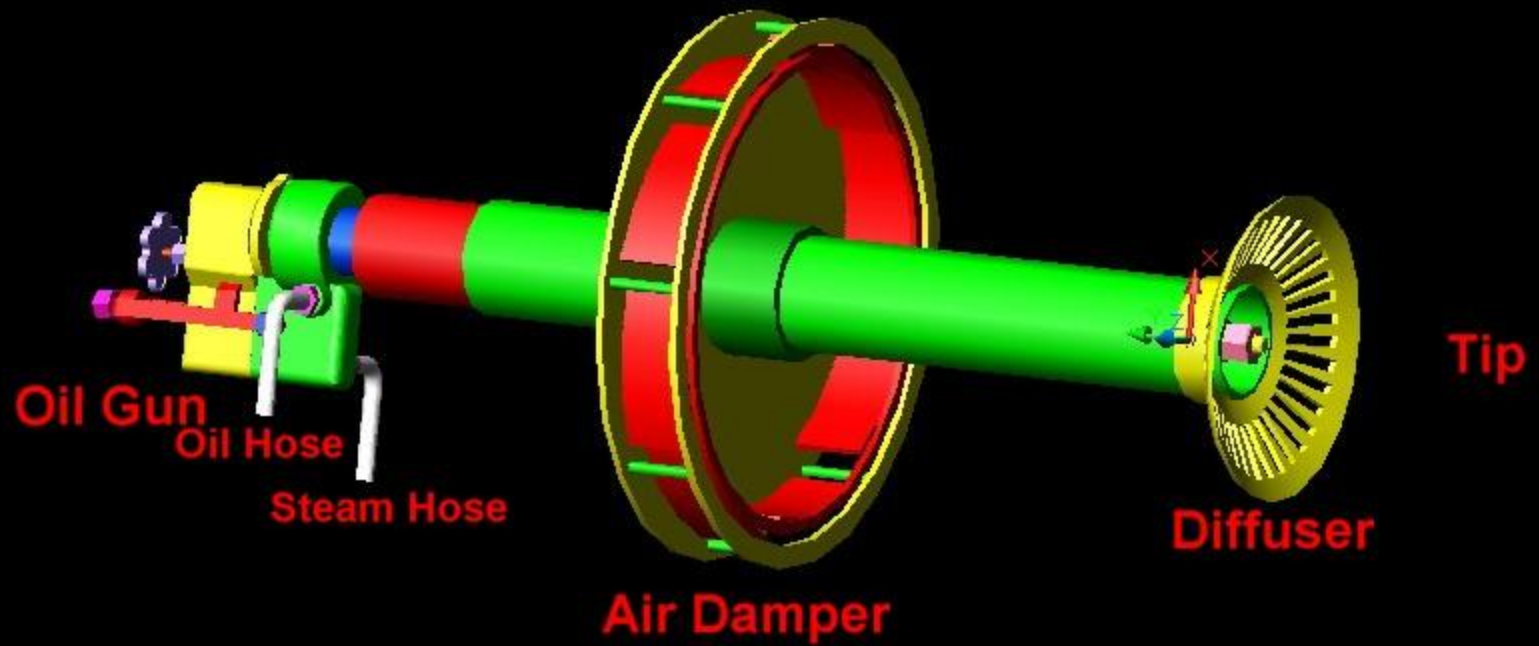
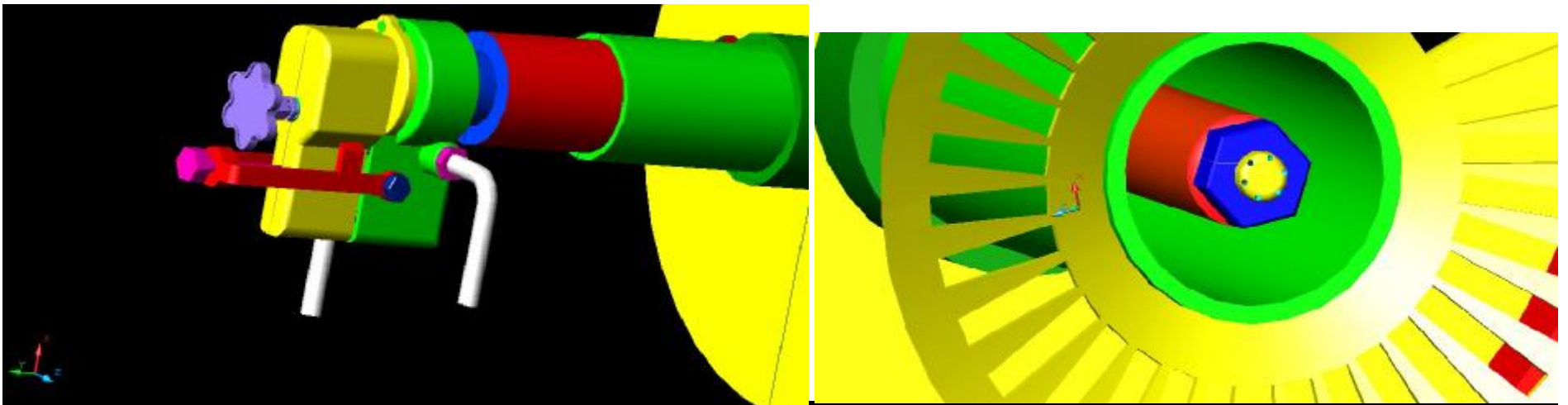
المراجل البخارية

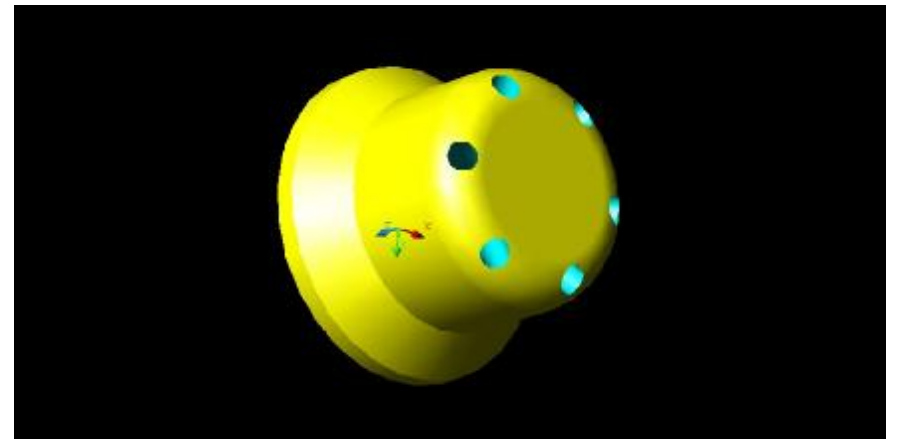
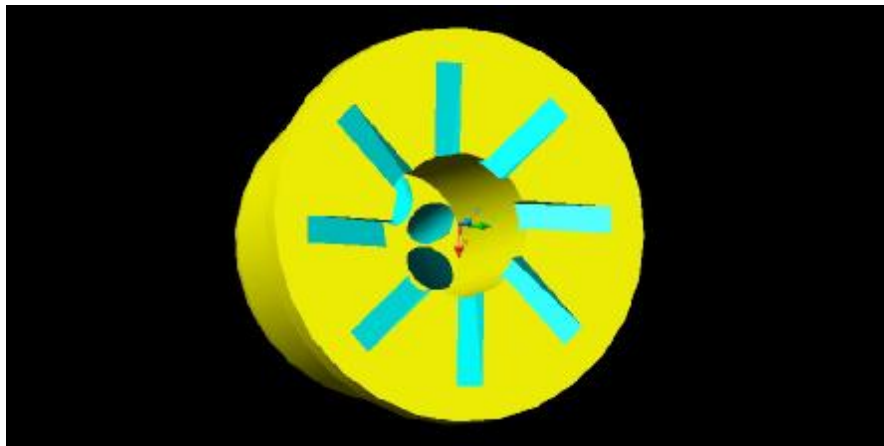
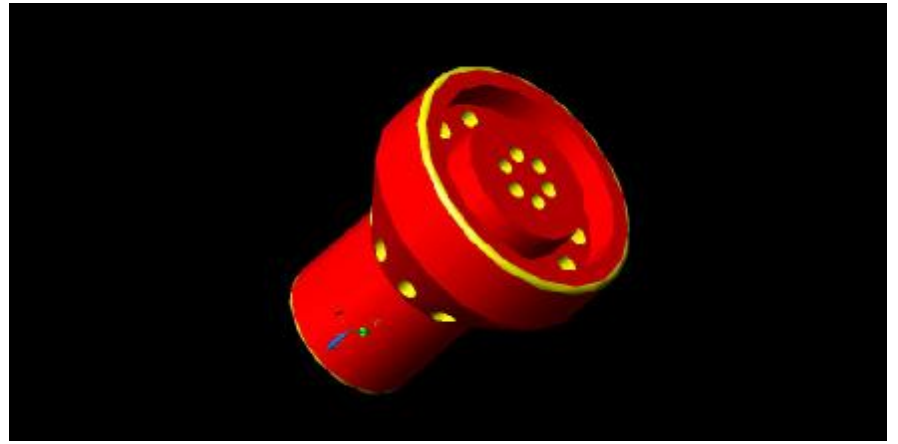
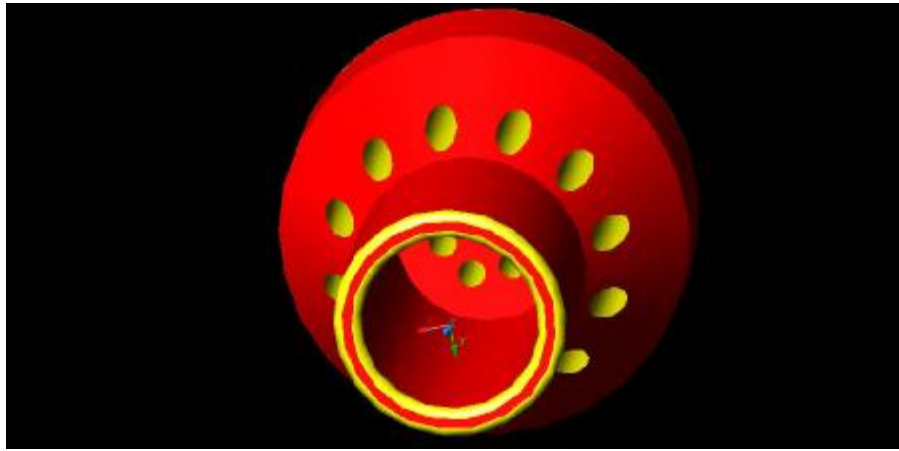


46

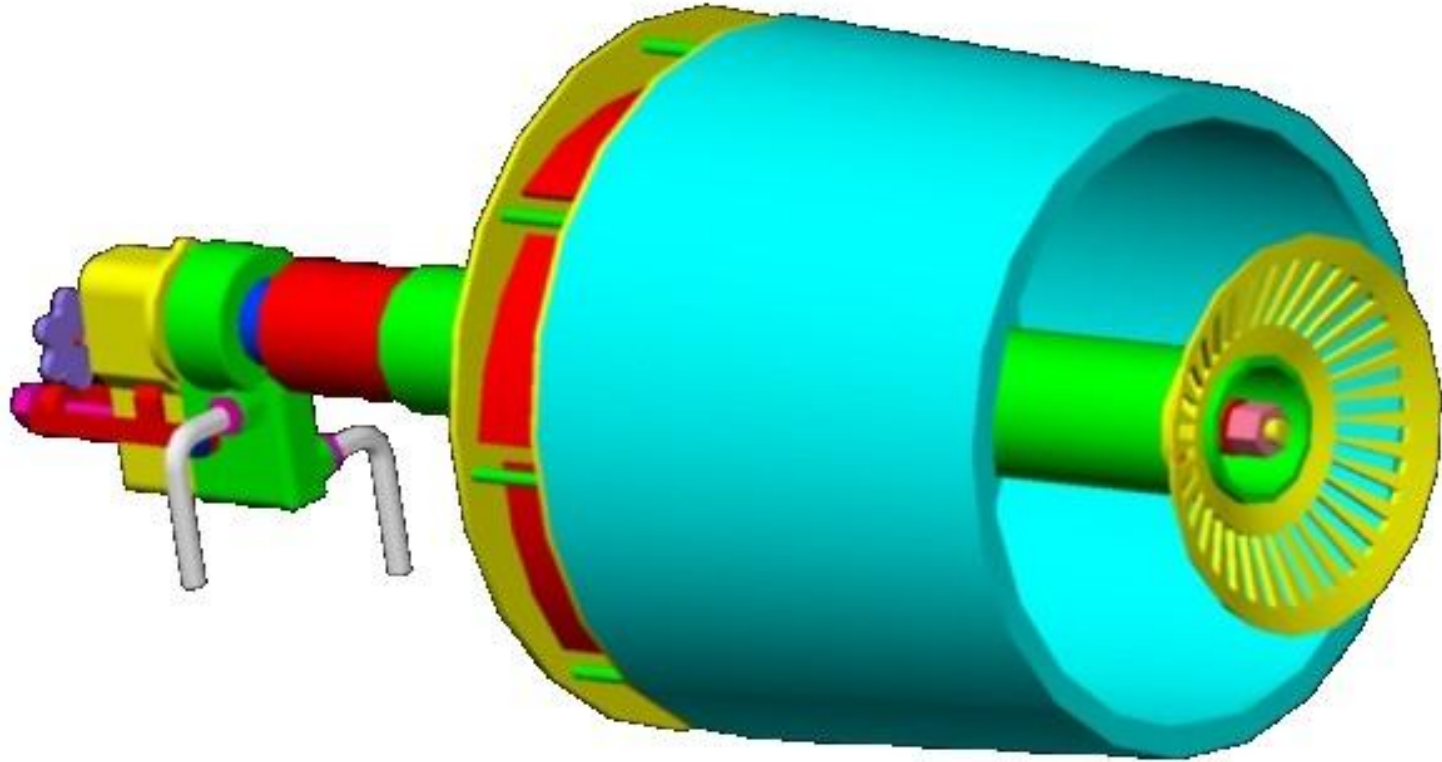
المراجل البخارية

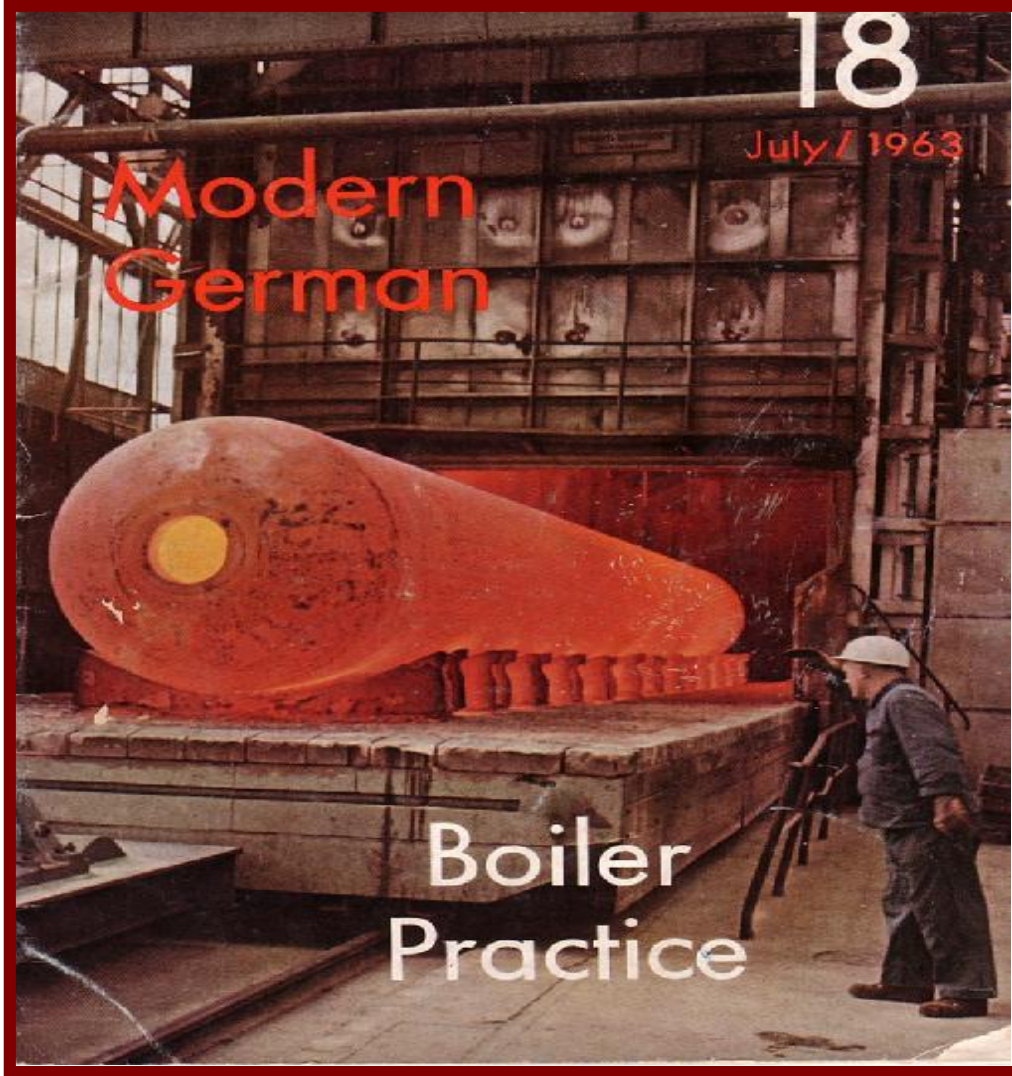












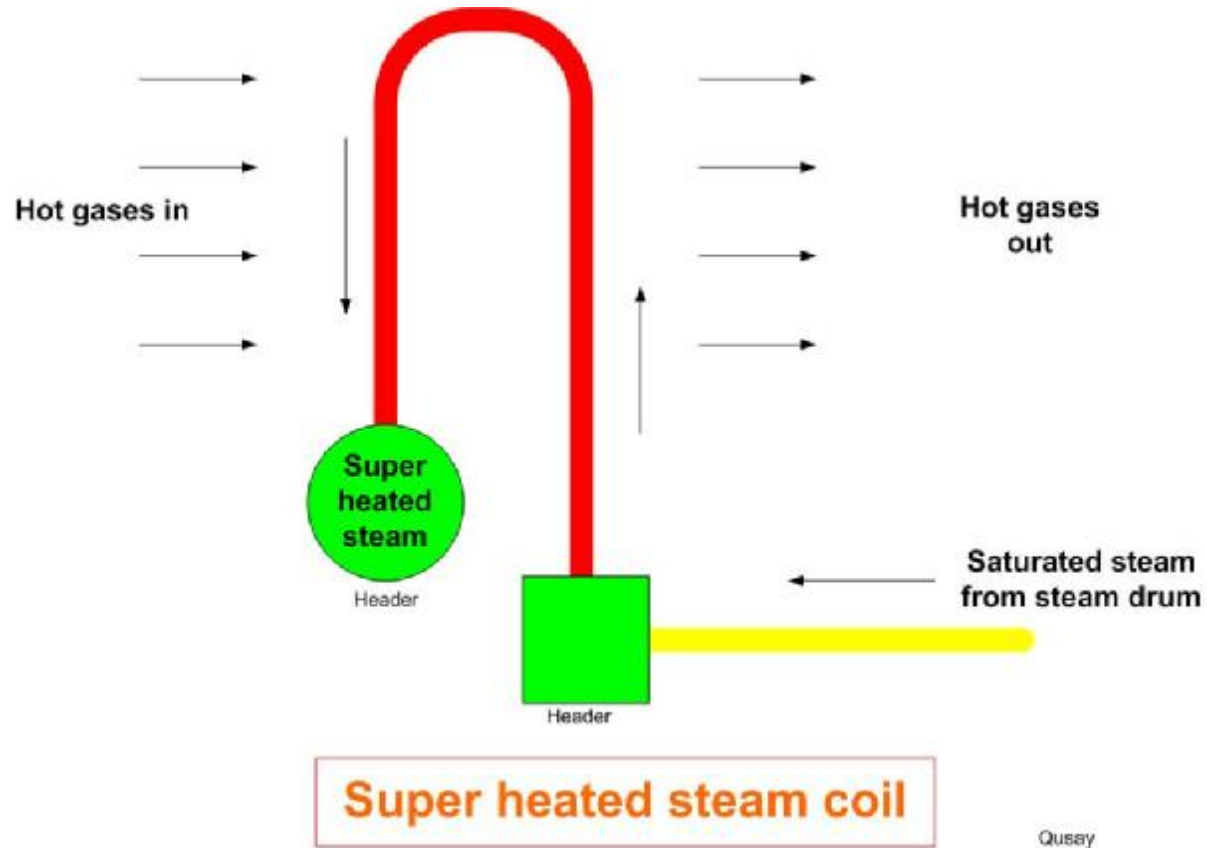
وعاء الماء.

وهو الوعاء الي يربط  
الانابيب النازلة  
والصاعدة  
والجدران ويكون  
اسفل المرجل  
واصغر من وعاء  
البخار.

# المحمصة

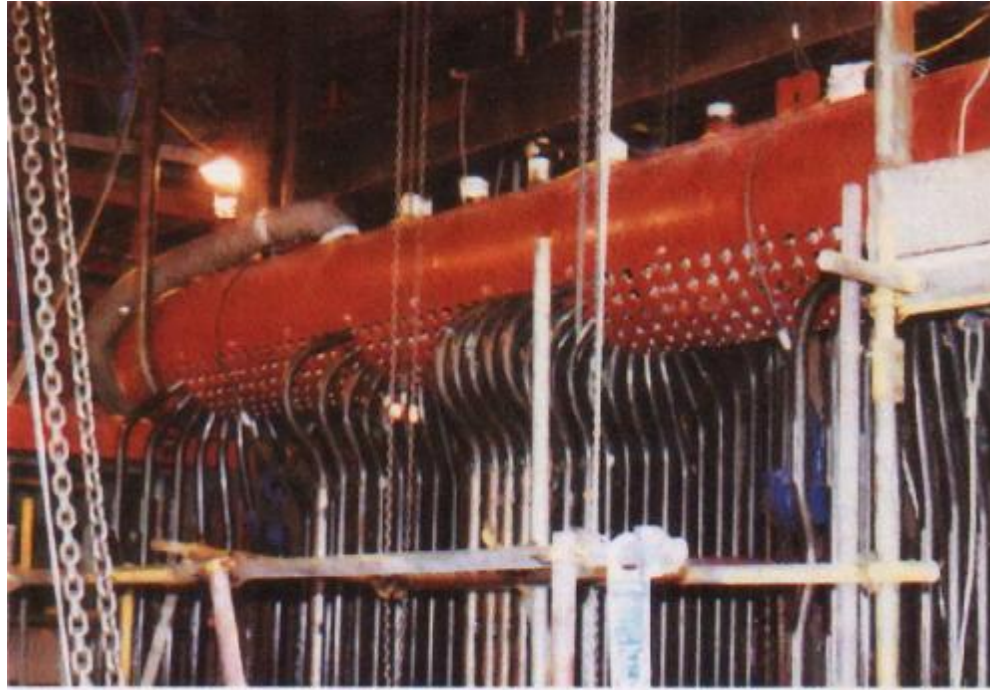
وهي عبارة عن مجموعة من الانابيب يتم تحويل البخار المشبع الى محمص وتتكون المحمص من مجموعتي حزم انابيب عمودية موضوعة في مسار غازات الاحتراق قبل طرحها الى المدخنة ويكون موقعها في نهاية الفرن وفي الحيز الذي يتغير به اتجاه المسار قبل الدخول الى حزم الانابيب مما يمكن من انتقال الحرارة من غازات الاحتراق بواسطة الاشعاع والحمل بطريقة تضمن استقرار درجة حرارة البخار المحمص مع تغيرات الواسعة في مدى الحمل البخاري.

# محمصة البخار



## وعاء البخار

وهو الوعاء العلوي للمرجل ويتم فيه فصل البخار المتكون عن الماء ويغادر البخار الوعاء عن طريق انابيب ويجري الى المحمصة.



# الاجزاء الداخلية لوعاء البخار

## **انبوب الماء المغذي.**

ويكون انبوب مثقب لضمان توزيع الماء بشكل متساوي على طول الوعاء  
انبوب البزل المستمر.

وظيفة هذا الانبوب نقل جزء من ماء وعاء البخار لتقليل الاملاح الى منظومة البزل  
**انبوب المواد الكيميائية.**

وظيفة هذا الانبوب هو ادخال المواد الكميائية الى وعاء البخار

## **فاصلات البخار Cyclones.**

تقوم هذه الفاصلات على فصل قطرات الماء عن البخار الرطب و ارجاعه الى وعاء البخار مرة  
اخرى حيث يتغير مسار البخار 90 درجة ويدور وبعملية الطرد المركزي يتم الفصل.

## **قشطات البخار Scrubbers.**

تكمل القاشطات عمل Cyclones حيث تفصل ماتبقى من قطرات الماء بسبب اختلاف الطاقة  
الحركية بينهما ويعاد الماء ايضا الى وعاء البخار.



# محتويات وعاء البخار

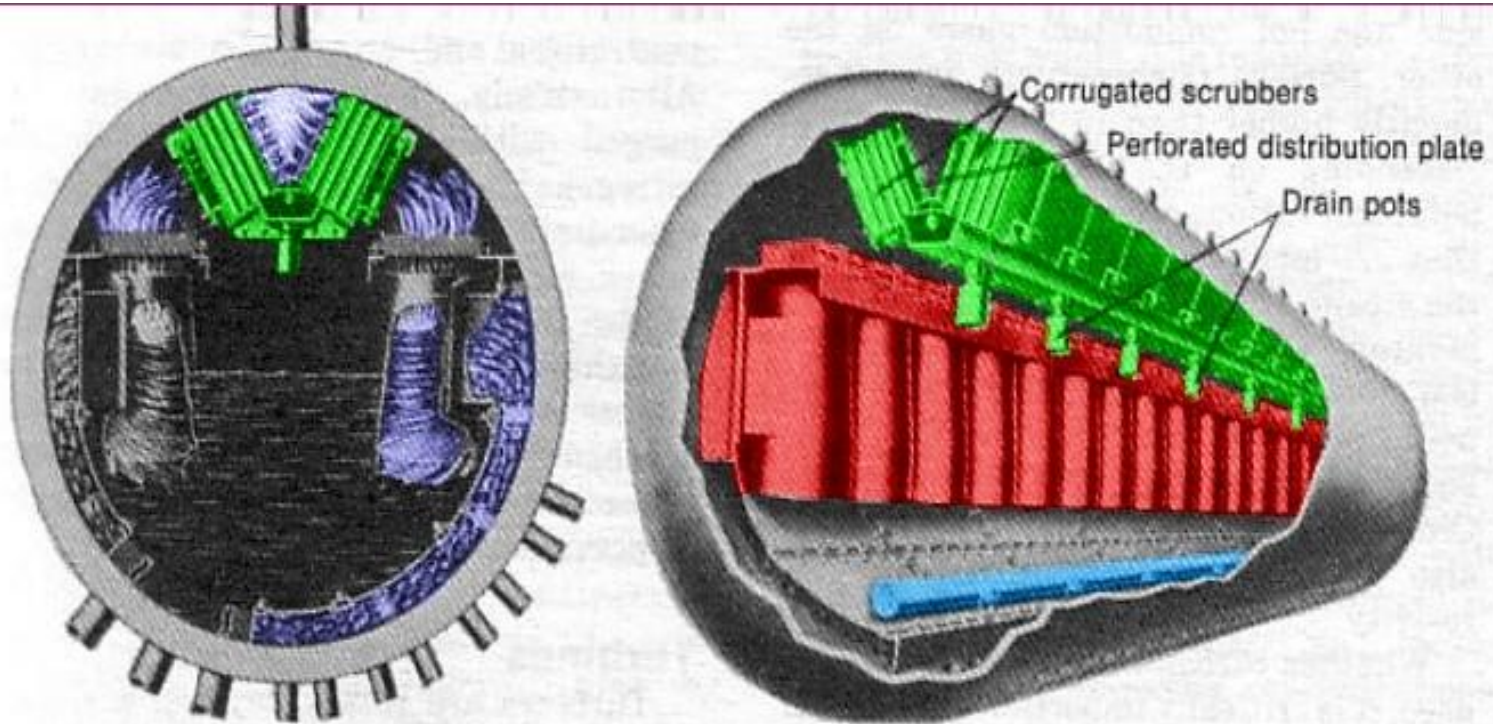
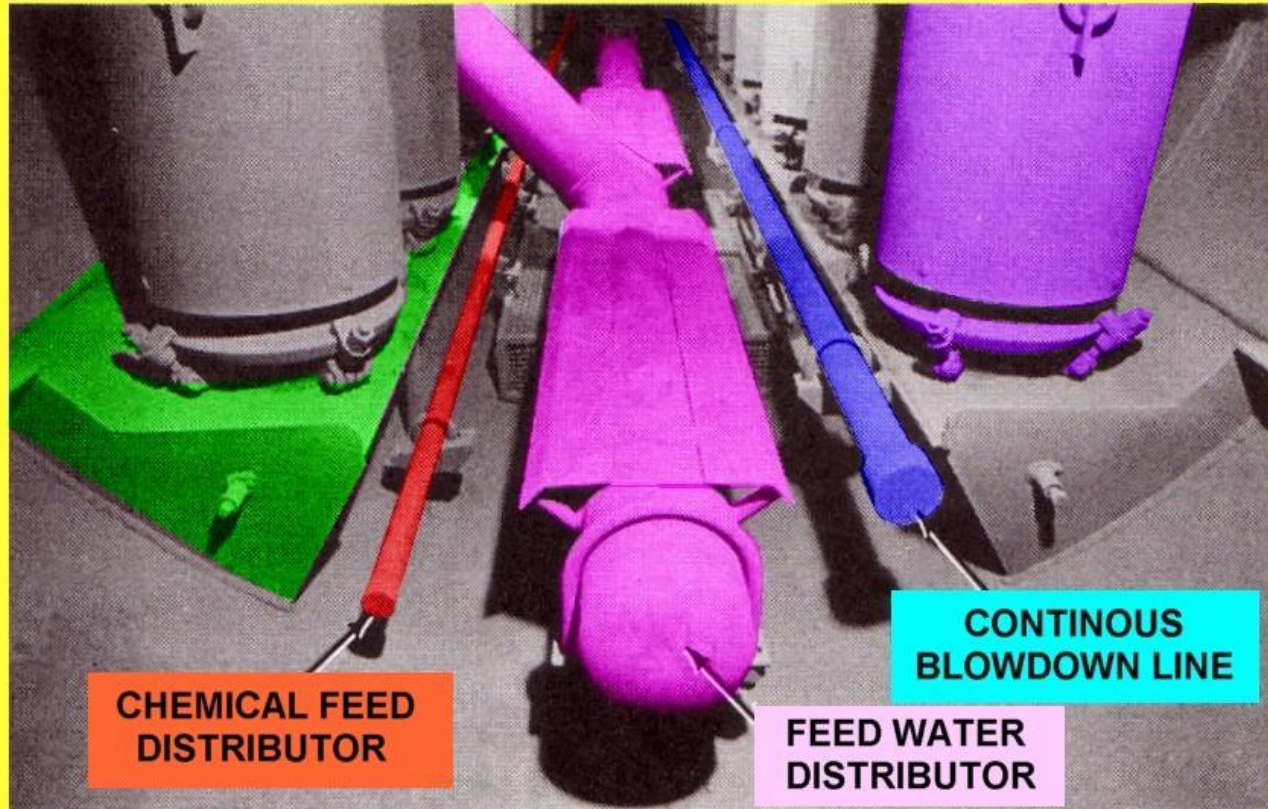


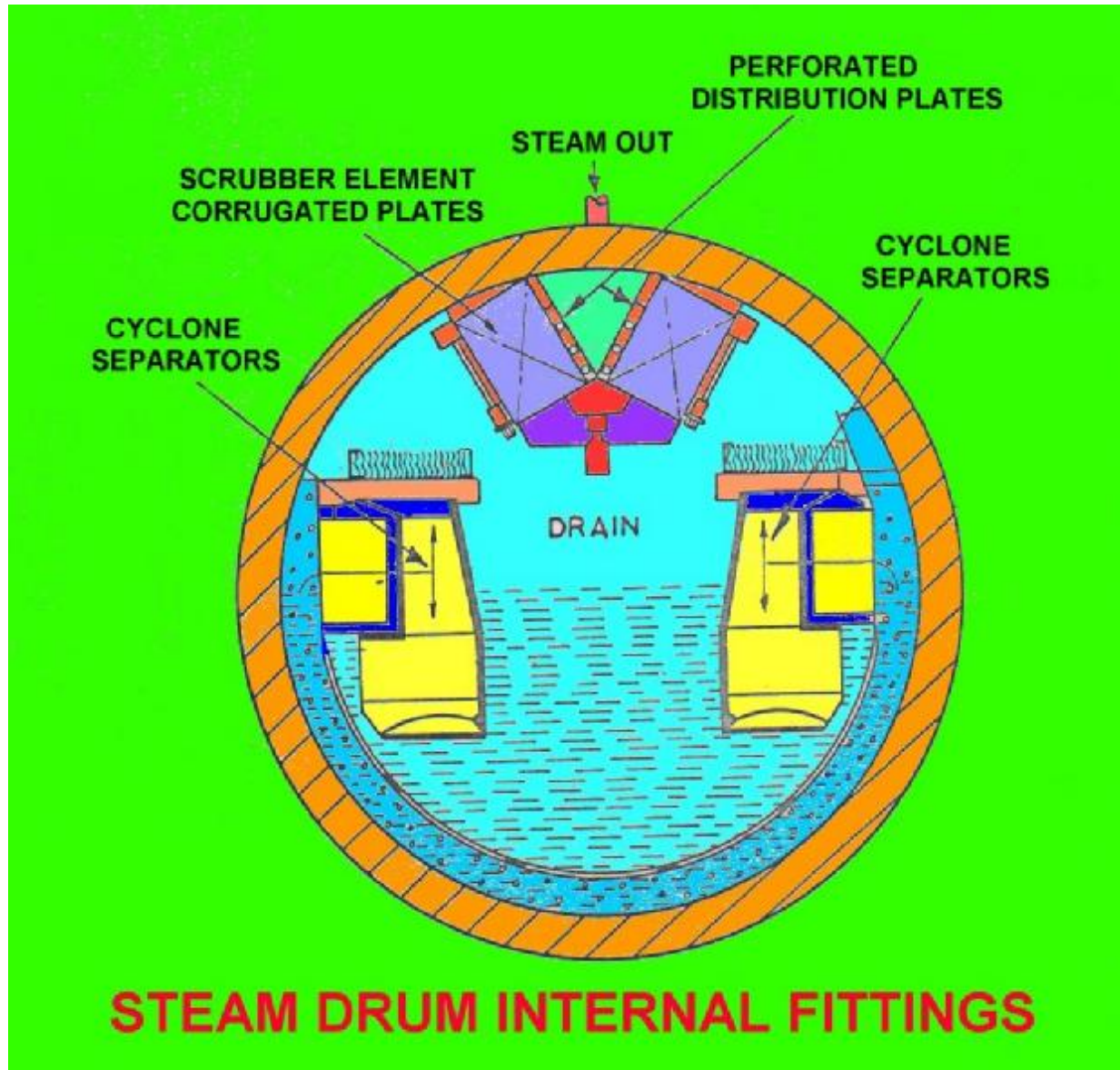
Figure 10-13. Mechanical steam separation in boiler drum is done with cyclones and corrugated scrubbers installed along length of drum. As steam-

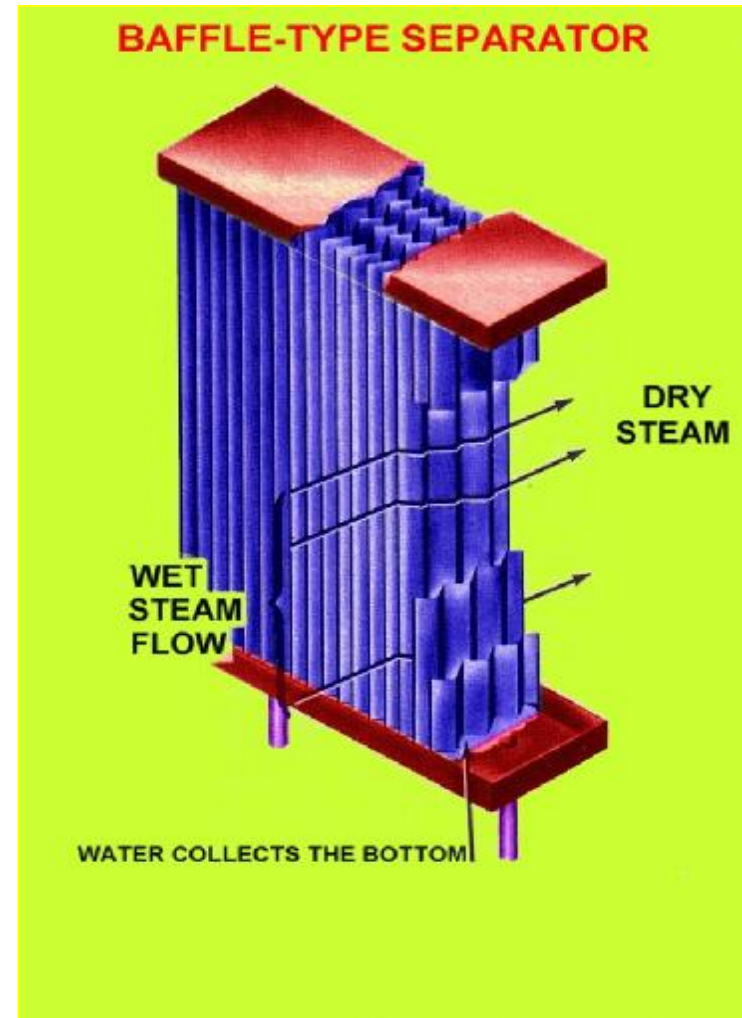
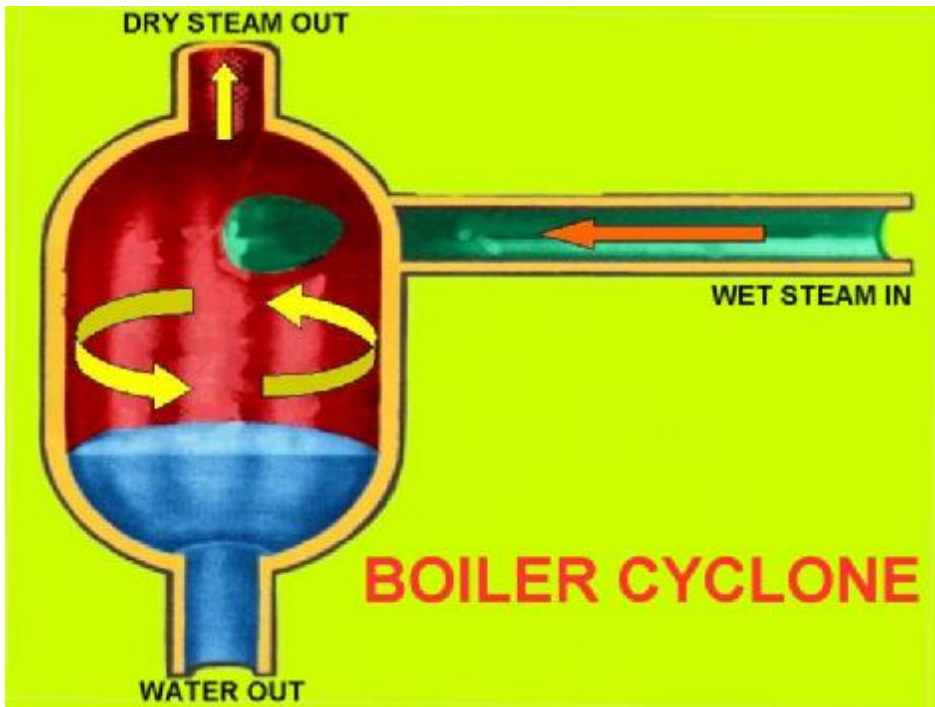
water mix enters cyclones, water is thrown off by centrifugal force: as the steam rises, scrubbers complete job.



# WATER TUBE BOILER STEAM DRUM



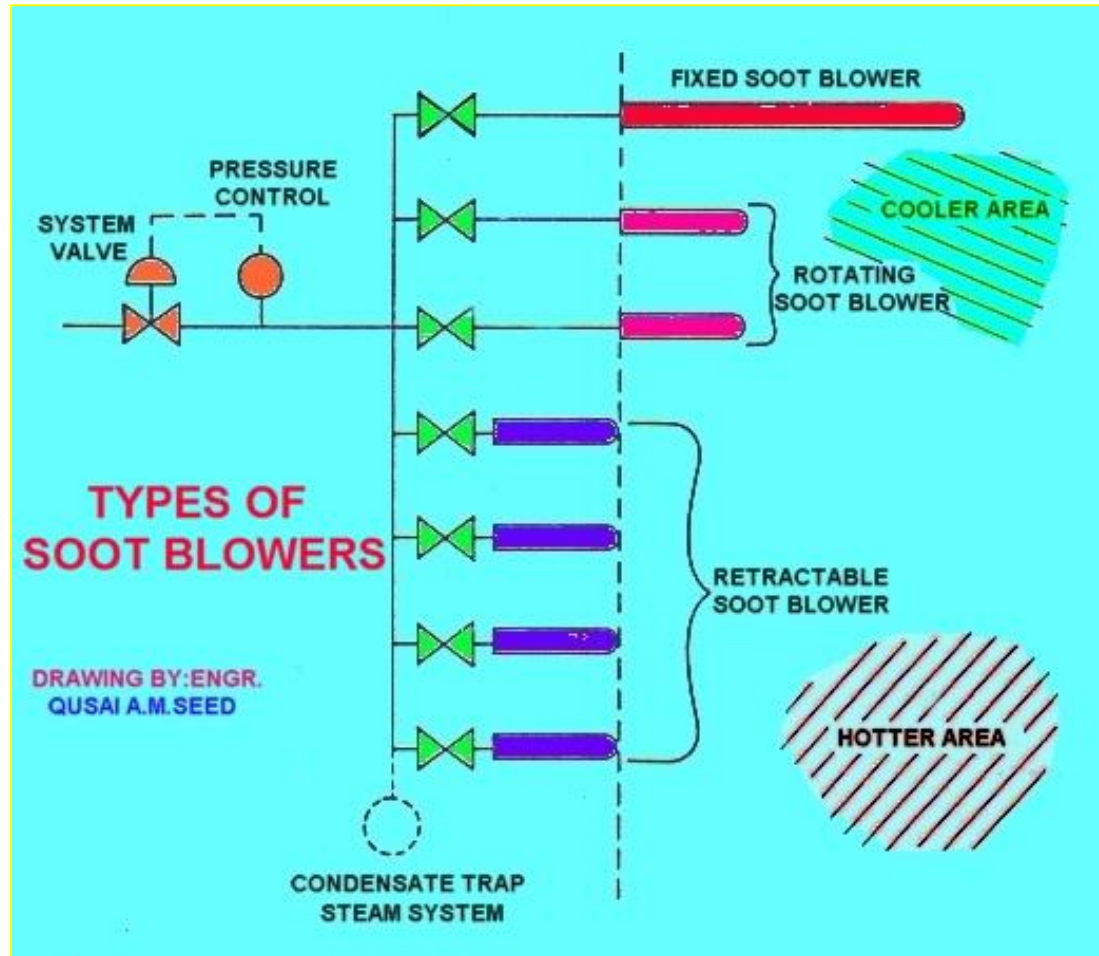




# نافخات الرماد والسخام .

- جهاز يستخدم في المراجل الصناعية والأفران لإزالة رواسب نواتج الاحتراق من السطح الداخلي للمرجل وتتكون من أنبوب يحتوي على نوزلات أو ثقوب يخرج منها بخار عالي الضغط أو هواء مضغوط حيث يصطدم بالسطوح التي عليها ترسبات فتم أزالتها .
- وتكمن أهمية نافخات الرماد في :
- 1-إزالة الرماد والسخام ظروري للحصول على انتقال جيد للحرارة في أنابيب المرجل.
- 2-حماية المرجل من الترسبات التي تسبب الضرر بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

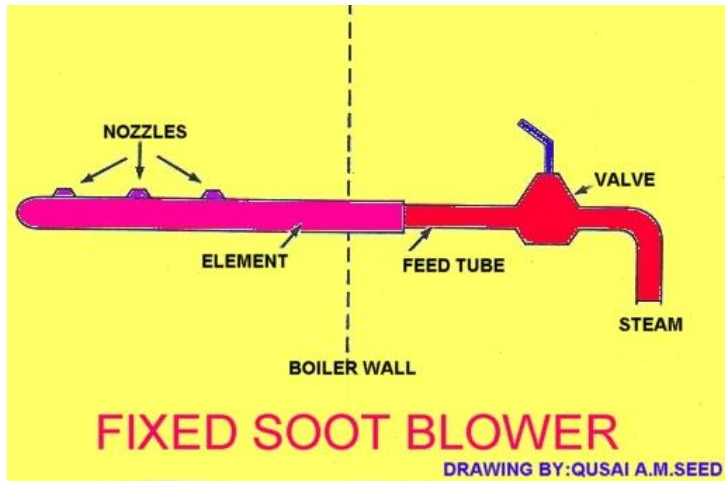
# أنواع نافخات الرماد:

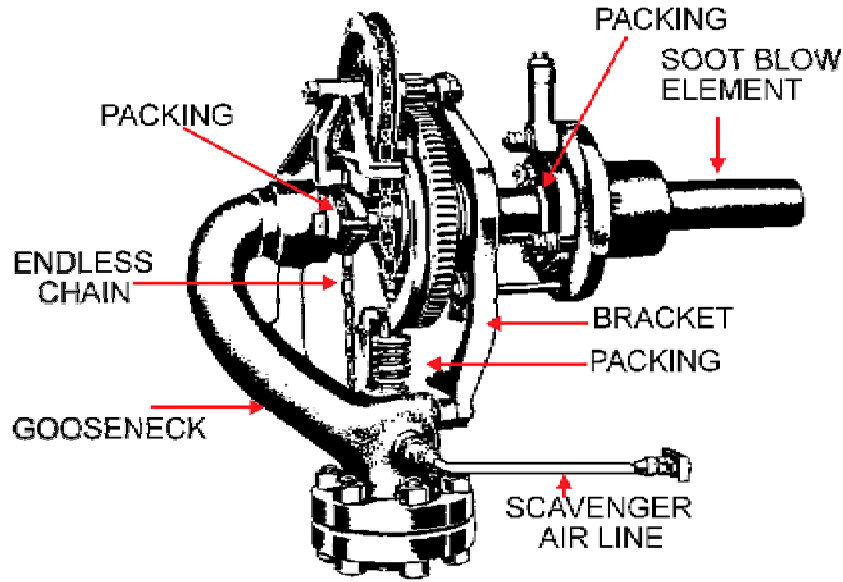




## نافحات الرماد الثابتة:

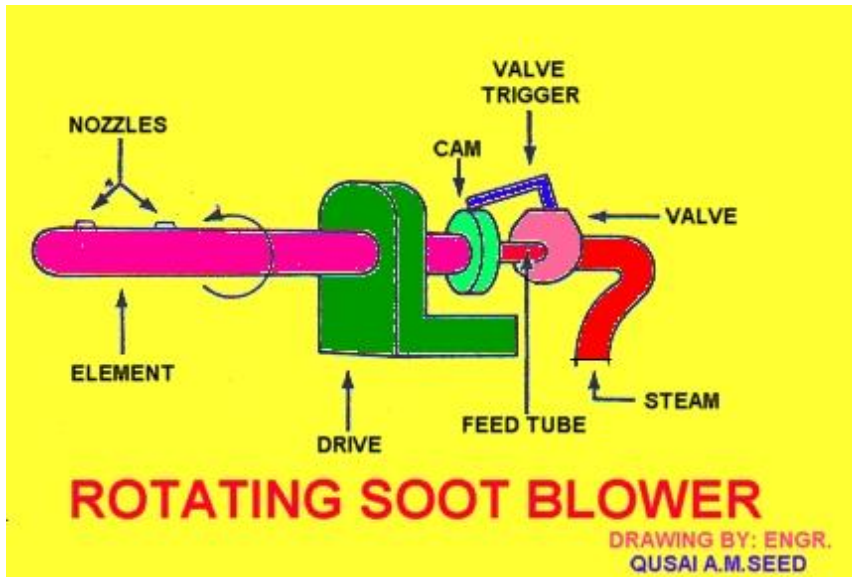
- وتركب في الأماكن ذات الحرارة الواطئ نسبيا في المرجل.





## • 2-نافخات الرماد الدوارة الثابتة:

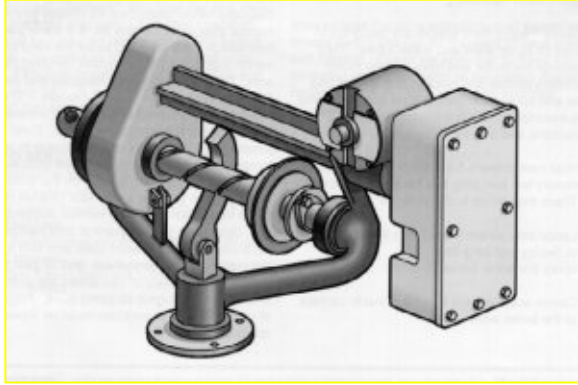
- وتتركب في الأماكن ذات الحرارة الواطئ نسبيا في المرجل أيضا ولها القابلية على الدوران حول محورها ويكون التدوير بواسطة محرك او بصورة يدوية.



المراجل البخارية



### 3-نافخات الرماد المتحركة الدوارة



تستخدم في الأماكن ذات  
الحرارة العالية في المرجل  
وتركب خارج المرجل  
وتدخل بصورة أفقية مع  
دورانها حول المحور  
وتستخدم فيها محرك  
كهربائي وتخرج بصورة  
أفقية أيضا مع دورانها عكس  
الاتجاه في الدخول .

# RETRACTABLE SOOT BLOWER

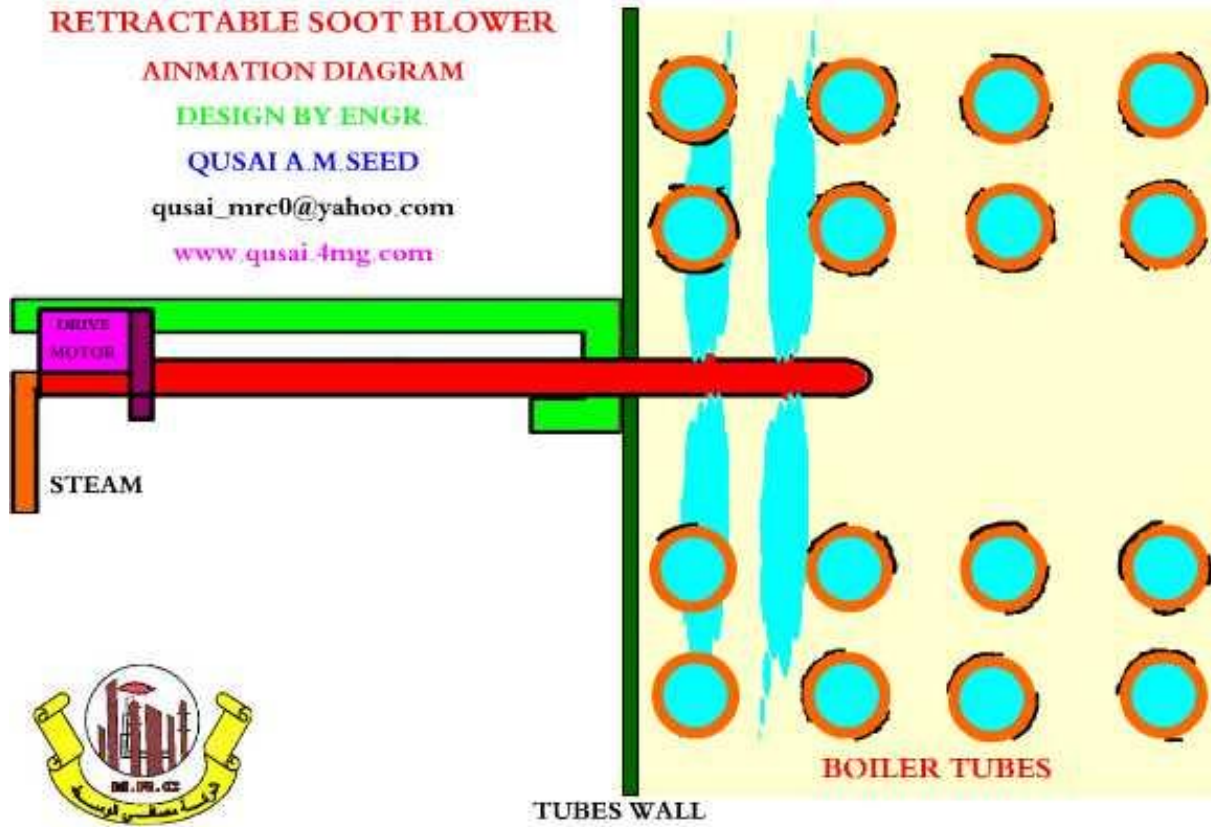
ANIMATION DIAGRAM

DESIGN BY ENGR.

QUSAI A.M. SEED

qusai\_mrc0@yahoo.com

www.qusai.4mg.com





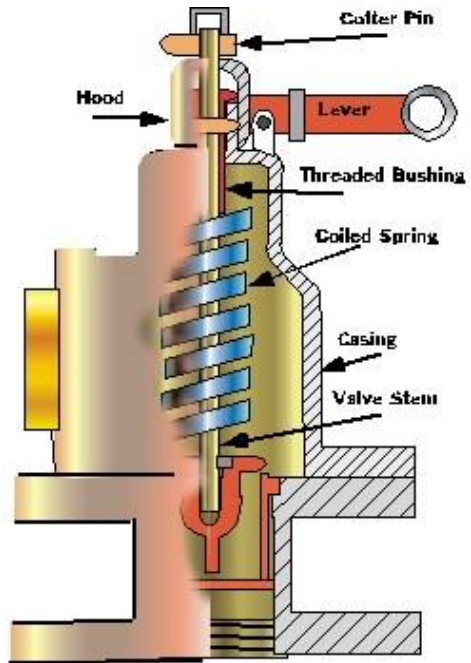
# صمامات الأمان



• وهي صمامات تستخدم لتفريغ الضغط الزائد للمرجل البخاري لحمايته من الانفجار وتركب على وعاء البخار وانبوب البخار المحمص وتعمل ذاتيا نتيجة للضغط المسلط عليها المتمثل بضغط البخار.

## صمامات الامان

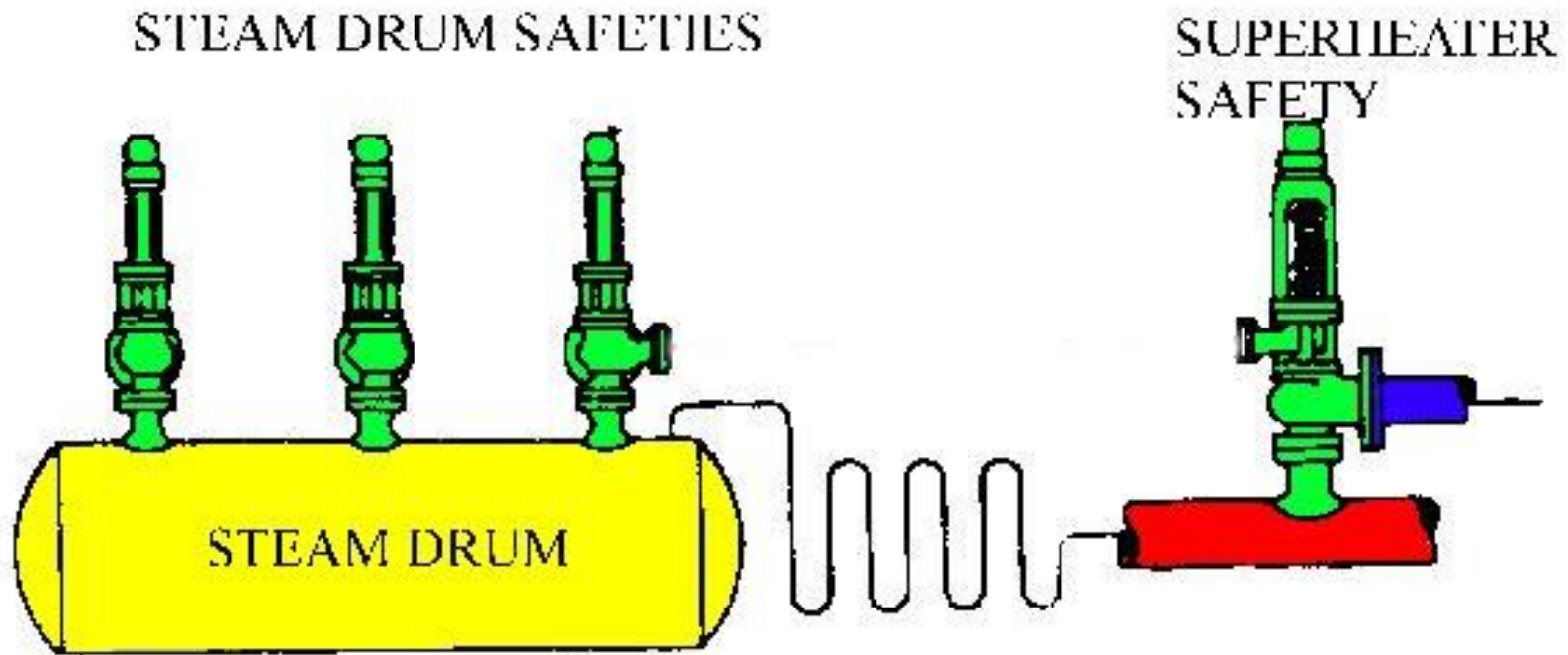




**Spring Loaded Safety Valve**

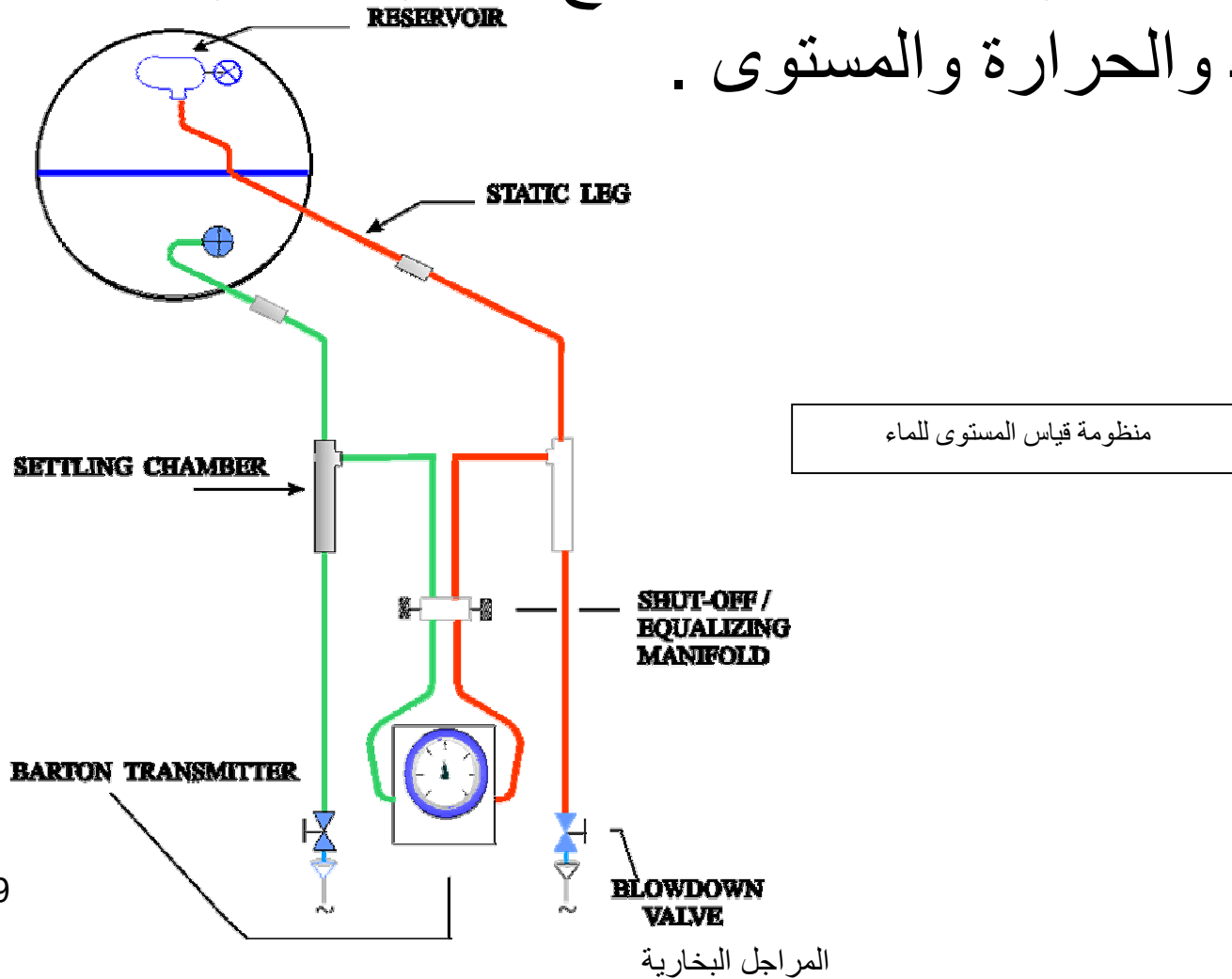


# توزيع صمامات الامان على المرجل

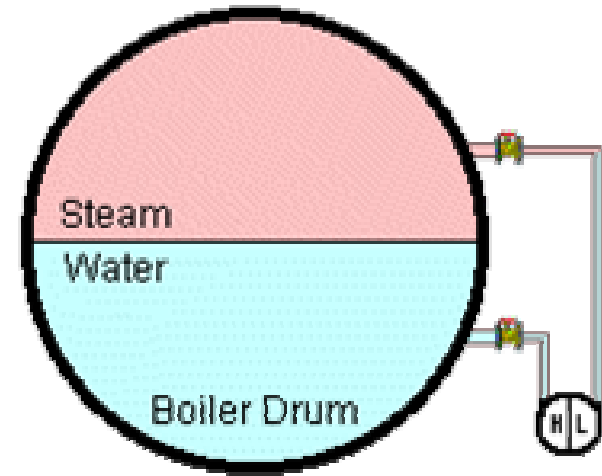
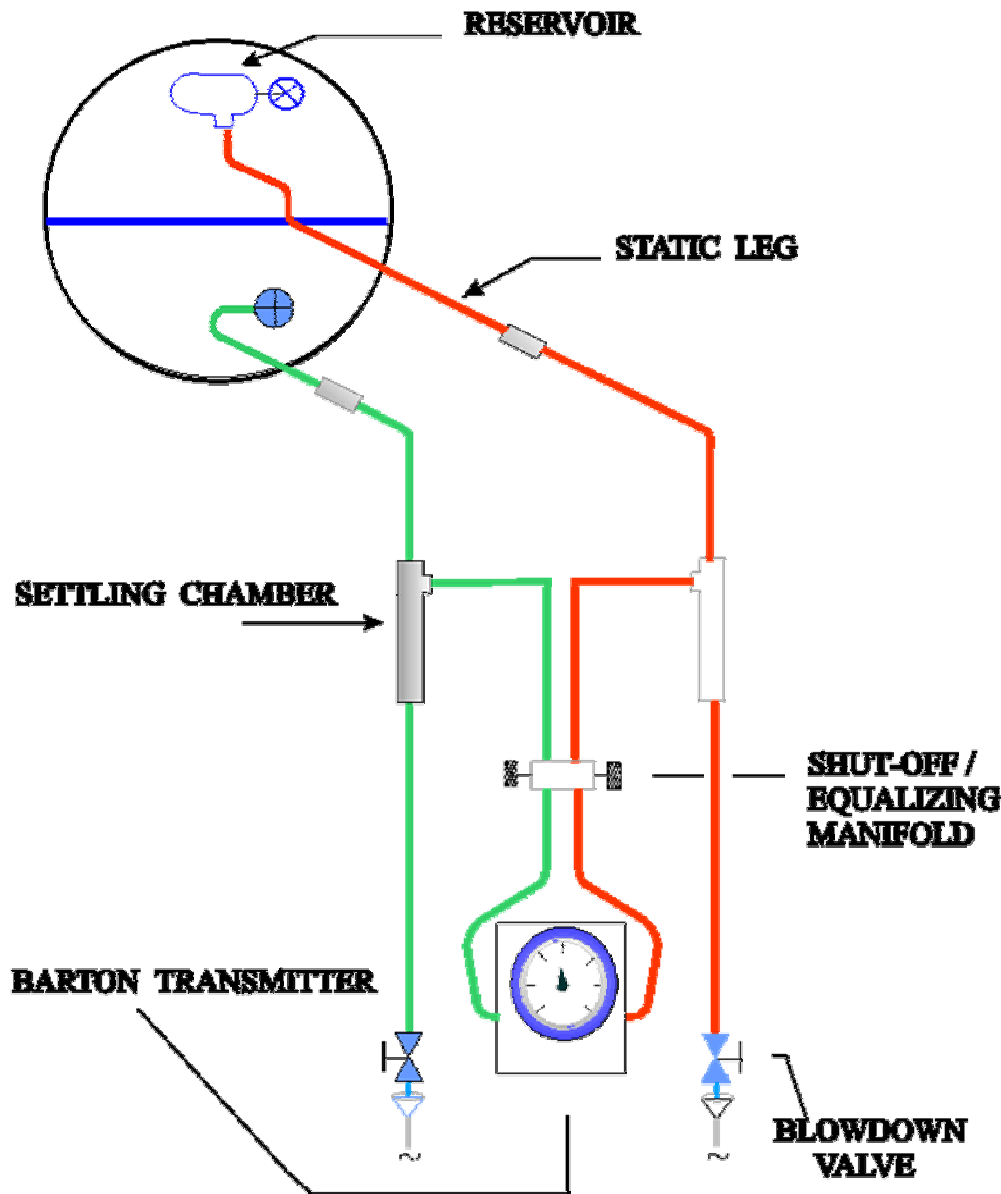


## أجهزة السيطرة والقياس.

- تتكون وحدة السيطرة على المراجل من مسيطرات على المستوى والجريان وعدادات انتاج البخار واجهزة قياس الضغط والحرارة والمستوى .

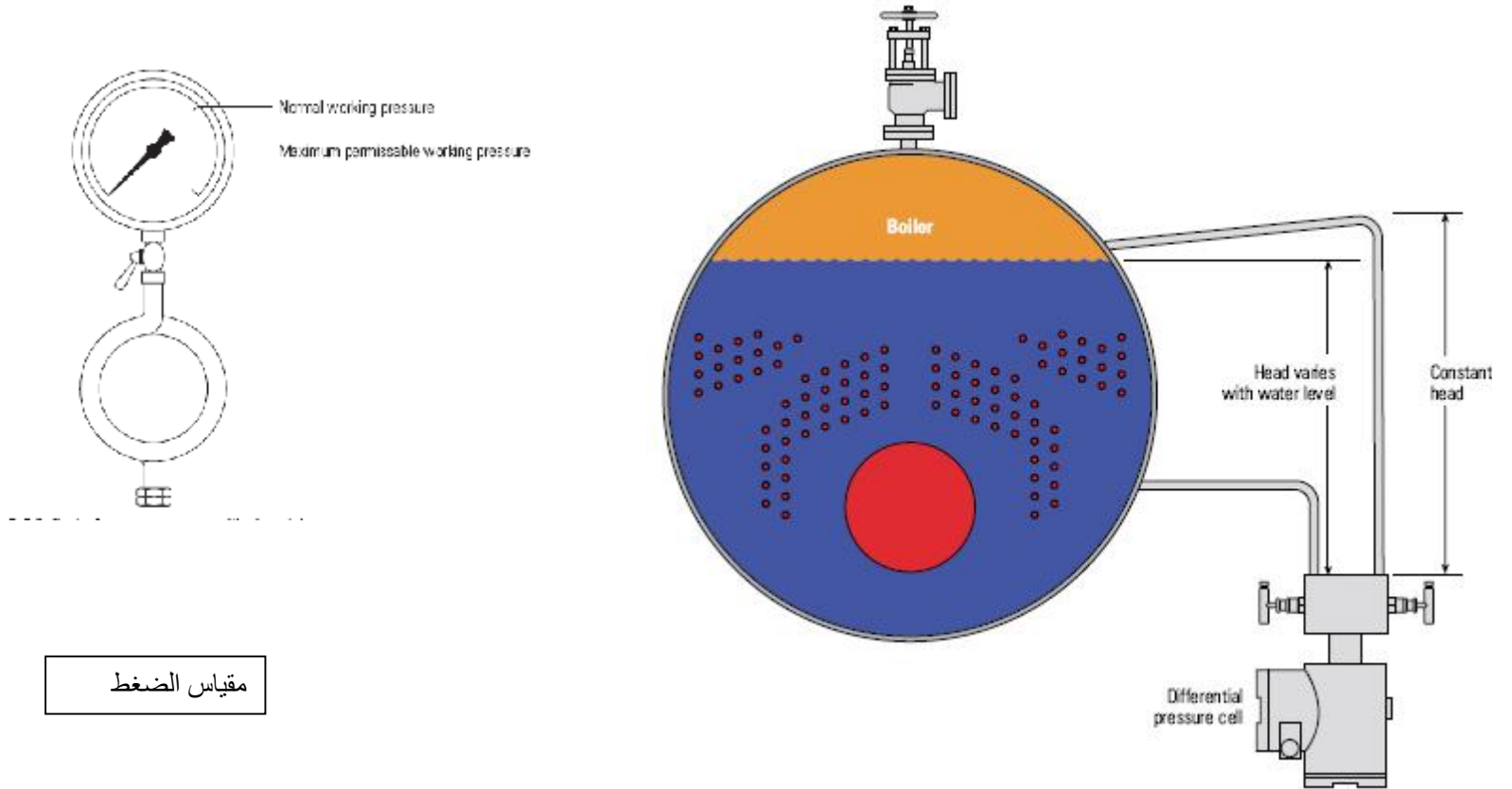


# جهاز السيطرة على مستوى الماء في المرجل



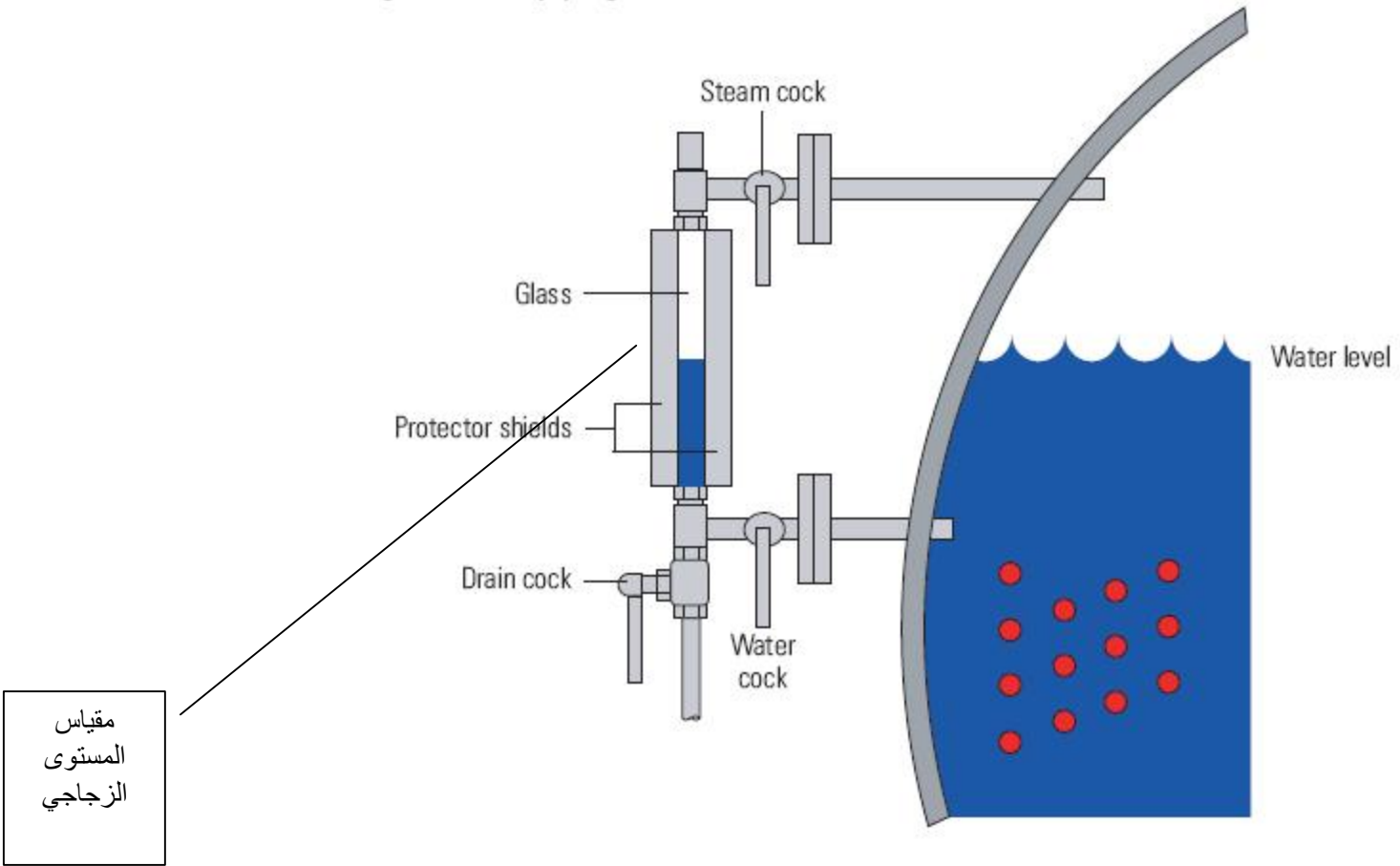
© Lars Josefsson

# اجهزة السيطرة



مقياس الضغط

مرسلة قياس المستوى بواسطة فرق الضغط





# مسيطر مستوى الاملاح في المراجل الحديثة

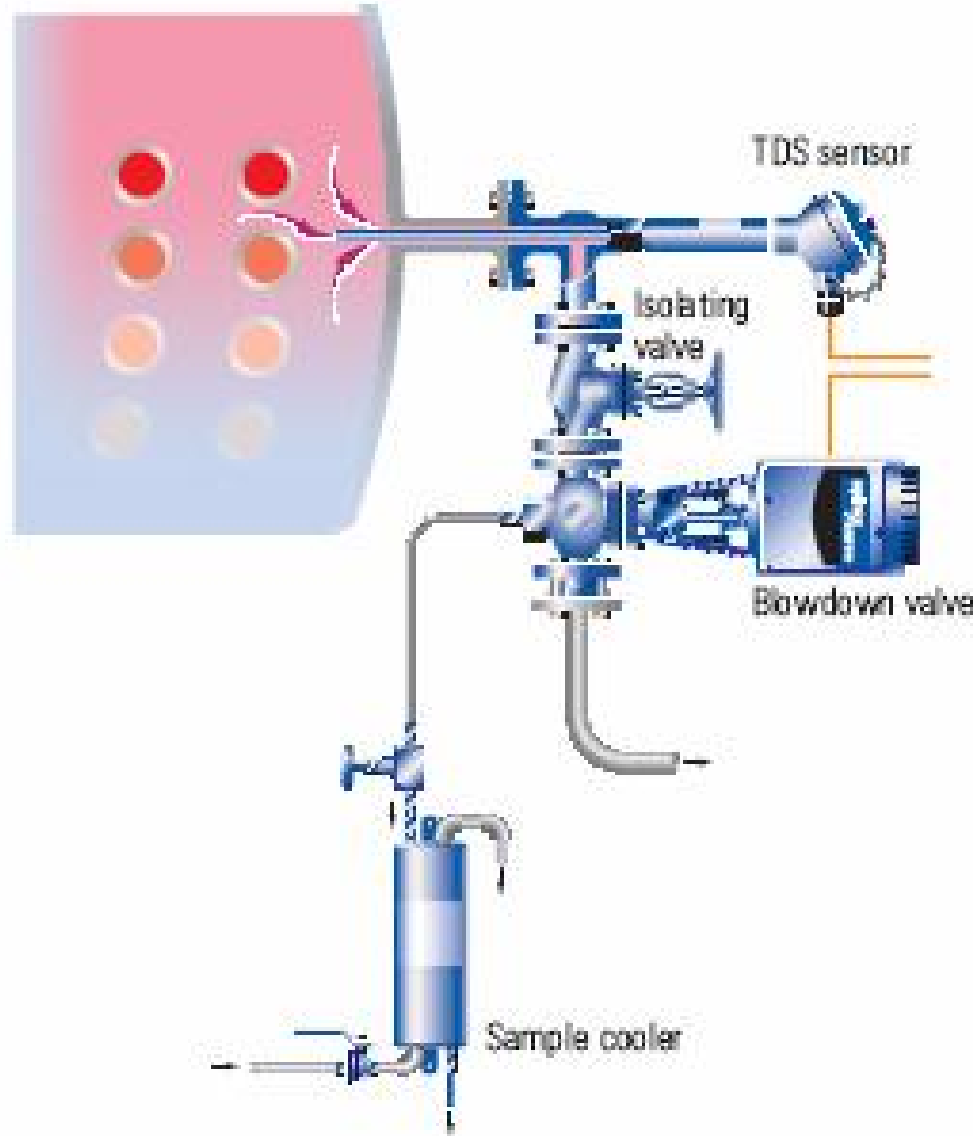
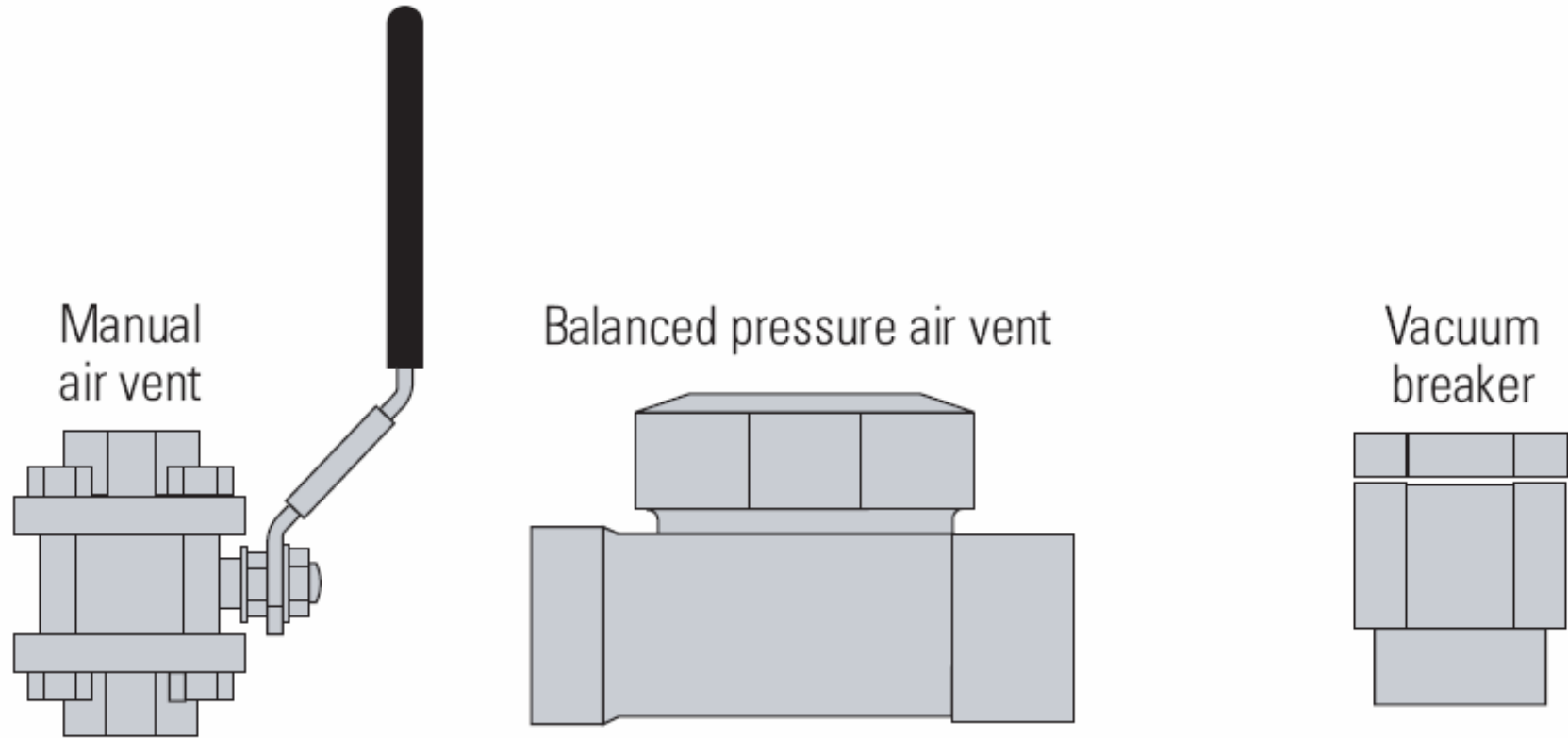


Fig. 3.7.6 Typical automatic TDS control system

المراجل البخارية

# صمامات التنفيس



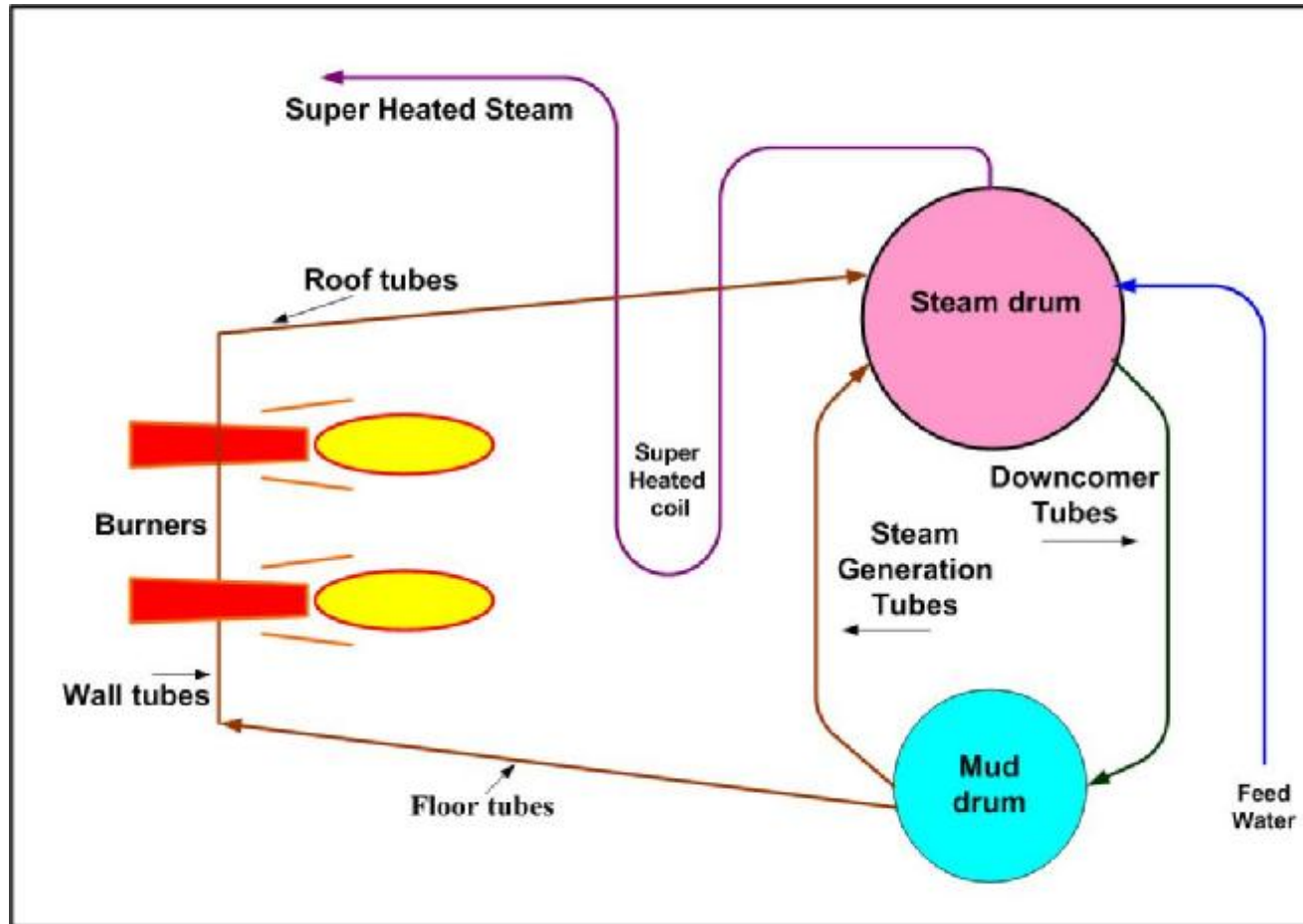
**Fig. 3.7.14 Typical air vents and vacuum breakers**

# دورة جريان الماء والبخار في المرجل البخاري:

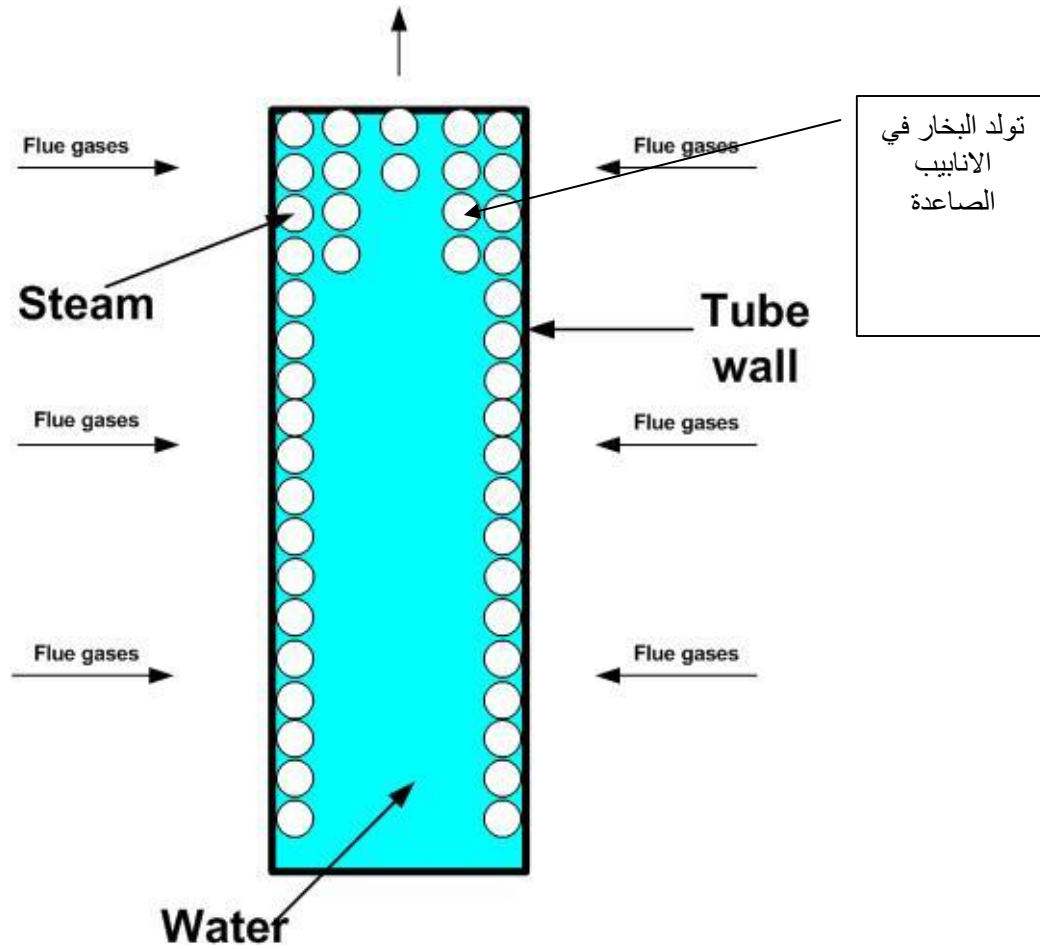
تبدأ دورة الجريان في المرجل البخاري من دخول ماء التغذية المعامل الخالي من الشوائب والأملاح والأكسجين (درجة حرارته 90-140 م) بواسطة مضخة تضخ الماء بضغط أعلى من ضغط البخار المنتج في المرجل إلى الوعاء العلوي وعاء البخار Steam Drum ويوزع من خلال أنبوب مثقب على طول الوعاء ثم يجري الماء إلى الأنابيب النازلة إلى الوعاء السفلي وعاء الماء Water Drum حيث يتم تسخينه بواسطة الحرارة الناتجة عن احتراق الوقود و يبدأ تحول الماء إلى بخار ثم يخرج من الوعاء بواسطة الأنابيب الصاعدة حيث يتم تسخينه مرة أخرى إلى أكثر من 180 م ليتحول معظمه إلى بخار ثم يخرج من فاصلة الماء عن البخار Cyclones ثم إلى القاشطات Scrubber التي تفصل ما تبقى من الماء في البخار لينتج في هذه المرحلة بخار مشبع Saturated steam ثم يجري إلى المحمص

**Super Heater coil** حيث يتعرض إلى حرارة عالية تحوله إلى بخار محمص جاف بدرجة حرارة من 260 إلى 280 م .

# مخطط دورة جريان الماء والبخار في المرجل



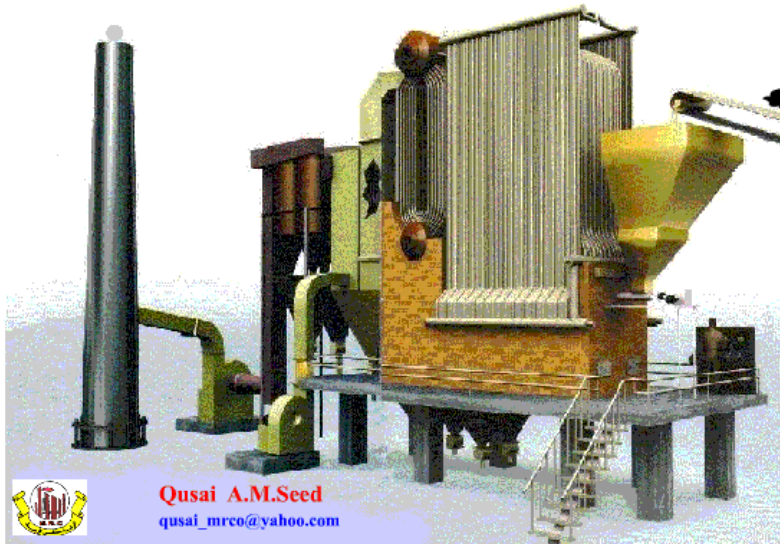
# تولد البخار في الانابيب الصناعية



## مميزات مراجل انابيب الماء

- 1- ملائمة لجميع الضغوط إلى أكثر من 180 بار .
- 2- يلزم اقل وزن من المعدن للحصول على كمية من بخار الماء .
- 3- مرونة أكثر لتلبية التغيير في الطلب على البخار .
- 4- تشغل حيز اصغر .
- 5- اقل ميلان للانفجار.

# انواع الوقود



Qusai A.M.Seed  
qusai\_mrco@yahoo.com

- **الوقود الصلب :**
- يعتبر أول مصدر للطاقة ويشمل الفحم بأنواعه مثل الكوك والحجري وفحم الخشب .
- تعود كافة أنواع الوقود الصلب إلى أصل سليلوزي ويدخل في تركيبها الكربون و الهيدروجين والأكسجين ونسبة قليلة من الكبريت والنتروجين .

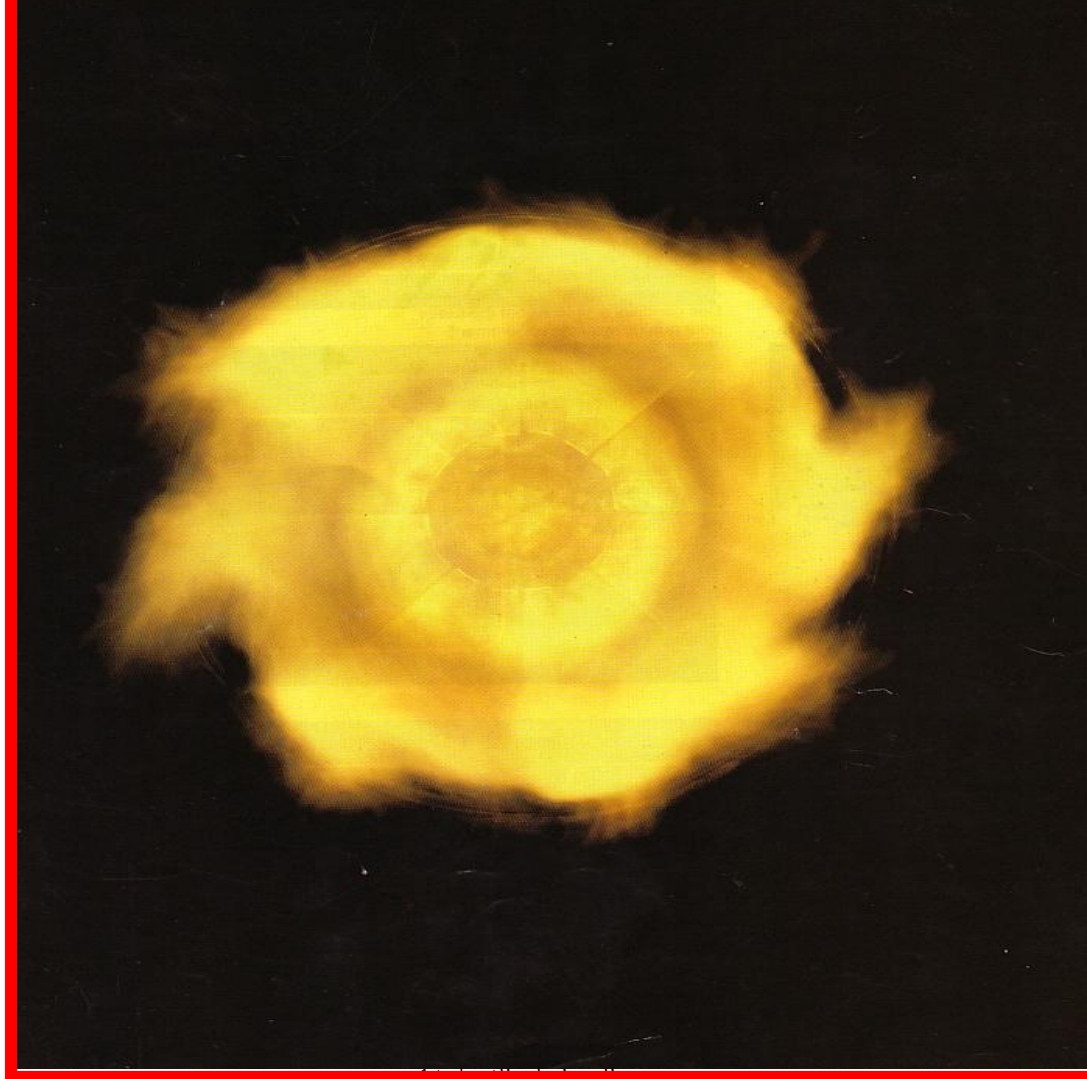


## الوقود السائل :

احتل البترول مركزا متميز بين مختلف مصادر الطاقة ومن ابرز الميزات التي يتمتع بها البترول هي :

- أ- يحتوي على منتجات عديدة يمكن فصلها عن بعضها عن طريق التكرير وتمثل مصادر متنوعة في استعمال الوقود .
- ب- يحتوي على كميات من الغاز الطبيعي بالإمكان فصلها عنه بعد خروجه على سطح الأرض .
- ج- سهولة نقله الى مسافات بعيدة .
- د- انخفاض كلفة انتاجه ونقله وتكريره .

# لون شعلة الوقود السائل



# الوقود الغازي :

يعتبر من أهم أنواع الوقود ومنه الغاز الطبيعي وغاز البترول وغاز الهيدروجين والاستلين .

ويتميز الوقود الغازي على الوقود الصلب بما يلي :

أ-سهولة ضغطه ونقله بالأنابيب إلى الأفران والمراجل البخارية .

ب- يحترق بصورة تامة .

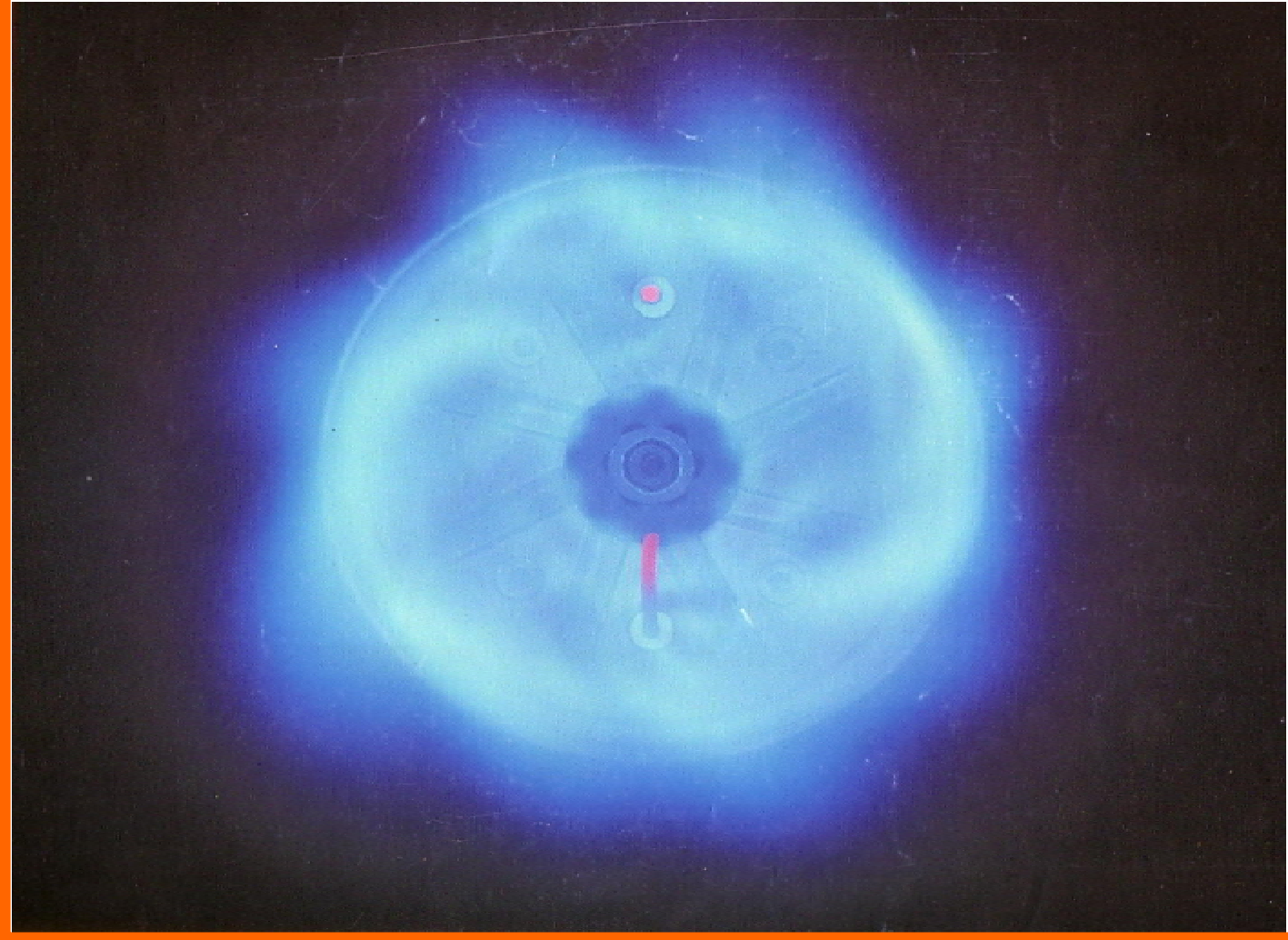
ج-لا يخلف عند الاحتراق رماد أو دخان أو شوائب أخرى تذكر .

د-سهولة السيطرة على اللهب وعلى درجة الحرارة .

ت-كفاءة الوحدات الحرارية من الغاز اقل مما للوقود الصلب و السائل .

أما مساوئه الأساسية فهي صعوبة الخزن والتسويق لمسافات طويلة .

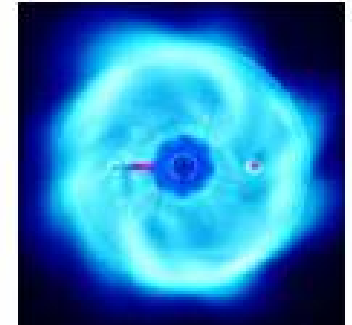
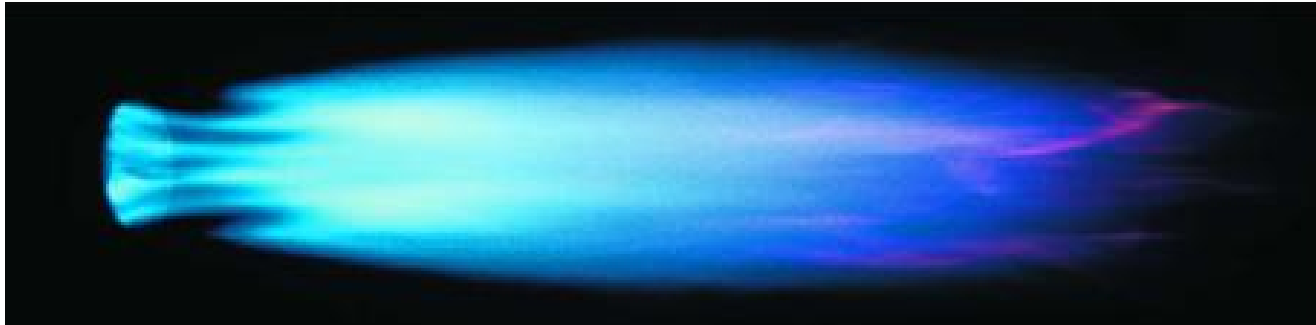
# لون شعلة الغاز

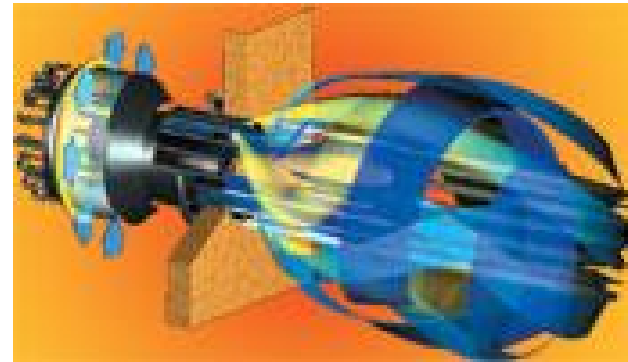
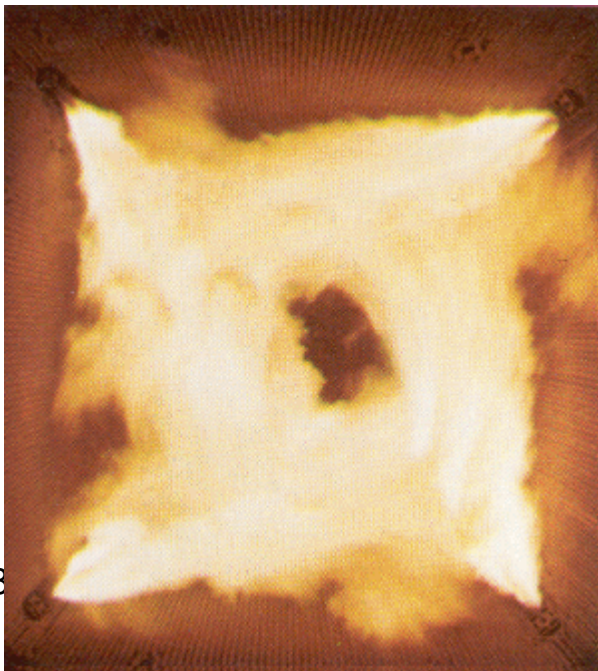
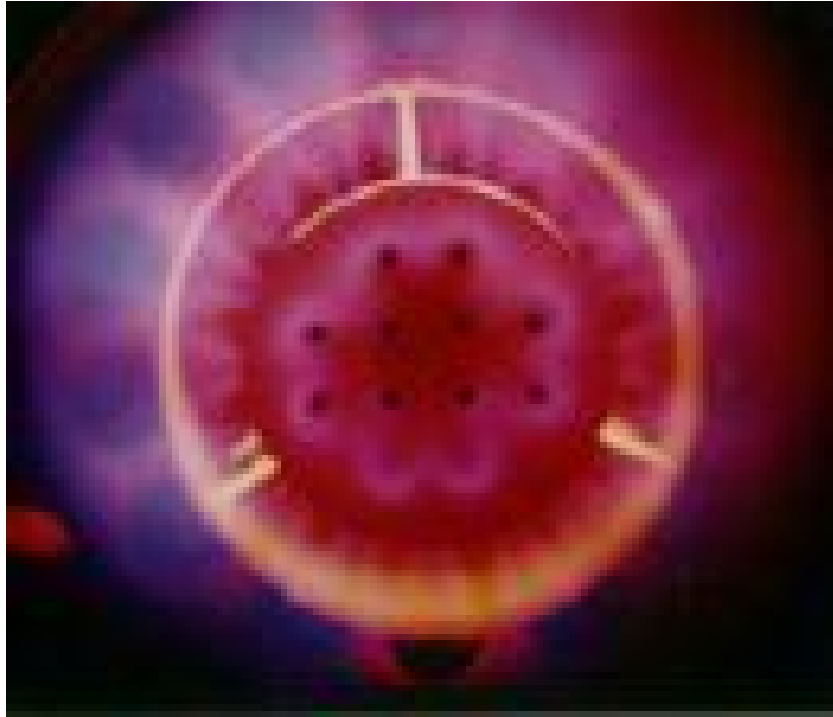


83

المراجل البخارية

# شكل شعلة الاحتراق ولونها





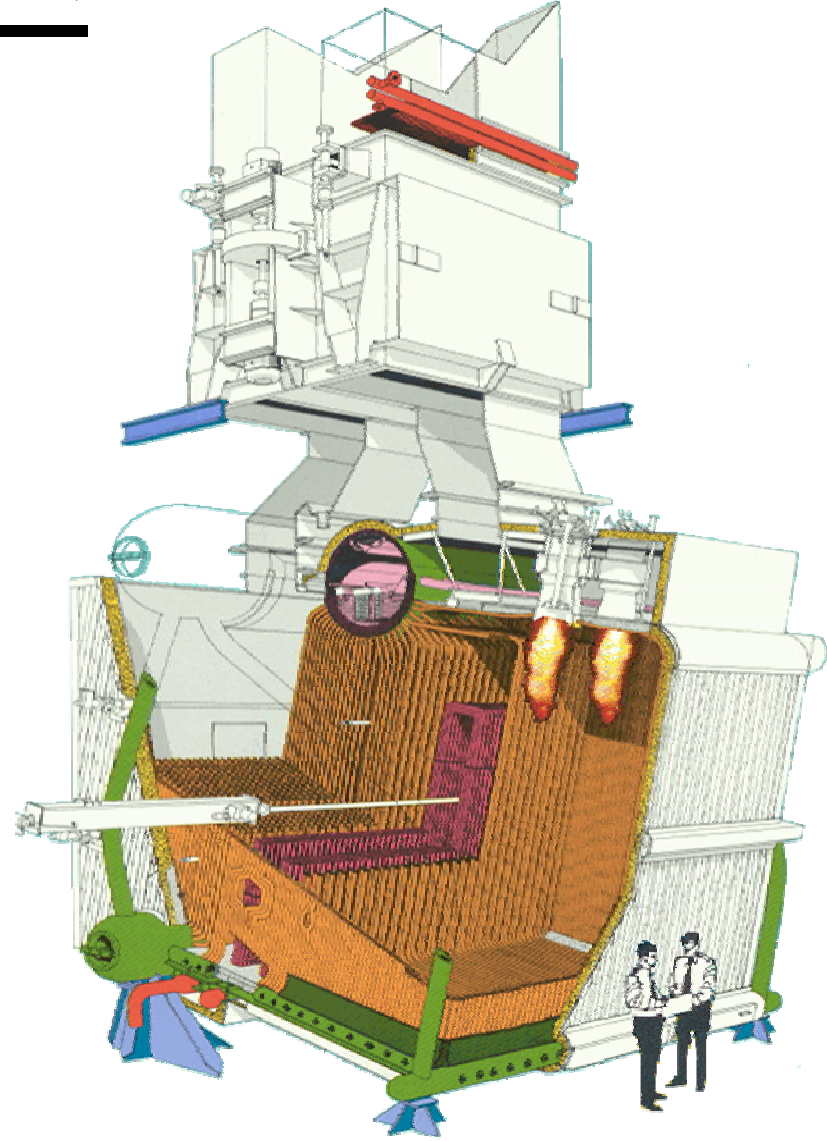
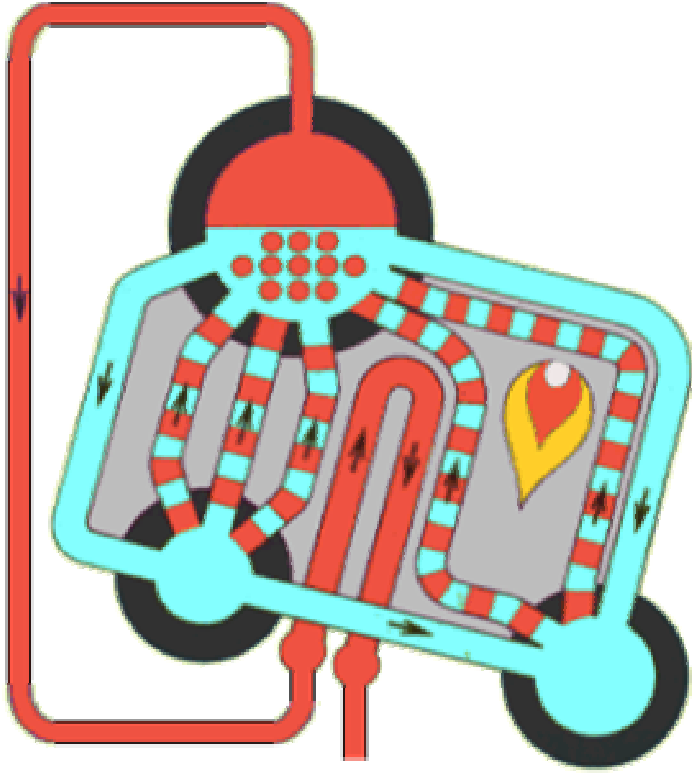
المراجل البخارية

# الوقود الصلب

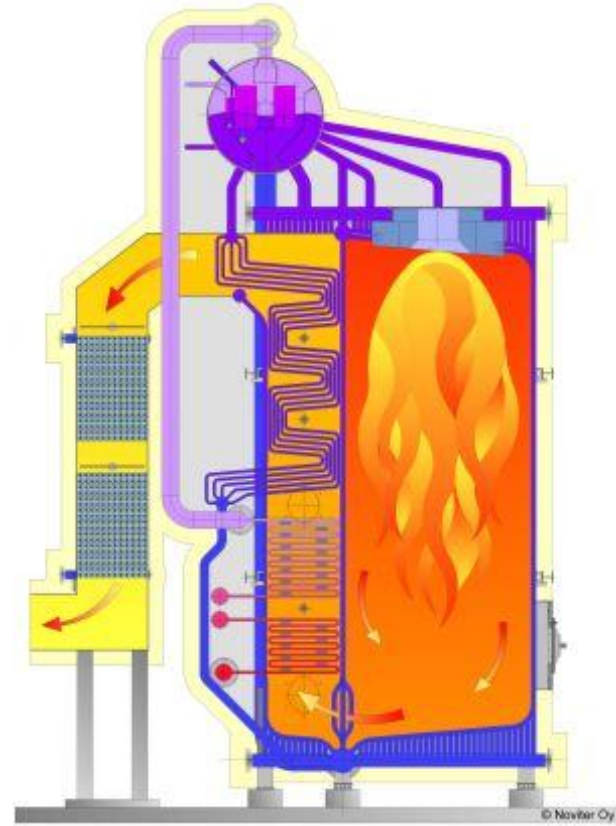
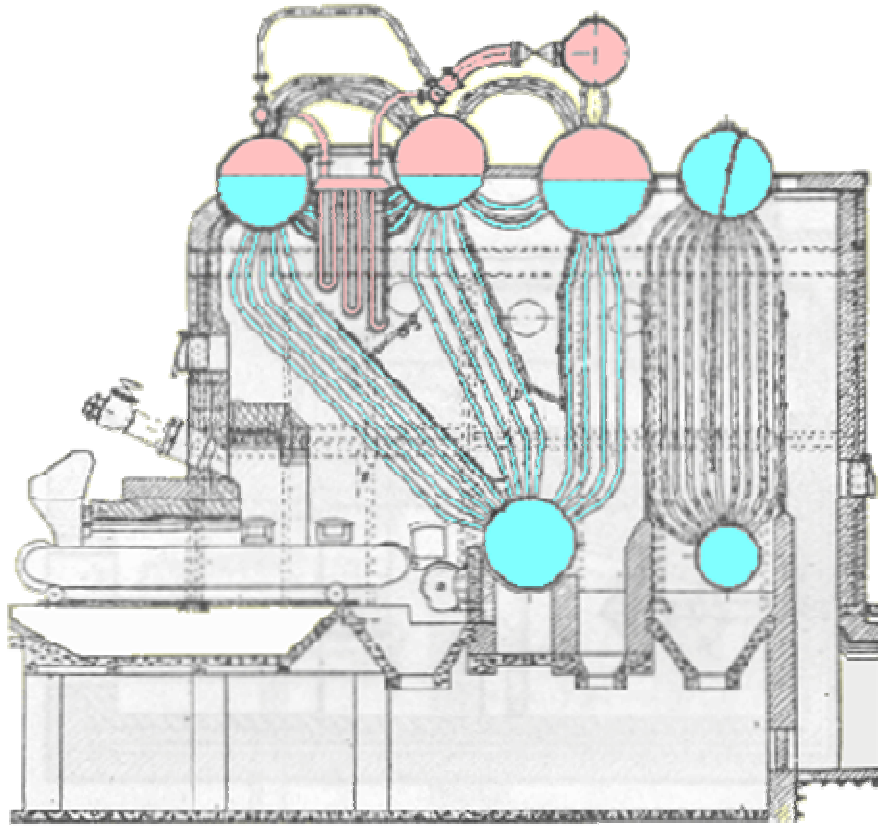
- يعتبر أول مصدر للطاقة ويشمل الفحم بأنواعه مثل الكوك والحجري وفحم الخشب .
- تعود كافة أنواع الوقود الصلب إلى أصل سيليزي ويدخل في تركيبها الكربون و الهيدروجين والأكسجين ونسبة قليلة من الكبريت والنترجين .



# المراجل الحديثة



# المراجل الحديثة

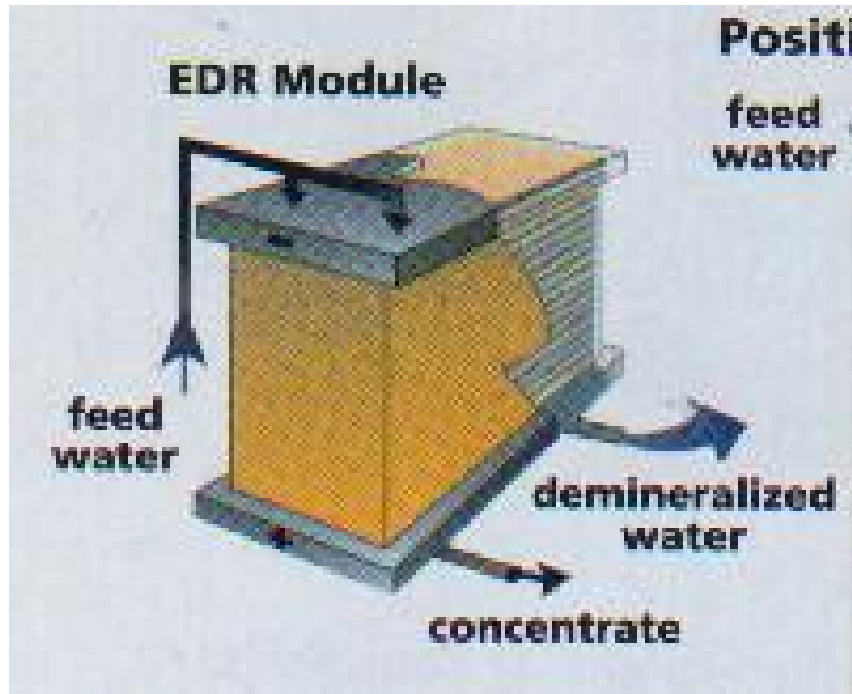


# معاملة ماء التغذية للمراجل

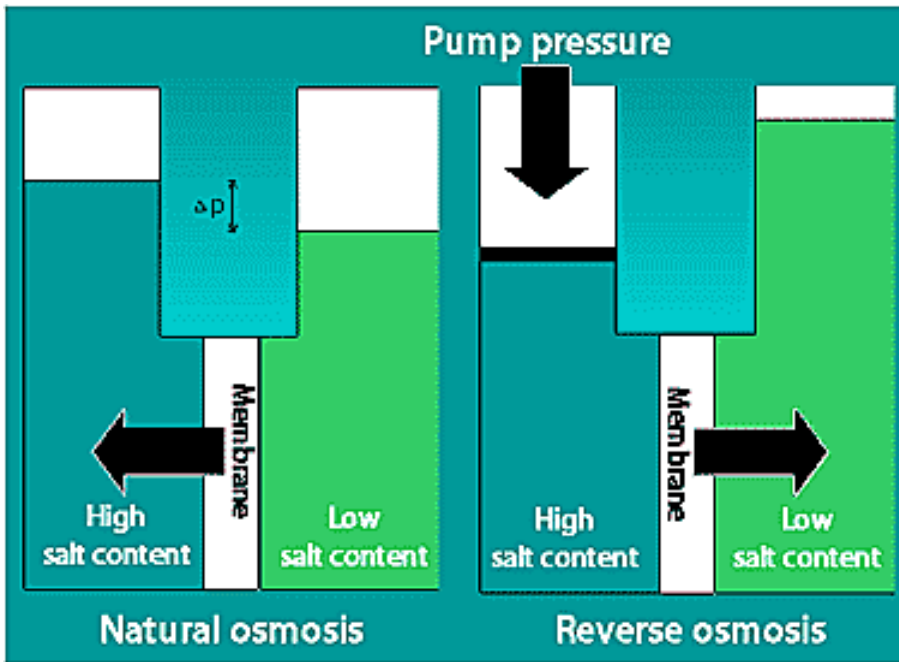
تتضمن معاملة الماء بهدف ازالة الاملاح والشوائب على ما يلي :

- المعاملة الميكانيكية .  
تهدف هذه المعاملة الى ازالة المواد العالقة عن طريق تجميع العوالق وترسيبها ومن ثم ترشيحها .
- المعاملة الكيماوية .  
وتتضمن اضافة بعض المواد الكيماوية لترسيب الشوائب الذائبة .
- المعاملة الحرارية .  
وتتضمن تسخين الماء لطرد الهواء والغازات الذائبة فيه .

# EDR وحدة ازالة الاملاح



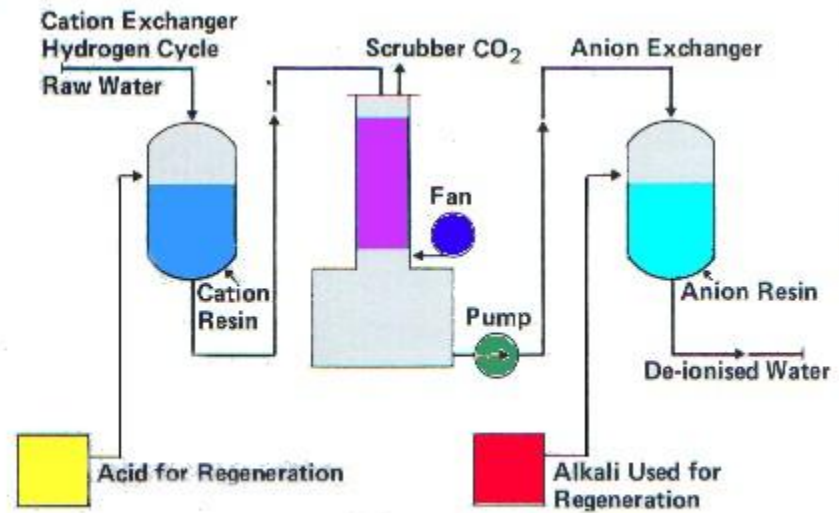
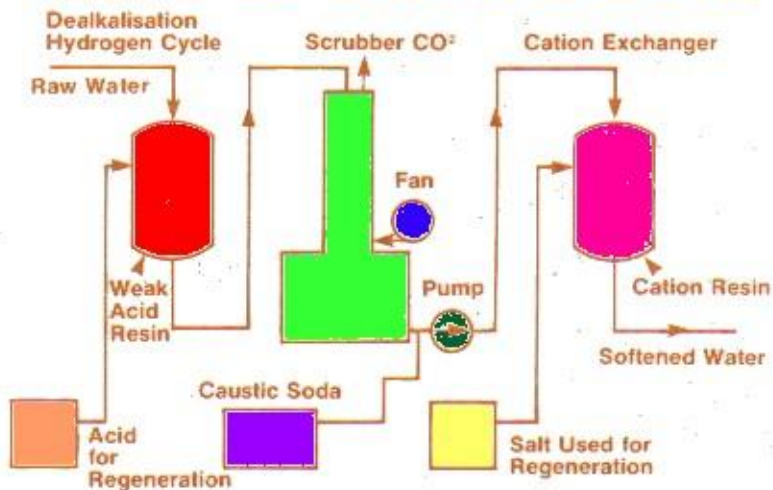
# R.O. وحدة ازالة الاملاح



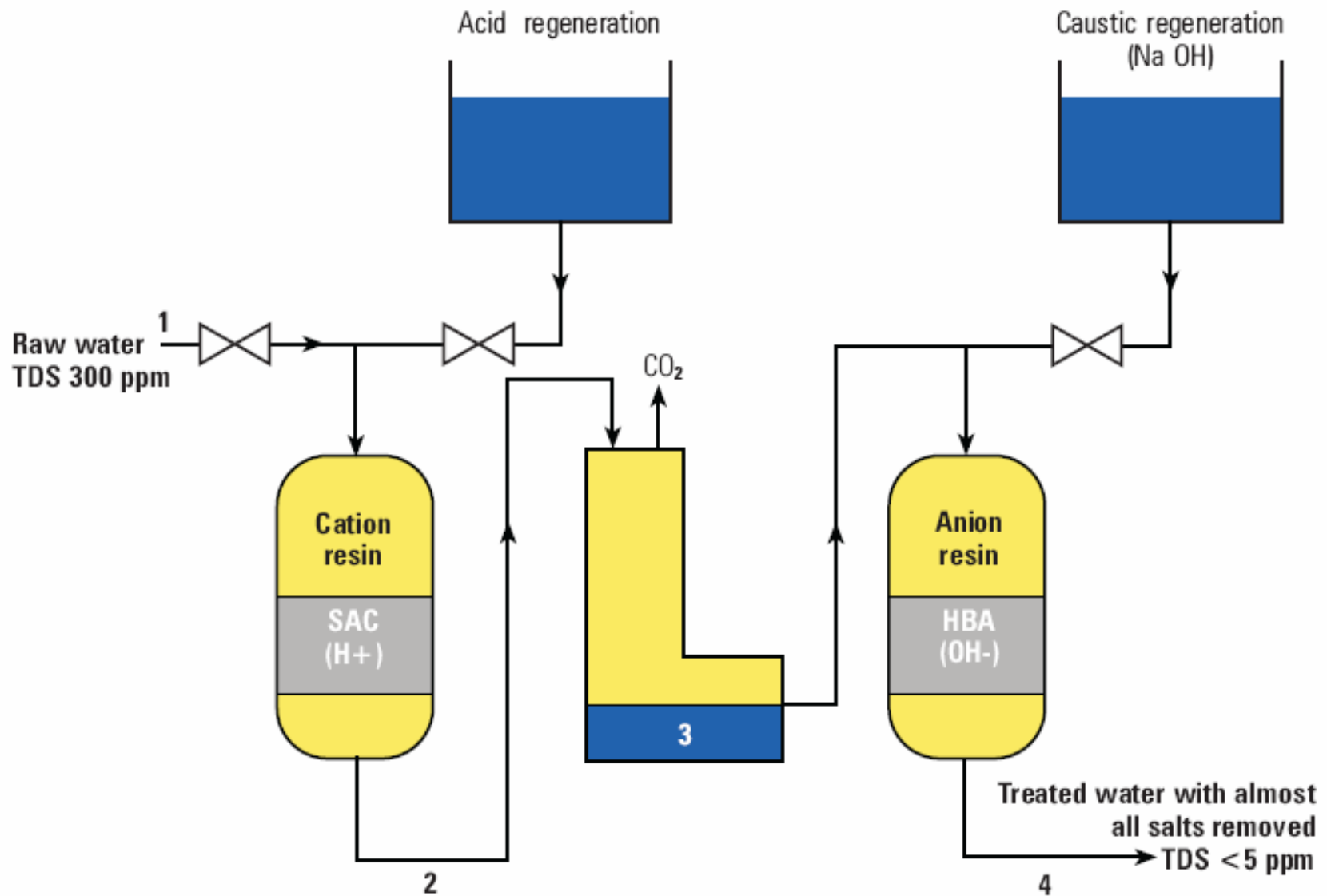


# المبادلات الايونية

## Dealkalisation and Deaeration







**SAC** = Strong acid cation resin  
**H<sup>+</sup>** = Hydrogen form

**HBA** = Hydroxyl based anion resin  
**OH<sup>-</sup>** = Hydroxyl form

المراجل البخارية

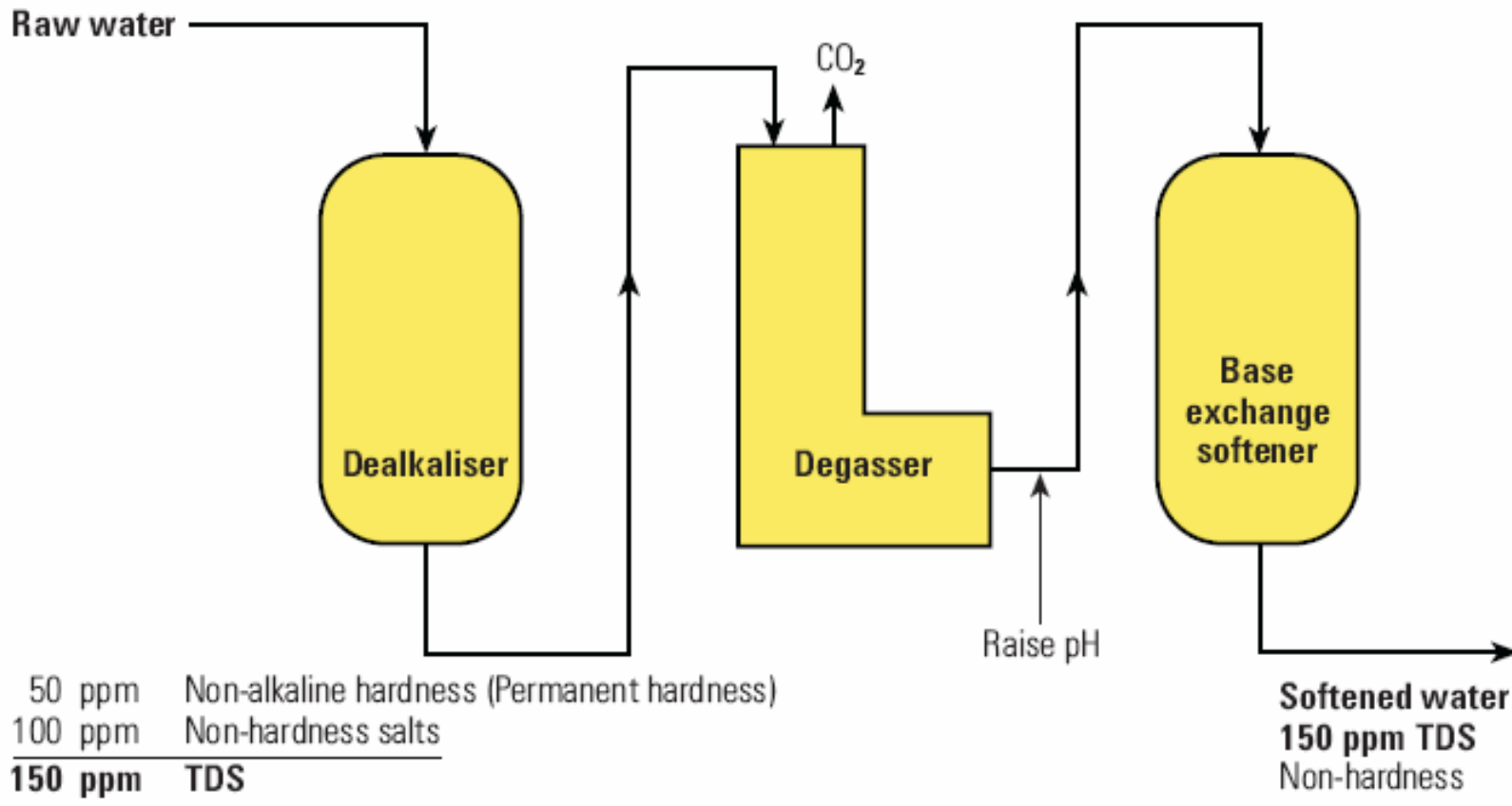


Fig. 3.10.3 The dealkalisation process

# المبادلات الايونية



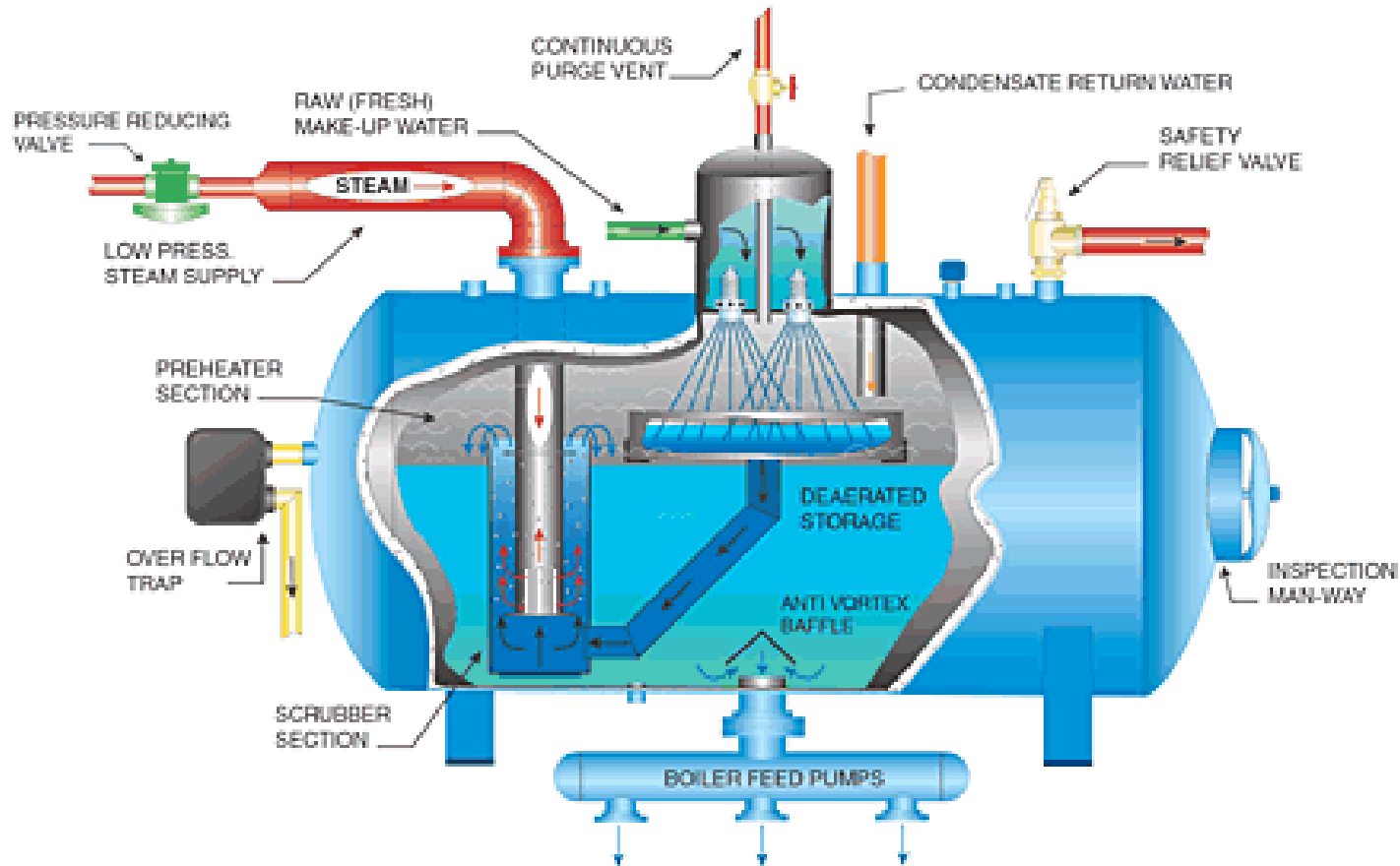
المراجل البخارية

# مزيلة الغازات المظهر الخارجي

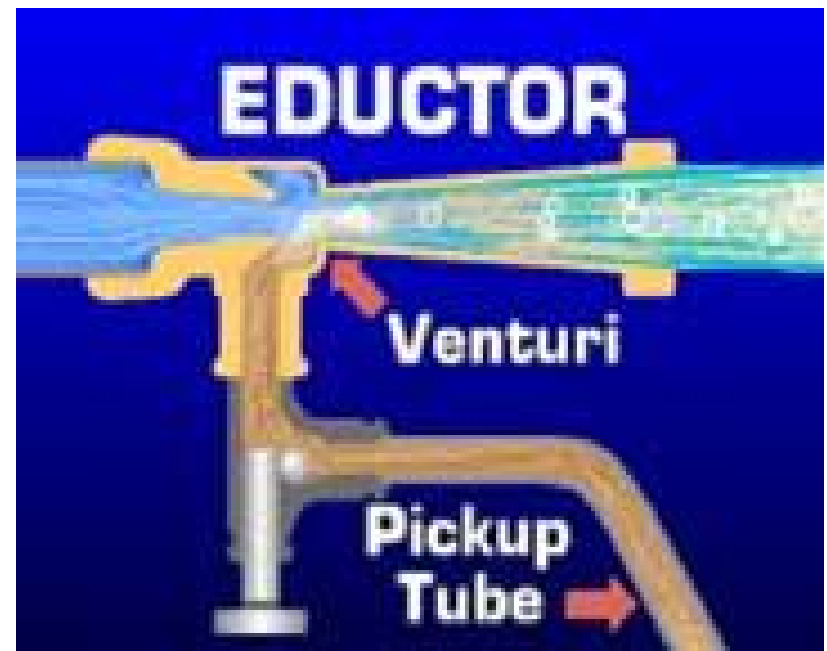
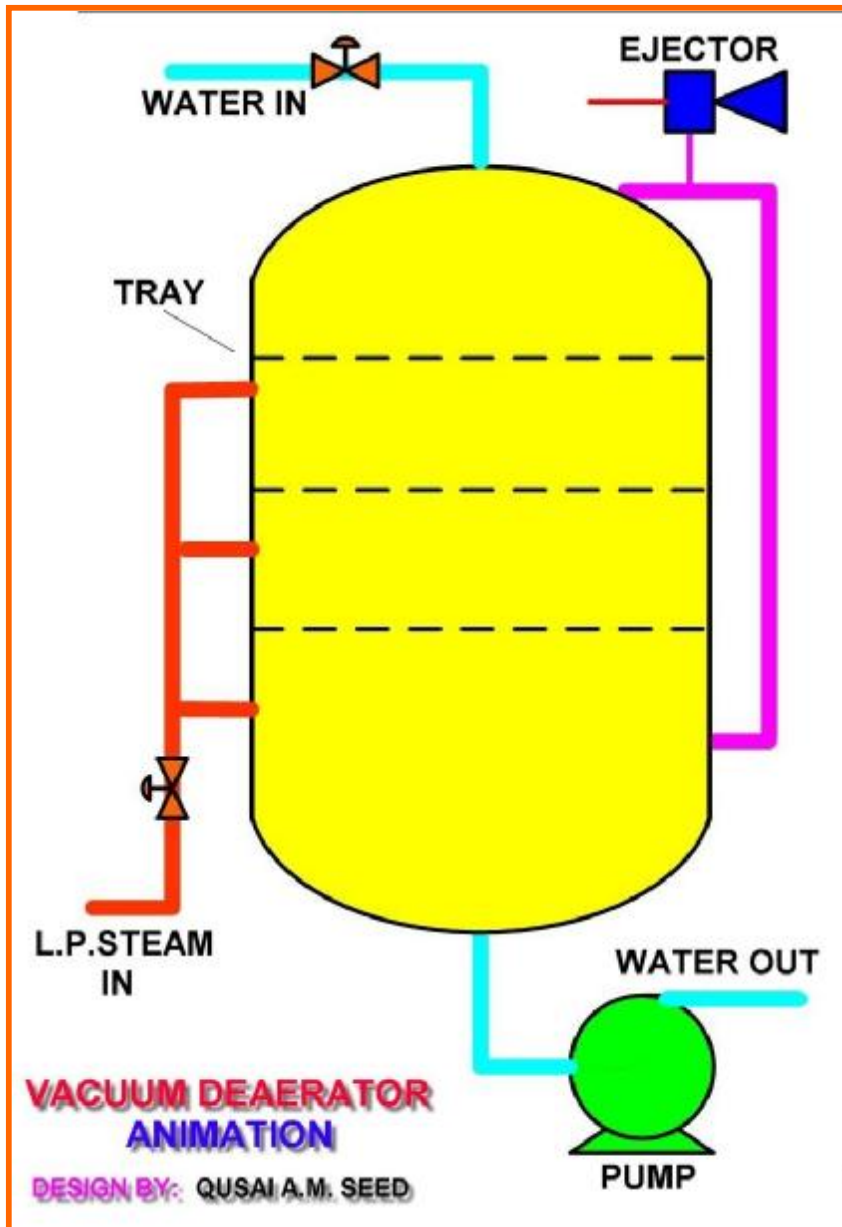


# مزيلة الغازات

## PRESSURE DEAERATOR

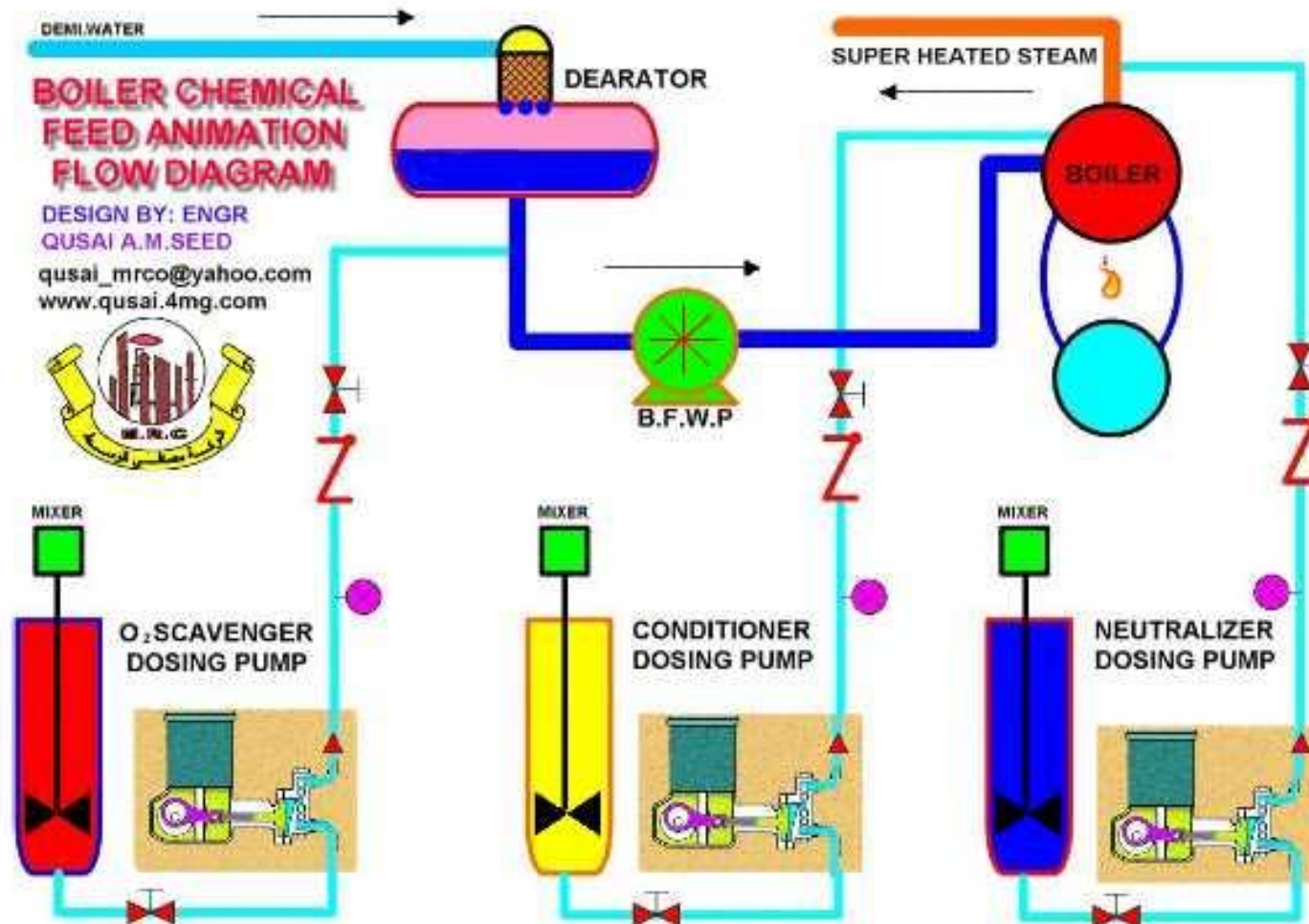


# VACUUM DEAERATOR

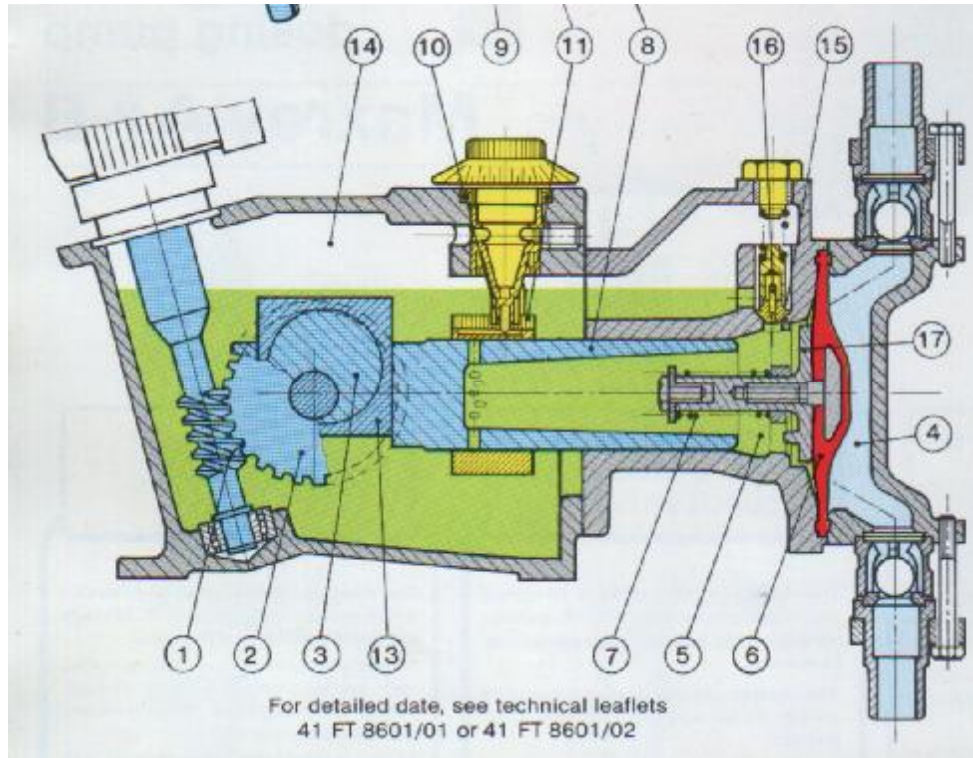




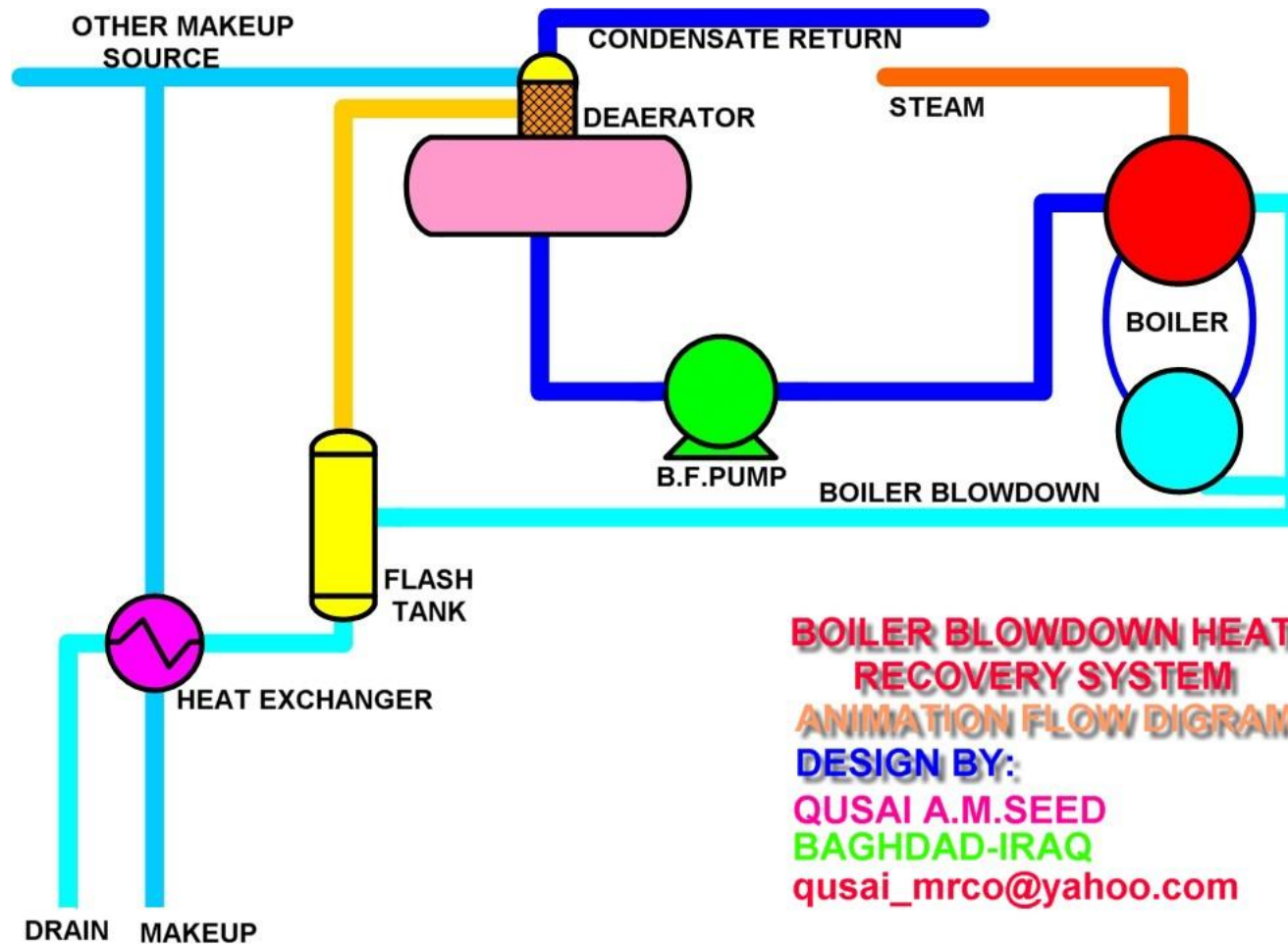
# مخطط حقن المواد الكيميائية الى المرجل



# مضخة حقن المواد الكيميائية



# ماء البزل واسترجاع الطاقة الحرارية



101

## أنواع الاحتراق:

١- الاحتراق التام



٢- الاحتراق الغير تام

ويحصل عند عدم كفاية هواء الاحتراق ويتكون اول اوكسيد الكربون



# الاسباب التي تجعل الاحتراق الغير تام غير

## مرغوب فيه

1. ان غاز اول اوكسيد الكربون من الممكن ان يسبب عملية الاحتراق المتأخر.
2. ان غاز اول اوكسيد الكربون سام جدا.
3. صرفيات اكبر في الوقود
4. ان اعادة اشتعال اول اوكسيد الكربون قد يسبب الانفجار.

# انتقال الحرارة في المراجل البخارية

المبادئ الأساسية :

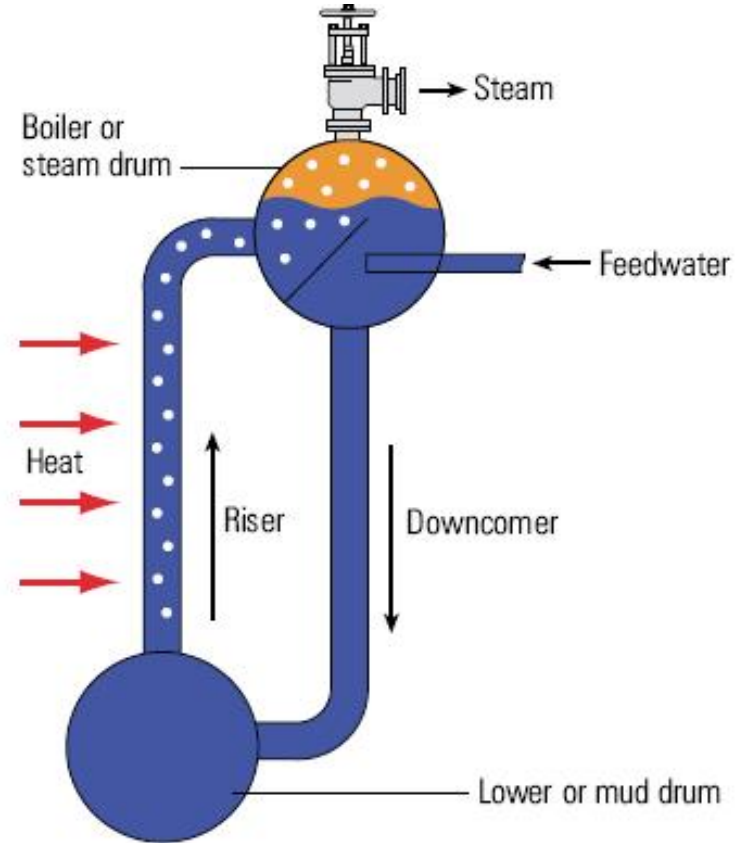
- 1- وجود اختلاف في درجات الحرارة .
- 2- انتقال الحرارة من الوسط الساخن إلى الأقل سخونة .
- 3- الانتقال الحراري بإحدى الطرق التالية أو بالاشتراك بينهم جميعاً .

# التوصيل

ويتم بهذه الطريقة انتقال الطاقة الحرارية خلال المادة بدون تحرك جزيئات هه المادة ويحدث في المواد الصلبة حيث ان الطاقة الحرارية تنتقل بواسطة الجزيئات الساخنة المهتزة مسببا اهتزاز الجزيئات المجاورة ولغاية بلوغها الحرارة المناسبة ،وتتمثل هذه الطريقة في انابيب المرجل ويكون الانتقال بين معدن الأنابيب والماء المحتوى بداخله وانتقال الحرارة من الجدار العازل.



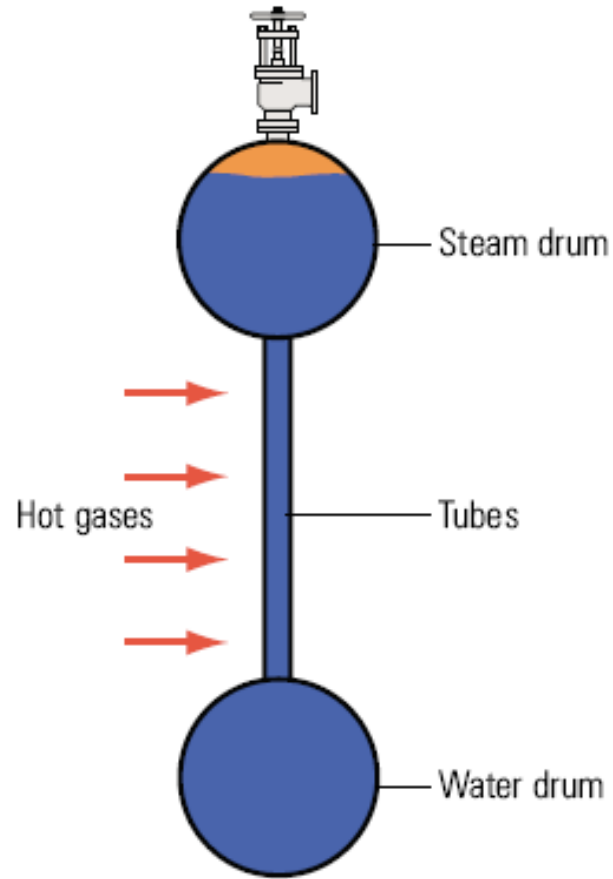
# التوصيل



# الحمل

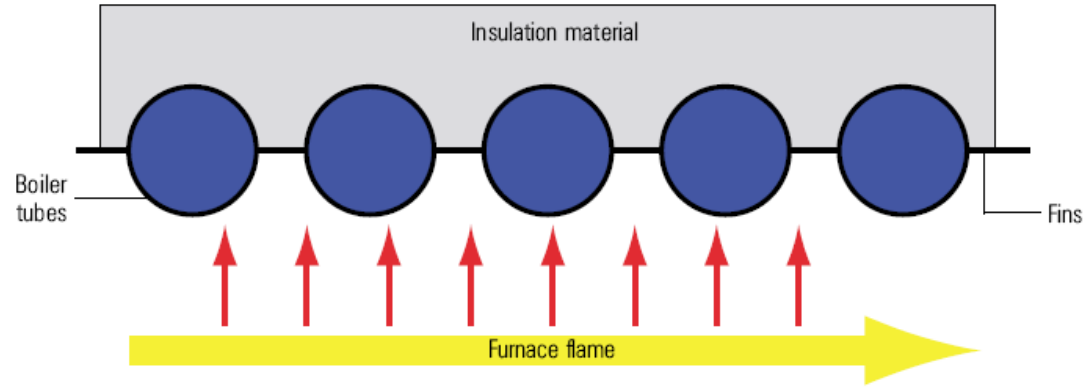
• انتقال الحرارة بفعل اختلاف الكثافة نتيجة السخونة ويكون هذا الانتقال إما طبيعي مثل جريان الماء والبخار أو مفتعل بواسطة وسائل ميكانيكية لانتقال الحرارة من الغازات العادمة الى سطوح الأنابيب حيث انتقال الطاقة الحرارية يتم من خلال حركة الجزيئات الساخنة من مكان الى اخر .

# الحمل



# الإشعاع

وهو شكل مستمر من التبادل الداخلي للطاقة بواسطة الأمواج الكهرومغناطيسية ويحدث داخل الفرن .



# الحرارة المفقودة في المرجل:

- ان من المستحيل ان يوجد جسم يختلف بدرجة حرارته عن درجة حرارة المحيط بدون حصول انتقال حراري لان الحرارة تميل الى الانتقال من الجسم الساخن الى الابرد. وهناك انواع من فقدان هي:

1. الحرارة المفقودة في الغازات العادمة.

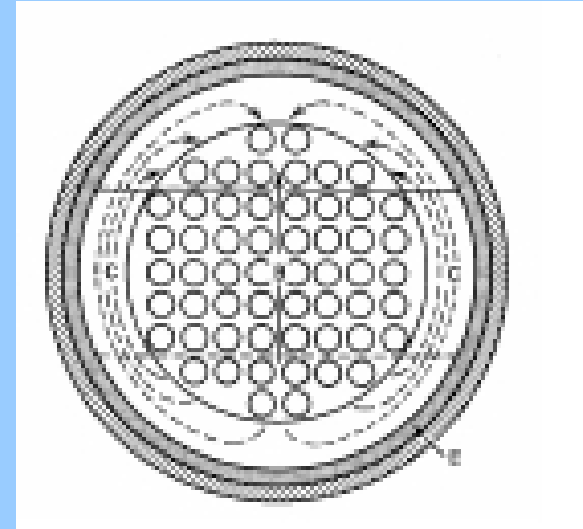
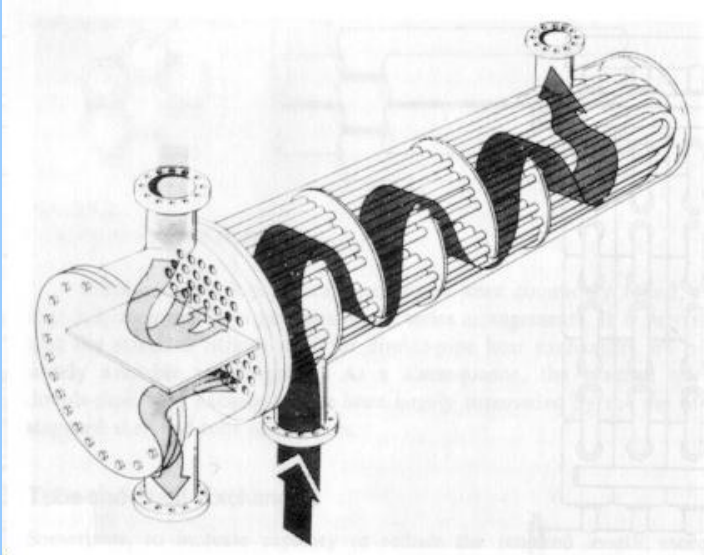
2. ماء البزل.

3. الحرارة المفقودة من جدران الفرن.

## ملحقات المراجل البخارية :

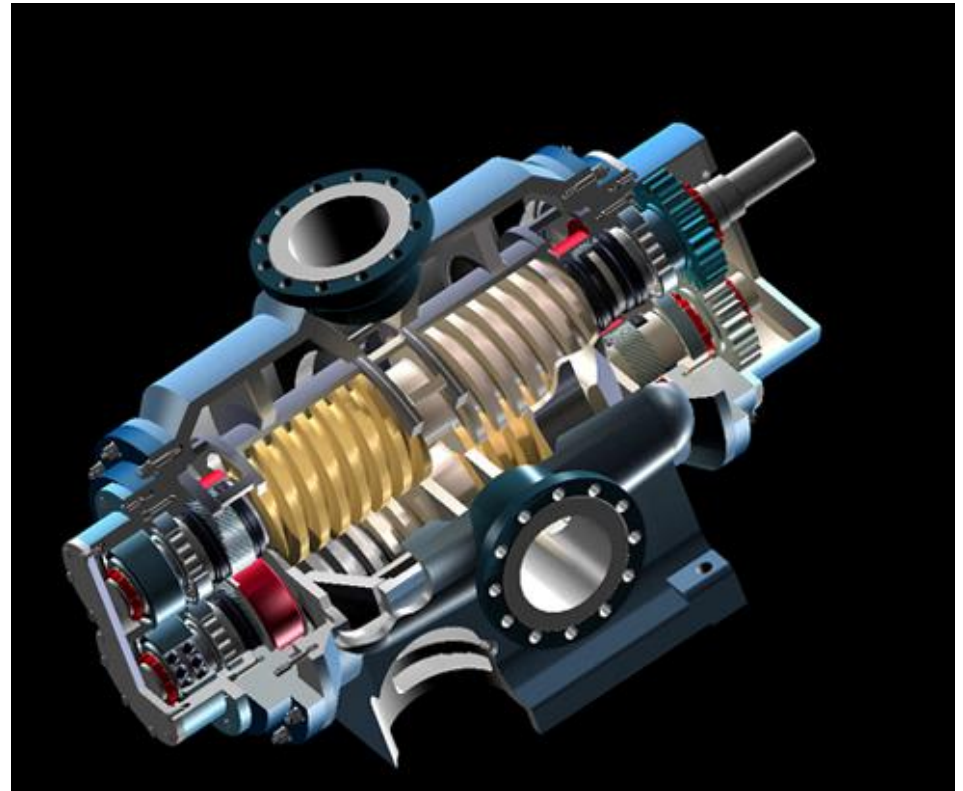
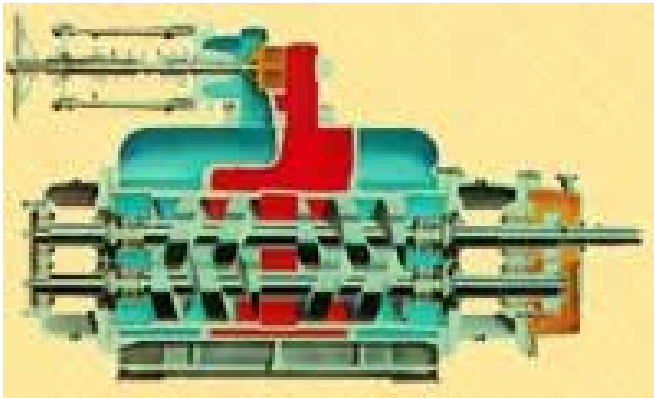
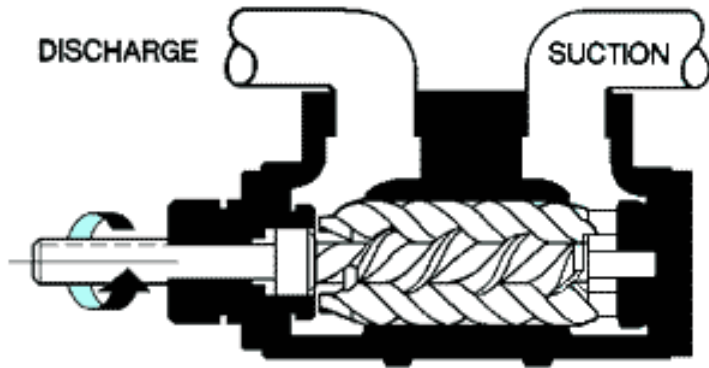
1. معدات تزويد الوقود .
2. هواء الاحتراق .
3. المداخن.
4. مضخات تغذية الماء .
5. معدات تصريف ماء البزل .
6. معدات معاملة الماء وطرد الغازات الذائبة .
7. مسخنات الهواء الأولية.
8. الموفر.
9. مجمع الأتربة والرماد.

1. معدات تزويد الوقود (خزان الوقود, مبادلات تسخين الوقود, مضخات).

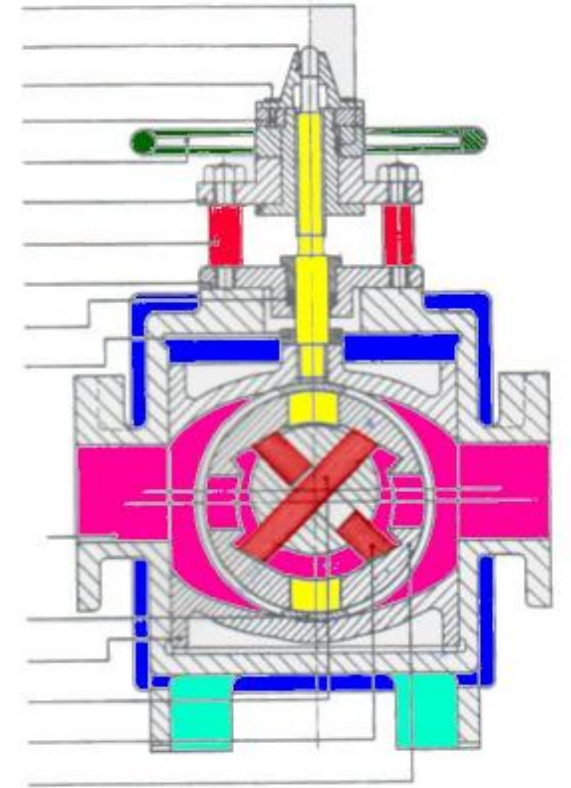




# مضخات الوقود



# مضخات الازاحة الموجبة للوقود السائل





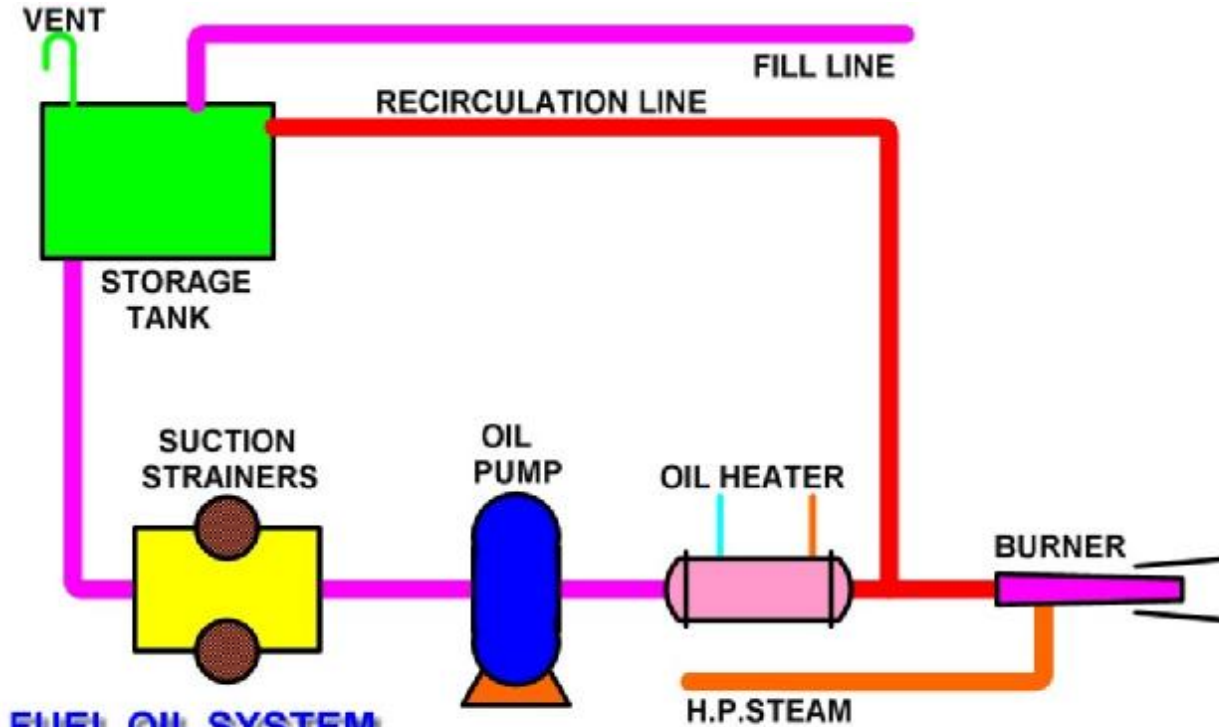
# تيار السحب (Draught)

يتوقف مقدار تيار الهواء اللازم للاحتراق بما يلي:

1. نوع الوقود المستخدم .
2. سرعة وعمق الاحتراق المطلوب .
3. تصميم المرجل والمدخنة .
4. المقاومة المشتركة لملحقات المرجل .

ويتم تزويد الهواء وازالة العادم من فرن المرجل البخاري باستخدام اما تيار سحب طبيعي او تيار سحب تأثيرى وتتطلب بعض انواع الوقود تيار هوائى اكثر من غيرها خاصة عند استخدام الوقود الصلب او الوقود السائل الثقيل .

# مخطط منظومة الوقود السائل



**FUEL OIL SYSTEM**  
ANIMATION FLOW DIG.  
DESIGN BY:  
QUSAI A.M. SEED  
MIDLAND REFINERIES CO.  
BAGHDAD-IRAQ

DESIGN BY:  
qusai\_mrco@yahoo.com

# وحدة تجميع الاتربة والرماد



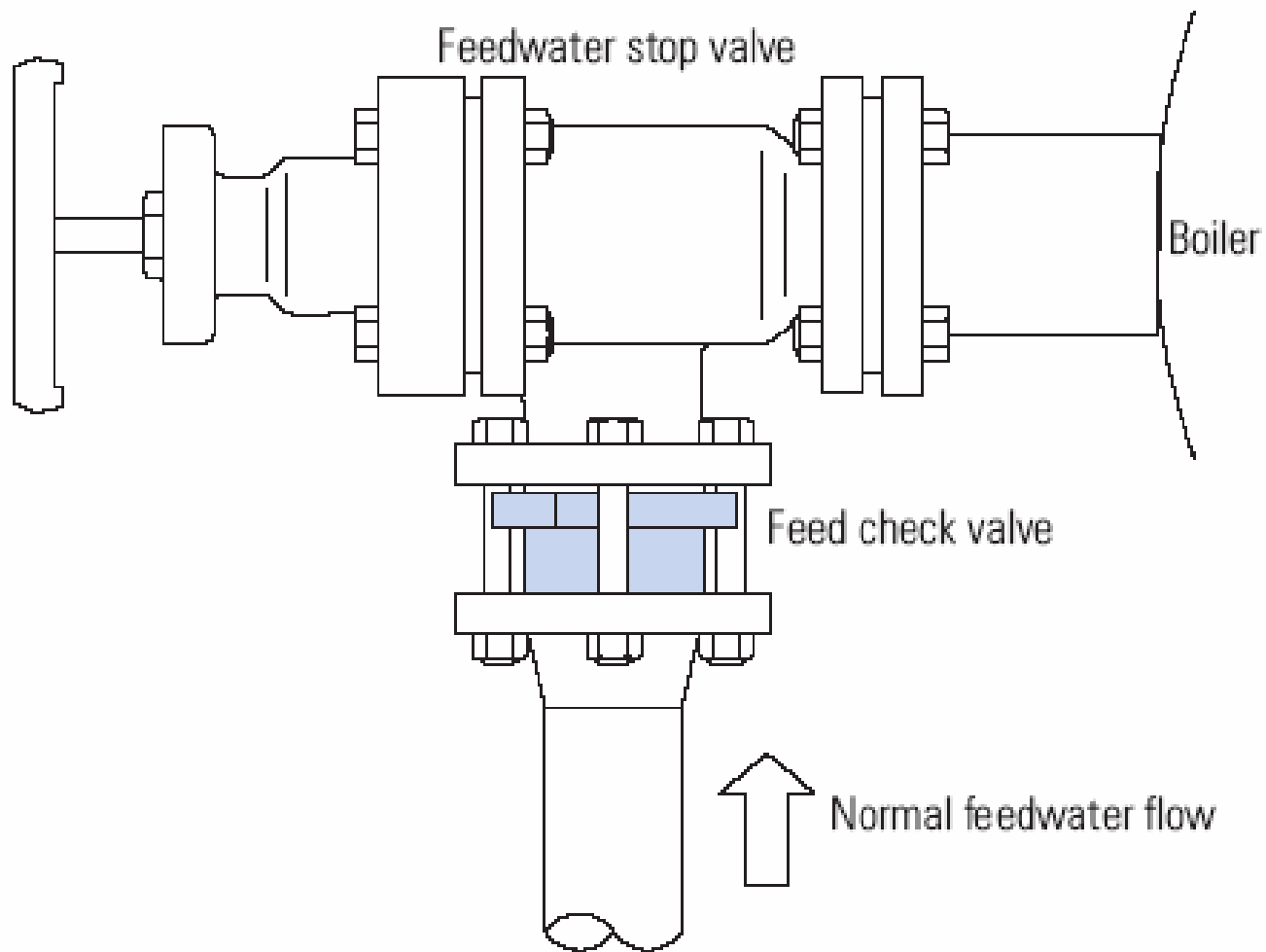


## 4. المداخن.



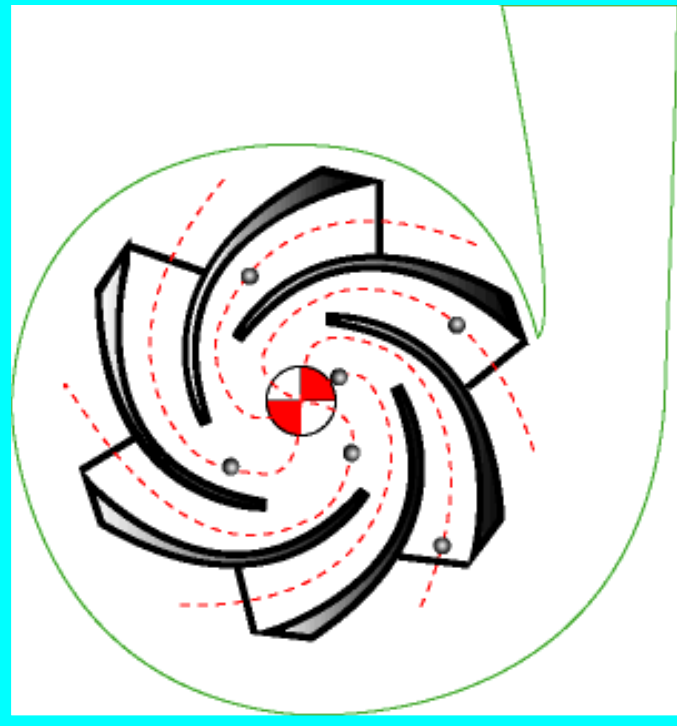
المراجل البخارية





**Fig. 3.7.5 Location of feed check valve**

الاجهزة والمعدات المساندة



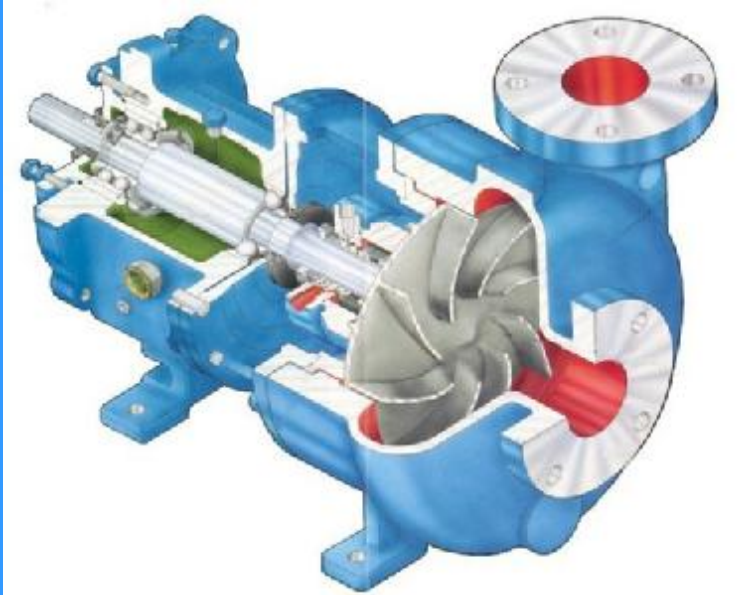
6. مضخات تغذية الماء

7. معدات تصريف

الزائد الماء.

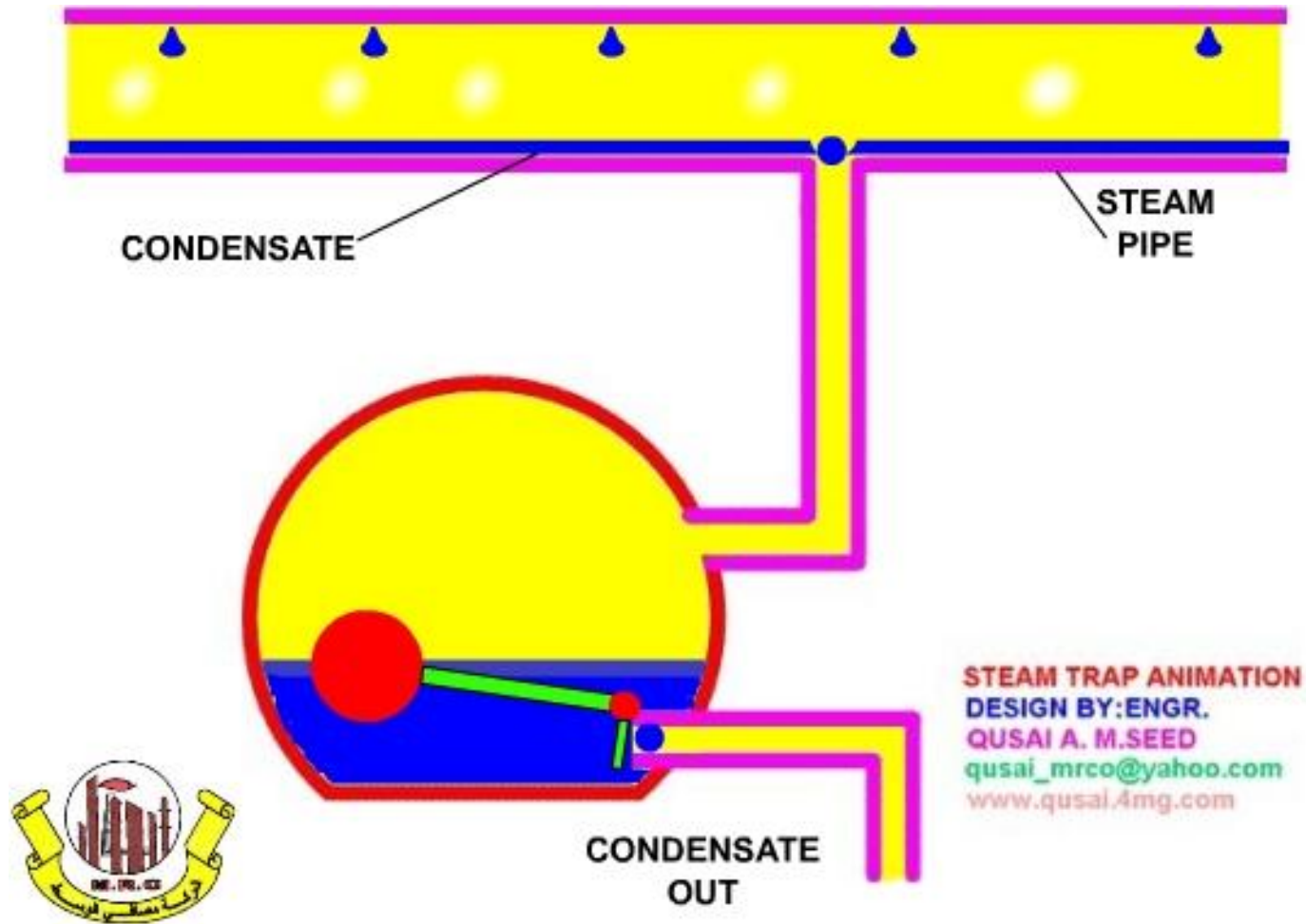
9. معدات معالجة الماء

وطرد الهواء المذاب



المراجل البخاري

# مصائد البخار



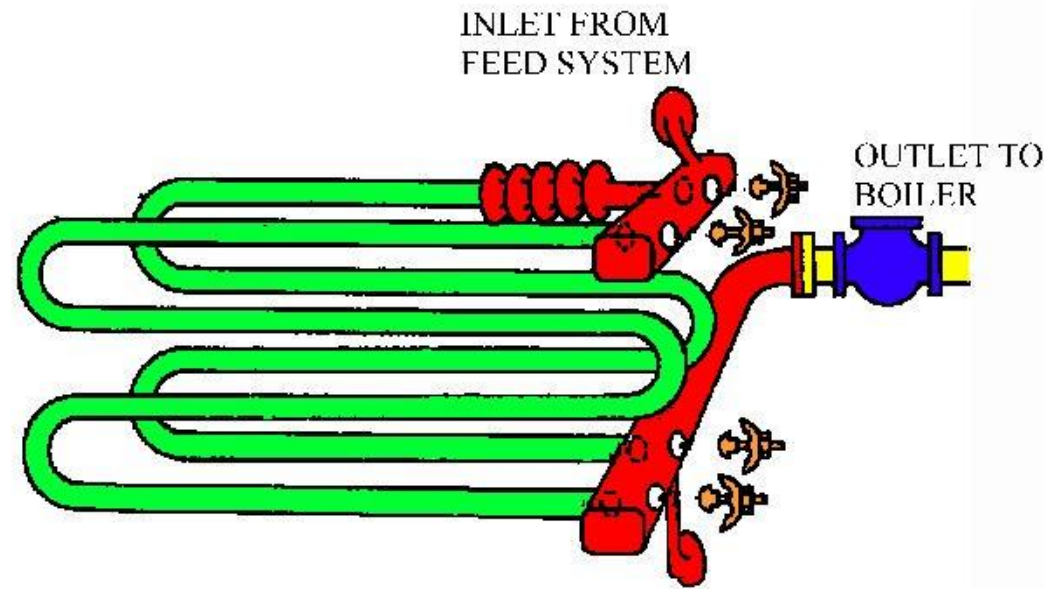
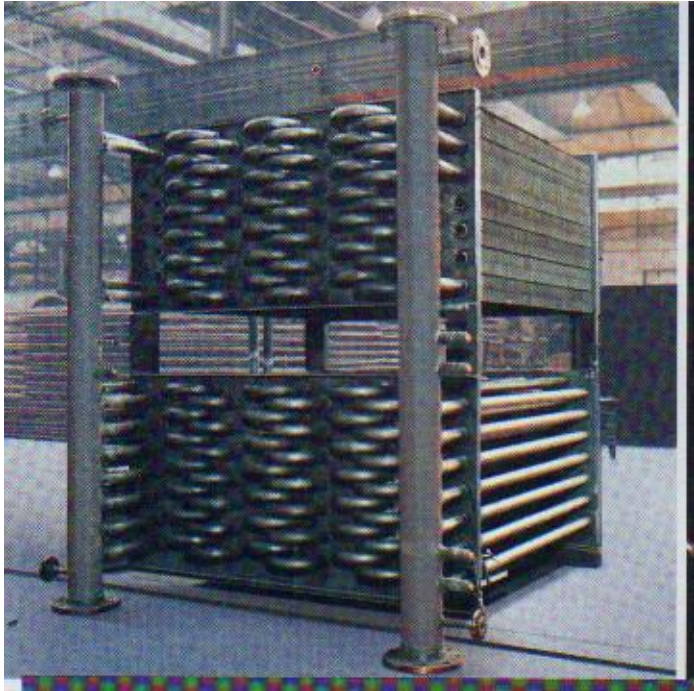
# مصائد البخار



# تحسين كفاءة المراجل البخارية

**إضافة موثر :** وهو عبارة عن مبادلة حرارية على شكل مجموعة من الأنابيب تستخدم كأجهزة إضافية لغرض تسخين الماء الداخل إلى المرجل بواسطة الغاز العادم الخارج من المرجل. ومن المفيد استغلال الحرارة في الغاز العادم في التسخين خاصة أن درجة حرارة العادم الخارجة هي بحدود 300-400 م حيث أن تسخين الماء الداخل للمرجل بمقدار 225م أي استغلال الحرارة في الغاز العادم يؤدي إلى الاقتصاد في الوقود المستهلك بحدود 15% ويجب أن لا تقل درجة حرارة الغاز العادم عن 150-175 م وذلك لكي نعبر درجة نقطة الندى في الغاز العادم والتي بحدود 60م حيث يبدأ بخار الماء بالتكثيف .

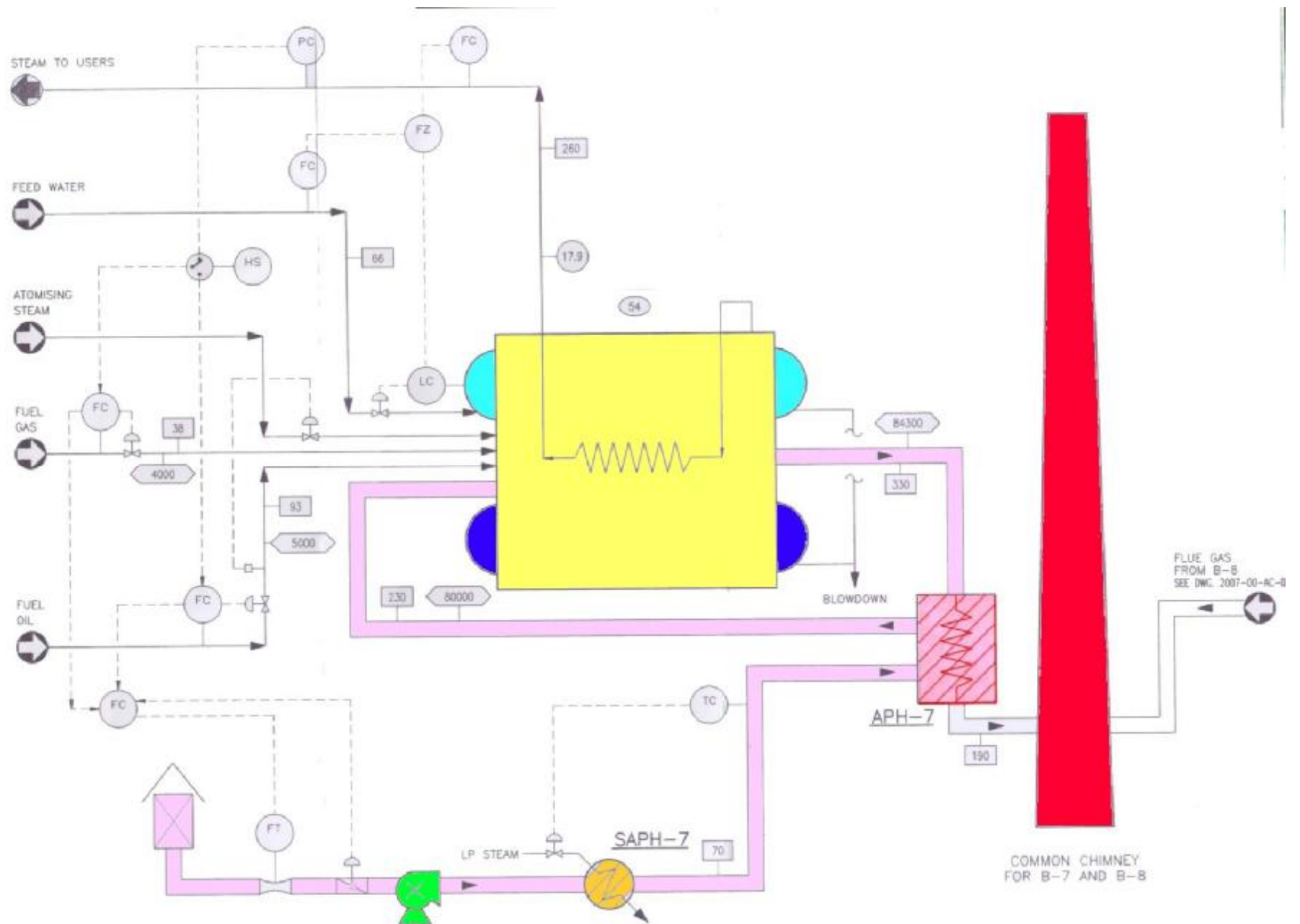
# الموفر (مسخنات ماء التغذية)



# مسخنات هواء

- 1- إضافة مسخنات هواء :وهي عبارة عن مبادلات حرارية أيضا توضع في طريق الغاز العادم الخارج من الموفر وتستخدم السخانات لتسخين هواء الاحتراق عن طريق استغلال الحرارة في الغاز العادم بعد استغامة في تسخين الماء المغذي للمرجل ولها فوائد :
  - أ-خفض كمية الهواء الزائد .
  - ب- تحسين عملية الاحتراق .
  - ج-تقليل الوقود المستهلك .





المراجل البخارية

# خطوات تشغيل المرجل بصورة عامة

1. تأكد من اكتمال اعمال الصيانة وصلاحية صمامات الامان.
2. تأكد من كافة الانظمة والمعدات جاهزة للتشغيل.
3. تأكد من اشتغال صمام ايقاف الوقود الاضطراري .
4. حول اجهزة السيطرة الى الوضع اليدوي.
5. اغلق كافة صمامات البزل ماعدا صمام بزل البخار المحمص.
6. في حالة كون المرجل غير مملوء بالماء الى حد مستوى التشغيل فيجب املاءه مع فتح صمام التنفيس.

7- قم بتشغيل المروحة الدافعة والساحبة وقم بطرد الغازات  
. purge

8- بعد طرد الغازات purge مشعل واحد يجب ان يوقد  
لاحماء الماء في المرجل .

9- ماء المرجل يجب ان يسخن باتباع مخطط زيادة الضغط  
وخلال استمرار العملية سوف يتكون البخار وتتم زيادة  
المشاعل كلما زاد احتياج الحرارة .

10- عندما يسخن الماء في المرجل راقب مستوى الماء بامعان  
وقم بتفريغ جزء منه اذا لزم الامر للمحافظة على المستوى  
المطلوب (الزيادة في المستوى ناتجة من تمدد الماء) .

11- كلما زاد احتياج المرجل للحرارة يتكون البخار ويخرج  
من منظومة تفريغ بخار المحمصة وصمام التنفيس .

- 12 – راقب درجة حرارة معدن الانابيب المطلوب وتاكد من ان التسخين غير سريع .
- 13- بحدود 50 psi يجب غلق صمام التنفيس , وفي هذه الحالة يجب ان يكون المرجل خالي من الغازات .
- 14- عند استمرار ازدياد درجة الحرارة و الضغط سيطر على مستوى الماء ضمن الحدود المطلوب , سيطر على مدى نار شعلة المشاعل على لاتصل الى معدن الانابيب ،تفريغ البخار يستمر بالجريان خلال المحمصة .
- 15- سيطر على تفريغ البخار من المحمصة لتجنب خسارة كبيرة للماء .
- 16- شغل مضخة ماء التغذية و راقب مستوى الماء في وعاء البخار بعناية.

- 17- عند الوصول الضغط التشغيلي المطلوب افتح صمام الانتاج .
- 18- عند ازدياد انتاج البخار او قد المزيد من المشاعل .
- 19 – عند اكتمال التشغيل واستقرار الظروف التشغيلية حول اجهزة السيطرة الى الوضع التلقائي .



**END**