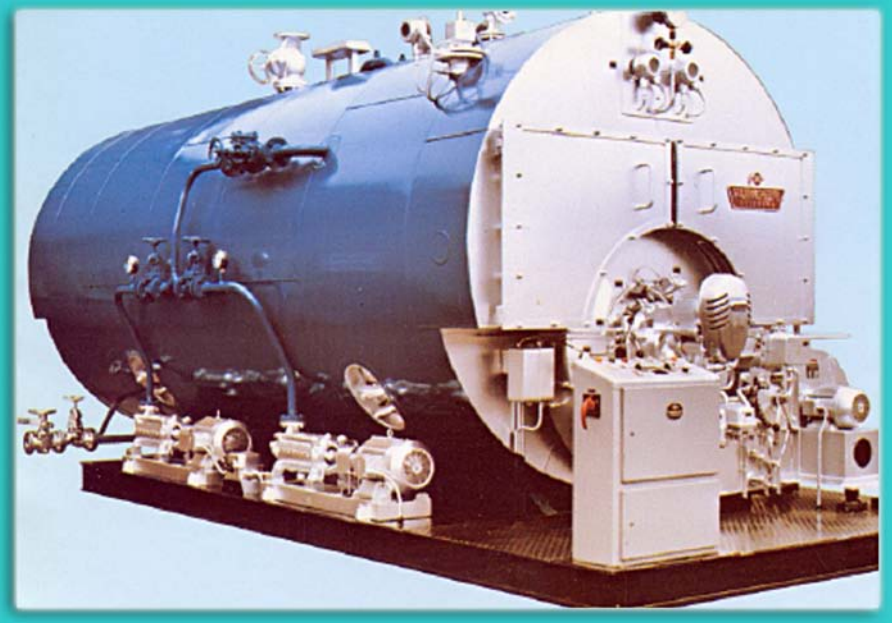
الجمهورية اليمنية
وزارة التعليم الفني والتدريب المهني
قطاع المناهج والتعليم المستمر
الإدارة العامة للمناهج والوسائل التعليمية

سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة

لمجموعة مهن: ميكانيكا التبريد والتكييف

اسم الوحدة: تشغيل مراجل الماء الساخن والبخار



الرقم الرمزي: 1045 ـ 813

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التعليم الفني والتدريب المهني

الطبعة الأولى: 1429 هـ- 2008 م

الجمهورية اليمنية
وزارة التعليم الفني والتدريب المهني
قطاع المناهج والتعليم المستمر
الإدارة العامة للمناهج والوسائل التعليمية

سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة

لمجموعة مهن: ميكانيكا التبريد والتكييف

اسم الوحدة: تشغيل مراجل الماء الساخن والبخار

إعداد:

م/ إبراهيم محمد غمضان

مراجعة:

م/ توفيق صالح العزاني منهجياً
م/ محمد سعيد شلبي فنياً
أ/ عبد الجليل سعيد راجح لغوياً

الرقم الرمزي: 1045 ـ 813

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التعليم الفني والتدريب المهني

الطبعة الأولى: 1429 هـ- 2008 م

المحتويات

الموضـــوع	رقم الصفحة
مقدمة	5
أهداف الوحدة التدريبية	7
الجزء الأول: المعلومات الفنية النظرية	9
1- المراجل	11
2- مسارات توصيل المرجل	26
3- قواعد الأمن والسلامة المهنية	29
الجزء الثاني: تمارين التدريب العملي	31
1- فحص التوصيلات المختلفة للمرجل	33
2- فحص جسم المرجل والعازل الحراري	35
3- فحص منظمات الأمان والتشغيل الخاص بالمرجل	36
4- فحص حارق الوقود وملحقاته	39
5- فحص خزان الوقود للتأكد من شروط الأمان	43
6- فحص خزان التمدد للتأكد من شروط التشغيل الآمن للمرجل والنظام	44
7- ضبط منظمات التحكم بماء المرجل حسب تعليمات التشغيل	45
8- تفقد وضبط منظمات عمل الحراق حسب تعليمات التشغيل	47
الجزء الثالث: تمارين الممارسة العملية	51
1- فحص التوصيلات المختلفة للمرجل	53
2- فحص جسم المرجل والعازل الحراري	54
3- فحص منظمات الأمان والتشغيل الخاص بالمرجل	55
4- فحص حارق الوقود وملحقاته	56
5- فحص خزان الوقود للتأكد من شروط الأمان	57
6- فحص خزان التمدد للتأكد من شروط التشغيل الآمن للمرجل والنظام	58
7- ضبط منظمات التحكم بماء المرجل حسب تعليمات التشغيل	59
8- تفقد وضبط منظمات عمل الحراق حسب تعليمات التشغيل	60
الجزء الرابع: تقويم الوحدة التدريبية	61
- الاختبار النظري	63
- الاختبار العملي	67
- مسرد المصطلحات الفنية	75
- قائمة المراجع والمصادر	77

بسم الله الرحمن الرحيم

مُقدّمة:

إن الربط بين التعليم والعمل والتربية والحياة غدا نهجاً واضحاً تتبعه وتعمل على تحقيقه وزارة التعليم الفني والتدريب المهني في تحديث مناهج وبرامج التعليم والتدريب وتطويرها بهدف الاستثمار الأمثل للعنصر البشري وذلك من خلال إعداده وتأهيله علميا ومهنيا وفق نمط الوحدات التدريبية المتكاملة الذي تتضافر فيه وتتكامل كافة الأبعاد النظرية والأدائية والاتجاهية في التعليم والتدريب، لما يتميز به هذا النمط من المرونة والتكامل في مكوناته وقدرته على استيعاب ما يستجد مستقبلاً من مفاهيم وتقنيات بصورة تُمكّن المتدرب من السيطرة على هذه المفاهيم والتقنيات والتحكم فيها والاستخدام الأمثل لتطبيقاتها وتمثل اتجاهاتها الإيجابية.

لذلك كله قام قطاع المناهج والتعليم المستمر بوزارة التعليم الفني والتدريب المهني بإعداد وإنتاج وحدات تدريبية متكاملة لكافة التخصصات المهنية في مختلف المجالات.

وقد أعدت هذه الوحدة ضمن سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة لمجموعة مهن ميكانيكا التبريد والتكييف حسب المعايير المنهجية والعلمية والشروط الفنية المتبعة في إعداد كافة مكونات الوحدة التدريبية (الأهداف – المادة التعليمية – فعاليات التدريب – التقويم) بصورة تيسر للمتدرب الاستيعاب الأمثل لمحتوياتها النظرية وتنفيذ مهاراتها الأدائية وتمثل اتجاهاتها الإيجابية.

نأمل من أبنائنا المتدربين أن يستفيدوا الاستفادة القصوى علمياً ومهنياً من هذه الوحدة في دراستهم وفي حياتهم العملية.

والله الموفق،،،

أهـــــداف الـوحـــدة التدريـبيـة

بعد ممارسة أنشطة وفعاليات هذه الوحدة يتوقع من المتـدرب أن يكون قــادراً علـــى أن:

الأهـــداف الخاصـــة	الأهـــداف السلوكيـــة
1- يفحص المرجل.	1-1 يتعرف مكونات المراجل.
	1-2 يتعرف أنواع المراجل.
	1-3 يتعرف جدول صيانة وتشغيل المراجل.
	1-4 يتعرف البيانات الأساسية للتشغيل الآلي للمرجل.
	1-5 يراعي قواعد الأمن والسلامة المهنية.
	1-6 يفحص التوصيلات المختلفة للمراجل.
	1-7 يفحص العازل الحراري وجسم المرجل.
	1-8 يفحص منظمات الأمان والتشغيل للمرجل.
2- يفحص منظمات المرجل.	2-1 يتعرف مسارات الدخان عبر المدخنة للتأكد من سلامة مسار الدخان.
	2-2 يراعي قواعد الأمن والسلامة المهنية.
	2-3 يفحص حارق الوقود وملحقاته.
	2-4 يفحص خزانات الوقود.
	2-5 يفحص خزانات التمدد.
3- يـشغل المـرجل اسـتناداً إلـى تعلـيمات الـشركة المـصنعة للمرجل.	3-1 يراعي قواعد الأمن والسلامة المهنية.
	3-2 يتفقد دائرة ماء المرجل والتأكد من امتلائها بالماء.
	3-3 يضبط منظمات التحكم بماء المرجل حسب تعليمات التشغيل.
	3-4 يتفقد ويضبط منظمات عمل الحراق حسب تعليمات التشغيل.
	3-5 يـشغل مفاتـيح إدارة المـرجل حـسب التسلـسل المفـروض مـن الشركة الصانعة واتباع تعليمات أمن وسلامة التشغيل.

الجـزء الأول

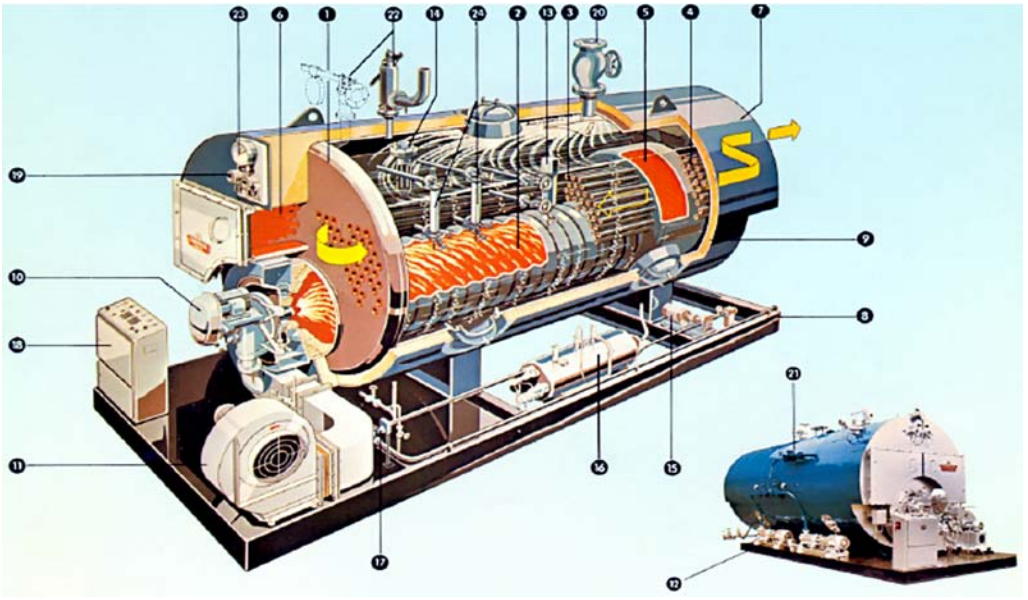
المعـلـومـات الـفـنيـة النـظـريـة

1- المرجـل (Boiler):

يعتبر المرجل الجهاز الأساسي في أنظمة التدفئة بالماء الساخن والبخار، إذ بواسطته يتم توليد الحرارة اللازمة للتدفئة ونقلها وتوزيعها على الأماكن والمساحات المطلوب تدفئتها بالكميات المناسبة بصورة منتظمة واقتصادية آمنة، ويتكون المرجل من عناصر وأجزاء عديدة لكل منها وظيفة وأهمية خاصة.

1-1 المكـونات:

يوضح الشكل (1) الأجزاء الميكانيكية لتكوين المراجل بصفة عامة وهناك اختلافات في ملحقات المراجل حسب مواصفات الشركة الصانعة.

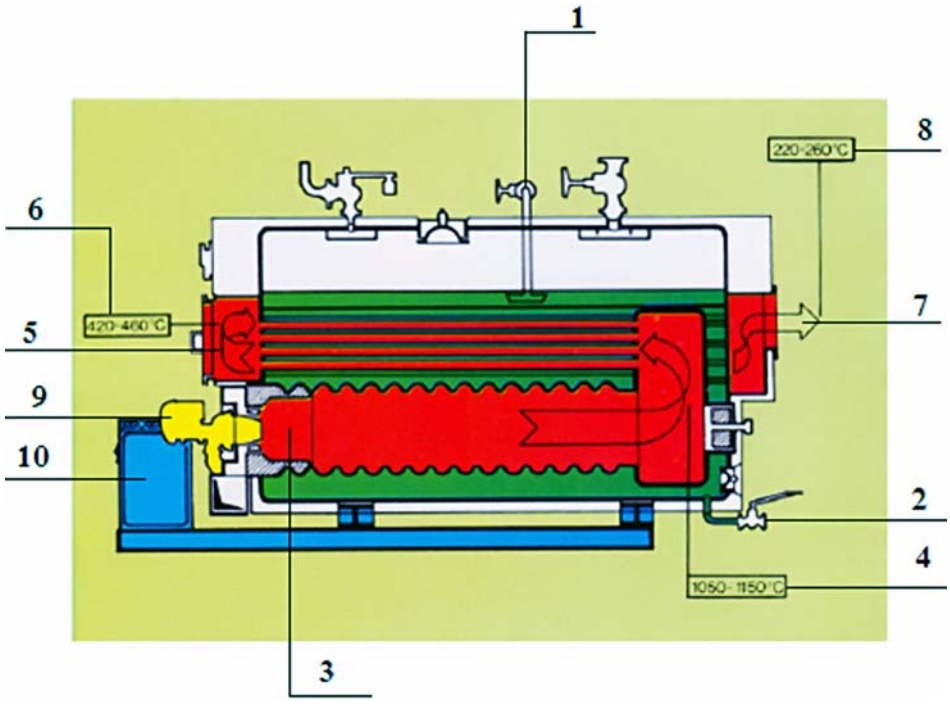


1. جسم المرجل.
2. أنبوب اللهب.
3. أنبوب الدخان بممرين.
4. أنبوب الدخان بثلاثة ممرات.
5. غرفة عكس اتجاه الماء المحايد لجانب الماء البارد.
6. غرفة توجيه الماء للجانب الأمامي.
7. مخرج الدخان.
8. هيكل المرجل.
9. عازل.
10. حراق.
11. مروحة الهوا الرئيسي.
12. مضخات التغذية.
13. مفتاح مضخة التغذية.
14. محدد مستوى الماء.
15. مضخة تجهيز وقود الزيت.
16. المسخنات الأولية لوقود الزيت.
17. مسيطر اللزوجة.
18. مفتاح غرفة التحكم.
19. منظم ضغط.
20. صمام البخار.
21. فوهة تغذية.
22. صمام أمان.
23. مقياس ضغط.
24. مستويات الماء.

شكل (1)
مكونات المرجل

1-1-1 الدائرة الميكانيكية (Mechanical circuit):

يوضح الشكل (2) الدائرة الميكانيكية للمراجل بصفة عامة مع اختلافات بسيطة حسب ظروف العمل الصناعية ويتمثل مبدأ العمل بدخول الماء من مصدر التغذية الرئيسية (1) إلى المرجل، ويكون دخول الماء من الأعلى إلى الأسفل عبر الممرات أو أنابيب مركبة ومرصوصة بشكل هندسي منتظم حول محيط مجرى اللهب، وذلك لضمان وجود الماء في أرضية المرجل بفعل تأثير وزنة وعند درجات الحرارة العالية وتسخينه مبدئيا في المبادل الحراري.

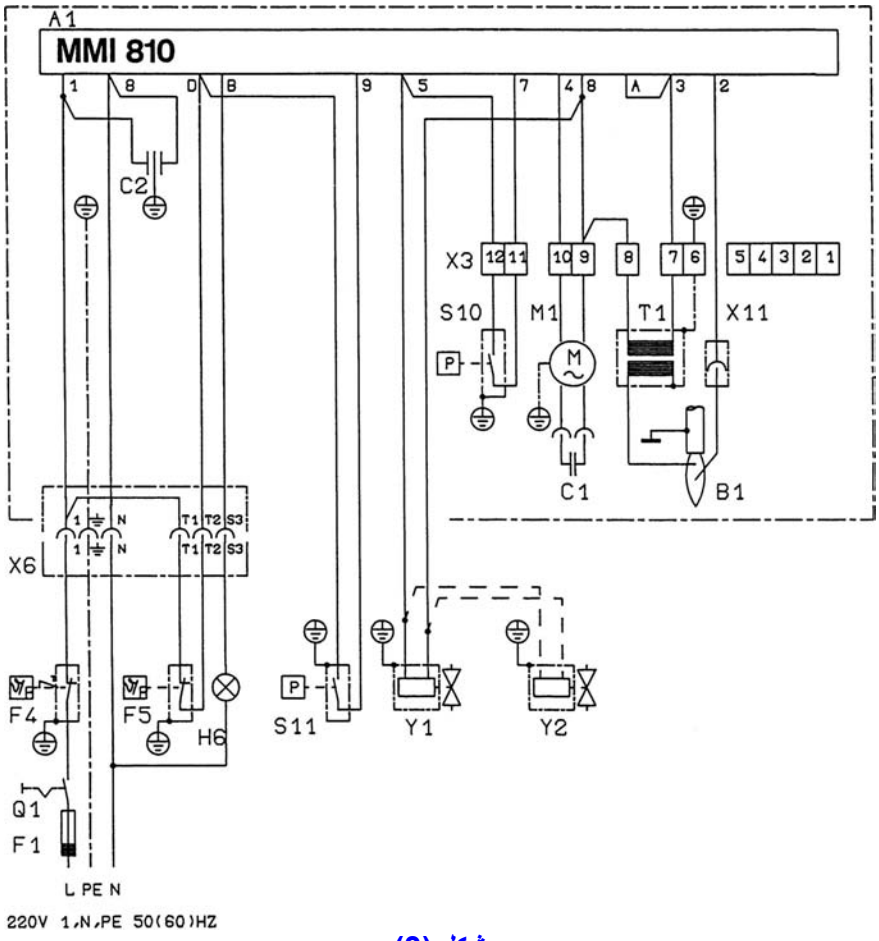


1- فوهة دخول ماء التغذية الرئيسية.
2- فوهة خروج بخار الماء.
3- مجرى اللهب المحترق.
4- درجة حرارة اللهب عند دخول المبادل الحراري.
5- غرفة التحويل العكسي للهب.
6- درجة حرارة اللهب في غرفة التوجيه (التحويل) العكسي.
7- غرفة خروج اللهب من المرجل إلى المدخنة.
8- درجة حرارة الدخان.
9- الحارق للوقود.
10- وقود تغذية الحارق.

شكل (2)
الدائرة الميكانيكية للمرجل

2-1-1 الدائرة الكهربائية (Electrical circuit):

يوضح الشكل (3) نموذج لدائرة كهربائية لمرجل يعمل بالغاز.



شكل (3)
الدائرة الكهربائية للمرجل

تنقسم الدائرة الكهربائية أعلاه إلى قسمين وهما:

أ- دائرة القدرة الكهربائية:

- المحرك الكهربائي للحراق.
- المحرك الكهربائي لمروحة تجهيز هواء الاحتراق.
- المحول الكهربائي لتحويل فرق الجهد الكهربائي من (220- 24) أو (110- 24) فولت.
- مفاتيح التشغيل الرئيسية لدائرة القدرة الكهربائية.

ب- دائرة التحكم:

وتستخدم لأجل السيطرة والتحكم بتشغيل المرجل وصيانته.

2-1 أنواع المراجل:

يمكن تصنيف المراجل من نواحي عديدة من حيث:

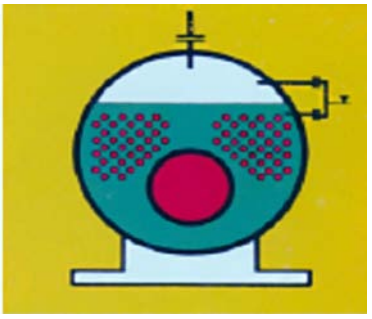
1-2-1 نوع المنتج:

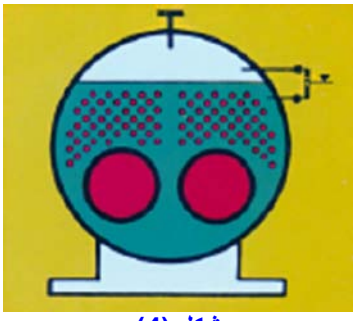
وبدوره يصنف إلى مراجل إنتاج.

أ- بخار الماء المشبع:

Saturated steam boilers

وهو كما في الشكل (4).





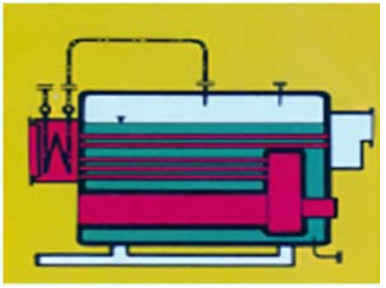
شكل (4)

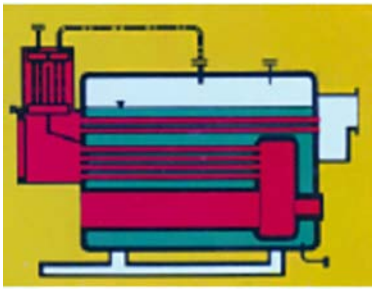
مراجل إنتاج بخار الماء المشبع

ب- البخار المحمص:

SUPERHEATED STEAM BOILERS

وهو كما في الشكل (5).



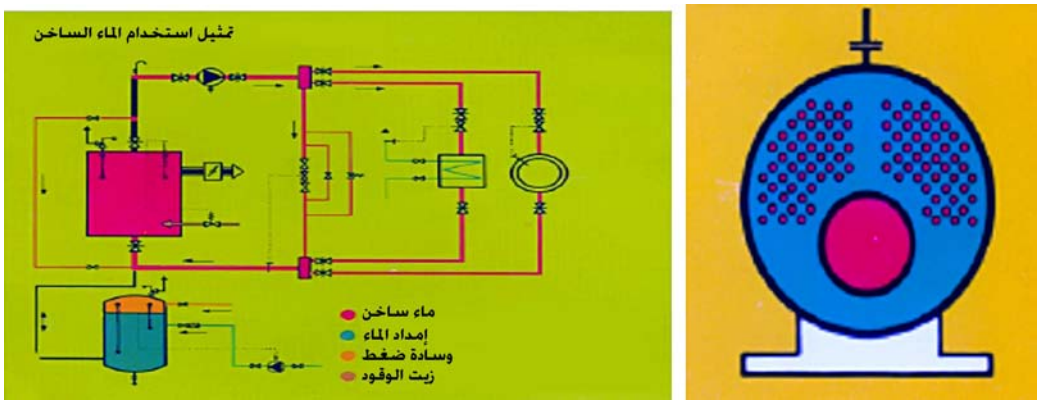


شكل (5)

مراجل إنتاج البخار المحمص

ج- الماء الدفيء H0T WATER BOILERS:

وهي كما هو موضح بالشكل (6).



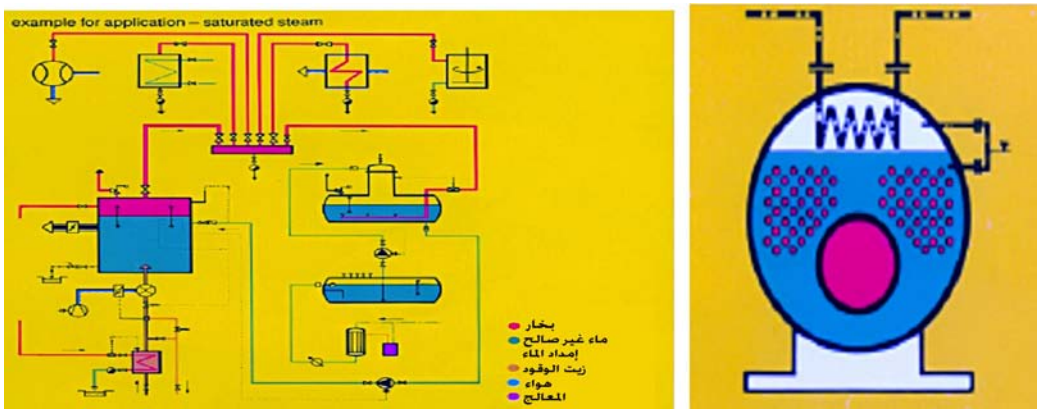
شكل (6)

مراجل إنتاج واستخدام الماء الدافئ

د- بخار الماء المشبع / والماء الساخن (مركبة ومزدوجة):

SATURATED STEAM / HOT WATER COMBINED BOILERS

وهي كما في الشكل (7).



شكل (7)

مراجل مركبة

2-2-1 عدد مسارات ممرات مرور الماء:

وبدورها تصنف إلى مراجل ذات:

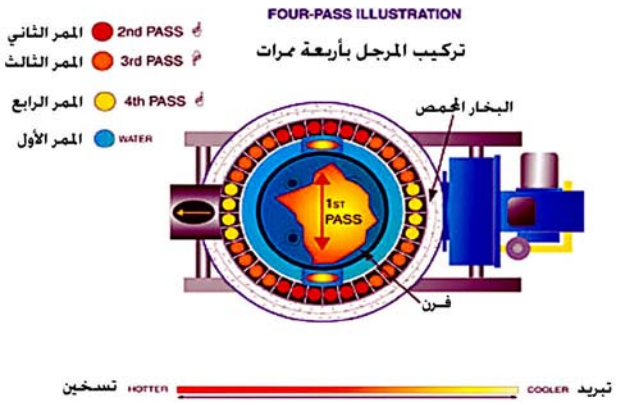
أ- مراجل ذات ممر واحد 1ST PASS SYSTEM

ب- مراجل ذات ممرين 2nd PASS SYSTEM

ج- مراجل ذات ثلاثة ممرات THREE PASS SYSTEM

د- مراجل ذات أربعة ممرات FOUR PASS SYSTEM

وخير مثال على ذلك الشكل (8).



شكل (8)
مسارات مرور الماء

يوضح الشكل (8) تركيب مرجل يعمل بأربعة ممرات لمرور الغاز والماء موزعة على محيط الغلاف للمرجل وفيه

الممر الاول WATER

1- الممر الأول أنبوب المرجل لعبور الماء

الممر الثانى 2nd PASS

2- الممر الثاني لعبور الغازات عبر الزعانف خارج غلاف المرجل

الممر الثالث 3rd PASS

3- الممر الثالث لعبور الغازات عبر الزعانف خارج غلاف المرجل الداخلي

4- الممر الرابع يتجه على طول الزعانف وخارج الغلاف ويغمرهما إلى فتحة الخروج

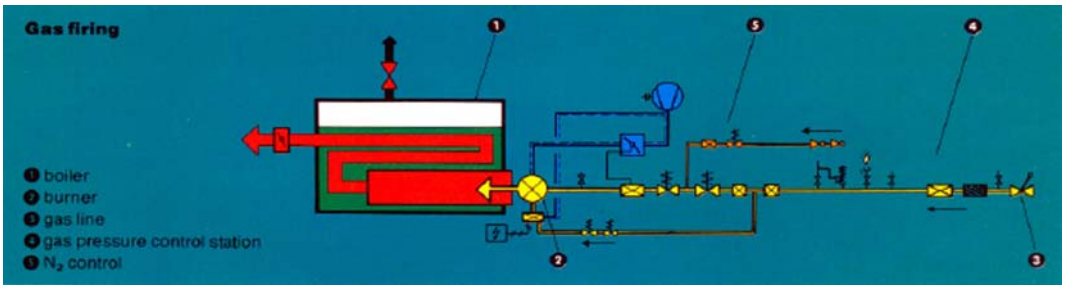
الممر الرابع 4th PASS

3-2-1 نوع الوقود المستخدم في المرجل:

وبدوره تصنف إلى المراجل العاملة:

أ- بوقود الغاز GAS FIRING BOILERS:

يوضح الشكل (9) هذا النوع من المراجل.

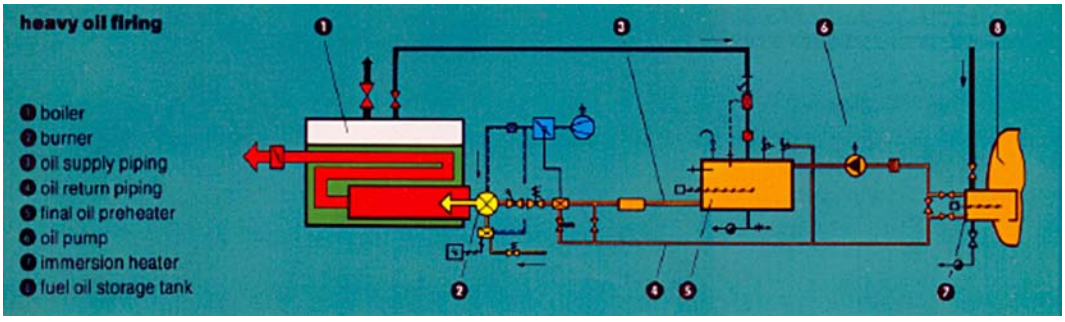


1- مرجل.
2- حراق (موقد).
3- خط الغاز.
4- لوحة السيطرة على ضغط الغاز.
5- السيطرة على غاز النيتروجين.

شكل (9)
مكونات مراجل الغاز

ب- بالزيت الثقيل heavy oil firing boilers:

يوضح الشكل (10) المخطط التخطيطي لهذا النوع من المراجل.

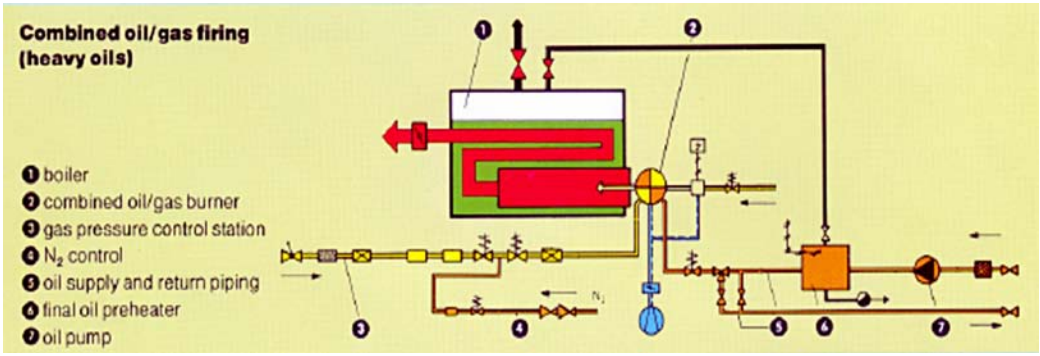


1- المرجل.
2- الحراق (الموقد).
3- أنبوب تغذية المرجل بالزيت.
4- أنبوب الزيت الراجع.
5- آخر مرحلة للتسخين المبدئي للزيت.
6- مضخة الزيت.
7- السخانات الاستاثار.
8- خزان خزن وقود الزيت.

شكل (10)
مكونات مراجل الزيت الثقيل

ج- بالزيت الثقيل والغاز المزدوجة (heavy oils) combined oil / gas firing:

يوضح الشكل (11) المخطط الإيضاحي لهذا النوع من المراجل.



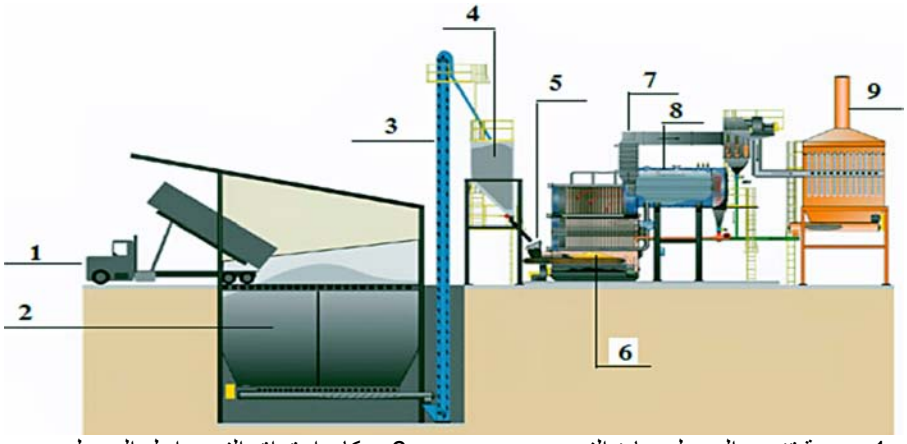
1- المرجل.
2- الموقد المزدوج للزيت والغاز.
3- لوحة التحكم بضغط الغاز.
4- السيطرة على غاز النيتروجين.
5- أنابيب التغذية والزيت الراجع.
6- آخر مرحلة للتسخين المبدئي للزيت.
7- مضخة الزيت.

شكل (11)
مكونات المراجل المزدوجة

د- بالوقود الصلب solid fuel firing boilers:

وتعرف بالمراجل العاملة بالفحم coal firing boilers.

يوضح الشكل (12) التركيب الميكانيكي لهذا النوع من المراجل.



1- عربة تزويد المرجل بمادة الفحم.
2- مكان خزن الفحم لتزويد المرجل.
3- أحزمة نقل الفحم إلى وعاء التزويد المباشر.
4- وعاء التزويد المباشر للفحم.
5- قمع فتحة تزويد المرجل بالفحم.
6- مكان احتراق الفحم داخل المرجل.
7- ممرات خروج الدخان.
8- المرجل مكان التبادل الحراري.
9- المدخنة (فوهة خروج الدخان).

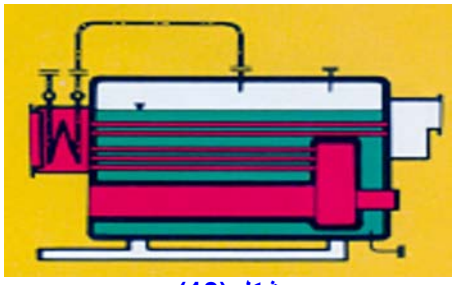
شكل (12)
مكونات مراجل الفحم

4-2-1 التصنيف حسب موقع تحميص بخار الماء المشبع إلى بخار محمص:

وبدورها تصنف من حيث أن التحميص يقع:

أ- أمـام غـرفة الـتحويل العكـسي لمـسار المـاء، شكل (13):

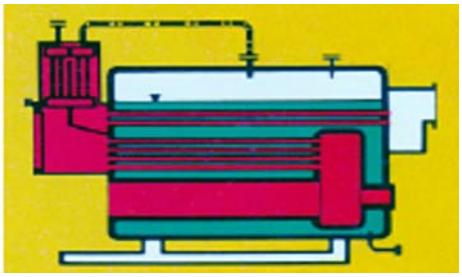
super heater in front reversing chamber



شكل (13)
تحميص أمامي

ب- أعلى قمة غرفة التحويل العكسي لمسار الماء، شكل (14).

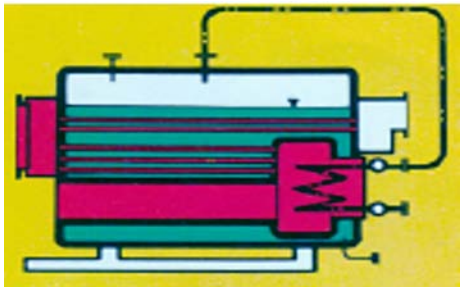
superheated on top of the front reversing chamber



شكل (14)
تحميص علوي

ج- على جانب غرفة التحويل العكسي لمسار الماء، شكل (15).

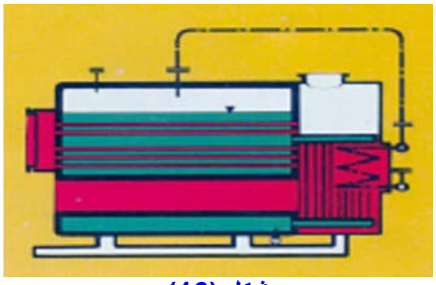
Super heater in inside arranged reversing chamber



شكل (15)
تحميص جانبي

د- على خارج غرفة التحويل العكسي لمسار الماء، شكل (16).

Superheated in outside arranged reversing chamber



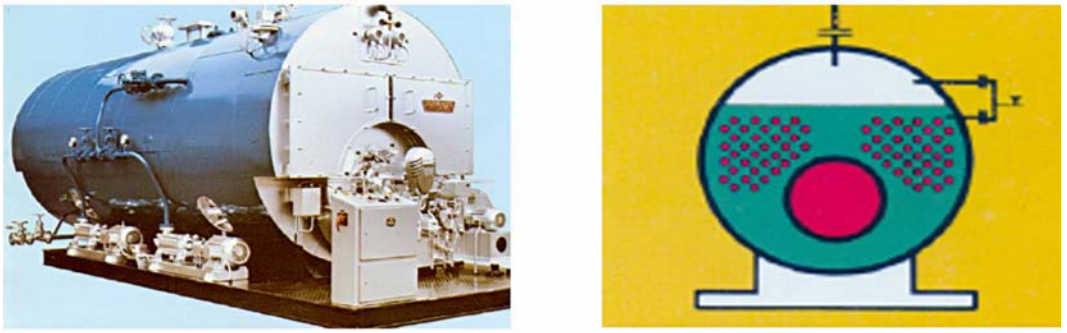
شكل (16)
تحميص خارجي

5-2-1 عدد مجاري اللهب:

وبدورها تصنف إلى مراجل:

أ- بمجرى مفرد للهب saturated steam boiler one flame tube:

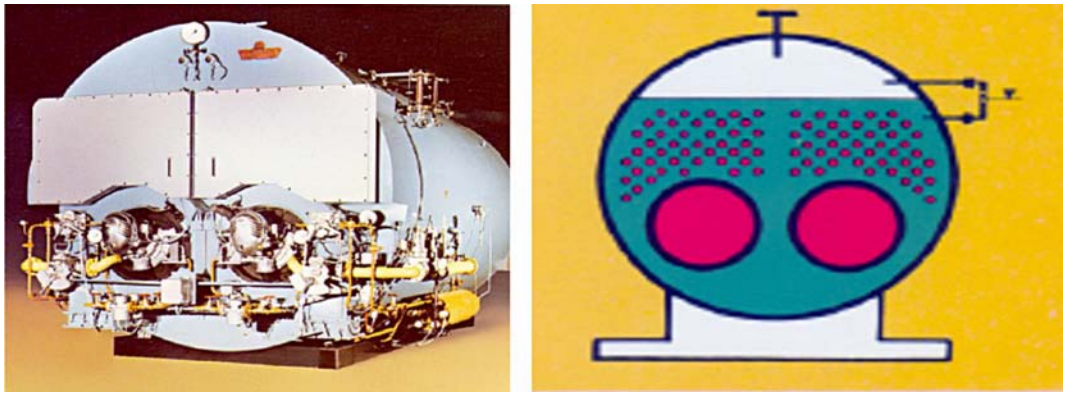
ويوضح الشكل (17) هذا النوع من المراجل.



شكل (17)
مراجل بمجرى

ب- بمجريين للهب saturated steam boiler two flame tube:

ويوضح الشكل (18) هذا النوع من المراجل.

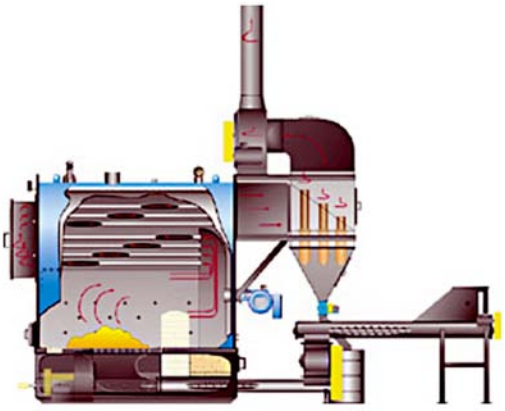


شكل (18)
مراجل بمجريين

6-2-1 مراحل تسخين الماء CLASFICATION BOILERS FOR TYBE OF STAGS:

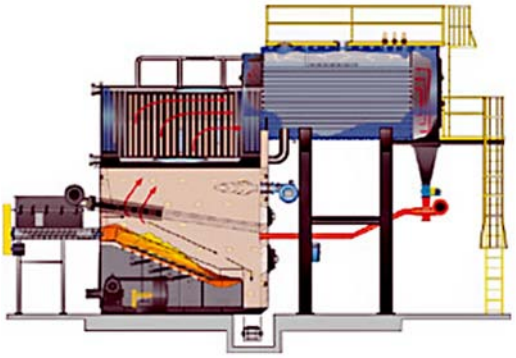
وبدورها تصنف إلى مراجل تسخين الماء.

أ- بمرحلة وحدة، شكل (19).



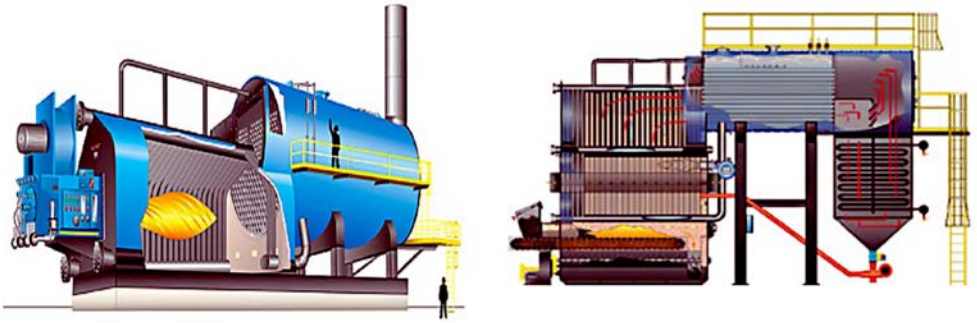
شكل (19)
مرجل بمرحلة

ب- بمرحلتين، شكل (20).



شكل (20)
مرجل بمرحلتين

ج- بثلاث مراحل، شكل (21).



شكل (21)
مرجل بثلاث مراحل

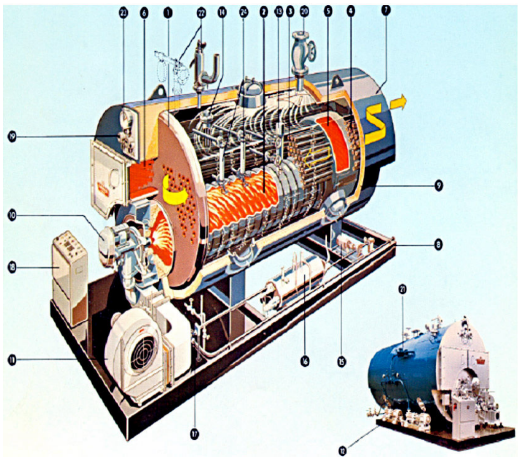
3-1 جدول الصيانة والتشغيل للمرجل:

من الضروري أن يعمل جدول أو بطاقة دائمة تدون فيها البيانات الفنية المختلفة ليرجع إليها مهندس الصيانة والتشغيل ليلم بكافة البيانات المطلوبة.

فيما يلي نورد نموذج لما يجب أن يحتويه جدول الصيانة والتشغيل للمرجل، شكل (22).

أ- اسم المصنع الذي قام بإنتاج المرجل وطرازه ورقمه المتسلسل.

ب- التيار المغذي – الفولت – الذبذبة- حجم الأسلاك.



شكل (22)
المرجل

ج- بيانات عن الثيرموستات ومقياس درجة الحرارة والمؤقت الزمني لتشغيل المرجل والأجزاء الكهربائية الأخرى.

د- مفتاح التوصيل الأتوماتيكي أو بادئ الحركة مدونا به اسم المصنع الذي قام بإنتاجه وطرازه.

هـ- أجهزة وقاية مضخة الوقود وطرازها ورقمها.

و- درجات حرارة التشغيل التي تم على أساسها التصميم.

ز- بيانات عن منظمات وقواطع الضغط وطرازها ورقمها.

ح- بيانات عن درجات الضبط النهائية لجميع مفاتيح وقاية الضغوط والمنظمات المختلفة.

جدول (1)
صيانة وتشغيل المراجل

اسم الجهاز أو المنظم	الموصفات الرئيسية	البيانات الأساسية للتشغيل	دواعي الصيانة
أ- المرجل Boiler	- المرجل هو الجهاز الذي يتم فيه عملية تبادل الحرارة بين غازات الاحتراق والماء الموجود داخل المرجل. - المرجل الفولاذي مكون من قطعة واحدة ذات أنابيب تتميز هذه المراجل بالضوابط الذاتية كجهاز صمام	- قدرة المرجل ما بين 10.000 كيلوكالوري/ ساعة إلى ما يزيد عن 500.000 كيلوكالوري/ ساعة	يمتاز بسهولة صيانته

اسم الجهاز أو المنظم	الموصفات الرئيسية	البيانات الأساسية للتشغيل	دواعي الصيانة
	الأمـــان والمنـــضمات الحـــرارية ومنـــضمات الضغط.	- أقطـــار أنابـــيب المـــرجل تتـراوح مـا بـين 40-100 يكون وسيط التسخين حول هذه الأنابيب. - تعمل على ضغط لا يقل عن خمسة ضغوط جوية. - تتراوح درجة الحرارة فيها ما بين (100-180)^{o}C	
ب- صـــــمام الأمـــــان SAFTY VALVE	- صمام أتوماتيكي يعمل علـى تمريـر الـضغط الـزائد عـن الـضغط المعاير عليه وذلك بفتح المجرى لإخراج كمية مـن الـسائل إلـى خـط التصريف	- يتم تعيير صمام الأمان على ضغط واحد بار زيادة عن الـضغط العملـــي الفعلـــي للمرجل.	
ج- صـــمام التـــصريف GATE VALVE	- صمام لتنظيف المرجل من الرواسب والأوساخ التي تتجمع بداخله.	- يتم تركيب صمام التصريف فـي أسـفل المـرجل وبـشكل محكم.	
د- مقياس درجة الحرارة	- يـستخدم لقـراءة درجـة حرارة مياه المرجل	- بـصيلة (الانـتفاخ الحـساس) يجـب أن تكـون مثبـتة فـي جـيب تجويـف الـصاهر النحاسي (فتحة المرجل)	
هـ- منظم درجة الحرارة (الثيرموستات) BOILER THERMOSTATE	- يستخدم في فتح الدائرة الكهربائية عند ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المعاير. وعند تركيب مفتاح تلقائي يمكن الاستفادة منه لمنع تـشغيل المـضخة عـند درجـــات الحـــرارة المنخفـضة فـي المـرجل وتـشغيلها عـند ارتفاعهـا عن الحد المعاير	- فـي لحظـة تطابـق قـراءة مقياس درجـة الحـرارة مـع الدرجـة المعايـر لهـا مـنظم درجـــــة الحـــــرارة (الثيرموستات) يجب فصل الحارقة عن العمل. - بـصيلة (الانـتفاخ الحـساس) للمنظم يجب أن يكون مثبتة فـي جـيب تجويـف الغـامس النحاسي (فتحة المرجل).	

اسم الجهاز أو المنظم	الموصفات الرئيسية	البيانات الأساسية للتشغيل	دواعي الصيانة
و- ساعة قياس الضغط PRESSURE GAUGE	تستخدم لقراءة ضغط المياه في المرجل أو لقراءة ارتفاع الماء على المرجل	- تركب ساعة قياس الضغط لتلامس مباشرة الماء الموجود في المرجل	
ز- منظم حرارة المدخنة CHIMNEY THERMOSTRTE	- يمتاز بقدرته على إعادة تشغيل الحارقة عندما يطفأ اللهب في المرجل أثناء التشغيل	- يركب على المدخنة الصاج ويفتح المجال للغازات غير المحترقة أن تخرج من المدخنة	
ح- الحراق BURNER	هو الجهاز الذي يتم بواسطته أثناء الحرارة داخل غرفة الاحتراق في المرجل ويقوم بعملية خلط الوقود والهواء وحرقه بالكفاءة المطلوبة	- يضخ الوقود بواسطة مضخة تعمل بمحرك كهربائي إلى ضغط يساوي (3-30) ضغط جوي. - المحول يتكون من ملفين الملف الأول يعمل على فرق كون كهربائي (220) فولت أو (380) فولت وملف ثانوي يعمل على فرق جهد ما يقارب (10000-120000) فولت	
ط- صمام التنظيم SOLENOID VALVE	- يؤمن انتظام كمية الوقود والضغط إلى النامثة (الغاله) ويعمل على قطع تيار الوقود أو نقص الضغط عن حد معين كما يعمل على تصريف الوقود الزائد وإعادته إلى الخزان	- تعمل كهربائيا على فتح الصمام بعد مرور 15 ثانية على بدء دوران مضخة الوقود	
ي- العين الساحرة PHOTOCETI	تقوم بفصل التيار الكهربائي عن المحول والأقطاب المكونة للشرارة عندما تنخفض مقاومتها الكهربائية	- عند حلول الظلام ترتفع مقاومة مادة العين الساحرة إلى ملايين الأومات. - عند تعرضها للوهج الشديد تنخفض مقاومتها إلى بضع مئات من الأومات.	

اسم الجهاز أو المنظم	الموصفات الرئيسية	البيانات الأساسية للتشغيل	دواعي الصيانة
ك- منظم كمية الهواء اللازم للاحتراق	- صفيحة معدنية مرتبطة بمؤشر القياس مقدار لفتحة وكمية الهواء وإغلاقها وفتحها		
ل- النافثة (الفاله) NOZZLE	- هي الجزء الرئيسي في دارة الوقود ويتم بواسطتها بتغير وتدرير الوقود ودفعه داخل غرفة الاحتراق بالزاوية والشكل المناسب للمرجل	- تصنع من الحديد والنسبة العالية من الكروم والنيكل. - زاوية الرسم ما بين (30-80) درجة.	
م- أقطاب الشرارة الكهربائية (الألكترودات) ELECTRODS	- توصيل أقطاب الشرارة مع الملف الثانوي لمحول الكهربائي لتعمل على إحداث شرارة كهربائية تؤدي إلى اشتعال مزيج الوقود والهواء في غرفة الاحتراق	- تركب هذه الأقطاب على الفالة (النافثة) تكون المسافة بين الأقطاب والفالة (3.5-4) مم وبين رأس الأقطاب ورأس الفالة (2-4) مم.	

4-1 البيانات الأساسية للتشغيل الآمن للمرجل:

MEJOR OPERATING DATA FOR BOILER

للحصول على التشغيل الآمن للمرجل يجب التأكد من توفر البيانات الأساسية التالية:

أ- عدم وجود كسر أو تشقق في جسم المرجل.

ب- أن أبواب فتحات مجاري الغازات المحترقة مثبتة بإحكام.

ج- أن باب غرفة الاحتراق والعازل الحراري لها مركب بأحكام.

د- أن غطاء مخرج الدخان وعنق الغطاء مثبت بإحكام.

هـ- أن صمام الأمان مركب على جسم المرجل مباشرة أو على أقرب خط من الشبكة.

و- صلاحية العزل الحراري للمرجل وأنه مركب بطريقة جيدة.

ز- سلامة ربط الخط المغذي والخط الراجع للمرجل ووصلها مع مضخة تدرير مياه التدفئة.

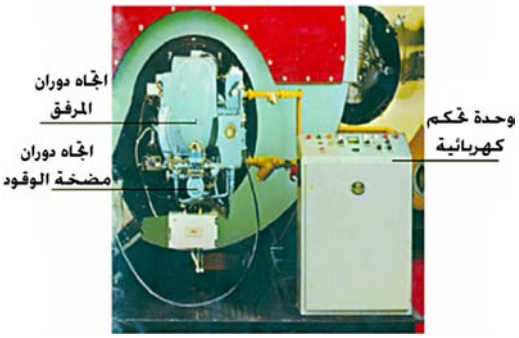
ح- صلاحية خط تزويد الوقود وأيضا أن تركيب الحارقة يكون بشكل سليم.

ط- سلامة وصلاحية جميع الوصلات الكهربائية.

ي- مستوى زيت التزييت لمحاور المضخة بشكل نظامي.

ك- اتجاه دوران رنين المضخة مطابقة لاتجاه السهم المرسوم على جسم المضخة شكل (23).

ل- أن الحارقة هي الحارقة الصحيحة لقياس المرجل وقدرتها مناسبة لقدرة المرجل.



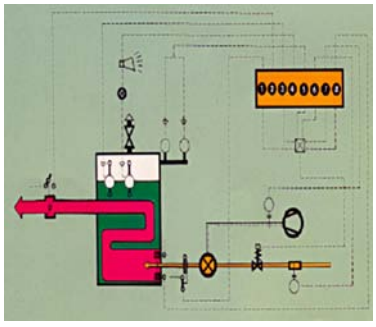
شكل (23)
اتجاه دوران المضخة

2- مسارات توصيل المرجل:

BOILER LAYAUT

نظرا لصعوبة إيضاح المراجل ومكملاتها بالرسم الحقيقي وخاصة في الرسومات التنفيذية لذا يتم الاستفادة برموز ومصطلحات خاصة ومتعارف عليها.

تزود المخططات بهذه الرموز في لوحة المفتاح، شكل (24).



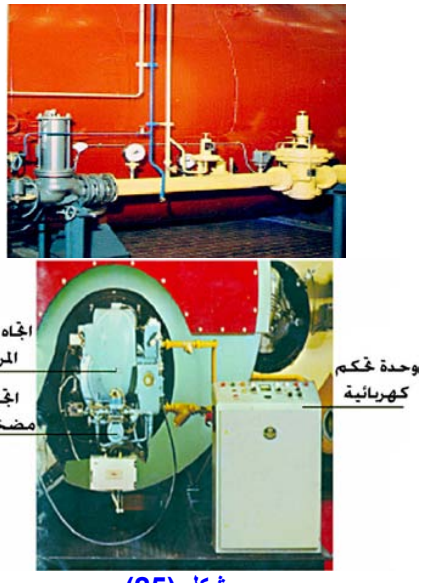
شكل (24)
مخطط التوصيل

1-2 طريقة عمل المرجل:

THE BOILER WORK

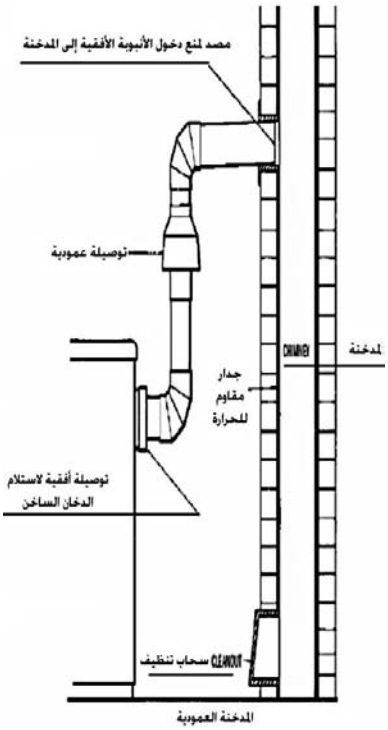
انتقال الوقود عن طريق إحداث شرارة اللهب يمكن معالجة هذه الحالة باستخدام منظم سحب أكبر أو استخدام أكثر من منظم.

يبين الشكل (25) الأماكن التي ينصح بتركيب المنظم فيها.



شكل (25)
موقع المنظم

كما يبين الشكل (26) تركيب المنظمات على الوصلة العمودية ما بين المرجل والمدخنة الأفقية كما هو مبين في المخططات السابقة. أما إذا تعذر التركيب لضيق المكان فإنها تركيب في ضع آخر وفي حالة تعذر ذلك لازدحام المراجل والأجهزة ولأسباب أخرى فانه يمكن تركيب منظم كبير ما بين المدخنة الرئيسية وأقرب مرجل.



شكل (26)
تركيب المنظمات

2-2 تركيب المدخنة:

CHIMINCE INSTALLATION

يتم وصل المرجل بالمدخنة الخارجية بواسطة مدخنة الصاج المصنوعة من الحديد الأسود وبسماكة لا تقل عن 3مم. وتكون مدخنة الصاج دائرية أو مربعة حسب فتحة المرجل تماما وتكون مدخنة الصاج ذات أكواع دائرية واسعة ومزودة بفتحة عند الأكواع من أجل التنظيف ويكون لهذه الفتحة رقبة خاصة مع غطاء محكم له يد خاصة وتكون مساحة الفتحة 20×20 سم إذا كانت المدخنة مستطيلة أو مربعة ولا يقل قطرها عن 25 سم إذا كانت المدخنة دائرية، شكل (27).

وفي حالة ربط أكثر من مرجل على مدخنة واحدة فإنه يوصل اصغر الأجهزة أعلى من الأجهزة الأخرى مع ملاحظة تقليل الأكواع قدر الإمكان.

شكل (27)
مدخنة دائرية

3-2 مظاهر تشقق المداخن:

يتم التعرف على التشققات في المداخن بطرق سهلة ومنها:

أ- إذا كان هناك تشققا في جدران المدخنة المصنوعة من الطوب الناري والإسمنتي عندها يخرج الدخان من جوانب المدخنة والقليل منه يخرج منه يخرج من الفوهة العليا للمدخنة مما يؤثر على عمل المرجل وكلك على سحب المدخنة.

ب- إذا كانت المدخنة مصنوعة من الأنابيب الاسبستية أو الإسمنتية فقط وموضوعة في مناور المباني فإننا نلاحظ خروج الدخان من جدران هذه الأنابيب والناتج عن تصدع أو كسر في جزء منها.

ج- إذا كانت التشققات دقيقة جدا وعند سقوط الأمطار فان الماء يتسرب منه إلى داخل المدخنة وتظهر هناك بقع في غرفة المرجل شبيهة بالبقع القطرانية البنية اللون وخاصة عند باب فتحة التنظيف.

4-2 مظاهر امتلاء المداخن بالرماد الهباب والعوائق:

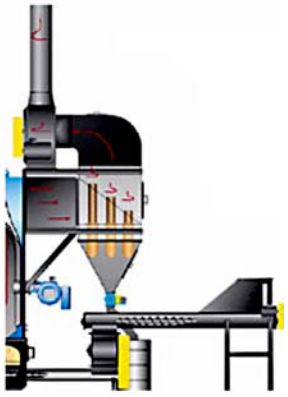
يتم التعرف على امتلاء المداخن بالرماد والهباب والعوائق، شكل (28) من المظاهر التالية:

أ- أن احتراق الوقود غير كامل.

ب- درجة حرارة الغازات المتصاعدة منخفضة.

ج- المواد المتجمعة في المدخنة يتطاير في المحيط الخارجي على شكل دخان أسود كثيف يحمل معه غازات ضارة في البيئة وفي الصحة العامة.

د- كفاءة ومردود المرجل تكون منخفضة.



شكل (28)
مظاهر عوائق المداخن

5-2 طرق صيانة المداخن CHIMNEYS:

بعد دراسة الوظيفة التي تقوم بها المدخنة والشروط الواجب توفرها لهذه الغاية بذكر أهمية صيانتها بشكل دوري حتى نضمن السحب اللازم.

وتشمل الصيانة الدورية تنظيف المدخنة بإزالة الترسبات الكربونية والحامضية ويتم بواسطة لف قطعة من الخيش على ثقالة تدلى داخل المدخنة ثم تجمع الأوساخ من فتحة التنظيف أو بواسطة الفرشاة المناسبة ،كذلك يمكن تنظيف المدخنة آلياً بواسطة مكانس كهربائية ذات خراطيم طويلة، كما في الشكل (29) ويتم إصلاح أية ثقوب في جدرانها لمنع دخول أو خروج الهواء أو الغازات والمياه وتصريف حوض غطاء المدخنة.

شكل (29)
مداخن نظيفة

إن تركيب غطاء واقي في أعلى المدخنة وكذلك تركيب نفاضة في أعلى المدخنة يساعد على تفادي دخول الهواء البارد إلى المدخنة لا سيما الهواء الموجود في الاسطوانة وبالتالي ينقص ضغطه مما يؤدي إلى تشغيل المضخة عند الضغط الأدنى المنظم، وتستمر المضخة في العمل حتى تدفع الكمية اللازمة من الماء وبالتالي يزداد ضغط الهواء في الاسطوانة وتتوقف المضخة عن العمل عند الحد الأعلى المنظم.

3- قواعد الأمن والسلامة المهنية:

عند تطبيق قواعد الأمن والسلامة في مجالات تشغيل مراجل الماء الساخن والبخار يجب اتباع التعليمات التالية:

أ- لباس نظارات واقية وكمامات للوجه أثناء القيام بعملية تنظيف المراجل.

ب- عند خدمة وصيانة مداخن الاسيست يجب لبس كمامة واقية بحيث لا تسمح للشعيرات الاسبستية بالدخول إلى الرئة عن طريق الأنف والفم والجهاز التنفسي والتي تسبب عند استقرارها بالرئة إلى مرض يدعى بمرض الاسبيتوس والذي يؤدي إلى عواقب وخيمة.

ج- عند إجراء عملية الدهان للمدخنة الداخلية المصنوعة من الصاج يجب مراعاة لبس الكمامة الواقية على الأنف لتفادي استنشاق ذرات الدهان ودخولها إلى الرئة مما يسبب المرض.

د- يجب تركيب صمام الحريق على خط الوقود المغذي للحارقة وذلك لقطع الوقود عن الحارقة في حالة نشوب حريق في المرجل وبالقرب من المرجل.

الجزء الثاني

تمـــــارين التـــــــدريب العمـلـــــي

اسم التمرين: فحص التوصيلات المختلفة للمرجل. **رقم التمرين: (1)**

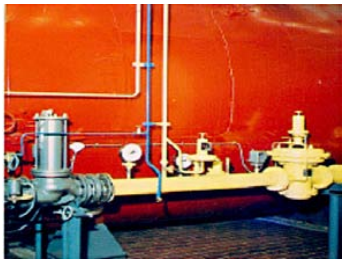
الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص التوصيلات الكهربائية للمرجل.
2- يفحص توصيلات المياه للمرجل.

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز مع عدة وأدوات التشغيل والصيانة.
2- جهاز فحص (الأفوميتر).

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- جهز التسهيلات التدريبية اللازمة للتنفيذ. 2- فحص التوصيلات الكهربائية باتباع ما يلي: أ- افحص بعناية جميع التوصيلات الكهربائية للمرجل كما هو موضح بالشكل (30) مستخدما رسومات الدوائر الكهربائية وذلك بمطابقتها مع الأسلاك الموصلة بالأجهزة للتأكد من أن جميعها موصلة وبحالة جيدة. ب- افحص مستخدما أجهزة القياس حجم الأسلاك التي تحمل تيار الحمل الموصل إلى المرجل للتأكد من أنها مناسبة. ج- افحص بعناية مستخدما أجهزة القياس المناسبة مقدار التيار المغذي –الفولت- الذبذبة – عند مكان توصيل أطراف المحرك ثم التأكد من مطابقتها للقيم الواردة في جدول الصيانة والتشغيل. د- افحص مفتاح بادئ الحركة ومفتاح التوصيل للأجهزة الملحقة الموضحة بلوحة التحكم ومؤشرات المرجل شكل (31) وذلك بتشغيلها للتأكد من أنها تعمل بصورة جيدة.	 شكل (30)  شكل (31)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

3- افحص توصيلات المياه للمرجل باتباع ما يلي:

أ- افحص الخط المغذي والخط الراجع للمرجل ثم تأكد من سلامة ربطها مع مضخة تدوير المياه.

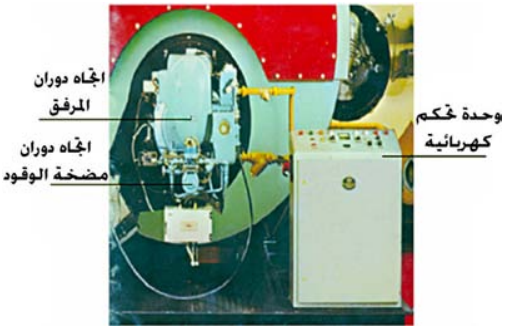
ب- افحص شبكة التدفئة ثم تأكد بأنها مملؤة بالماء مع مراعاة عدم وجود أي تسرب للماء.

ج- افحص جميع المحابس الموجودة على خطوط الشبكة ثم تأكد من أن جميعها مفتوحة وذلك بفحصها يدوياً.

د- افحص صلاحية حركة المضخة من أنها غير منفصلة عن عمود محور الحركة وذلك بتشغيل المضخة وإيقافها حيث في هذه الحالة لا بد أن يتأثر مؤشر ساعة قياس الضغط ويتحرك ببطئ، شكل (32).

هـ- افحص اتجاه دوران المضخة المركبة بدائرة المياه ثم تأكد من أن قدرتها مناسبة.

4- نظف موقع العمل وأعد العدد والأدوات إلى أماكنها.



شكل (32)

اسم التمرين: فحص جسم المرجل والعازل الحراري. **رقم التمرين: (2)**

الأهداف التدريبية: يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص جسم المرجل.
2- يفحص العازل الحراري والغلاف الخارجي للمرجل.

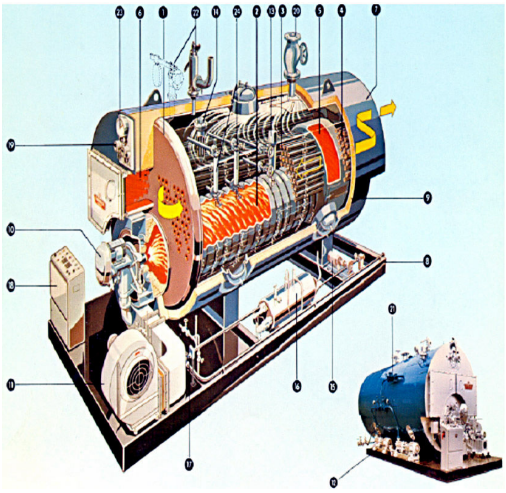
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز.

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

1- جهز التسهيلات التدريبية اللازمة للتنفيذ.
2- افحص جسم المرجل مع مراعاة التأكد من:
أ- عدم وجود كسر أو تشقق في جسم المرجل.
ب- إن أبواب فتحات مجاري الغازات المحترقة مثبتة بإحكام.
ج- أن باب غرفة الاحتراق مركب بإحكام.
د- أن غطاء مخرج الدخان وعنق الغطاء مثبت بإحكام، يبين الشكل (33) عمل المرجل.
3- افحص صلاحية العازل الحراري للمرجل وتأكد أنه مركب بطريقة جيدة بحيث يكون ملامس لجسم المرجل وأن تكون حالته جيدة.
4- افحص الغلاف الخارجي للمرجل وتأكد أنه مركب بطريقة جيدة حسب تعليمات الشركة الصانعة حيث يكون هذا الغلاف مكملاً للطبقة العازلة ويقلل من احتمالات تعرض الطبقة العازلة للمرجل للاهتراء ومن تعرض جسم المرجل للصدمات كما يعمل على كتم صوت الاحتراق.
5- بعد التأكد من سلامة جسم المرجل والعازل الحراري نظف مكان العمل.
6- نظف موقع العمل وأعد العدد والأدوات إلى أماكنها.



شكل (33)

اسم التمرين: فحص منظمات الأمان والتشغيل الخاص بالمرجل. **رقم التمرين: (3)**

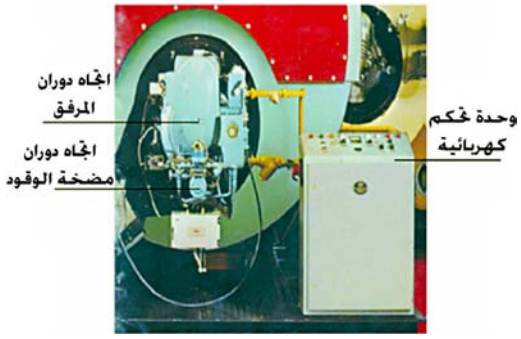
الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص صمام الأمان.
2- يفحص صمام التصريف.
3- يفحص قياس درجة الحرارة.
4- يفحص منظم درجة الحرارة (الثيرموستات).
5- يفحص المؤقت الزمني لتشغيل المرجل.

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- صمام الأمان.
2- صمام التصريف.
3- لوحة التحكم ومؤشرات المرجل.

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- جهز التسهيلات التدريبية اللازمة للتنفيذ. 2- افحص صمام الأمان للمرجل وتأكد من أن: أ- صمام الأمان مركب على جسم المرجل مباشرة أو على أقرب مباشر من الشبكة. ب- معايرة الصمام على ضغط يزيد واحد بار عن ضغط التشغيل للمرجل بواسطة تدوير عمود الصمام الموضح بالشكل (34) مع مراعاة أنه لا يزيد تعيير ضغط صمام الأمان بأي حال عن الضغط الذي يتحمله المرجل. 3- افحص صلاحية صمام التصريف للمرجل ثم تأكد من أنه محكم الإغلاق.	

شكل (34)

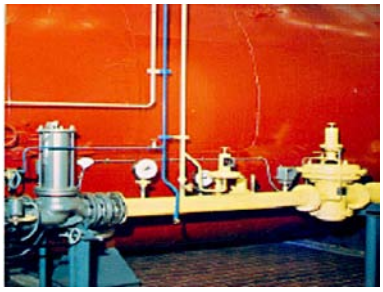
الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

4- افحص مقياس درجة الحرارة باتباع التعليمات التالية:

أ- تأكد من أن بصيلة (الانتفاخ الحساس) مقياس درجة الحرارة مثبتة في جيب تجويف الغامس النحاسي (فتحة المرجل).

ب- افحص صلاحية مقياس درجة الحرارة، شكل (35) وذلك بتعريض بصيلته للحرارة حيث يبدأ مؤشر مقياس درجة الحرارة بالتحرك.

ج- افحص سلامة الأنبوبة الشعرية لمقياس درجة الحرارة وذلك بملاحظة عدم وجود انثناءات حادة أو خفس فيها.



شكل (35)

5- افحص منظم درجة الحرارة (الثيرموستات) مع مراعاة التعليمات التالية:

أ- التأكد من أن بصيلة (الانتفاخ الحساس) لمنظم درجة الحرارة (الثيرموستات) مثبتة في جيب تجويف الغامس النحاسي (فتحة المرجل).

ب- فحص سلامة الأنبوبة الشعرية لمنظم درجة الحرارة (الثيرموستات) وذلك بملاحظة عدم وجود انثناءات حادة أو خفس فيها.

ج- معايرة منظم درجة الحرارة (الثيرموستات) على درجة حرارة معينة وذلك بتشغيل المرجل ومراقبة تطابق قراءة مؤشر مقياس درجة الحرارة تقريبا مع الدرجة المعاير بها منظم درجة الحرارة عندها يجب أن ينفصل الحراق عن العمل.

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

6- افحص المؤقت الزمني قبل تشغيل المرجل متبعا التعليمات التالية:

أ- اضبط وعاير المؤقت الزمني على ساعة الوقت.

ب- افحص صلاحية عمل المؤقت الزمني من خلال مراقبة ضبطه.

ج- برمج أوقات إيقاف وتشغيل النظام حسب برنامج التشغيل المطلوب.

د- تأكد من سلامة الوصلات الكهربائية وخطوات عمل المؤقت الزمني بواسطة التشغيل اليدوي للمؤقت الزمني.

7- نظف موقع العمل وأعد العدد والأدوات إلى أماكنها.

اسم التمرين: فحص حارق الوقود وملحقاته. **رقم التمرين: (4)**

الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص حارق الوقود قبل تشغيله.
2- يفحص ملحقات حارق الوقود.

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- حراق وقود سائل وغاز مع ملحقاته.
2- عدد وأدوات الصيانة والتشغيل.
3- جهاز فحص (أفوميتر).

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- جهز التسهيلات التدريبية اللازمة للتنفيذ. 2- افحص حارق الوقود قبل تشغيله باتباع ما يلي: أ- تأكد أن الحارق مركب على المرجل من خلال صفيحة تثبيت بواسطة المفصلات كما هو موضح بالشكل (36) أو بواسطة البراغي مع مراعاة أن يكون التثبيت بإحكام. ب- تأكد من أن الحراق هو الحراق الصحيح لقياس المرجل وان قدرته مناسبة وكذلك فوهة التذرير (الفاله) مناسبة مستعينا بالجدول رقم (2) الذي يبين العلاقة التقريبية لقدرة المرجل وقدرة فوهة التذرير (الفاله) وزاوية الرسم لها.	 شكل (36)

جدول (2)
قدرات المراجل وفوهات التذرير

القدرة الحرارية كيلوكالوري/ساعة	قدرة فوهة التذرير (الفاله) جالون/ساعة	زاوية الرش درجة	القدرة الحرارية كيلوكالوري/ساعة	قدرة فوهة التذرير (الفاله) جالون/ساعة	زاوية الرش درجة
30.000	0.75	60	140.000	2.75	60
35.000	0.75	60	150.000	2.75	45
40.000	0.85	60	160.000	2.75	45
45.000	1.00	60	170.000	3.00	45
50.000	1.25	60	180.000	3.00	45
55.000	1.35	60	190.000	4.00	60
60.000	1.35	60	200.000	4.00	60
65.000	1.50	60	210.000	5.00	60
70.000	1.75	60	220.000	5.00	60
75.000	1.75	60	230.000	5.50	60
80.000	2.00	60	240.000	5.50	60
85.000	2.00	60	250.000	6.00	45
90.000	2.00	60	260.000	6.00	60
95.000	2.00	60	270.000	7.00	60
100.000	2.35	60	280.000	7.00	45
110.000	2.35	60	290.000	7.00	45
120.000	2.50	60	300.000	7.50	45
130.000	2.50	60			

ج- تأكد من أن الوصلات الكهربائية للحراق موصلة بالشكل الصحيح وحسب رسومات الدوائر الكهربائية الصادرة من الشركة المصنعة.

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

د- التأكد من أن الوقود يغذي المرجل وأن مصفاة الوقود (الفلتر) نظيفة كما هو موضح بالشكل (37) ثم تحقق من أن فلتر الوقود قد تم وصله بالحراقة بالشكل الصحيح.

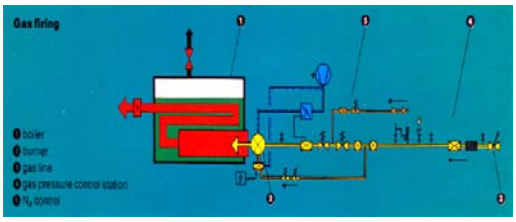
هـ- التأكد من أن الحراق قد تم تغطيته بغطاء بلاستيكي وذلك لحفظه من الصدمات والغبار.

3- افحص ملحقات الحراق باتباع ما يلي:

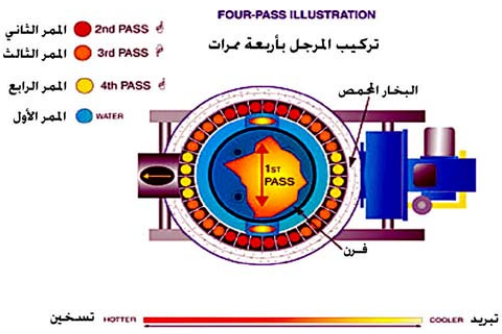
أ- افحص اتجاه ودوران وسرعة المضخة والمروحة التابعة للحراق للتأكد من أنها مطابقة للبيانات الأساسية للتشغيل والرسومات التوضيحية التابعة لها.

ب- التأكد من أن أنبوب الهواء والفاله مولجان إلى داخل غرفة الاحتراق بمسافة معينة، كما هو موضح بالشكل (38) مراعيا أن يكون الوصل محكما لمنع عملية تسرب الهواء.

ج- التأكد من أن العين الساحرة تعمل بشكل جيد عند تعرضها لتغير الظروف المحيطة بها مراعيا أن مقاومة مادتها ترتفع عند حلول الظلام إلى ملايين الأومات بينما تنخفض هذه المقاومة إلى بضع مئات من الأومات عند تعرضها للوهج وذلك بتشغيل الحراق وبعد عملية اشتعال الوقود تحقق من أن العين الساحرة قد تأثرت بالوهج الناتج عن الاحتراق حيث انخفضت مقاومتها للكهربائية وقامت بفضل التيار الكهربائي عن المحول الكهربائي أم لا.



شكل (37)



شكل (38)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

د- تأكد من أنه قد تم تنفيس دارة المضخة من الهواء عن طريق فتحة مخصصة لذلك في المضخة كما هو موضح بالشكل (39) حيث أن وجود الهواء في الدارة يسبب فقاقيع تعمل على عدم ضخ الزيت والحصول على الشعلة الصحيحة.

ملاحظة:

- يبين الشكل (39) مضخة وقود من النوع الذي يعمل بواسطة المسننات وتتصل مباشرة بمحور المحرك وتتميز بالفتحات التالية:

أ- فتحة خط الزيت المغذي من الخزان.

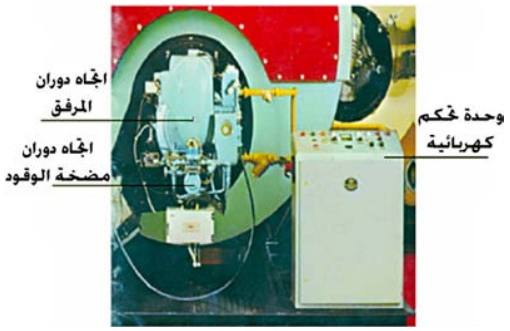
ب- فتحة خط الزيت الموصل إلى فالة الاحتراق عن طريق صمام التنظيف.

ج- فتحة خط الزيت العائد إلى الخزان.

د- فتحة منظم الضغط.

هـ- فتحة تنفيس المضخة.

4- نظف موقع العمل وأعد العدد والأدوات إلى أماكنها.



شكل (39)

اسم التمرين: فحص خزان الوقود للتأكد من شروط الأمان. **رقم التمرين: (5)**

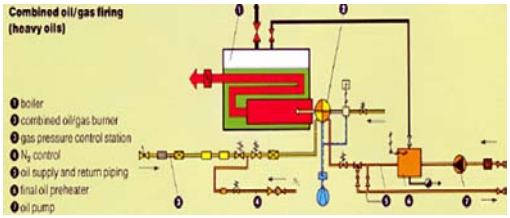
الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص خزان الوقود قبل القيام بعملية التشغيل.
2- يفحص صلاحية الوقود وخط تزويد الوقود.

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- خزان وقود مع جميع توصيلاته إلى الحارق.

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- جهز التسهيلات التدريبية اللازمة للتنفيذ. 2- افحص خزان الوقود قبل القيام بعملية التشغيل باتباع ما يلي: - افحص مستوى الوقود في خزان الوقود. - افحص صلاحية ساعة قياس مستوى الوقود بواسطة قياس عمق السائل ومعايرة مقياس مستوى الوقود، يبين الشكل (40) خزان الوقود وملحقاته. 3- افحص صلاحية ونظافة فلتر الوقود. 4- تأكد من أن صمام الحريق مفتوح ومثبت بالشكل الصحيح. 5- افحص صلاحية الوقود المزود للشبكة وذلك بفتح صمام التنظيف والتعريف ومراقبة لون السائل المنسكب حيث أنه في حالة وجود ماء في الخزان يتسرب أولا وفي حالة وجود أوساخ وأتربة رأسية يكون لون السائل المنسكب بين قائم ثم اترك الصمام مفتوحا إلى أن ينسكب سائل الوقود النظيف. 6- تأكد من أن محابس خط تزويد الوقود للحارقة مفتوحة. 7- افحص صلاحية خط تزويد الوقود ابتداء من خزان الوقود وحتى وصوله إلى الحاقة. 8- نظف موقع العمل وأعد العدد والأدوات إلى أماكنها.	 شكل (40)

اسم التمرين: فحص خزان التمدد للتأكد من شروط التشغيل الآمن للمرجل والنظام. **رقم التمرين: (6)**

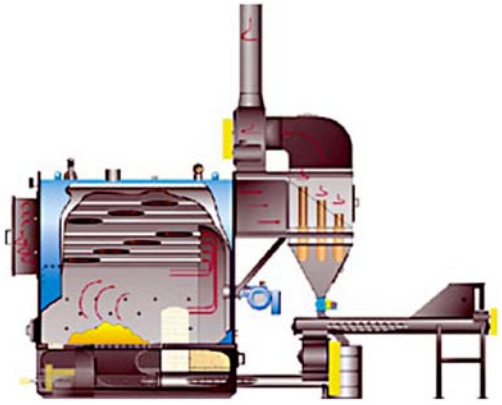
الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص خزان التمدد المفتوح.
2- يفحص خزان التمدد المغلق.

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- خزان التمدد المفتوح مع جميع توصيلاته.
2- خزان التمدد المغلق.

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- جهز التسهيلات التدريبية اللازمة للتنفيذ 2- افحص خزان التمدد المفتوح قبل التشغيل باتباع ما يلي: أ- افحص صلاحية تزويد خط التغذية للخزان. ب- افحص صلاحية محبس العوامة للخزان. ج- افحص صلاحية تزويد خزان التمدد لشبكة التدفئة، يبين الشكل (41) خزان التمدد المفتوح. 3- افحص صلاحية خزان التمدد المغلق الذي يحدث لغشائه المرن عدة تغيرات بسب تشغيل المرجل وارتفاع درجة حرارة الماء حيث يتمدد ويضغط الهواء بداخلة مستخدما ساعة قياس ضغط الهواء لقياس ضغط الهواء داخل خزان التمدد المغلق، وتتم التغيرات للغشاء المرن لخزان التمدد. 4- التأكد من صلاحية توصيلات خزان التمدد المغلق بالمرجل مراعيا طريقة الربط بواسطة الأسنان أو الشفاه (الفلنجات) وبأنها محكمة أم لا. 5- نظف موقع العمل وأعد العدد والأدوات إلى أماكنها.	 شكل (41)

اسم التمرين: ضبط منظمات التحكم بماء المرجل حسب تعليمات التشغيل. **رقم التمرين: (7)**

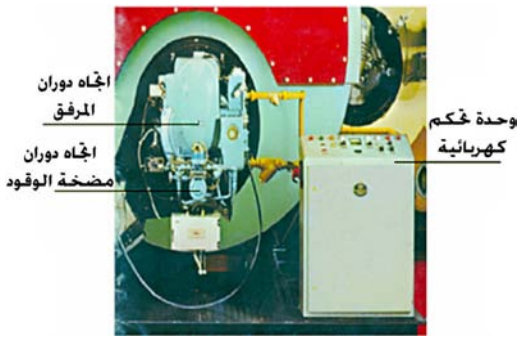
الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يضبط مؤشر مستوى الماء بالمرجل.
2- يغير صمام الأمان على ضغط واحد بار.
3- يضبط مقياس درجة الحرارة.
4- يضبط ساعة قياس الضغط.

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز.
2- عدة وأدوات التشغيل والصيانة.
3- مؤشر مستوى الماء.
4- صمام الأمان.
5- مقياس درجة الحرارة.
6- ساعة قياس الضغط.

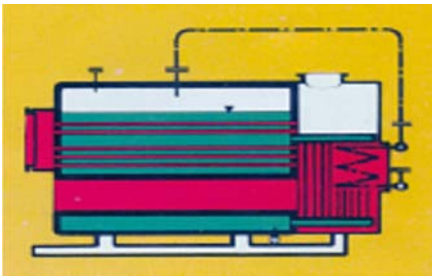
خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- جهز التسهيلات التدريبية اللازمة للتنفيذ 2- اضبط مؤشر مستوى الماء بالمرجل والمزود بجرس آلي بحيث يعطي إشارة مسموعة عند نزول مستوى الماء عن الحد المعير به وبالتالي تشغيل المضخة بواسطة قاطع متصل مع مؤشر مستوى الماء حتى بلوغ الماء عند المستوى المطلوب عندها تتوقف المضخة عن العمل. 3- غير صمام الأمان على ضغط واحد بار زيادة على الضغط العملي الفعلي للمرجل ويبن الشكل (42) صمام الأمان	

شكل (42)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

4- اضبط مقياس درجه الحرارة بحسب تعليمات الشركة الصانعة ثم تأكد من أن بصيلة (الانتفاخ الحساس) مثبتة في جيب تجويف الفأس النحاسي (فتحة المرجل)، ومن سلامة الأنبوبة الشعرية للمقياس وعدم وجود انثناءات حادة أو خفس فيها، شكل (43).



شكل (43)

5- اضبط ساعة قياس الضغط حسب تعليمات التشغيل وذلك لقراءة ضغط المياه في المرجل أو لقراءة ارتفاع الماء في المرجل مع مراعاة أنه عند انخفاض الضغط عن الحد المعاير به يقوم منظم الضغط بتشغيل الحارق أو بتوقيفها في حالة نزول الماء عن الحد المعاير أو صعوده.

6- نظف موقع العمل وأعد العدد والأدوات إلى أماكنها.

اسم التمرين: تفقد وضبط منظمات عمل الحراق حسب تعليمات التشغيل. **رقم التمرين: (8)**

الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص جميع التوصيلات الكهربائية الخاصة بالحراق.
2- يضبط منظم درجة الحرارة (الثيرموستات).
3- يضبط صمام التنظيم المغناطيسي.
4- يفحص منظم كمية الهواء.
5- يفحص ويضبط وضع قطبي الشرارة.
6- يفحص المنفث.
7- يفحص العين السحرية.
8- يفحص منظم حرارة المدخنة.

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز.
2- ثيرموستات.
3- صمام المنظم المغناطيسي.
4- منظم كمية الهواء.
5- المنفث.
6- منظم حرارة المدخنة.
7- العين السحرية.

خطوات تنفيذ التمرين:

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية
1- جهز التسهيلات التدريبية اللازمة للتنفيذ 2- افحص جميع التوصيلات الكهربائية الخاصة بالحراق ثم تأكد بأنها موصلة بالشكل الصحيح حسب تعليمات التشغيل. 3- اضبط منظم درجة الحرارة (الثيرموستات) باتباع ما يلي: أ- اغمس حساس المنظم في الماء الصاعد إلى المرجل. ب- غير المنظم عند درجة حرارة معينة ولتكن 90 درجة على سبيل المثال.	

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

ج- لاحظ وراقب ارتفاع أو انخفاض درجة حرارة الماء عن الحد المعاير به المنظم سيقوم المنظم الحراري بعملية فتح وإغلاق الدارة الكهربائية إلى المحرك والشرارة.

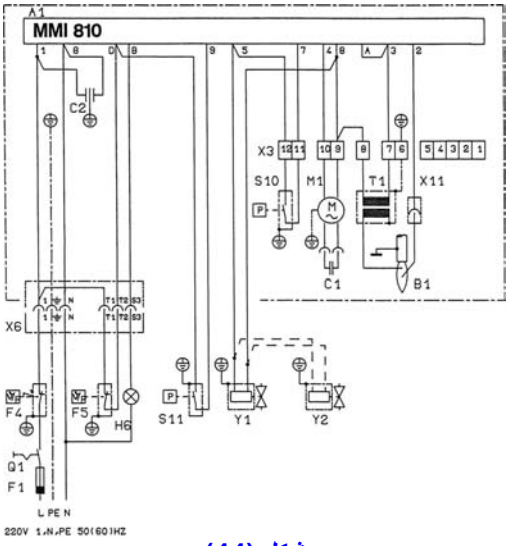
د- التأكد من أن تثبيت غامس المنظم في مكان يتأثر فيه فورا بدرجة حرارة الماء الصاعد من المرجل مع مراعاة أن يكون المنظم مركبا في مكان لا يتأثر بالماء الراجع إلى المرجل.

4- اضبط صمام التنظيم المغناطيسي على فتح الصمام بعد مرور 15 ثانية من بدء دوران مضخة الوقود ثم التأكد أنه يتم ارتفاع ضغط الوقود إلى الضغط المطلوب كما هو موضح بالشكل (44) وأن صمام التنظيم مركب على أنبوب التغذية الواصل بين مضخة الوقود والنافثة أو على الوقود مباشرة.

5- افحص منظم كمية الهواء اللازم للاحتراق ثم التأكد بان فتحة دخول الهواء مناسبة مستخدما مؤشر (مقياس مقدار الفتحة وكمية الهواء) وأنه قد تم معايرة الفتحة وفقا لتعليمات التشغيل.

6- افحص واضبط وضع قطبي الشرارة بالنسبة إلى المنفث ثم قم بتغير المسافة بين قطبي الشرارة حسب تعليمات التشغيل.

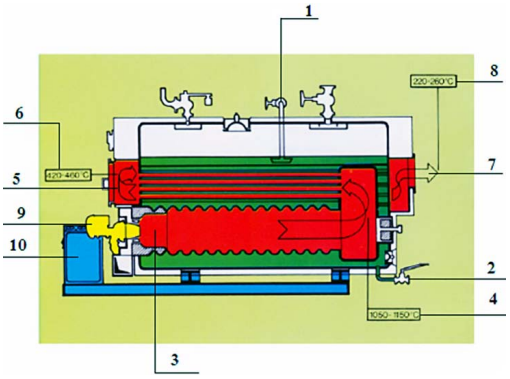
7- افحص المنفث ثم التأكد من صلاحيته وملاءمته للمرجل ومن عدم تلف مجاري الوقود الداخلية.



شكل (44)

الخطوات والنقاط الحاكمة	الرسومات التوضيحية

8- اضبط مخروط الرس للمنفث بحيث يكون مناسبا مع مخروط الهواء اللازم للاحتراق من حيث الزاوية والشكل. وذلك من أجل تكوين مزيج سهل الاحتراق وكذا رفع كفاءة المرجل، كما هو موضح بالشكل (45).



شكل (45)

9- افحص العين السحرية ثم التأكد من صلاحيتها للعمل بعد قيامك بتنظيفها.

10- افحص منظم حرارة المدخنة وتأكد من قدرتها على إعادة تشغيل الحارقة عندما يطفأ اللهب في المرجل أثناء التشغيل.

11- نظف مكان العمل ثم أعد المعدات والعدد إلى أماكنها.

الجزء الثالث

تمـــــارين الممارســـــــة العمليـــــــة

اسم التمرين: فحص التوصيلات المختلفة للمرجل. **رقم التمرين: (1)**

الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص التوصيلات الكهربائية للمرجل.
2- يفحص توصيلات المياه للمرجل.

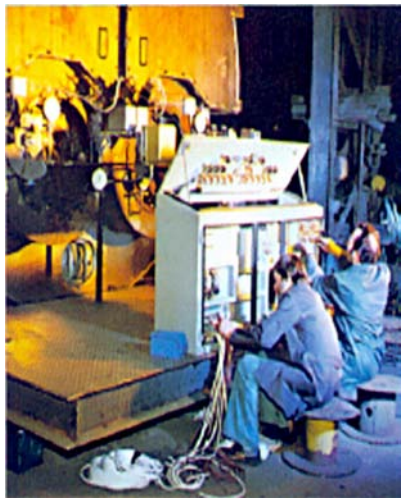
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز مع عدة وأدوات التشغيل والصيانة.
2- جهاز فحص (الأفوميتر).

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص التوصيلات الكهربائية للمرجل.
2- فحص توصيلات المياه للمرجل.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (46)

اسم التمرين: فحص جسم المرجل والعازل الحراري. **رقم التمرين: (2)**

الأهداف التدريبية: يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص جسم المرجل.
2- يفحص العازل الحراري والغلاف الخارجي للمرجل.

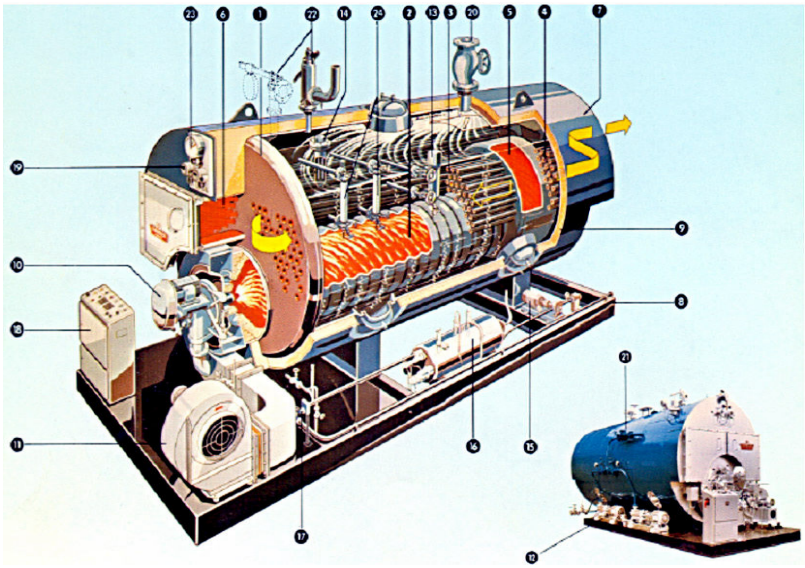
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص جسم المرجل.
2- فحص العازل الحراري والغلاف الخارجي للمرجل.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (47)

اسم التمرين: فحص منظمات الأمان والتشغيل الخاص بالمرجل. **رقم التمرين: (3)**

الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص صمام الأمان.
2- يفحص صمام التصريف.
3- يفحص قياس درجة الحرارة.
4- يفحص منظم درجة الحرارة (الثيرموستات).
5- يفحص المؤقت الزمني لتشغيل المرجل.

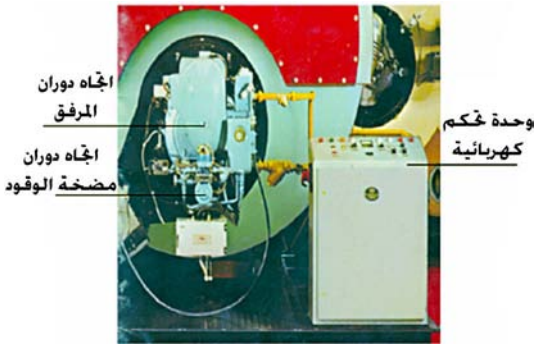
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- صمام الأمان.
2- صمام التصريف.
3- لوحة التحكم ومؤشرات المرجل.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص صمام الأمان.
2- فحص صمام التصريف.
3- فحص قياس درجة الحرارة.
4- فحص منظم درجة الحرارة (الثيرموستات).
5- فحص المؤقت الزمني لتشغيل المرجل.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (48)

اسم التمرين: فحص حارق الوقود وملحقاته. **رقم التمرين: (4)**

الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص حارق الوقود قبل تشغيله.
2- يفحص ملحقات حارق الوقود.

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- حراق وقود سائل وغاز مع ملحقاته.
2- عدد وأدوات الصيانة والتشغيل.
3- جهاز فحص (أفوميتر).

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص حارق الوقود قبل تشغيله.
2- فحص ملحقات حارق الوقود.

الرسم التنفيذي للتمرين:

شكل (49)

اسم التمرين: فحص خزان الوقود للتأكد من شروط الأمان. **رقم التمرين: (5)**

الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص خزان الوقود قبل القيام بعملية التشغيل.
2- يفحص صلاحية الوقود وخط تزويد الوقود.

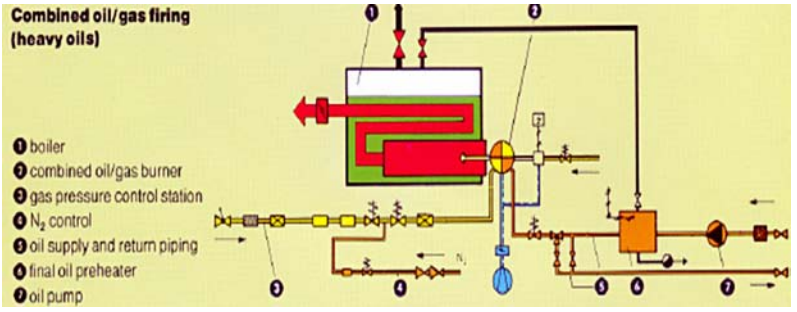
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- خزان وقود مع جميع توصيلاته إلى الحارق.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص خزان الوقود قبل القيام بعملية التشغيل.
2- فحص صلاحية الوقود وخط تزويد الوقود.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (50)

اسم التمرين: فحص خزان التمدد للتأكد من شروط التشغيل الآمن للمرجل والنظام. **رقم التمرين: (6)**

الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص خزان التمدد المفتوح.
2- يفحص خزان التمدد المغلق.

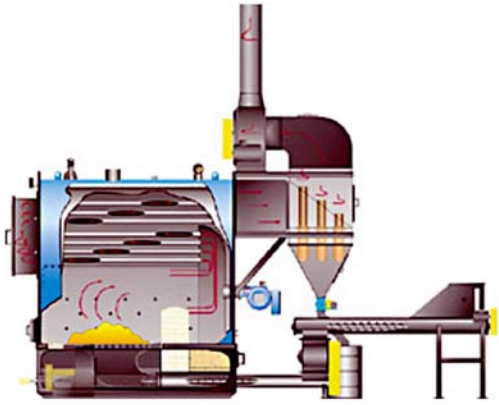
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- خزان التمدد المفتوح مع جميع توصيلاته.
2- خزان التمدد المغلق.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص خزان التمدد المفتوح.
2- فحص خزان التمدد المغلق.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (51)

اسم التمرين: ضبط منظمات التحكم بماء المرجل حسب تعليمات التشغيل. **رقم التمرين: (7)**

الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يضبط مؤشر مستوى الماء بالمرجل.
2- يغير صمام الأمان على ضغط واحد بار.
3- يضبط مقياس درجة الحرارة.
4- يضبط ساعة قياس الضغط.

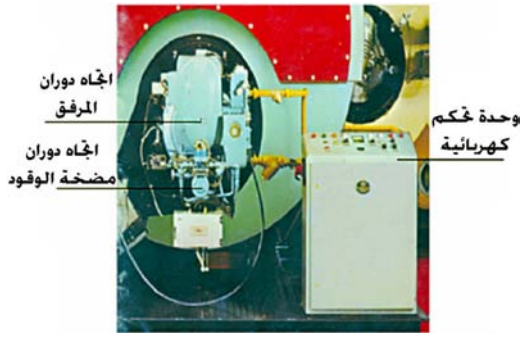
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز.
2- عدة وأدوات التشغيل والصيانة.
3- مؤشر مستوى الماء.
4- صمام الأمان.
5- مقياس درجة الحرارة.
6- ساعة قياس الضغط.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- ضبط مؤشر مستوى الماء بالمرجل.
2- تغيير صمام الأمان على ضغط واحد بار.
3- ضبط مقياس درجة الحرارة.
4- ضبط ساعة قياس الضغط.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (52)

اسم التمرين: تفقد وضبط منظمات عمل الحراق حسب تعليمات التشغيل. **رقم التمرين: (8)**

الأهداف التدريبية - يتوقع أن يصبح المتدرب قادراً على أن:

1- يفحص جميع التوصيلات الكهربائية الخاصة بالحراق.
2- يضبط منظم درجة الحرارة (الثيرموستات).
3- يضبط صمام التنظيم المغناطيسي.
4- يفحص منظم كمية الهواء.
5- يفحص ويضبط وضع قطبي الشرارة.
6- يفحص المنفث.
7- يفحص العين السحرية.
8- يفحص منظم حرارة المدخنة.

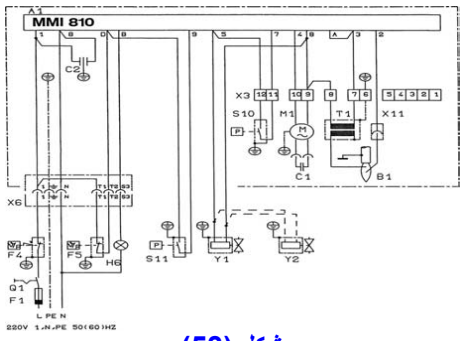
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز.
2- ثيرموستات.
3- صمام المنظم المغناطيسي.
4- منظم كمية الهواء.
5- المنفث.
6- منظم حرارة المدخنة.
7- العين السحرية.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص جميع التوصيلات الكهربائية الخاصة بالحراق.
2- ضبط منظم درجة الحرارة (الثيرموستات).
3- ضبط صمام التنظيم المغناطيسي.
4- فحص منظم كمية الهواء.
5- فحص وضبط وضع قطبي الشرارة.
6- فحص المنفث.
7- فحص العين السحرية.
8- فحص منظم حرارة المدخنة.

الرسم التنفيذي للتمرين:



شكل (53)

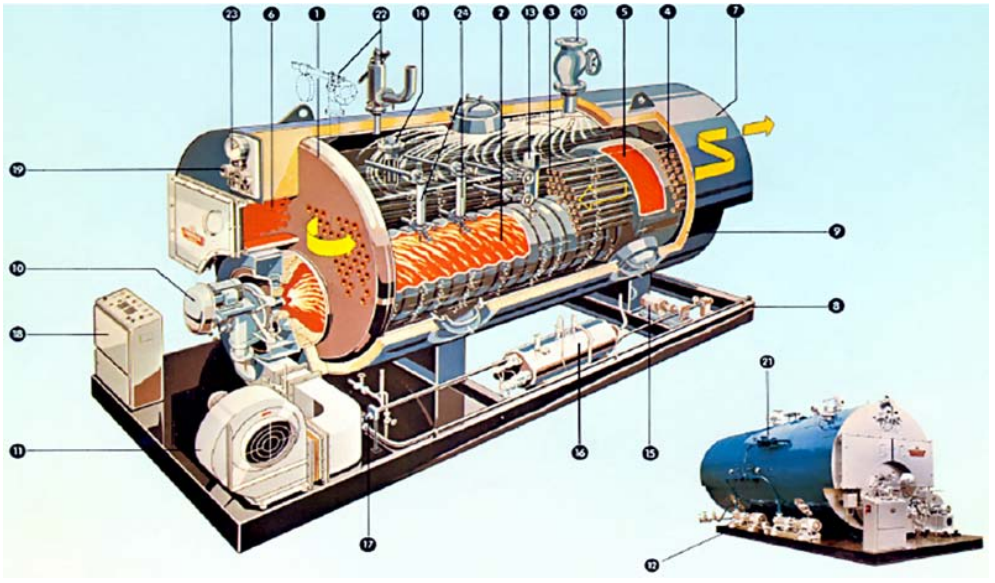
الجزء الرابع

تقـــــــويم الوحـــــــدة التدريبيـــــــة

الاختبـار النظـري

س1: تعرف الأجزاء الرئيسية لجهاز المرجل، شكل (54) ثم اكتب رقم السهم أمام التسمية المناسبة في كل مما يأتي:

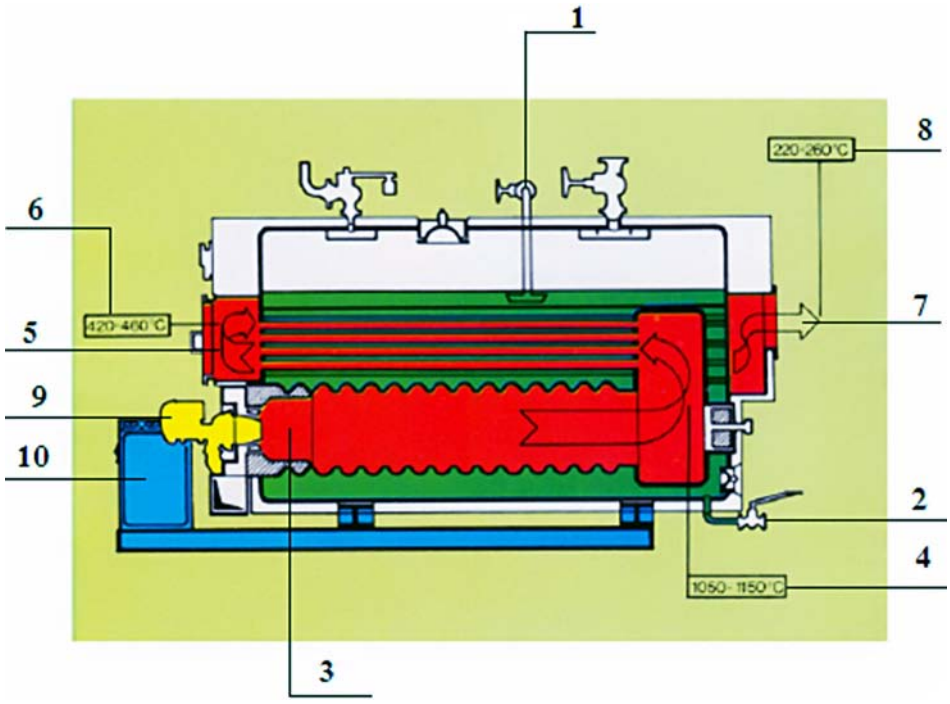
-1	-13 .....
-2	-14 .....
-3	-15 .....
-4	-16 .....
-5	-17 .....
-6	-18 .....
-7	-19 .....
-8	-20 .....
-9	-21 .....
-10	-22 .....
-11	-23 .....
-12	-24 .....



شكل (54)

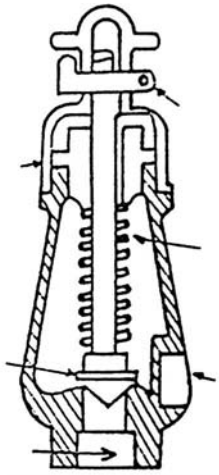
س2: تعرف على الفتحات الرئيسية لمضخة الوقود المبينة بالرسم، شكل (55) ثم اكتب اسم الفتحات التي يشير إليها السهم في كل مما يأتي:

1- .....
2- .....
3- .....
4- .....
5- .....
6- .....
7- .....
8- .....
9- .....
10- .....

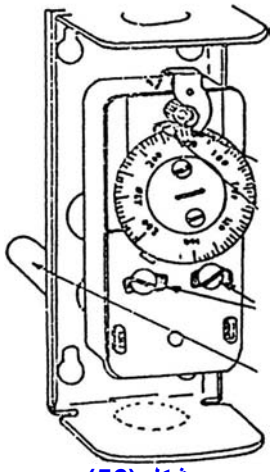


شكل (55)

س3: تعرف على كل نوع من أنواع المنظمات الموضحة بالشكل (56) أدناه، ثم اكتب الاسم والوظيفة الصحيحين لكل منها فيما يلي:



اسم المنظم: .....
وظيفته: .....
.....



اسم المنظم: .....
وظيفته: .....
.....

شكل (56)

س4: أكمل الجمل الآتية بالكلمة أو العبارة المناسبة الصحيحة فيما يأتي:

أ- يمكن الحصول على السحب الآلي عن طريق تركيب مروحة لدفع الهواء إلى ..... وهذا ما يسمى بالسحب ..... في المداخن.

ب- يتم اشتعال الوقود داخل المرجل عن طريق إحداث ..... التي يتم الحصول عليها عند تشغيل .....

ج- كفاءة ومردود المراجل تكون منخفضة بسبب مظاهر امتلاء المداخن بـ .....

د- يركب على مرجل المياه الساخنة ..... حيث يقوم بتشغيل الحارقة أو توقيفها في حالة نزول ضغط الماء عن الحد المعاير به.

هـ- يجب تركيب ..... على خط الوقود المغذي للحارقة وذلك لقطع الوقود عن الحارقة في حالة نشوب حريق.

و- يراعى في محركات الطور الواحد تركيب ..... و ..... للحماية من ارتفاع سحب التيار نتيجة زيادة الحمل.

س5: رتب الخطوات التالية بالتسلسل الصحيح لها عند القيام بتشغيل المرجل فيما يأتي:

أ- قم بعملية تشغيل المضخة بالضغط على مفتاح تشغيل المضخة. ( )

ب- قم بضبط ومعايرة المؤقت الزمني على ساعة الوقت الصحيح. ( )

ج- قم ببرمجة المؤقت الزمني على أوقات إيقاف وتشغيل المرجل حسب برنامج التشغيل المطلوب. ( )

د- قم بعملية تشغيل الحراق بالضغط على مفتاح تشغيل الحراق. ( )

هـ- قم بفحص المرجل وجميع ملحقاته وتوصيلاته الكهربائية للتأكد من صلاحية وسلامته. ( )

و- قم بإجراء التشغيل التجريبي للمرجل وملحقاته على أن تقوم بمراقبتها ومعايرتها للتأكد من سلامتها. ( )

ز- قم بإجراء التشغيل النهائي للمرجل ومكملاته وملحقاته حسب تعليمات الشركة الصانعة. ( )

س6: أجب على جميع الأسئلة التالية:

1- لدينا مرجل تدفئته بواسطة المياه الساخنة ذات الضغط العالي المنخفض ركبت عليه حارقة ذات خلية ضوئية (عين سحرية).

- ارسم الدورة الكهربائية للمنظمات التي تركب على المرجل والتي تنظم تشغيل الحارقة، مبيناً عليها قواطع الحارقة ومنظم درجة حرارة الغرفة؟

2- اشرح مبدأ عمل خزان التمدد المغلق ومتى يلجأ إلى استعمال هذا الخزان؟

3- اذكر خمس قطع يراعى تركيبها على مراجل البخار لأغراض الحماية والتحكم؟

الاختبــار العملـــي

اسم الاختبار: فحص التوصيلات المختلفة للمرجل. **رقم الاختبار: (1)**

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز مع عدة وأدوات التشغيل والصيانة.
2- جهاز فحص (الأفوميتر).

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص التوصيلات الكهربائية للمرجل.
2- فحص توصيلات المياه للمرجل.

الرسم التنفيذي للاختبار:

شكل (57)

اسم الاختبار: فحص جسم المرجل والعازل الحراري. **رقم الاختبار: (2)**

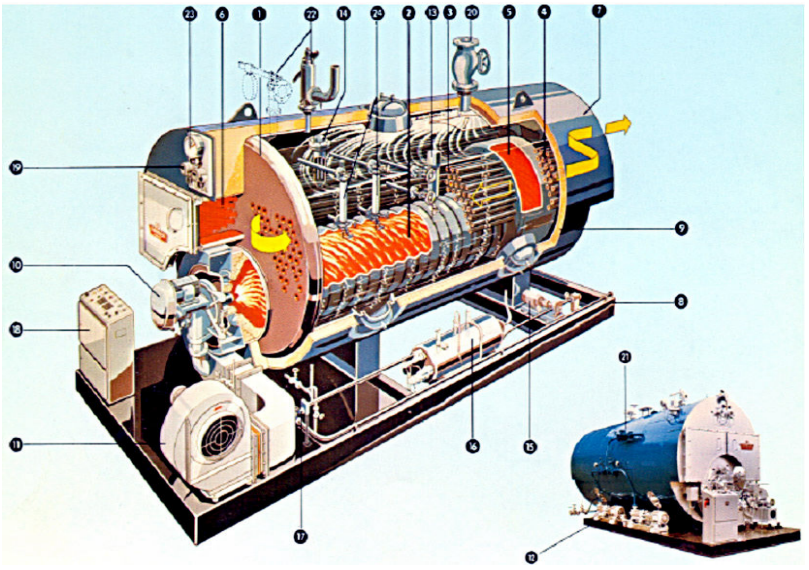
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص جسم المرجل.
2- فحص العازل الحراري والغلاف الخارجي للمرجل.

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (58)

اسم الاختبار: فحص منظمات الأمان والتشغيل الخاص بالمرجل. **رقم الاختبار: (3)**

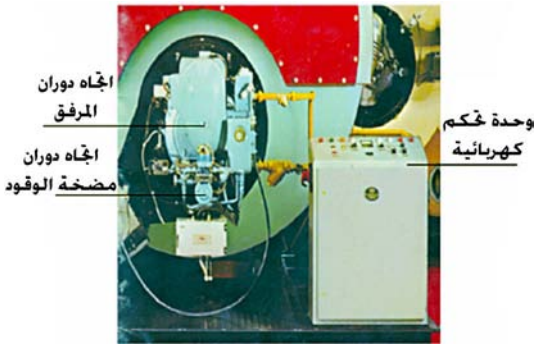
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- صمام الأمان.
2- صمام التصريف.
3- لوحة التحكم ومؤشرات المرجل.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص صمام الأمان.
2- فحص صمام التصريف.
3- فحص قياس درجة الحرارة.
4- فحص منظم درجة الحرارة (الثيرموستات).
5- فحص المؤقت الزمني لتشغيل المرجل.

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (59)

اسم الاختبار: فحص حارق الوقود وملحقاته. **رقم الاختبار: (4)**

التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- حراق وقود سائل وغاز مع ملحقاته.
2- عدد وأدوات الصيانة والتشغيل.
3- جهاز فحص (أفوميتر).

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص حارق الوقود قبل تشغيله.
2- فحص ملحقات حارق الوقود.

الرسم التنفيذي للاختبار:

شكل (60)

اسم الاختبار: فحص خزان الوقود للتأكد من شروط الأمان. **رقم الاختبار: (5)**

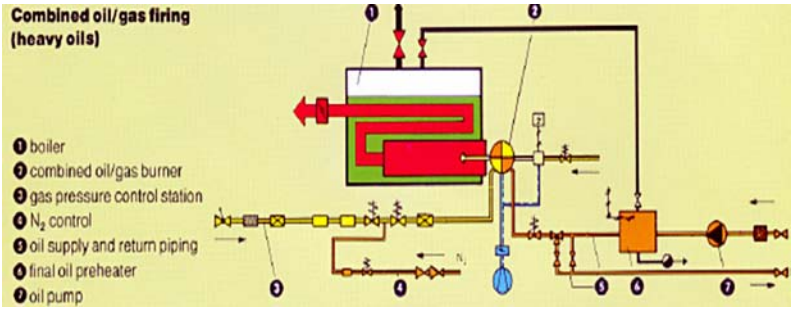
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- خزان وقود مع جميع توصيلاته إلى الحارق.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص خزان الوقود قبل القيام بعملية التشغيل.
2- فحص صلاحية الوقود وخط تزويد الوقود.

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (61)

اسم الاختبار: فحص خزان التمدد للتأكد من شروط التشغيل الآمن للمرجل والنظام. **رقم الاختبار: (6)**

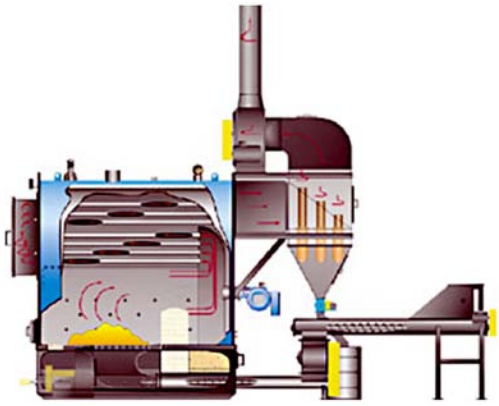
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- خزان التمدد المفتوح مع جميع توصيلاته.
2- خزان التمدد المغلق.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص خزان التمدد المفتوح.
2- فحص خزان التمدد المغلق.

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (62)

اسم الاختبار: ضبط منظمات التحكم بماء المرجل حسب تعليمات التشغيل. **رقم الاختبار: (7)**

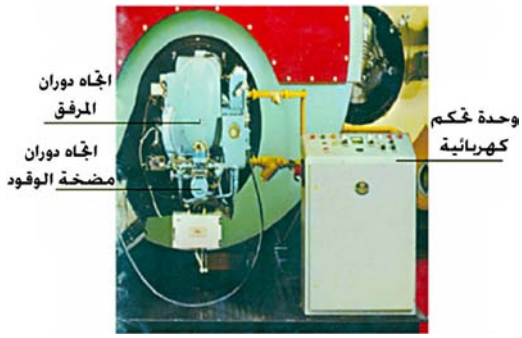
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز.
2- عدة وأدوات التشغيل والصيانة.
3- مؤشر مستوى الماء.
4- صمام الأمان.
5- مقياس درجة الحرارة.
6- ساعة قياس الضغط.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- ضبط مؤشر مستوى الماء بالمرجل.
2- تغيير صمام الأمان على ضغط واحد بار.
3- ضبط مقياس درجة الحرارة.
4- ضبط ساعة قياس الضغط.

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (63)

اسم الاختبار: تفقد وضبط منظمات عمل الحراق حسب تعليمات التشغيل. **رقم الاختبار: (8)**

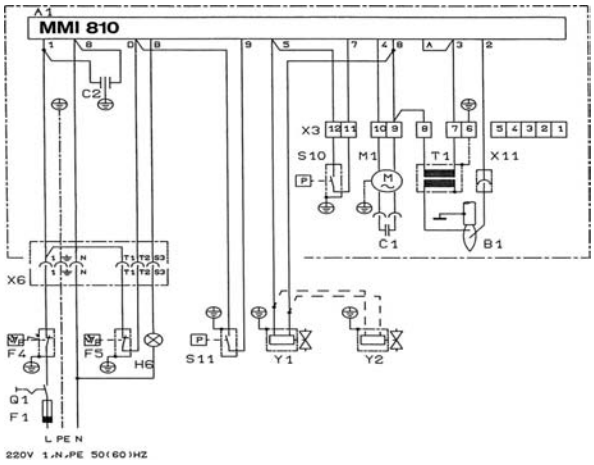
التجهيزات والتسهيلات التدريبية اللازمة:

1- مرجل ماء ساخن وبخار من النوع ذو حراقة وقود سائل وغاز.
2- ثيرموستات.
3- صمام المنظم المغناطيسي.
4- منظم كمية الهواء.
5- المنفث.
6- منظم حرارة المدخنة.
7- العين السحرية.

الإجراء المطلوب من المتدرب:

1- فحص جميع التوصيلات الكهربائية الخاصة بالحراق.
2- ضبط منظم درجة الحرارة (الثيرموستات).
3- ضبط صمام التنظيم المغناطيسي.
4- فحص منظم كمية الهواء.
5- فحص وضبط وضع قطبي الشرارة.
6- فحص المنفث.
7- فحص العين السحرية.
8- فحص منظم حرارة المدخنة.

الرسم التنفيذي للاختبار:



شكل (64)

مسـرد المصطلحـات الفنيـة

المصطلحات باللغة الإنجليزية	المصطلحات باللغة العربية
The tlecnods	الأقطاب
Major operating data for poiler	بيانات أساسية للتشغيل
Cnimince instllation	تركيب المدخنة
Water level change	تغيير مستوى الماء
Air conditioning	تكييف الهواء
Poiler operating amaintnace	جدول الصيانة والتشغيل للمرجل
Oil burner	حارقة زيت
Gas burner	حارقة غاز
Cost estimate	حساب الكلفة
Closed expansion tank	خزان التمدد المغلق
Open expansion tank	خزان التمدد المفتوح
Fuel tank	خزان الوقود
Daily fuel tank	خزان الوقود اليومي
Under oround tank	خزان تحت الأرض
Potocell	الخلية الضوئية
Dry return	راجع جاف
Wet return	راجع رطب
Pyesure gauge	ساعة قياس الضغط
Forced dvait	السحب الآلي
Natural draft	السحب الطبيعي
Safty valve	صمام أمان
Solenoid valve	صمام التنظيم المغناطيسي
Gate valve	صمام تصريف
Fire valve	صمام حريق
Globe valve	صمام كروي
Mixing valve	صمام مازج حراري
Geating insulation	عازل حراري
Expansion joint	فاصل تمدد
Geat loss	فاقد الحرارة
Got air fuynace	فرن هواء ساخن

المصطلحات باللغة الإنجليزية	المصطلحات باللغة العربية
Air duct	قناة هواء
Efficiency	كفاءة
viscosity	لزوجة
Collector	مجمع خطوط
Fire damper	محبس حريق
Poiler lay out	مخطط توصيلات المرجل
Boiler	مرجل
Steam poiler	مرجل بخار
Centri fugal fan	مروحة طاردة مركزية
Heating project	مشروع تدفئة
Air filter	مصفي الهواء
Circulating pump	مضخة توير
Submercible pump	مضخة غاطسة
Dyaft stabllizer	منظم السحب
Chimny thermostat	منظم حرارة المدخنة
Room thermostat	منظم حراري للغرفة
Poiler thermostat	منظم درجة الحرارة
The nozzle	الناقبة (الفالة)
Control system	نظام التحكم
Air control system	نظام التحكم الهوائي
Operation point	نقطة تشغيل
Water sofiney	وحدة تنقية
Air handing unit	وحدة دفع الهواء

قائمـة المصـادر والمراجـع

1- **التدفئة وتكييف الهواء -** الدكتور/ مرتضى الكواكبي.

2- **الهندسة الصحية -** المهندس/ يوسف كامل علي.

3- **سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة -** المهندس/ محمد أبو حضرة.

4- **سلسلة الوحدات التدريبية الصناعية -** تفقد وتشغيل المراجل ومكملاتها- المهندس/ محمد أبو حضرة.

5- **التكييف والتدفئة-** المهندس/ خلدون الحفار.

6- **علم الصناعة (الأدوات الصحية والتدفئة)-** المهندس/ أحمد الكيلاني.

7- **التبريد وتكييف الهواء-** المهندس/ صبري بولس.