جمهورية العراق
وزارة التربيـــــة
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

تكييف الهواء والتثليج

الأول

تأليف

د. عبد الهادي نعمة خليفة
د. إحســـان كاظم عباس
د. إصبيح وسمي ماید
د. حسنين محمد حسين

الطبعة السادسة
1445هـ - 2023 م

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

لا يخفى على جميع المعنيين في مجالي التربية والتعليم اهمية التدريب العملي في قطاع التعليم الصناعي، إذ أنه القاعدة الأساسية لإعداد ملاك فني متخصص ذي مهارة، لما سيتدرب عليه من جميع أعمال تخصصه، ومنها مهنة تخصص تكييف الهواء والتثليج، وكما هو معروف أن هذا التخصص قد تطور كثيراً في السنوات القليلة الماضية، إذ تتوفر حالياً أجهزة وتقنيات حديثة تتطلب من الطالب المتابعة الجديَة والتدريب عليها جميعاً من دون استثناء لأي تمرين، وعدم الاستهانة بأية ملاحظة من ملاحظات الكتاب أو من توجيهات المدربين ليتمكن (بعد تخرجه) من أداء الأعمال بصورة فنية سليمة.

ونظراً لانضمام العراق مؤخراً لاتفاقية فيَنا وبروتوكول مونتريال كان لزاماً على الجميع الالتزام ببنود هذه الاتفاقية التي تخص المحافظة على طبقة الأوزون والبيئة عن طريق الممارسات السليمة لمهنة تكييف الهواء والتثليج، التي تتطلب عدم تسريب أية شحنة من موائع التثليج إلى الجو الخارجي لتأثيرها السلبي على طبقة الأوزون والاحترار العالمي، وإعادة استعمال الموائع المسحوبة من الأجهزة بعد استصلاحها، والتأكيد على استعمال الموائع صديقة الأوزون التي تم اعتمادها مؤخراً لتكون بديلة عن الموائع المعروفة التي كانت تستعمل بكثرة سابقاً، فضلاً عن استعمال أجهزة اقتصادية في استهلاك الطاقة ليست ذات آثار سلبية على البيئة.

تضمن الكتاب ثمانية فصول، احتوى الفصل الأول على معظم العمليات اليدوية كالتثقيب والنشر والبرادة والتأجين وغيرها من العمليات التي يتطلب من الطالب التدريب عليها بدقة وعدم الاستهانة بها، لأنها ستساعده على اكتساب المهارة في استعمال الأدوات اليدوية المختلفة. وتضمن الفصل الثاني التعرف على أنواع الأنابيب المختلفة (النحاسية والفولاذية المغلونة) والتدريب على أعمالها لأن هذه الأنابيب تدخل كجزء مهم في جميع منظومات التثليج، ومن ضمن أعمال الأنابيب المهمة هو لحام تلك الأنابيب ولأهمية موضوع اللحام تم تناوله في فصلين منفصلين هما الفصلان الثالث والرابع.

لغرض تشغيل أجهزة تكييف الهواء والتثليج يتطلب المعرفة التامة لأعمال التأسيسات الكهربائية، لأن تلك الأجهزة غالباً ما تعمل بالطاقة الكهربائية، لذا تناول الفصلان الخامس والسادس من الكتاب تدريب الطالب وتعريفه بأعمال الكهرباء مثل مد الأسلاك الكهربائية وربطها وتوصيلها وعزلها، وكذلك معرفة استعمال أجهزة القياس الكهربائية.

وتُعد الفصول المذكورة فصولاً ساندة للفصلين الأخيرين (السابع والثامن) اللذين تضمنا المدخل الرئيس لمهنة تكييف الهواء والتثليج، عن طريق تعريف الطالب وتدريبه على أجهزة التثليج المنزلية، وأُخذت الثلاجة انموذجاً عن بقية تلك الأجهزة من مجمدات وبرادات ماء وغيرها، إذ تناول الفصل السابع التعرف على أجزاء الثلاجة وأنواع الضواغط المستعملة، وأُسند الموضوع بعدة تمارين على أعمال صيانة وتصليح واستبدال العاطل لأجزائها. في حين تضمن الفصل الثامن إعطاء تمارين عملية على الثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً التي تُعد أحد أهم الأجهزة التي كثر استعمالها في الوقت الحاضر، وفي الجزء الأخير من الفصل تم التطرق لماكنة تصنيع الثلج الصغيرة وأهم الأجزاء التي تتكون منها والتدريب عليها.

احتوى الكتاب على صور توضيحية كثيرة لغرض توضيح العمليات الأدائية وتسهيل مهمة التدريب. ولغرض إعطاء مادة التدريب العملي استحقاقها وعدم تحويل تقويم الطالب في هذه المادة إلى تقويم نظري بحت، أُعدت استمارة تقويم خاصة لهذا الغرض ملحقة بتمارين الفصلين الأول والثاني، وسيتم إلحاق الكتاب ببطاقات تمارين جميع الفصول، فيها تقويم لكل خطوة عمل، وتعطى الدرجة فيها بحسب أهمية الخطوة، وبإمكان مدرسي المادة تزويد اللجنة بمقترحاتهم لتقويم التمارين ليتم دراستها واعتماد المناسب منها لمصلحة الطالب مستقبلاً.

ندعو الله (عز وجل) أن نكون قد وفقنا بإعداد هذا الكتاب، وسنكون شاكرين لكل الإخوة المعنيين بهذه المادة إذا زودونا بملاحظاتهم وآرائهم بشأن الكتاب من أجل تطوير المناهج ومواكبة المستجدات الحديثة في مهنة تكييف الهواء والتثليج، مع شكرنا واعتزازنا بالجميع.

لا يسعنا إلا أن نتقدم ببالغ شكرنا وتقديرنا العالي للأساتذة الأفاضل الذين ساهموا بتقييم الكتاب وإبداء ملاحظاتهم وتوجيهاتهم من الخبراء العلميين والخبير اللغوي الذين لولاهم ما كان هذا الكتاب أن يكون بين أيدي إخوتنا المدرسين وأبنائنا الطلبة بهذا المستوى من الإخراج والتنسيق واللغة والمفردات العلمية الرصينة وهم:

- **أ. م. د. أحمد عبد محمد صالح** – أستاذ مادة التكييف في قسم هندسة المكائن / الجامعة التكنولوجية.
- **م. عبد الكريم رسول عبد**– مدرس – الكلية التقنية/ بغداد.
- **د. خالد عبود حمود** – الخبير اللغوي – كلية التربية ابن الهيثم/ جامعة بغداد.

..... والله الموفق

المؤلفون

بغداد / 2011

المحتويات

أسم الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول (القياس والأعمال الميكانيكية اليدوية)	7
السلامة المهنية	9
وحدات القياس	11
أدوات القياس	11
أدوات التخطيط	17
أدوات التأشير	18
النشر	21
البرادة وتسوية السطوح	23
التثقيب	25
التأجين	27
التسنين اليدوي	35
البرشمة	38
التجليخ	39
الفصل الثاني (أعمال الأنابيب)	41
مقدمة	43
الأنابيب الفولاذية المغلونة	43
قطع الأنابيب الفولاذية المغلونة	43
تسنين الأنابيب الفولاذية المغلونة	44
وصلات الأنابيب الفولاذية المغلونة	45
حني الأنابيب الفولاذية المغلونة	48
الأنابيب النحاسية	48
قياسات الأنابيب النحاسية	49
أعمال الأنابيب النحاسية	49
الفصل الثالث (لحام المونة والقصدرة)	56
مقدمة	58
السلامة المهنية	58
اللحام وأنواعه	59
اللحام الغازي	60
مشعل الهاليد	64
اللحام بالمونة والقصدرة	66
الفصل الرابع (قص ولحام الفولاذ)	79
مقدمة	81
قطع المعادن بشعلة الأوكسي- أستيلين	81
لحام القوس الكهربائي	88

أسم الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الخامس (التأسيسات الكهربائية)	92
مقدمة	94
تعرية الأسلاك الكهربائية	94
عزل الأسلاك الكهربائية	100
لحام الوصلات الكهربائية	103
التأسيسات الكهربائية	105
الفصل السادس (أجهزة القياس)	111
مقدمة	113
أجهزة قياس المقادير الكهربائية	113
قياس درجات الحرارة	128
قياس الضغط	129
الفصل السابع (صيانة الثلاجة المنزلية)	133
مقدمة	135
أجزاء الثلاجة المنزلية	135
باب الثلاجة المنزلية	136
ضواغط الثلاجة المنزلية	137
مكونات الضاغط الترددي المغلق	137
أنواع المكثفات	145
المبخرات	148
الأنبوبة الشعرية	152
موائع التثليج والبيئة	153
إعادة واستصلاح موائع التثليج	155
شحن الثلاجة المنزلية بمائع التثليج	159
كشف التسرب	164
شحن الثلاجة المنزلية	165
الفصل الثامن (المكونات الكهربائية لأجهزة التثليج المنزلية)	172
مقدمة	174
الدائرة الكهربائية للثلاجة	174
مفتاح مصباح الإضاءة	175
منظم درجة الحرارة	176
المُرحل وقاطع الوقاية	178
متسعة الضواغط	181
الثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً	184
مؤقت إذابة الجليد	189
مروحة مكثف الثلاجة	193
صانعة الثلج	195
صيانة أجزاء ماكنة صانعة الثلج	196

الفصل الأول

القياس والأعمال الميكانيكية اليدوية

Measurement and Manual Mechanical Works

الأهداف

الهدف العام

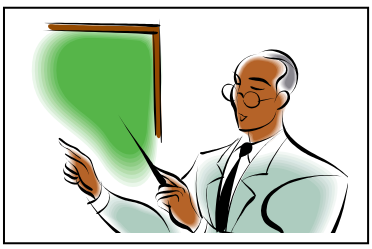
يغطي منهاج المرحلة الأولى المهارات الأدائية (العملية) الأساسية التي يحتاج إليها الطالب أثناء قيامه بالأعمال الميكانيكية الأساسية اليدوية فضلاً عن اللحام، وتشغيل المكونات والقطع الميكانيكية والكهربائية الخاصة بأنظمة التبريد وإصلاحها وصيانتها.

الأهداف الخاصة

بعد إنهاء دراسة مفردات الفصل الأول وتطبيقها سوف يكون الطالب قادراً على أن:

1. يتعرف على مُعدات الوقاية البسيطة واستعمالها.
2. يتعرف على العُدد والأدوات الميكانيكية المطلوبة.
3. يتعرف على وحدات القياس.
4. يتعرف على أدوات القياس (فراجيل، قَدمه، مايكرومتر) وكيفية قراءة شتى القياسات.
5. يتعرف على أدوات التخطيط (التأشير) ويطبقها.
6. يتعرف على العمليات اليدوية (نشر، برادة وتسوية السطوح) وينفذها.
7. يتعرف على عمليات التثقيب وينفذها.
8. يتعرف على عملية التاجين ويطبقها.
9. يتعرف على عمليات التسنين وينفذها.
10. يتعرف على عمليات البرشمة وينفذها.
11. يتعرف على عمليات التجليخ وينفذها.

محتويات



الفصل 1

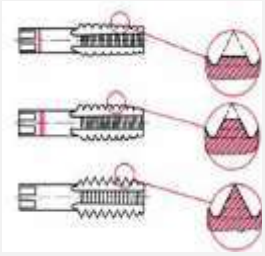
معرفة وتنفيذ

القياس والأعمال الميكانيكية اليدوية

- السلامة المهنية
- وحدات القياس
- أدوات القياس
- أدوات التخطيط (التأشير).
- النشر
- البرادة وتسوية السطوح
- التثقيب
- التاجين
- التسنين اليدوي
- البرشمة
- التجليخ

النشر

القياس



التسنين

التثقيب

القياس والأعمال الميكانيكية اليدوية

Measurement and Manual Mechanical Works

1-1 السلامة المهنية Vocational Safety

مع زيادة عمليات التصنيع المتنوعة، واختلاف المصانع والمعامل، تضاعفت المخاطر على العاملين في تلك المواقع، ومن هذه المخاطر: الجروح، التسمم، الاختناق، وحتى الوفاة، ولهذا كانت السلامة المهنية من الأمور المهمة جداً التي يجب أن تؤخذ بالحسبان. وتأتي المخاطر من الأعطال الميكانيكية، الأعطال الكهربائية فضلاً عن الإشعاعات الناتجة من العمليات التصنيعية. الكثير من العاملين تأثروا بشكل أو بآخر بالمخاطر المذكورة بسبب الحوادث، وتحدث الحوادث بسبب عدم التخطيط الصحيح لمواقع العمل وطرائق الإنتاج أو بسبب إهمال إدارة المواقع وفي بعض الأحيان الإهمال من قبل العاملين أنفسهم.

وللسلامة المهنية عدة شروط أو أمور، في هذه المرحلة من الدراسة سيتم تناول مُعدات الوقاية المهمة التي يحتاج إليها الطالب في أثناء تدريبه في ورشته فحسب، إذ يجب أن يرتدي المُعدات المتوافرة في الورشة قبل البدء بأي عمل، ناهيك عن الالتزام الكامل بجميع تعليمات المُدرب التي تجنب الطالب الحوادث التي قد تصيبه لا سمح الله، أن من أفضل الطرائق وأسهلها لِتجنب الوقوع بالحوادث من غير التي ذكرت هو أن يكون الشخص ذا معرفة كافية ومتمكناً من المُعدات والعُدد التي يستعملها ويحتاج إليها أثناء العمل وتطبيق التعليمات الواردة من الشركات المصنعة لتلك المواد.

1-1-1 المبادئ الأساسية لتجنب الحوادث

Basic Principles to Avoid Accidents

في أدناه بعض أهم المبادئ الأساسية لتجنب الحوادث التي قد تقع في الورش والمصانع:

1. لا ترفع أية قطعة حماية من أية ماكنة أو أداة، وتعلم كيف تطفئ الماكنة أولاً.
2. قبل أن تعمل على الماكنة أو تستعمل أية أداة اقرأ التعليمات بنحوٍ مفصَل واسأل المدرب عن النقاط غير الواضحة بالنسبة إليك.
3. سجل ملاحظاتك مباشرة بعد وقوع أية مشكلة أو عطل في الماكنة.
4. عدم ارتداء الملابس الشفافة والساعة اليدوية أو أية حُلي أو مجوهرات أخرى في أثناء العمل، نبَه الأشخاص العاملين معك في حالة عدم تقيدهم بتعليمات السلامة.
5. أرتدِ القفازات (الكفوف) وواقية الرأس والعين فضلاً عن ارتداء الملابس والأحذية المناسبة للعمل، كما مبين في الشكل (1-1).
6. أستعمل مُعدات الحماية المناسبة لكل عمل.
7. لا تستعمل أدوات غير مناسبة أو غير صالحة للعمل، وأعِد الأدوات بعد العمل إلى مكانها المناسب.
8. لا ترفع الأشياء الثقيلة من دون مساعدة الأشخاص أو المُعدات المناسبة.
9. حافظ على نظافة موقع العمل من الأوساخ أو الدهون، على أن تكون الأرضية جافة ونظيفة.
10. الانتباه للعلامات والإشارات التحذيرية. استعمل الإسعافات الأولية والتعقيم، حتى لو كان الجرح صغيراً وفي جميع الأحوال.
11. اترك العمل ونظف العين مباشرة في حال دخول أتربة أو مواد غريبة فيها، واغسل يديك باعتناء بعد العمل بالدهون والمواد الغريبة.

12. لا تنظر بنحو مباشر إلى القوس الكهربائي في ماكنة اللحام.
13. اجعل مُعدات الوقاية ومُعدات الإطفاء دائماً صالحة وجاهزة للعمل.
14. تذكر دائماً وقوع حوادث الحريق عند وجود المواد الحارقة، وعليك الحذر عند التعامل مع هذه المواد، وعدم إشعال النار أو التدخين في المناطق المحظورة مطلقاً.
15. جميع قطع القماش المستعملة في الورشة يجب أن توضع في الخزانات المخصصة.
16. لا تلعب أو تركض داخل الورشة ولا تتجمهر أمام المدرجات والسلالم، ولا تسحب الأدوات مهما كان السبب على أرضية الورشة.
17. لا تستعمل الهواء المضغوط في تنظيف جسمك وملابسك أو جسم زملائك الآخرين وملابسهم.
18. لا تضع الأشياء غير المناسبة على المكائن.
19. لإثارة الاهتمام ارفع الأعلام الملونة المتباينة عند وقوع الحوادث.
20. استعمل الأدوات العازلة وغير الموصلة عند العمل في المفاتيح والأجهزة الكهربائية. وأستعمل وضع الخط الأرضي المناسب على الجهاز الكهربائي.
21. لا تقف بخط واحد مع أجهزة التجليخ ومُعداتها ولا سيَما عند عدم وجود أجزاء الحماية.
22. تقيَد بتعليمات المرشد لك دائماً.

2-1-1 مُعدات الوقاية Protective Equipment

يبين الشكل (1-2) بعض مُعدات الوقاية المهمة والبسيطة التي يحتاج إليها الطالب في هذه المرحلة وهي كالآتي:

- نظارات واقية بلاستيكية شفافة.
- قفازات يدوية واقية.
- غطاء الرأس.
- الكمامات (مرشحات الهواء).

شكل 1-1 ارتداء الملابس والأغطية المناسبة

شكل 1-2 بعض مُعدات الوقاية

2-1 وحدات القياس Measurement Units

تستعمل وحدات القياس لتعريف أبعاد الجسم، إذ يقاس الطول بالمتر أو أجزاء المتر وهي السنتيمتر (جزء من مئة من المتر) أو المليمتر (جزء من ألف من المتر)، أما في النظام البريطاني فيقاس الطول بالقدم أو الإنج (إنج = جزء من اثني عشر من القدم).

$$cm = \frac{1}{100} m \qquad in = \frac{1}{12} ft$$

أما المساحة فهي حاصل ضرب بعدي القطعة لإيجاد أبعاد القطعة المستطيلة أو المربعة، أما مساحة الدائرة فتحسب عن طريق ضرب مربع نصف القطر في النسبة الثابتة والتي تساوي (3.14). وحدة قياس المساحة هي المتر المربع (m^2) أو السنتيمتر المربع أو القدم المربع أو الإنج المربع (in^2). ويقاس الحجم بالمتر المكعب (m^3) أو اللتر والذي هو جزء من ألف من المتر المكعب (1 متر مكعب = 1000 لتر)، أو القدم المكعب (ft^3).

$$A_{circle} = \pi r^2$$

إذ إن:

A_{circle}		مساحة الدائرة		m^2
π		النسبة الثابتة		3.14
r		نصف القطر		m

3-1 أدوات القياس Measuring Tools

هنالك عدة أنواع من أجهزة القياس تختلف بعضها عن بعض بأسلوب القياس ودقة القياس، ومن أهمها وأكثرها استعمالاً ما يأتي:

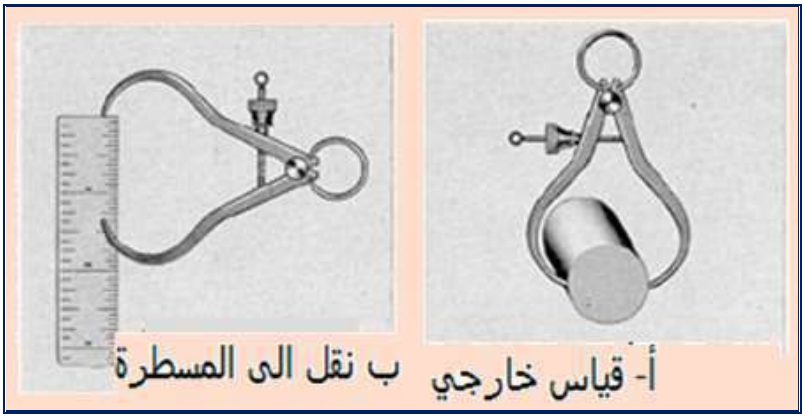
أولاً: المُعاير (الفراجيل) Calipers

هنالك نوعان من فراجيل القياس، أحدهما الخارجي والآخر الداخلي، الفراجيل من الأدوات التكميلية للقياس، وبواسطتها ينقل القياس من القطع المراد قياس أبعادها، إلى أدوات القياس الدقيقة. وتصنع الفراجيل من الفولاذ، وهي على عدة أنواع:

- **الفرجال الخارجي Outside Caliper**: كما مبين في الشكل (1-3)، يستعمل للقياس الخارجي، ثم ينقل القياس إلى القَدَمة (الفيرنية) أو المايكرومتر، ويوضح الشكل (1-4)، أسلوب القياس ونقل القياس إلى المسطرة.

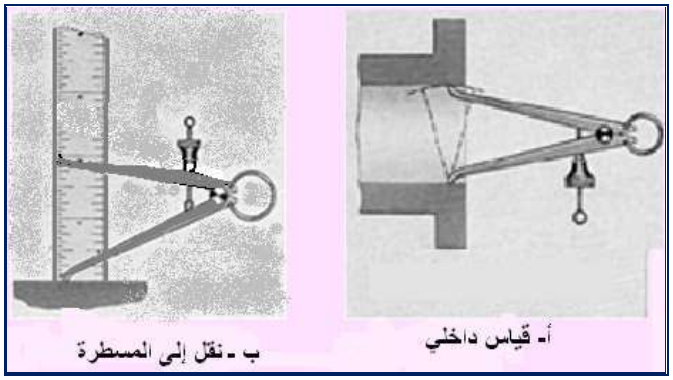
- **الفرجال الداخلي Inside Caliper**: يبين الشكل (1-5) الفرجال الداخلي، ويستعمل الفرجال الداخلي لنقل قياس الأبعاد الداخلية، ويوضح الشكل (1-6) أسلوب نقل القياس باستعمال الفرجال الداخلي.

شكل 1-3 الفرجال الخارجي ، يستعمل لنقل الإبعاد الخارجية



شكل 1-4 أسلوب نقل القياس باستعمال الفرجال الخارجي والمسطرة

شكل 1-5 الفرجال الداخلي، يستعمل لنقل الإبعاد الداخلية



شكل 1-6 أسلوب نقل القياس باستعمال الفرجال الداخلي والمسطرة

ثانياً: القَدَمة (الفيرنية) Vernier

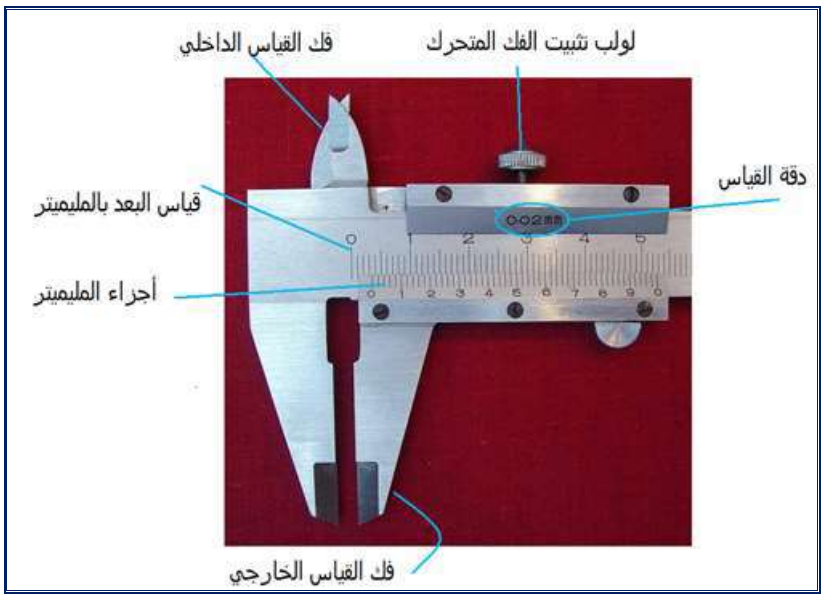
تُعد القَدَمة (الفيرنية) من أدوات القياس الدقيقة، تستعمل في عمليات القياس لإنتاج القطع الميكانيكية في ورش تشغيل المعادن والمواد الهندسية الأخرى، ويجب العناية بها كي تعطينا دقة عالية في القياس، ويحبذ اتباع الخطوات التالية في التعامل مع القدمة:

1. نظف الزوائد والرايش عن القطعة قبل القياس.
2. يجب تنظيف القدمة ومسح سطحها بطبقة خفيفة من الزيت بعد الانتهاء من الاستعمال.
3. يفضل وضع قطعة طرية من الفلين بين فكي القياس في أثناء التخزين.

ويبين الشكل (1-7) عدة أنواع من القدمات.

شكل 1-7 أنواع القدمات المستعملة في القياس

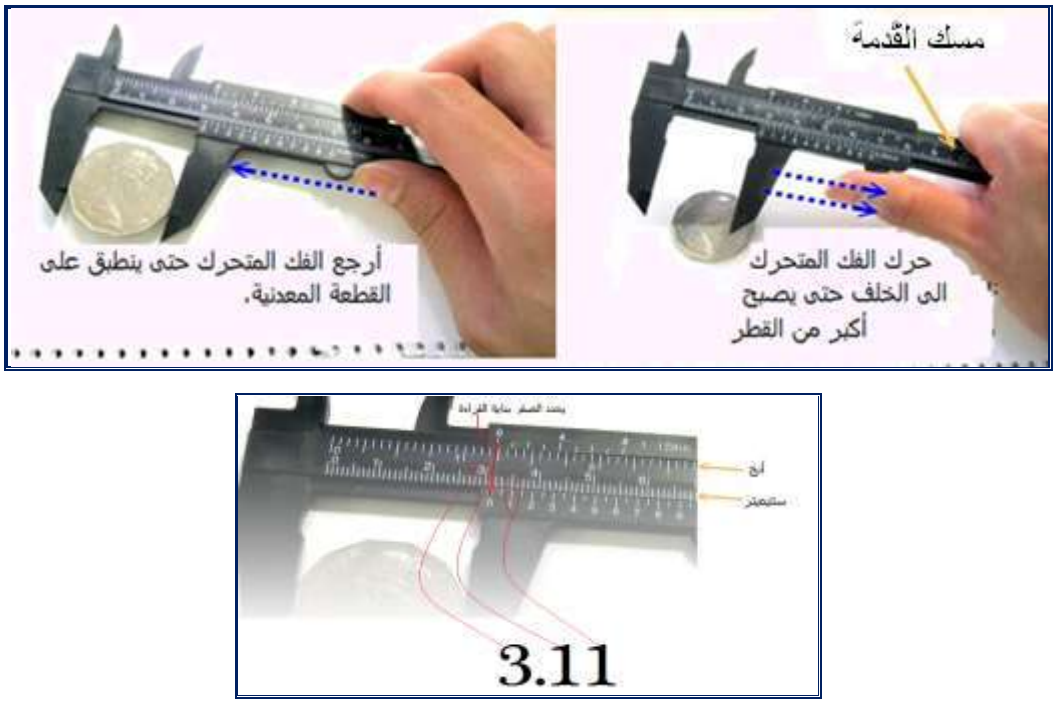
وللقَدمة فكّان علويان وأخران سفليان ، كما مبين في الشكل (1-8)، الفكان العلويان يستعملان لقياس الأبعاد الداخلية، أما السفليان فيستعملان لقياس الأبعاد الخارجية، فضلاً عن لولب لغرض تثبيت الفكين عند كل قياس.



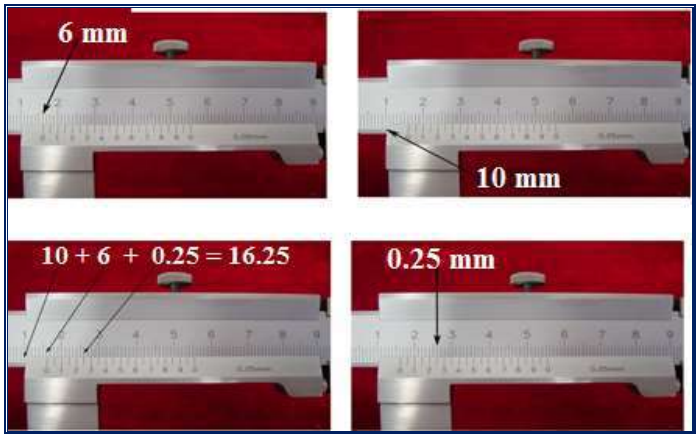
شكل 1-8 أجزاء القَدَمة

ولغرض استعمال القَدمة في قياس الأقطار الخارجية، يجب أن يكون حجم القَدَمة مناسباً للقطر المُقاس، أي إن ارتفاع فك القَدَمة يجب أن يكون أكبر من نصف القطر المقاس، لغرض دقة القياس. ويبين الشكل (1-9) كيفية قياس الأقطار الخارجية لقطعة معدنية، إذ يتم تحريك الفك المتحرك للقَّدمة إلى الخلف، إلى أن يصبح أكبر من القطر المُراد قياسه، وبعد ذلك نضع القطعة بين فكي القَدَمة، ثم نرجع الفك المتحرك باتجاه القطعة إلى أن يتلامس معها، ويجب عدم الضغط المبالغ على القطعة المعدنية بواسطة القَدَمة. بعد ذلك نثبت الفك المتحرك بواسطة اللولب الموجود في أعلى القَدَمة، ومن ثم نقوم برفع القَدَمة عن القطعة المعدنية، حينها تتم القراءة، وكما هو موضح في الشكل (1-9)، ومن الواضح أن القياس هو (3.11 cm)، إذ أن أول رقم صحيح بعد الصفر هو 3، والكسر الذي يلي الرقم 3 هو 1، أما أجزاء المليمتر فتقرأ عند انطباق أي رقم على أجزاء المليمتر مع الخط المؤشر على مسطرة المليمتر. ويبين الشكل (1-10) كيفية قراءة القَدَمة.

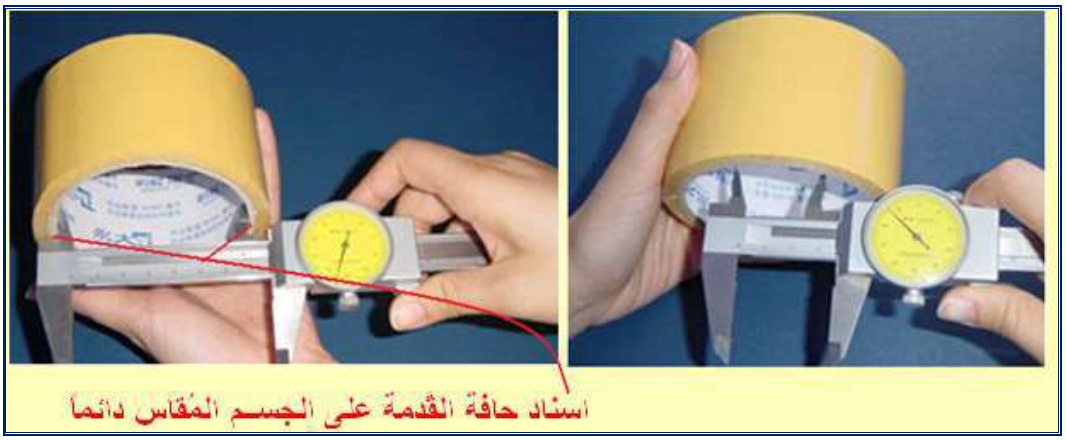
وتستعمل القَدَمة لقياس الإبعاد الداخلية للمنتج أيضاً، وكما هو مبين في الشكل (1-11)، ومن المعلوم أن أسلوب قياس الأقطار الداخلية هو مشابه للقياسات الأخرى، ولكن يجب الانتباه إلى جعل جسم القَدَمة يستند إلى الجسم المقاس وأن يكون موازياً له دوماً، ولا يجوز جعلها مائلة إلى الأمام أو الخلف.



شكل 1-9 طريقة قياس الأقطار الخارجية



شكل 1-10 كيفية القياس بواسطة القَدمة



شكل 1-11 قياس الأقطار الداخلية بواسطة القَدَمة

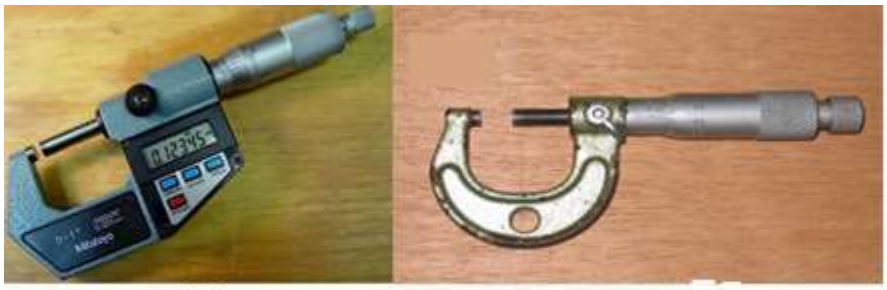
وتستعمل مؤخرة القَدَمة لقياس عمق الثقوب والأجسام أيضا، وكما هو مبين في الشكل (1-12)، ويجب أن تكون القَدَمة عمودية على الجسم، مع استناد نهاية القَدَمة عمودياً على الجسم المراد قياس عمقه.

شكل 1-12 قياس العمق بواسطة القَدَمة

ثالثاً: المايكروميتر Micrometer

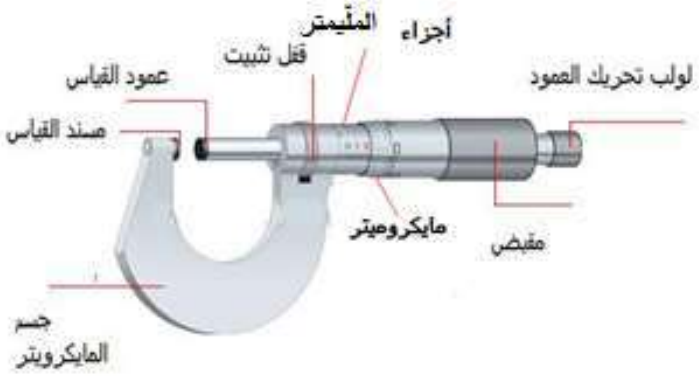
يُعد المايكروميتر من أجهزة القياس الدقيقة جداً، إذ يمكن إن تقاس الأبعاد بالـ مايكرون (جزء واحد من الألف من المليمتر)، وكما في القَدَمة هنالك مايكروميتر اعتيادي وآخر رقمي، كما موضح في الشكل (1-13). ويتكون المايكرومتر كما هو موضح في الشكل (1-14) من جسم المايكروميتر المصنوع من الفولاذ، وعمود القياس الذي يمكن تحريكه إلى الإمام والخلف بواسطة لولب تحريك العمود، ويستعمل قفل لتثبيت العمود بعد القياس. ويستعمل المايكروميتر لقياس الأقطار الخارجية والإبعاد المحدودة، والشكل (1-15) يوضح استعمال المايكروميتر في قياس الأجزاء الاسطوانية ذات الأقطار الصغيرة والكبيرة.

يقرأ المايكروميتر كما هو موضح في الشكل (1-16)، إذ أن القراءة الأولى على مسطرة المليمتر تقرأ بصورة عدد صحيح، أما القراءة التي على مسطرة أنصاف المليمتر فتقرأ أما صفر أو 0.5 ويقسم الرقم على المسطرة الدائرية للمايكروميتر على 100. لذا تكون القراءة في الشكل (1-16 أ) كما يأتي 7 على مسطرة المليمتر + 0 على أنصاف المليمتر لعدم ظهور الخط بشكل تام (+ $\frac{38}{100}$) على مسطرة المايكروميتر، لذا يكون الرقم النهائي هو (7.38 mm).



مايكرومتر رقمي مايكرومتر إعتيادي

شكل 1-13 المايكروميتر الاعتيادي والرقمي

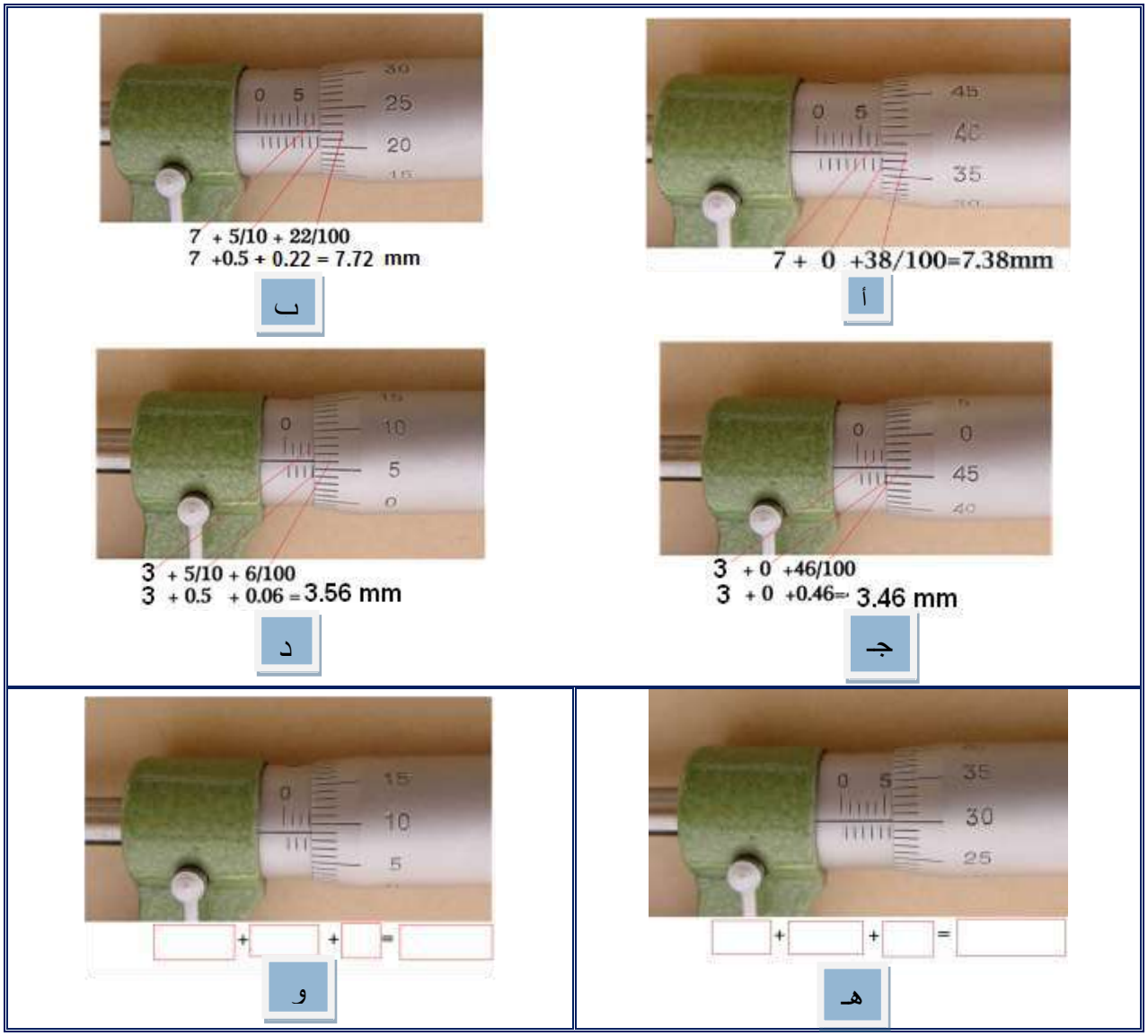


شكل 1-14 مكونات المايكروميتر

شكل 1-15 قياس الأقطار الكبيرة والصغيرة بوساطة المايكروميتر

تمرين- 1: اكتب قراءة المايكروميتر كما هو موضح في الشكلين (1-16 هـ) و (1-16 و).

الهد ف : كيفية القياس باستخدام المايكروميتر



شكل 1-16 كيفية قراءة القياس باستعمال المايكروميتر

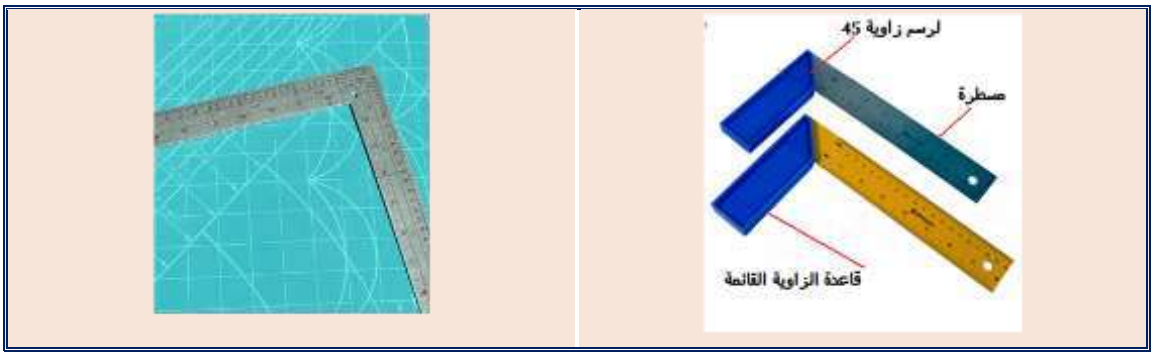
4-1 أدوات التخطيط (التحديد أو التأشير) Boarding &Marking Tools

تستعمل أدوات التخطيط لوضع القياسات والخطوط على قطع العمل وتتكون من:

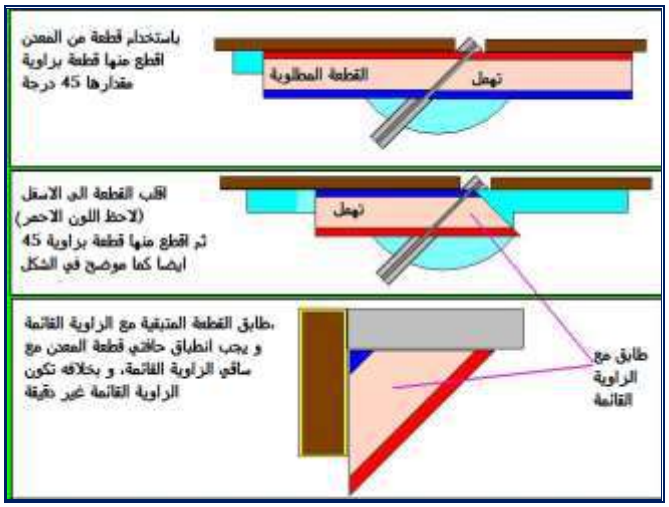
أولاً: الزاوية الفولاذية القائمة Solid Steel Square

وهي عبارة عن مسطرة من الفولاذ تتصل بها قاعدة لتكون زاوية قائمة كما هو مبين في الشكل (1-17)، وتستعمل الزاوية القائمة لرسم خطوط عمودية ومتوازية، وكذلك لرسم خطوط بزاوية 45 درجة، ويتم التأكد من سلامة الزاوية القائمة بعدة طرائق، أكثرها دقة مبينة في الشكل (1-18)، وفيها يتم الاستعانة بصفيحة من المعدن سمكها 0.0625 in (كيج 16)، وعرضها 20 cm ، نبدأ بتحديد زاوية مقدارها 45 درجة، ثم نقطع الصفيحة على الخط المحدد، وبعد ذلك نقلب الصفيحة ونحدد زاوية 45 درجة مرة أخرى ونقطع الصفيحة ثانية، وبهذا نكون قد حصلنا على مثلث متساوي الساقين قائم الزاوية، بعد ذلك نطابق

المثلث مع الزاوية القائمة، فإذا تطابق ضلعا المثلث مع ساقي الزاوية تكون الزاوية سليمة من الناحية الهندسية.



شكل 1-17 أنواع من الزوايا القائمة



شكل 1-18 التأكد من سلامة الزاوية القائمة

ثانياً: أدوات التأشير Marking Tools

هناك عدد من الأدوات التي تستعمل في التأشير أو تعليم القطع المعدنية، منها تستعمل لرسم الخطوط على المعدن، ومنها تستعمل في تحديد المسافات المتساوية، مثل فرجال التأشير، وأخرى تستعمل لرسم الدوائر على المعدن، وأخرى تستعمل لتحديد الارتفاع والمركز، ومنها تستعمل في تحديد نقطة ما على المعدن مثل (السُّمبة) Prick Punch أو (البُنطة) Center Punch وكما هو مبين في الشكل (1-19).

شكل 1-19 بعض العُدد المستعملة في تأشير القطع المعدنية

ويشترط في أدوات التأشير أن تتمتع بالمواصفات الآتية:

- ذات حافات حادة.
- عالية الصلادة لكي تتمكن من التأشير على المعدن.
- ذات عمر طويل.

تمرين 2: التخطيط وتحديد المركز

الهدف: التعرف على العُدد المستعملة في التخطيط على المعادن وتحديد المراكز.

العُدد والمواد المطلوبة، وكما هو مبين في الشكل (1-20):

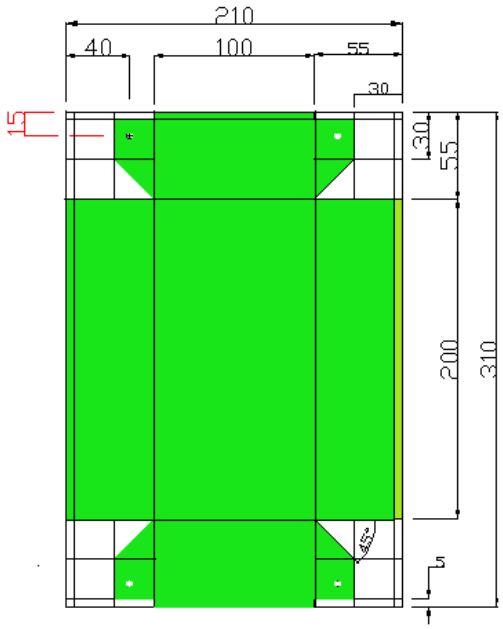
1- قطعة من صفيحة حديدية مغلونة مقاسها (0.8 × 210 × 310) mm.
2- مسطرة من الفولاذ.
3- شوكة تعليم (تأشير).
4- زاوية قائمة.

شكل 1-20 العُدد المستعملة في قطع المعادن الرقيقة

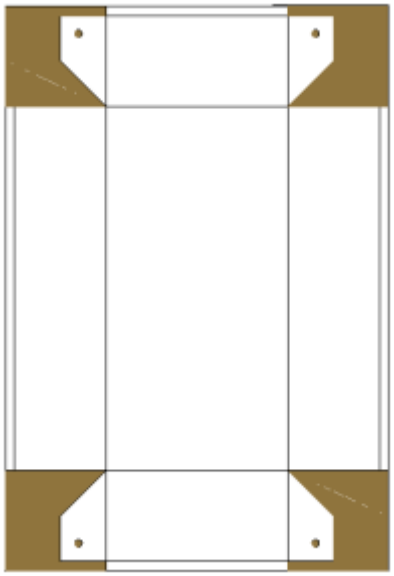
خطوات العمل:

1- أقطع قطعة من صفيحة من الحديد المغلون مقاس (0.8 × 210 × 310) mm.
2- خطط القطعة بحسب الأبعاد المؤشرة في الشكل (1-21 أ).
3- حدد مراكز الدائرة، كما هو موضح في الشكل.
4- استعمل المقص اليدوي لقص قطعة المعدن المظللة، وكما هو مبين في الشكل (1-21 ب).

بعد الانتهاء من التمرين يجب الاحتفاظ به، إذ إن هذا التمرين هو خطوة أولى لعمل صندوق معدني.



شكل 1-21 أ تخطيط قطعة المعدن بحسب الأبعاد المبينة



شكل 1-21 ب الشكل النهائي لقطعة المعدن بعد قطعها

تقويم المدرب للتدريب:

التمرين الثاني

	العناصر	مستوى الأداء	
		الدرجة المعيارية	درجة الطالب
1	اختيار سمك الصفيحة	10	
2	دقة القياسات	25	
3	اختيار المقص المناسب	10	
4	استعمال المقص بطريقة صحيحة	15	
5	التزام المتدرب بالقص بحسب القياس	20	
6	إزالة الزوائد من القطعة بعد القص	10	
7	شكل التمرين النهائي	10	
يجب أن يكون مستوى أداء الطالب على الأقل جيداً، وفي حال كون مستوى الطالب متوسطاً أو ضعيفاً لأي عنصر من العناصر أعلاه فيجب إعادة التمرين أو على الأقل تلك الخطوة مرة أخرى بمساعدة المدرب.			
	الدرجة النهائية		كتابة:
اسم المدرب: التوقيع: التاريخ:			

1-5 النشر Sawing

تهدف هذه الوحدة إلى تعريف الطالب بعملية النشر وأنواع المناشير.

يستعمل النشر للحصول على الشكل الأولي للمنتج، وبحسب الأطوال والمقاسات الأولية، وفي إنتاج الحواف والزوايا المطلوبة، يمكن تنفيذ النشر يدوياً أو بواسطة المنشار القرصي أو الترددي أو المنشار الشريطي.

ويجب أن تكون أسنان المنشار حادة لسهولة القطع وصلبة لتقليل تآكلها ويجب تنظيف أسنان المنشار باستمرار لمنع تكسر الأسنان في أثناء العمل، ويوضح الشكل (1-22) أنواع المناشير المستعملة.

شكل 1-22 أنواع المناشير المستعملة في الورش

أ- أنواع أسنان المنشار

يسمى الجزء الذي يقوم بقطع المعدن بسلاح المنشار، ويقسم إلى ثلاثة أنواع وكما يأتي:

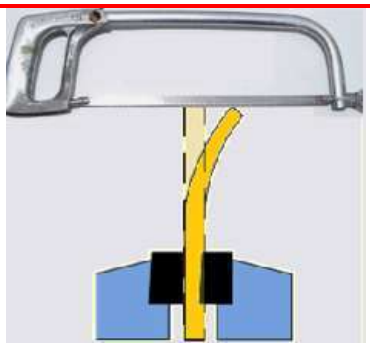
- سلاح ذو أسنان خشنة، ويتراوح عدد الأسنان من 14 إلى 16 سناً في كل واحد إنج.
- سلاح ذو أسنان متوسطة، ويتراوح عدد الأسنان من 22 إلى 25 سناً في كل واحد إنج.
- سلاح ذو أسنان دقيقة، ويكون عدد الأسنان بحدود 32 سناً في كل واحد إنج.

ملاحظة: الإنج الواحد يساوي 25 مليمتر تقريباً.

ويراعى عند تثبيت سلاح المنشار أن يكون اتجاه أطراف السن مع اتجاه دفع المنشار، وليس باتجاه السحب، وكما هو مبين في الشكل (1-23 أ).

ب- كيفية النشر:

يجب تثبيت قطعة العمل تثبيتاً جيداً وقوياً في الملزمة، بحيث يكون القطع قريباً من فكي الملزمة، لمنع تحرك قطعة العمل في أثناء القطع، وكما هو مبين في الشكل (1-23 ب)، وعندما يكون المطلوب قطع أنبوب فيراعى استعمال قطع خشبية ذات أنصاف أقطار تساوي قطر الأنبوب المثبت في الملزمة لمنع انبعاج الأنابيب في أثناء التثبيت، وكما هو مبين في الشكل (1-23 ج).

		
أ	ب	جـ

شكل 1-23 بعض الأمور الواجب مراعاتها في أثناء نشر المعدن

ولمنع انزلاق المنشار في أثناء القطع يفضل عمل خط تحديد أولي بواسطة المنشار قبل البدء بالنشر ليكون دليلاً لسلاح المنشار، وكما هو موضح في الشكل (1-24 أ)، وعند البدء بالقطع يجب أن يكون شوط القطع قصيراً في البداية وكما هو موضح في الشكل (1-24 ب)، ويمكن استعمال المبارد لحد أسنان المنشار عند استهلاكها، وكما هو مبين في الشكل (1-24 ج).

أ	ب	جـ

شكل 1-24 بداية عملية النشر وحد أسنان سلاح المنشار

تمرين 3: نشر قطعة فولاذية بالمنشار اليدوي بزاوية 45 درجة.

الهدف: التعرف على طريقة القطع بواسطة منشار يدوي.

العُدد والمواد المطلوبة: ملزمة بفكين، منشار يدوي، زاوية قائمة، قطعة (راسطة) فولاذية طول 30 سم.

خطوات العمل:

1- يتم تحديد منتصف قطعة الفولاذ كما تم ذكره سابقاً، وبعد ذلك تستعمل الزاوية القائمة لرسم زاوية 45 درجة من المنتصف، ثبت القطعة الفولاذية في الملزمة من احد أضلاعها، بحيث يكون السطح الذي حددت عليه الزاوية 45 درجة إلى الأعلى.
2- يقف الطالب بحيث تكون المسافة بين القدمين كافية للإسناد وعلى يسار الملزمة، وتكون القدم اليسرى إلى الأمام، والقدم اليمنى بنحوٍ مستعرض وخلف القدم اليسرى.
3- تمسك اليد اليمنى بمقبض المنشار بقوة، في حين تمسك اليد اليسرى نهاية المنشار، وكما هو مبين في الشكل (1-24 ب).

4- ابدأ بنشر هذه الوجه على الخط الذي يمثل 45 درجة، يوضع خط التحديد كما تم ذكره سابقاً، ويبدأ الطالب بشوط قصير للمنشار لحين دخول سلاح المنشار بشكل كامل داخل المشغول، وبعد ذلك يستعمل الشوط بطوله في أثناء عملية النشر، يجب أن تحدث عملية النشر في أثناء شوط دفع المنشار، وليس في أثناء شوط السحب.

5- عند إكمال قص الوجه افتح الملزمة، وثبت القطعة من الطرف الآخر، وأكمل القص.

تقويم المدرب للتدريب:

التمرين الثالث

	العناصر	مستوى الأداء	
		الدرجة المعيارية	درجة الطالب
1	اختيار سلاح المنشار المناسب	10	
2	الوقوف الصحيح عند النشر	10	
3	مسك المنشار بالطريقة الصحيحة	10	
4	تثبيت قطعة العمل في الملزمة بطريقة صحيحة	15	
5	تحديد مكان القطع	20	
6	القطع بنحوٍ قائم	20	
7	النشر يكون باتجاه شوط الدفع	15	
يجب أن يكون مستوى أداء الطالب على الأقل جيداً، وفي حال كون مستوى الطالب متوسطاً أو ضعيفاً لأي عنصر من العناصر أعلاه فيجب إعادة التمرين أو على الأقل تلك الخطوة مرة أخرى بمساعدة المدرب.			
8	الدرجة النهائية		كتابة:
اسم المدرب: التوقيع: التاريخ:			

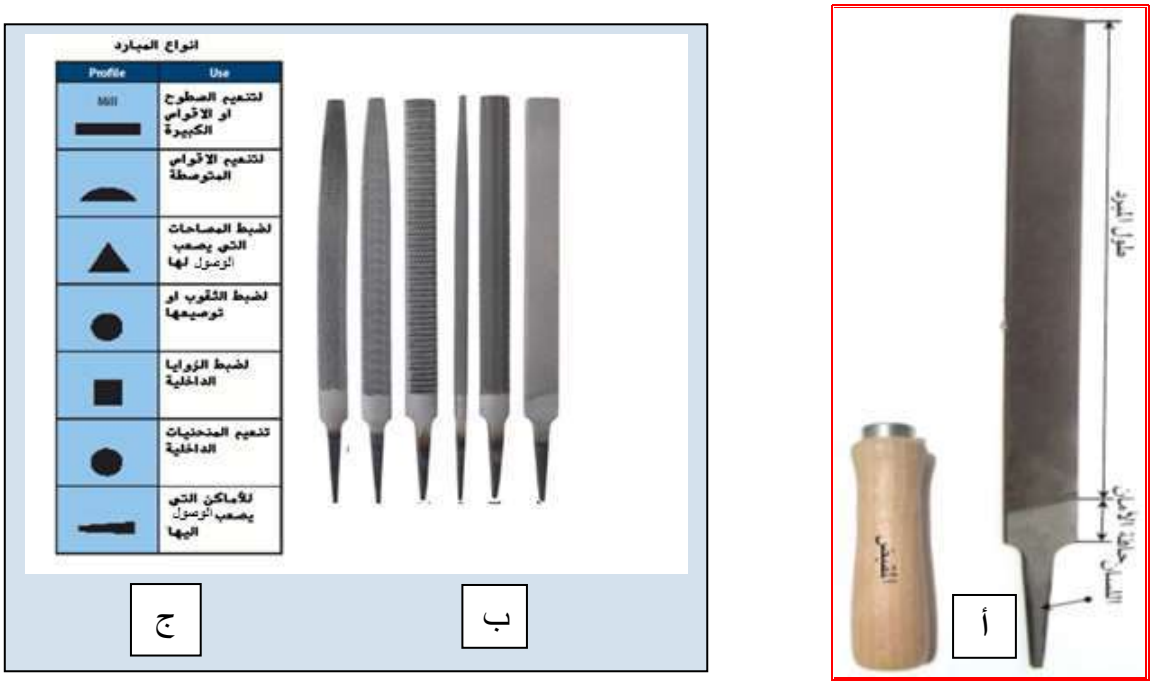
6-1 البرادة وتسوية السطوح Filing and Surfaces Equality

هي عملية يدوية لإزالة كمية قليلة من المعدن لغرض الوصول إلى القياسات الدقيقة المطلوبة، وكذلك تستعمل البرادة لتنعيم السطوح.

يتكون المبرد File من أربعة أجزاء هي المقبض، وصلّة المبرد وهو الجزء الذي يثبت به المقبض، وسلاح المبرد وهو الجزء الخشن المستعمل لإزالة المعادن وأخيراً الطول الفعلي للمبرد، وكما هو مبين في الشكل (1-25 أ)، وهنالك عدة انواع من المبارد، ولكل نوع استعمال معين، وتتميز المبارد بأشكال مقاطع مختلفة، منها المستطيل والمربع والمثلث والدائري، وتختلف من حيث المقطع والطول لتتناسب مع نوع العمل. ويبين الشكلان (1-25 ب) و (1-25 ج) أنواع المبارد.

تراعى الخطوات الآتية عند استعمال المبارد:

- كيفية البرادة: ويراعى عند البرادة اختيار المبرد المناسب للمعدن ، (عدم استعمال المبرد من دون مقبض) نظافة سطح القطعة المعدنية، التثبيت الصحيح للمعدن، الإمساك الصحيح والوقوف الصحيح للفني، وتحريك المبرد بفعالية لتفادي الإنهاك البدني.

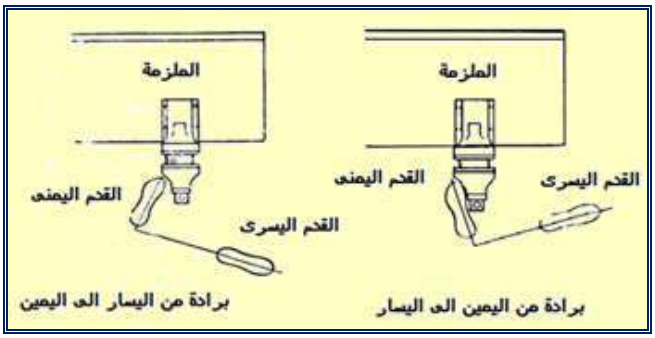


شكل 1- 25 أنواع المبارد

- مسك المبرد: في حالة استعمال المبرد الكبير يراعى مسك المبرد باليد اليمنى في حين تقبض اليد اليسرى على طرفه الأمامي، ويكتفي باليد اليمنى في حالة المبرد الصغير او المتوسط، وكما هو موضح في الشكل (1-26).
- طريقة تثبيت المشغول: يجب أن يثبت المشغول في الملزمة بقوة كافية لمنع تحركه في أثناء العمل، وأن يكون المشغول بارزاً بمسافة قصيرة عن الملزمة، وأن يكون ارتفاع الملزمة مناسباً للعمل، ويحبذ استعمال قطع من النحاس أو الرصاص بين فكي الملزمة لمنع تخدش سطع المشغول، وكما هو موضح في الشكل (1-27 أ).
- كيفية الوقوف وتحريك المبرد: يراعى عند وقوف الفني أن تكون القدم اليسرى موازية لخط عمل المبرد، في حين تتعامد القدم اليمنى مع القدم اليسرى، ويتغير مكان وقوف الفني مع اتجاه البرادة، وكما هو موضح في الشكلين (1-27 ب) و (1-27 ج).

مسك المبرد الكبير	مسك المبرد المتوسط	مسك المبرد الصغير

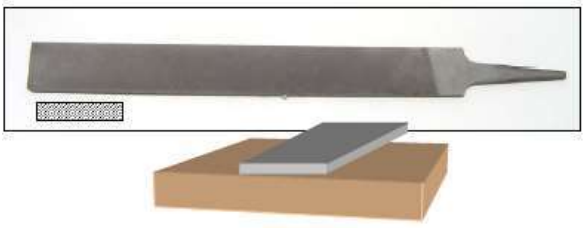
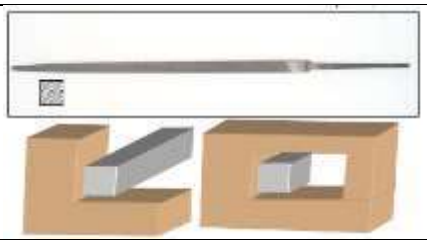
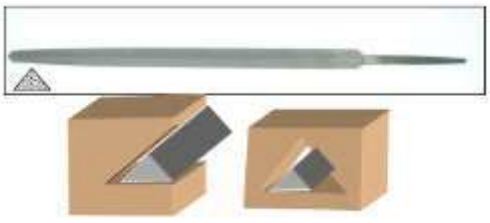
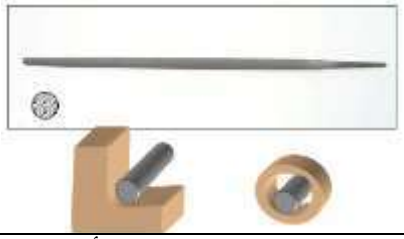
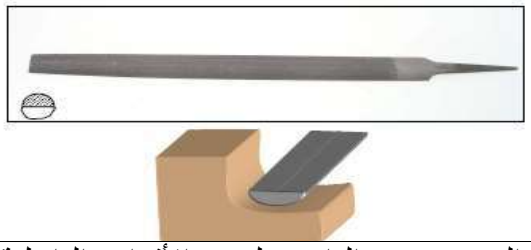
شكل 1-26 طريقة مسك المبرد



أ ب ج

شكل 1-27 أوضاع العمل

- استعمالات المبرد: يوضح الشكل (1-28) الاستعمالات المتعددة للمبارد.

	
مبرد مستو لتنعيم السطوح	المبرد المربع لتنعيم الزوايا القائمة
	
المبرد المثلث للتنعيم الزاوي	المبرد الدائري لتنعيم الدوائر والأقواس الداخلية
	
المبرد نصف الدائري لتنعيم الأقواس الداخلية	

شكل 1-28 حركة المبرد في أثناء البرادة

7-1 التثقيب Drilling

أن تنفيذ عملية التثقيب في الألواح المعدنية والأجزاء الأخرى يتطلب تحديد مركز الثقب ثم تحديد إشارة مركز الثقب باستعمال السُمبة، ومن ثم نستعمل المثقب اليدوي أو المثقب الكهربائي اليدوي أو المثقب الكهربائي العمودي، والشكل (1-29) يبين عملية التثقيب وأنواع المثاقب المستعملة في العمليات الصناعية.

شكل (1-29) عملية التثقيب

تمرين 4: عمليات البرادة والتثقيب

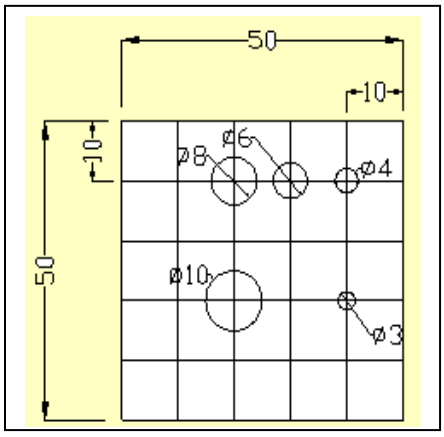
الهدف: التدريب على عملية البرادة والتثقيب باستعمال مثقب كهربائي عمودي.

العُدد والمواد المطلوبة:

قطعة من الفولاذ بأبعاد mm (5 × 55 × 55)	فرشة سلكية
مبرد مسطح خشن وناعم قياس 10 in	زاوية قائمة وسُمبة ومطرقة
مبرد ناعم طول 8 in	المثاقب (برايم) فولاذية قطر 3 و 4 و 6 و 8 و 10 mm
ملزمة حديد	مثقب كهربائي عمودي

خطوات العمل:

1. نظف قطعة الحديد جيداً لإزالة طبقة الأكسدة من على سطح المعدن.
2. اختر أكثر الأضلاع استقامة ثم ابدأ بالعملية.
3. ابرد السطح الأول مستخدماً المبرد الخشن ثم بعد ذلك المبرد الناعم.
4. افحص استواء السطح باستعمال الزاوية القائمة وارسم خطاً عمودياً على السطح الذي تمت برادته.
5. ابدأ بإزالة المعدن الزائد الذي يقع خارج الخط العمودي بواسطة المبرد.
6. عند الانتهاء من السطح الثاني، استعمل الزاوية القائمة لرسم خط عمودي آخر من السطح الذي تمت برادته. وأعد العملية رقم 4، وهكذا للسطح الرابع والأخير.
7. عند التأكد من حصولك على قطعة مربعة تماماً بأبعاد mm (50 × 50)، ابدأ بوضع القياسات باستعمال الزاوية القائمة بحيث ترسم شبكة على القطعة المربعة، بحيث تكون أبعاد الشبكة mm (10 × 10)، وكما هو مبين في الشكل (1-30 أ).
8. حدد مراكز الثقوب بوساطة الزاوية القائمة ومسطرة القياس.
9. بنط مراكز الثقوب بواسطة السُمبة والمطرقة.
10. ثبت القطعة على الملزمة بصورة أفقية، وأبدأ بثقب المعدن بعد اختيار السرعة المناسبة للمثقب الكهربائي العمودي، المبيَّن في الشكل (1-30 ب)، مع ملاحظة البدء بالبريمة الصغيرة، ثم التدرج بقياس البريمة لغرض إحداث الثقب الكبير.



أ

ب

شكل 1-30 تمرين على برادة السطوح وثقبها

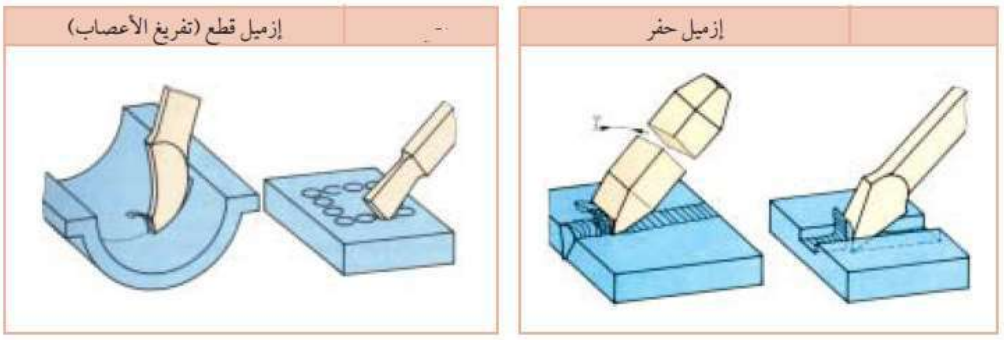
تقويم المدرب للتدريب:

	العناصر	مستوى الأداء	
		الدرجة المعيارية	درجة الطالب
1	اختيار قطعة العمل الحديدية المناسبة	10	
2	تسوية السطوح	10	
3	اختيار المثقب المناسب	15	
4	تخطيط التمرين	20	
5	عمل المراكز بواسطة السُمبة	20	
6	اختيار السرعة المناسبة للمثقب	10	
7	الثقب يجب أن يكون قائماً	15	
يجب أن يكون مستوى أداء الطالب على الأقل جيداً، وفي حال كون مستوى الطالب متوسطاً أو ضعيفاً لأي عنصر من العناصر أعلاه فيجب أعادة التمرين أو على الأقل تلك الخطوة مرة أخرى بمساعدة المدرب.			
8	الدرجة النهائية		كتابة:
اسم المدرب: التوقيع: التاريخ:			

8-1 التأجين Chiseling

التأجين هو عملية إزالة المعدن من الأماكن التي يصعب الوصول إليها بواسطة المنشار، ويستعمل الإزميل والمطرقة لهذا الغرض، وهنالك عدة انواع من الأزاميل Chisels، ولكل نوع استعماله الخاص.

يمكن أن تُجرى عملية التأجين على البارد Cold Chisel أو على الساخن Hot Chisel، وتستعمل الأزاميل بشتى انواعها في عملية قطع المعدن، ويمكن تصنيف الأزاميل على نوعين بحسب عملها. ويوضح الشكل (1-31 أ) إزميل حفر في حين يبين الشكل (1-31 ب) إزميل قطع الأعصاب.



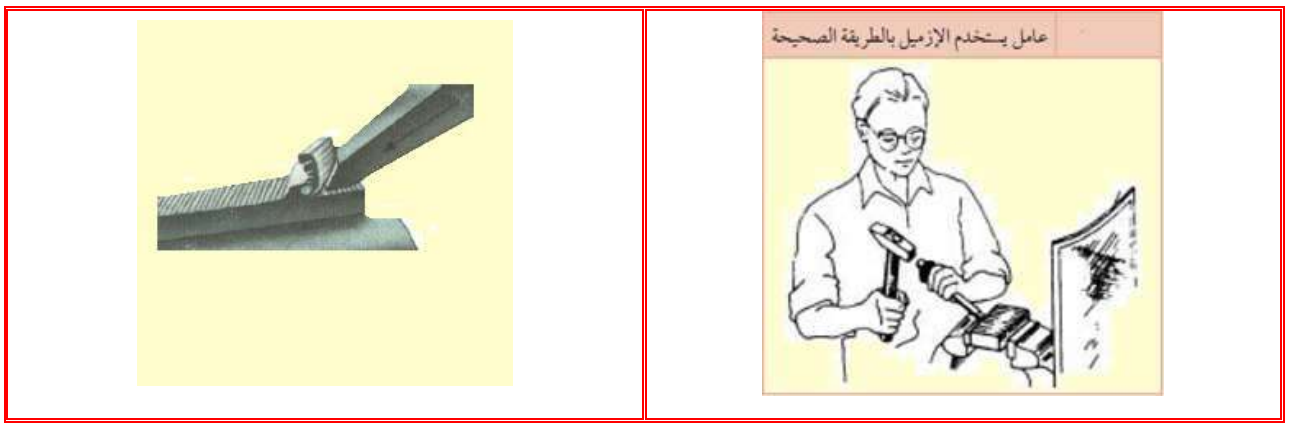
(ب) (أ)

شكل 1-31 عملية التأجين وتفريغ الأعصاب

خطوات العمل بواسطة الإزميل

هنالك خطوات يجب إتباعها عند استعمال الإزميل والمطرقة، وبحسب الخطوات الآتية:

1. ارتداء النظارات الواقية الشفافة التي تصنع عادة من اللدائن.
2. يجب أن يكون القطع قريباً إلى فك الملزمة، ويكون الحد القاطع للإزميل متجهاً إلى الأمام نسبة إلى جسم الفني.
3. ابدأ القطع بوضع الإزميل رأسياً ثم أمل الإزميل بزاوية 60 درجة أثناء عملية القطع، وكما هو مبين في الشكل (1-32).
4. الحفاظ على حافات حادة للإزميل دائماً.



شكل 1-32 عملية التأجين باستعمال الإزميل

تمارين عامة تشمل جميع ما تعلمه الطالب

الهدف: يتوقع من الطالب بعد تنفيذ هذا التمرين أن يكون قادراً على:

1. استعمال أدوات القياس.
2. تخطيط قطعة العمل بحسب الرسومات التنفيذية.
3. تحديد النقاط المطلوبة بمعلومة احداثيين.
4. ربط قطعة العمل بالملزمة بصورة صحيحة.
5. نشر المعدن بالمنشار اليدوي.
6. استعمال الإزميل والمطرقة بشكل صحيح.
7. برادة السطوح المتعامدة.
8. تقييس استواء السطوح.
9. ثقب المعدن.

العُدد والمواد المطلوبة:

أدوات القياس والضبط	العُدد
1- مسطرة حديد	1- ملزمة، برايم فولاذية قياس 5 mm
2- قدمة	2- مبارد مستوية ناعمة وخشنة
3- زاوية قائمة	3- فرشاة تنظيف سلكية
4- سُمبة وشنكار تخطيط	4- مطرقة وزن $\frac{1}{2}$ kg ومنشار يدوي ومثقب

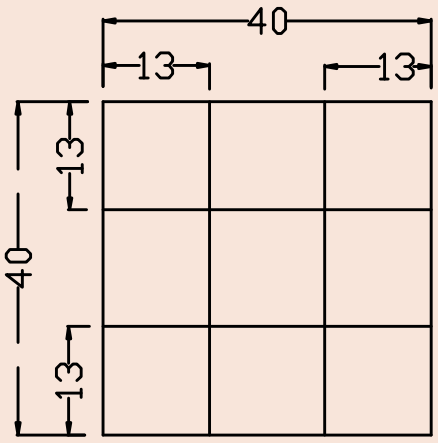
تمرين 5: عمل زاوية قائمة

الهدف : التدرب على أعمال النشر والبرادة والثقب والتأجين.

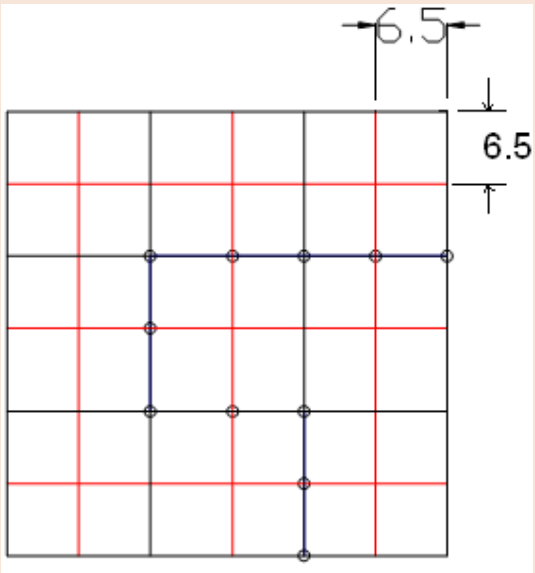
خطوات العمل:

اقطع قطعة من الفولاذ بأبعاد mm (5 × 40 × 40). نظف جميع أسطح القطعة بالفرشاة السلكية، واضبط الزوايا كما تمّ شرحه في التمرين الرابع، ثم اتبع الخطوات المبينة في الشكل (1-33) لإكمال التمرين.

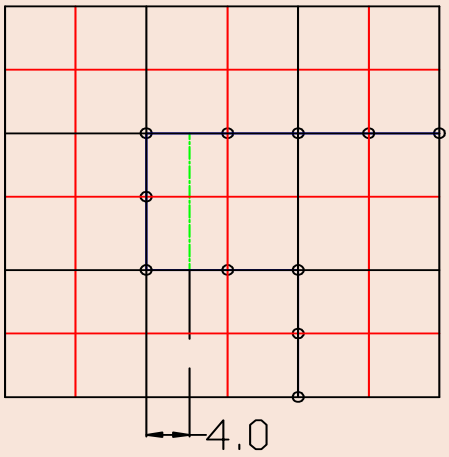
1. بداية التمرين قطعة معدنية من الفولاذ أبعادها mm (5 × 40 × 40)



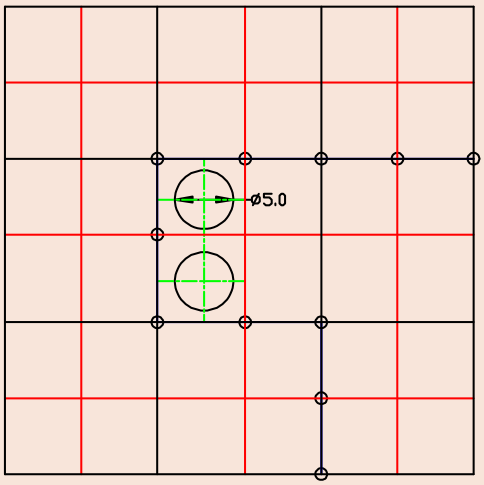
2. تخطيط القطعة بحسب الأبعاد المبينة، وتحديد نقاط القطع بواسطة السمبة.



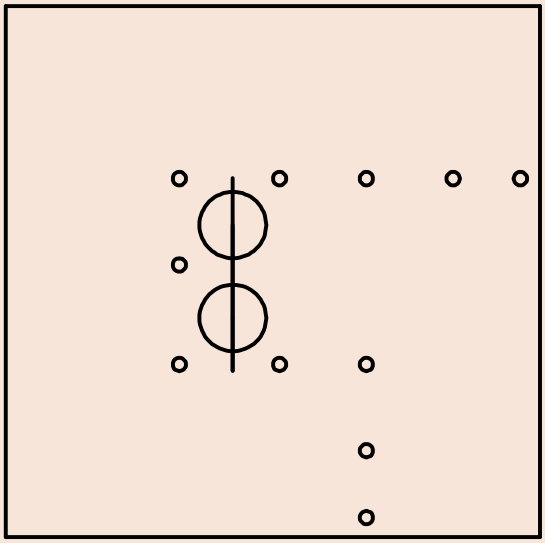
3. تحديد مركز الدوائر.



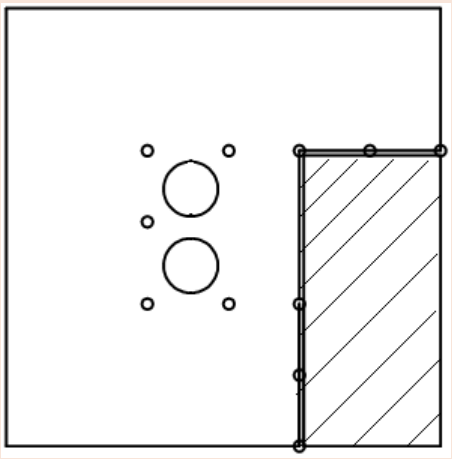
4. اثقب في القطعة المعدنية بقطر 5 ملم.



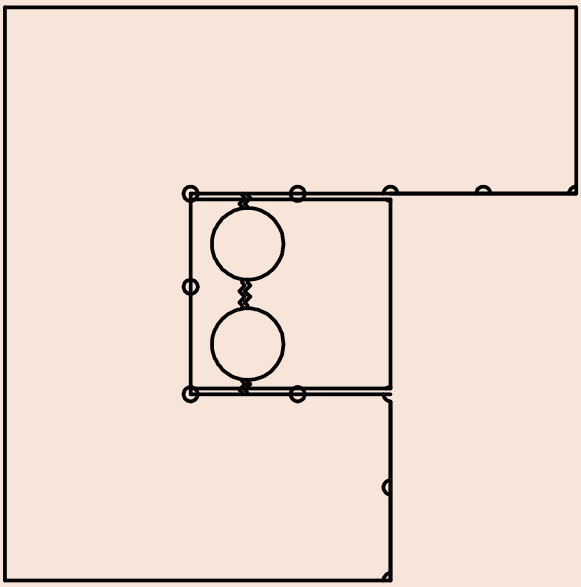
5. تهيئة القطعة للنشر.



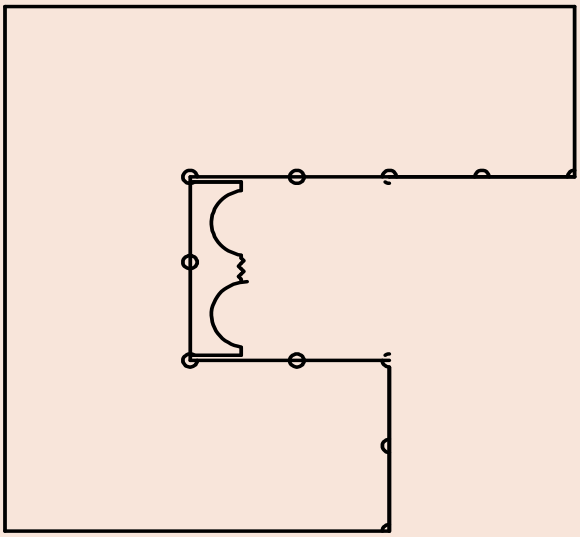
6. نشر القطعة المعدنية لإزالة الجزء الأول.



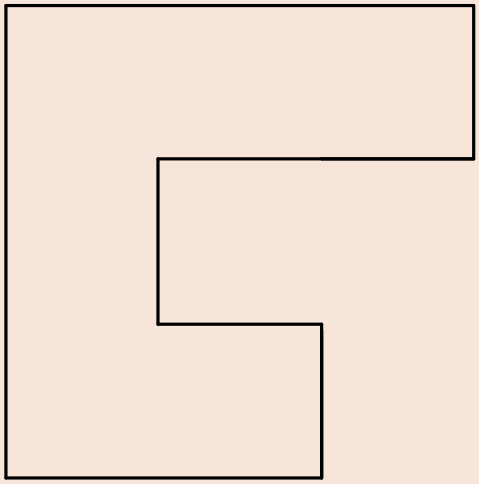
7. المرحلة الثانية للنشر.



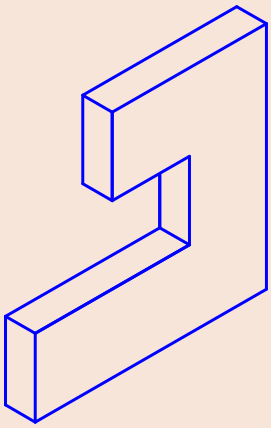
8. إزالة القطعة بالإزميل.



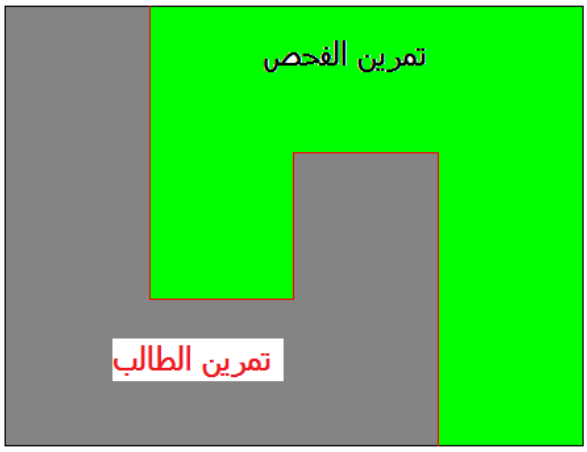
9. برادة القطعة بصورة نهائية وإزالة آثار السمبة.



10.فحص المدرس للتمرين.



بعد الانتهاء من التمرين يقوم المدرس بمطابقة تمرين الطالب مع تمرين متقن يهيئه المدرس لهذا الغرض.

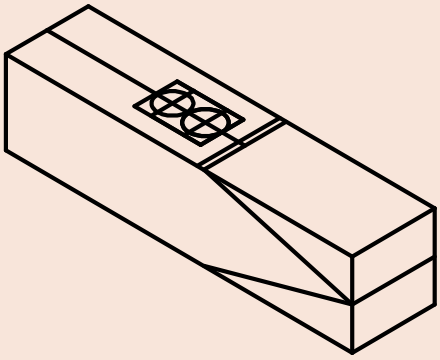


شكل 1-33 خطوات عمل زاوية قائمة

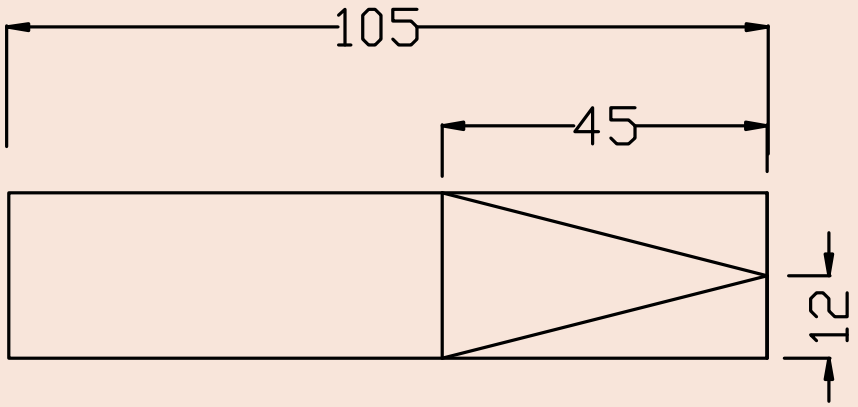
تمرين 6: عمل رأس مطرقة حديدية

لعمل رأس مطرقة نحتاج إلى قطعة معدنية من الفولاذ بأبعاد mm (25 × 25 × 105).

قُم بتنظيف القطعة من جميع جوانبها بالفرشة السلكية ثم اضبط الزوايا كما شُرح في التمرين الرابع، ثم اتبع الخطوات المبينة في الشكل (1-34).

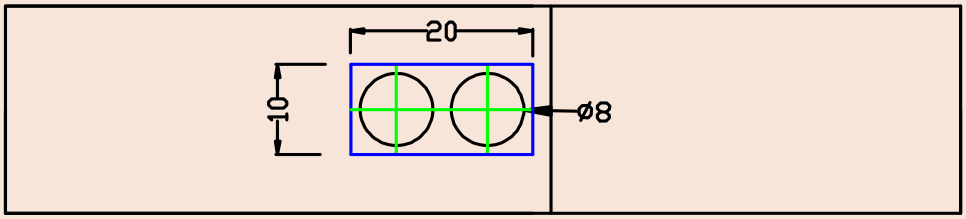


1- شكل القطعة المعدنية وكيفية تخطيطها.

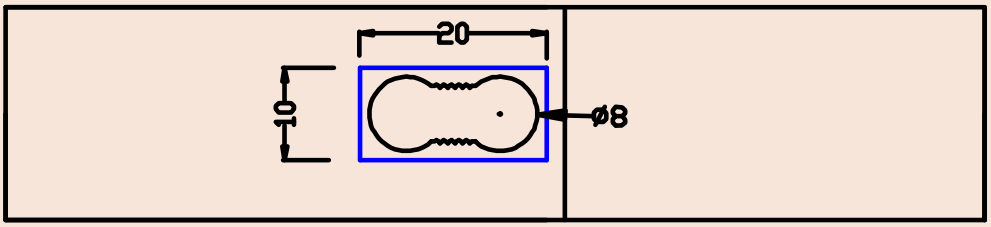


2- المسقط الجانبي للقطعة ويبين فيها تحديد رأس المطرقة

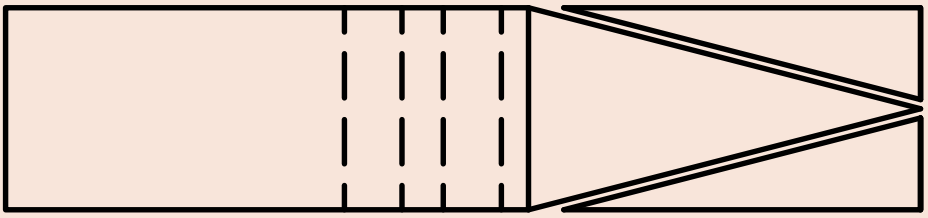
3- تحديد مراكز الثقوب ورسم مستطيل بأبعاد mm(10 ملم × 20)ليكون الثقب الذي تدخل من خلاله يد المطرقة، وثقب القطعة بواسطة المُثقب.



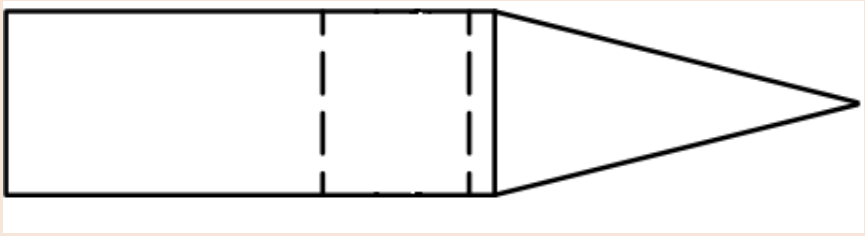
4– قطع المعدن بين الثقبين بواسطة الإزميل.



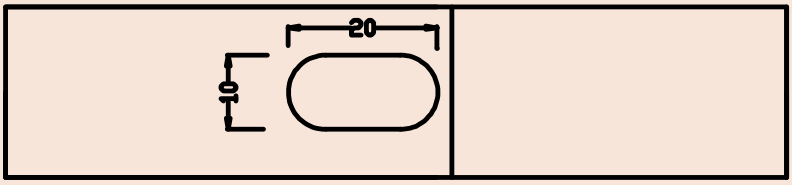
5- نشر حافتي المطرقة بواسطة المنشار اليدوي



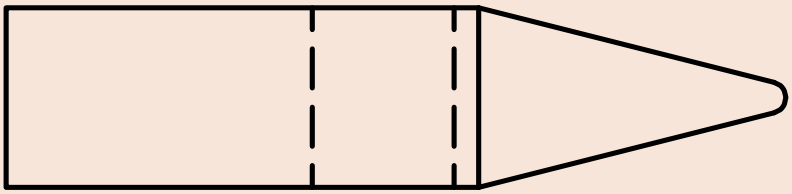
6- إزالة المعدن من رأس المطرقة والتهيؤ لعملية البرادة.



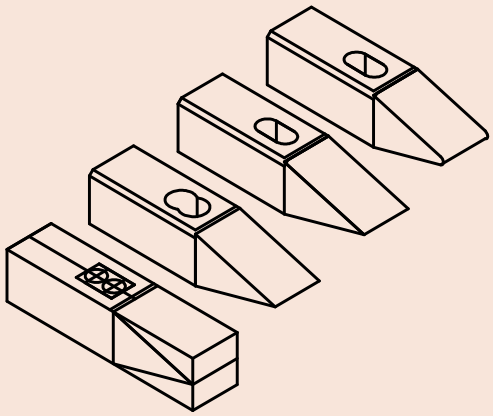
7- برادة ثقب عتلة المسك (اليدة) لإزالة بقايا المعدن الناتج من عملية التأجين.



8- برادة رأس المطرقة كي يكون قطر القوس الناتج عن البرادة 4 ملم.



9- فحص المدرب للتمرين



شكل 1-34 خطوات عمل رأس مطرقة حديدية

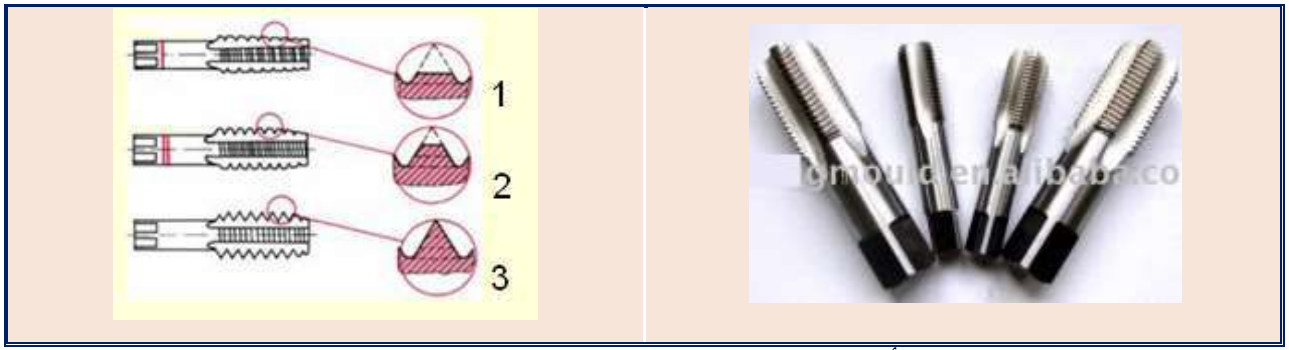
يتبع الجدول الآتي للتقويم

	العناصر	مستوى الأداء	
		الدرجة المعيارية	درجة الطالب
1	اختيار قطعة الحديد المناسبة.	10	
2	تسوية السطوح.	20	
3	اختيار المثقب المناسب.	10	
4	تخطيط التمرين.	20	
5	عمل المراكز بوساطة السمبة.	20	
6	اختيار السرعة المناسبة للمثقاب.	10	
7	الثقب يجب أن يكون قائماً.	10	
يجب أن يكون مستوى أداء الطالب على الأقل جيداً، وفي حال كون مستوى الطالب متوسطاً أو ضعيفاً لأي عنصر من العناصر أعلاه فيجب أعادة التمرين أو على الأقل تلك الخطوة مرة أخرى بمساعدة المدرب.			
8	الدرجة النهائية.		كتابة:
اسم المدرب: التوقيع: التاريخ:			

9-1 التسنين اليدوي Manual Threading

1-9-1 التسنين الداخلي Internal Threading

يستعمل القلاووظ Screw Tap اليدوي لعمل السن الداخلي، ولكل قياس من السن الداخلي هنالك ثلاثة قطع لفتح كل سن من الأسنان، وكما هو مبين في الشكل (1-35)، إذ يتم في البداية استخدام قلاووظ رقم 1، ومن ثم رقم 2، وأخيراً رقم 3.



شكل 1-35 عدة أنواع من القلاووظ ويتضح فيه التدرج في استعمال القلاووظ

ويجب أن تتناسب قطع القلاووظ مع الثقب المراد تسنينه، وفي الأحوال كلها يجب أن يكون قطر الثقب أقل من قطر القلاووظ، ويبين الجدول (1-1) العلاقة بين قطر الثقب وقطر القلاووظ.

قطر القلاووظ (mm)	قطر الثقب (mm)	قطر القلاووظ (mm)	قطر الثقب (mm)
3	2.5	10	8.5
5	4	12	10.5
6	5	14	12

جدول 1-1 العلاقة بين قطر الثقب وقطر القلاووظ

تمرين 7: التسنين بالقلاووظ

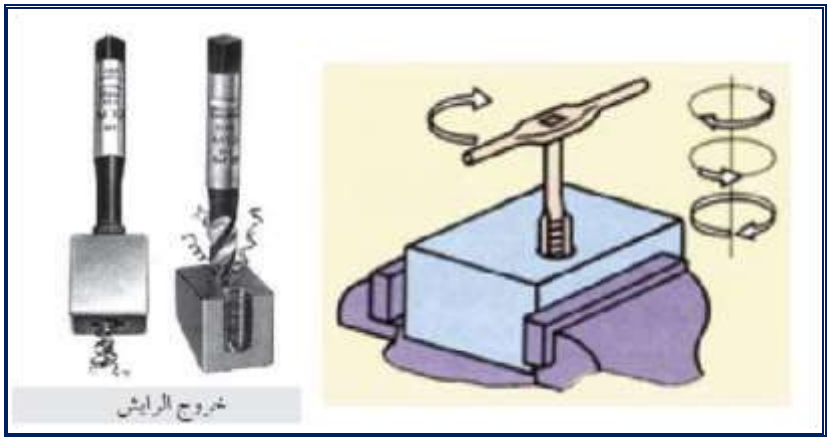
هدف التمرين: التدريب على التسنين باستعمال القلاووظ.

العُدد والمواد المطلوبة

مجموعة قلاووظ قطر 5 ملم، ماسكة القلاووظ، ملزمة، مثقب كهربائي يدوي، فرشة سلكية، بريمة قطر 4 ملم. استعمل قطعة التمرين التي تم استعمالها في التمرين الرابع أبعادها mm (5 ×55 ×55)

خطوات العمل:

1. نظف قطعة المعدن بواسطة الفرشة السلكية، وحدد قطر الثقب كما تعلمت سابقاً.
2. اثقب باستعمال بريمة قطر 4 ملم ثقباً في قطعة المعدن على أن يكون الثقب عمودياً.
3. ثبت قلاووظ رقم 1 في حامل القلاووظ، وابدأ بتحريك القلاووظ حركة أولية باتجاه عقرب الساعة، وعند التقدم مسافة قليلة اعكس الحركة بحيث تكون باتجاه عكس عقرب الساعة، وهكذا حتى تكمل تسنين القطعة بالكامل، واسمح للرايش بالخروج عند كل عملية، وكما هو مبين في الشكل (1-36).



شكل 1-36 اتجاه حركة القلاووظ وخروج الرايش

4. ارفع القلاووظ رقم 1 وأبدله بالقلاووظ رقم 2، واعد العملية كما في الخطوة رقم 3، وبعد ذلك أبدل قلاووظ رقم 2 بالقلاووظ رقم 3، واعد العملية كما في الخطوة رقم 3، وبهذا يكون التسنين الداخلي قد اكتمل، مع ملاحظة إضافة قطرة من الزيت في بداية كل عملية لمنع استهلاك القلاووظ.

2-9-1 التسنين الخارجي External Threading

يستعمل القلاووظ المثلث Nut Tap اليدوي في تسنين قضبان الفولاذ، ويبين الشكل (1-37) العُدد المستعملة في التسنين الخارجي والداخلي.

تمرين 8: تسنين قضيب حديد خارجياً.

هدف التمرين: التدرب على التسنين خارجياً باستعمال القلاووظ.

العُدد والمواد المطلوبة:

قضيب معدني من الفولاذ بحسب القطر المطلوب، قلاووظ مثلث، ماسكة القلاووظ المثلث، ملزمة.

خطوات العمل

1. عمل شطف باستخدام المُبرد في بداية القضيب المعدني بزاوية 45 درجة وارتفاع 1.5 mm
2. ثبت القلاووظ المثلث بالماسكة، وابدأ بعملية القلوظة عمودياً أو أفقياً على لقمة القلاووظ المثلث، وكما هو مبين في الشكل (1-38).
3. ابدأ بالدوران باتجاه عقرب الساعة لنصف دورة، ثم اعكس الدورة للتخلص من الرايش، وهكذا حتى تصل إلى طول السن المطلوب.
4. ضع قطرة من الزيت فوق منطقة العمل في أثناء عملية القلوظة.

شكل 1-37 العُدد المستعملة في التسنين الداخلي والخارجي.

شكل 1-38 أنواع التسنين الخارجي.

10-1 البرشمة Riveting

تتم عملية البرشمة إما يدوياً وإما آلياً، وتتم البرشمة اليدوية بطرق الجزء البارز من المسمار طرقات متتالية بالمطرقة اليدوية أو الهوائية، في حين تتم البرشمة الآلية عن طريق كبس رأس المسمار مرة واحدة باستخدام مكبس هيدروليكي، ويبين الشكل (1-39 أ) انواع المسامير المستعملة.

وتتم عملية البرشمة كما في المراحل الآتية:

1. تنظيف الألواح المراد تجميعها بفرشاة سلكية وإزالة الرايش عنها للحصول على ربط متين.
2. اختيار نوع معدن مسمار البرشام مماثل لنوع المعدن المراد ربطه قدر الإمكان.
3. ثقب القطع المراد تجميعها ببريمة بقطر اكبر بمقدار 1 ملم عن قطر مسمار البرشام.
4. أبرز مسمار البرشام عن سمك القطع المراد ربطها مجتمعة بمقدار 1.5 مرة بقدر قطر مسمار البرشام. أي أن:

$$L_{pin} = t_1 + t_2 + 1.5 \times \emptyset_{pin}$$

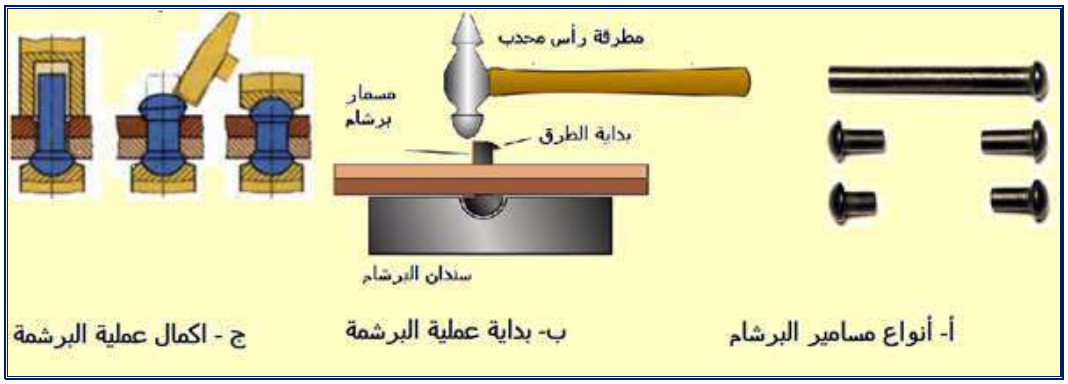
إذ إن:

L_{pin}	طول المسمار المطلوب	t_1	سمك القطعة الأولى
$\emptyset_{pin}$	قطر المسمار	t_2	سمك القطعة الثانية

أي إنه إذا أريد ربط قطعة معدن سمكها 3 ملم بأخرى سمكها 5 ملم وكان قطر المسمار يساوي 4 mm ، سيكون طول مسمار البرشام يساوي:

$$L_{pin} = 3 + 5 + 1.5 \times 4 = 14 \text{ mm}$$

أسند البرشام من الأسفل بواسطة سندان البرشام، واطرق على الطرف الحر لمسمار البرشام بواسطة مطرقة محدبة الرأس، كما هو مبين في الشكل (1-39 ب)، وبعد ذلك أكمل الطرق حتى يكتمل تكوين الرأس النهائي، وكما هو مبين في الشكل (1-39 ج).

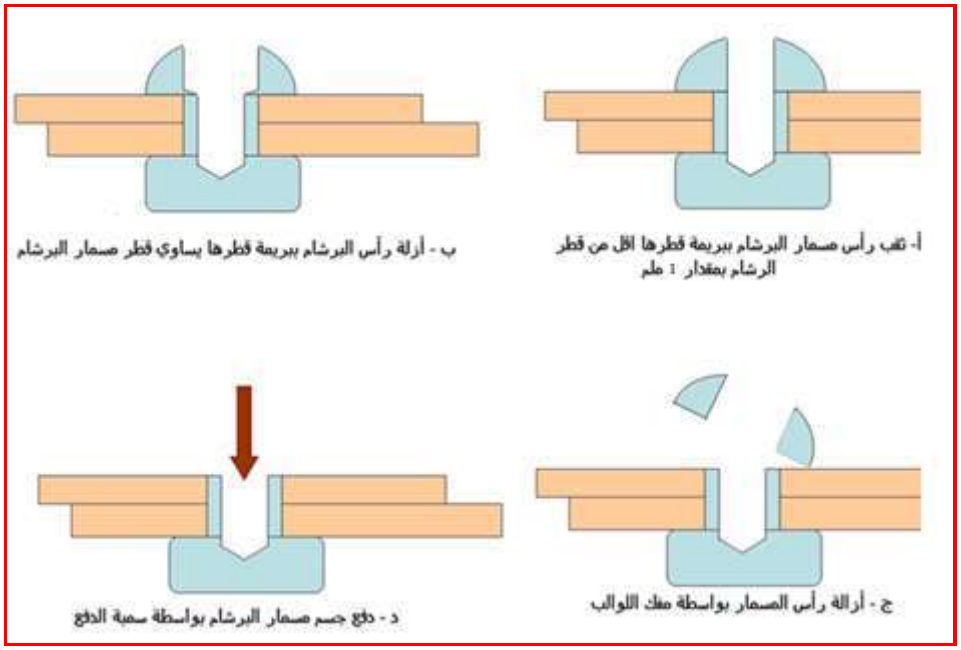


شكل 1-39 البرشمة اليدوية

في بعض الأحيان يتطلب الأمر فصل قطعتي المعدن عن طريق إزالة البرشام من مكانه، ويتطلب الأمر إلى المعدات الآتية:

مثقب كهربائي، بريمة قطرها أقل من قطر مسمار البرشام بمقدار 1 ملم، بريمة قطرها يساوي قطر مسمار البرشام، سُمبة تأشير، سُمبة دفع.

وتبدأ العملية كما هو موضح في الشكل (1-40).



شكل (1-40) عملية إزالة البرشام

11-1 عملية التجليخ Grinding

الاستعمال المتكرر أو الاستعمال الخاطئ لمفك اللوالب أو بريمة الثقب، يحتاج الأمر إلى شحذ هذه الأدوات بين مدة وأخرى، وتسمى هذه العملية بعملية التجليخ. ويجب اتباع الخطوات التالية في أثناء عملية التجليخ:

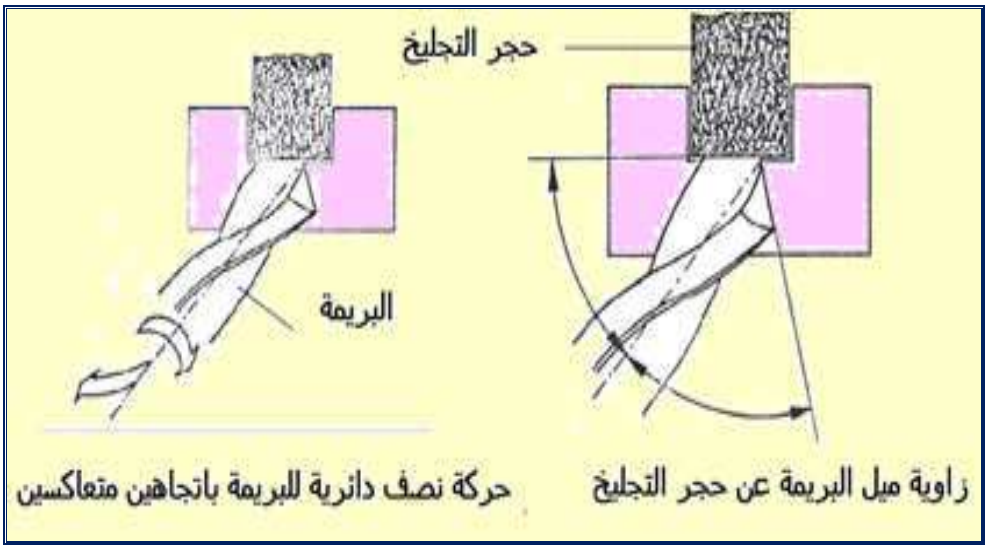
1. ثبت مسند التجليخ على بعد 1.5 ملم عن قرص التجليخ في آلة التجليخ المنضدية.
2. ركب الأداة المراد شحذها في حاملها.
3. شغل آلة التجليخ، ثم لامس الأداة مع قرص التجليخ بحركة خفيفة، وحرك الأداة يميناً ويساراً حتى تتم تسوية الحافة.

خطوات شحذ مفك لوالب مبسط الرأس

1. ارتدِ نظارة واقية وغطاء الرأس والقفازات.
2. قف على يمين القرص أو على شماله عند البدء في عملية التجليخ.
3. اسند جانب المفك إلى جانب مسند آلة التجليخ، واشحذ مفك اللوالب باستعمال محيط حجر التجليخ، وراعِ أن يكون عمق التجليخ أقل ما يمكن.
4. يجب أن تكون زاوية الشحذ مطابقة لزاوية مفك اللوالب المسطح.
5. برّد مفك اللوالب بواسطة الماء الموجود في آلة التجليخ.

خطوات شحذ بريمة ثقب

1. أسند البريمة إلى مسند التجليخ، بزاوية تميل 60 درجة عن المستوى الطولي للقرص، وبزاوية تميل بحدود 15 درجة عن المستوى الأفقي للقرص.
2. حرك البريمة حركة نصف دائرية مع مراعاة الضغط الخفيف على البريمة.
3. اضبط زاوية التجليخ باستعمال معيار فحص زاوية الريشة على زاوية 118 درجة، حيث يبين الشكل (1-41) طريقة شحذ البريمة.



شكل 1-41 طريقة شحذ البريمة

الفصل الثاني

أعمال الأنابيب

Pipes Works

الأهداف

الهدف العام

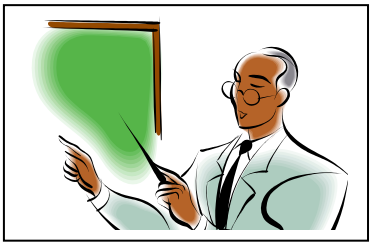
في هذا الفصل سيتمكن الطالب من التمييز بين الأنابيب الفولاذية المغلونة والأنابيب النحاسية ويتعرف على كيفية قطعها وربطها ويختار المقاسات المناسبة المستعملة في مهنة تكييف الهواء والتثليج، ويستطيع إنجاز تقنيات الثني والتسنين والتفليج والتوسيع وغيرها من أعمال الأنابيب.

الأهداف الخاصة

بعد إنهاء دراسة مفردات الفصل الثاني وتطبيقها سوف يكون الطالب قادراً على أن:

1. يتعرف على أنواع الأنابيب.
2. يتعرف على الأنابيب الفولاذية المغلونة ويحدد استعمالاتها.
3. يفهم الأعمال المختلفة على الأنابيب الفولاذية المغلونة وينفذها (قطع الأنابيب، تسنين الأنابيب، ربط الأنابيب بملحقات الأنابيب).
4. يتعرف على الأنابيب النحاسية ومقاساتها.
5. ينفذ الأعمال المختلفة على الأنابيب النحاسية (فتح الأنابيب النحاسية، قطع الأنابيب، تنظيفها من الداخل، قرص الأنابيب، تضييق الأنابيب، تشذيب الأنابيب، ثني الأنابيب، توسيع الأنابيب، وتفليج الأنابيب النحاسية).

محتويات



الفصل 2

التعرف والتدريب على أعمال

أعمال الأنابيب

- الأنابيب الفولاذية المغلونة
- قطع الأنابيب الفولاذية
- تسنين الأنابيب الفولاذية
- وصلات أنابيب الفولاذ المغلونة
- الأنابيب النحاسية ومقاساتها
- فتح الأنابيب النحاسية
- قطع الأنابيب وتنظيفها من الداخل
- قرص الأنابيب النحاسية
- تضييق الأنابيب النحاسية
- تشذيب الأنابيب النحاسية
- ثني الأنابيب النحاسية
- توسيع الأنابيب النحاسية
- تفليج الأنابيب النحاسية

أعمال الأنابيب Pipes Works

1-2 مقدمة Introduction

تستخدم الأنابيب في مجالي التبريد والتكييف في إيصال الماء وموائع التثليج بصورة عامة، وتستعمل الأنابيب الفولاذية المغلونة بصورة واسعة في استعمالات الماء، أما في مجال دوائر التبريد والتكييف فتستعمل الأنابيب النحاسية.

2-2 الأنابيب الفولاذية المغلونة Galvanized Steel Pipes

تستعمل الأنابيب الفولاذية المغلونة في توصيل مياه الشرب أو مياه الخدمة لمنظومات التبريد، وهي توجد بصورة قطع ذات أطوال معينة، وقد يكون طول القطعة الواحدة 4 أو 6 أمتار، وتتوافر بأقطار تبدأ من 2/1 إلى 4 إنج، وتتسلسل كما هو مبين في الجدول (2-1)، والذي يبين أقطار الأنابيب أعلاه بالمليمتر. وهنالك نوعان من الأنابيب الفولاذية، أحدهما أسود اللون ويكون غير مغلون ويستخدم في تمديدات الغاز والبخار وشبكات التدفئة، والآخر هو ما يسمى بالأبيض، ويكون مغلوناً، ويستعمل في نقل المياه، وسنتطرق إلى قطع الأنابيب الفولاذية المغلونة، وتسنينها وطريقة ربطها.

إنج		16/1		8/1		16/3		4/1		16/5		8/3		16/7		2/1		16/9
ملم		1.59		3.18		4.76		6.35		7.94		9.53		11.11		12.70		14.29

أنج		8/5		16/11		4/3		16/13		8/7		16/15		1		1 ½		2
ملم		15.88		17.46		19.05		20.64		22.23		23.81		25.4		38.10		50.80

جدول (2-1) مقاسات الأنابيب الشائعة

ملاحظة: هنالك قياسات أخرى للأنابيب بأقطار أكبر من المذكورة في الجدول شائعة الاستخدام في أنابيب منظومات تكييف الهواء والتثليج.

1-2-2 قطع الأنابيب الفولاذية المغلونة Galvanized Steel Pipes Cutting

يستعمل المنشار اليدوي أو قاطعة الأنابيب لهذا الغرض، ويبين التمرين الأول كيفية استعمال كل من المنشار اليدوي وقاطعة الأنابيب.

التمرين الأول: قطع الأنابيب الفولاذية باستعمال كل من المنشار اليدوي وقاطعة الأنابيب

الهدف من التمرين: التدريب على قطع الأنابيب الفولاذية باستعمال المنشار اليدوي.

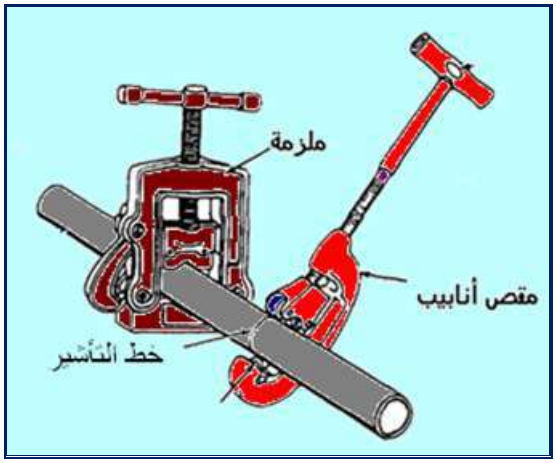
العُدد والمواد المطلوبة:

1- منشار يدوي، 2- قاطعة أنابيب، 3- قلم تأشير، 4- ملزمة أنابيب، 5- شريط قياس معدني، 6- مبرد نصف دائري، 7- مزيتة. 8- أنبوب فولاذي مغلون قطر 0.5 in وطول 20 cm، 9- قطعة قماش.

خطوات العمل

باستعمال المنشار	باستعمال قاطعة الأنابيب
1- ثبت الأنبوب المراد قطعه على ملزمة الأنابيب.	1- ثبت الأنبوب المراد قطعه على ملزمة الأنابيب.
2- أشر 5 cm من طرف الأنبوب.	2- أشر 5 cm من طرف الأنبوب.
3- ضع خط تأشير على الأنبوب بواسطة المنشار.	3- ضع خط التأشير على الأنبوب بواسطة المنشار.
4- ضع نصل المنشار على خط التأشير وابدأ بالنشر مع وضع قطرة من الزيت.	4- ضع حافة سكينة القطع على خط التأشير، وابدأ بلف اللولب حتى يحصل تماس يسير بين السكين والأنبوب.
5- قم بإزالة الرايش من داخل الأنبوب باستعمال المبرد.	5- ابدأ بحركة القاطعة حركة دائرية عكس عقرب الساعة، ومع كل دورة ابدأ بلف اللولب باتجاه عقرب الساعة.
6- نظف سطح الأنبوب الداخلي والخارجي بواسطة قطعة القماش.	6- نظف سطح الأنبوب بواسطة قطعة القماش.

ويبين الشكل (2-1) طريقة قطع الأنابيب باستعمال قاطعة الأنابيب.



شكل 2-1 طريقة قطع الأنابيب باستعمال قاطعة الأنابيب.

2-2-2 تسنين الأنابيب الفولاذية المغلونة Galvanized Steel pipes Threading

يستعمل التسنين للأنابيب الفولاذية المغلونة لغرض ربط الأنابيب ببعضها الآخر لتكوين شبكة الخدمة، من دون الحاجة إلى أعمال اللحام. وهنالك عدة أنواع من ماكنات التسنين، منها اليدوية، والتي تستعمل في المشاريع الصغيرة، وماكنة التسنين اليدوية الكهربائية، والتي تستعمل لتسنين الأنابيب موقعياً، من دون الحاجة إلى فتح الأنبوب من الشبكة، وماكنة التسنين الكهربائية التي تستعمل في المشاريع الكبيرة، ويبين الشكل (2-2) أنواع ماكنات التسنين. ويجب الأخذ بالحسبان إضافة مسافة معينة الى الأنبوب بعد قياسه لغرض عمل التسنين، وتقدر هذه المسافة بحدود 11 ملم لكل منطقة ربط إذا كان قطر الأنبوب 2/1 انج، ويضاف طول مقداره 19 ملم للوصلة الواحدة إذا كان قطر الأنبوب 4/3 إنج.

شكل 2-2 أنواع ماكنات التسنين

3-2-2 وصلات الأنابيب الفولاذية المغلونة Galvanized Steel Pipes Fittings

يستعمل في ربط الأنابيب وصلات الربط التي تكون على عدة أشكال وقياسات، ومن أشكال هذه الوصلات هي الوصلة القائمة، وصلة التفرع على شكل حرف (T) وصلة الربط المستقيمة ذات السن الداخلي ووصلة الربط المستقيمة ذات السن الخارجي، ووصلة التجميع وغيرها، ويبين الشكل (2-3) أنواع وصلات الربط في الأنابيب الفولاذية.

رقم	اسم الوصلة	الاسم الدارج	رقم	اسم الوصلة	الاسم الدارج
1	تقسيم رباعي	تقسيم رباعي	7	وصلة تجميع	يونين
2	وصلة ربط سن داخلي	بوشة	8	وصلة تصغير سن داخلي	بوشة تصغير
3	صمام غلق سن خارجي	بلك	9	زاوية 90 درجة	عكس 90 قائم
4	صمام غلق سن داخلي	بلك	10	تقسيم حرف T	تقسيم
5	زاوية 45	عكس 45	11	زاوية قائمة سن داخلي خارجي	سبيل
6	وصلة تصغير سن خارجي	بوشة تصغير	12	وصلة ربط سن خارجي	مقاوج

شكل 2-3 أنواع وصلات الربط في الأنابيب المغلونة مع جدول بالمسميات

التمرين الثاني: عمل شكل رباعي من الأنابيب الفولاذية باستعمال ملحقات الوصل المختلفة

الهدف من التمرين: عمل شكل رباعي بأبعاد خارجية cm (20 × 20)، وباستعمال أنبوب قطر 1/2 إنج.

العُدد والمواد المطلوبة:

1- أنبوب قطر (1/2 in) وبطول (85 cm)، 2- وصلة ربط قائمة قياس (1/2 in) عدد أربع، 3- وصلة تجميع قياس (1/2 in) عدد واحد، 4- شريط تفلون، 5- قاطعة أنابيب، 6- ملزمة أنابيب، 7- مفتاح ربط الأنابيب (سكروسبانة).

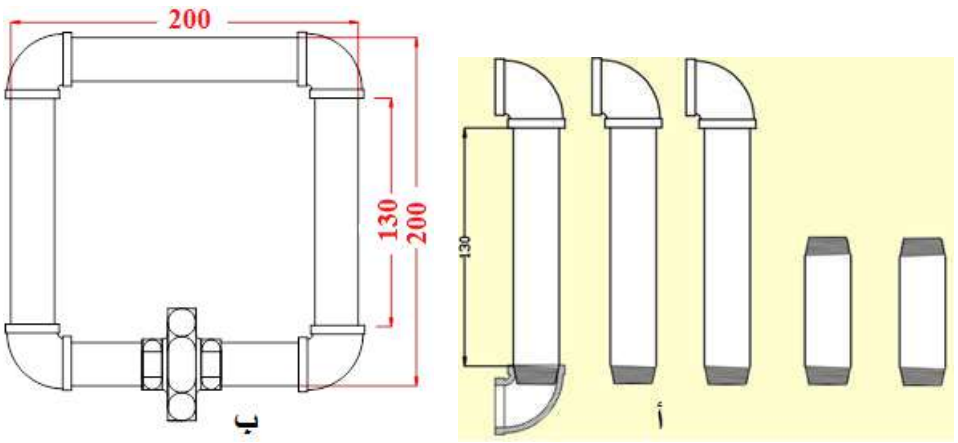
مفاهيم عامة:

المطلوب شكل رباعي بأبعاد mm (200× 200) والمبين في الشكل (2-4 أ)، أي إن البعد الداخلي والذي يمثل طول الأنبوب يمكن أن نجده عن طريق طرح طول الزاوية القائمة مضروباً في اثنين من الطول 200 mm، وسيكون طول الأنبوب بحدود 130 mm وسيكون طول الأنبوب النهائي يساوي طول الأنبوب 130 mm مضافاً إليه 11 mm لكل سن.

أي إن الطول النهائي يساوي (130 + 11 + 11 = 152 mm) لثلاثة أنابيب وكما هو مبين في الشكل (2-4) ، وستبقى قطعتا الأنبوبين اللذين سوف يربطان بالوصلة الجامعة (اليونين)، ويقاس هذا الطول موقعياً لوجود أنواع مختلفة الأطوال من الوصلة الجامعة.

خطوات العمل

1. اقطع ثلاث قطع من أنبوب الماء طول كل قطعة 152 ملم.
2. اربط القطعة الأولى من القطع الثلاث على ماسكة الأنابيب، واستعمل أداة فتح السن اليدوية، واختر القلاووظ المثلث قياس1/2 إنج.
3. ضع كمية قليلة من الزيت على الطرف الذي تريد أن تقوم بتسنينه (ملاحظة: يجب وضع نشارة خشب أسفل الملزمة، لمنع انزلاق العاملين).
4. ضع القلاووظ المثلث على طرف الأنبوب وبضغط خفيف على القلاووظ باليد اليسرى ابدأ بتدوير يدة القلاووظ باتجاه عقرب الساعة، لا ترفع يدك اليسرى إلا بعد فتح عدد من الأسنان في الأنبوب.
5. عند التأكد من فتح بعض الأسنان في طرف الأنبوب ارفع يدك اليسرى، وابدأ بتدوير يده القلاووظ المثلث باتجاه عقرب الساعة مع إضافة كمية من الزيت إلى طرف الأنبوب.
6. عند الانتهاء من تسنين الأنبوب (بطول نحو 15 ملم) ابدأ بعكس اتجاه الدوران حتى تزيل القلاووظ المثلث من طرف الأنبوب.
7. ارفع الأنبوب من ملزمة الأنابيب، واقلب الأنبوب لتسنين الطرف الآخر.
8. أعد الخطوات من 4 – 7 للقطع الباقية المبينة في الشكل (2-4 أ).
9. أعد الأنبوب إلى الملزمة ولف شريط من التفلون على السن باتجاه عقرب الساعة.
10. استعمل مفتاح ربط الأنابيب لربط أول وصلة قائمة على طرف الأنبوب الأول، والثاني، أما الثالث فيربط عليه وصلتان قائمتان، ويربط احد قطعتي وصلة الجمع إلى الأنبوب القصير والقطعة الأخرى للوصلة الجامعة على الأنبوب القصير الثاني.
11. ابدأ بجمع القطع كافة لتكوين الشكل الرباعي المبين في الشكل (2-4 ب).



شكل 2-4 تمرين قطع أنابيب فولاذية مغلونة وتسنينها وربطها والتي تكوّن الشكل الرباعي

طريقة وضع التفلون للأنبوب وأسلوب ربط الانابيب ويكون باتجاه عقرب الساعة مع حركة يسيرة عكس اتجاه عقرب الساعة، وكما هو مبين في الشكل (2-4 ج).

شكل 2-4 ج طريقة وضع شريط التفلون وربط الأنابيب

4-2-2 حني الأنابيب Pipes Bending

تستعمل الحانيات (آلة الحني) الهيدروليكية لحني الأنابيب الفولاذية، وكما هو مبين في الشكل (2-5)، إذ يتم وضع الأنبوب في الحانية بحيث يستند إلى مسندي الحانية، ثم يختار قالب الحني بحيث يتناسب مع قطر الأنبوب، ويبدأ بعد ذلك بحركة عتلة الحانية إلى الأعلى والأسفل لغرض ضخ الزيت مما يؤدي إلى تقدم قضيب الحانية، وهكذا حتى يُحنى الأنبوب بحسب الطول المطلوب.

شكل 2-5 حانية الأنابيب الهيدروليكية

3-2 الأنابيب النحاسية Copper Pipes

تصنع الأنابيب النحاسية من النحاس النقي بنسبة نقاوة لا تقل عن 99%، وهو معدن سهل التشكيل والتشغيل، وعادة يستعمل في منظومات التثليج كونه متوافقاً للعمل مع جميع موائع التثليج باستثناء الأمونيا، لأنها تتفاعل مع النحاس، ولهذا تستعمل الأنابيب الفولاذية مع منظومات التثليج التي تستعمل مائع الأمونيا. تستعمل الأنابيب النحاسية في دورات التبريد عادة لجودة توصيلها للحرارة، مما يسمح بتبادل حراري جيد في جميع أجزاء الدورة.

وهنالك نوعان من الأنابيب النحاسية المستخدمة في أنظمة التكييف، أحدهما الأنابيب النحاسية اللينة وتتوافر بصورة لفات بطول 25 قدم (7.62 متر) و 50 قدم (15.24 متر) و 100 قدم (30.48 متر)، والنوع الآخر هو الأنابيب الصُلبة وتكون بصورة أنابيب مستقيمة بطول 20 قدم (6.1 متر) (روطة)، تغلق عادة أطراف الأنابيب النحاسية بسدادات بلاستيكية لمنع دخول الأتربة والمواد الغريبة أو تأكسدها من الداخل.

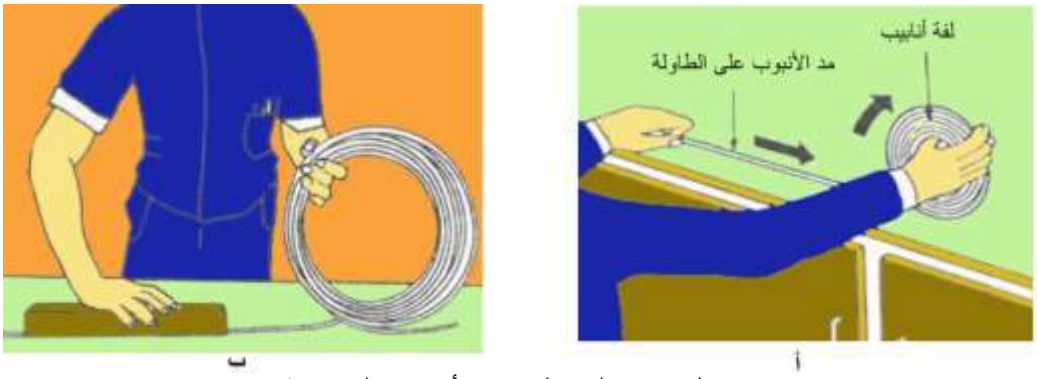
1-3-2 قياسات الأنابيب النحاسية Copper Pipes Sizes

تحدد قياسات الأنابيب النحاسية اعتماداً على قطرها الخارجي، وتكون بأقطار(1/4 و 5/16 و 3/8 و 1/2 و 5/8) إنج وغيرها، أما مقاسات الأنابيب الشعرية فتكون بقطر(1/32 و 1/16 و 1/8) إنج.

2-3-2 أعمال الأنابيب النحاسية Copper Pipes Works

1. فتح الأنابيب النحاسية

تباع الأنابيب النحاسية اللينة، كما ذكر سابقاً، بصورة لفات، ويجب مدها على طاولة العمل عند الاستعمال، كما هو مبين في الشكل (2-6 أ)، وبعد ذلك يتم تعديلها بواسطة قطعة خشبية تحتوي على أخدود نصف اسطواني يتناسب قطره مع قطر الأنبوب النحاسي، كما هو مبين في الشكل (2-6 ب).



شكل 2-6 التعامل مع الأنابيب النحاسية

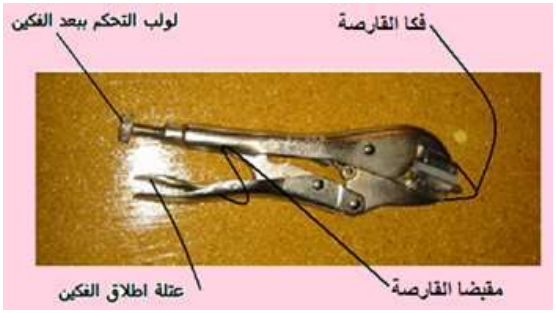
2. قطع الأنابيب النحاسية وتنظيفها من الداخل

تستعمل قاطعة الأنابيب لقطع الأنابيب النحاسية، وهنالك عدة أنواع من قاطعات الأنابيب النحاسية، ويمكن تمييز نوعين منها، أحدهما يكون كبيراً نوعاً ما، ويستعمل لقطع الأنابيب خارجياً، والآخر يكون صغيراً، ويستعمل لقطع الأنابيب داخل الأماكن الضيقة، وتتم عملية القطع عن طريق حصر الأنبوب النحاسي بنحوٍ أولي بين البكرة وسكين القطع، وتدار آلة القطع حول الأنبوب مع تسليط ضغط مستمر على الأنبوب بواسطة قبضة التحكم، وكما هو مبين في الشكل (2-7).

3. قرص الأنابيب النحاسية

تستعمل القارصة لغرض قرص الأنبوب النحاسي، وتستعمل القارصة غالباً لقرص أنبوب الخدمة قبل عملية لحام الأنبوب لمنع تسرب مائع التثليج في أثناء عملية اللحام، وعند الانتهاء من عملية اللحام يطلق فكا القارصة بواسطة عتلة إطلاق الفكين، ويبين الشكل (2-8) قارصة الأنابيب النحاسية.

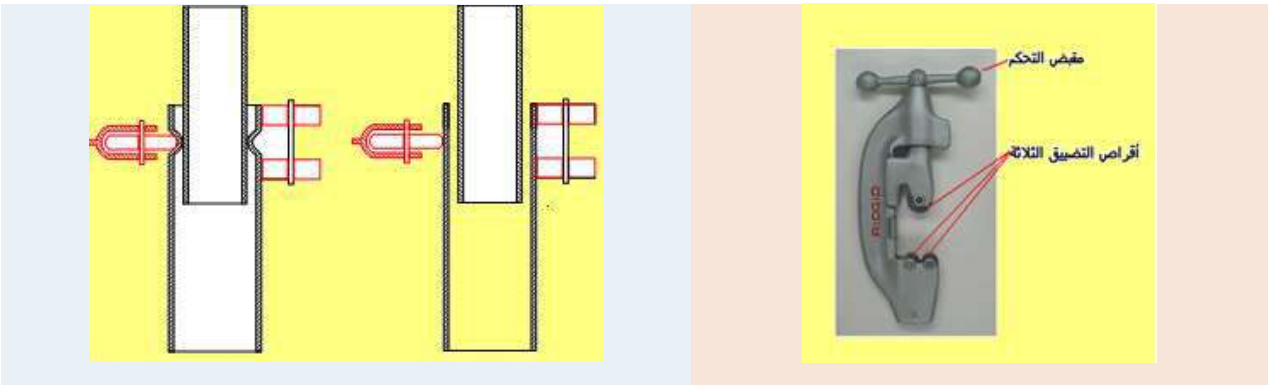
شكل 2-7 قاطعة الأنابيب وكيفية استعمالها



شكل 2-8 قارصة الأنابيب النحاسية

4. تضييق الأنابيب النحاسية

تستعمل أداة تضييق الأنابيب النحاسية لتقليل القطر الداخلي للأنابيب النحاسية، وهي تشبه (في شكلها) قاطعة الأنابيب، ولكن باختلاف واحد، هو إبدال سكين القطع ببكرة، تحتوي أداة التضييق على بكرات ثلاث ويتم التضييق عن طريق حصر الأنبوب النحاسي بصورة أولية بين البكرات الثلاث، وتدار آلة التضييق حول الأنبوب مع تسليط ضغط مستمر على الأنبوب بواسطة قبضة التحكم وكما هو مبين في الشكل (2-9).



أ- أداة تضييق الأنابيب ب – عملية تضييق أنبوب

شكل 2-9 أداة تضييق الأنبوب وكيفية عملها

5. تشذيب الأنابيب

وتستعمل أداة تشذيب الأنابيب النحاسية (تنظيف الأسطح) لتشذيب الحافات الداخلية والخارجية للأنابيب النحاسية بعد قطعها وقبل عمليات اللحام، وتتكون الأداة من جزئين، أحدهما داخلي عبارة عن ثقب مبطن بفرشة سلكية، تستعمل لتشذيب الحافات الخارجية للأنبوب، والآخر عبارة عن فرشة سلكية تستعمل لتشذيب الحافات الداخلية للأنبوب، وهناك أدوات التشذيب بعدة قياسات بحيث تتناسب مع أقطار الأنابيب النحاسية المعمول بها، ويبين الشكل (2-10) أداة تشذيب الأنابيب. ويمكن استعمال ورق السنفرة في تشذيب الحافات الخارجية، ويمكن استعمال أداة التشذيب في قاطعة الأنابيب لتشذيب الحافات الداخلية كبديل عن أداة التشذيب عند عدم وجودها.

شكل 2-10 أداة تشذيب الأنابيب النحاسية

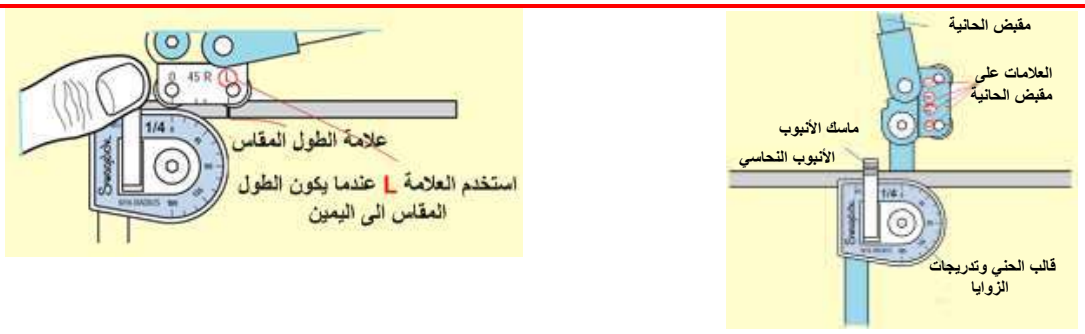
6. حني الأنابيب النحاسية

وتستعمل أداة حني الأنابيب النحاسية لحني الأنابيب النحاسية اللينة فحسب، لذا يجب عدم استعمالها مع الأنابيب النحاسية الصلبة، وهي على عدة أشكال، منها اللولبية وتتكون من نابض من معدن مرن، والنوع الآخر هي أداة يدوية ميكانيكية، وأخرى هي أداة الحني المنضدية التي تتوافر بأحجام مختلفة تتناسب مع مقاسات أقطار الأنابيب النحاسية المعمول بها، ويبين الشكل (2-11) أنواع أدوات حني الأنابيب النحاسية.

شكل 2-11 أنواع أدوات حني الأنابيب النحاسية

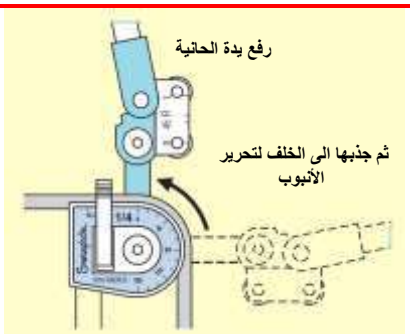
تحتوي أدوات الحني اليدوية على ثلاث علامات على المقبض المتحرك هي (L - R - 45)، وكما هو مبين في الشكل (2-12 أ). تستعمل هذه العلامات كالآتي، إذا أريد حني الأنبوب بزاوية 45 درجة نستعمل العلامة 45، ونبدأ بتحريك المقبض حتى يتطابق الرقم 45 على مقبض الأداة مع الرقم 45 على قالب الأداة، أما بالنسبة إلى علامتي L - R، فتستعملان لحني الأنبوب بزاوية 90 درجة، وكالآتي:

إذا أريد حني أنبوب بزاوية قائمة وطول 70 ملم، فإما أن نضع البعد 70 ملم إلى اليمين، عندها نضع علامة 70 ملم على العلامة R، وإما يكون اتجاه الطول 70 ملم على اليسار، عندها نضع العلامة التي تمثل طول 70 ملم على العلامة L، كما هو مبين في الشكل (2-12 ب)، ولإتمام عملية الحني نحرك مقبض الأداة إلى الأسفل حتى تتطابق العلامة O مع التدريج 90 على قالب الحني، وكما هو مبين في الشكل (2-12 ج). بعد ذلك يُسحب مقبض الأداة وتُرفع إلى الأعلى ويُحرر الأنبوب وكما هو مبين في الشكل (2-12 د).

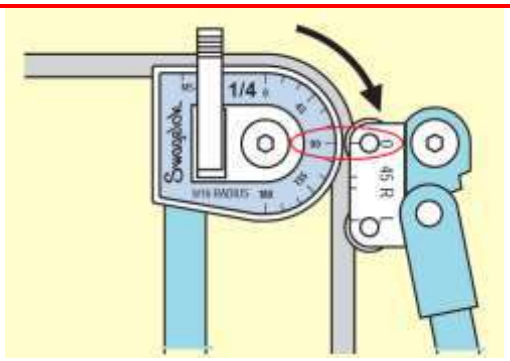


أ - علامات أدوات الحني اليدوية ب- كيفية وضع خط القياس على العلامة L

شكل 2-12 حني الانابيب النحاسية



د- طريقة تحرير الأنبوب بعد الحني



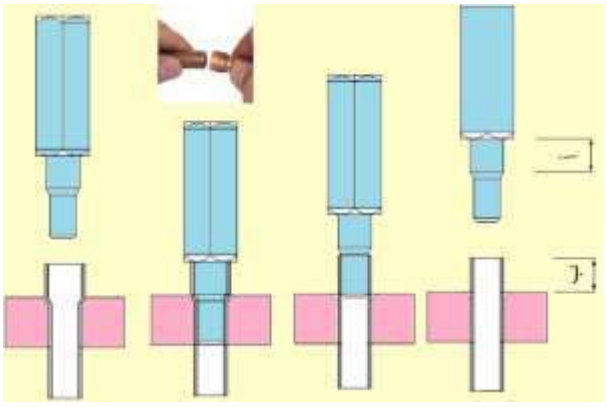
ج- طريقة الحني

شكل 2-12 حني الأنابيب النحاسية

7. توسيع الأنابيب

تستعمل السُّمبة لزيادة قطر الأنابيب النحاسية بحيث يمكن ربط أنبوبين نحاسيين بقطر واحد عن طريق توسيع طرف أحد الأنبوبين بحيث يكون القطر الداخلي للأنبوب الموسع يساوي القطر الخارجي للأنبوب قبل توسيعه، لغرض تسهيل عملية اللحام وإعطاء الأنبوب متانة بعد عملية لحامه ومنع تسرب المائع من منطقة اللحام، وهي على نوعين، أحدهما عبارة عن سُمبة بأقطار مختلفة تتناسب مع الأقطار الخارجية والداخلية للأنابيب النحاسية المتوفرة، وتستعمل المطرقة في هذا النوع من موسعات الأنابيب، والنوع الآخر عبارة عن عتلة تشبه المقص، وتحتوي على أربع قطع معدنية تشكل قضيب قطره الخارجي يساوي القطر الداخلي للأنبوب قبل توسيعه وعند ضغط العتلة يدوياً تعمل على زيادة قطر القضيب النحاسي ليكون مساوياً للقطر الخارجي للأنبوب قبل توسيعه، ويبين الشكل (2-13) أنواع أدوات توسيع الأنابيب، ويتم توسيع الأنابيب بواسطة السُمبة وملزمة الأنابيب المصاحبة لها باستعمال المطرقة، وتوضع قطرة من الزيت على السمبة قبل البدء بعملية التوسيع، وكما هو موضح في الشكل (2-14).

شكل 2-13 أدوات توسيع الأنابيب



شكل 2-14 عملية توسيع الأنبوب النحاسي

التمرين الثالث: قطع الأنابيب النحاسية وتوسيعها وحنيها

الهدف من التمرين: معرفة الطريقة الصحيحة في قطع الأنابيب النحاسية وتوسيعها وحنيها.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- قاطعة أنابيب نحاسية، 2- مطرقة حديدية وزن 250 غم، 3- ملزمة أنابيب نحاسية، 4- سُمبة توسيع قياس 3/8 إنج، 5- أداة تشذيب الأنابيب، 6- مسطرة قياس، 7- قلم تأشير، 8- أنبوب نحاس من النوع اللين طوله 30 سم وقطره 3/8 أنج، 9- ورق سنفرة ناعم.

خطوات العمل

أولاً: القص والتوسيع

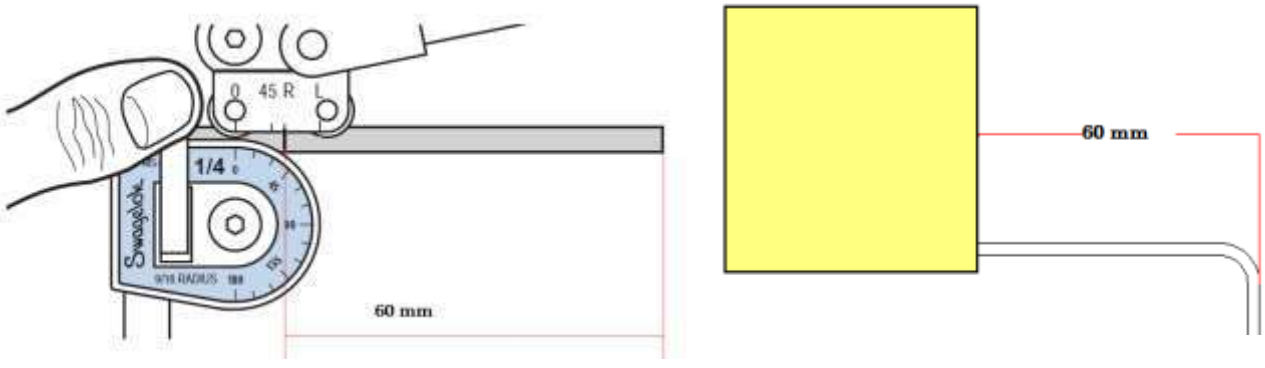
1. افتح لفة الأنابيب النحاسية على منضدة العمل وقم بتعديل طول 40 سم من الأنبوب النحاسي باستعمال قطعة من الخشب كما تعلمت سابقاً.
2. خذ قياس طول 30 سم من الأنبوب النحاسي وأشره بواسطة قلم التأشير.
3. استعمل قاطعة الأنابيب لقطع الطول المطلوب.
4. شذّب الحافات الداخلية والخارجية لطرفي الأنبوب، وعند عدم وجود أداة التشذيب استعمل ورق السنفرة الناعم لتشذيب الحافات الخارجية وأداة التنظيف في قاطعة الأنابيب في تنظيف الأطراف الداخلية.
5. خذ قياس الطول الذي سوف تستعمله لتوسيع الأنبوب، واربط الأنبوب النحاسي على الملزمة، بحيث يكون الجزء البارز فوق الملزمة يساوي طول جزء السمبة المستعمل للتوسيع الذي قمت بقياسه سابقاً.
6. اضف قطرة من الزيت على القطر الكبير لسُمبة التوسيع، وادخل السُمبة في الأنبوب عمودياً، وابدأ بالطرق حتى دخول القطر الكبير بأكمله داخل الأنبوب، أدر السُّمبة يميناً ويساراً ثم قم بإخراج السُّمبة من الأنبوب.
7. افحص جودة توسيع الأنبوب عن طريق إدخال جزء من أنبوب بالقطر نفسه بداخله.

ثانياً الحني

المطلوب حني الأنبوب أعلاه بحيث يكون الطرف غير الموسع يبعد 60 ملم عن حافة الخزان المبين في الشكل (2-15 أ).

خطوات العمل

1. خذ قياس طول 60 ملم عن الحافة غير الموسعة وضع علامة القياس.
2. ضع الطول 60 ملم على يمينك، وركب الأنبوب في أداة الحني وضع العلامة التي حددتها على الأنبوب على العلامة R الموجودة على مقبض الأداة، كما هو مبين في الشكل (2-15 ب).
3. أبدأ بإنزال مقبض أداة الحني ببطء، حتى تصل العلامة O على الرقم 90 الموجود في قالب الأداة.
4. اسحب مقبض الأداة وارفعه أفقياً، ثم أخرج الأنبوب منه. احتفظ بالأنبوب للتمرين اللاحق.



- أ - - ب -

شكل 2-15 حني أنبوب بزاوية 90 درجة

تقويم المدرب للتمرين – التمرين الثالث

	العناصر	مستوى الأداء الدرجة المعيارية	درجة الطالب
1	اختيار قطر الأنبوب	10	
2	تحديد الطول المطلوب بعد القطع	10	
3	تشذيب أطراف الأنبوب	10	
4	ربط الأنبوب على الملزمة	10	
5	توسيع الأنبوب بنحوٍ منتظم	10	
6	تحديد طول القطعة استعداداً للحني	15	
7	استعمال أداة الثني بنحوٍ صحيح	15	
8	تحرير الأنبوب من أداة الثني	10	
9	إبعاد الأنبوب القائم	10	

يجب أن يكون مستوى أداء الطالب على الأقل جيداً، وفي حال كون مستوى الطالب متوسطاً أو ضعيفاً لأي عنصر من العناصر أعلاه فيجب إعادة التمرين أو على الأقل تلك الخطوة مرة أخرى بمساعدة المدرب.

الدرجة النهائية		كتابة:

8. تفليج الأنابيب

التفليج هو عبارة عن توسيع مسافة قصيرة من طرف الأنبوب تميل بزاوية 45 درجة، والفائدة منها هو ربط الأنابيب ببعضها من دون استعمال اللحام، إذ تستعمل صامولة مع الجزء الذي تم تفليجه، وكما هو مبين في الشكل (2-16 أ)، وتتكون أداة التفليج من ملزمة ذات عدة أقطار، مع مخروط التفليج، وكما هو مبين في الشكل (2-16 ب).

أ- شكل الأنبوب بعد التفليج

ب – أداة التفليج

شكل 2-16 التفليج وأداته

ويجب اتباع الخطوات المبينة في الشكل (2-17) لتفليج الأنبوب:

1. اقطع قطعة من أنبوب نحاسي واجرِ عمليات التشذيب على الأنبوب.
2. ادخل الصامولة المناسبة لقياس الأنبوب قبل التفليج.
3. اربط على الفتحة المناسبة لقطر الأنبوب في الملزمة، ويجب أن يكون هناك جزء بارز من الأنبوب بحدود 3 ملم، وضعْ قطرة من الزيت على السطح الداخلي لطرف الأنبوب.
4. ركب الأداة المخروطية على ملزمة الأنابيب، وكما هو مبين في الشكل (2-17)، وأبدأ بلف اللولب لحين تماس الجزء المخروطي مع طرف الأنبوب وابدأ بتسليط ضغط متوسط لحين تشكيل الأنبوب.
5. ابدأ بفتح اللولب وارفع الأداة المخروطية وحرّر الأنبوب من الملزمة.

التمرين الرابع: تفليج الأنابيب النحاسية اللينة

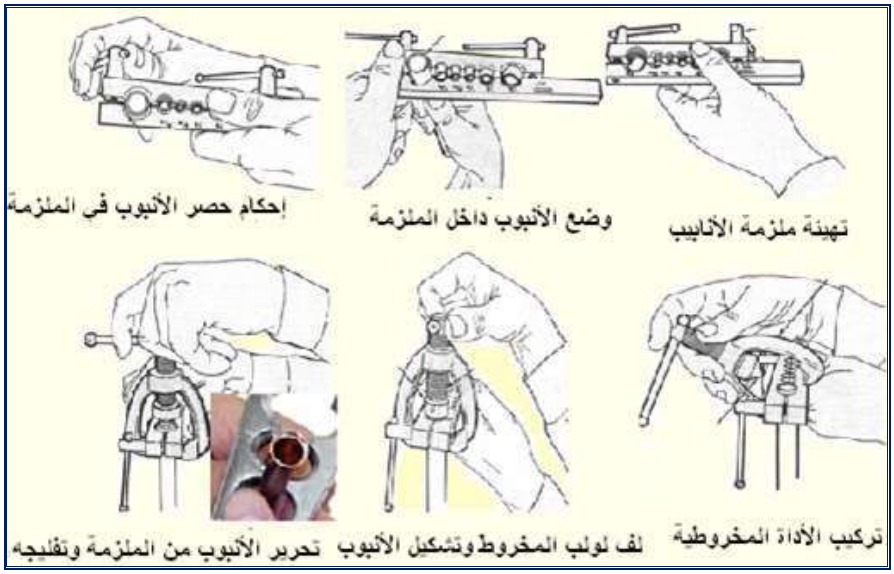
الهدف من التمرين: توصيل أنابيب النحاس عن طريق التفليج.

العُدد والمواد المطلوبة:

1- أداة تفليج الأنابيب، 2- مزيتة، 3- أنبوب نحاسي الذي تم استعماله في التمرين السابق.

خطوات العمل:

اربط الأنبوب في الملزمة واتبع الخطوات السابقة لغرض تنفيذ التمرين.



شكل 2-17 طريقة تفليج الأنابيب

الفصل

الثالث

لحام المونة والقصدرة

Brazing & Soldering

الأهداف

الهدف العام

في هذا الفصل سيتمكن الطالب من التعرف على أنواع اللحام وتقنياته وأداء عمليات لحام المونة ولحام القصدرة وإتقانها واستعمالها بصورة خاصة في أعمال ربط الأنابيب بشتى أحجامها وأنواعها بصورة دائمية، ويتعرف على كيفية اختيار المُعدات المناسبة لذلك، وتنفيذ عمليات اللحام بالمونة باستعمال مشاعل اللحام الغازي المتنوعة.

الأهداف الخاصة

بعد إنهاء دراسة مفردات الفصل الثالث وتنفيذها سوف يكون الطالب قادراً على أن:

1. يتعرف على طرائق اللحام.
2. يتعرف على إجراءات السلامة المهنية عند تنفيذ عمليات اللحام.
3. يتعرف على اختيار وتحديد طريقة اللحام المناسبة.
4. يتعرف على المشاعل ومُعدات اللحام الغازي الأخرى.
5. يتعرف على طريقة اللحام الغازي وأنواع الغازات المستعملة.
6. يفهم وينفذ عمليات اللحام الغازي المتنوعة لربط الأنابيب النحاسية والفولاذية وأنابيب الألمُنيوم بطريقة لحام المونة والقصدرة.
7. يتعرف على أسلاك اللحام المتنوعة المصنوعة من معادن وسبائك متنوعة في لحام المونة والقصدرة ويستعملها.
8. يفهم وينفذ عمليات لحام المونة والقصدرة بعدّة أوضاع.

محتويات

الفصل 3

التعرف والتدريب على أعمال

لحام المونة والقصدرة

- السلامة المهنية
- اللحام وأنواعه
- اللحام الغازي
- تحوطات الأمان في اللحام الغازي
- لحام الأوكسي ـ أستيلين
- لحام هواء ـ بروبان
- مشعل الهاليد
- اللحام بالمونة والقصدرة
- لحام القصدرة
- لحام الأنابيب بالمونة باستعمال أسلاك سبائك الفضة
- لحام الأنابيب بالمونة باستعمال أسلاك سبائك البراص
- لحام الأنابيب بالمونة باستعمال أسلاك سبائك الألمنيوم

لحام المونة والقصدرة Soldering & Brazing

1-3 مقدمة Introduction

يُعد اللحام جزءاً أساسياً في أعمال منظومات التثليج وتكييف الهواء، وهذا النوع المهم من الأعمال يدخل كعملية أساسية لا بد منها في مرحلة تصنيع الأجهزة المنزلية والتجارية فضلاً عن منظومات التبريد المركزية، وكذلك في مرحلة ما بعد التصنيع (التصليح والصيانة). تستعمل عمليات اللحام المختلفة في ربط الأنابيب بشتى أنواعها وقياساتها بطريقتي لحام المونة والقصدرة وفي تثبيت أجزاء ومكونات الأجهزة والمنظومات وأعمال عدّة أخرى. اللحام بصورة عامة يصنف إلى مجموعة من التصنيفات بالاعتماد على حالة الجزء الأساسي (المنطقة المراد لحامها)، ويقسم إلى عدّة أنواع اعتماداً على مصدر الطاقة الحرارية المجهزة. وفي هذا الفصل سيتم التعرف والتدريب على استعمال مُعدات لحام المونة والقصدرة في أعمال ربط الأنابيب المتنوعة، والكشف عن جودة اللحام وعيوبه، عن طريق تنفيذ عدّة تمارين عملية تساعد الطالب على استيعاب هذا النوع المهم من أنواع اللحام وإتقانه.

قبل البدء في تطبيق عمليات اللحام يجب التعرف على قواعد السلامة وطرائق الوقاية وإتباعها، فهناك كثير من العاملين يتعرضون يومياً لمخاطر اللحام لأسباب تعود إلى عدم التزامهم بقواعد السلامة المهنية الواجب تطبيقها كي يكون العمل في هذا المجال محدود المخاطر.

2-3 السلامة المهنية Vocational Safety

يُعد تنفيذ جميع بنود السلامة المهنية عند إجراء عمليات اللحام المختلفة من الضروريات الأساسية التي لا يمكن التهاون بها، نظراً لتولد الحرارة العالية والإشعاعات المتنوعة عند إجراء هذه العمليات التي تسبب الإصابة بالحوادث المختلفة للعاملين، مثل الحروق وإصابات العين وغيرها مما يؤثر سلباً في صحة الطاقات البشرية جسدياً ونفسياً وبالتالي خسائر لا يمكن تعويضها بسهولة، ناهيك عن وقوع الحرائق بسبب التعامل المباشر مع مواد سريعة الاشتعال قد تسبب خسائر مادية مكلفة. وهناك أمور على قدر الأساسيات التي يتوجب على الطالب الالتزام بها في هذه المرحلة من الدراسة في مجال السلامة المهنية هي:

أولاً: <u>الملابس والمُستلزمات الأخرى</u>

يجب ارتداء الملابس المناسبة المصنوعة من الجلد أو من مواد مضادّة للحريق فضلاً عن ارتداء القفازات الجلدية وحذاء العمل الخاص، ووضع سدادات الأذنين ونظارة معتمة واقية للعين في أثناء اجراء عمليات اللحام بأنواعه، وكما هو موضح في الشكل (3-1).

ثانياً: <u>المُعدات وطريقة العمل</u>

يجب مراعاة الآتي:

1. التأكد من غلق وعدم وجود أي تسريب في جميع صمامات عُدّة اللحام بالغاز.
2. يجب أن يكون اللحام معاكساً لاتجاه اسطوانات الغاز والأوكسجين خوفاً من تطاير الشرر.
3. تركيب صمام مانع لرجوع اللهب لمنع رجوع اللهب إلى الغاز الموجود في الأسطوانة الذي قد يسبب حدوث الانفجار.

ثالثاً: <u>مكان العمل</u>

من الضروري أن يتصف مكان اللحام بالمتطلبات الآتية:

1. أن يكون مكان العمل واسعاً يسمح للمتدرب بحرية الحركة فيه.
2. التأكد من التهوية الجيدة للمكان.
3. أن يكون المكان مخصصاً للعاملين فحسب ويمنع وجود أشخاص آخرين لا علاقة لهم بالعمل.

4. الإنارة الكافية للمكان.
5. التأكد من عدم وجود سوائل ومواد قابلة للاشتعال مطلقاً في مكان العمل.

شكل 3-1 متطلبات السلامة المهنية في أثناء عملية اللحام

3-3 اللحام وأنواعه Types of Welding

تصنف أنواع اللحام بحسب الحالة إلى:

1. **اللحام بالحالة السائلة**: إذ يتم صهر مناطق اللحام المتداخلة للأجزاء المراد ربطها مع بعضها البعض، ويضاف إلى مناطق اللحام مواد بصورة أسلاك أو بصورة أخرى مصنوعة من نفس مادة الجزء الرئيس أو من سبائك معدنية مناسبة أخرى، وفي بعض الأحيان تتم عملية اللحام هذه من دون إضافات. مثال على اللحام بالحالة السائلة ربط قطعتين من الفولاذ باستعمال ماكنة القوس الكهربائي.
2. **اللحام بالحالة السائلة ـ الصلبة**: لا يتم صهر مناطق اللحام للأجزاء الأساسية المراد لحامها، بل يتم صهر المادة المضافة إلى مناطق اللحام، وخير مثال على ذلك هو ربط أنبوبين من النحاس بطريقة لحام المونة باستعمال أسلاك سبائك الفضة.
3. **اللحام بالحالة الصلبة**: لا يتم صهر الأجزاء الأساسية في مناطق اللحام ولا يتم استعمال مواد منصهرة مضافة، بل تتم عملية اللحام بالاستعانة بتسليط ضغط أو أساليب أخرى، وفي بعض الأحيان تسخن الأجزاء المراد لحامها في أثناء عملية اللحام إلى درجات حرارة عالية دون درجات حرارة انصهار المادة، مثل اللحام الحدادي.

وتقسم طرائق اللحام بحسب مصادر الطاقة المطلوبة إلى:

1. **الطاقة الكيميائية**: مثل اشتعال الغازات (الأستيلين، البروبان، الغاز الطبيعي، وغيرها) بإضافة الأوكسجين إليها والتي تولد حرارة عالية نتيجة التفاعل تستعمل في صهر مناطق اللحام أو صهر المادة المضافة.
2. **الطاقة الكهربائية**: تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية باستعمال مكائن اللحام الكهربائية، والتي تكون على نوعين أساسيين، أحدهما مكائن القوس الكهربائي والآخر مكائن المقاومة الكهربائية، في مكائن لحام القوس الكهربائي إما أن تستخدم فيها أقطاب مستهلكة وإما دائمية.
3. **الطاقة الضوئية**: تستعمل تقنية الليزر أو حُزمة الإلكترون في هذا النوع من اللحام بتطبيقات خاصة.

ونظراً للتطبيقات الشائعة في لحام المونة والقصدرة عند ربط الأنابيب المتنوعة المستعملة في أجهزة تكييف الهواء والتثليج بشتى أنواعها، سيتم الشرح والتدريب عليها بنحوٍ مفصل في هذا الفصل.

4-3 اللحام الغازي Gas Welding

اللحام الغازي هو أحد أنواع اللحام الذي يكون فيه التفاعل الكيمياوي هو مصدر للطاقة الحرارية المطلوبة لإتمام عملية اللحام، وتستعمل فيه عدّة غازات مثل الميثان، البروبان، البيوتان، وأكثرها شيوعاً في الاستخدام هو الأستيلين (C_2H_2 Acetylene) لأن الشعلة المتولدة صغيرة ومركزة وذات درجات حرارة عالية تسهل من عملية اللحام وإنتاجيتها. وتتولد الحرارة نتيجة تفاعل الغازات المذكورة مع الأوكسجين واشتعالها، وعلى سبيل المثال تتولد الحرارة عند اشتعال الأستيلين بحسب المعادلات الآتية:

$$C_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2CO + H_2 + Heat$$

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2 + Heat$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + Heat$$

فكرة اللحام الغازي هي تسليط الشعلة (اللهب) على حوض اللحام (Weld Pool)، وسلك اللحام (Filler) مما يؤدي إلى انصهارهما، وعند إبعاد الشعلة يمتزج المنصهران وتتكون النواة (Bead).

1-4-3 تحوطات الأمان في اللحام الغازي Safety Factors in Gas Welding

ما يميز اللحام الغازي عن الطرائق الأخرى للحام هو وجود الشُعلة التي تولد الحرارة اللازمة للحام، وبسبب الحرارة العالية يتطلب توخي الحذر الشديد عند التعامل مع هذه الشعلة، تجنباً لحدوث الحروق للعاملين أو حرق الممتلكات والأجهزة والموجودات الأخرى، لهذا يجب أتباع القاعدتين في أدناه عند التعامل مع الشعلة:

القاعدة الأولى: عند إجراء أي لحام يجب أن يكون العمل داخل الورشة أو المكان الذي تتوافر به تجهيزات إخماد الحرائق، ويجب معرفة مكان وجودها وكيفية استعمالها، كذلك يجب استعمال أدوات واقية لمنع تطاير الشرر من اللحام داخل الجسم ويفضل أن تكون الواقية مصنوعة من مواد مقاومة للحرائق، وعند إجراء أية عملية لحام على أجهزة تكييف الهواء أو الثلاجات وغيرها من الأجهزة يجب تغطية الأسلاك والأجزاء الكهربائية حتى لا تحترق.

القاعدة الثانية: عدم القيام بلحام أنبوب محكم إلا بعد التأكد من أن الأنبوب مفتوح للهواء الخارجي (على الأقل من أحد الجانبين).

مع ملاحظة أن أنابيب موائع التثليج الساخنة ومكثفات وحدات التثليج والمحركات الكهربائية قد تكون عند درجة حرارة عالية من الممكن أن تسبب الحروق وتترك آثاراً دائمة في الجسم، كما أن العمل في الأجواء الحارة كأن تكون مثلاً تحت أشعة الشمس المباشرة أو داخل الورش والأماكن الحارة يسبب عناء شديداً للشخص لا سيما عند إجراء عمليات اللحام الغازي. كذلك ضرورة الانتباه عند ظهور احمرار في الجسم أو توقف العرق، لأنها قد تكون دليلاً على أن الجسم تلقى حرارة زائدة عن الحد المحتمل، ويجب عندها مغادرة المكان والانتقال الى الأجواء الباردة والحصول على العناية العاجلة المطلوبة من المتخصصين.

2-4-3 لحام الأوكسي-أستيلين Oxy-Acetylene Welding

الأستيلين غاز صناعي غير مشبع قابل للاشتعال بشدّة بوجود الأوكسجين مولداً حرارة عالية جداً يستفاد منها في عمليات اللحام المتنوعة، يحضر الأستيلين عن طريق إضافة الماء إلى كاربيد الكالسيوم أو العكس بحسب التقنيات المتوافرة، ويمكن الحصول عليه جاهزاً معبأ في اسطوانات خاصة محاطة بمادة إسفنجية كونه غاز غير مستقر.

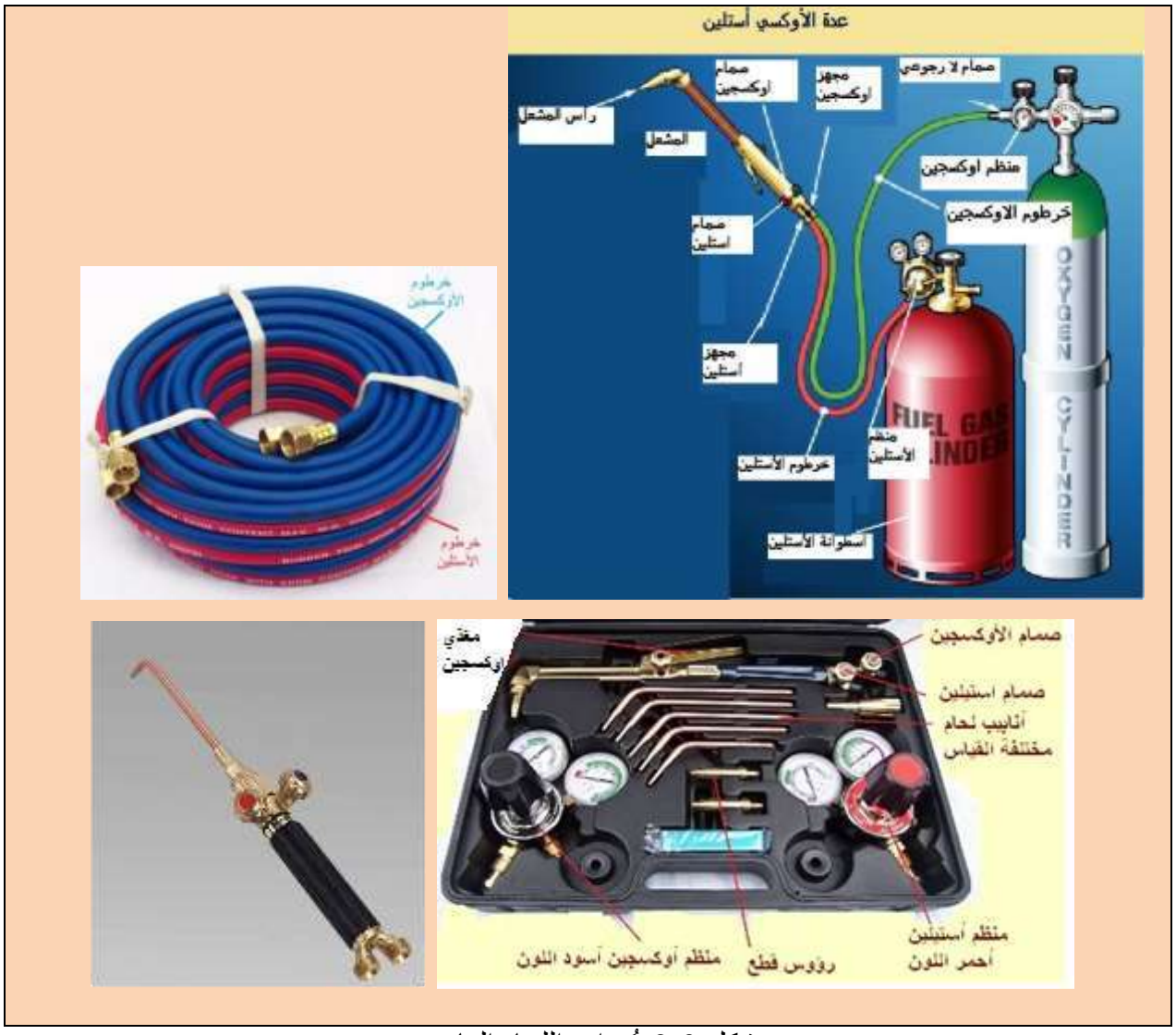
مكونات عُدّة لحام الأوكسي-أستيلين: تتكون عُدة الأوكسي-أستيلين من المُعدات الآتية:

1. **أسطوانات الأوكسجين**: تصنع من الفولاذ بطريقة التشكيل بالسحب وغير الملحومة، وتعبأ بسائل الأوكسجين تحت ضغط (125 bar)، وسعات أسطوانات الأوكسجين كثيرة إذ تتوافر بأحجام كبيرة ومتوسطة وصغيرة، ومن المتعارف عليه في بلدنا العراق ذكر سعاتها بوحدات القدم المكعب مثل (480، 240، 48 قدم مكعب وسعات أخرى غيرها). وتتميز أسطوانة الأوكسجين بصبغ عنق الأسطوانة باللون الأخضر، واتجاه السن من مأخذ الصمام إلى اليمين.
2. **أسطوانات الأستيلين**: تصنع من الفولاذ بطريقة التشكيل بالسحب غير الملحوم، وتعبأ الأسطوانة بسائل الأستيلين تحت ضغط (150 bar). لها عدّة أحجام وبحسب المصانع المنتجة واعتماداً على المواصفات الدولية، وتصبغ عنق أسطوانة الأستيلين باللون الأصفر، واتجاه السن يكون إلى اليسار.
3. **منظمات الضغط**: تستعمل منظمات الضغط للتحكم بضغط الغاز الخارج من الأسطوانة، ويحتوي المنظم على مقياسين للضغط، يسيطر أحدهما على ضغط الغاز داخل القنينة، في حين أن الآخر يتحكم بضغط الغاز الخارج من القنينة والذي يقوم بتغذية المشعل بالغازات.

   ويجب أتباع ما يأتي عند استخدام المنظم:
   - يجب ألا يتم استعمال منظم يحتوي على مقياس ضغط عاطل أو مكسور مطلقاً.
   - عدم الوقوف أمام مقياس الضغط عند فتح صمام الأسطوانة، ويجب اختيار المنظم المناسب للغاز.
4. **خراطيم الغاز**: تستعمل الخراطيم (الأنابيب المطاطية) لإيصال الأوكسجين والأستيلين من الأسطوانتين إلى المشعل، وتكون الخراطيم طويلة نسبياً بحيث تسمح بحرية الحركة وإبعاد منطقة اللحام عن الأسطوانات، وتصنع من المطاط المقوى بخيوط الكتان، ويكون لون خرطوم الأوكسجين (الغاز المساعد للاشتعال) بلون ازرق، في حين يكون لون خرطوم الأستيلين أحمر.

المشعل (Torch): وهي الأداة التي يتم فيها خلط مادة الاحتراق (أستيلين) والأوكسجين، في احد أطرافها أنبوبان مسننان من الخارج ومُعلَّمان بالحرف (A) دلالة موقع ربط خرطوم الأستيلين والحرف (O) موقع ربط خرطوم الأوكسجين، وفي بداية موقع حيز الخلط هنالك صمامان للتحكم بكمية مادة الاحتراق

والأوكسجين. أما الطرف الثاني فهو عبارة عن أنبوبة معقوفة بزاوية معينة من البراص ذات قطر داخلي صغير تسمح بنفاذ الخليط إلى الخارج وتوليد الشُعلة. الشكل (3-2) يبين مُعدات اللحام الغازي التي تستعمل غازي الأوكسجين والأستيلين.



شكل 3-2 مُعدات اللحام الغازي

التمرين الأول: معايرة مشعل لحام الأوكسي-أستيلين (لهب متعادل)

هدف التمرين : إشعال مشعل لحام الأوكسي-أستيلين بلهب متعادل.

العُدد والمواد المطلوبة:

1- مفتاح اسطوانة الأوكسجين، 2- قداحة احتكاكية، 3- مُعدات لحام الأوكسي- أستيلين

خطوات العمل

يجب اتباع الخطوات التالية عند إشعال مشعل الأوكسي- أستيلين:

1. اقفل صمامي الأوكسجين والأستيلين المتواجدين على المشعل (صمام الأستيلين أحمر اللون وصمام الأوكسجين أزرق اللون).
2. افتح منظم الأستيلين نصف دورة ونظم الضغط الخارج بحسب نوعية اللحام، ثم كرّر العملية على منظم الأوكسجين.

3. افتح صمام الأستيلين للمشعل نصف دورة، وانتظر مدة قصيرة لحين خروج الهواء الذي قد يكون مصاحباً للأستيلين، ثم أغلق صمام الأستيلين.
4. افتح صمام الأوكسجين نصف دورة، وانتظر مدة قصيرة كما في الخطوة السابقة، ثم أغلق الصمام.
5. افتح صمام الأستيلين للمشعل ربع دورة واستعمل القداحة الاحتكاكية، ويجب عدم استعمال أعواد الثقاب أو القداحات الغازية أو النفطية، ثم ابدأ بزيادة الأستيلين قليلاً.
6. افتح صمام الأوكسجين ببطء (إذا خرج الأوكسجين بضغط عالٍ فانه يطفئ اللهب) وأمّا في حال انطفاء الشعلة أغلق صمام الأوكسجين فوراً ثم صمام الأستيلين وأعد الخطوة 5.

ابدأ بتنظيم الشعلة كما هو مبين في الشكل (3-3).

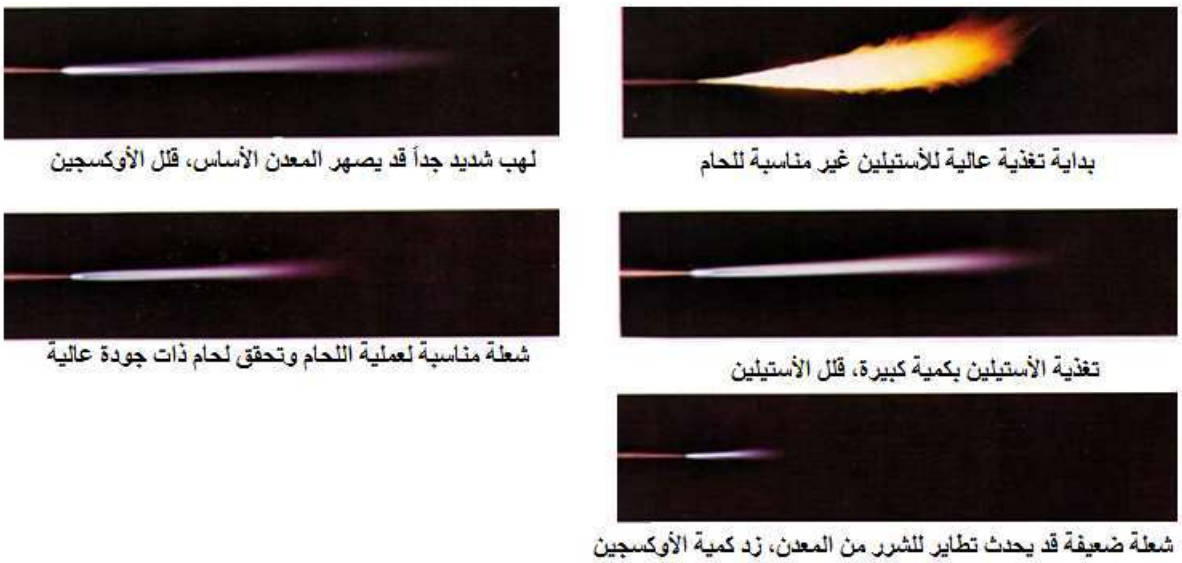
التمرين الثاني: إطفاء مشعل الأوكسي-أستيلين.

هدف التمرين: إطفاء مشعل لحام الأوكسي-أستيلين

العُدد والمواد المطلوبة: طقم مُعدات لحام الأوكسي-أستيلين

خطوات العمل:

- اقفل صمام الأستيلين الموجود في المشعل.
- اقفل صمام الأوكسجين الموجود في المشعل.
- اقفل صمام أسطوانتي الأوكسجين والأستيلين.
- افتح صمامي المشعل للسماح بخروج الغاز الباقي في الخط.
- راقب مقاييس الضغط المرتفع والضغط المنخفض على المنظمين وانتظر حتى تهبط قراءتهما.
- اقفل مفتاحي المنظمين حتى آخر الشوط (بعكس اتجاه عقارب الساعة).
- اقفل صمامي المشعل ثم علقها في مكانهما المعتاد.
- نظف مكان عملك.



شكل 3-3 أنواع الشعلة لمشعل الأوكسي-أستيلين

3-4-3 إرشادات عامة في اللحام الغازي General Instructions in Gas Welding

يجب اتباع الإرشادات المبينة في أدناه عند تنفيذ عمليات اللحام الغازي:

- قبل البدء بعملية اللحام يجب تسخين الأجزاء المراد لحامها من جميع الجوانب بواسطة المشعل.

- قرب سلك اللحام من المنطقة المراد لحامها، سيكون هنالك انطباع عند ذوبان السلك بأن الجزء المراد لحامه جاهز لإضافة مادة اللحام.
- عندما يكون الجزء المراد لحامه جاهزاً للحام قرَب سلك اللحام مع استمرار تسليط الحرارة على وصلة اللحام، عندها يبدأ سلك اللحام بالانصهار ويسري بحرية على محيط الأنبوب.
- عندما يبدأ سلك اللحام بالانصهار، ابعد مشعل اللحام قليلاً إلى الوراء بمسافة تسمح باستمرار تسخين وصلة اللحام.
- يجب أن يكون اتجاه اللهب باتجاه وصلة اللحام وأن يغطي أكبر مساحة من سطح الأنبوب.
- عندما تصل إلى درجة الحرارة المطلوبة يبدأ معدن سلك اللحام بالانصهار والسريان والتغلغل داخل مناطق اللحام والأسطح المتداخلة عن طريق الخاصية الشعرية.
- توخي الحذر الشديد من رفع درجة حرارة وصلة اللحام بنحوٍ يؤدي إلى انصهار الأنبوب المراد لحامه، وربما يؤدي ذلك إلى حرق مساعد اللحام مما يؤدي إلى حدوث تسرب المائع في الأنبوب مستقبلاً.
- الاستمرار بتغذية سلك اللحام إلى منطقة اللحام حتى يتوزع بنحوٍ منتظم على محيط وصلة اللحام، والاستمرار بالتغذية حتى تكون حلقة متجانسة من معدن سلك اللحام حول منطقة اللحام.
- عند التأكد من كفاية معدن اللحام ابعد سلك اللحام واستمر بتسخين وصلة اللحام حتى يتجانس معدن سلك اللحام حول وصلة الربط.
- عند التأكد من التوزيع المتجانس لمعدن سلك اللحام حول منطقة الربط ابعد مشعل اللحام، واترك الجزء الذي تم لحامه يبرد عند درجة حرارة الجو.
- في حال وجود أجزاء من البلاستك قريبة من منطقة اللحام يجب إحاطة هذه الأجزاء بقطعة سميكة مبلله من القماش لمنع انصهار الأجزاء البلاستيكية.
- استعمل مساعد الصهر وبحسب النوع الملائم لكل سلك لحام لغرض تحسين جودة اللحام، وذلك عن طريق تسخين طرف سلك اللحام، ومن ثم وضع ذلك الطرف في علبة مساعد الصهر ليحمل كمية مناسبة من مسحوق مساعد الصهر، ثم ابدأ بعملية اللحام.

4-4-3 لحام الهواء- بروبان Air-Propane Brazing Welding

البروبان والبيوتان من الغازات التي لا تحتاج إلى تحضير معملي كغاز الأستيلين، لكنها تشبه الأستيلين من حيث إنها من الغازات التي تشتعل بمساعدة الأوكسجين مولدةً كمياتٍ عالية من الحرارة. إن الحرارة المتولدة من شعلة لحام الهواء- بروبان هي أقل نسبياً من الحرارة المتولدة من شعلة الأوكسي- أستيلين، فضلاً عن أن شُعلة لحام الهواء- البروبان غير مركزة كما هو الحال في شُعلة لحام الأوكسي-أستيلين، ولهذا تكون مجموعة لحام الهواء- بروبان مناسبة واقتصادية لأن الحرارة اللازمة للحام أنابيب ووصلات منظومات التثليج وأجهزة التكييف (إذ تصنع هذه الأنابيب من النحاس أو الألمنيوم) ليست بالعالية جداً التي تلحم بتقنية لحام المونة. ولا تختلف كثيراً مجموعة مُعدات لحام هواء- بروبان وطريقة تنفيذ عمليات اللحام المتنوعة فيه عن مُعدات لحام الأوكسي-أستيلين وطريقة عمله، إذ تتشابه بعض المُعدات مثل مشعل اللحام وأسطوانة الأوكسجين والأنابيب المطاطية، عدا استعمال قنينة غاز الطبخ بدلاً من أسطوانة الأستيلين، وكذلك بمنظم الضغط لأسطوانة غاز الطبخ عن منظم الضغط لأسطوانة غاز الأستيلين.

5-3 مشعل الهاليد Halide Torch

يستعمل مشعل الهاليد مع موائع التثليج الهالوكاربونية، تتكون مُعدة الفحص بالهاليد من أسطوانة، يختلف حجمها من مُعدة إلى أخرى، وتملأ بسائل البروبين أو المثيلين، وتحتوي على صمام للتحكم بكمية

الغاز الخارج من الأسطوانة، كذلك تحتوي الأسطوانة على خرطوم يستعمل لتمريره على أنابيب منظومة التثليج، ويتصل الخرطوم بمشعل الهاليد، إذ يتم إشعال المشعل أعلى الأسطوانة، ولكي تستمر عملية الاشتعال يجهز المشعل بالهواء عن طريق الخرطوم المرتبط بنهاية المشعل، إذ من المفروض أن يمرر الخرطوم هواءً نقياً، فإذا وجد تسرب في المنظومة فإن جزءاً من مائع التثليج يمر مع الهواء ممًا يؤدي إلى تغير لون اللهب من الأحمر إلى الأخضر، ويبين الشكل (3-4) مُعدة الهاليد المستعملة في فحص التسرب، وفي حالة إجراء فحص الدورة المشحونة بالنتروجين، فإنه يجب إضافة مائع التثليج بكمية قليلة إلى النتروجين ليمكننا من إجراء عملية فحص التسرب بمشعل الهاليد.

لقد تم ذكر مشعل الهاليد في هذا الفصل كون هذا المشعل يستعمل بالإضافة إلى كشف التسرب في أي من الأمور التي تتطلب توليد حرارة منخفضة نسبياً وفي مواقع عمل يستصعب معها توفير مُعدات ثقيلة مثل مجموعة لحام الأوكسي ـ أستيلين.

شكل 3-4 مشعل الهاليد لفحص تسرب موائع التثليج الهالوكاربونية

التمرين الثالث: إشعال مشعل الهاليد وإطفاؤه

هدف التمرين: إشعال مشعل الهاليد وإطفاؤه

العُدد والمواد المطلوبة: طقم مُعدات مشعل الهاليد

خطوات العمل:

نتبع الخطوات التالية لإشعال مشعل الهاليد:

- افتح صمام الغاز ربع دورة واشعل الغاز بعود ثقاب.
- انتظر إلى أن يتحول لون الشعلة إلى أحمر اللون.
- حرك الخرطوم ببطء على جميع أجزاء الدورة ولا سيما أماكن اللحام والربط الأخرى.
- انتظر مدة زمنية مناسبة عند كل جزء يُحتمل وجود التسرب فيه، وذلك للسماح لمائع التثليج المتسرب (إن وجد) أن يصل إلى الشعلة.

  وعند وجود تسرب قليل يتغير لون الشعلة إلى الأخضر، أما إذا كان التسرب شديداً فإن اللهب يكون أزرقاً مبيضاً، يجب عدم استنشاق الغازات الخارجة من المشعل، إذ أن هذه الغازات سامة.
- قُم بإصلاح التسرب وإعادة الفحص مرة أخرى.
- عند الانتهاء من الفحص، اغلق صمام الأسطوانة واحفظ الأداة في مكان آمن.

التمرين الرابع: إعداد الوصلات وتنظيفها

هدف التمرين: تعليم المتدرب على الأساليب المتبعة في تنظيف وصلات الأنابيب المراد لحامها

العدد والمواد المطلوبة: وصلات لحام متنوعة

خطوات العمل:

- تحضير الوصلات المراد لحامها.
- تنظيف السطوح قبل وضع مساعد الصهر، وتتم هذه العملية عن طريق استعمال الأداة الخاصة بتنظيف الأنابيب لإزالة البروزات والحافات الناتجة من القطع.
- حك السطوح بواسطة ورق السنفرة حتى تكون لامعة.
- التأكد من خلو الأسطح من الزيت والصدأ.
- ضع مساعد الصهر المناسب على الأسطح المراد لحامها وذلك للحفاظ عليها من تكوّن الأكاسيد بسبب الحرارة العالية الناتجة من اللحام، وكما هو موضح في الشكل (3-5).

شكل 3-5 عمليات التنظيف الأربع للقطع الملحومة

3-6 اللحام بالمونة والقصدرة Brazing and Soldering

يستعمل لحاما المونة والقصدرة في تطبيقات كثيرة، ومن أهم تلك التطبيقات ربط الأنابيب المستعملة في وحدات ومنظومات التثليج وأجهزة تكييف الهواء. الفرق بين لحام المونة ولحام القصدرة هو مقدار درجات الحرارة اللازمة لإتمام عملية اللحام، إذ تُعرف العملية عندما تكون بدرجات حرارة فوق (450°C) على أنها لحام المونة (Brazing)، ودرجات الحرارة هذه تكون كافية لصهر المعدن المضاف وجعله يتغلغل بين مناطق تداخل الأنابيب بفعل الخاصية الشعرية، تستعمل عدّة أنواع من المعادن كمادة مضافة اعتماداً على نوعية المعدن الأساس، وتستعمل مواد مساعدة للصهر في بعض الأحيان بحسب الحاجة، وتختلف طرائق مصادر الحرارة مثل المشاعل الغازية أو الأفران وغيرها.

أما لحام القصدرة (Soldering) فتستعمل فيها تقنيات لحام المونة ونفس مصادر الحرارة عدا أن درجات الحرارة فيها هي بحدود (185 - 245°C)، وعادة توضع القطع الملحومة بنحوٍ متداخل لتقوية عملية الربط في حال لحام الأجزاء.

ويشار بهذا الصدد إلى أن الحرارة المضافة للطريقتين تستعمل لانصهار المادة المضافة فحسب من دون انصهار الأنابيب أو الأجزاء المراد ربطها.

1-6-3 لحام القصدرة Soldering

تستعمل كاوية لحام كهربائية مناسبة من حيث قدرتها وطرفها، إذ أن قدرة الكاوية يجب أن تتناسب مع حجم الأنبوب المراد لحامه، والشيء ذاته يجب أن يُتبع في اختيار طرف الكاوية، وتستعمل سبائك القصدير والرصاص (Sn-Pb Alloys) للأسباب الآتية:

1. انخفاض درجة حرارة انصهار هذه السبائك.
2. تمتاز بسيولة جيدة يتيح لها التغلغل داخل مناطق الربط.

ويجب تنظيف الأجزاء المطلوب لحامها من الدهون والأكاسيد. ويمكن استعمال سبائك القصدير والرصاص مع الكاوية الكهربائية أو بواسطة مشعل الهواء- بروبان.

التمرين الخامس: قصدرة رأس كاوية اللحام

الهدف من التمرين: التعرف والتدريب على كيفية قصدرة رأس كاوية اللحام بالقصدير

العُدد والمواد المطلوبة: 1- كاوية لحام كهربائية، 2- أسلاك من سبيكة (قصدير- رصاص)، 3- فرشاة.

خطوات العمل

- نظف طرف الكاوية من الشوائب والأكاسيد بنحوٍ جيد، بواسطة فرشاة سلكية لحين ظهور السطح لامعاً.
- صِلْ التيار الكهربائي للكاوية وانتظر مدة زمنية مناسبة حتى يسخن طرف الكاوية.
- قرّب طرف سلك القصدير من طرف الكاوية حتى ينصهر، ويكوّن طبقة فضية لامعة تغطي طرف الكاوية , كما مبين في شكل 3-6 .

شكل 3-6 قصدرة رأس الكاوية

التمرين السادس: تثبيت أنبوب مصنوع من النحاس على سطح صفيحة فولاذية مغلونة بطريقة القصدرة وباستعمال كاوية كهربائية.

هدف التمرين: تعلم الطالب على لحام أنبوب مصنوع من النحاس على صفيحة فولاذية مغلونة.

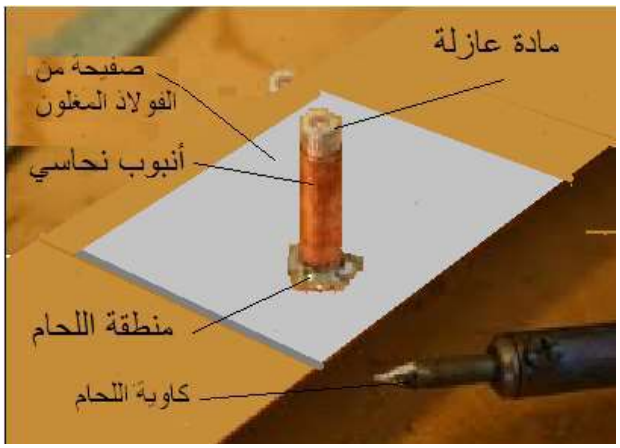
العُدد والمواد المطلوبة: 1- أنبوب نحاس قطر $\frac{1}{2}$ in وطول 7 cm، 2- صفيحة فولاذية مغلونة (كيج 18)، 3- كاوية كهربائية قدرتها 100 W، 4- سلك من سبيكة قصدير- رصاص، 5- مساعد صهر.

خطوات العمل:

- اقطع أنبوب نحاس قطره ½ in وطول 7 cm
- نظف الأنبوب النحاسي كما في التمرين الرابع.
- استعمل مادة عازلة للحرارة توضع على رأس الأنبوب النحاسي العلوي لغرض مسك الأنبوب في أثناء اللحام.

- حدد مكان تثبيت الأنبوب على الصفيحة، وبعد ذلك نظف المكان المحدد بواسطة حامض مخفف لغرض إزالة الجزء المغلون من الصفيحة.
- صِل التيار الكهربائي الى كاوية اللحام، وانتظر حتى تسخن، ثم ثبت الأنبوب على الصفيحة، واستمر بعملية الضغط للأنبوب على الصفيحة.
- قُم بتسخين الأنبوب والصفيحة معاً بواسطة الكاوية حتى تصل إلى درجات حرارة مناسبة.
- قم بقصدرة رأس الكاوية كما في التمرين الخامس باستعمال سلك مصنوع من سبيكة قصدير-رصاص.
- قرب رأس الكاوية من محيط الأنبوب المتصل بالصفيحة، وانتظر حتى يتغلغل المعدن المنصهر بين محيط الأنبوب والصفيحة، استمر بإضافة المعدن عن طريق إعادة قصدرة رأس الكاوية مع الاستمرار بضغط الأنبوب على الصفيحة.
- عند اكتمال عملية القصدرة استمر بضغط الأنبوب على الصفيحة حتى تبرد منطقة اللحام.

ويبين الشكل (3-7) أنموذج التمرين بعد إنجاز العمل.



شكل 3-7 تثبيت أنبوب من نحاس على صفيحة من حديد الفولاذ المغلون بطريقة القصدرة

3-6-2 لحام المونة بسبائك الفضة Brazing Used Silver Alloys

تستعمل سبائك الفضة كمواد مضافة في لحام المونة، وهو من أكثر أنواع اللحام استعمالاً في ربط الأنابيب النحاسية ببعضها البعض، ولا يستعمل لربط الأنابيب المصنوعة من الفولاذ بالأنابيب المصنوعة من النحاس. وميزات لحام المونة باستعمال مواد مضافة من سبائك الفضة هي:

1. متانة وقوة عالية في الربط.
2. يُعد من أكثر أنواع اللحام منعاً لتسرب الموائع التي تجري في الأنابيب النحاسية.
3. يقاوم هذا اللحام درجات الحرارة العالية والضغوط العالية.

3-6-3 لحام المونة بسبائك البراص Brazing Used Brass Alloys

يستعمل لحام المونة باستعمال مواد مضافة من سبائك البراص في ربط الأنابيب المصنوعة من سبائك الحديد في ما بينها أو ربط أنابيب سبائك الحديد بتلك المصنوعة من النحاس، ويحتاج هذا النوع من اللحام إلى حرارة أعلى نسبياً من تلك المستخدمة في لحام المونة بمواد مضافة من سبائك الفضة، لتتمكن الحرارة العالية من صهر سبائك البراص، لذا يفضل استعمال هذا النوع من اللحام بواسطة مُعدات الأوكسي- أستيلين. وكما في ميزات لحام المونة بسبائك الفضة يمتاز لحام المونة بسبائك البراص بنفس ما تم ذكره من الميزات أعلاه، وخير مثال على هذا النوع من اللحام هو ربط المكثفات المصنوعة من سبائك الحديد بالضواغط أو بالأجزاء الأخرى من الدورة في أجهزة التثليج المنزلية.

التمرين السابع: لحام وصلات أنابيب نحاسية في وضع تحت اليد بسبائك القصدير- الرصاص بواسطة مُعدات هواء- بروبان.

هدف التمرين: تعليم الطالب وتدريبه على الخطوات المتبعة في لحام أنابيب النحاس باستعمال سبائك قصدير- رصاص.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مشعل هـواء- بروبان، 2- بكرة أسلاك مـن سبيكـة قصديـر- رصاص (لا تستعمل أسلاكاً مُعادة ومساعد لحام مُعاداً)، 3- مساعد صهر لحام بصورة معجون وفرشة صغيرة، وكما هـو مبين في الشكل (3-8)، 4- فرشـة سلكية معدنية أو ورق سنفرة، 5- قطعـة قماش سميكة، 6- وقطعة قماش رطبة.

شكل 3-8 المواد المطلوبة لإتمام عملية لحام القصدرة

خطوات العمل:

- اتَبع عمليات التنظيف للوصلات التي سبق شرحها.
- أتَبع الخطوات المبينة في الشكل (3-9).

بعد الانتهاء من عملية اللحام يجب إتباع الآتي:

- لا تلمس منطقة اللحام الساخنة.
- يجب عدم تحريك منطقة اللحام أو صدمها وهي ساخنة، لأنها تسبب تشقق اللحام مما يؤدي إلى حدوث تسرب في وصلة اللحام.
- اترك وصلة اللحام حتى تبرد في الهواء الجوي، وبعد ذلك يتم إجراء تنظيف منطقة اللحام بواسطة قطعة القماش الرطبة لإزالة الأكاسيد.

أولاً: اقطع الأنبوب بطول مناسب ثانياً: نظف الأنبوب ثالثاً: نظف وصلة الربط

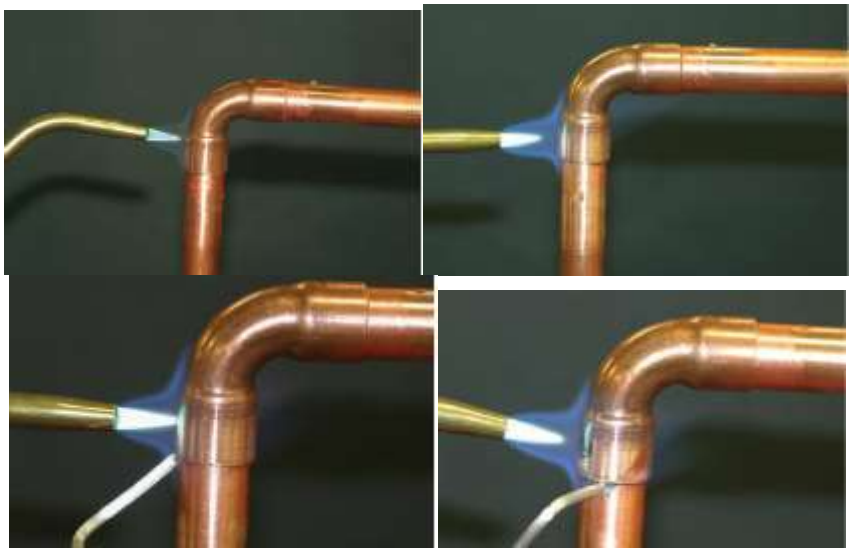
وضع مساعد اللحام: استعمل الفرشاة المصاحبة لمعجون مساعد صهر اللحام لوضع مساعد صهر اللحام على السطح الخارجي للأنبوب ذي القطر الصغير والسطح الداخلي للأنبوب ذي القطر الكبير، بعد ذلك ادخل أنبوب القطر الصغير بالآخر ذي القطر الأكبر.

رابعاً: اضف مساعد اللحام إلى الأنبوب والوصلة خامساً: الأنبوب ووصلة الربط جاهزان للحام

التسخين: يجب تسخين الأنبوب ذي القطر الأكبر أولاً، ومن الجدير بالذكر أنه في حال كون الشعلة مناسبة فإن الأنابيب ذات الأقطار ½ و ¾ إنج تستغرق بحدود دقيقة أو أقل لتكون مهيأة لاستقبال المعدن المضاف، ويمكن أن تزداد هذه المدة بنحوٍ يسير إذا كان الجو بارداً نسبياً، وتستغرق الأنابيب ذات الأقطار الأكبر مدة زمنية أطول.

سادساً: أشعل مجموعة الهواء – بروبان

اللحام: حرك اللهب على محيط الأنبوب مع عدم تركيز اللهب على منطقة واحدة، ثم قرب سلك اللحام من الشُعلة مع التأكيد على عدم إذابة سلك اللحام بواسطة اللهب، عندما تصبح وصلة الربط حارة جداً لامِس وصلة الربط بسلك اللحام بحيث تنصهر استمر بالتسخين حتى تتوزع مادة السلك على محيط وصلة الربط، ستلاحظ سريان المعدن المضاف ودخوله إلى السطح البيني الفاصل بين الأنبوبين وسيتداخل بينهما بفعل الخاصية الشعرية.



سابعاً: سخن وصلات الربط بين الأنابيب النحاسية

شكل 3-9 لحام أنبوبي نحاس باستعمال أسلاك سبائك القصدير- الرصاص ومشعل الهواء- بروبان

التمرين الثامن: لحام وصلات أنابيب من النحاس في وضع تحت اليد بسبائك القصدير بواسطة مجموعة لحام الأوكسي- أستيلين.

الهدف من التمرين: تعليم وتدريب الطالب على الخطوات المتبعة في لحام أنابيب النحاس باستعمال عُدة الأوكسي- أستيلين، وسبائك القصدير.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مشعل أوكسي- أستيلين، 2- أسلاك لحام من سبيكة قصدير، 3- مساعد صهر لحام بصورة معجون مع فرشة صغيرة، 4- فرشة سلكية أو ورق سنفرة، 5- قطعة قماش سميكة جافة وأخرى رطبة.

خطوات العمل:

1. اعد الخطوات المبينة في التمرين السابق بما يتعلق بقطع الأنبوب وتنظيفه، وطريقة وضع مساعد اللحام.
2. اشعل شعلة الأوكسي- أستيلين كما تعلمت في التمرين الأول.
3. اتبع الخطوات المبينة في الشكل (3-10).

أولاً: أشعل مشعل الأوكسي- أستيلين

ثانياً: قلل كمية الأستيلين

ثالثاً: استمر بتقليل الأستيلين

رابعاً: افتح صمام الأوكسجين

خامساً: أضبط كمية الأوكسجين

سادساً: حرك اللهب يميناً ويساراً على سطح الأنبوب

سابعاً: قرب سلك اللحام من منطقة الاتصال

ثامناً: نظف منطقة اللحام لإزالة الأكاسيد

شكل 3-10 لحام وصلات أنابيب النحاس في وضع تحت اليد بسبيكة القصدير بواسطة مجموعة اوكسي- أستيلين.

التمرين التاسع: لحام أنابيب من النحاس في وضع رأسي بسبيكة القصدير بواسطة مجموعة هواء-بروبان.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على لحام أنابيب من النحاس في وضع رأسي بسبيكة القصدير بواسطة مجموعة هواء- بروبان.

العُدد والمواد المطلوبة:

1- مجموعة لحام هــواء- بروبان، 2- أداة قطع الأنابيب، 3- فرشاة تنظيف، 4- أنبوب نحاس بقطــر 5/8 in وطول 30 cm عدد (2)، 5- أنبوب نحاس قطر 1 in وطول 7.5 cm ، 6- قطعة من القماش ضد الحريق، 7- أسلاك لحام سبيكة القصدير، 8- مساعد صهر لحام بصورة معجون مع فرشة سلكية.

خطوات العمل:

- اَتبع الخطوات المتعلقة بقطع الأنابيب وتنظيفها.
- اتَبع الخطوات الخاصة بتهيئة الأنابيب لعملية اللحام من حيث إضافة مساعد اللحام.
- اتبع الخطوات الموضحة في الشكل (3-11).
- يجب تعليق الأنابيب في السقف لغرض إتمام التمرين.
- لا تقف تحت منطقة اللحام مباشرة في أثناء العمل، وإنما يجب أن تقف على بعد مناسب، لتجنب سقوط اللحام المنصهر على جسمك أو يداك في أثناء العمل وكما هو مبين في الشكل (3-11).

أ

تسخين منطقة الاتصال لحين احمرار الأنابيب ثم إضافة القصدير

ب

طريقة وقوف الفني الصحيحة، بعيداً وليس تحت منطقة اللحام

شكل 3-11 لحام أنابيب نحاس في وضع رأسي بالقصدير بواسطة مجموعة هواء- بروبان

التمرين العاشر: لحام وصلات أنابيب نحاس بسبائك الفضة في وضع تحت اليد.

الهدف من التمرين: تعليم الطالب على لحام وصلات أنابيب النحاس بسبائك الفضة في وضع تحت اليد

العُدد والمواد المطلوبة: يمكن استعمال لحام الهواء- بروبان أو الأوكسي- أستيلين في هذه العملية، ويفضل هنا استعمال لحام الأوكسي- أستيلين لما يتمتع به من شُعلة ذات درجة حرارة عالية نسبياً، لذا ستكون المواد المطلوبة هي: 1. مجموعة لحام أوكسي- أستيلين 2- أنابيب نحاسية بطول معين 3- سلك لحام من سبائك الفضة، 4- مساعد صهر لحام، 5- فرشاة سلكية.

خطوات العمل:

- قم بالقطع والتنظيف ووضع مساعد اللحام كما تعلمت سابقاً.
- هيئ مشعل اللحام واضبط الشُعلة كما تعلمت سابقاً.

في لحام الفضة يجب أن يبقى لهب الشُعلة مغطياً وصلة الاتصال بين الأنبوبين، ومع استمرار التسخين يتحول لون مساعد اللحام إلى اللون الحليبي.

- استمر في التسخين حتى يتحول لون اللهب الثانوي إلى اللون الأخضر، عند هذه النقطة قرِب سلك اللحام من نقطة الاتصال، ويجب عدم صهر سلك اللحام بواسطة الشعلة، وإنما تركه ينصهر بواسطة السطح الساخن للمعدن.
- اكمل عملية اللحام كما تعلمت سابقاً.

التمرين الحادي عشر: لحام وصلات أنابيب نحاسية بسبيكة الفضة وفي وضع أفقي.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية لحام وصلات أنابيب نحاسية بسبيكة الفضة وفي وضع أفقي

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مجموعة لحام أوكسي- أستيلين، 2- أنابيب نحاسية بطول معين وقطر معين بحسب المتوافر، 3- سلك لحام من سبائك الفضة، 4- مساعد صهر لحام، 5- فرشاة سلكية.

خطوات العمل:

بالخطوات المتبعة نفسها في التمرين العاشر.

التمرين الثاني عشر: لحام أنابيب نحاسية بسبائك الفضة في وضع رأسي.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على لحام أنابيب نحاسية بسبائك الفضة في وضع رأسي.

العُدد والمواد المطلوبة:

1- مجموعة لحام أوكسي- أستيلين، 2- أداة قطع الأنابيب، 3- فرشاة تنظيف، 4- أنبوب نحاس بقطر 5/8 in طول 30 cm عدد (2). 5- أنبوب نحاس قطر 1 in وطول 7.5 cm، 6- قطعة من القماش المضاد للحريق، 7- سلك لحام من سبائك الفضة، 8- مساعد صهر لحام.

خطوات العمل:

- اتبع الخطوات المتعلقة بقطع الأنابيب وتنظيفها.
- اتبع الخطوات الخاصة بتهيئة أنابيب اللحام من حيث إضافة مساعد اللحام.
- اتبع الخطوات الموضحة، وكما هو مبين في الشكل (3-11) سابقاً.
- يجب تعليق الأنابيب في السقف لغرض إتمام التمرين.

التمرين الثالث عشر: لحام أنابيب نحاسية بسبيكة الفضة مع تمرير غاز النتروجين الجاف.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال الغازات الخاملة في اللحام لمنع تأكسد المعدن.

ملاحظة: إذا احتوَت الأنابيب النحاسية الساخنة على قطرات من الزيت، فإن بخار الزيت سوف يختلط بالهواء ويكون قابلاً للانفجار في حالة تعرضه إلى شرارة، وعليه يجب تفريغ الأنابيب التي تخضع الى اللحام من الهواء، وذلك عن طريق ضخ النتروجين الجاف أو غاز ثاني أوكسيد الكاربون لأنهما من الغازات الخاملة ولا تساعد على الانفجار أو التفاعل مع المعدن في أثناء التسخين.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ضاغط مكيف (1 طن) (استعمل ضاغطاً عاطلاً) 2- أنبوب نحاس بطول 30 cm وقطر يناسب خط السحب للضاغط، 3- عُدة لحام أوكسي-أستيلين، 4- عُدة قطع الأنابيب وتنظيفها، 5- أسطوانة غاز النتروجين، 6- أسلاك لحام من سبائك الفضة، 7- مساعد صهر اللحام، 8- سُمبة توسيع.

خطوات العمل:

- الحم وصلة ربط على بداية الأنبوب المراد لحامه لربط أسطوانة النتروجين به.
- هيّيء الأنبوب للحام بعد تنظيفه وإضافة مساعد اللحام.
- قُم بتوسيع الطرف الثاني للأنبوب بواسطة سُمبة التوسيع، ثم ثبّت الأنبوب بعد التوسيع على خط السحب للضاغط، وكما هو مبين في الشكل (3-12).
- هيّيء شُعلة اللحام وكما تعلمت سابقاً.

- افتح قنينة النتروجين تحت أقل ضغط ممكن بحيث يمر غاز النتروجين بسرعة بطيئة جداً، ويجب أن تستمر هذه العملية طوال مدة اللحام.
- دَعْ غاز النتروجين يستمر بالجريان لمدة دقيقة أو دقيقتين بعد انتهاء عملية اللحام.
- يمكن استعمال غاز النتروجين لفحص التسرب بعد إتمام عملية اللحام.
- اغلق أسطوانة النتروجين ثم أفصلها من الأنبوب بعد الانتهاء من عملية اللحام.

لحام وصلة ربط في بداية الأنبوب

ضخ النتروجين الجاف أثناء العمل

شكل 3-12 لحام أنابيب نحاس بسبيكة الفضة مع تمرير غاز النتروجين الجاف

التمرين الرابع عشر: لحام أنابيب نحاسية بوصلة من سبيكة براص في وضع تحت اليد بسبيكة الفضة بواسطة مجموعة الأوكسي- أستيلين.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية اللحام بسبائك الفضة في لحام الأنابيب النحاسية بوصلات الربط المصنوعة من سبائك البراص.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مجموعة لحام أوكسي- أستيلين، 2- أداة قطع الأنابيب، 3- فرشاة تنظيف، 4- أنبوب نحاس بقطر 5/8 in وطول 30 cm عدد (2)، 5- وصلة ربط مصنوعة من سبيكة البراص بقطر 5/8 in، 6- سلك لحام بسبيكة الفضة، 7- مساعد صهر لحام.

خطوات العمل:

لا يختلف لحام الأنابيب النحاسية بعضها البعض عن لحام الأنابيب النحاسية بوصلات الربط المصنوعة من سبائك البراص، إلا أن الاختلاف الوحيد هو وجوب استعمال وصلة ربط تحيط بوصلة البراص لغرض حماية أسنان الربط.

تمارين عامة:

ينفذها الطلاب بإشراف المدربين، مع الإفادة من التمارين السابقة في تنفيذ التمارين في أدناه.

1. لحام أنبوب نحاسي بآخر من سبائك البراص في وضع أفقي باستعمال سلك من سبائك الفضة ومجموعة الأوكسي- أستيلين.
2. لحام أنبوب نحاسي بآخر من سبائك البراص في وضع رأسي باستعمال سلك من سبائك الفضة ومجموعة الأوكسي- أستيلين.

التمرين الخامس عشر: لحام أنابيب نحاسية بأنبوب من سبائك الحديد في وضع تحت اليد باستعمال مجموعة الأوكسي- أستيلين.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ربط أنبوب نحاسي بآخر من سبائك الحديد بواسطة مجموعة الأوكسي- أستيلين.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- أنبوب نحاس بقطر in ¼ وطول cm 7، 2- أنبوب من سبائك الحديد بقطر in ¼ وطول cm 7، 3- سلك لحام من سبائك البراص، 4- مساعد صهر لحام، 5- عُدة قطع الأنابيب، 6- عُدة تنظيف الأنابيب، 7- منشار حديدي، 8- قطعتا قماش مُبللة وجافة.

خطوات العمل:

- وسّع أنبوب النحاس بواسطة سُمبة التوسيع من أحد جانبيه، بحيث يمكن للأنبوب الفولاذي أن يدخل من خلاله.
- نظف الأنبوبين كما تعلمت في التمارين السابقة .
- استعمل مساعد اللحام حول منطقة اللحام كما تعلمت في التمارين السابقة.
- سخّن أنبوب النحاس أولاً وحرّك اللهب ليتجانس حول منطقة اللحام، مع الاهتمام بتسخين أنبوب الحديد، لأن درجة حرارة انصهار سبائك الحديد أكبر من درجة حرارة انصهار النحاس.
- عند احمرار أنبوب الحديد، سخّن طرف سلك اللحام واغمره في مساعد صهر اللحام، ثم قرّبه من منطقة اللحام.
- عند انصهار سلك اللحام استمر بالتسخين حتّى يتغلغل المنصهر خلال منطقة اللحام.
- استمر بالتسخين لمدة زمنية قصيرة حتّى تتأكد من تجانس معدن السلك المنصهر.
- ابعد الشُعلة عن منطقة اللحام، وقُم بتبريد منطقة اللحام بقطعة القماش المُبللة.

تمارين عامة:

ينفذها الطلاب بإشراف المدربين، مع الإفادة من التمارين السابقة في تنفيذ التمارين في أدناه.

1. اعد التمرين الخامس عشر، مع وضع أنبوبين بوضع أفقي.
2. أعد التمرين الخامس عشر، مع وضع أنبوبين بنحوٍ رأسي.

التمرين السادس عشر: لحام أنبوب نحاسي بأنبوب من الألمنيوم بواسطة سلك لحام من سبائك الألمنيوم في وضع تحت اليد.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استخدام لحام الألمنيوم في لحام الأنابيب النحاسية.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مشعل أوكسجين- بروبان، 2- عُدة قطع الأنابيب وتنظيفها، 3- سلك لحام من سبائك الألمنيوم، 4- مساعد صهر لحام الألمنيوم، 5- أنبوب نحاسي قطر in ¼ وبطول cm 7، 6- أنبوب ألمنيوم قطر in 3/8 بطول cm 7، 7- قطعتا قماش جافة ومُبللة.

خطوات العمل:

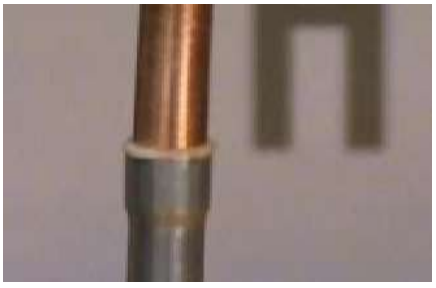
- يجب الاعتناء بتنظيف منطقة اللحام عند استعمال لحام الألمنيوم بعناية، وإزالة الزيوت وحتى الرطوبة، وبعد ذلك تستعمل الفرشاة المعدنية للتنظيف النهائي، ومن ثم تُمسح منطقتا اللحام بقطعة قماش نظيفة.
- استعمل مساعد اللحام الخاص بالألمنيوم، وضع مساعد اللحام على السطح الخارجي لأنبوب النحاس، بعد ذلك أدخل أنبوب النحاس داخل أنبوب الألمنيوم ودوّر الأنبوب ربع دورة لضمان تجانس مساعد اللحام، وكما هو مبين في الشكل (3-13).
- سخّن أنبوب الألمنيوم أولاً، وبعدها أنبوب النحاس، وحرّك المشعل بالتجانس حول أنبوب النحاس بالقرب من منطقة اللحام حتّى لا يحترق مساعد صهر اللحام، عند زيادة التسخين سوف يبدأ مساعد الصهر بإخراج فقاعات، وتزداد كمية الفقاعات الخارجة مع زيادة التسخين.
- مع زيادة خروج الفقاعات قرّب سلك الألمنيوم من منطقة اللحام، عندها يبدأ سلك اللحام بالانصهار حال تماسه مع منطقة اللحام ويبدأ بالتجانس حول منطقة اللحام.
- عند تغلغل سائل الألمنيوم خلال منطقة الاتصال، ابعد المشعل عن منطقة اللحام، ثم أطفئ الشعلة ودَع الأنبوب يبرد ببطء، بعد ذلك أزل بقايا مساعد اللحام بواسطة قطعة قماش خشنة.

تمارين عامة:

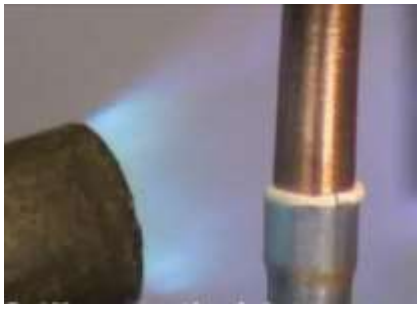
أعد التمرين السادس عشر لربط أنبوبين من الألمنيوم بواسطة لحام الألمنيوم.

ضع مساعد صهر اللحام الخاص بالألمنيوم

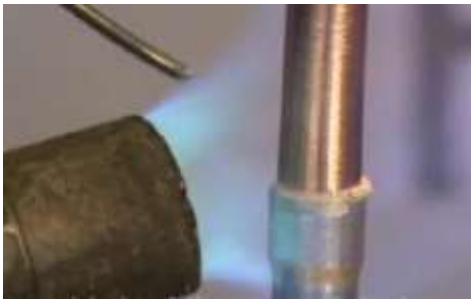
ضع الأنبوب النحاسي داخل أنبوب الألمنيوم



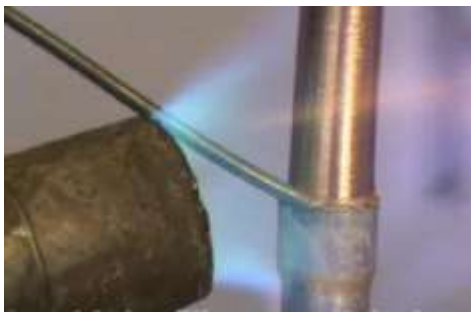
تدوير أنبوب النحاس نصف دورة لتجانس مساعد اللحام



سخّن أنبوب الألمنيوم أولاً بنحوٍ متجانس



عند ظهور الفقاعات قرَب سلك لحام الألمنيوم



انصهار سلك اللحام حال تماسه مع منطقة اللحام الساخنة

دع الأنبوب يبرد ببطء

شكل 3-13 لحام أنبوب نحاسي بأنبوب من الألمنيوم باستخدام سلك لحام من سبائك الألمنيوم

التمرين السابع عشر: لحام وتغطية ثُقب في أنبوب من الألمنيوم بسلك لحام من سبائك الألمنيوم.

الهدف من التمرين: تعليم وتدريب الطالب على كيفية إصلاح أنابيب الألمنيوم ومبخرات أجهزة التثليج.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مجموعة لحام أوكسجين- بروبان، 2- عُدة تنظيف الأنابيب، 3- سلك لحام من سبائك الألمنيوم، 4- مُعدات السلامة المهنية.

خطوات العمل: اتبع الخطوات في أدناه وكما هو مبين في الشكل (3-14).

- حدد مكان التسرب.
- أفرِغ شحنة مائع التثليج عن طريق منظومة الحفظ وإعادة تأهيل موائع التثليج، أي عدم تسريب الشحنة الى الفضاء الخارجي لما له من تأثير سلبي على طبقة الأوزون والبيئة.
- نظَف المنطقة حول الثقب بعناية بواسطة ورق السنفرة، ومن ثم قطعة قماش لإزالة بقايا السنفرة والرطوبة، وتأكد من عدم وجود ضغط داخل منظومة التثليج.
- استعمل المشعل، ويجب عدم استعمال مجموعة شعلة الأوكسي- أستيلين خوفاً من انصهار الأنابيب.
- إذا كان الثقب كبيراً يجب استعمال لولب من الألمنيوم بقطر مناسب يثبت في الثقب قبل البدء باللحام.
- يجب عدم استعمال مساعد اللحام مطلقاً، ويكتفى بالتسخين حول الثقب بعناية ويجب الانتباه إلى عدم الإفراط في التسخين خوفاً من تلف المبخر.
- قرَب سلك اللحام من منطقة اللحام، ودع السلك ينصهر عند تماسه مع منطقة الثقب.
- ابدأ بحركة دائرية حول محيط الثقب مع ثبات شعلة اللحام، وضيَق قطر الحركة باتجاه مركز الثقب.
- عند غلق الثقب، أبعد الشُعلة أولاً ثم السلك، وتتم هذه العملية بسرعة، ودع منطقة اللحام تبرد ببطء.

ت- بداية الانصهار

ب- قرَب سلك اللحام

أ- بداية التسخين

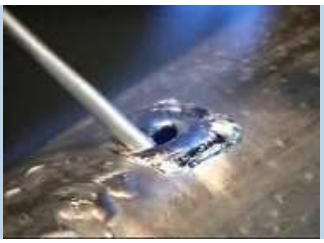
ج- الاقتراب من مركز الثقب

ح- الاستمرار بالحركة مع إضافة منصهر سلك اللحام

ث- حرَك السلك حركة دائرية حول الثقب

ذ- ابعد الشعلة وارفع السلك

د- غطِ الثقب بالكامل



خ- املأ الثقب بالتدريج

شكل 3-14 عملية إصلاح ثقب في أنبوب من الألمنيوم باستعمال سلك لحام من سبائك ألمنيوم

قطع ولحام الفولاذ

Cutting & Welding for Steel

الأهداف

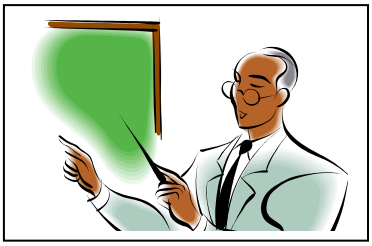
الهدف العام

في هذا الفصل سيتمكن الطالب من التعرف والتدريب على النوع الآخر من اللحام ألا وهو لحام الصهر والتقنيات المستعملة والشائعة له ولا سيما التي تستعمل في أعمال تكييف الهواء والتثليج، ومنها لحام وقطع السبائك الفولاذية باستعمال مجموعة لحام الأوكسي - أستيلين وكذلك بواسطة مكائن القوس الكهربائي.

الأهداف الخاصة

بعد انهاء مفردات الفصل الرابع تطبيقه سيكون الطالب قادراً على :-

1. التعرف على لحام الصهر والطرق المستعملة به.
2. التعرف والتدريب على قطع السبائك الفولاذية بمجموعة الأوكسي- أستيلين.
3. التعرف والتدريب على تحديد الأدوات والمُعدات المساعدة.
4. التدريب على تعليمات السلامة المهنية الخاصة بلحام الصهر.
5. تدريب الطالب على كيفية الاهتمام والمحافظة على مُعدات القطع واللحام.
6. يفهم ويتدرب على اللحام بمكائن القوس الكهربائي.
7. التعرف والتدريب على أنواع التيار الكهربائي المستعمل في القوس الكهربائي.
8. معرفة مُعدات اللحام بالقوس الكهربائي.



محتويات

الفصل 4

التعرف والتدريب على أعمال

قطع ولحام الفولاذ

- مقدمة عن لحام الصهر
- قطع المعادن والسبائك الفولاذية بشعلة الأوكسي-أستيلين
- أدوات ومُعدات المساعدة
- تعليمات السلامة المهنية بخصوص لحام الصهر
- العناية بالمُعدات
- تمارين متنوعة على قطع السبائك بشعُلة الأوكسي-أستيلين
- لحام القوس الكهربائي
- أنواع التيار المستعمل في لحام القوس الكهربائي
- مُعدات اللحام بالقوس الكهربائي

قطع ولحام الفولاذ
Cutting & Welding for Steel

1-4 مقدمة Introduction

تم التطرق في الفصل السابق إلى أنواع اللحام المتنوعة وطرائقها وتم التعلم والتدريب على لحام المونة ولحام القصدرة، وفي هذا الفصل سيتم التطرق والتدريب على نوع آخر من اللحام ألا وهو لحام الصهر باستعمال كل من اللحام الغازي واللحام بالقوس الكهربائي. إن الفرق بين لحام المونة ولحام الصهر هو أن النوع الثاني يتم فيه صهر المعدن الأساس، أما الأول فيتم فيه صهر المادة المضافة (سلك المعدن المضاف) فحسب دون المعدن الأساس، لأن لحام الصهر يذوب ويصهر المعدن الأساسي لذا يُفاد من هذه الميزة بعمليات قطع المعادن بنحوٍ اقتصادي ولا سيما في المعادن الصلبة كالسبائك الحديدية ومنها الفولاذ.

2-4 قطع المعادن بشعلة الأوكسي-أستيلين Cutting Metals by Oxy-Acetylene Torch

تُعد عملية قطع المعادن بالشُعلة من الطرائق الشائعة والناجحة اقتصادياً وفي بعض المواقع تكون هي الحل الوحيد لقطع المعادن، إذ تتم عملية القطع عن طريق تأكسد المعدن نتيجة ارتفاع درجة الحرارة بسبب الحرارة العالية المسلطة على مساحة ضيقة من المعدن، ومع استمرار التسخين يزداد التأكسد مما يؤدي إلى احتراق المعدن، ومع توجيه تيار من الأوكسجين النقي على منطقة التأكسد تتولد حرارة إضافية تؤدي إلى إزالة المعدن المنصهر من مكانه وحدوث عملية القطع. ويبين الشكل (4-1) عملية قطع المعدن بواسطة شُعلة الأوكسي- أستيلين، في حين يبين الشكل (4-2) حالة المعدن بعد قطعه بلهب شُعلة الأوكسي- أستيلين.

شكل 4-1 قطع المعادن بلهب الأوكسي أستيلين شكل 4-2 المعدن بعد قطعه بواسطة شُعلة الأوكسي-أستيلين

1-2-4 استعمال القطع بشُعلة الأوكسي-أستيلين Used of Oxy-Acetylene Torch Cutting

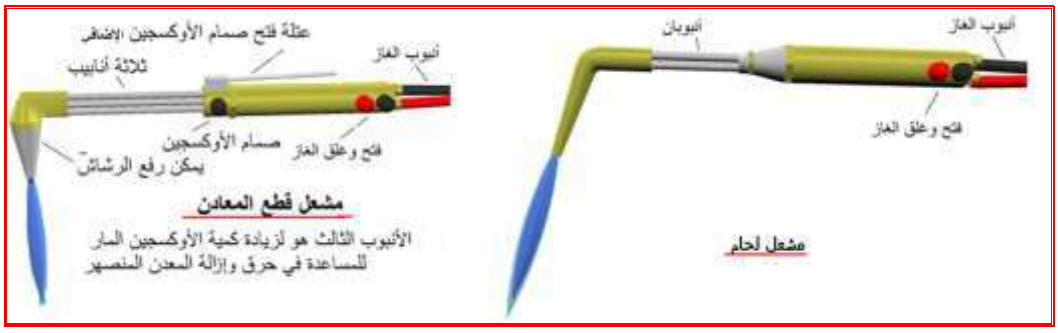
تستعمل مجموعة اللحام الخاصة بشُعلة الأوكسي- أستيلين في المجالات الآتية:

1. قطع صفائح الفولاذ والمعادن الصلبة الأخرى الرقيقة والسميكة على حدٍ سواء.
2. ثقب صفائح الفولاذ والمعادن الصلبة الأخرى الرقيقة والسميكة على حدٍ سواء.
3. قطع الدوائر الكبيرة والأشكال المختلفة في صفائح المعادن الصلبة ومقاطعها.
4. قطع الأنابيب الفولاذية والمعدنية الصلبة.

2-2-4 أجزاء مُعدات القطع بشعلة الأوكسي-أستيلين

Oxy-Acetylene Cutting Components

تتكون مُعدات القطع بالأوكسي- أستيلين من المُعدات المستعملة في لحام الأوكسي- أستيلين نفسها، والمبينة في الشكل (3-1) سابقاً ، والاختلاف الوحيد هو مشعل القطع المبين في الشكل (4-3)، الذي يختلف عن مشعل اللحام باحتوائه على أنبوب أوكسجين إضافي الغرض منه زيادة ضخ الأوكسجين مما يساعد على صهر وتبخر وإزالة المعدن أثناء عملية القطع، فضلاً على احتوائه على عتلة تتحكم بكمية الأوكسجين.



شكل 4-3 مشعل قطع المعادن

2-2-4 3 أدوات ومُعدات القطع المساعدة Oxy-Acetylene Cutting Accessories

لغرض السيطرة على عملية القطع بنحوٍ دقيق، يحتاج العامل في هذا المجال إلى مُعدات إضافية تساعده على إتقان عملية القطع، المعدات عبارة عن دليل قطع يساعد في ضبط واستقامة القطع المراد قطعها ومن أهمها:

- الدليل المستقيم الذي يساعد على استقامة خط القطع وكما هو مبين في الشكل (4-4 أ).
- دليل قطع الدوائر يساعد على ضبط أقواس الدوائر في أثناء القطع وكما هو مبين في الشكل (4-4 ب).
- دليل قطع الأقواس المبين في الشكل (4- 4 ت).
- عربة ميكانيكية مبرمجة تستعمل هذه العربة الميكانيكية لقطع الأشكال المركبة والمعقدة، كما هو مبين في الشكل (4-4 ث).

أ- دليل قطع الخطوط المستقية

ب- دليل قطع الدوائر

ت- دليل قطع الأقواس

ث- عربة ميكانيكية تستعمل للقطع

شكل 4-4 دليل القطع المستعمل في قطع المعادن باللهب

4-2-4 تعليمات السلامة المهنية Vocational Safety Instructions

تسبب عملية القطع بشُعلة الأوكسي- أستيلين تطاير كمية كبيرة من الشرر والمعدن المنصهر، لاحظ الشكل (4-1)، لذلك يجب الالتزام بارتداء ملابس السلامة المهنية، وأحذية العمل والنظارات الخاصة لعمليات اللحام والقطع الحراري بهذه الطريقة، كما يجب إخلاء مكان العمل من المواد القابلة للاشتعال وتوفير مُعدات إطفاء الحرائق في موقع العمل، وتهيئة ظروف العمل المناسبة لإتمام العملية.

4-2-5 العناية بمُعدات القطع Cutting Equipment Care

من الضروري الحفاظ على مُعدات القطع وخزنها بصورة جيدة لمنع تعرضها إلى الصدمات، إذ أن الصدمات على مشعل القطع تؤدي إلى عدم انتظام تدفق الغازات من خلال المشعل، وبالتالي عدم تجانس الشُعلة. وتراعى النقاط الآتية للحفاظ على مُعدات القطع:

- وضع مشعل القطع في الحقيبة المخصصة له دائماً عند عدم استعماله.
- تنظيف ثقوب الرشاشات (Nozzles) كلما تطلب الأمر، وحفظها في مكانها المخصص.
- ربط الرشاش بصورة سليمة على مشعل القطع لضمان عدم تسرب الغاز من جوانب الرشاش.
- عدم الطرق على الرشاش لأغراض التنظيف، وإنما استعمال المبارد الناعمة لهذا الغرض.

التمرين الأول: تهيئة مكان القطع ومُعداته

الهدف من التمرين: تعريف الطالب بأهمية تهيئة مكان العمل بقطع المعادن بواسطة شُعلة الأوكسي-أستيلين

العُدد والمواد المطلوبة: 1- أسطوانة أوكسجين، 2 – صمام أسطوانة الأوكسجين، 3- منظم ضغط الأوكسجين، 4- صمام وذراع التحكم بكمية الأوكسجين، 5- مشعل القطع، 6- أسطوانة الأستيلين.
7- منظم ضغط الأستيلين، 8- صمام أسطوانة الأستيلين، 9- عربة وحزام تثبيت الأسطوانات، 10- ملابس وقفازات مضادة للحريق وحذاء عمل ونظارة لحام، 11- مطفأة حريق.

خطوات العمل:

1- تركيب أسطوانة الأوكسجين والأستيلين على العربة وربطها بالحزام بصورة جيدة.
2- تركيب منظمي الضغط للأوكسجين والأستيلين.
3- فتح صمام الأوكسجين بصورة تامة، وتنظيم ضغط الأوكسجين.
4- توصيل خرطوم الأوكسجين بمنظم ضغط الأوكسجين.
5- إعادة الخطوتين 3 و 4 على أنبوبة الأستيلين، مع مراعاة عدم فتح صمام الأستيلين بنحوٍ تام.
6- تعيير ضغط الأوكسجين إلى ضغط 2 جو (2 atm) ، والتأكد من إغلاق صمام المشعل بنحوٍ تام.
7- ضبط ضغط منظم الأستيلين عند ضغط 0.2 جو، والتأكد من غلق صمام المشعل بنحوٍ تام.
8- إجراء فحص التسرب بواسطة رغوة الصابون.
9- إشعال المشعل بلهب متعادل، مع توجيه مشعل القطع إلى الأسفل والضغط على ذراع التحكم بكمية الأوكسجين.
10- التأكد من عمل مطفأة الحريق.
11- إغلاق مشعل القطع.
12- إغلاق صمامي الأوكسجين والأستيلين.

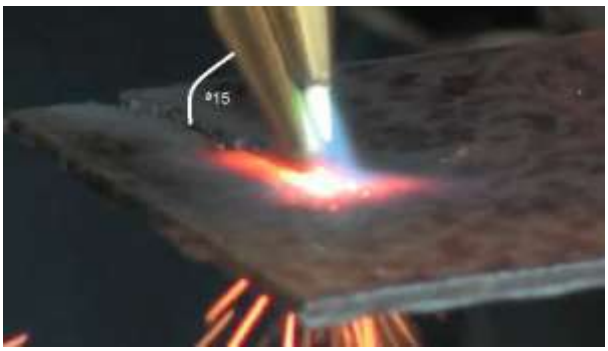
التمرين الثاني: قطع قطعة من الفولاذ بسمك أقل من 3 ملم

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على قطع المعادن ذات السمك القليل بواسطة مشعل الأوكسي- أستيلين.

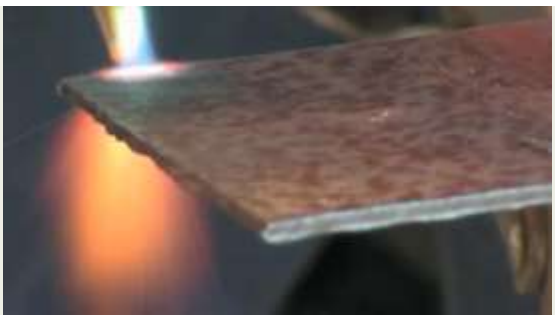
العُدد والمواد المطلوبة: 1- أسطوانة أوكسجين، 2– صمام أسطوانة الأوكسجين، 3- منظم ضغط الأوكسجين، 4- صمام وذراع التحكم بكمية الأوكسجين، 5- مشعل القطع، 6- أسطوانة الأستيلين، 7- منظم ضغط الأستيلين، 8- صمام أسطوانة الأستيلين، 9- عربة وحزام تثبيت الأسطوانات، 10- ملابس وقفازات مضادة للحريق وحذاء عمل ونظارة لحام، 11- مطفأة حريق، 12 صفيحة فولاذية سمك 2 mm ملم بطول 30 cm

خطوات العمل:

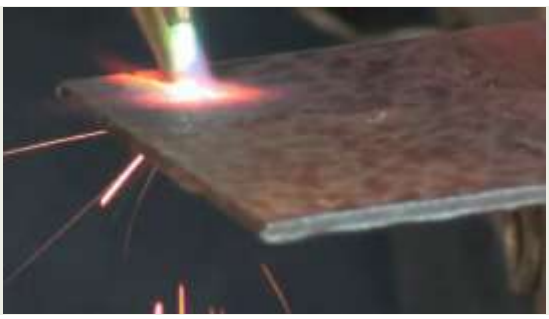
يختلف قطع قطعة فولاذ رقيقة بسمك أقل من 3 ملم عن قطع أخرى سميكة ذات سمك أكثر من 3 ملم من حيث اتجاه الشُعلة عن سطح قطعة العمل، ولهذا عند قطع معدن رقيق يكون تسليط اتجاه المشعل مائلاً بزاوية 15 درجة عن سطح المعدن، وكما هو مبين في الشكل (4-5)، إما في ما يخص عمليات القطع الأخرى فأنها لا تختلف عن العمليات المبينة في التمرين السابق، ويبين الشكل (4-6) عمليات القطع لقطعة عمل رقيقة.



شكل 4-5 يُمال المشعل بزاوية 15 درجة عن سطح قطعة العمل

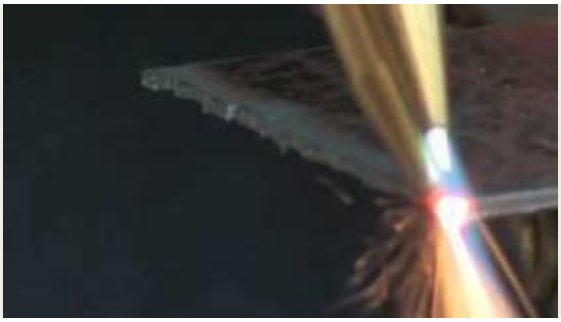


أ- نصف الشعلة خارج المعدن



ب- بداية عملية القطع

ت- استمرار عملية القطع



ث- انتهاء عملية القطع

شكل 4-6 قطع قطعة رقيقة من الفولاذ

التمرين الثالث: عمل ثقب في صفيحة من الفولاذ بواسطة مشعل الأوكسي- أستيلين.

الهدف من التمرين: التدريب على أعمال التثقيب والحفر السريع للمعادن الصلبة والسميكة بواسطة مشعل الأوكسي-أستيلين.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- أسطوانة وصمام أسطوانة الأوكسجين، 2- منظم ضغط الأوكسجين، 3- صمام وذراع التحكم بكمية الأوكسجين، 4- مشعل القطع، 5- أسطوانة الأستيلين، 6- منظم ضغط الأستيلين، 7- صمام أسطوانة الأستيلين، 8- عربة وحزام تثبيت الأسطوانات، 9- ملابس وقفازات مضادة للحريق وحذاء عمل ونظارة لحام، 10- مطفأة حريق، 11- قطعة من الفولاذ بسمك 15 mm وطول 30 cm

خطوات العمل:

اتبع خطوات العمل في أدناه، وكما هو مبين في الشكل (4-7).

1- هيّئ المكان كما تعلمت في التمرين الأول.

2- اضبط شُعلة المشعل كما تعلمت في التمرين السابق.

3- قرَب المشعل من قطعة الفولاذ وابدأ بالتسخين الأولي على المساحة التي يراد ثقبها.

4- استمر بالتسخين مع تركيز اللهب على منطقة معينة، عند بداية انصهار المعدن حرَك يدك عكس اتجاه عقرب الساعة وبصورة قوس.

5- استمر بتحريك يدك مع التأكد من انفصال المعدن قبل اللهب، ويجب أن تكون الحركة بحيث تكوَن دائرة قطرها بقدر قطر الثقب المطلوب.

6- استمر إلى أن تصل نقطة بداية العمل وعندها ستسقط قطعة اسطوانية من قطعة العمل، ويتكون الثقب المطلوب عمله في الصفيحة.

7- لا تلمس المعدن نهائياً قبل التأكد من انخفاض درجة حرارته.

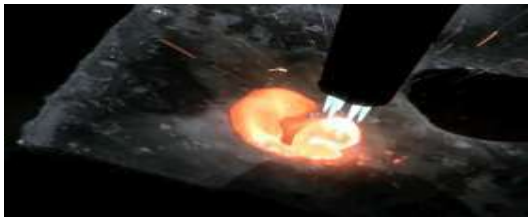
8- اطفئ المشعل واعد الأدوات والمُعدات إلى مكانها الصحيح.

أ- بداية التسخين على مساحة تساوي مساحة الثقب

أ

ب- استمرار التسخين وبداية انصهار المعدن

ت- انصهار كلي للمعدن



ث- بداية الحركة الدائرية للمشعل

ج- استمر بالحركة الدائرية للمشعل

ج- الوصول إلى نقطة البداية

خ- بداية انفصال القطعة الأسطوانية

ب

د- سقوط القطعة الأسطوانية

ذ- تكون الثقب المطلوب

ر- القطعة الأسطوانية بعد سقوطها

شكل 4-7 عمل ثقب في قطعة معدنية بمشعل الأوكسي- أستيلين

التمرين الرابع: لحام قطعتي فولاذ برؤوس متقابلة بسلك اللحام

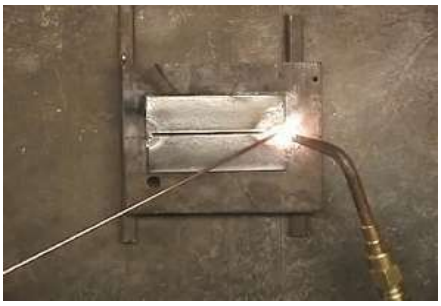
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية لحام قطعتي فولاذ ببعضهما البعض باستعمال سلك اللحام.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- أسطوانة أوكسجين، 2 – صمام أسطوانة الأوكسجين، 3- منظم ضغط الأوكسجين، 4- صمام وذراع التحكم بكمية الأوكسجين، 5- مشعل اللحام، 6- أسطوانة الأستيلين، 7- منظم ضغط الأستيلين، 8- صمام أسطوانة الأستيلين، 9- عربة وحزام تثبيت الأسطوانات، 10- ملابس مناسبة وقفازات مضادة للحريق وحذاء عمل ونظارة لحام واقية، 11- مطفأة حريق، 12- قطعتان من الفولاذ بسمك 1 mm وطول 10 cm وعرض 5 cm لكل منهما، 13- سلك لحام فولاذ قطر 2 mm

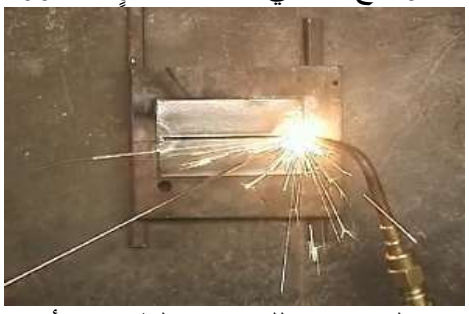
خطوات العمل:

1- اضبط الشعلة كما تم التدريب عليه في السابق، وتحقق من جميع متطلبات السلامة والأمان، قَرب المشعل من الصفيحة، بحيث يبعد رأس المخروط عن سطح الصفيحة بمسافة 3 ملم.
2- اضبط زاوية المشعل بحيث تميل عن الصفيحة بحدود 60 الى 70 درجة، وتكون الشُعلة دائماً باتجاه الخطوط المراد لحامها ثم سَخن التسخين الأولي.
3- ضع قطعتي الفولاذ بنحوٍ متجاور مع ترك فراغ بينهما بحدود 2 إلى 3 مليمتر لغرض تغلغل مادة اللحام خلالهما.
4- مع زيادة التسخين تبدأ منطقة صغيرة بالانصهار، اغمر سلك اللحام في هذه النقطة، وابدأ عملية اللحام من نقطة في الجهة اليسرى، أعد عملية اللحام على الجهة اليمنى ثم اِلحم نقطة أخرى في الجهة اليمنى، وكما هو مبين في الشكل (4-8 ب).
5- ابدأ من الجهة اليمنى للصفيحة لإتمام عملية اللحام، واستمر بغمر سلك اللحام في المعدن المنصهر للصفيحة، مع تغذية مستمرة لسلك اللحام، وكما هو مبين في الشكل (4-8 ت).
6- الانتباه دائماً أن يكون اتجاه الشُعلة باتجاه الخطوط المهيأة لعملية اللحام، وكما هو موضح في الشكل (4-8 ج).
7- اِستمر بعملية اللحام حتى تصل إلى نقطة التثبيت الثانية التي تقع على يسار القطعة.
8- أطفئ المشعل واترك قطعة العمل تبرد.

أ- وضع قطعتي المعدن بنحوٍ متجاور



ب- تثبيت طرفي القطعة بنقطتي لحام



ت- المباشرة باللحام من الطرف الأيمن

ث- استمرار عملية اللحام

ج- اتجاه اللهب يكون باتجاه الجزء غير الملحوم لغرض التسخين الأولي

ح- إتمام عملية اللحام

خ- إطفاء المشعل

د- ترك القطعة تبرد ببطء

ذ- القطعتان بعد لحامهما مع بعض

شكل 4-8 لحام قطعتي فولاذ برؤوس متقابلة بسلك اللحام

3-4 لحام القوس الكهربائي Electrical Arc Welding

1-3-4 مقدمة Introduction

لحام القوس الكهربائي (Arc Welding) هو نوع من أنواع لحام الصهر بالإفادة من الطاقة الكهربائية التي تولّد الحرارة اللازمة لعمليات اللحام، وهو أحد أهم وأوسع أنواع اللحام استعمالاً لسهولة العمل به يدوياً، ولمعايير معينة تعُد العملية اقتصادية وذات جودة لحام جيدة القوة والمتانة.

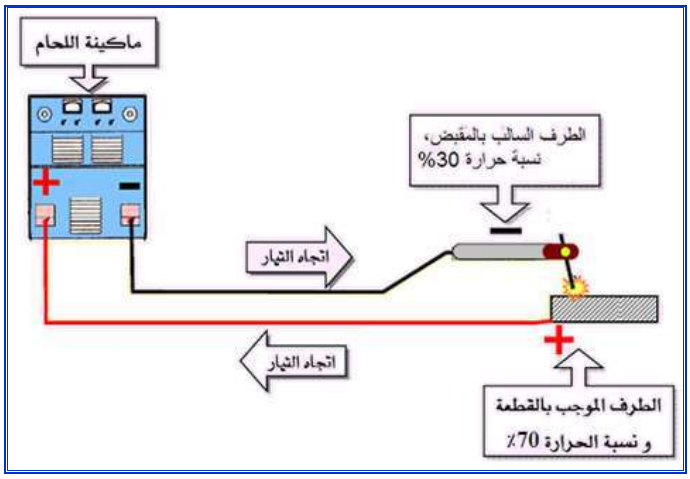
القوس الكهربائي عبارة عن تفريغ للشحنة الكهربائية بالهواء بين كل من القطب (Electrode) والجزء الملحوم (قطعة العمل)، وهنالك تقنيات مختلفة في لحام القوس الكهربي لتحسين جودة اللحام إذ تستعمل الغازات الخاملة أو تتم العملية بوسط مفرغ من الهواء.

تصل درجة الحرارة لعمليات القوس الكهربائي الاعتيادية من اللحام إلى 4000 درجة سيليزية وهي درجة حرارية كافية لصهر المعادن العالية الانصهار نسبياً مثل الفولاذ في نقطة اللحام وصهر المعدن الإضافي من سلك اللحام، وباستعمال التقنيات الخاصة تصل درجات الحرارة في منطقة اللحام إلى درجات مرتفعة جداً. فرق جهد التفريغ الكهربائي واطئ لا يتجاوز (10-50 فولت) مقابل تيار كهربائي عالٍ ما بين (10-2000 أمبير) في العمليات الاعتيادية.

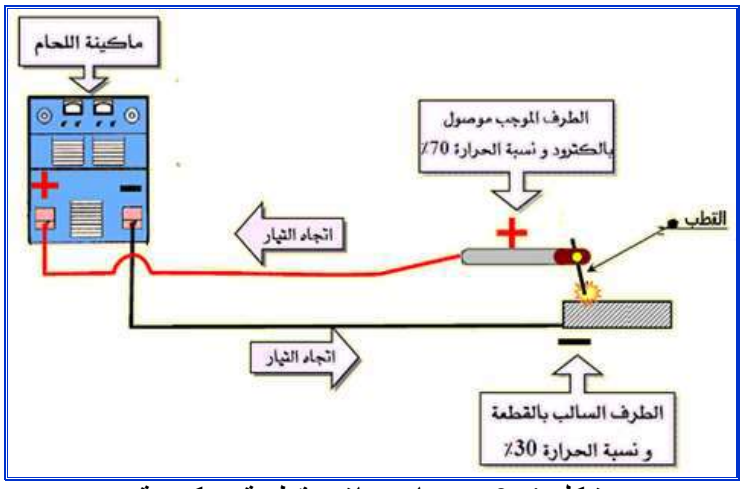
2-3-4 التيار المستعمل في اللحام بالقوس الكهربائي Current Used in Arc Welding

يُعد اختيار التيار من العوامل المهمة في لحام القوس الكهربائي، حيث هنالك اختيارات ثلاث للتيار الكهربائي في أثناء اللحام بالقوس الكهربائي وهي:

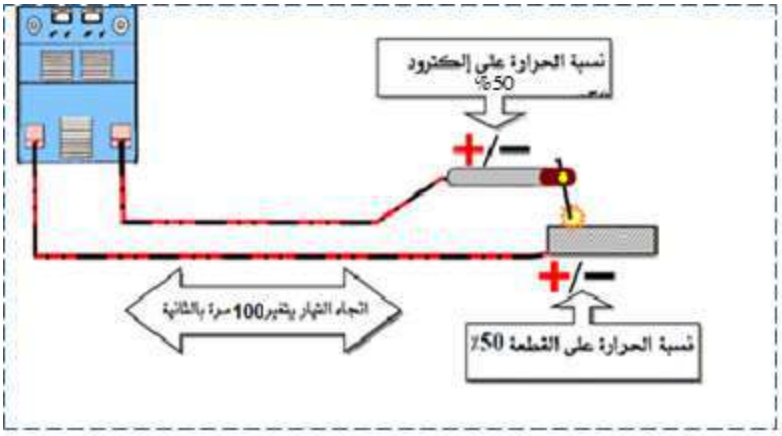
1. التيار المستمر بقطبية مباشرة (DC-): وفيه يوصل مقبض اللحام بالطرف السالب لماكنة اللحام، في حين يوصَل الأرضي بالطرف الموجب للماكنة، وفيه تتوزع الحرارة بنسبة 30% على القطب (الإلكترود) والحرارة الباقية على القطعة المعدنية، وكما هو مبين في الشكل (4-9 أ).
2. تيار مباشر بقطبية معكوسة (DC+): ويتم ربط القطب (مقبض اللحام) بالطرف الموجب لماكنة اللحام، في حين أن الطرف السالب يوصَل بالأرضي، ويتم توزيع الحرارة بنسبة 70% في القطب والباقي على الصفيحة، وكما هو مبين في الشكل (4-9 ب).
3. التيار المتناوب (AC): وفيه لا تعني القطبية شيئاً، إذ أن التيار المتناوب يغيّر اتجاهه باستمرار من موجب إلى سالب، وبمعدل 100 مرة في الثانية الواحدة، وتتوزع الحرارة بالتساوي بين كل من القطب وقطعة العمل، وكما هو مبين في الشكل (4-9 ج).



شكل 4- 9- أ التيار المستمر قطبية مباشرة



شكل 4-9 ب تيار مباشر قطبية معكوسة



شكل 4-9 ج التيار المتناوب AC

3-3-4 مُعدات اللحام بالقوس الكهربائي Arc Welding Equipment

تُعد ماكينة لحام القوس الكهربائي الاعتيادية ذات المحوَل والموَحد (AC) إلى (DC) الأكثر شيوعاً واستعمالاً، وتتكون من جسم الماكنة والذي يحتوي على سلك مقبض القطب (الألكترود) والمقبض نفسه، وسلك الماسك (المقبض) الأرضي، ومنظم لشدة التيار يتم التحكم به بحسب سلك اللحام المستعمل، واختيار قطر سلك اللحام المستعمل يعتمد على نوع المعدن وسمكه، ويبين الشكل (4-10) ماكنة لحام القوس الكهربائي. تستخدم أسلاك لحام خاصة بالقوس الكهربائي (الألكترود)، وهي عبارة عن أسلاك لحام مغطاة بمادة مساعدة للحام والصهر تحسن من مواصفات اللحام.

شكل 4-10 ماكنة لحام القوس الكهربائي

التمرين الخامس: بدء تشغيل ماكنة لحام القوس الكهربائي

الهدف من التمرين: تعليم الطالب وتدريبه على كيفية تشغيل ماكنة لحام القوس الكهربائي.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ماكنة لحام قوس كهربائي، 2- مطرقة حديدية ، 3- قلم حديد 4- ملقط حديدي، 5- مطرقة تنظيف، 6- فرشاة سلكية، 7- قناع وقاية لحام، 8- قفازات مضادة للحريق، 9- صدرية مضادة للحريق وحذاء عمل، 10- قبعة جلدية، 11- قطعة فولاذية صغيرة، سلك لحام قطر 3.25 mm

خطوات العمل:

1. صِلْ الماسك الأرضي بمنضدة العمل.
2. ضع سلك اللحام (الألكترود) في مقبض القطب، وضع قطعة العمل على منضدة العمل.
3. صِلْ الكهرباء إلى الماكنة عن طريق زر الإطفاء والتشغيل.
4. اضبط كمية التيار وحسب سمك المعدن وسلك اللحام المستعمل، وبحسب الجدول (4-1).
5. تبدأ عملية اللحام بعملية القدح، وهي العملية التي يبدأ بها بالنقر البسيط على سطح المعدن بواسطة سلك اللحام، وتكون الحركة كما ولو أنك تقوم بشعل عود ثقاب، كما هو مبين في الشكل (4-11 أ).
6. ستظهر شرارة صغيرة في بداية الأمر، وكي تستمر الشرارة يجب عدم إبعاد الألكترود عن الصفيحة، وإنما تكون المسافة بين سلك اللحام والصفيحة بقدر قطر السلك، كما هو مبين في الشكل (4-11 ب).
7. استمر بالحفاظ على هذه المسافة، ستلاحظ استمرار عملية تدفق الشرر، كما مبين في الشكل (4-11 ج).
8. ملاحظة مهمة جداً، يجب وضع قناع اللحام المعتم دائماً، وحتى في أثناء عملية القدح.

أ – تقريب سلك اللحام من الصفيحة

ب – ظهور الشرارة الأولى

ج ـ تدفق الشرر من السلك

شكل 4-11 عملية القدح بسلك لحام القوس الكهربائي

سمك المعدن (mm)	التيار المطلوب (A)	قطر السلك (mm)
0.8	30	1.9 -1.5
1.0	45-35	2.4 -2
1.5	50-35	2.5
2	100-60	3.25 – 2.6
2.5	130	4

جدول 4-1 العلاقة بين سمك قطعة العمل والتيار الكهربائي وقطر سلك اللحام

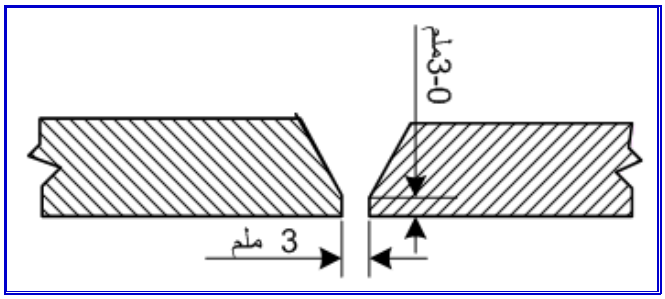
التمرين السادس: لحام رؤوس متقابلة لقطع فولاذ

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية لحام قطعتي فولاذ برؤوس متقابلة بواسطة لحام القوس الكهربائي.

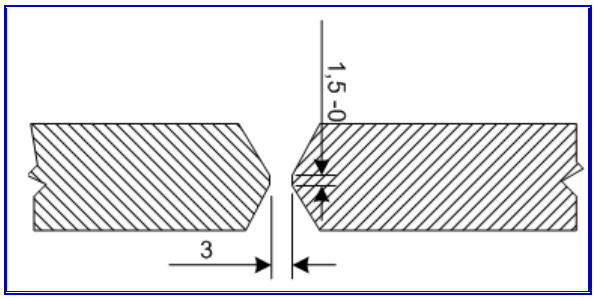
العُدد والمواد المطلوبة: 1- ماكنة لحام قوس كهربائي، 2- مطرقة حديدية ، 3- قلم حديد 4- ملقط حديدي، 5- مطرقة تنظيف، 6- فرشاة سلكية، 7- قناع لحام، 8- قفازات مضادة للحريق، 9- صدرية مضادة للحريق، 10- حذاء عمل، 11- قبعة جلدية، 12- صفيحة معدن سمك 8 mm وطول 150 mm وعرض 100 mm عدد 2، 13- سلك لحام قطر 3.25 mm

خطوات العمل:

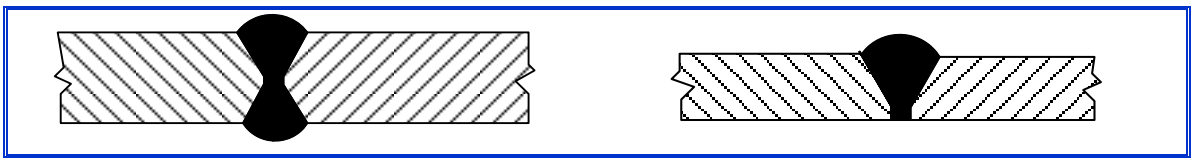
1. هيّئ ماكينة اللحام كما تعلمت سابقاً.
2. عند ربط قطعتين من المعدن باستعمال القوس الكهربائي، يتطلب الأمر عمل شق بصورة حرف V إذا كان سمك قطعة المعدن بحدود 9 – 12.5 ملم، وترك مسافة بين القطعتين بحدود 3 ملم، وكما هو مبين في الشكل (4-12 أ)، إما إذا كان سمك المعدن يزيد عن 12.5 ملم فيجب أن تكون المسافة المشطوفة من أعلى وأسفل الصفيحة، وكما هو مبين في الشكل (4-12 ب).
3. اضبط زاوية ميل سلك اللحام عن القطعة بحدود 70 – 80 درجة.
4. اقدح سلك اللحام كما تعلمت سابقاً، وكي تستمر عملية اللحام يجب أن يبتعد السلك عن قطعة العمل بحدود (3-4 ملم).
5. ابدأ بملء المسافة بين قطعتي المعدن، وكما هو موضح في الشكل (4-12 ج).
6. تأكد من إطفاء الماكينة بعد الانتهاء من العمل.
7. أعد الأدوات والمُعدات إلى مواقعها.
8. نظف موقع العمل.



شكل 4-12 أ شطف قطعة المعدن بصورة حرف V



شكل 4-12 ب شطف قطعة المعدن من الأعلى والأسفل بصورة حرف V



شكل 4-12 ج انتهاء عملية اللحام

الفصل الخامس

التأسيسات الكهربائية

Electrical Installation

الأهداف

الهدف العام

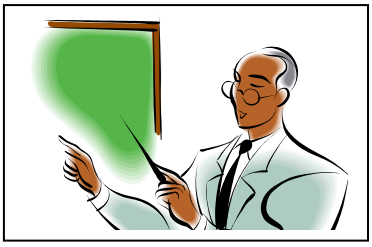
في هذا الفصل سيتمكن الطالب من التعرف والتدريب السليم على بعض الأعمال الكهربائية التي يحتاج إليها عند ممارسة مهنة تكييف الهواء والتثليج من تأسيسات كهربائية وربط الأجهزة الكهربائية المتنوعة بمصدر الطاقة الكهربائية، فضلاً عن التعرف على قياسات الأسلاك والقابلوات الكهربائية وكيفية تعريتها وقصدرتها وغيرها من الأعمال الكهربائية المهمة.

الأهداف الخاصة

بعد انهاء مفردات الفصل الخامس وتطبيقها سيكون الطالب قادرا على :-

1. التعرف على الأسلاك والقابلوات الكهربائية ومعرفة قياساتها المتداولة.
2. التدريب على تعرية الأسلاك والقابلوات الكهربائية وقصدرتها.
3. التدريب على توصيل الأسلاك والقابلوات الكهربائية بعدة طرائق.
4. التدريب على عزل الوصلات الكهربائية.
5. المعرفة والتدريب على أنواع الأسلاك المستعملة في التأسيسات الكهربائية وألوانها.
6. التعرف والتدريب على قواعد السلامة المهنية في أثناء تنفيذ الدوائر الكهربائية.
7. ربط المصابيح والأجهزة الكهربائية المنزلية بمصدر الطاقة الكهربائية.

محتويات



الفصل 5

التعرف والتدريب على أعمال

التأسيسات الكهربائية

- مُقدمة عن الأعمال الكهربائية
- تعرية الأسلاك الكهربائية
- عزل الوصلات الكهربائية
- لحام الوصلات الكهربائية
- التأسيسات الكهربائية
- أنواع الأسلاك الكهربائية وألوانها
- إرشادات السلامة المهنية
- ملاحظات عامة عن تنفيذ الأعمال الكهربائية

التأسيسات الكهربائية Electrical Installation

1-5 مقدمة Introduction

مهنة تكييف الهواء والتثليج ذات علاقة وطيدة بالأعمال الكهربائية المتنوعة، لأن جميع الأجهزة الكهربائية المنزلية من الثلاجات ومكيفات الهواء وغيرها من الأجهزة تعمل بمصدر الطاقة الكهربائية، ولهذا لا بد من الطالب في هذه المرحلة أن يكون ملماً بأساسيات الأعمال الكهربائية من معرفة قياسات وألوان الأسلاك والوصلات الكهربائية وطريقة ربطها وتغذية الأجهزة بمصادر الطاقة الكهربائية. فضلاً عن معرفة قدرة الأجهزة الكهربائية ليتمكن من اختيار الأسلاك والقابلوات والمآخذ المناسبة وغيرها من متطلبات إكمال أعمال نصب الأجهزة وتشغيلها.

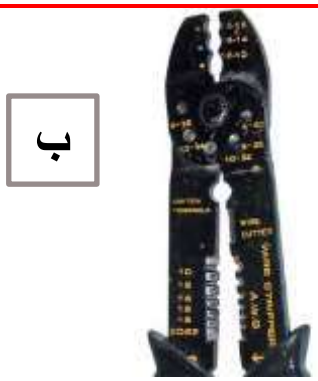
وفي هذه المرحلة لا بد للطالب أن يكون عارفاً بالحد الأدنى من موضوع الطاقة الكهربائية بصورة عامة وتنفيذ أعمال التأسيسات والربط بصورة سليمة وصحيحة بصورة خاصة مع الأخذ بالحسبان قواعد السلامة المهنية وتعليماتها، لأن الطاقة الكهربائية تمثل خطراً كبيراً على العاملين، وبالتالي يستطيع تحديد العطلات التي تصاحب الأعمال الكهربائية المتنوعة. وفي هذا الفصل تم وضع تمارين مهمة بهذا الخصوص وعلى الطالب تنفيذها بدقة بإشراف المدربين واتباع تعليماتهم، لأنها الأساس لأعمال مهنة تكييف الهواء والتثليج.

2-5 تعرية الأسلاك الكهربائية Electrical Wires Stripping

تُعد عملية تعرية الأسلاك الكهربائية الخطوة الأولى في عملية ربط الأسلاك مع بعضها البعض، والتعرية هي عملية إزالة العوازل والأغلفة الواقية للأسلاك المعدنية (التي عادةً ما تصنع من النحاس لكونه من أحسن المواد توصيلاً للكهرباء، ويأتي بعده الألمنيوم) من دون إلحاق الضرر بالسلك المعدني.

هناك عدة أنواع من الأدوات لعملية تعرية الأسلاك الكهربائية منها، شفرات التعرية وقاطعات الأسلاك وقاشطاتها، ويبين الشكل (5-1) أنواع العُدد المستعملة في تعرية الأسلاك الكهربائية.

شكل 5-1 العُدد المستعملة في تعرية الأسلاك الكهربائية (أ)



ب

عُدة تعرية الأسلاك وربطها قاطعة متعددة الأغراض قاطعة أسلاك

شكل 5-1 العُدد المستعملة في تعرية الأسلاك الكهربائية (ب)

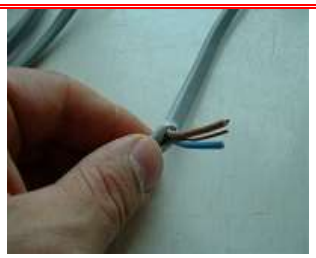
التمرين الأول: تعرية الأسلاك الكهربائية

الهدف من التمرين: تعريف وتدريب الطالب على كيفية تعرية الأسلاك الكهربائية بعدة طرائق.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- شفرة معدنية، 2- قاطعة أسلاك، 3- قاشطه أسلاك، 4- قابلو كهربائي قياس $3 \times 2.5\ nm^2$ وبطول 15 cm أي يحتوي على ثلاثة أسلاك (أحادي الطور مع ارضي).

خطوات العمل:

1. إستعمل الشفرة لإحداث شق في العازل الخارجي للقابل، وكما هو مبين في الشكل (5-2 أ).
2. اخرج الأسلاك الثلاثة من الشق، وكما هو مبين في الشكل (5-2 ب).
3. استخدم الشفرة لقطع العازل الخارجي، وكما هو مبين في الشكل (5-2 ج).
4. استخدم القاشطة متعددة الأغراض واستعمل الفتحة المؤشر عليها (2.5 ملم^2).
5. حدد الطول المناسب.
6. اقرص على العازل بقوة ثم اسحب العازل دون إزالة الضغط على مقبض القاشطة ثم انزع العازل.
7. استعمل قاشطة الأسلاك لتعرية السلك الآخر بعد أن تحدد القطر المناسب بواسطة اللولب المثبت أعلى القاشطة، وكما هو مبين في الشكل (5-2 و).



أ- استعمل الشفرة لإحداث شق ب- اخرج الأسلاك من الشق ج- اقطع العازل الخارجي

د- استعمل القاشطة المتعددة الأغراض هـ- أزل العازل من السلك و- أعد التمرين باستعمال قاشطة الأسلاك

شكل 5-2 تعرية الأسلاك الكهربائية

التمرين الثاني: توصيل الأسلاك الكهربائية بواسطة الصامولات البلاستيكية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال الصامولات البلاستيكية في توصيل الأسلاك.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- شفرة معدنية، 2- قاطعة أسلاك، 3- قاشطة أسلاك، 4- سلك كهربائي مفرد قياس $2.5\ mm^2$ وبطول 15 cm، 5- صامولات بلاستيكية.

خطوات العمل:

تستعمل الصامولات البلاستيكية لعزل الأسلاك الكهربائية المرتبطة معاً (المُعشقة) بكثرة بدلاً من استعمال الشريط البلاستيكي العازل وذلك لمتانتها ومقاومتها للظروف الجوية.

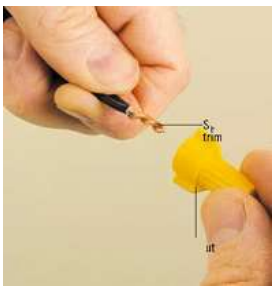
تابع الخطوات بالتزامن مع الشكل (5-3)

1. انزع العازل من السلك بمسافة 2.5 سم كما تعلمت من التمرين السابق.
2. ابرم السلكين مع بعضهما البعض، إما باستعمال اليد إذا كان قطر السلك صغيراً، وإما بواسطة ماسكة الأسلاك إذا كان قطر السلك كبيراً، ويجب أن يكون اتجاه البرم باتجاه عقرب الساعة.
3. سيكون قطر السلك بعد البرم يساوي ضعف قطر السلك المفرد تقريباً، اختر القطر المناسب للصامولة البلاستيكية، وعند اختيار صامولة ذات قطر صغير لن يدخل السلك المبروم بها، أما إذا أُختير قطر للصامولة أكبر من المطلوب، فإن السلك لن يثبت داخل الصامولة بعد لفه.
4. قِس الطول المطلوب للسلك غير المعزول بحيث يختفي جميع السلك غير المعزول داخل الصامولة البلاستيكية، واقطع الطول الزائد إن وجد.
5. ادخل السلك في الصامولة البلاستيكية، ولف الصامولة باتجاه عقرب الساعة حتى تجد ممانعة للف.
6. عند عدم وجود ممانعة للف ذلك يعني أن قطر الصامولة كبير، قُمْ بإبداله بواحد آخره يبين الشكل 5-3(ح) الشكل النهائي للسلك بعد ربطه بواسطة صامولة بلاستيكية.

أ- انزع العازل بمسافة 2.5 سم

ب- قارن طول السلك غير المعزول مع طول الصامولة

ت- اقطع الطول الزائد



ث- أدخل السلك في الصامولة

ج- شكل السلك بعد لفه داخل الصامولة

ح- الشكل النهائي للسلك بعد ربطه بواسطة صامولة بلاستيكية

شكل 5-3 ربط الأسلاك بالصامولات البلاستيكية

التمرين الثالث: توصيل القابلوات بالكبس

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على طرائق ربط القابلوات الكهربائية بواسطة كبس نهاية أطراف القابلوات.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- عُدة تعرية الأسلاك، 2- قابلو كهربائي بحسب القطر المتوافر، 3- رابط قابلو بالكبس يناسب قطر القابلو المختار، 4- عازل يتقلص بالحرارة بقطرين، 5- مشعل هواء – بروبان.

خطوات العمل:

إن توصيل القابلوات الكهربائية أحادية الطور أو ثلاثية الطور يتطلب دقة عالية في العمل، واستعمال عددٍ من العوازل الكهربائية، ويتطلب الأمر فنياً متخصصاً لغرض إنجاز العمل، ويجب اتباع الخطوات في أدناه قبل البدء بالعمل:

- اقطع العازل وعرِ السلك بحسب الطول المسموح به لأنبوب الربط.
- اِقطع عازلاً حراري من النوع الذي ينكمش بالحرارة يناسب قطره قطر أنبوب الربط وطوله ضعف طول أنبوب الربط المستعمل.
- اقطع عازلاً حرارياً ثانياً بمواصفات العازل الأول نفسها وبقطر أكبر منه.
- يجب إدخال أطراف القابل خلال العازلين الأول والثاني قبل البدء بالعمل.
- أتبع الخطوات المبينة في الشكل (5-4).

أ

1- ارفع العازل الرئيس بالشفرة المعدنية

2- ارفع أسلاك التسليح إن وجدت

3- فرّق أسلاك القابل

4- ارفع العازل الأخير حتى يخرج السلك المعدني

5- أدخل أنابيب الربط

6- أنابيب الربط بعد إدخال الطرف الأول من القابل

7- اضغط أسطوانة الربط بضاغط هيدروليكي

8- البدء بعزل أسطوانة الربط بعد كبسها

9- سحب العازل الحراري الأول الذي يتقلص بالحرارة

الشكل 5-4 طريقة ربط قابلو كهربائي ثلاثي الطور بالكبس (أ)

10- عرَض العازل على الحرارة لينكمش على أنابيب الربط

11- اسحب العازل الثاني

12- عرَض العازل إلى لهب حتى ينكمش على العازل الأول

13- اربط الأسلاك مع بعضها البعض برابط من القماش

14 – ضع العازل الحراري النهائي

15- عرَض العازل على الحرارة حتى ينكمش على بقية الأسلاك

الشكل 5-4 طريقة ربط قابلو كهربائي ثلاثي الطور بالكبس(ب)

التمرين الرابع: عمل وصلات مختلفة للأسلاك الكهربائية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على طريقة ربط الأسلاك ببعضها البعض بعّدة طرائق.

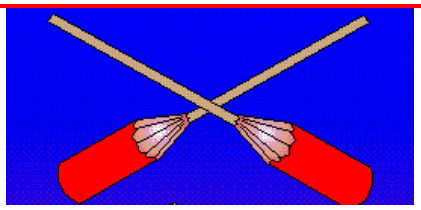
العُدد والمواد المطلوبة: 1- عُدة تعرية الأسلاك، 2- سلك مفرد قياس $2.5\ mm^2$ وبعدة أطوال.

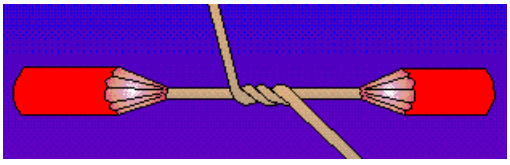
طريقة العمل:

في كل نوع من أنواع الربطات، ابدأ بإزالة العازل بمسافة 2.5 سم، ثم اتبع الخطوات بحسب نوع الربط. وسيتم ربط الأسلاك الكهربائية وكما يأتي:

أ- الوصلة الاتحادية:

1. اقطع سلكين بطول 10 cm، ثم أزل العازل من كل منهما.
2. اتبع الخطوات المبينة في الشكل (5-5).


أ- أزل العازل وضع السلكين بصورة متقاطعة

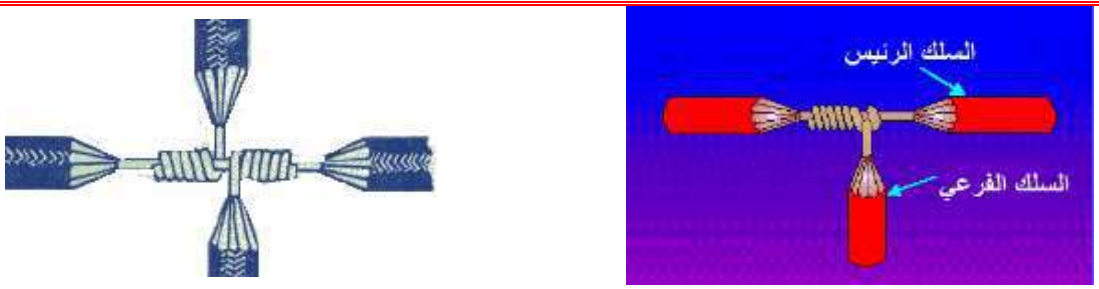

ب- ابدأ ببرم السلكين احدهما على الآخر

ت- استمر ببرم السلكين

ج- إكمال التمرين

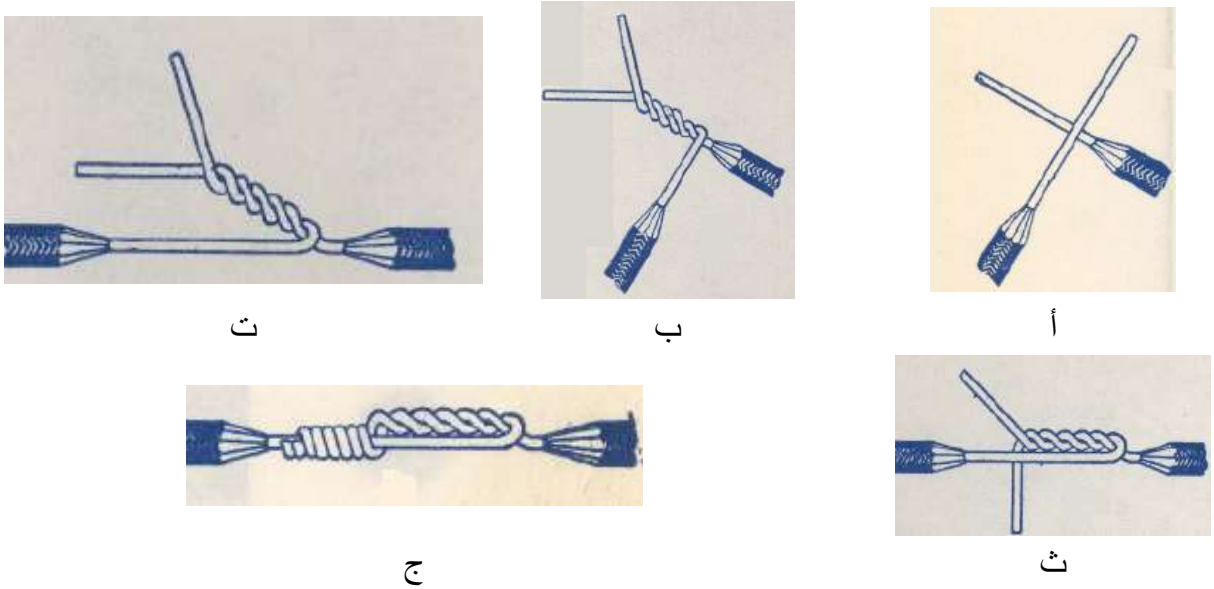
شكل 5-5 الوصلة الاتحادية

ب- بالطريقة نفسها اربط سلكين بالوصلة الفرعية المبينة في الشكل (5-6 أ).
ت- أعد التمرين عن طريق ربط السلكين بوصلة فرعية مزدوجة المبينة في الشكل (5-6 ب).
ث- اتبع الخطوات المبينة في الشكل (5-7) لتكوين ربطة التوصيل المحكمة.



أ- وصلة فرعية ب- وصلة فرعية مزدوجة

شكل 5-6 الوصلة الفرعية



شكل 5-7 الوصلة المحكمة

التمرين الخامس: عمل وصلة مستقيمة لقابلو ثنائي الأسلاك

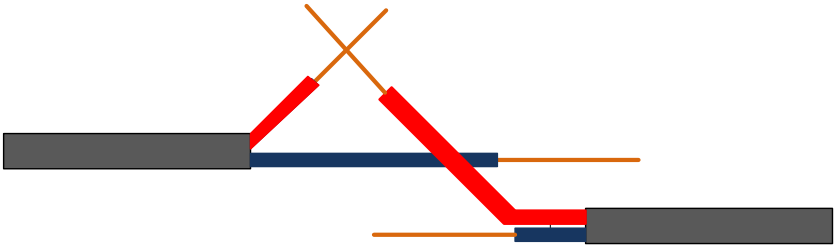
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ربط سلك ثنائي الأطراف والاحتياطات الواجب اتخاذها.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- عُدة تعرية الأسلاك، 2- قابلو مزدوج قياس 2 × 2.5 mm^2 وبعدة أطوال.

خطوات العمل:

اعتماداً على التمرين السابق عمل الوصلة الاتحادية للربط، سيتم ربط سلك ثنائي الأطراف مع سلك آخر من النوع نفسه، وكما هو موضح في الشكل (5-8).

أ- أزل العازل من السلكين



ب- ابدأ باللون الأحمر مثلاً وكوَن وصلة اتحادية

ت- السلك الأحمر بعد عمل الوصلة الاتحادية

ث- السلك الأزرق بعد عمل الوصلة الاتحادية

ج- الشكل النهائي للسلك المزدوج بعد ربطه مع بعض

شكل 5-8 عمل وصلة مستقيمة لقابلو ثنائي الأسلاك

3-5 عزل الأسلاك الكهربائية Electrical Wire Insulating

هناك عدّة أنواع من العوازل الكهربائية لغرض عزل الأسلاك بعد ربطها مع بعضها البعض لمنع حدوث دائرة قصر في أثناء مرور التيار الكهربائي، والعوازل الكهربائية على عدة أنواع منها الشريطية والمبينة في الشكل (5-9 أ)، والنوع الآخر الذي ينكمش بالحرارة والمبين في الشكل (5-9 ب)، فضلاً عن المشعل الحراري الذي يستعمل مع العوازل التي تنكمش بالحرارة، والمبين في الشكل (5-9 ت). يستعمل الشريط العازل للعزل الوقتي للأسلاك الكهربائية، في حين أن العوازل التي تنكمش بالحرارة تستعمل غالباً للعزل الدائم للأسلاك، وكذلك للقابلوات الكبيرة.

أ شريط عازل

ب- عازل ينكمش بالحرارة

ت- مشعل حراري

شكل 5-9 أنواع العوازل الكهربائية

التمرين السادس: عزل الأسلاك الكهربائية باستعمال الشريط العازل

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استعمال الشريط العازل لعزل التوصيلات الكهربائية.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- الوصلة كهربائية لتمرين سابق، 2- شريط عازل.

خطوات العمل:

1. تأكد من نوع العازل الكهربائي بدقة بحيث تكون المادة اللاصقة بحالة جيدة، ويجب عدم استعمال الأشرطة منتهية الصلاحية التي تكون المادة اللاصقة قد تلفت بفعل الظروف الجوية.
2. تأكد من الربط الجيد للأسلاك، ويبين الشكل (5-10 أ) ربطاً غير نظامي للأسلاك.
3. ابدأ من أحد أطراف الوصلة الكهربائية بمسافة لا تقل عن 2 cm
4. لف طرف الشريط بإحكام عدة لفّات ثم إبدأ بلف الشريط باتجاه الوصلة ويجب ألا يقل عدد اللفات عن لفتين الواحدة فوق الأخرى، كما هو مبين في الشكل (5-10 ب).عند الانتهاء إقطع الشريط بالمقص أو بالشفرة المعدنية.

أ- وصلة ربط غير نظامية ب- طريقة لف الشريط ت- عزل نظامي

شكل 5-10 استعمال شريط العزل لعزل الوصلات الكهربائية

التمرين السابع: عزل الأسلاك الكهربائية باستعمال العازل البلاستيكي

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استعمال العوازل التي تنكمش بالحرارة.

العُدد والمواد المطلوبة:1- عُدة تعرية الأسلاك الكهربائية، 2 – سلك كهربائي قياس $25\ mm^2$ أو أكبر، 3- عازل كهربائي بلاستيكي من النوع الذي ينكمش بالحرارة، 4- مشعل غازي لتسخين العازل.

خطوات العمل:

1. ازل العازل من الأسلاك كما تعلمت وبطول 5 cm
2. ادخل السلك الكهربائي خلال العازل قبل القيام بعملية توصيل السلك الكهربائي، كما هو مبين في الشكل (5-11 أ).
3. اربط الأسلاك الكهربائية كما تعلمت في التمارين السابقة.
4. اسحب العازل بحيث يغطي وصلة الربط الكهربائية ويزيد عليه بمقدار 2.5 cm من طرفيه.
5. سخّن وصلة الربط ببطء، واحذر من الحرارة العالية التي يمكن أن تذيب عازل السلك، كما هو مبين في الشكل (5-11 ب).
6. استمر بالتسخين حتى ينكمش بإحكام على وصلة الربط، كما هو مبين في الشكل (5-11 ت).
7. يبين الشكل (5-11 ج) عملية عزل قابلو ثلاثي الطور باستعمال العوازل التي تنكمش بالحرارة.
8. اترك العازل يبرد ببطء.

أ - وضع العازل قبل عملية الربط

ب- عملية تسخين العازل لغرض انكماشه

ت- العازل بعد انكماشه على السلك

ج- عزل القابلوات

شكل 5-11 عملية عزل وصلات الربط بالعازل الذي ينكمش بالحرارة.

التمرين الثامن: توصيل الأسلاك الكهربائية داخل علبة الوصل

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال الصامولات البلاستيكية في توصيل الأسلاك داخل علبة الوصل (Terminal Box).

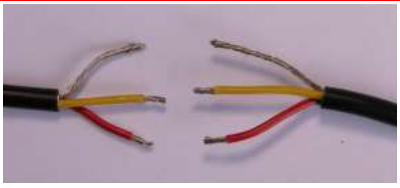
العُدد والمواد المطلوبة: 1- شفرة معدنية، 2- قاطعة أسلاك، 3- قاشطة أسلاك، 4- قابلو كهربائي قياس 3× $2.5\ mm^2$ وبطول 15 cm أحادي الطور مع ارضي (أي يحتوي على ثلاثة أسلاك)، 5- صامولات بلاستيكية قياس $2.5\ mm^2$ ، 6- علبة وصل بلاستيكية.

خطوات العمل:

1. اقطع السلك وقُم بإزالة العازل كما تدربت في التمرين الأول.
2. ابرم الأسلاك المعدنية بإحكام باستعمال ماسكة الأسلاك، كما هو مبين في الشكل (5-12 ب).
3. اكمل عملية إزالة العازل لباقي الأسلاك، كما هو مبين في الشكل (5-12 ت).
4. هيّيء الأسلاك المطلوبة، كما هو مبين في الشكل (5-12 ث).
5. استعمل المفك لربط الأسلاك واحكم تثبيت الغطاء.

أ- اقطع السلك الكهربائي

ب- ابرم السلك بعد إزالة العازل


ت- اكمل إزالة العازل

ث- هيّيء الأسلاك المطلوبة

ج- اربط باستخدام المفك

ح- احكم الغطاء

شكل 5-12 توصيل الأسلاك الكهربائية بالصامولات البلاستيكية داخل علبة وصل

4-5 لحام الوصلات الكهربائية Electrical Wiring Soldering

يتم في بعض الأحيان لحام الوصلات الكهربائية بالقصدير لزيادة متانتها، ولمنع حدوث شرارة بين السلكين بسبب عدم إحكام الربط، وتستعمل الكاوية الكهربائية وأسلاك سبائك القصدير لهذا الغرض، ويجب تنظيف وصلات اللحام قبل البدء بعملية القصدرة، ويبين الشكل (5-13) كاوية اللحام وأسلاك القصدرة.

شكل 5-13 كاوية اللحام وسلك القصدير

التمرين التاسع: لحام وصلات ربط الأسلاك بالكاوية

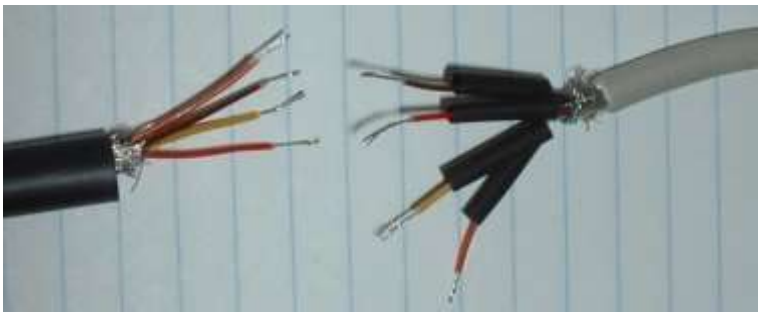
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية لحام الأسلاك الكهربائية بعد ربطها.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- عُدة قصدرة كاملة المبينة في الشكل (5-14 أ)، 2- أسلاك كهربائية، 3- عوازل بلاستيكية تنكمش بالحرارة، 4- مشعل غازي.

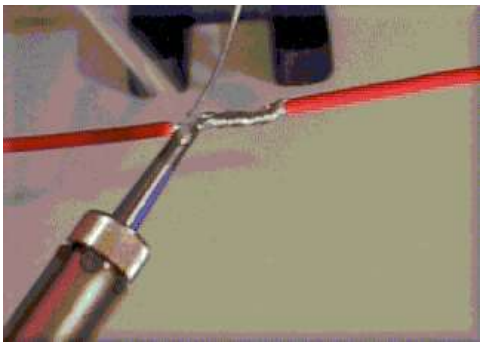
خطوات العمل:

1. ارفع العازل من الأسلاك، كما تعلمت في التمارين السابقة.
2. ادخل الأسلاك الكهربائية خلال العازل قبل ربطها، كما هو مبين في الشكل (5-14 ب).
3. أوصل التيار الكهربائي إلى الكاوية، وانتظر حتى ترتفع درجة حرارتها إلى الحد الذي يسمح بانصهار سلك سبيكة القصدير.
4. قمْ بتسخين وصلة الربط بواسطة الكاوية حتى ترتفع درجة حرارة الوصلة، كما هو مبين في الشكل (5-14 ت).
5. قرّب سلك سبيكة القصدير من وصلة الربط مع إبقاء الكاوية ملامسة لوصلة الربط، سيبدأ سلك سبيكة القصدير بالانصهار ويغطي منطقة الاتصال، كما هو مبين في الشكل (5-14 ث).
6. ازل الكميات الزائدة من سبيكة القصدير، كما هو مبين في الشكل (5-14 ج).
7. اسحب العوازل التي تنكمش بالحرارة، وسلط عليها شُعلة خفيفة كما تعلمت في التمرين السابق، كما هو مبين في الشكل (5-14 ح).

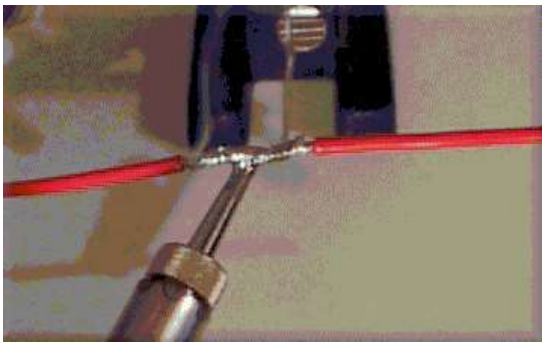
أ - العدة المستعملة في لحام الأسلاك بالقصدير



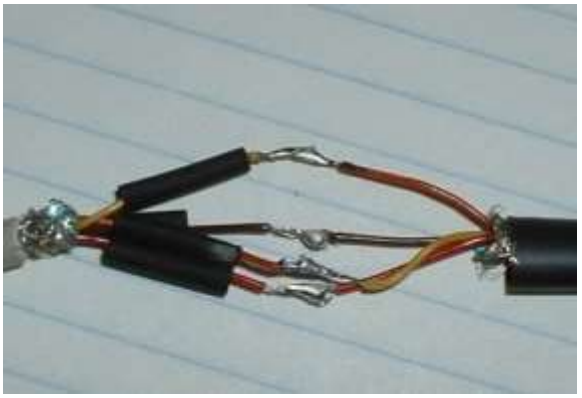
ب- أدخل الأسلاك خلال العازل الذي ينكمش بالحرارة



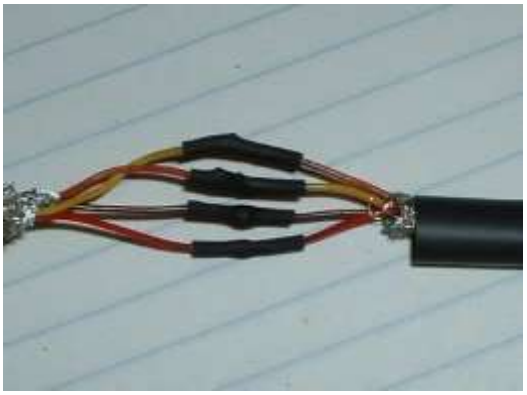
ت- سخَن وصلة الربط بالكاوية



ث- قرَب سلك القصدير من وصلة الربط



ج- قصدرة جميع الأسلاك



ح- تثبيت العوازل التي تنكمش بالحرارة

شكل 5- 14 قصدرة الأسلاك الكهربائية

5-5 التأسيسات الكهربائية Electrical Installation

5-5-1 أنواع وألوان الأسلاك الكهربائية Electrical Wires Types & Colors

تصنع الأسلاك الكهربائية عادة من النحاس النقي، وذلك لما يمتاز به النحاس من قابلية عالية لتوصيل التيار الكهربائي (مقاومة كهربائية واطئة جداً) وخواصه الميكانيكية الجيدة، وتستعمل الموصلات المعزولة متعددة الأسلاك أو مفردة الأسلاك في التأسيسات الكهربائية المنزلية، ويمكن أن تمرر الأسلاك على الجدار مباشرة أو تحت أعمال البياض ومتداولة بمصطلح (سيمنس)، أو من خلال أنابيب حديدية مغلونة وفي بعض الأحيان أنابيب بلاستيكية خاصة لهذا الغرض، وتسمى طريقة المد هذه بـ (الدفن). وتختلف الأسلاك في ألوانها، ويميز لون السلك طبيعة استعماله، ويبين الجدول (5-1) ألوان الأسلاك وموقع استعمالها.

اللون		الاستعمال		الرمز
أخضر، أو أصفر أو أخضر مصفر		أرضي		Earth
أزرق فاتح		خط متعادل أو محايد		N
أحمر أو أسود		خط التيار		L
أسود أو بني		خط ثلاثي الأطوار		L_1
أسود أو بني		خط ثلاثي الأطوار		L_2
أسود أو بني		خط ثلاثي الأطوار		L_3

جدول 5-1 ألوان الأسلاك المستعملة في التأسيسات المنزلية

5-5-2 إرشادات السلامة المهنية في أثناء تنفيذ الدوائر الكهربائية

1. يُعد مصدر الطاقة الكهربائية ولوحات التوصيل وقواطع الدورة الكهربائية مرتبطاً بسلامة العامل.
2. يجب أن يقوم الشخص الذي يقوم بفصل التيار الكهربائي هو نفسه من يقوم بإيصال التيار الكهربائي بعد الانتهاء من العمل.
3. التأكد من فصل التيار الكهربائي من العامل نفسه في أثناء العمل بشبكات الطاقة الكهربائية.
4. التأكد من صحة التوصيلات الكهربائية قبل توصيل التيار الكهربائي.
5. عدم تركيب الأجهزة والمُعدات الكهربائية العاطلة نهائياً.
6. التأكد من توصيل الخط الأرضي دوماً.
7. عدم لمس الأسلاك العارية باليد مباشرة.
8. استعمال العوازل الكهربائية المناسبة.
9. إعادة العُدد والأدوات إلى مكانها بعد الانتهاء من التمرين.

5-5-3 ملاحظات رئيسية عند تنفيذ التجارب

يجب الالتزام بالنقاط المدرجة في أدناه عند تنفيذ التمارين المطلوبة:

1. اكتب قائمة بأنواع وعدد المواد المطلوبة عند إجراء التمرين.
2. نفذ أعمال التأسيسات الكهربائية بحسب المخطط الذي تعده لغرض إجراء التجربة.
3. يجب الالتزام بألوان الأسلاك وربطها في مكانها الصحيح وبحسب الجدول (5-1).
4. راجع صحة الربط الكهربائي قبل توصيل التيار الكهربائي.
5. اطلب من المدرب إيصال التيار الكهربائي للربط الذي قمت به.

4-5-5 ملاحظات عامة

يتم الرجوع الى الملاحظات في أدناه عند تطبيق التمارين التي سوف تقدم لاحقاً، وتبين هذه الملاحظات الطريقة التي يتم ربط المفاتيح الكهربائية المختلفة بمصدر الطاقة من جهة، وبالمصباح الكهربائي من جهة أخرى.

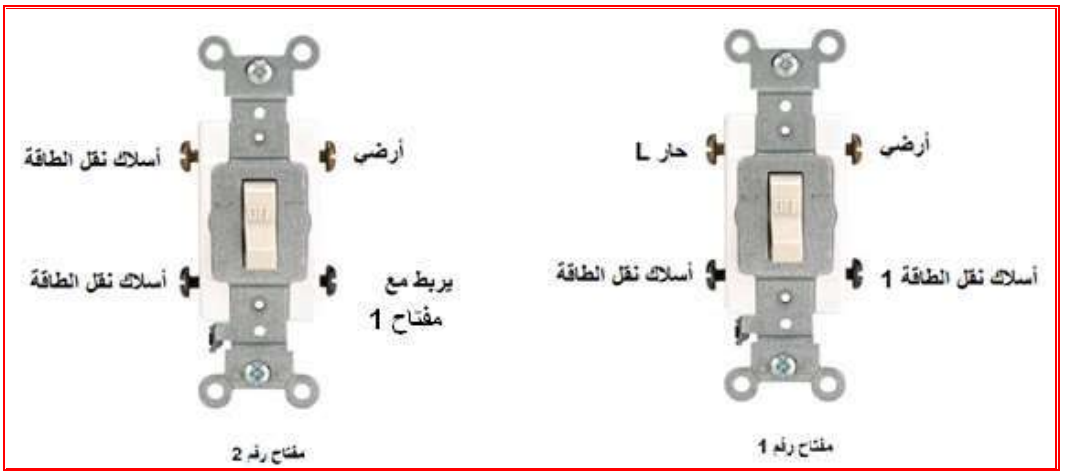
1. **ربط مفتاح أحادي القطب الى مصباح**: عند ربط مصباح اعتيادي يجب ربط السلك المتجه من المصدر الكهربائي(L) بالنقطة المؤشر عليها (L) ويربط السلك المتجه من المصباح بالنقطة الأخرى، ويجب عدم ربط طرفي المصدر الى المفتاح الكهربائي، إذ إن هذا يؤدي الى حدوث دائرة قصر وممكن أن يسبب الصدمة الكهربائية والحريق، ويبين الشكل (5-15) طريقة ربط مفتاح ذي ممر واحد.

شكل 5-15 طريقة ربط مفتاح ذي ممر واحد

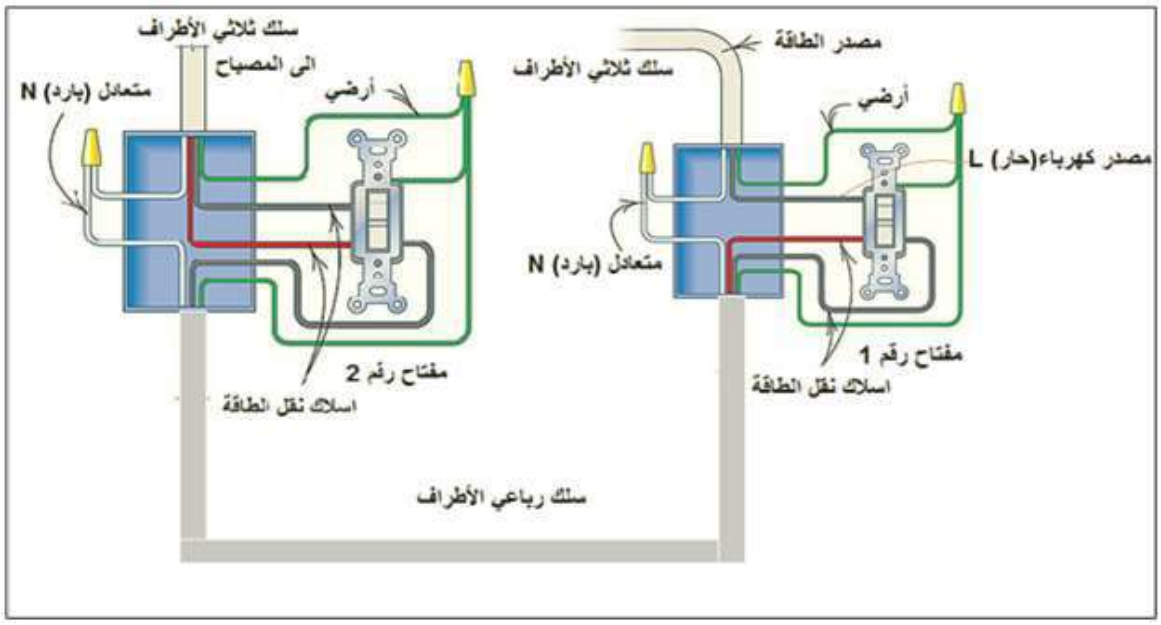
2. **ربط مفتاح بممرين إلى مصباحين**: يتم في هذا النوع من المفاتيح الكهربائية ربط مصدر الطاقة الكهربائية (الحار L) إلى الطرف الأيمن، ويربط طرف التغذية الأول إلى المصباح الأول ويربط طرف التغذية الثاني إلى المصباح الثاني، كما هو مبين في الشكل (5-16).

شكل 5-16 مفتاح ذو ممرين

3. **ربط مفتاح ذي ثلاثة ممرات**: يبين الشكل (5-17) مفتاحاً ذا ثلاثة ممرات، النقطة الأولى (L) هي لتجهيز المصدر (خط الحار) النقطة الثانية لتزويد المفتاح الثاني بمصدر الطاقة، وتستخدم النقطة الثالثة لربط سلك تغذية الحمل (المصباح). ويلاحظ في الشكل (5-18) مفتاح ثلاثي الأطراف وطريقة ربطه بالمفتاح الثاني والمصباح.



شكل 5-17 مفتاح ذو ثلاثة ممرات



شكل 5-18 طريقة ربط المفتاح ثلاثي القطب

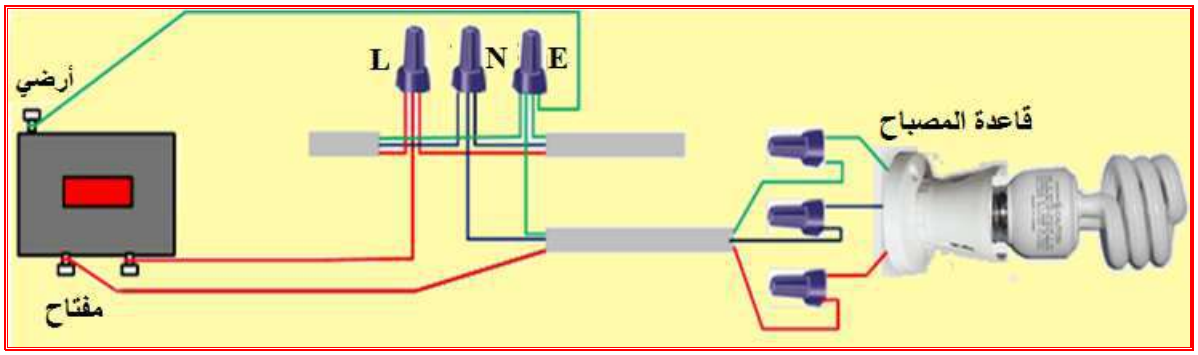
التمرين العاشر: تأسيس مصباح كهربائي مع مفتاح مفرد ذي ممر واحد

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ربط مفتاح كهربائي أحادي القطب بالمصدر الكهربائي من جهة وبمصباح كهربائي من جهة أخرى.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- عُدة تعرية الأسلاك الكهربائية، 2- أسلاك كهربائية ثلاثية الأطراف، 3- وصلات ربط بلاستيكية، 4- مفتاح كهربائي أحادي القطب مع الصندوق الكهربائي، 5- مصباح كهربائي، 6- قاعدة مصباح كهربائي.

خطوات العمل:

1. ثبّت قاعدة المصباح والمفتاح الكهربائي على لوحة العمل.
2. قس طول الأسلاك المطلوبة وقم بتعرية أطرافها كما تعلمت في التمرين السابق.
3. اعتمادا على الملاحظة 3 من الفقرة 5-5-3 وبمساعدة الشكل (5-19)، قم بتنفيذ التمرين.
4. تأكد من الربط الكهربائي للتمرين.
5. دع مدربك يوصل التيار الكهربائي للتمرين.



شكل 5-19 تأسيس مصباح كهربائي مع مفتاح مفرد ذي طور واحد وممر واحد.

التمرين الحادي عشر: تأسيس مصباحين على التوالي مع مفتاح مفرد ذي طور واحد وممر واحد

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ربط مفتاح كهربائي أحادي القطب بالمصدر الكهربائي من جهة وبمصباحين على التوالي من جهة أخرى.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- عُدة تعرية الأسلاك الكهربائية، 2- أسلاك كهربائية ثلاثية الأطراف، 3- وصلات ربط بلاستيكية، 4- مفتاح كهربائي أحادي القطب مع الصندوق الكهربائي، 5- مصباح كهربائي عدد 2، 6- قاعدة مصباح كهربائي عدد 2.

خطوات العمل:

1. ثبّت قاعدة المصباح والمفتاح الكهربائي على لوحة العمل.
2. قس طول الأسلاك المطلوبة وقم بتعرية أطرافها كما تعلّمت في التمرين السابق.
3. اعتماداً على الملاحظة 3 من الفقرة 5-5-3 وبمساعدة الشكل (5-20)، قم بتنفيذ التمرين.
4. تأكد من الربط الكهربائي للتمرين.
5. دع مُدربك يوصل التيار الكهربائي للتمرين.

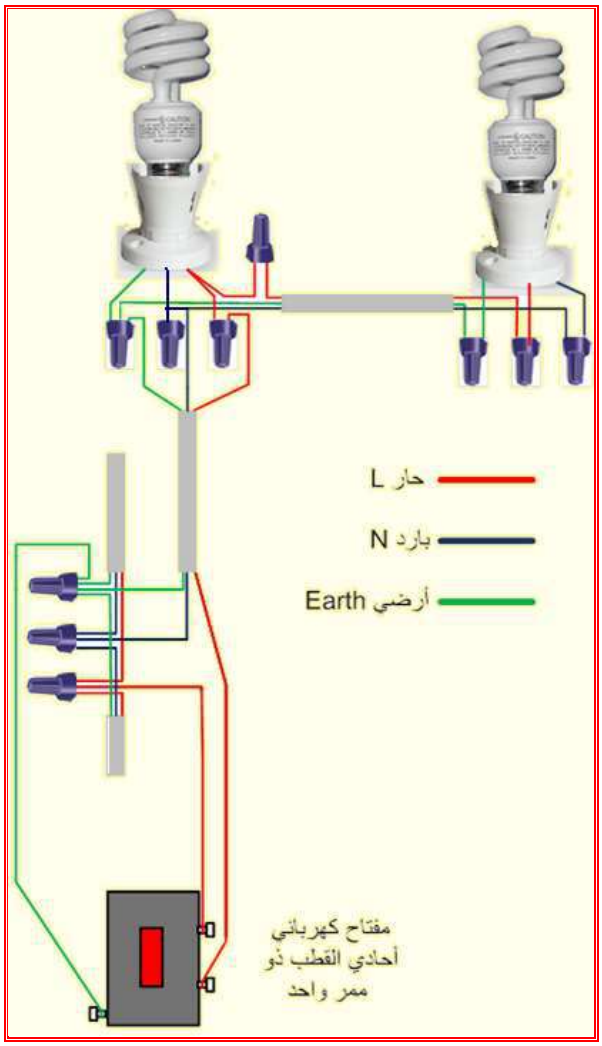
التمرين الثاني عشر: تأسيس مصباحين على التوازي مع مفتاح مفرد ذي قطب واحد وممر واحد

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ربط مفتاح كهربائي أحادي القطب بالمصدر الكهربائي من جهة وبمصباحين على التوازي من جهة أخرى.

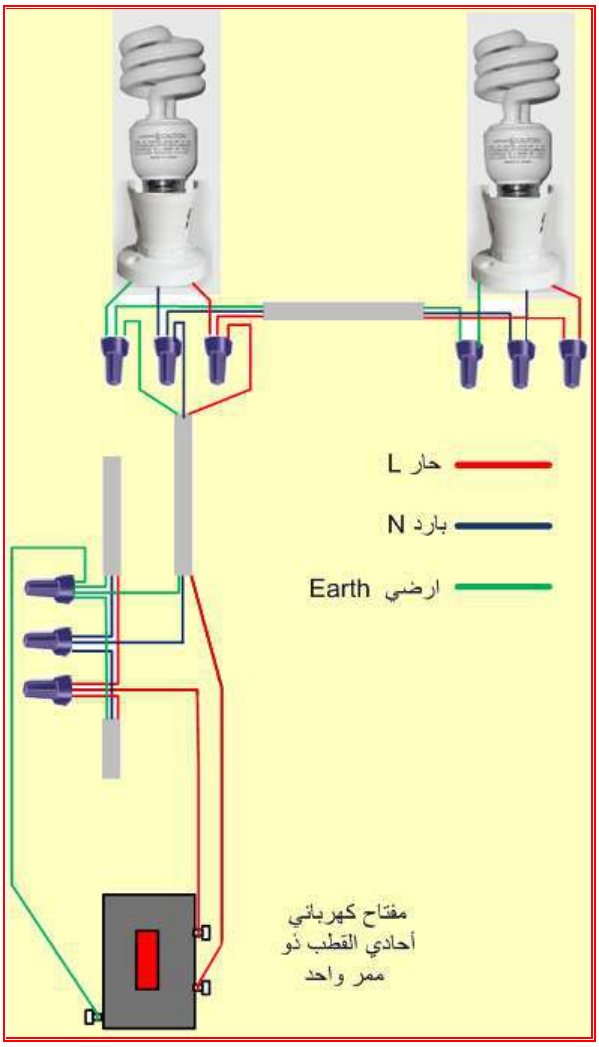
العُدد والمواد المطلوبة: 1- عُدة تعرية الأسلاك الكهربائية، 2- أسلاك كهربائية ثلاثية الأطراف، 3- وصلات ربط بلاستيكية، 4- مفتاح كهربائي أحادي القطب مع الصندوق الكهربائي، 5- مصباح كهربائي عدد 2، 6- قاعدة مصباح كهربائي عدد 2.

خطوات العمل:

1. ثبت قاعدة المصباح والمفتاح الكهربائي على لوحة العمل.
2. قس طول الأسلاك المطلوبة وقم بتعرية أطرافها كما تعلمت في التمرين السابق.
3. اعتماداً على الملاحظة 3 من الفقرة 5-5-3 وبمساعدة الشكل (5-21)، قم بتنفيذ التمرين.
4. تأكد من الربط الكهربائي للتمرين.
5. دع مُدربك يوصل التيار الكهربائي للتمرين.



شكل 5-20 تأسيس مصباحين على التوالي مع مفتاح مفرد ذي طور واحد وممر واحد



شكل 5-21 تأسيس مصباحين على التوازي مع مفتاح مفرد ذي طور واحد وممر واحد

التمرين الثالث عشر: تأسيس مصباحين مع مفتاح كهربائي ذي ممرين

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ربط مفتاح كهربائي ذي ممرين بالمصدر الكهربائي من جهة وبمصباحين من جهة أخرى.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- عُدة تعرية الأسلاك الكهربائية، 2- أسلاك كهربائية ثلاثية الأطراف، 3- وصلات ربط بلاستيكية، 4- مفتاح كهربائي ذو ممرين مع الصندوق الكهربائي، 5- مصباح كهربائي عدد 2، 6- قاعدة مصباح كهربائي عدد 2.

خطوات العمل:

1. ثبّت قاعدة المصباح والمفتاح الكهربائي على لوحة العمل.
2. قس طول الأسلاك المطلوبة وقمْ بتعرية أطرافها كما تعلّمت في التمرين السابق.
3. اعتماداً على الملاحظة 3 من الفقرة 5-5-3 وبمساعدة الشكل (5-22)، قم بتنفيذ التمرين.
4. تأكد من الربط الكهربائي للتمرين.
5. دع مُدربك يوصل التيار الكهربائي للتمرين.

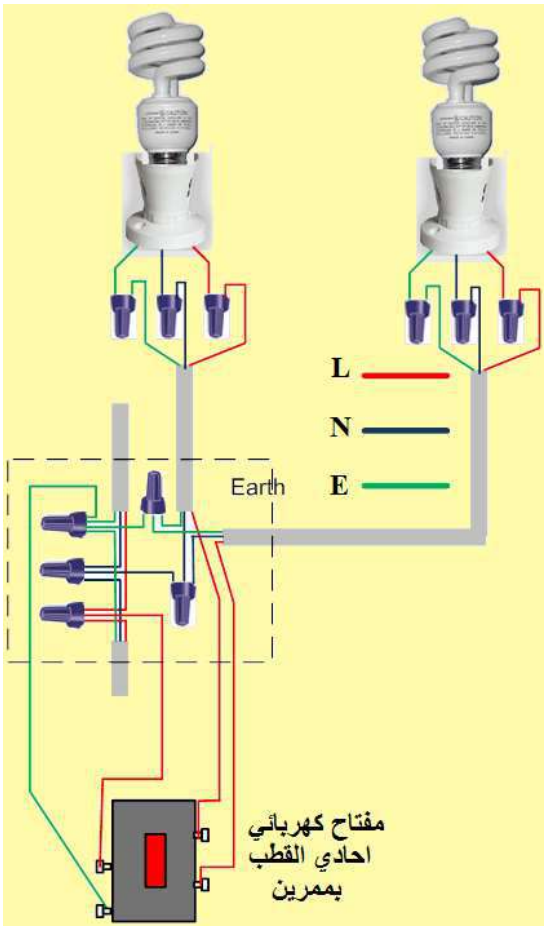
التمرين الرابع عشر: تأسيس مصباح مع مفتاحين (المصباح المستخدم في السلالم)

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية ربط مصباح كهربائي واحد بمفتاحين.

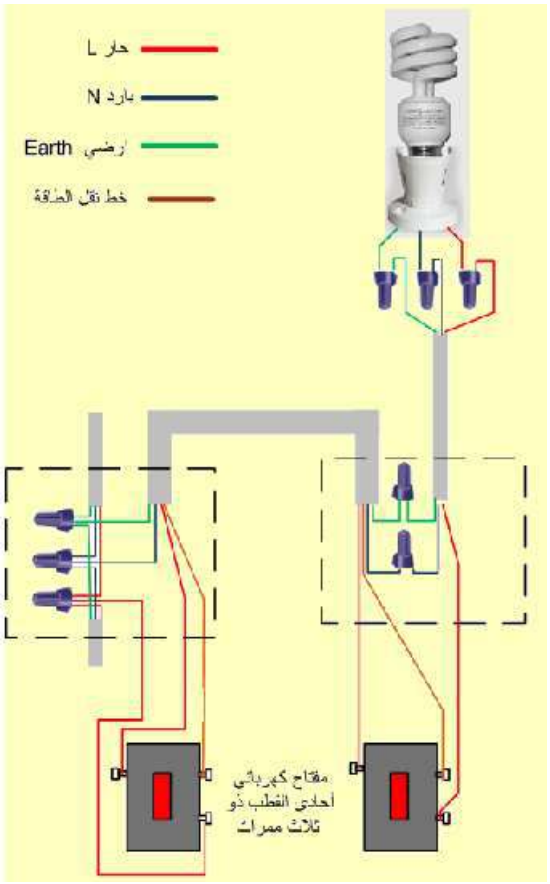
العُدد والمواد المطلوبة: 1- عُدة تعرية الأسلاك الكهربائية، 2- أسلاك كهربائية ثلاثية الأطراف،3- أسلاك كهربائية رباعية الأطراف، 4- وصلات ربط بلاستيكية، 5- مفتاح كهربائي ذو مخرجين، 6- مصباح كهربائي، 7- قاعدة مصباح كهربائي.

خطوات العمل:

1. ثبّت قاعدة المصباح والمفتاح الكهربائي على لوحة العمل.
2. قس طول الأسلاك المطلوبة وقمْ بتعرية أطرافها كما تعلّمت في التمرين السابق.
3. اعتماداً على الملاحظة 3 من الفقرة 5-5-3 وبمساعدة الشكل (5-23)، قم بتنفيذ التمرين.
4. تأكد من الربط الكهربائي للتمرين.
5. دع مُدربك يوصل التيار الكهربائي للتمرين.



شكل 5-22 تأسيس مصباحين مع مفتاح كهربائي ممرين



شكل 5-23 تأسيس مصباح مع مفتاحين

أجهزة القياس

Measurement Instruments

الأهداف

الهدف العام

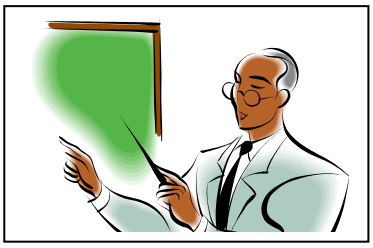
في هذا الفصل سيتمكن الطالب من التعرف والتدريب الصحيح على أجهزة القياس المتنوعة من أجهزة قياس الكميات الكهربائية مثل المقاومة والتيار وفرق الجهد، وأجهزة قياس درجات الحرارة والضغط، التي يحتاج إليها الطالب في هذه المرحلة من الدراسة التي لها علاقة مع مهنة التكييف والتثليج.

الأهداف الخاصة

بعد انهاء مفردات الفصل السادس وتطبيقها سيكون الطالب قادراً على :-

1. التعرف على تحديد أجهزة القياس المختلفة.
2. التدريب على أجهزة القياس الكهربائية الثابتة والمحمولة.
3. يفهم ويتدرب على استخدام أجهزة القياس الكهربائية.
4. التدريب على قياس المتسعات الكهربائية.
5. التدريب على ربط المتسعات الكهربائية.
6. التعرف على أنواع أجهزة قياس درجة الحرارة.
7. التدريب على استعمال المحارير المتنوعة.
8. التعرف على تحديد أنواع أجهزة قياس الضغط.
9. التدريب على أجهزة قياس الضغط.
10. التدريب على قياس درجة الحرارة والضغط في منظومة تثليج صغيرة.

محتويات



الفصل 6

التعرف والتدريب على أعمال

أجهزة القياس

- ✓ مُقدمة عن أجهزة القياس
- ✓ أجهزة قياس الكميات الكهربائية
- ✓ أجهزة القياس الثابتة
- ✓ أجهزة القياس المحمولة
- ✓ استعمال أجهزة القياس المحمولة
- ✓ استعمال المقياس متعدد الأغراض
- ✓ قياس المتسعات الكهربائية
- ✓ قياس درجة الحرارة والضغط
- ✓ استعمال المحرار ومقياس الضغط

أجهزة القياس
Measurement Instruments

1-6 مقدمة Introduction

تُعد أجهزة القياس المتنوعة من أجهزة قياس الكميات الكهربائية وأجهزة القياس الخاصة بدرجات الحرارة والضغط مهمة جداً ولا يمكن الاستغناء عنها في أعمال تكييف الهواء والتثليج في جميع مراحل العمل بدءاً من مرحلة التصنيع، النصب، الفحص، والتشغيل فضلاً عن مرحلتي الصيانة والتصليح. ولهذا لا بد للطالب من التعرف على هذه الأجهزة والتدريب على استعمالها ومعرفة كيفية قراءة المقادير وتحويلاتها، وبالنحو الصحيح والسليم لأنها الخطوة الأساسية التي سيتم في ضوئها التقويم الصحيح لعمل الأجهزة المتنوعة وتحديد عطلاتها إن وجدت.

وأجهزة قياس المقادير الكهربائية مختلفة، فمنها الثابتة ومنها المحمولة، وقسم منها يقيس كمية واحدة وآخر يقيس عدّة قياسات مثل جهاز القياس متعدد الأغراض. بعض الأجهزة تسمى باسم الكمية نفسها التي يقيسها الجهاز مثل جهاز قياس المقاومة يسمى (الأوميتر) وجهاز قياس فرق الجهد (الفولتميتر)، فضلاً عن أن هذه الأجهزة تتوافر بنوعين أحدهما أجهزة القياس الاعتيادية (التناظرية) (Analogue) والآخر أجهزة القياس الرقمية (Digital) التي لها إمكانية تسجيل مقدار الكمية مباشرة على شاشة عرض معينة.

أهم أجهزة القياس لدورات التثليج هما المحرار الذي يقيس مقدار درجات الحرارة ومقاييس الضغط المتنوعة، ويعتمد شكل تلك الأجهزة وتصميمها على عدة عوامل منها دقة القياس المطلوبة ومدى القراءات وعوامل أخرى لا يسع المجال لذكرها، وكما في أجهزة قياس الكميات الكهربائية تتوافر هذه الأجهزة بنوعين التناظرية والرقمية.

في هذا الفصل سيتم التعرف على معظم الأجهزة المذكورة أعلاه وكيفية قراءة المقادير المتنوعة فيها والتدريب على أعمال الفحص والقياس، ليتمكن الطالب من إكمال معلوماته في هذا المجال المهم من الأعمال ويتسلح بقاعدة معرفية رصينة تمكنه من إنجاز أهم الأعمال في مجال تخصصه.

2-6 أجهزة قياس المقادير الكهربائية Electrical Measurement Instruments

تختلف أجهزة قياس المقادير الكهربائية من حيث نوعها ووظيفتها، فمنها ما هو مخصص لقياس التيار، فرق الجهد، المقاومة، التردد، وغيرها، ومنها متعدد الأغراض، أي يمكن استعماله لقياس فرق الجهد وشدة التيار والمقاومة ويسمى Multi Meter أو AVO Meter، وسيتم استعراض هذه الأجهزة والتدريب عليها.

1-2-6 أجهزة القياس الثابتة Fixed Measurement Instruments

تستعمل مقاييس فرق الجهد والتيار وغيرها الثابتة في الأجهزة الكبيرة وتكون مثبتة ضمن الجهاز، ومنها لقياس فرق جهد التيار المستمر ويميز بالعلامة (⎓)، وكما هو مبين في الشكل (6-1 أ)، ومنها ما يقيس فرق جهد التيار المتناوب ويميز بالعلامة (∿)، وكما هو مبين في الشكل (6-1 ب)، وقد يكون المقياس رقمياً، وكما هو مبين في الشكل (6-1 ت)، وكذلك بالنسبة لأجهزة قياس التيار، إذ يوضح الشكل (6-1 ج) مقياس شدّة التيار المستمر في حين أن الشكل (6-1 ح) يبين مقياس شدّة التيار المتناوب، ويبين الشكل (6-1 خ) مقياس شدّة التيار من النوع الرقمي.

6-2-2 أجهزة القياس المحمولة Portable Measurement Instruments

أجهزة القياس الكهربائية المحمولة على عدّة أنواع، ويمكن حملها واستعمالها للقياس بحسب الحاجة وهي:

1. **جهاز القياس متعدد الأغراض** Multi Meter

وتتميز بإمكانية قياسها لفرق الجهد والتيار والمقاومة لكل من التيار المستمر والتيار المتناوب، وقد تكون رقمية أو تناظرية (ذات مؤشر)، ويبين الشكل (6-2) مقياس متعدد الأغراض من النوع الرقمي، في حين أن الشكل (6-3) يبين مقياساً متعدد الأغراض ذا مؤشر.

2. **جهاز القياس ذو الفك المتحرك** Clamp Meter

وهو جهاز متعدد الأغراض أيضاً، ويتميز بوجود فكين أحدهما متحرك، ويستعمل بكثرة لقياس التيار، إذ لا يحتاج إلى قطع أو فك الأسلاك، وسنتعلم لاحقاً كيفية استعماله، وقد يكون رقمياً وكما هو مبين في الشكل (6-4 أ) أو ذا مؤشر، وكما هو مبين في الشكل (6-4 ب).

6-2-3 استخدام أجهزة القياس المحمولة Portable Measurement Instruments Using

تحتوي أجهزة القياس المحمولة فضلاً عمّا ذكر، سلكين كهربائيين بلونين مختلفين احدهما أسود، ويستعمل مع نقطة المشترك COM، والآخر يكون أحمر اللون يستعمل في الفتحات الأخرى، لاحظ الشكلين (6-2) و (6-3)، ويبين الشكل (6-4 ج) السلكين المستعملين مع أجهزة القياس المحمولة وكيفية ربطهما بالجهاز. كما ذُكر، هنالك نوعان من أجهزة القياس المحمولة هما:

- **أجهزة القياس المحمولة ذات المؤشر**: وتستعمل إبره متحركة لقراءة المتغير المراد قياسه، وتعتمد دقة قراءتها على خبرة الشخص الذي يقوم بالقراءة، وتُعد صعبة الاستعمال بالنسبة إلى المبتدئين ولا سيما في ما يتعلق بقراءة المقاومة، مقارنة بأجهزة القياس الرقمية، وكذلك مدى قراءة المقاومة الكهربائية يكون محدوداً في المقياس ذي المؤشر مقارنة بالمقياس الرقمي.
- **أجهزة القياس المحمولة الرقمية**: وتمتاز بصغر حجمها وسهولة استعمالها ودقة قياساتها وسعتها، وتعتبر سهلة الاستعمال بالنسبة إلى المبتدئين.

وبصورة عامة يجب اتباع النصائح في أدناه في التعامل مع أجهزة القياس:

1. تأكد من وضع أسلاك جهاز القياس ومؤشر القياس في المكان الصحيح.
2. لا تستعمل مطلقاً جهاز قياس تالفاً أو عاطلاً.
3. لا تقس المقاومة الكهربائية في دائرة كهربائية في أثناء مرور التيار.
4. لا تستعمل أسلاك أجهزة القياس المحمولة على مصدر الطاقة الكهربائية إذا كان مؤشر المقياس عند (300 mA أو 10 A).
5. لا تستعمل الأجهزة عند فرق الجهد الفائق أو القدرة العالية التي تزيد على 4800 W
6. كن حذراً عند قياس فرق جهد يزيد على 60 V
7. لا تلمس الأجزاء المكشوفة مثل سلك الجهاز أو المجس.
8. احفظ جهاز القياس في حافظته المخصصة له بعد وضعه على حالة الإطفاء.

أ- مقياس فرق جهد التيار المستمر ذو مؤشر

ب- مقياس فرق جهد التيار المتناوب ذو مؤشر

ت- مقياس فرق جهد رقمي

ج – مقياس التيار المستمر

ح- مقياس التيار المتناوب

خ- مقياس تيار رقمي

شكل 6-1 أجهزة القياس الثابتة

شكل 6-2 مقياس متعدد الأغراض رقمي

شكل 6-3 مقياس متعدد الأغراض ذو مؤشر

أ- مقياس رقمي

ب مقياس ذو مؤشر

ج- السلكان الخاصان بأجهزة القياس المحمولة

شكل 6-4 مقياس متعدد الأغراض ذو الفك المتحرك

التمرين الأول: قياس فرق الجهد للبطاريات

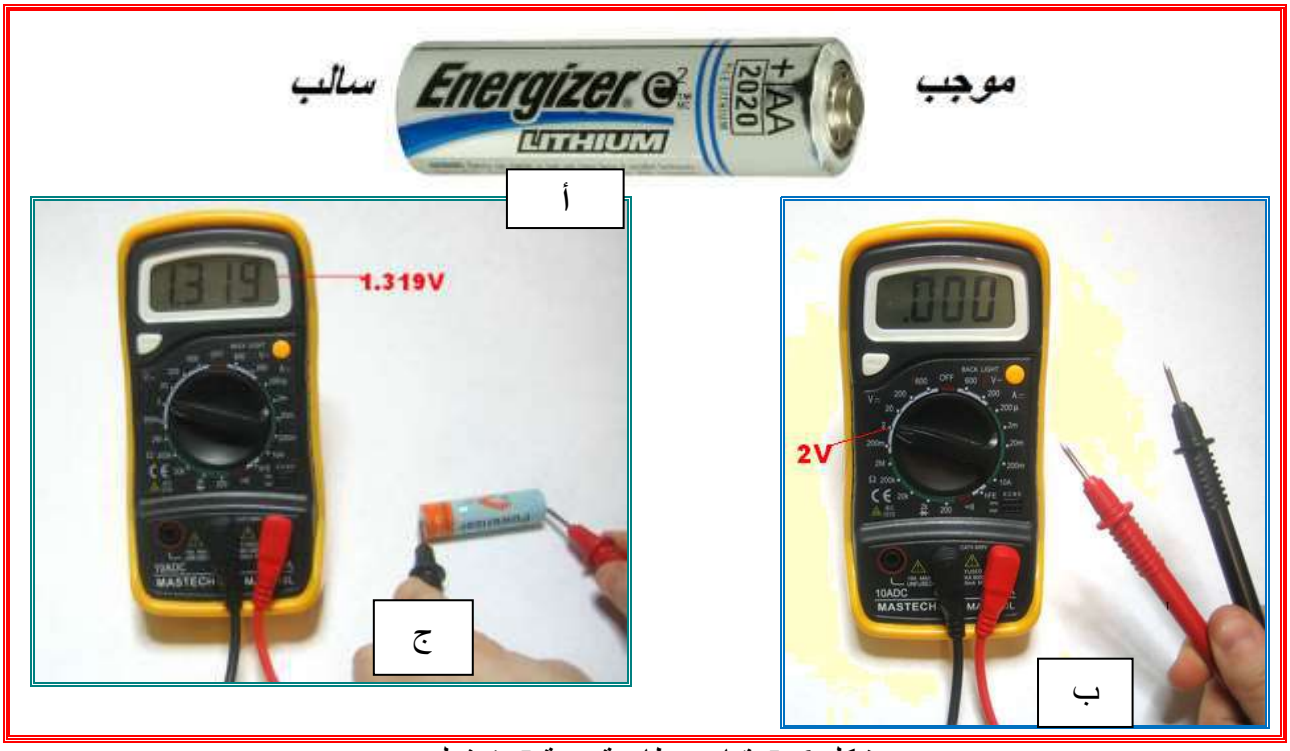
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال مقياس فرق الجهد (D.C.) في قياس فرق جهد البطاريات.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مقياس رقمي متعدد الأغراض، 2- بطارية 1.5 V، 3- بطارية 9 V.

خطوات العمل:

1. يبين الشكل (6-5 أ) بطارية سعة 1.5 فولت ومؤشر عليها الطرفان الموجب والسالب.
2. اضبط مقياس فرق الجهد على المكان المخصص لقياس فرق الجهد للبطاريات وعند عدم وجود هذه الخاصية اِضبط الجهاز عند 2 فولت (DC)، وكما هو مبين في الشكل (6-5 ب).

3. استعمل المجس الأحمر على الطرف البارز للبطارية والذي يمثل الطرف الموجب (+) والمجس الأسود على الطرف المستوي للبطارية الذي يمثل الطرف السالب(–)، وكما هو مبين في الشكل (6-5 ج).
4. اقرأ الرقم على الشاشة وسجّله على الورقة.
5. عند عكس المجسات في القياس سوف يعطي المقياس فرق جهد سالباً.



شكل 6-5 قياس بطارية سعة 1.5 فولت

أعد التمرين لما يأتي:

أ- استعمل المقياس ذا المؤشر لقياس فرق جهد كل من بطارية (1.5 فولت) وبطارية (9 فولت) المبينة في الشكل (6-6).

شكل 6-6 بطارية 9 فولت ومبين عليها الطرفان الموجب والسالب

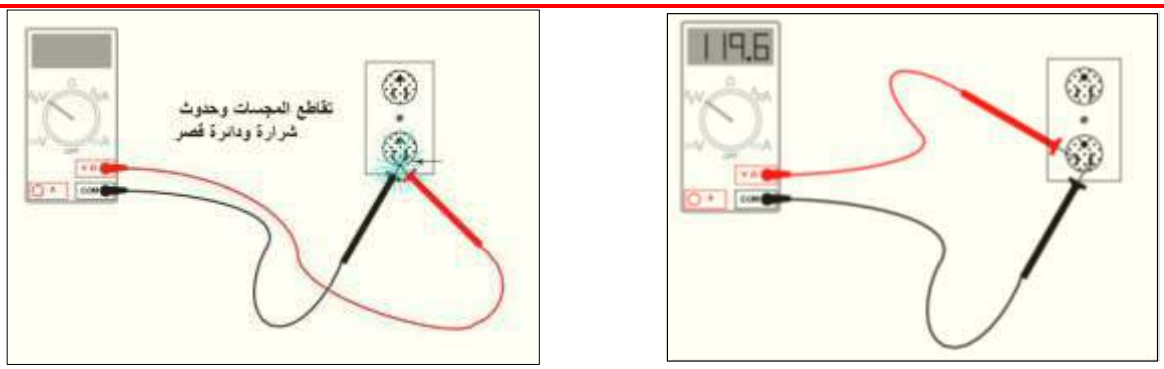
التمرين الثاني: قياس فرق الجهد لتيار متناوب أحادي الطور

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال مقياس فرق الجهد في قياس فرق جهد التيار المتناوب (A.C.) أحادي الطور.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مقياس رقمي متعدد الأغراض، 2 - ورقة وقلم، 3- مصدر جهد متناوب أحادي الطور 220 V

خطوات العمل:

1. يجب التقيد وبشدة في متطلبات السلامة المهنية لمنع حدوث صدمة كهربائية، ويجب عدم تقاطع الأسلاك أثناء القياس وإنما توضع بنحوٍ متواز.
2. يجب الانتباه إلى وضع مؤشر فرق الجهد عند قياس التيار المتناوب AC 250 إلى 300 فولت بحسب تدريج الجهاز (الشركة المصنعة).
3. لا يهم لون السلك في قياس فرق الجهد، إذ إن التيار متناوب، ويسجل المقياس قيمة موجبة دائماً.
4. تتم القراءة بين الخط الحار (**L**) والخط البارد (**N**)، وكما هو مبين في الشكل (6-7).



أ- طريقة صحيحة المجسات بشكل متوازٍ ب- طريقة خاطئة لتقاطع المجسات

شكل 6-7 قياس فرق الجهد لتيار متناوب أحادي الطور

التمرين الثالث: قياس فرق الجهد لتيار متناوب ثلاثي الطور

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال مقياس فرق الجهد في قياس فرق جهد التيار المتناوب ثلاثي الطور.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مقياس رقمي متعدد الأغراض 2- حذاء عمل ضد الصدمة الكهربائية مع قفازات خاصة لهذا الغرض، 3 - ورقة وقلم، 4- مصدر جهد متناوب ثلاثي طور 380 V

خطوات العمل:

1. يجب الحذر من حدوث صدمة كهربائية عند قياس التيار المتناوب ثلاثي الطور.
2. من المعروف أن التيار ثلاثي الطور يعلم بالحروف (**L_1 L_2 L_3**) والذي يمثل الأطوار الثلاثة للتيار (R, S, T)، ويكون فرق الجهد بين كل طور وطور هو 380 فولت، وهنالك الخط المحايد (**N**) والذي يكون فرق الجهد المقاس بينه وبين أي طور يساوي 220 فولت.
3. ضع مقياس فرق الجهد عند (**500 VAC**).
4. امسك المقياس متعدد الأغراض كما مبين في الشكل (6-8 أ) وقم بوضع السلك الأول على الطرف المتعادل، والطرف الثاني على أحد أطراف الطور الثلاثي. ويمكن تعليق المقياس متعدد الأغراض وكما هو مبين في الشكل (6-8 ب).
5. سجل القراءة الأولى.
6. أعد القياس بين أحد طرفي التيار ثلاثي الطور، وليكن بين **L_1** و **L_2** وسجل القراءة.

أ - مسك المقياس متعدد الأغراض باليد

ب- تعليق المقياس متعدد الأغراض

شكل 6-8 قياس فرق الجهد الكهربائي للتيار المتناوب

6-2-4 استعمال المقياس متعدد الأغراض لقياس المقاومة الكهربائية

Electrical Resistance Measuring by Multi-Meter Instrument

يبين الجدول (6-1) التسميات الموجودة على المقياس متعدد الأغراض ومدى القراءة فيه، ويجب عند استعمال المقياس متعدد الأغراض لقياس المقاومة الكهربائية اختيار المدى المناسب للقراءة، إذ ليس من المعقول أن نقيس مقاومة قيمتها مثلا (**1200 Ω**) بالمدى (**2 M**)، حيث أن هذا المدى سوف لن يعطي قراءة دقيقة، ولهذا يجب اختيار المدى (**2 k**)، لأنه يقع ضمن مدى القراءة المناسبة، وكذلك إذا استعمل مدى صغير لمقاومة عالية فإن القراءة سوف تكون خاطئة، لذا يُعد اختيار مدى القراءة من أساسيات دقة القراءة، ويجب التأكد من عمل الجهاز قبل البدء بعملية القياس، ويتم ذلك عن طريق وضع المقياس عند مدى قراءة مقداره (**200 Ω**)، ثم نوصل طرفي المجسين مع بعضهما البعض عندها تكون القراءة تساوي (**0.0**) أو بحدود (**0.3 Ω**) والتي تمثل مقاومة السلك، أما إذا كانت القراءة أكبر من هذه القيمة، فيتم تصفير الجهاز عن طريق مفتاح التصفير. وتختلف المقاومات الكهربائية من حيث الشكل والسعة، ويبين الشكل (6-9) بعض أشكال المقاومات الكهربائية، وبما أن حجم المقاومة الكهربائية صغير جداً ومن الصعوبة تسجيل أرقام قيمة المقاومة عليها، لذا يعمد إلى استعمال الألوان لتحديد قيمة المقاومة الكهربائية، ويبين الجدول (6-2) الألوان المستعملة في المقاومات الكهربائية وقيمتها، في حين أن الشكل (6-10) يبين ملخصاً بقيم المقاومات الكهربائية بحسب اللون.

القياس		التسمية		مدى القراءة (اوم)
2 M		2 ميكا أوم (2 مليون أوم)		0 - 2.000.000
200 k		200 كيلو أوم (مائتا ألف أوم)		0 - 200.000
20 k		20 كيلو أوم (عشرون ألف أوم)		0 - 20.000
2 k		2 كيلو أوم (ألفا أوم)		0 - 2000
200		200 أوم		0 - 200

جدول 6-1 مدى قراءة الجهاز متعدد الأغراض للمقاومة الكهربائية

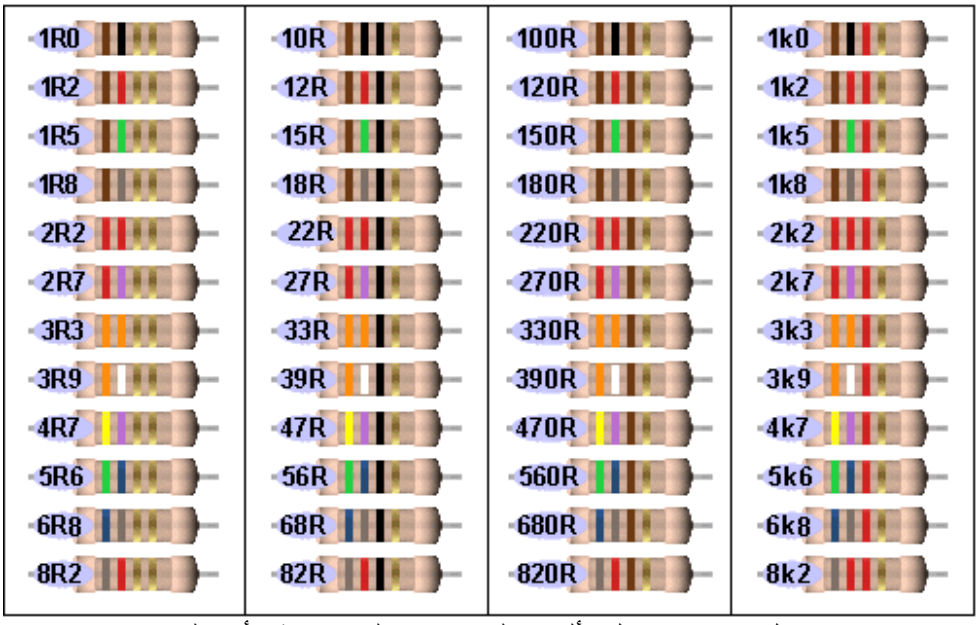
شكل 6-9 بعض أشكال المقاومات الكهربائية

اللون	المرتبة الأولى		المرتبة الثانية		المرتبة الثالثة		اضرب في		الدقة
أسود	0		0		0		1		
بني	1		1		1		10		%1
أحمر	2		2		2		100		%2
برتقالي	3		3		3		1000		
أصفر	4		4		4		10000		
أخضر	5		5		5		100000		
أزرق	6		6		6		1000000		
بنفسجي	7		7		7				
رمادي	8		8		8		ذهبي		%5 ذهبي
أبيض	9		9		9		فضي		%10 فضي

جدول 6-2 ألوان المقاومات الكهربائية

مثال لقيم المقاومات الكهربائية

القيمة	حزمة ثالثة	حزمة ثانية	حزمة أولى
1 Ω	أسود	بني	أسود
24 Ω	أسود	أصفر	أحمر
330 Ω	بني	برتقالي	برتقالي
470 Ω	بني	بنفسجي	أصفر
5600 Ω	أحمر	أزرق	أخضر
68000 Ω	برتقالي	رمادي	أزرق
750000 Ω	أصفر	أخضر	بنفسجي
8200000 Ω	أخضر	أحمر	رمادي
91000000 Ω	أزرق	بني	أبيض



شكل 6-10 جدول بألوان المقاومات الكهربائية وأشكالها

التمرين الرابع: استعمال الجهاز متعدد الأغراض لقياس المقاومة

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال جهاز متعدد الأغراض لقياس المقاومة الكهربائية.

العُدد والمواد والمطلوبة: 1- جهاز قياس متعدد الأغراض، 2- سلك كهربائي بمقاومة معلومة بمقدار 4.8 Ω

خطوات العمل:

1. ضع مؤشر المقياس عند 200 Ω ثم صل طرفي السلك بسلكي الجهاز، سنجد قراءة الجهاز متعدد الأغراض تساوي 4.8 Ω
2. اعد القراءة بعد وضع مؤشر المقياس عند 2 k سنلاحظ أن قراءة الجهاز تساوي 0.0، وهذا يدل على عدم اختيار المدى المناسب للقراءة.

التمرين الخامس: قراءة قيمة مقاومة معلومة

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية قراءة المقاومات المعلومة.

العُدد والمواد المطلوبة:1- جهاز قياس متعدد الأغراض، 2- مقاومة 330 أوم.

خطوات العمل:

1. تأكد من قيمة المقاومة باعتماد الجدول (6-2).
2. ضع مؤشر المقياس عند 2 k، ثم ضع السلكين على طرفي المقاومة، وكما هو مبين في الشكل (6-11)، ثم سجّل القيمة، دقّق القيمة مع القراءة التي سجلتها.

شكل 6-11 طريقة قياس المقاومة، لاحظ مؤشر المقياس

5-2-6 استعمال المقياس ذو الفك المتحرك Use of Clamp Meter

يستعمل المقياس ذو الفك المتحرك في قياس التيار، إذ لا يتطلب الأمر قطع السلك لغرض قراءة التيار، وإنما فتح فك المقياس وإحاطة السلك به ومعرفة قيمة التيار المار فحسب. ويجب إبعاد الأسلاك عن بعضها عند قياس التيار المار، وكما هو مبين في الشكل (6-12)، حيث أن إحاطة جميع أطراف السلك لا يمكن أن تعطي قراءة للتيار.

شكل 6-12 طريقة قياس التيار باستعمال المقياس متعدد الأغراض ذي الفك المتحرك

التمرين السادس: قراءة قيمة تيار ضمن دورة

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استعمال المقياس متعدد الأغراض ذي الفك المتحرك لقياس شدة التيار.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مقياس ذو فك متحرك، 2- عُدة سلامة مهنية.

خطوات العمل:

1. ارتدِ مُعدات السلامة المهنية بصورة كاملة.
2. يمكنك فتح الصندوق الرئيس لتجهيز الكهرباء في مدرستك وبمراقبة المدرب المتخصص.
3. اضبط مؤشر المقياس على (ACA 200)، وكما هو مبين في الشكل (6-13).
4. ابدأ بفتح فك الجهاز، وأحط السلك المطلوب، ثم دع فك الجهاز يغلق تلقائياً.
5. ابدأ بقراءة المقياس وسجّل القراءة.

شكل 6-13 طريقة قياس التيار باستعمال المقياس متعدد الأغراض ذي الفك المتحرك

6-2-6 قياس المتسّعات الكهربائية Electrical Capacitor Measuring

المتسّعة الكهربائية وسيلة لتخزين الطاقة الكهربائية بفعل الإجهاد الكهروستاتيكي في المادة العازلة وتتكون المتسّعة من سطحين موصلين تفصل بينهما طبقة من مادة عازلة يطلق عليها العازل الكهربائي. وسعة المتسّعة هي مقياس لقدرة المتسّعة على خزن الشحنة عند فرق جهد معين، ووحدة قياسها الفاراد (**F**). ويبين الشكل (6-14 أ) التركيب الداخلي للمتسعة، ويبين الشكل (6-14 ب) عّدة أنواع من المتسّعات الكهربائية.

أ- تركيب المتسعة الكهربائية ب- بعض أنواع المتسعات الكهربائية

شكل 6-14 المتسعة الكهربائية

التمرين السابع: فحص المتسّعة الكهربائية

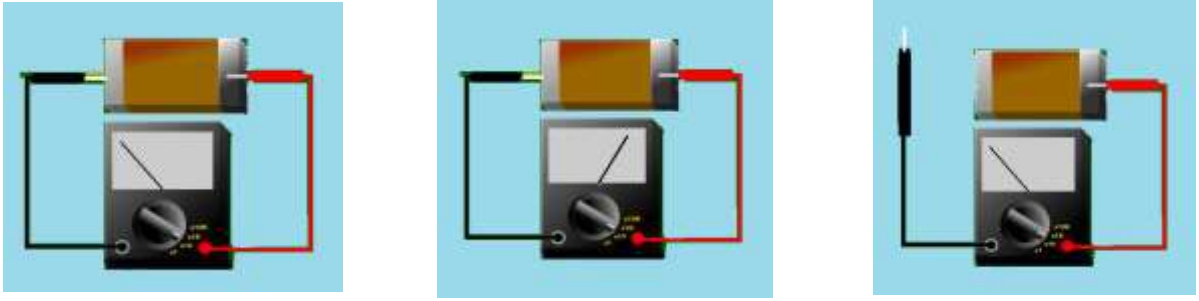
الهدف من التمرين: التدريب على كيفية استعمال المقياس متعدّد الأغراض لفحص المتسّعة الكهربائية.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مقياس كهربائي متعدّد الأغراض ذو مؤشر، 2- متسّعة كهربائية صالحة للعمل، 3- متسّعة كهربائية عاطلة.

خطوات العمل:

(لاحظ الشكل 6-15)

1. ضع المقياس متعدّد الأغراض عند منطقة قياس المقاومة عند تدريج 1 أوم، ضع طرفي السلك على طرفي المتسّعة.
2. لاحظ المؤشر، فإذا تحرك إلى اليمين ثم رجع إلى مكانه فهذا يدل على أن المتسعة صالحة للعمل.
3. عند عدم تحرك المؤشر، اضبط مؤشر المقياس عند 10 أوم، إذا لم يتحرك اعد ضبطه عند 1 كيلو أوم، فإذا لم يتحرك اعد ضبط الجهاز عند 10 كيلو أوم، وإذا لم يتحرك المؤشر فهذا يدل على وجود قطع في دائرة المتسّعة، وتُعد غير صالحة للعمل.
4. تُعد الطريقة المذكورة تقليدية، وتبين أن المتسّعة تحتوي على قطع أم لا فحسب، ولكنها لا يمكن أن تحدد كفاءة المتسّعة.



1- ضع المقياس عند 1 أوم 2- صل طرفي المتسعة، سيتحرك المؤشر 3- رجوع المؤشر إلى وضعه الطبيعي

شكل 6-15 طريقة فحص المتسعة

التمرين الثامن: فحص المتسّعة الكهربائية بواسطة محلّل المتسعة

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية استعمال محلّل المتسّعة لفحص سعة المتسعة الكهربائية وتحديدها.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- محلّل متسّعة، 2- متسّعة كهربائية جديدة صالحة للعمل معلومة القيمة، 3- متسعة كهربائية قديمة صالحة للعمل معلومة القيمة.

طريقة العمل:

1. من المعروف أن المتسعات القديمة تكتسب مقاومة غير مرغوبة بسبب قدم العوازل والصفائح المعدنية، وتؤدي هذه المقاومة المضافة بسبب قدم المتسّعة إلى ارتفاع درجة حرارة المتسّعة في أثناء العمل، وبالتالي جفاف المتسّعة، ويمكن أن تسبب عطلاً في الدائرة الكهربائية، ومن الصعب الكشف على المقاومة المضافة بوسائل القياس التقليدية، حيث أن قياس سعة المقاومة والتأكد منها لا يدل بالضرورة على أن هذه المتسعة سليمة، لذا يجب استعمال وسيلة قياس يمكنها أن تحدد سعة المتسّعة فضلاً عن التأكد من أن المقاومة المضافة بسبب القدم هي ضمن الحد الطبيعي، ويسمى الجهاز الذي يقيس المقاومة المضافة بسبب قِـدم عمر المتسّعة محّلل المتسّعة (**Capacitor Analyzer**)، ويبين الشكل (6-16) محّلل المتسّعة الذي يحتوي على شاشة تبين سعة المتسعة فضلاً عن قيمة المقاومة المضافة بسبب القدم، ويحتوي الجهاز على جدول يبين سعة المتسّعة الجديدة مع المقاومة المضافة بسبب القِدم المسموح به.
2. ضع المتسعة الجديدة في الجهاز واقرأ قيمة المقاومة المضافة بسبب القدم، ستجدها ضمن الحد المسموح به.
3. سجّل سعة المتسعة، ستجدها مساوية إلى القيمة الحقيقية للمتسعة.
4. انزع المتسعة الجديدة، وأبدلها بأخرى قديمة، واقرأ قيمة المقاومة المضافة بسبب القدم ستجد القيمة المقاسة أكبر بكثير من السابقة.
5. سجل سعة المتسعة ستجدها مساوية للقيمة الحقيقية للمتسعة.
6. نستنتج أن للمتسعتين القيمة نفسها والاختلاف الوحيد هو أن المتسعة القديمة لها مقاومة أكبر من الجديدة وهذا يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الدائرة الكهربائية على نحوٍ يجعل أداءها ضعيفاً.

شكل 6-16 محلّل المتسعة

التمرين التاسع: فحص المتسّعة الكهربائية بواسطة المعادلات الرياضية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال المعادلات الرياضية لحساب سعة المتسّعة.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مقياس فرق جهد، 2- مقياس تيار، 3- منصهر، 4- متسعة معلومة القيمة.

خطوات العمل:

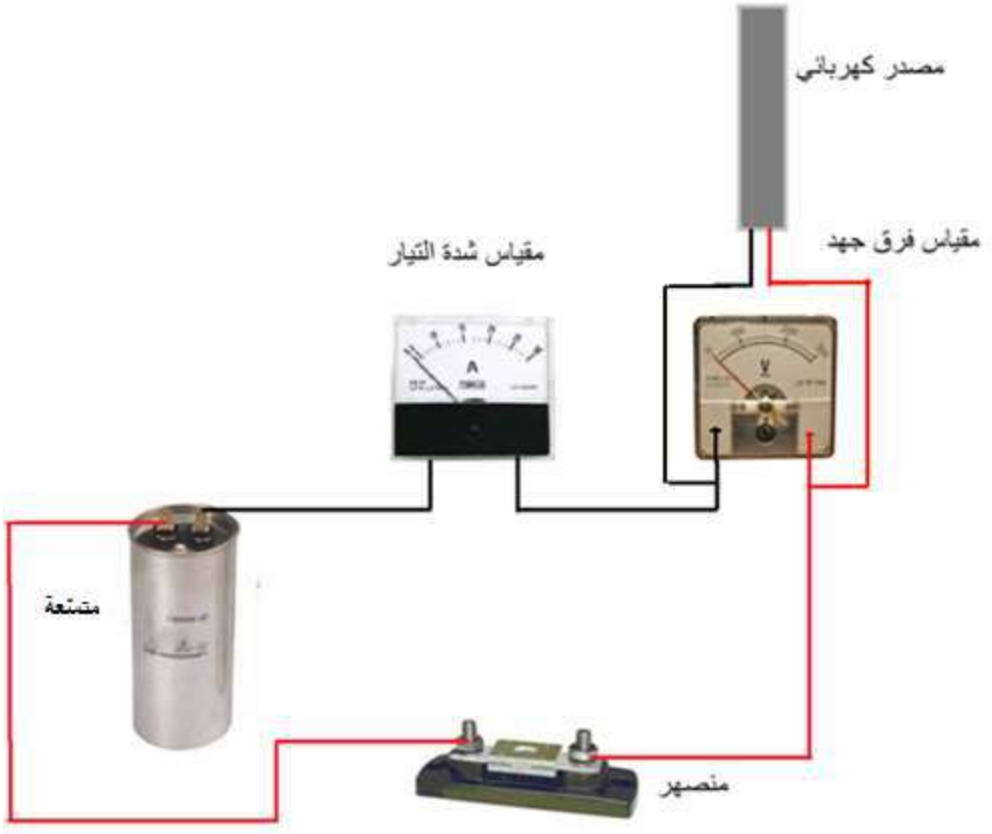
1. اربط الدائرة الكهربائية، وكما هو مبين في الشكل (6-17).
2. تأكد من ربط الدائرة ودع المدرب يتأكد من الربط.
3. صل التيار لمدة ثانيتين ثم أطفئ الدائرة الكهربائية، وفي أثناء ذلك اقرأ فرق الجهد والتيار.
4. طبّق العلاقة الآتية عند التردد 50 هرتز:

$$C = 3180\frac{I}{V}$$

إذ إن:

C	سعة المتسّعة	µF
I	شدّة التيار	A
V	فرق الجهد	V

5. لاحظ القيمة الناتجة من الحسابات وقارنها بسعة المتسّعة المسجّلة على جسم المتسّعة، فإذا كان الفرق أكبر أو اقل بنسبة 10% من قيمة المتسّعة الحقيقية فإن التجربة ناجحة.
6. إذا لم تحصل على القيمة الحقيقية شخّص الخلل واعد التجربة مرة ثانية.



شكل 6-17 الدائرة الكهربائية الخاصة بحساب سعة المتسعة.

7-2-6 ربط المتسّعات وتحديد سعتها

Capacitor Connection & Define Capacity

تربط المتسّعات بطريقتين كما هو معروف، أحدهما ربط التوازي والآخر ربط التوالي، ويمكن تلخيص خواص كل ربط بما يأتي:

أ- **ربط التوازي**: عند ربط المتسعات على التوازي تزداد سعة المحصلة النهائية للمتسّعة المكافئة، وتساوي السعة النهائية للمتسّعة المكافئة الجمع الجبري لسعة كل متسعة على انفراد. ويبين الشكل (6-18) طريقة ربط المتسّعات على التوازي.

شكل 6-18 ربط المتسعات على التوازي

التمرين العاشر: ربط ثلاث متسّعات على التوازي وحساب سعتها (تمرين نظري).

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال المعادلات الرياضية لحساب سعة المتسّعات المربوطة على التوازي.

خطوات العمل:

ارسم دائرة الربط كما مبينة في الشكل (6-19)، ثم طبّق المعادلة الآتية:

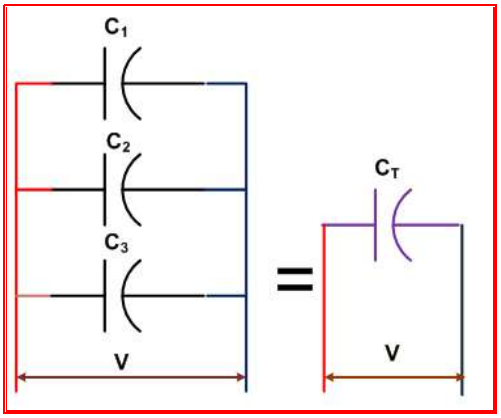
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

إذ إن:

C_1		قيمة المتسعة الأولى		µF
C_2		قيمة المتسعة الثانية		µF
C_3		قيمة المتسعة الثالثة		µF
C_T		قيمة المتسعة الكلية		µF

فلو فرضنا أن قيمة المتسّعات هي 50، 100، 150 مايكروفاراد للأولى والثانية والثالثة، فإن قيمة المتسعة الكلية تساوي:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 = 50 + 100 + 150 = 300\ \mu F$$



شكل 6-19 ربط المتسعات على التوازي

ب- **ربط التوالي**: عند ربط المتسّعات على التوالي فإن قيمة المتسّعة المكافئة ستكون أقل من قيمة أية متسّعة في الدورة، ويبين الشكل (6-20) ربط المتسعات على التوالي.

شكل 6-20 ربط المتسّعات على التوالي

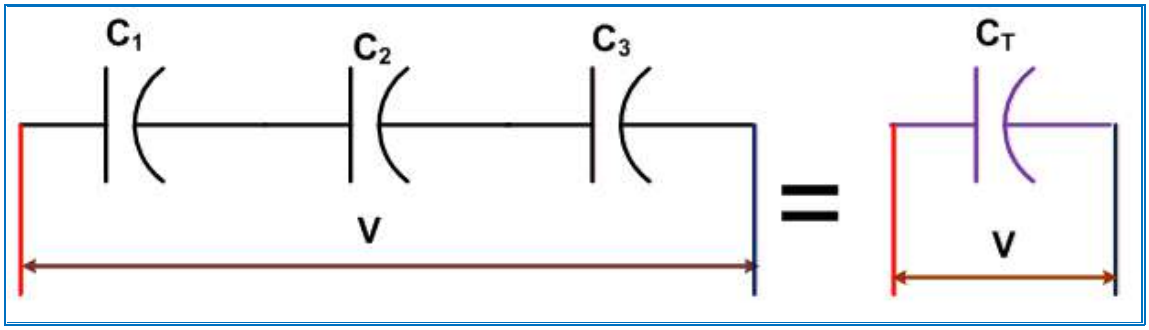
التمرين الحادي عشر: ربط ثلاث متسّعات على التوالي وحساب سعتها (تمرين نظري)

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال المعادلات الرياضية لحساب سعة المتسّعات المربوطة على التوالي.

خطوات العمل:

ارسم دائرة الربط كما مبينة في الشكل (6-21)، ثم طبق المعادلة:

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$



شكل 6-21 ربط المتسّعات على التوالي

فلو فرضنا أن قيمة المتسّعات هي 50، 100، 150 مايكروفاراد للأولى والثانية والثالثة، فإن قيمة المتسّعة الكلية تساوي:

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{50}+\frac{1}{100}+\frac{1}{150}} = 27.27 \quad \mu F$$

3-6 قياس درجات الحرارة والضغط Temperature & Pressure Measurement

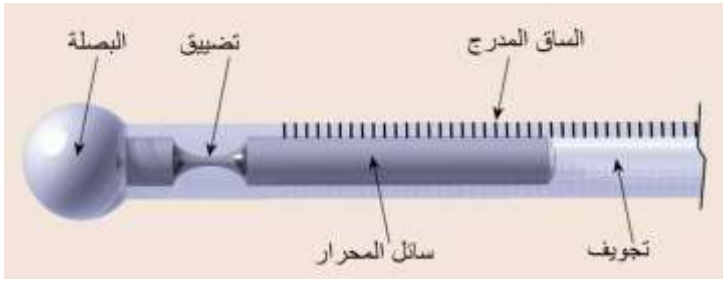
1-3-6 قياس درجات الحرارة Temperature Measurement

تقاس درجات الحرارة في منظومات تكييف الهواء والتثليج بعدّة وسائل، منها المحارير الزجاجية بنوعيها الكحولي والزئبقي، والمحارير الرقمية والمحارير ثنائية المعدن، وهنالك أنواع كثيرة أخرى لا يتسع المجال لذكرها، ويمكن تلخيص عمل كل نوع من الأنواع أعلاه بما يأتي:

أ- **المحارير الزجاجية**: تتكون المحارير الزجاجية بصورة عامة من أنبوب زجاجي يحتوي على بصلة يتجمع بها السائل الذي يتحسس درجة الحرارة، كما هو مبين في الشكل (6-22 أ)، والساق المدرج المبين في الشكل (6-22 ب)، ويبين الشكل (6-22 ت) تفصيل تركيب المحرار الزجاجي.

ب- ساق المحرار المدرج

أ- بصلة المحرار (كحولي)



ت- تركيب المحرار الزجاجي

شكل 6-22 تركيب المحرار الزجاجي

وتختلف المحارير الزجاجية بوحدات القياس، فمنها ما يقيس بوحدات السيليزي (°C)، ومنها ما يقيس بالفهرنهايت (°F)، ومنها ما يستعمل كلا القياسين، وكما هو مبين في الشكل (6-23). ويمكن قياس درجة حرارة البصلة الرطبة فضلاً عن قياس درجة حرارة البصلة الجافة، وذلك عن طريق تغطية بصلة المحرار بقطعة قماش رطبة، وكما هو مبين في الشكل (6-24).

شكل 6-23 محرار بتدريجين

6-24 قياس البصلتين الجافة والرطبة

ب- **المحارير الرقمية**: وتمتاز بدقة قراءتها، وتتكون من سلك مزدوج حراري يربط مع شاشة تعرض قيمة درجة الحرارة المقاسة، وكما هو مبين في الشكل (6-25). وتستعمل هذه المحارير بكثرة في منظومات التثليج وتكييف الهواء.

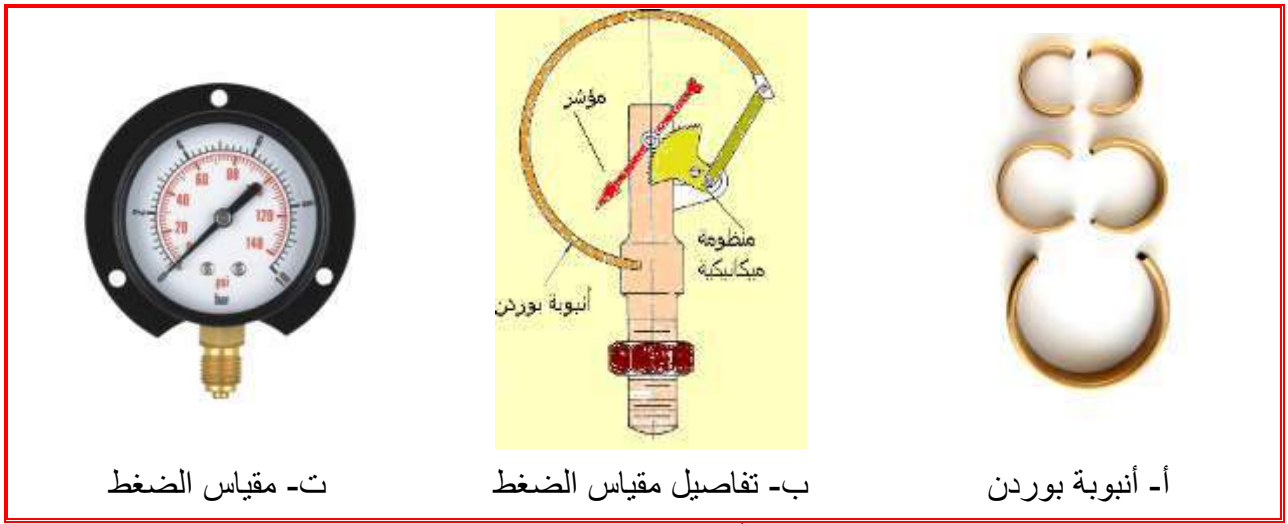
ج- **المحارير ثنائية المعدن**: وتتكون من قطعة ثنائية المعدن، وترتبط بمقياس ذي مؤشر، وكما هو مبين في الشكل (6-26).

شكل 6-25 محارير رقمية

شكل 6-26 محرار ثنائي المعدن

6-3-2 قياس الضغط Pressure Measurement

هنالك وسائل عدّة لقياس الضغط، وأكثرها شيوعاً هي أنبوبة بوردن، تستخدم أنبوبة بوردن في قياس الضغط في دورات التثليج بكثرة لسعة قياس الضغط الذي تتمتع به ودقته، ويبين الشكل (6-27) أنبوبة بوردن وتفاصيلها.



أ- أنبوبة بوردن ب- تفاصيل مقياس الضغط ت- مقياس الضغط

شكل 6-27 أنبوبة بوردن ومقياس الضغط

التمرين الثاني عشر: قياس درجة حرارة نقطة انجماد الماء المقطر وغليانه بالمقياسين السيليزي والفهرنهايتي.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال المحارير الزجاجية في قياس درجات الحرارة.

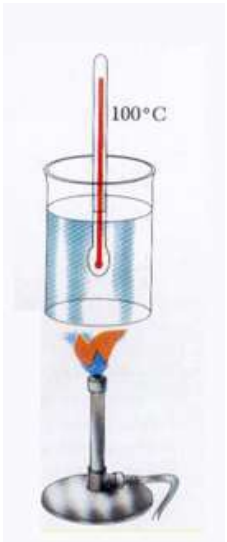
المواد المطلوبة: 1- محرار زجاجي بتدريج السيليزي مدى المحرار من (-10 إلى 110 درجة سيليزي)، 2- محرار زجاجي بتدريج الفهرنهايت، مدى المحرار من (15 درجة فهرنهايت إلى 230 درجة فهرنهايت) 3- وعاء زجاجي مقاوم للحرارة، 4- مسحوق ثلج، 5- مصباح بنزين.

خطوات العمل:

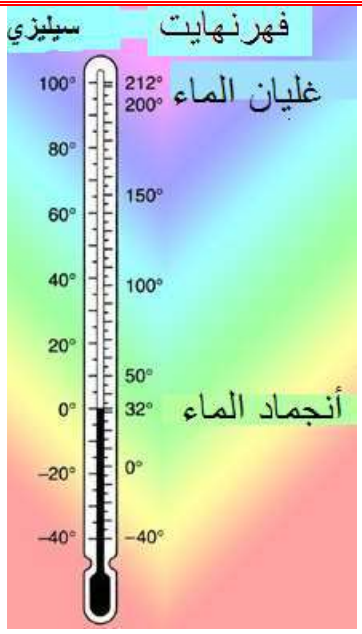
أتبع الخطوات المبينة في الشكل (6-28).

1. ضع مسحوق الثلج في الإناء الزجاجي وضع فيه كمية قليلة من الماء المقطر.
2. انتظر مدة قصيرة، وتأكد من عدم ذوبان الثلج في الماء، ثم ضع المحرارين بصورة متقاربة في خليط الماء والثلج، وانتظر لمدة 5 دقائق.
3. اقرأ المحرار ذا التدريج السيليزي، وسجّل القراءة ثم اقرأ بعد ذلك المحرار ذا التدريج الفهرنهايتي وسجّل القراءة.
4. ستلاحظ أن القراءة الأولى تساوي صفر سيليزي وهذه تمثل درجة حرارة انجماد المقاس الماء بالمقياس السليزي .
5. المحرار الثاني سيقرأ 32 درجة فهرنهايت التي تمثل درجة حرارة انجماد الماء بالمقياس الفهرنهايتي.
6. فرَغْ الوعاء الزجاجي من الماء والثلج وضع فيه كمية من الماء وضع الوعاء الزجاجي المقاوم للحرارة على حامل فوق مصباح بنزين ثم ضع المحرارين في الوعاء الزجاجي.
7. يجب تثبيت المحرارين على حامل، حتى لا يمسَا قاعدة الوعاء الزجاجي.
8. أوقد المصباح، ولاحظ المحرارين، ستبدأ قراءة المحرارين بالارتفاع تدريجياً.
9. لاحظ نقطة استقرار قراءة المحرارين، ستجدها (100°C) للمحرار الأول، و(212°F) للمحرار الثاني، وهذا يعني الوصول إلى درجة حرارة غليان الماء.

أ- وضع المحرار في الثلج



ب- تسخين الماء بمصباح بنزين



ج- درجة حرارة انجماد الماء وغليانه

شكل 6-28 قياس درجتا حرارة انجماد الماء المقطر وغليانه

التمرين الثالث عشر: قياس درجة حرارة وضغط منظومة تثليج انضغاطية ومقارنة النتائج بجدول الضغوط ودرجة الحرارة.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على مقاييس الضغط ودرجة الحرارة في قياس ضغوط ودرجات حرارة منظومة تثليج انضغاطية.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة منزلية، 2- محارير رقمية عدد 2، 3- مقياس ضغط عالي عدد 1، 4- مقياس ضغط واطئ عدد 1.

خطوات العمل:

1. شغلْ الثلاجة المنزلية التي تعمل على مائع تثليج (R-134a) والمبينة في الشكل (6-29) وإنتظر بحدود 15 دقيقة.
2. اقرأ درجتي حرارة التكثيف والتبخير للدورة والضغط العالي والضغط الواطئ، وكما هو مبين في الشكل (6-30)، ويجب أن تؤخذ ثلاث مجاميع من القراءات على الأقل بمدة زمنية لا تقل عن 10 دقائق بين كل قراءتين.
3. أطفئ الجهاز عند انتهاء التجربة واعزل الكهرباء الرئيسة عنه.
4. ابدأ بتحليل النتائج وكما يأتي:

❖ يجب أن تكون قراءة الضغط بوحدات البار، أضف قيمة مقدارها 1.01 بار إلى كل قراءة ضغط والتي تمثل قيمة الضغط الجوي العياري، حتى تكون قراءة مقدار الضغط بالمطلق.

❖ رتب القراءات حسب الجدول الآتي:

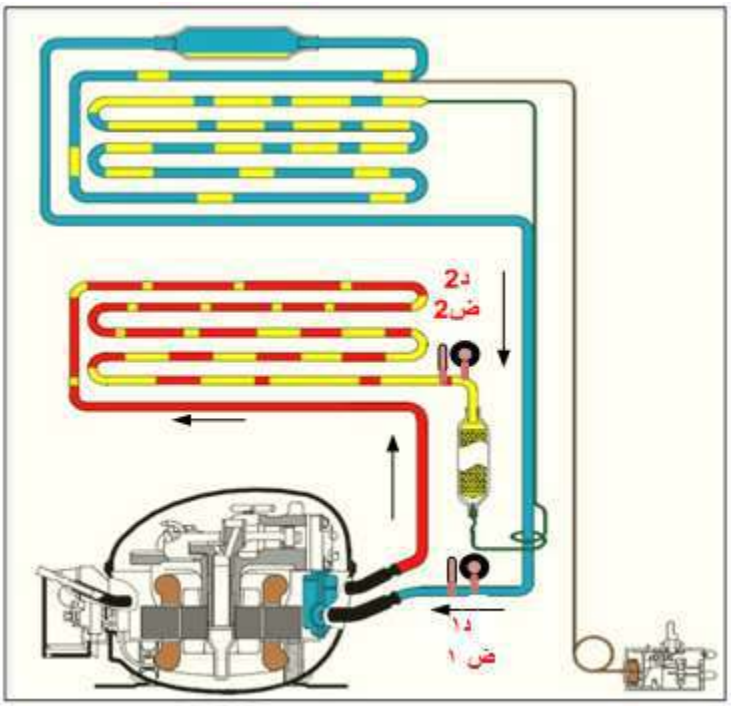
القراءة	النقطة	الضغط المقاس bar	الضغط المطلق bar	درجة الحرارة المقاسة °C	الضغط من جدول الخواص bar
الأولى	1				
	2				
الثانية	1				
	2				
الثالثة	1				
	2				

مثال: إذا كانت قراءة درجة الحرارة في النقطة 1 تساوي **50°C**، وكان الضغط يساوي **12** bar، سيكون الضغط المطلق حينئذ يساوي:

12 + 1.01 = 13.01 bar

عند مقارنة هذه النتيجة مع جدول الخواص (يمكنك الحصول على جدول الخواص من كتاب العلوم الصناعية) سنجد القيمة المقابلة لدرجة حرارة مقدارها 50°C تساوي 13.18 bar، وهذا يعني أن القراءة صحيحة تقريباً.

شكل 6-29 جهاز الثلاجة المنزلية



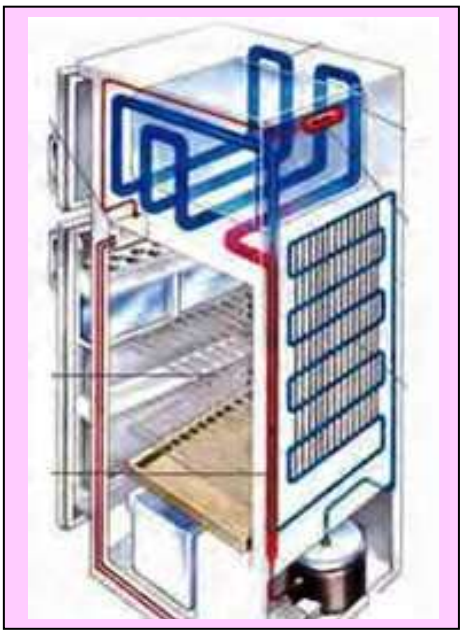
شكل 6-30 نقاط قياس درجات الحرارة

الفصل السابع

صيانة الثلاجة المنزلية

Domestic Refrigerator Maintenance

الأهداف



الهدف العام

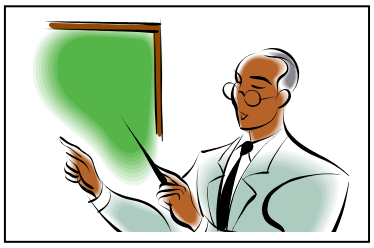
في هذا الفصل سيتمكن الطالب من التعرف والتدريب السليم على أجزاء الثلاجة المنزلية وكيفية صيانتها وتبديل الأجزاء التالفة منها، فضلاً عن التعلم والتدريب على موضع شحن منظومات التثليج بموائع التثليج وطريقة سحب هذه الموائع من المنظومات وخزنها في حاويات خاصة أو تأهيلها واستصلاحها وإعادتها إلى المنظومات، وعدم تسريب أية شحنة إلى الجو حفاظاً على طبقة الأوزون والبيئة والالتزام بالمعايير الدولية بهذا الخصوص.

الأهداف الخاصة

بعد انهاء دراسة مفردات الفصل السابع وتطبيقها سيكون الطالب قادرا على :

1. التعرف على أجزاء الثلاجة المنزلية.
2. التدريب على تبديل الشريط المطاطي الممغنط.
3. التعرف على أنواع الضواغط ومكوناتها، والتدريب على استبدال ضاغط الثلاجة المنزلية.
4. التعرف على أنواع زيوت الضواغط وتبديلها.
5. التعرف على أنواع المكثفات والتدريب على استبدال مكثف الثلاجة المنزلية.
6. التعرف على أنواع المبخرات والتدريب على استبدال مبخر الثلاجة المنزلية وإصلاحه.
7. التعرف على أدوات التمدد واستبدال الأنبوبة الشعرية في الثلاجة المنزلية.
8. التعرف على موائع التثليج التقليدية والحديثة وعلاقتهما بالبيئة وطبقة الأوزون .
9. التدريب على طرائق الشحن بموائع التثليج وكيفية سحب تلك الموائع من الثلاجة المنزلية وخزنها بالحاويات أو استصلاحها وإعادة استعمالها مرة أخرى. والتدريب على طريقة فحص التسرب. والإخواء وإعادة الشحن وفق المعايير الصحيحة لحماية طبقة الأوزون والبيئة.

محتويات

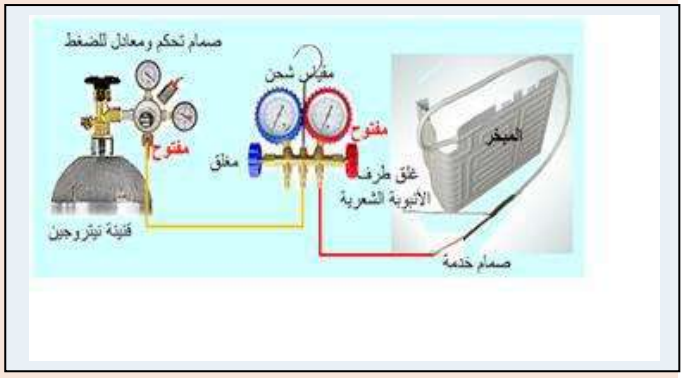


الفصل 7

صيانة الثلاجة المنزلية

التعرف والتدريب على أعمال

- مُقدمة عن الأجهزة المنزلية
- الثلاجة المنزلية وأجزاؤها
- باب الثلاجة المنزلية
- ضواغط الأجهزة المنزلية
- أنواع زيوت الضواغط
- مكثفات الثلاجات وطريقة استبدالها
- مبخرات الثلاجات وطريقة استبدالها وإصلاحها
- الأنبوبة الشعرية كأداة تمدد في الثلاجة المنزلية وصيانتها وتبديلها
- موائع التثليج التقليدية والحديثة وعلاقتها بالبيئة وطبقة الأوزون
- الشحن بموائع التثليج وكشف التسرب
- سحب موائع التثليج من الأجهزة



صيانة الثلاجة المنزلية Domestic Refrigerator Maintenance

1-7 مقدمة Introduction

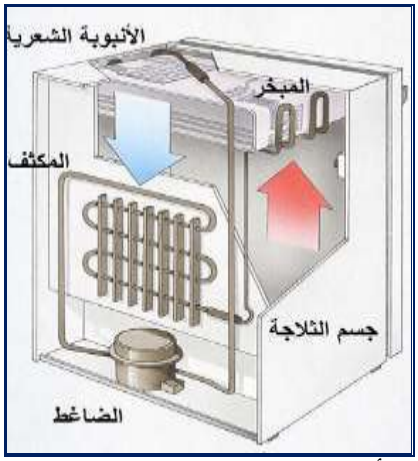
لا يخلو أي منزل في الوقت الحاضر من الأجهزة المنزلية المختلفة مثل الثلاجات، المجمدات، برادات الماء، مكيفات الهواء، وغيرها من الأجهزة التي تُعد من ضروريات الحياة العصرية، والثلاجة المنزلية هي أحد أهم تلك الأجهزة إذ لا يمكن الاستغناء عنها لاستعمالها في خزن الأغذية الطبيعية والمُحضَّرة وحفظها اختصاراً للوقت والجهد البشري في توفير جميع الأغذية والعصائر والمشروبات في جميع الأوقات طوال أيام السنة.

في هذا الفصل سيتم التطرق وتعريف الطالب على أجزاء الثلاجة الكهربائية المنزلية كأنموذج عن الأجهزة الأخرى وتدريبه على تبديل أجزائها الرئيسة المتنوعة في حالة عطلها مثل الضواغط، المكثفات، المبخرات، وأدوات التمدد وغيرها. ويتضمن القسم الأخير من هذا الفصل تعريف الطالب على موائع التثليج الحديثة، بسبب انتهاء استعمال الموائع التقليدية مثل الموائع الفلوروكاربونية لتأثيرها السلبي على طبقة الأوزون وظاهرة الاحترار العالمي، وتدريبه بصورة فنية صحيحة على عملية الشحن بموائع التثليج، وكيفية كشف التسرب وإحكام السيطرة على هذه الموائع، فضلاً عن تدريبه على استخدام الأجهزة الحديثة في سحب الموائع من الأجهزة وخزنها بحاويات خاصة محكمة أو استصلاح تلك الموائع وتأهيلها لإعادة استعمالها مرة أخرى، إذ لا بد أن تتم هذه الأعمال بممارسات سليمة بحسب المعايير الخاضعة للاتفاقيات والمراسيم (البروتوكولات) الدولية.

ومن هذا الفصل والفصول السائدة السابقة سيكون الطالب قد حصل على قاعدة معلومات ومهارة أساسية كافية يستطيع عن طريقها ممارسة مهنة تكييف الهواء والتثليج بنحوٍ سليم، ولا سيما إذا كان الطالب قد أتقن ونفذ مفردات المنهاج المُعد لهذه المرحلة بدقة وألتزم بتوجيهات مدربه في العام الدراسي. وبهذا سيتمكن الطالب من تحديد عطلات الأجهزة المنزلية وإصلاحها وإجراء الصيانة لها، وبذلك سيتمكن من إتقان المهنة بصورة أفضل وتطوير نفسه مستقبلاً في مجال تخصصه كلما أكثر من التدريب والعمل الجدي، لأن هذه الأعمال هي الأساس للأعمال المهمة التي سيتعرف ويتدرب عليها في المراحل الدراسية اللاحقة.

2-7 أجزاء الثلاجة المنزلية Domestic Refrigerator Parts

تتكون الدورة الميكانيكية للثلاجة المنزلية التي تعمل على انضغاط البخار من الضاغط، المكثف، الأنبوبة الشعرية، والمبخر، ويبين الشكل (7-1) أجزاء الدورة الميكانيكية للثلاجة البسيطة، وقد تم التعرف في كتاب العلوم الصناعية على طريقة عمل دورة التثليج الانضغاطية، لذا سيتم التركيز في هذا الفصل على كيفية صيانة الثلاجة المنزلية وإصلاح أجزائها وتبديلها.



شكل 7-1 أجزاء الدورة الميكانيكية للثلاجة المنزلية

3-7 باب الثلاجة المنزلية Domestic Refrigerator Door

أولاً إبدال الشريط المطاطي الممغنط للباب: يوضع الشريط المطاطي على محيط باب الثلاجة ويحتوي بداخله على مغناطيس ليساعد على إبقاء باب الثلاجة مغلقاً بنحوٍ تام، وبهذا يتم عزل محيط الثلاجة الداخلي عن المحيط الخارجي لمنع تسرب الهواء البارد من محيط الثلاجة الداخلي ودخول الهواء الحار، وكذلك منع دخول الحشرات إليها، ويبين الشكل (7-2) عدة أنواع من الأشرطة الممغنطة. مع مرور الزمن يحدث تشقق وتلف للإطار المطاطي أو يفقد المغناطيس الداخلي خاصيته مما يؤدي إلى انخفاض كفاءة الثلاجة وحدوث فتحات تدخل منها الحشرات، وكما هو مبين في الشكل (7-3).

شكل 7-2 أشرطة مطاطية ممغنطة

شكل 7-3 تلف الشريط الممغنط

وعندما يكون الشريط المطاطي الممغنط بهذه الحالة يجب تبديله، اتبع الخطوات الآتية بهذا الخصوص:

1. تأكد من أن الشريط المطاطي الممغنط الجديد يناسب باب الثلاجة من ناحية القياس والشكل.
2. اغمر الشريط الجديد في ماء دافئ بعد إزالة مواد التغليف كافة.
3. نظّف الثلاجة والمكان ليكونا صالحين للعمل.
4. أفتح اللوالب التي تحكم الشريط المطاطي القديم جزئياً وبمسافة مناسبة، وكما هو مبين في الشكل (7-4 أ).
5. لاحظ وجود شريط معدني يساعد على تثبيت الشريط الممغنط على باب الثلاجة، اسحب الشريط الممغنط القديم، وكما هو مبين في الشكل (7-4 ب).
6. أخرج الشريط الممغنط الجديد من الماء وجففه بعناية ثم اجعل حافة الشريط الممغنط بين الشريط المعدني والباب، وابدأ بربط اللوالب أولياً، وكما هو مبين في الشكل (7-4 ج).
7. يتم الربط في البداية في النصف السفلي من الباب وبعد ذلك يتم التحول إلى النصف العلوي ثم الرجوع إلى النصف السفلي الباقي والرجوع إلى النصف العلوي الباقي. ويُعاد الإجراء ذاته على جانبي الباب.
8. عند التأكد من انتظام الشريط المطاطي الممغنط على محيط الباب ابدأ بربط اللوالب نهائياً.
9. تأكد من إحكام الربط.

شكل 7-4 تبديل الشريط المطاطي

ثانياً معايرة باب الثلاجة: قد ينحرف باب الثلاجة عن موقعه الصحيح نتيجة الشحن والنقل أو من كثرة الاستعمال، لذا يتطلب إجراء معايرة للباب وبإتباع الخطوات الآتية:

1. ابحث عن اللوالب التي تثبت الباب وستجدها غالباً مغطاة بغطاء بلاستيكي.
2. افتح جزئياً اللوالب الموجودة أسفل باب الثلاجة مع إبقاء الباب مغلقاً.
3. افتح اللوالب العليا للباب أيضاً جزئياً واجعل حافة الباب العليا بموازاة الحافة العليا لجسم الثلاجة.
4. أعد ربط اللوالب بإحكام، وارجع أغطية اللوالب البلاستيكية.

4-7 ضواغط الثلاجة المنزلية Domestic Refrigerator Compressors

يُعد الضاغط بمثابة قلب دورة التثليج الانضغاطية، الذي يقوم بتدوير مائع التثليج خلال الدورة عن طريق سحب البخار للمائع من المبخر ودفع غاز المائع بضغط أعلى إلى المكثف. وتكون الضواغط المستخدمة في الثلاجات على عدة أنواع، أكثرها شيوعاً في الاستعمال هي الضواغط محكمة الغلق الترددية (Reciprocating) والدورانية (Rotary)، إذ تم شرح الأنواع بالتفصيل في كتاب العلوم الصناعية.

1-4-7 مكونات الضاغط الترددي المغلق

Reciprocating Hermetic Compressor Components

لغرض التعرف على أجزاء الضاغط الترددي المغلق، اتبع الخطوات الآتية:

1. أفرغ الزيت من الضاغط.
2. ثبّت الضاغط على الملزمة (المنكنة) عمودياً أو على آلة تثبيت خاصة لهذا الغرض، ثم أستعمل قرص حجر القطع في آلة القص (كوسرة طيارية) المبينة في الشكل (7-5 أ) لقص جسم الضاغط الخارجي، كن حذراً عند استعمال الآلة، لأنها خطرة لهذا تقيد وبدقة متناهية في قواعد السلامة المهنية. أو استعمل المنشار الحديدي في عملية قص الضاغط بعد تحديد خط القص، وكما هو مبين في الشكل (7-5 ب).
3. لاحظ مكونات الضاغط، وتعرف على أشكالها ووظائفها، وكما هو مبين في تفاصيل الصور للشكل (7-5).

أ- آلة القطع

ب- تثبيت الضاغط بإحكام

ت- رفع الغطاء العلوي

ث- مكونات الضاغط الداخلية

ج- خط السحب واتصاله بالحيز الداخلي

ح- خطا الدفع والخدمة

خ- الجزء السفلي لجسم الضاغط

د- النابض والملف الكهربائي

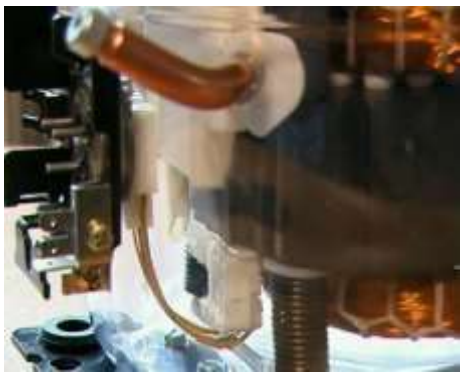
ذ- الأجزاء الكهربائية

ر- ملف بدء الحركة

ز- ملف الدوران

س- نوعان من المرحلات وقواطع زيادة الحمل

ش- نقاط الاتصال الكهربائي



ص- الاتصال الكهربائي بين الخارج والداخل

ض- ملحقات خط الدفع

ط ـ كاتمة الصوت

هـ ـ صمامات الدفع والسحب

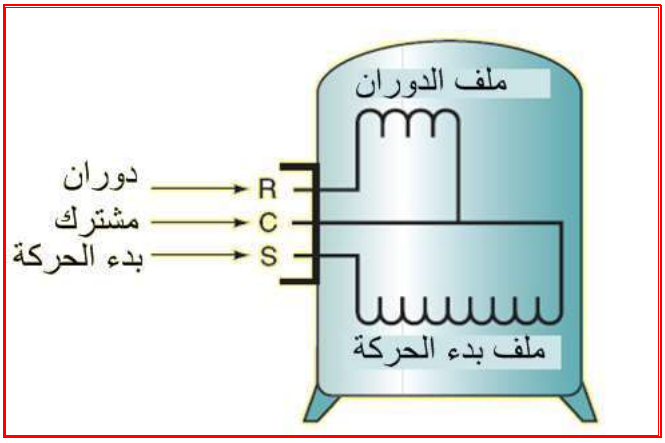
و- المكبس والعمود المرفقي

شكل 7-5 أجزاء الضاغط الترددي المغلق

2-4-7 أطراف الضاغط الترددي المغلق Reciprocating Hermetic Compressor Points

تتكون منطقة الربط الكهربائي للضاغط الترددي المغلق أحادي الطور من ثلاثة أطراف، إذ ترتبط الأطراف الثلاثة بملفات المحرك الكهربائي للضاغط، التي تتكون من ملفين كهربائيين أحدهما ملف بدء الحركة (Start) ويرمز له بالحرف S والآخر هو ملف الدوران (Run) الذي يرمز له بالحرف **R** ويرتبط الملفان بنقطة مشتركة (Common) يرمز لها بالحرف **C**، وكما هو موضح في الشكل (7-6).

ولغرض فحص الضاغط من الناحية الكهربائية، يجب تحديد النقاط الثلاث أعلاه (R, S, C).



شكل 7-6 ملفا محرك الضاغط المغلق

التمرين الأول: تحديد الأطراف الثلاثة لضاغط مغلق

الهدف من التمرين: التدريب على كيفية فحص الضاغط كهربائياً وقياس مقاومة ملفي بدء الحركة والدوران.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ضاغط مغلق صالح للعمل، 2- مقياس كهربائي متعدد الأغراض، 3- أوراق يمكن لصقها على الضاغط.

خطوات العمل:

1. ارفع غطاء اللوحة الكهربائية للضاغط ورقّمها بالأرقام 1 و 2 و 3، والصق الأوراق على أطراف الضاغط.
2. ضع مؤشر المقياس متعدد الأغراض عند 200 kΩ (يمكن إبدال هذه القيمة بحسب حجم الضاغط).
3. قس المقاومة بين 1 و 2، وكما هو مبين في الشكل (7-7 أ) وسجّل القيمة، ولتكن 10 Ω مثلاً.
4. قس المقاومة بين 1 و 3، وسجّل القيمة، ولتكن 20 Ω، وكما هو مبين في الشكل (7-7 ب).
5. أخيراً قس المقاومة بين 2 و 3، وسجّلها، ولتكن 30 Ω ، وكما هو مبين في الشكل (7-7 ت).
6. من القياس ظهرت لك ثلاث قيم للمقاومة، هي قيمة صغرى وقيمة متوسطة وقيمة عظمى، وتمثل القيمة العظمى مجموع القيمتين الصغرى والوسطى.
7. كانت أقل قيمة للمقاومة (10 Ω) بين 1 و 2، أي أنها بين R و C وتمثل مقاومة ملف الدوران.
8. في حين أن القيمة المتوسطة (20 Ω) كانت بين 1 و 3 أي أنها تمثل المقاومة بين S و C
9. القيمة العظمى (30 Ω) كانت بين 2 و 3، أي أنها تمثل المقاومة بين R و S.
10. وعلى هذا الأساس، اكتب بدلاً من الرقم 1 الحرف C، لماذا؟ وبدلاً من الرقم 2 الحرف R لماذا؟ وأخيراً بدلاً من الرقم 3 الحرف S لماذا؟

شكل 7-7 طريقة تحديد أطراف ضاغط الثلاجة

7-4-3 العطل الكهربائي لمحرك الضاغط

Electrical Fault of Compressor Motor

يمكن أن تكون الأعطال الكهربائية للضاغط ناتجة من حدوث قطع بين ملفاته، أو حدوث دائرة قصر بين ملفات الضاغط وجسمه، أو عطل في المرَحل أو قاطع الوقاية من زيادة الحمل، وسنؤجل الاحتمالين الآخيرين الى المراحل اللاحقة.

التمرين الثاني: فحص ملفات الضاغط المغلق

الهدف من التمرين: التدريب على كيفية فحص الضاغط وتحديد العطل الكهربائي.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ضاغط مغلق عاطل، 2- مقياس كهربائي متعدد الأغراض.

خطوات العمل:

1. ارفع غطاء اللوحة الكهربائية للضاغط، وحدَد أطراف الضاغط كما تعلَمت سابقاً.
2. قس المقاومة بين R و S وسجَل قيمتها، إذا كانت قيمة المقاومة تساوي ما لا نهاية (∞)، فهذا يعني حدوث قطع في ملف الدوران أو ملف بدء الحركة، وهذا يعني أن الضاغط عاطل، وينتهي الفحص.
3. أعد العملية مرتين أخريين بين R و C وبين S و C، وسجل قيمتيهما، إذا كانت قيمة المقاومة تساوي (∞)، فهذا يعني حدوث قطع في ملف الدوران أو ملف بدء الحركة، وهذا يعني أن الضاغط عاطل، وينتهي الفحص.
4. إذا لم تجد قطعاً في ملفي بدء الحركة والدوران، افحص جميع أطراف الضاغط مع جسم الضاغط، إذا سجَل المقياس أية مقاومة أو صفراً فهذا يعني وجود دائرة قصر بين أحد الملفات وجسم الضاغط، وهذا يعني عطل الضاغط.
5. إذا كانت جميع الفحوصات سليمة نلجأ الى تشغيل الضاغط من دون المرَحل وكما في التمرين الآتي:

التمرين الثالث: تشغيل الضاغط من دون المرَحل وقاطع الوقاية من زيادة الحمل

الهدف من التمرين: التدريب على فحص الضاغط كهربائياً.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ضاغط مغلق، 2- مقياس تيار، 3- منصهر 2 A ، 4- مفتاح كهربائي، 5- أسلاك كهربائية قياس $2.5\ mm^2$ ، 6- توصيلات بلاستيكية.

خطوات العمل:

1. افصل مصدر الكهرباء وارفعه عن الثلاجة، يجب الانتباه الى هذه الخطوة بدقة.
2. ارفع غطاء اللوحة الكهربائية للضاغط، وافصل المرحل وقاطع الوقاية من زيادة الحمل.
3. اِربط الدائرة وكما هو مبين في الشكل (7-8) علماً أنه بالإمكان استعمال مقياس الكهرباء ذي الفك بدلاً من جهاز القياس الموضح في الشكل .
4. صل الدائرة الكهربائية بالضاغط، وكما هو مبين في الشكل (7-9).
5. اضغط على المفتاح النابضي لمدة ثانيتين، ثم ارفع يدك **وستكون هنالك أربعة احتمالات**.

أ- **الاحتمال الأول** سوف لن يعمل الضاغط، وهذا يعني أن هنالك قطعاً في ملفات المحرك الكهربائي للضاغط، أي عطل الضاغط.

ب- **الاحتمال الثاني** سوف ينصهر المنصهر، وهذا يعني حدوث دائرة قصر في ملفات المحرك الكهربائي للضاغط، أي عطل الضاغط.

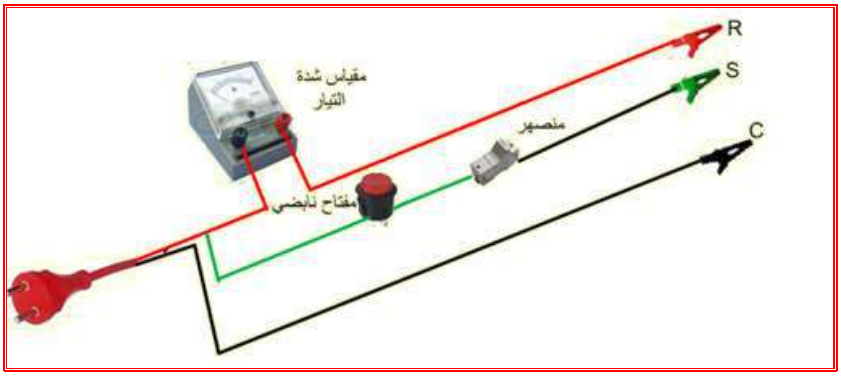
ت- **الاحتمال الثالث** سوف يعمل الضاغط، وهنا يجب ملاحظة التيار المسحوب فإذا كان أكبر بكثير من القيم المحددة في الجدول (7-1)، فهذا يعني حدوث دائرة قصر جزئي في ملفات المحرك للضاغط (يعني ذلك أن الملف قد أوشك على التلف)، ويفضل استبدال الضاغط.

ث- **الاحتمال الرابع** سوف يعمل الضاغط وضمن قيم التيار المحددة في الجدول (7-1) وهذا يعني أن الضاغط صالح للعمل، وعندها يجب فحص بقية الأجزاء الكهربائية للثلاجة، وكما سنبين لاحقاً.

6. اقطع التيار الكهربائي، وأعد العُدد إلى مكانها.
7. سجَل نتيجة الفحص في ورقة منفصلة، وكذلك على ورقة خاصة تلصق على جسم الضاغط تبين تاريخ الفحص ونوع العطل.

جدول 7-1 قيم التيار وشحنة الزيت لأحد أنواع الضواغط المغلقة

شحنة الزيت	التيار	سعة الضاغط	
cm^3	A	hp	Watt
190	0.8	1/6	125
190	0.85	1/5	150
190	1.0	1/4	185
190	1.2	1/3	245
190	1.45	1/2	375



شكل 7-8 الدائرة الكهربائية لفحص الضاغط

شكل 7-9 ربط الدائرة الكهربائية الى الضاغط

7-4-4 تزييت الضاغط Compressor Lubricant

تحتاج جميع ضواغط دورات التثليج الانضغاطية إلى تزييت لغرض تقليل الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة، وشحن الضاغط بالكمية المناسبة من الزيت يُعد من الأمور المهمة، إذ إن النقص في كمية الزيت يؤدي إلى تقليل عمر الضاغط الافتراضي، فضلاً عن زيادة الضوضاء عند اشتغال الضاغط، كما وأن زيادة كمية الزيت عن الحد المقرر يؤدي إلى تقليل ضخ مائع التثليج، وبالتالي انخفاض كفاءة المنظومة وزيادة الحمل على صمام الدفع واحتمالية تلفه، كما يجب أخذ الحيطة والحذر من دخول الرطوبة إلى جسم الضاغط وامتزاجها مع الزيت نتيجة الصيانة والتصليح المتكرر للثلاجة، لذا يجب إبدال زيت الضاغط عند فتح الضاغط من المنظومة.

التمرين الرابع: إضافة كمية محددة من الزيت إلى الضاغط المغلق

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إضافة كمية محددة من الزيت إلى الضاغط المغلق.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ضاغط مغلق معروف قدرته وحجمه، 2- أنبوب خدمة، 3- زيت الضاغط المناسب، 4- حاوية بلاستيكية، 5- ميزان حساس.

خطوات العمل:

1. افرغ المنظومة من مائع التثليج عن طريق منظومة إعادة تأهيل الموائع ولا تترك المائع يتسرب إلى الفضاء الخارجي مطلقاً.
2. استعمل صمام الخدمة، وأسحب الإبرة (ولف) منه، كما هو مبين في الشكل (7-10 أ).
3. قم بلحام الصمام على أنبوب الخدمة بعد قطعه، كما هو مبين في الشكل (7-10 ب).
4. اسحب كمية من الزيت بواسطة العلبة البلاستيكية عن طريق ضغطها وإدخال الخرطوم داخل صفيحة الزيت وسحب كمية من الزيت، كما هو مبين في الشكل (7-10 ت).
5. افرغ الزيت في علبة ثانية، وقم بوزنها، كما في الشكل (7-10 ث)، وفي حال عدم معرفة النقص في كمية الزيت، يعمد إلى إفراغ الزيت القديم في علبة وقياس حجمه وإضافة 10% كتعويض إلى الحجم المقاس.
6. ضِع فوهة العلبة في أنبوب الخدمة وأضغط على العلبة حتى تفرغ جميع محتوياتها من الزيت كما هو مبين في الشكل (7-10 ج). ارجع الإبرة إلى مكانها وأغلق صمام الخدمة بواسطة غطاء الصمام، كما هو مبين في الشكل (7-10 ح).
7. يتم رفع الضاغط من الثلاجة وتفريغ الزيت بشكل كامل منه وإعادة إملائه بالزيت الجديد في حالة الحاجة إلى استبدال الضاغط لتلفه بسبب حدوث ثقب في مبخر الثلاجة أدى إلى دخول الماء وامتزاجه بالزيت كذلك في حالات تلف الزيت وبقاء الضاغط صالح للعمل. وتحسب كمية الزيت بحسب الجدول (7-1).

أ- صمام خدمة بعد رفع الإبرة

ب- لحام صمام الخدمة

ت- اسحب كمية من الزيت وأفرغه في علبة أخرى

ث – وزن الزيت

شكل 7-10 تبديل زيت الضاغط (أ , ب , ت , ث)

ج- حقن الزيت في جسم الضاغط

ح- إعادة غطاء صمام الخدمة

شكل 7-10 تبديل زيت الضاغط (ج , ح)

5-7 مكثفات الثلاجات المنزلية Domestic Refrigerator Condenser

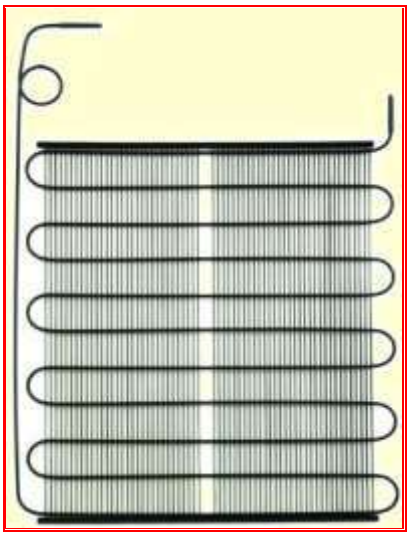
1-5-7 أنواع المكثفات Condenser Types

هنالك نوعان من المكثفات المستعملة في الثلاجة المنزلية، أحدهما هو المكثف المبرد بالهواء الطبيعي، ويتكون من ملف من أنابيب مصنوعة من الفولاذ مع تثبيت أسلاك عمودية أو أفقية على الملف لزيادة كفاءة انتقال الحرارة، كما مبين في الشكل (7-11)، والآخر يتكون من مكثف بحجم أصغر من الأول يتكون من أنابيب مصنوعة من النحاس وزعانف مصنوعة من الألمنيوم، وبسبب صغر حجم المكثف تستعمل مروحة صغيرة لزيادة سرعة مرور الهواء على المكثف، لذلك تسمى هذه المكثفات بالمكثفات المبردة بالهواء القسري، كما مبين في الشكل (7-12).

2-5-7 صيانة المكثفات Condenser Maintenance

تُعد هذه المكثفات من المتانة بحيث يندر حدوث عطل فيها، إلا إذا أُسيء استعمالها كثقبها عن طريق الخطأ بآلة حادة، ويندر حدوث تآكل في هذا النوع من المكثفات، لأن المكثفات تكون ساخنة عند تشغيل الجهاز إذ يتم عن طريقها طرد الحرارة الكامنة للتكثيف للمائع لهذا تكون جافة دائماً ولا تعلق عليها الرطوبة التي تسبب التآكل.

العمليات الواجب أتباعها في صيانة هذا النوع من المكثفات تتمثل بتنظيفها من الأتربة التي تعلق بها، وفي حالة عدم إمكانية إصلاح المكثف العاطل يلجأ إلى رفعه وتبديله بآخر جديد.



شكل 7-11 مكثف يبرد بالهواء الطبيعي

شكل 7-12 مكثف يبرد بالهواء القسري

التمرين الخامس: تنظيف مكثف ثلاجة من النوع المبرد بالهواء الطبيعي يوضع خلف الثلاجة

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تنظيف مكثف ثلاجة مبرد بالهواء الطبيعي.
العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة مع مكثف متسخ، 2- فرشاة تنظيف 3- مكنسة كهربائية.
خطوات العمل:

1. ارفع الأسلاك الكهربائية للثلاجة من المصدر الكهربائي، ثم ابعد الثلاجة عن الجدار مسافة كافية تسمح بحرية الحركة.
2. استعمل قطعة قماش لتغطية الضاغط واللوحة الكهربائية له تجنباً لسقوط الغبار عليهما.
3. أستعمل الفرشاة المبينة في الشكل (7-13) وابدأ بالتنظيف من الأعلى إلى الأسفل، ويجب ارتداء كمامة ونظارات العمل.
4. استمر بالتنظيف وفي حال وجود أماكن قد تَرَّسب عليها الغبار استعمل قطعة قماش رطبة لتنظيف المكان.
5. استعمل المكنسة الكهربائية، وامسح بها وجه المكثف من الأعلى إلى الأسفل لإزالة ما بقي من الغبار، ولا تحاول أن تدخل المكنسة بين المكثف وجسم الثلاجة.
6. نظَف قطعة القماش التي تغطي الضاغط، وارفعها وأعد الثلاجة إلى مكانها.

شكل 7-13 تنظيف المكثف

التمرين السادس: تنظيف مكثف ثلاجة من النوع المبرد بالهواء القسري

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تنظيف مكثف ثلاجة مبرد بالهواء القسري.
العُدد المواد المطلوبة: 1- ثلاجة مع مكثف متسخ، 2- فرشاة تنظيف 3- مكنسة كهربائية.
خطوات العمل:

1. ارفع الأسلاك الكهربائية للثلاجة من المصدر الكهربائي، ثم أبعد الثلاجة عن الجدار مسافة كافية تسمح بحرية الحركة.
2. استعمل قطعة قماش لتغطية الضاغط واللوحة الكهربائية، تجنباً لسقوط الغبار عليهما.
3. افتح شباك التهوية في مقدمة الثلاجة، كما هو مبين في الشكل (7-14 أ)، ثم افتح الغطاء خلف الثلاجة، كما هو مبين في الشكل (7-14 ب).
4. استعمل الفرشاة أولاً لتنظيف المكثف، وكما تعلمت سابقاً، ثم بعد ذلك استعمل المكنسة الكهربائية لسحب ما بقي من الغبار.
5. أرجع شباك التهوية والغطاء الخلفي، وأعد الثلاجة إلى مكانها.

أ- فتح شباك التهوية في مقدمة الثلاجة

ب - فتح الغطاء الخلفي للثلاجة

شكل 7-14 تنظيف المكثف المبرد بالهواء القسري

7-5-3 تبديل المكثفات Condenser Change

يُبدل المكثف المبرد بالحمل الطبيعي بآخر جديد من نفس التصميم والقياس في حالة عطله وتعذر إصلاحه. يجب فتح وصلات اللحام بمشعل الأوكسي- أستيلين أو الأوكسي- بروبان، ثم يتم رفعه وتبديله بواحد جديد بالحجم الأول نفسه.

التمرين السابع: تبديل مكثف ثلاجة من النوع المبرد بالهواء الطبيعي

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تبديل مكثف ثلاجة مبرد بالهواء الطبيعي.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة مع مكثف عاطل، 2- فرشاة تنظيف 3- عُدة لحام المونة، 4- عُدة عمل، 5- مكثف جديد بنفس التصميم والقياس، 6- وحدة إعادة واستصلاح موائع التثليج. 7- مرشح مجفف

خطوات العمل:

1. ارفع الأسلاك الكهربائية للثلاجة من المصدر الكهربائي.
2. عند عدم وجود صمام خدمة في الثلاجة يجب تركيب صمام ثاقب لغرض إعادة سحب واستصلاح مائع التثليج في دورة الثلاجة، **لا تسرب شحنة مائع التثليج إلى الفضاء مطلقاً، حفاظاً على البيئة وطبقة الأوزون**.
3. بعد سحب شحنة مائع التثليج، ارفع الصمام الثاقب وتأكد من خلو دورة التثليج من مائع التثليج.
4. ابدأ بفصل وصلات اللحام التي تربط المكثف بأجزاء الدورة.
5. أشعل وحدة الأوكسي-أستيلين، وسخّن وصلة اللحام التي تصل الضاغط بالمكثف (خط الدفع وهو الأنبوب الذي يصل المكثف بالضاغط مباشرة)، وانتظر حتى يتحول لون وصلة اللحام إلى أحمر ثم اسحب طرف الأنبوب برفق بواسطة الماسكة.
6. اقطع طرف الأنبوبة الشعرية التي تتصل بالمرشح المجفف (الذي يتصل بالطرف الثاني للمكثف)، كما هو مبين في الشكل (7-15 أ).
7. افتح اللوالب التي تثبت المكثف بظهر الثلاجة، وأرفع المكثف.
8. قم بإزالة طلاء طرف المكثف الجديد ونظف أنبوب خط الدفع في الضاغط وطرف الأنبوبة الشعرية.
9. ثبّت المكثف الجديد مكان القديم، وأوصل طرف المكثف المتجه من الأعلى بخط الدفع وطرف المكثف المتجه من الأسفل بالمرشح المجفف الجديد، قم بلحام نقاط الاتصال المذكورة.
10. ركّب الأنبوبة الشعرية في طرف المرشح المجفف الثاني، وألحمها كما تعلمت سابقاً.
11. اجر فحص التسرب، وعالج الخلل، وبهذا تكون الثلاجة جاهزة للشحن بمائع التثليج.

شكل 7-15 أ مكان فتح وصلات اللحام

شكل 7-15 ب طريقة تثبيت المكثف الجديد في الثلاجة

6-7 المبخرات Evaporators

تصنع المبخرات الصفيحية في الثلاجات المنزلية من الفولاذ المقاوم للصدأ أو من الألمنيوم، واستعمال الألمنيوم هو الأكثر شيوعاً في الوقت الحاضر، ويتصل المبخر بالأنبوبة الشعرية من جهة وبخط السحب في الضاغط من جهة أخرى، ويبين الشكل (7-16) بعض أنواع المبخرات الصفيحية المستعملة في الثلاجة المنزلية. وهناك أنواع أخرى من المبخرات تُستعمل فيها أنابيب مزعنفة من الألمنيوم في الثلاجات من النوع المذيبة للثلج Defrost.

أ- مبخر مصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ

ب ـ مبخر مصنوع من الألمنيوم

شكل 7-16 بعض أنواع المبخرات الصفيحية

1-6-7 إصلاح المبخرات Evaporators Repair

يتم إصلاح المبخرات التي يحدث بها ثقب بطريقتين إحداهما باستعمال معاجين اللحام على البارد، والأخرى عن طريق اللحام بالمونة، وسنوضح الطريقتين بالتمرينين أدناه.

التمرين الثامن: إصلاح مبخر ثلاجة باللحام على البارد

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إصلاح مبخر ثلاجة باللحام على البارد.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة مع مبخر عاطل، 2- وحدة إعادة واستصلاح موائع التثليج 3- فرشاة تنظيف 4- عُدة عمل، 5- معجون لحام على البارد.

خطوات العمل:

1. اسحب مائع التثليج عن طريق وحدة إعادة واستصلاح موائع التثليج في حالة وجود كمية من المائع في الجهاز، وكما تعلمت سابقاً.
2. نظّف مكان الثقب بورق سنفرة ثم بقطعة من القماش ويجب إزالة الرطوبة والدهون حول الثقب بعناية.
3. إذا كان الثقب كبيراً يمكن استعمال لولب معدني صغير يُحشر داخل الثقب.
4. اخلط كمية مناسبة من معجون اللحام على البارد (إيبوكسي) بعد التأكد من أن مادة اللحام تتحمل درجات الحرارة الواطئة، وغطي مكان الثقب بعناية ويجب أن يكون الخليط متجانساً عادة تخلط مادة اللحام البارد مع المُصلب بنسبة واحد إلى واحد.
5. انتظر ما بين ساعة و24 ساعة بحسب تعليمات الشركة المصنعة، ثم نظّف المنطقة بورق السنفرة وبعناية شديدة.
6. اجر فحص التسرب وتأكد من إحكام لحام الثقب.
7. إذا لم يتم إصلاح الثقب، نظّف مادة اللحام بورق السنفرة، ونظف المكان من الرطوبة والدهون مرة أخرى.
8. اخلط كمية أخرى من معجون اللحام على البارد وسخّن منطقة الثقب، ثم أعد الخطوات السابقة.
9. عند فشل هذه العملية فيجب استعمال اللحام بالمونة لسد الثقب.

التمرين التاسع: إصلاح مبخر ثلاجة باستعمال لحام المونة (الألمنيوم).

راجع التمرين السابع عشر في الفصل الثالث ص 78.

2-6-7 فتح وتبديل مبخر الثلاجة Change of Refrigerator Evaporator

عند فشل إصلاح المبخر في الثلاجة يُصار إلى إبدال المبخر بآخر جديد بالتصميم والقياس نفسه، إذ إن الفضاء المحدد له داخل جسم الثلاجة محدود، لذا يجب عدم ترك فراغات، لأنها تؤدي إلى تجمع الماء حول المبخر ومع مرور الوقت تتولد روائح كريهة.

التمرين العاشر: فتح مبخر ثلاجة من النوع الغلافي وفحصه ثم إعادة تركيبه.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح مبخر ثلاجة وكيفية فحصه ثم إعادة تركيبه.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة، 2- عُدة لحام، 3- عُدة تنظيف الأنابيب، 4- وحدة إعادة واستصلاح موائع التثليج، 5- مرشح مجفف.

خطوات العمل:

1. افصل التيار، وارفع السلك الكهربائي عن الثلاجة.
2. ركب الصمام الثاقب على أنبوب الخدمة، واسحب مائع التثليج بواسطة وحدة إعادة واستصلاح موائع التثليج.
3. استعمل وحدة اللحام (الأوكسي- أستيلين) لرفع الخط الراجع من المبخر المربوط على خط السحب، وافصل بالقص الأنبوبة الشعرية من المرشح المجفف تجنباً لدخول بخار الماء (الرطوبة) إلى داخلها في حالة فتحها من المجفف المصفي بالتسخين، وكما تدربت سابقاً، وكما في الشكل (7-17).

4. افتح اللوالب التي تثبت المبخر في جسم الثلاجة، واسحب المبخر من جسم الثلاجة.
5. لفحص المبخر قُم بقرص طرف الأنبوب الشعري وقُم بلحامه بلحام المونة.
6. ركّب صمام خدمة على الطرف الثاني للمبخر، وكما تعلمت سابقاً.
7. اربط الوحدة، وكما هو مبين في الشكل (7-18) مع التأكد من غلق جميع الصمامات.
8. صل منظم ضغط اسطوانة النيتروجين مع ساعات فحص الضغوط، ثم افتح صمام أسطوانة النيتروجين، وعايره على ضغط 10 بار.
9. افتح صمام الضغط العالي بحيث تسمح للنيتروجين بالدخول إلى أنابيب المبخر.
10. عند وصول مقياس الضغط العالي إلى 10 بار، اغلق صمام الضغط العالي.
11. قُمْ بفحص جميع الوصلات وأماكن اللحام وسطح المبخر بواسطة رغوة الصابون. في حالة وجود تسرب يتم تنظيف المكان وإصلاحه إما باللحام أو بالمعاجين الكيميائية الملائمة.
12. عند الانتهاء اغلق صمام الضغط العالي، ثم اقطع طرف الأنبوبة الشعرية الملحومة لإخراج غاز النيتروجين من المبخر.

شكل 7-17 مناطق فتح أطراف المبخر

شكل 7-18 ربط قنينة النيتروجين بالمبخر ومقياس الشحن لفحص التسرب

التمرين الحادي عشر: تركيب مبخر ثلاجة وتنظيف الدورة

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تركيب مبخر الثلاجة.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة، 2- عدة لحام، 3- عُدة تنظيف الأنابيب، 4- وحدة إعادة واستصلاح موائع التثليج، 5- مرشح مجفف.

خطوات العمل:

1. ركّب المبخر في مكانه في جسم الثلاجة، واضبط العازل حول المبخر، وتأكد من أن المبخر في وضعه الصحيح، ثم أحكم ربط اللوالب.
2. يجب ربط أطراف المبخر، وكما هو مبين في الشكل (7-19)، إذ يربط الأنبوب ذو القطر الكبير بخط سحب الضاغط.
3. نظف الدورة بغاز النيتروجين أو بمائع تنظيف صديق للأوزون.
4. اربط الأنبوبة الشعرية بالمرشح المجفف بعد إزالة المرشح القديم وتركيب آخر مكانه.
5. نظّف أطراف المبخر وخط السحب في الضاغط، وقُم باللحام كما تعلمت سابقاً.
6. اربط صمام خدمة على أنبوب الخدمة في الضاغط.
7. اجرِ عملية فحص التسرب ثم الإخواء والشحن.

شكل 7-19 طريقة ربط أطراف المبخر بخط السحب للضاغط وطرف الأنبوبة الشعرية

ملاحظة مهمة: سابقاً كان يستعمل مائع التثليج R-11 في تنظيف المبخر أو منظومات التثليج بصورة عامة، عن طريق ربط أسطوانة المائع إلى المبخر وفتح الأسطوانة ليتسرب إلى الفضاء الخارجي، ولكن هذا المائع هو من المركبات الكلوروفلوروكاربونية CFC_S التي حُرم استخدامها دولياً بسبب تأثيرها السلبي على طبقة الأوزون وظاهرة الاحترار العالمي. على أية حال فأن الممارسات السليمة في موضوع صيانة وتصليح أجهزة التثليج تؤكد على عدم تسريب أي نوع من الموائع إلى الجو الخارجي، ولهذا تستعمل وحدة إعادة واستصلاح موائع التثليج عندما يراد إجراء تنظيف للدورات أو في حالة سحب الموائع لغرض تصليح الأجهزة العاطلة، وكما هو مبين في الشكل (7-20).

شكل 7-20 طريقة ربط المبخر بأسطوانة مائع التثليج ووحدة إعادة واستصلاح الموائع لإجراء عملية التنظيف

7-7 الأنبوبة الشعرية Capillary Tube

تعمل الأنبوبة الشعرية في الثلاجة المنزلية عمل أداة التمدد، إذ تقوم بتخفيض ضغط مائع التثليج من ضغط التكثيف إلى ضغط التبخير، أي إن الأنبوبة الشعرية تصل بين المرشح المجفف المثبت في نهاية المكثف ومنطقة الدخول إلى المبخر، وبما أن قطر الأنبوبة الشعرية صغير جداً، نجدها معرضة إلى الانسداد إما بواسطة الرطوبة الموجودة في الدورة وإما عن طريق تكتل زيت الضاغط فضلاً عن الإهمال الناتج عن ترك آثار القص واللحام للأنابيب (البرادة المعدنية الصغيرة). وفي حال انسداد الأنبوبة الشعرية يلجأ إلى تنظيفها، وفي حال فشل ذلك يتم تبديلها.

التمرين الثاني عشر: تنظيف أنبوبة شعرية مسدودة

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح أنبوبة شعرية مسدودة.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مبخر ثلاجة، 2- أداة تنظيف الأنابيب الشعرية.

خطوات العمل:

1. اربط الأنبوبة الشعرية بأداة تنظيف الأنابيب الشعرية، وكما هو مبين في الشكل (7-21).
2. ابدأ بلف عتلة توليد الضغط، ولاحظ مقياس الضغط على الجهاز، واستمر بتوليد الضغط.
3. ستلاحظ مع استمرار توليد الضغط هبوطاً مفاجئاً في مقياس الضغط، هذا يعني أن الانسداد في الأنبوبة الشعرية قد أُزيل.
4. ارفع الأنبوبة الشعرية من جهاز تنظيف الأنابيب الشعرية.
5. اجر عملية التنظيف كما تعلمت في التمرين السابق.
6. اربط المبخر، وكما تعلمت في التمرين السابق.

ملاحظة: نظف المبخر قبل الخطوة 6 مع تبديل موقع قنينة مائع التثليج بحيث تربط على طرف الأنبوبة الشعرية وتربط وحدة إعادة واستصلاح موائع التثليج على الطرف الثاني للمبخر.

شكل 7-21 أداة تنظيف الأنابيب الشعرية

التمرين الثالث عشر: تبديل الأنبوبة الشعرية من الدورة الميكانيكية للثلاجة المنزلية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تبديل أنبوبة شعرية.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مبخر ثلاجة، 2- وحدة لحام المونة، 3- أنبوبة شعرية بنفس طول وقطر الأنبوبة الشعرية، 4- عُدة تنظيف الأنابيب، 5- وحدة إعادة واستصلاح الموائع، 6- مرشح مجفف.

خطوات العمل:

1. اربط الصمام الثاقب على خط الخدمة، واسحب مائع التثليج بواسطة وحدة إعادة واستصلاح الموائع واحفظه في القنينة الخاصة بذلك. وتأكد من خلو الدورة من مائع التثليج، ثم افتح منطقة اتصال الأنبوب الراجع من المبخر بالضاغط بواسطة شُعلة هواء- أستيلين.
2. افتح منطقة اتصال الأنبوبة الشعرية بالمرشح المجفف بواسطة قطع الأنبوبة الشعرية من طرف المرشح بأداة قاطعة الأنابيب الصغيرة أو بعمل حز على محيط الأنبوبة الشعرية، ثم اقطعها بواسطة مسكها بالماسكة وتحريك الماسكة يميناً ويساراً حتى تنفصل بصورة حادة ومن دون رايش (شعافير)، لاحظ انتظام القطر الداخلي للأنبوبة لغرض التأكد من عدم وجود انسداد أو دخول مواد غريبة داخل الأنبوبة في أثناء العمل. اسحب المبخر كما تعلمت سابقاً.
3. ستلاحظ ارتباط الأنبوبة الشعرية على طول خط السحب وقد يصعب رفعها من خط السحب، لذا يمكن فصل الأنبوبة الشعرية من منطقة اتصالها بمدخل المبخر، وتركها في مكانها.
4. قُمْ بقياس طول الأنبوبة الشعرية وقطرها باستعمال مقياس قطر الأنبوبة الشعرية المبين بالشكل (7-22).
5. لفَ الأنبوبة الشعرية الجديدة حول خط السحب وأدخل طرف الأنبوبة الشعرية في مدخل المبخر، والحم باستعمال سلك الألمنيوم ووحدة الهواء- أستيلين كما تعلمت في الفصل الثالث. إذا كان طرف المبخر مصنوعاً من النحاس ثم قم بعملية اللحام باستعمال سلك سبائك الفضة.
6. اربط نهاية الأنبوبة الشعرية بنهاية الأنبوب الثاني للمبخر بسلك لمنع خسفها. ثم حرَرها، وقُمْ بإبدال المرشح المجفف وركب المبخر.
7. أدخل الأنبوبة الشعرية داخل المرشح المجفف بمسافة 1.5 سم، والحمها بسلك الفضة.
10. املأ المنظومة بغاز النتروجين وافحص التسرب، ثم قم بعملية الإخواء، وقم بشحنها بمائع التثليج.

شكل 7-22 عُدة قطع وقياس الأنابيب الشعرية

7-8 موائع التثليج والبيئة Refrigerants & Environment

تستعمل دوائر التثليج موائع تسمى بالكلورو– فلورو– كاربون CFC في منظومات التكييف والتثليج، وبلغ تداول هذه المركبات بحدود 300000 طن في السنة سابقاً وقبل تشريع الاتفاقيات الدولية، إذ أن طبقة الأوزون تتأثر سلباً بنحوٍ كبير بهذه المركبات، لذا وجب معرفة خصائص هذه الطبقة وكيف تؤثر هذه المركبات فيها. وتتكون طبقة الأوزون الموجودة في الغلاف الجوي من غاز الأوزون الذي يتكون من ثلاث ذرات أوكسجين O_3، وهو غاز مُهيج شاحب اللون، تمنع هذه الطبقة نفاذ الأشعة فوق البنفسجية الضارة إلى سطح الأرض، التي تسبب مشكلات كبيرة للإنسان مثل سرطان الجلد وأمراض العيون وغيرها، وكذلك تؤثر هذه الأشعة سلباً على الحيوان والنبات.

وفي عام 1974 أخذت الأنظار تتجه إلى تأثير موائع التثليج على طبقة الأوزون ولا سيما المركبات R-12 و R-11 واللذان يبقيان في الفضاء الخارجي بحدود 80 إلى 100 سنة قبل أن يصبحا غازان خاملان، وتبين المعادلات في أدناه والشكل (7-23) طريقة تفاعل الكلور مع جزيئة الأوزون. إذ أن ذرة الكلور تعمل على تحويل جزيئة الأوزون إلى جزيئة أوكسجين وأوكسيد الكلور، علماً أن أوكسيد الكلور غير مستقر ويعمل على ترك ذرة الأوكسجين، عندها تكون ذرة الكلور حرة مرة أخرى، وبعدها تتفاعل مع جزيئة أوزون ثانية وهكذا، ويمكن لذرة كلور أو فلور واحدة أن تدمر 100 000 جزيئة أوزون قبل أن تصبح خاملة. وأفاد العلماء بأن الثقب في طبقة الأوزون في بعض المناطق قد وصل إلى 50% (أي أن كثافة كميات الأوزون في الطبقة قد قلت بهذه النسبة) ولا سيما فوق نيوزلندا وفي القطب المنجمد الجنوبي، كلمة الثقب هي وصف مجازي لا يعني مطلقاً حدوث ثقب في الطبقة إنما انخفاض في كثافة طبقة الأوزون، وهذا الانخفاض في الكثافة يحد من حجب الأشعة الضارة عن سطح الأرض.

$$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$$
$$ClO + O \rightarrow Cl + O_2$$
$$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$$

يضاف إلى مشكلة طبقة الأوزون مشكلة الاحترار العالمي أو ظاهرة البيت الزجاجي التي تسبب ارتفاع في معدلات درجات الحرارة لسطح الأرض وتغيرات مناخية وكوارث كبيرة، وتحدث هذه المشكلة بسبب تزايد تجمع الغازات الناتجة من العمليات الصناعية وثاني أوكسيد الكاربون ومركبات موائع التثليج حول الكرة الأرضية في طبقات الجو العليا، فقبل هذه الظاهرة كانت الشمس تقوم بتسخين الكرة الأرضية نهاراً وترتفع درجة حرارتها، وفي الليل بعد غياب الشمس تقوم الكرة الأرضية بإعادة الحرارة المكتسبة إلى السماء عن طريق الإشعاع. بسبب تجمع الغازات والمركبات المنبعثة حول الكرة الأرضية أصبح من الصعب عودة جميع الحرارة التي اكتسبتها الأرض إلى الفضاء الخارجي مما أدى إلى زيادة درجة حرارة الكرة الأرضية بحدود 0.2 درجة سيليزية في العقد. ويبين الشكل (7-24) ظاهرة الاحترار (الاحتباس) العالمي.

شكل 7-23 عملية تدمير ذرة الكلور لجزيئة الأوزون

شكل 7-24 ظاهرة الاحترار العالمي

7-8-1 إعادة واستصلاح موائع التثليج Reclaiming of Refrigerants

تعرفنا في الفقرة السابقة على تأثير موائع التثليج السلبي على طبقة الأوزون وعلى ظاهرة الاحترار العالمي، لذا وجب عدم تسريب موائع التثليج إلى المحيط الخارجي وإعادة استعماله وتسمى هذه العملية بإعادة واستصلاح موائع التثليج، ولإعادة واستصلاح موائع التثليج نحتاج إلى المُعدات الآتية: مقاييس شحن، ميزان، نظارات واقية وقفازات واقية، أسطوانة الإعادة، جهاز الإعادة والاستصلاح مع أنابيبه المطاطية. ونتبع الخطوات الآتية عند الإعادة والاستصلاح لموائع التثليج:

1. تُعد خطوات السلامة المهنية مهمة جداً في إثناء إعادة واستصلاح مائع التثليج ويجب ارتداء النظارات والقفازات الواقية في أثناء العمل، ويجب عدم أعادة واستصلاح مائع التثليج قرب مصادر اللهب، إذ أن مائع التثليج يمكن أن يتحلل إلى غازات سامة.
2. استعمل المقاييس المناسبة لحساب كمية سائل مائع التثليج الذي يعاد إلى أسطوانة الإعادة، إذ أن زيادة الشحنة أكثر من المقرر تؤدي إلى تلف أو انفجار الأسطوانة، ويفضل العمل على مُعدات آلية تقوم بإيقاف المضخة عند وصول شحنة الخزان إلى 80% من الحد المقرر.
3. عند العمل بموائع التثليج التي تتميز بضغوط عالية مثل R-410A يتطلب دقة في العمل واختيار العُدد المخصصة لهذه الموائع.
4. تُعد مقاييس الشحن التقليدية غير مناسبة لعملية الإعادة والاستصلاح، وذلك لعدم احتوائها على مقاييس ضغط ضمن الحد المطلوب، إذ يتطلب الأمر وجود مقياس ضغط يقرأ قيمة مقدارها 500 psi (35 bar) كحد أدنى وأكثر من 800 psi (56.25 bar)، ويجب التأكد من متانة الأنابيب المطاطية ومدى تحملها للضغط.
5. استعمل مصفي مجفف وكذلك مجفف للحوامض قبل خط الدخول إلى جهاز الإعادة والاستصلاح لحمايتها من كتل الزيت المتجمدة والشوائب والحوامض الناتجة من احتراق الضاغط.

7-8-2 طرائق استصلاح موائع التثليج Refrigerants Reclaiming Methods

هنالك ثلاث طرائق معتمدة لاستصلاح موائع التثليج، هي إعادة استصلاح بخار مائع التثليج، وطريقة الدفع والسحب، وطريقة إعادة استصلاح سائل مائع التثليج، وتُعد الطريقة الأولى الأكثر شيوعاً.

التمرين الرابع عشر: ربط صمام ثاقب

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على استعمال الصمام الثاقب كخطوة أولى لتدريبه على إجراءات إعادة واستصلاح موائع التثليج.

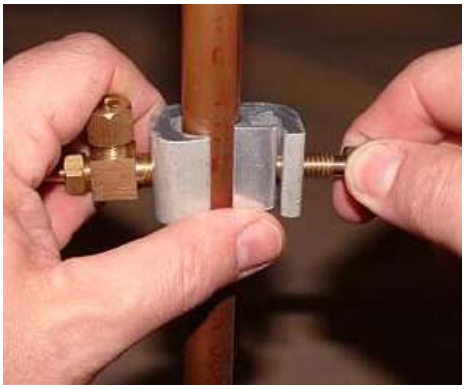
العُدد والمواد المطلوبة: 1- أنبوب نحاس قطر ½ in ، 2- صمام ثاقب.

خطوات العمل:

1. أحضر صماماً ثاقباً، كما هو مبين في الشكل (7-25 أ).
2. ضع الصمام الثاقب حول الأنبوب، كما هو مبين في الشكل(7-25 ب).
3. أدخل الحشوة المطاطية المناسبة وضعها في مكانها المناسب بحيث تحيط بإبرة الصمام، كما هو مبين في الشكل (7-25 ت).
4. أحكم غلق الصمام على الأنبوب، كما هو مبين في الشكل (7-25 ث).
5. ابدأ بلف عتلة الصمام باتجاه عقرب الساعة، كما هو مبين في الشكل (7-25 ج).
6. سيُحدث الصمام ثقباً في الأنبوب وفي الوقت نفسه سوف تغلق إبرة الصمام الثقب الناتج بحيث لا يحدث تسرب في مائع التثليج.
7. لف عتلة الصمام عكس اتجاه عقرب الساعة ستلاحظ خروج بخار مائع التثليج من الفتحة الجانبية للصمام.
8. لا ينصح بإبقاء الصمام الثاقب في الدورة، ويفضل إزالته بعد الانتهاء من عملية الشحن ولحام الثقب الناتج بعد قرص الأنبوب قبل الثقب.
9. عند الانتهاء من عملية تثبيت الصمام ستلاحظ حدوث ثقب صغير جداً، كما في الشكل (7-25 ح).

أ- الصمام الثاقب

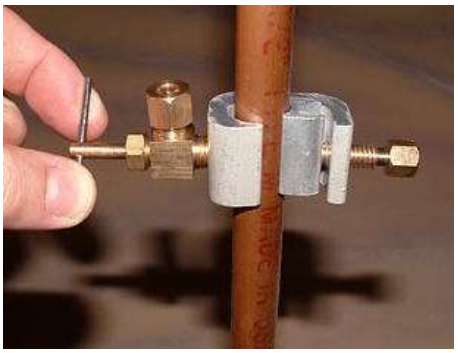
ب- ضع الصمام حول الأنبوب



ت- ضع الحشوة المناسبة

ث- أحكم الصمام حول الأنبوب

شكل 7-25 عملية تركيب صمام ثاقب على أنبوب نحاسي (أ , ب , ت , ث)



ج- لف عتلة الصمام باتجاه عقرب الساعة

ح- الثقب الناتج من تركيب الصمام الثاقب

شكل 7-25 عملية تركيب صمام ثاقب على أنبوب نحاسي (ج , ح)

التمرين الخامس عشر: إعادة واستصلاح بخار مائع التثليج

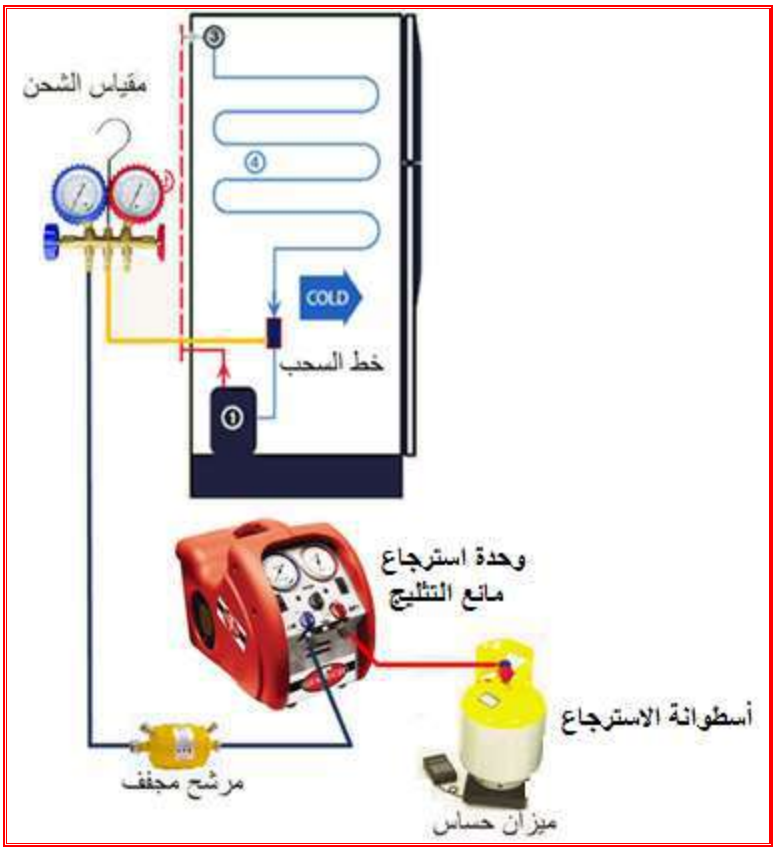
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على عدم إطلاق شحنة مائع التثليج إلى الفضاء الخارجي حفاظاً على البيئة وطبقة الأوزون، والتدريب الجيد على الممارسات السليمة للمهْنة.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- وحدة استرجاع أبخرة موائع التثليج، 2- ميزان حساس، 3- وعاء يحتوي على ثلج، 4- صمام ثاقب، 5- مرشح مجفف.

خطوات العمل:

لاحظ الشكلين (7-26) و (7-27)

1. اربط الصمام الثاقب على خط السحب (الخط الواصل بين المبخر والضاغط) وابقِ الصمام مغلقاً.
2. اربط أنبوباً مطاطياً بين الصمام والنقطة المشتركة لمقياس الشحن.
3. اربط أنبوباً مطاطياً آخر بين نقطة الضغط الواطئ لمقياس الشحن وطرف المرشح المجفف .
4. اربط أنبوباً مطاطياً آخر بالطرف الثاني للمرشح المجفف ونقطة الضغط الواطئ لجهاز الإعادة والاستصلاح.
5. وأخيراً اربط أنبوباً مطاطياً بين طرف الضغط العالي لجهاز الإعادة والاستصلاح ونقطة البخار لأسطوانة الإعادة، وضع الأسطوانة على الميزان الحساس لمعرفة كمية مائع التثليج التي يحتويها الجهاز.
6. .أغلق جميع صمامات مقياس الشحن، وشغّل الجهاز.
7. افتح الصمام المشترك في مقياس الشحن، ثم افتح صمام الضغط الواطئ في مقياس الشحن، وابقِ صمام الضغط العالي في مقياس الشحن مغلقاً.
8. راقب مقياس الضغط الواطئ بين مدة وأخرى، ضع أسطوانة إعادة الشحن في وعاء الثلج إذا تطلب الأمر ذلك ولا سيما في الأجواء الحارة.
9. أستمر بالعملية حتى ينخفض الضغط في المنظومة إلى الحد الأدنى.
10. أغلق الصمامات، وانتظر مدة 10 دقائق، وأعد العملية مرة ثانية للتأكد من خلو الدورة من مائع التثليج.
11. أغلق الصمام الثاقب، وأغلق أسطوانة إعادة التأهيل وصمامات مقياس الشحن وصمامات وحدة الإعادة والاستصلاح، ثم افصل الربط السابق.



شكل 7- 26 ربط وحدة استرجاع بخار مائع التثليج

عملية إعادة تأهيل بخار مائع التثليج غمر أسطوانة إعادة تأهيل البخار في الثلج

شكل 7-27 طريقة إعادة تأهيل بخار مائع التثليج

9-7 شحن الثلاجة المنزلية بمائع التثليج

Refrigerant Charge of Domestic Refrigerator

للحصول على اشتغال الثلاجة المنزلية بكفاءة يتطلب أن تتم عملية الشحن للثلاجة والأجهزة الأخرى بمائع التثليج بصورة دقيقة وسليمة، وهذه العملية تُجرى على الثلاجات الحديثة عند التصنيع والثلاجات المستعملة التي تحدث فيها عطلات معينة، في هذا الجزء من الفصل سيتم التدريب على كيفية الشحن بمائع التثليج بصورة سليمة للثلاجات المستعملة بعد إجراء عمليات التصليح المتنوعة التي تم ذكرها سابقاً أو التي سوف يتم شرحها والتدريب عليها في هذا الجزء.

التمرين السادس عشر: رفع الضاغط من الثلاجة واستعمال وحدة إعادة واستصلاح موائع التثليج

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية رفع الضاغط العاطل من مكانه، والتدريب على استخدام وحدة إعادة واستصلاح موائع التثليج.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- وحدة إعادة واستصلاح الموائع، 2- ميزان حساس، 3- وعاء يحتوي على ثلج، 4- صمام ثاقب، 5- مرشح مجفف، 6- ثلاجة بضاغط عاطل، 7- عُدة لحام كاملة.

خطوات العمل:

ملاحظة: عند عطب ملفات ضاغط الثلاجة أو عطله ميكانيكياً، يجب رفعه من مكانه بعد التأكد من فصل التيار الكهربائي من المصدر، قبل إجراء عملية الإصلاح. لاحظ الشكل (7-28)

1. افصل التيار الكهربائي للثلاجة، وارفع الأسلاك من المصدر الكهربائي.
2. اربط وحدة إعادة واستصلاح الموائع كما تعلمت سابقاً، وأفرغ الشحنة من دورة التثليج بصورة تامة.
3. ارفع وحدة الاستصلاح، وارفع الصمام الثاقب من الدورة.
4. تأكد من خلو الدورة من مائع التثليج.
5. ارفع المرّحل وقاطع الوقاية من زيادة الحمل.
6. يمكن فصل اتصال الضاغط بخطي الدفع والسحب بطريقتين، **إحداهما** باستعمال وحدة اللحام في صهر نقاط اللحام، **والأخرى** عن طريق قطع الأنابيب بقاطعة الأنابيب وتُعد هذه الطريقة مفضلة وذلك لضمان عدم تماس اللهب مع ما بقي من مائع التثليج.
7. اقرص أنابيب السحب والدفع والخدمة في الضاغط لمنع خروج الزيت من الضاغط في أثناء رفعه.
8. افتح اللوالب الأربعة التي تثبت الضاغط في جسم الثلاجة.
9. ارفع الضاغط من مكانه، ثم نظف مكان العمل.

أ- افتح مكان وجود الضاغط

ب- ارفع غطاء اللوحة الكهربائية للضاغط

شكل 7-28 رفع ضاغط عاطل من مكانه (أ , ب)

ت- ارفع المنظومة الكهربائية الصلبة

ث- ارفع بقية الأجزاء الكهربائية

ج- اقطع الأنابيب الواصلة بالضاغط

ج- افتح لوالب الضاغط

شكل 7-28 رفع ضاغط عاطل من مكانه (ت , ث , ج ,ح)

7-9-1 تنظيف دورة التثليج Refrigeration Cycle Cleaning

تحدث حرارة عالية نتيجة لاحتراق ملفات المحرك الكهربائي للضاغط، وتؤدي هذه الحرارة إلى تحلل جزيئات مائع التثليج، مما يؤدي إلى تكوين حوامض مثل الهيدروكلوريك والهيدروفلوريك، وكلاهما ذوا تأثير سلبي، وكذلك تحول زيت الضاغط الباقي في الدورة إلى مركبات معقدة، وبقاء هذه المواد في دورة التثليج يؤدي إلى تفاعلها مع عوازل (الورنيش) ملفات المحرك الكهربائي للضاغط الجديد وبالتالي ارتفاع درجة حرارة الملف الكهربائي واحتمال عطله مرة أخرى، لذا يجب تنظيف منظومة التثليج داخلياً قبل شحنها، ويجب اتباع النصائح التالية عند تنظيف الدورة:

- ارتدِ القفازات الجلدية الخاصة في أثناء العمل.
- لا تدع زيت الضاغط المحترق يلامس الجلد، إذ أنه يؤدي إلى حدوث حروق موضعية.
- ارتدِ الكمامات عند فتح دورة التثليج، إذ أن أبخرة الحوامض المتولدة قد تؤدي إلى تهيج واحتقان في الأغشية المخاطية للأنف والحنجرة.
- لا تدع زيت الضاغط ينسكب على الأرضية.

التمرين السابع عشر: تنظيف دورة التثليج للثلاجة

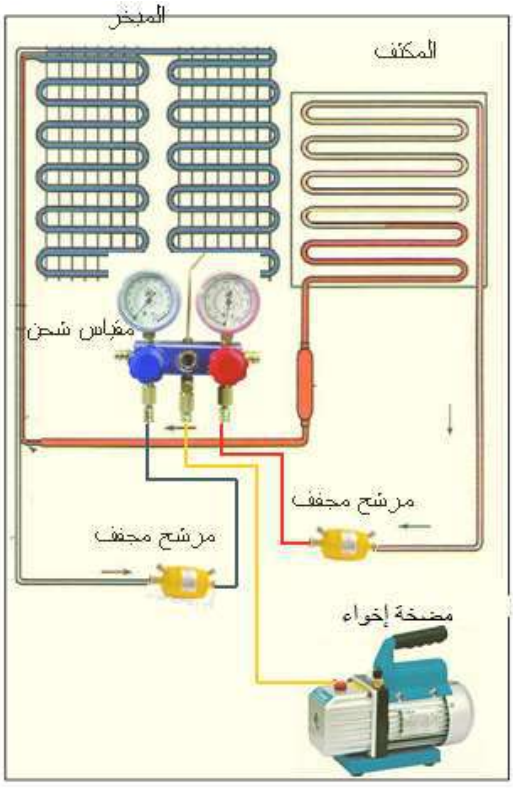
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية التعامل مع دورة التثليج بعد عطب الضاغط.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة بعد رفع الضاغط العاطل منها، 2- مرشح مجفف يستعمل لتنظيف الدورة والمبين في الشكل (7-29)، 3- مضخة إخواء، 4- عُدة تفليج.

خطوات العمل:

1. اتبع الخطوات المعمول بها في إعادة واستصلاح مائع التثليج المبينة سابقاً.
2. اتبع خطوات رفع الضاغط من مكانه المعمول بها سابقاً.
3. أربط مرشح مجفف على الخط الراجع من المبخر، واربط مرشح مجفف آخر على خط الدفع بواسطة التفليج، وكما تعلمت سابقاً للمحافظة على مضخة الإخواء من الرطوبة أو المواد الغريبة في حالة وجودها في الدورة.
4. اربط نقطة الضغط العالي في مقياس الشحن إلى المرشح المجفف عند خط الدفع، ثم أربط نقطة الضغط الواطئ في مقياس الشحن إلى المرشح المجفف عند الضغط الواطئ، ثم أربط النقطة المشتركة لمقياس الشحن إلى مضخة إخواء، كما هو مبين في الشكل (7-30).
5. افتح جميع الصمامات في مقياس الشحن.
6. شغل مضخة الإخواء، عندها ستبدأ المضخة بسحب ما بقي من غاز مائع التثليج وتمريره على المرشحين، استمر بالعملية حتى يصل مقياس الضغط قريباً من ضغط الخواء.
7. ارفع الأنبوب المطاطي من النقطة المشتركة، ثم أعد ربطه، وكرر العملية ثانية ثم ثالثة، بعدها تكون الثلاجة مهيأة لنصب ضاغط جديد.

شكل 7-29 مجفف مرشح خاص بتنظيف دورة التثليج



شكل 7-30 ربط مضخة الإخواء بدورة الثلاجة المنزلية

التمرين الثامن عشر: نصب ضاغط ثلاجة جديد

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية نصب ضاغط جديد.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة من دون ضاغط، 2- ضاغط يناسب سعة الثلاجة، 3- عُدة قطع الأنابيب وتنظيفها، 4- عُدة لحام كاملة، 5- مرشح مجفف.

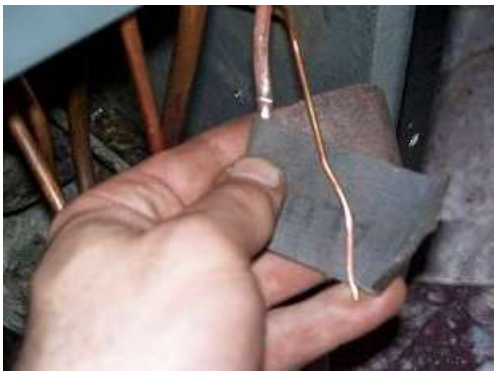
خطوات العمل:

1. انزع الأغطية المطاطية التي تغلق أنابيب الضاغط، وقم بتنظيف أطراف الأنابيب وإزالة الطلاء، كما هو مبين في الشكل (7-31 أ).
2. نظّف كل من خط السحب للثلاجة، الأنبوبة الشعرية والأنبوب الراجع من المبخر والمرشح المجفف ذا صمام الخدمة، كما هو مبين في الأشكال (7-31 ب، ت و ث)، ويتبع هذه العملية عملية تنظيف الدورة الداخلية للثلاجة إذا كان الضاغط القديم قد عطل في الدورة.
3. ابدأ بعملية اللحام حسب ما تعلمت، عند استعمال المرشح المجفف ذي صمام الخدمة سوف لن تحتاج الدورة إلى نصب صمام خدمة آخر، ولكن في هذا التمرين سنربط الاثنين معاً، وفي الحالة الاعتيادية ينصب احدهما. **ويجب الانتباه إلى أن المرشح المجفف ذي صمام الخدمة سوف يربط على خط الضغط العالي، ويجب أن يشحن بالسائل(قلب الاسطوانة أثناء الشحن) أما صمام الخدمة الذي يربط على خط الخدمة في الضاغط فيربط على خط السحب، ويجب أن يشحن بالغاز أي (اسطوانة مائع التثليج في وضعها الطبيعي).**
4. قُمْ بلحام صمام الخدمة على أنبوب الخدمة في الضاغط (هنالك ثلاثة أنابيب في الضاغط أنبوبان متجاوران هما أنبوب السحب (القطر الأكبر) وأنبوب الدفع (القطر الأصغر)، والثالث يكون منفرداً وبقطر يساوي قطر أنبوب السحب ويسمى أنبوب الخدمة، كما هو مبين في الشكل (7-31 ج)، (اربط صمام الخدمة على هذا الأنبوب). ثم الحم أنبوب خدمة ثانٍ على الطرف الخارجي للمرشح المجفف، كما هو مبين في الشكل (7-31 ح).
5. اربط الضاغط في الثلاجة، كما هو مبين في الشكل(7-31 خ).
6. الحم أنبوب السحب في الضاغط (الأنبوب الباقي ذا القطر الأكبر) إلى الأنبوب الراجع من المبخر، كما هو مبين في الشكل (7-31 د).
7. الحم الأنبوب الباقي من المرشح المجفف إلى نهاية المكثف، ثم الحم الطرف الدقيق في المرشح المجفف مع الأنبوبة الشعرية، كما هو مبين في الشكل (7-31 ذ).
8. رتّب الأنابيب بعد اللحام، كما هو مبين في الشكل (7-31 ر)، أفحص التسرب، وقُم بإجراء إخواء للدورة، وبعدها اشحن الثلاجة بمائع التثليج بمساعدة المدرب، واعد كل شيء إلى مكانه.

أ- نظّف أنابيب الضاغط

ب- نظّف أنابيب الربط في الثلاجة

شكل 7-31 عملية نصب ضاغط جديد (أ , ب)



ت- نظّف الأنبوبة الشعرية

ث- نظّف المرشح المجفف

ج- أنابيب الضاغط المغلق

ح- الحم أنبوبي خدمة على الضاغط والمرشح المجفف

خ- اربط الضاغط

د- أوصل أنابيب الضاغط

ذ- الحم المرشح المجفف على الأنبوبة الشعرية

شكل 7-31 عملية نصب ضاغط جديد (ت , ث , ج , ح , خ , د , ذ)

ر- الضاغط بعد النصب

شكل 7-31 عملية نصب ضاغط جديد

10-7 كشف التسرب Leak Detection

هنالك عدة طرائق لكشف تسرب شحنة موائع التثليج منها استعمال الأجهزة الإلكترونية ومشعل الهاليد الذي يستعمل في كشف تسرب موائع التثليج الهالوكاربونية والذي سبق وأن تم شرحه في الفقرة 3-5 من هذا الكتاب ص 64. ويستخدم غاز النيتروجين أو غاز ثاني أوكسيد الكاربون في فحص التسرب بالضغط، ويكون الضغط في قنينة النتروجين بحدود 2000 psi بحدود 14 MPa في حين أن ضغط قناني ثاني أوكسيد الكاربون يكون بحدود 800 psi أي بحدود 6 MPa وكلاهما ضغطان عاليان لا يمكن استعمالهما مباشرة في فحص التسرب، **لذا يجب استعمال صمام مخفض للضغط** المبين في الشكل (7-32) عند ضغط دورة التثليج، إذ أن زيادة الضغط في دورة التثليج قد يؤدي إلى انفجارها، ويجب اخذ النقاط التالية بالحسبان عند فحص التسرب:

- **عدم زيادة الضغط داخل دورة الثلاجة عن 170 psi (1172 kPa) (12 bar) مطلقاً.**
- **عدم استعمال الأوكسجين في ضغط الدورة، لأنه ينفجر بوجود الزيت في الدورة.**
- **عدم استعمال الأستيلين في ضغط الدورة، لأنه ينفجر عند ضغط أكبر من 15 psi.**

شكل 7-32 صمام مخفض للضغط

التمرين التاسع عشر: فحص التسرب بوساطة رغوة الصابون

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية الكشف عن التسرب في الثلاجة.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة تم نصب ضاغط جديد فيها، 2- اسطوانة نيتروجين، 3- مقياس شحن، 4- محلول صابون ماء وقطعة اسفنج صناعي، 5- عُدة تنظيف الأنابيب.

خطوات العمل:

1. اربط صمام منظم الضغط على اسطوانة النيتروجين ونظَم الضغط عند 120 psi.
2. نظَف مناطق اللحام بعناية بورق سنفرة ثم بقطعة قماش.
3. اغلق جميع صمامات مقياس الشحن.
4. اربط أنبوباً مطاطياً بين اسطوانة النيتروجين والنقطة المشتركة لمقياس الشحن.
5. اربط أنبوباً مطاطياً بين نقطة الضغط العالي لمقياس الشحن وصمام الخدمة في المرشح المجفف، كما هو مبين في الشكل (7-33 أ).
6. افتح صمام اسطوانة النتروجين وأضبط مقياس الضغط في مقياس الشحن على 120 psi، ثم افتح صمام الضغط العالي في مقياس الشحن، وتأكد من وصول الضغط ذاته للثلاجة.
7. اغلق صمام اسطوانة النتروجين وصمام الضغط العالي في مقياس الشحن.
8. ضع مقداراً قليلاً من رغوة الصابون على أول منطقة لحام، ثم راقب منطقة اللحام بدقة، إذ أن ظهور فقاعات تبدأ صغيرة ثم تكبر دليل وجود تسرب في منطقة اللحام، كما هو مبين في الشكل (7-33 ب)، وعند حدوث مثل هذه الحالة أشَر على المنطقة لإعادة لحامها. يمكن استعمال مرآة في الأماكن الخلفية والتي يصعب النظر إليها مباشرة.
9. أتمم عملية الفحص وأشَر على مناطق التسرب، ثم افصل اسطوانة النيتروجين، وافتح صمام الضغط العالي في مقياس الشحن بالتدريج حتى تفرغ شحنة النيتروجين من دورة الثلاجة.
10. نظَف أماكن اللحام مرة أخرى من رغوة الصابون.
11. أعد لحام المناطق الفاشلة في الثلاجة، وأعد فحص التسرب مرَة أخرى.
12. عند وجود تسرب في ثلاجة لم يتم فتح دورة التثليج فيها نلاحظ وجود بقع من الزيت على مناطق التسرب، لذا يجب الانتباه إلى هذه الظاهرة قبل تنظيف مناطق اللحام وتعليمها، ثم التركيز على فحصها في رغوة الصابون.

أ- ربط الأنبوب المطاطي للضغط العالي على أنبوب الخدمة والمثبت في المرشح المصفي

ب- تولّد فقاعة يعني وجود تسرب

شكل 7-33 كشف التسرب بواسطة رغوة الصابون

11-7 شحن الثلاجة المنزلية Domestic Refrigerator Charging

بعد الانتهاء من رفع الضاغط العاطل وإعادة تنظيف الدورة الداخلية للثلاجة ونصب الضاغط الجديد وفحص التسرب، نبدأ بعملية إخواء وشحن الثلاجة وسنبدأ بعملية الإخواء أولاً.

التمرين العشرون: إخواء الدورة الميكانيكية لثلاجة منزلية- عند الضغط الواطئ.

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إخواء دورة الثلاجة.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة تم نصب ضاغط جديد فيها، 2- مضخة إخواء، 3- مقياس شحن.

خطوات العمل:

ملاحظة: الربط التالي يستعمل لغرض الإخواء والشحن في وقت واحد، وفي حال الإخواء فقط يتم الاستغناء عن اسطوانة مائع التثليج، وتترك فتحة الضغط العالي في مقياس الشحن مغلقة تماماً.

1. اربط مقياس الشحن ومضخة الإخواء وأسطوانة مائع التثليج كما هو مبين في الشكل (7-34) إذا كان الشحن والإخواء عن طريق الضغط الواطئ (عن طريق أنبوبة الخدمة في الضاغط)، أو اربط كما في الشكل (7-35) إذا كان عن طريق الضغط العالي (مرشح مجفف ذي أنبوبة خدمة).
2. افتح مقياس الشحن لطرد الغازات الباقية في الدورة، ثم افحص مضخة الإخواء، وتأكد من مستوى الزيت فيها.
3. صِل مضخة الإخواء بالمصدر الكهربائي ودعها تعمل لمدة 15 إلى 30 دقيقة ثم أغلق صمام الفتحة المشتركة، ولاحظ مقياس الضغط الواطئ وتأكد من عدم زيادة الضغط في الدورة، فإذا بدأ الضغط بالازدياد فهذا يدل على وجود تسرب في الدورة، في هذه الحالة افحص توصيلات الأنابيب المطاطية ومقياس الشحن وتأكد من إحكام الربط، إذا استمر الضغط بالازدياد فهذا يعني وجود عيب في وصلات اللحام، أفصل الربط، وأجرِ فحص التسرب مرة أخرى كما تعلّمت.
4. في حال عدم وجود تسرب أكمل تشغيل مضخة الإخواء مرة أخرى، واستمر بالإخواء لمدة 15 دقيقة أخرى، ولاحظ المقياس، ثم 15 دقيقة أخرى.
5. أغلق جميع صمامات مقياس الشحن، واترك الدورة لمدة ساعة في الأقل وراقب الضغط مرَة أخرى، قد تحدث زيادة يسيرة في الضغط نتيجة لوجود بخار الماء في الدورة، في هذه الحال أعد تشغيل مضخة الإخواء، ثم افتح صمام الفتحة المشتركة وصمام فتحة الضغط الواطئ، وأستمر 15 دقيقة أخرى حتى يصل ضغط الخواء بحسب ما مبين في الجدول (7-2).
6. عند عدم حدوث زيادة أخرى في الضغط هذا يعني أن الثلاجة صارت جاهزة للشحن.

درجة الحرارة		ضغط الفراغ المطلوب			
°C		kPa		mm Hg	in Hg
1.7		100.9		757	29.8
7.2		100.5		754	29.7
12.8		99.8		749	29.5
18.3		99.2		744	29.3
23.9		98.5		739	29.1
29.4		97.2		729	28.7
35		95.8		719	28.3

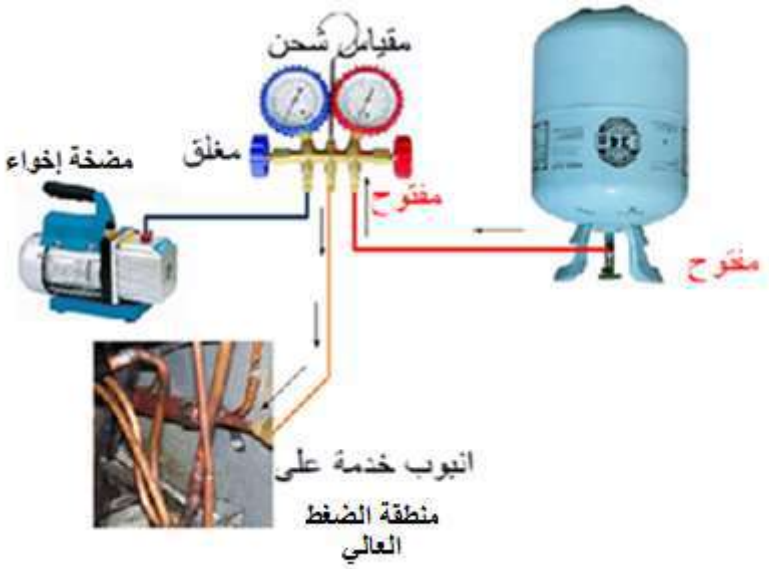
جدول 7-2 ضغوط الإخواء المطلوبة بحسب درجة حرارة المكان

تُعد عملية شحن منظومات التثليج بموائع التثليج من العمليات المهمة جداً التي يجب أن تتم بدقة وعناية، إذ أن الخطأ فيها ممكن أن يتلف الضاغط أو أن يؤدي إلى عمل المنظومة بكفاءة قليلة، ومن الأمور الواجب مراعاتها في الشحن:

1. يجب أن تكون كمية الشحنة ضمن الحد المطلوب، إذ أن زيادتها تؤدي إلى زيادة الحمل على الضاغط وبالتالي عطله، أما نقصانها فيؤدي إلى استمرار عمل الضاغط لمدد طويلة من دون أن يفصل، وهذا يؤدي بدوره إلى عطله.
2. التأكد من خلو الدورة من بخار الماء، إذ أن بخار الماء يمكن أن يتجمد في أثناء تمدد مائع التثليج في أداة التمدد ممَا يؤدي إلى انسداد الدورة، والأخطر من هذا هو ذوبان مائع التثليج في بخار الماء مما يؤدي إلى تكوين حوامض معقَدة تؤدي إلى تآكل بعض أجزاء الجهاز وتلف عوازل ملفات الضاغط.
3. يجب غلق الدورة بإحكام لمنع تسرب مائع التثليج بعد الشحن.

ملاحظة : في موضوع إصلاح الأجهزة المنزلية الصغيرة مثل الثلاجات، المجمدات، وبادات الماء تتشابه طرائق الصيانة والإصلاح والشحن لموائع التثليج، إذ لا يوجد فرق في تنفيذ تسلسل خطوات الإصلاح أو في تنفيذ عملية الشحن. قد تم أخذ الثلاجة المنزلية كأنموذج عن بقية الأجهزة، وبالإمكان تنفيذ التمارين المعطاة على بقية الأجهزة في حال توفرها.

شكل 7-34 ربط مضخة الإخواء في الدورة عند الشحن عن طريق صمام خدمة
(شحن غاز عند الضغط الواطئ، الأسطوانة في وضعها الطبيعي)



شكل 7-35 ربط مضخة الإخواء في الدورة عند الشحن عن طريق المرشح المجفف ذي صمام خدمة
(شحن سائل مائع التثليج عند الضغط العالي، الأسطوانة مقلوبة)

وهنالك طريقتان لشحن مائع التثليج هما:

أ- **الشحن بالغاز**: تستعمل هذه الطريقة للوحدات الصغيرة، ويشحن مائع التثليج بصورة غازية من خط السحب باستعمال ضاغط الجهاز لسحب مائع التثليج من أسطوانة مائع التثليج. وفائدة هذه الطريقة هي ضمان شحن غاز نظيف إلى الوحدة نتيجة تبخر مائع التثليج داخل أسطوانة الغاز في أثناء الشحن مما يؤدي إلى تنقية الشوائب. ويمكن زيادة سرعة الشحن ولا سيما في الأجواء الباردة عن طريق وضع أسطوانة مائع التثليج في ماء دافئ، ويجب عدم تعريض الأسطوانة إلى مصدر حراري مباشر، إذ يؤدي اللهب إلى تفكك مائع التثليج إلى غازات سامة ويفقد خواصه.

ب- **الشحن بالسائل**: تستعمل هذه الطريقة في الوحدات ذات الشحنات المتوسطة والكبيرة، ويتم الشحن عن طريق صمام خدمة مركب بعد الضاغط وفي خط الطرد، **ولا يجوز مطلقاً شحن سائل عن طريق خط السحب، إذ إن هذه العملية تؤدي إلى تلف الضاغط**، وتُعد هذه الطريقة سريعة.

التمرين الحادي والعشرون: ملئ أسطوانة الشحن بشحنة مناسبة

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على شحن أسطوانة الشحن بمائع التثليج.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- أسطوانة ومقياس شحن، 2- أسطوانة مائع التثليج R-134a، 3- مضخة إخواء.

خطوات العمل:

1. اربط أسطوانة الشحن بمضخة الإخواء وأسطوانة مائع التثليج، كما هو مبين في الشكل (7-36).
2. أغلق صمامات مقياس الشحن ثم أوصَل مضخة الإخواء بالمصدر الكهربائي ودعها تعمل، ثم افتح جميع صمامات مقياس الشحن، وأنتظر مدة 5 دقائق، وتأكد من خلو جميع التوصيلات المطاطية من الهواء.
3. أغلق جميع صمامات مقياس الشحن، ثم أطفئ مضخة الإخواء.
4. اقلب أسطوانة مائع التثليج، وافتح صمام الضغط العالي في مقياس الشحن ببطء ثم افتح صمام الفتحة المشتركة في مقياس الشحن وكذلك الصمام الأسفل في أسطوانة الشحن، ودع سائل مائع التثليج يتدفق ببطء إلى أسطوانة الشحن، بعد مدة قليلة سيتوقف سائل مائع التثليج عن التدفق، كما في الشكل (7-37).
5. أغلق صمام الضغط العالي في مقياس الشحن، ثم افتح الصمام العلوي لأسطوانة الشحن، ودع جزءاً من بخار مائع التثليج يتسرب (يجب أن تتم العملية بسرعة كبيرة والسماح لكمية قليلة من بخار مائع التثليج بالخروج، وتجرى هذه العملية لخفض الضغط في أسطوانة الشحن فحسب للسماح لكمية أخرى من سائل مائع التثليج بالتدفق إلى أسطوانة الشحن).
6. افتح صمام فتحة الضغط العالي في مقياس الشحن للحصول على كمية سائل مائع التثليج المطلوبة في اسطوانة الشحن .
7. أغلق جميع صمامات مقياس الشحن والصمام الأسفل في أسطوانة الشحن، وافصل الربط، بهذا تكون قد حصلت على الكمية المطلوبة من مائع التثليج استعداداً للشحن.

شكل 7-36 ربط مضخة الإخواء

شكل 7- 37 طريقة شحن أسطوانة الشحن

التمرين الثاني والعشرون: شحن ثلاجة بغاز مائع التثليج باستعمال قنينة مائع التثليج وميزان حساس

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على شحن ثلاجة بغاز مائع التثليج باستعمال أسطوانة مائع التثليج.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ميزان حساس، 2- أسطوانة مائع التثليج R-134a، 3- وحدة استرجاع مائع التثليج.

خطوات العمل:

1. المفروض أن تكون الثلاجة قد أفرغ مائع التثليج منها عن طريق وحدة إعادة استرجاع مائع التثليج وتم فحص التسرب فيها، وكذلك تم إخواءها وهي جاهزة للشحن.
2. أربط الدورة ولاحظ الشكل (7-34) ويكون الربط عن طريق صمام الخدمة المركب على الضاغط.
3. ضع أسطوانة مائع التثليج على الميزان الحساس وسجَل الوزن، وليكن مثلا 5.22 kg ، فإذا أُريد شحن الثلاجة بكتلة مائع التثليج وزنها 85 g فيجب أن يتوقف الشحن عندما يسجل الميزان وزناً مقداره

$$5.22 - 0.085 = 5.135 \text{ kg}$$

4. افتح صمام أسطوانة مائع التثليج، ثم افتح صمام الضغط الواطئ في مقياس الشحن، سيبدأ غاز مائع التثليج بالسريان من القنينة إلى الضاغط، كما مبين في الشكل (7-38).
5. أوصل التيار الكهربائي إلى الضاغط ودعه يعمل، عندها سيبدأ بسحب كمية الغاز ويبدأ الضغط المقاس في مقياس الشحن بالهبوط.
6. اغلق صمام أسطوانة الفريون لمدة قليلة ودع مائع التثليج يدور في الدورة، ثم أفتح صمام الأسطوانة مرة أخرى، وراقب الوزن وهكذا حتى تكتمل الشحنة.
7. اغلق جميع الصمامات في الدورة، وأطفيء الثلاجة، ثم اقرص طرف أنبوب الخدمة، وارفع مقياس الشحن، ثم اقطع أنبوب الخدمة، وألحم نهاية الأنبوبة مع بقاء القارصة في مكانها.
8. ارفع القارصة وافحص منطقة اللحام بواسطة رغوة الصابون.

شكل 7-38 طريقة شحن الثلاجة بواسطة أسطوانة مائع التثليج عن طريق الضغط الواطئ

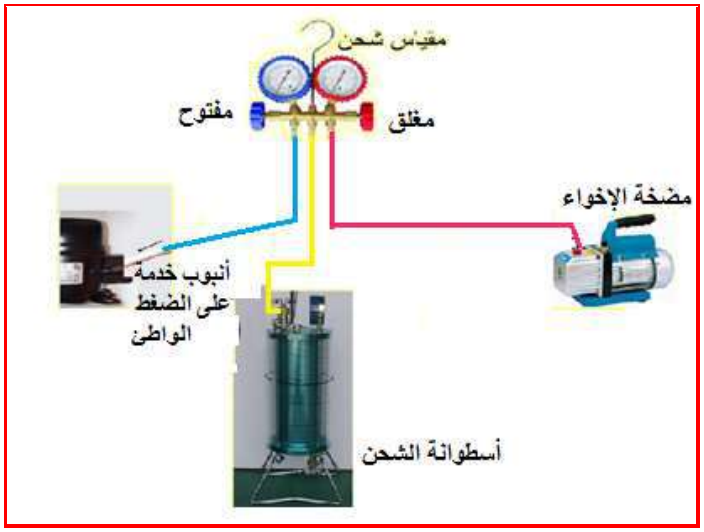
التمرين الثالث والعشرون: شحن ثلاجة منزلية بغاز مائع التثليج باستعمال أسطوانة الشحن

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على شحن ثلاجة منزلية عن طريق الضغط الواطئ باستعمال اسطوانة شحن.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة، 2- ميزان حساس، 3- أسطوانة شحن تحتوي على مائع التثليج R-134a، 4- وحدة استرجاع مائع التثليج.

خطوات العمل:

1. المفروض أن تكون الثلاجة قد أُفرغت من مائع التثليج عن طريق وحدة استرجاع مائع التثليج وتم فحص التسرب فيها وكذلك تم إخواءها وهي جاهزة للشحن.
2. اربط الدورة كما في الشكل (7-39)، ويكون الربط عن طريق صمام الخدمة المركب على الضاغط.
3. اشحن أسطوانة الشحن بالشحنة المناسبة بحسب ما موضح في كتاب تعليمات الثلاجة.
4. افتح صمام أسطوانة الشحن، ثم أفتح صمام الضغط الواطئ والصمام المشترك في مقياس الشحن، سيبدأ غاز مائع التثليج بالسريان من الأسطوانة إلى الضاغط، كما هو مبين في الشكل (7-39).
5. أوصل التيار الكهربائي إلى الضاغط ودعه يعمل، عندها سيبدأ بسحب كمية الغاز ويبدأ الضغط المقاس في مقياس الشحن بالهبوط.
6. أغلق صمام أسطوانة الشحن لمدة قليلة ودع مائع التثليج يدور في الدورة، ثم افتح صمام الأسطوانة مرة أخرى، وهكذا حتى تكتمل الشحنة.
7. أغلق جميع الصمامات في الدورة، وأطفئ الثلاجة، ثم اقرص طرف أنبوب الخدمة، وارفع مقياس الشحن، ثم اقطع أنبوب الخدمة، وألحم نهاية الأنبوبة مع بقاء القارصة في مكانها. أرفع القارصة وافحص منطقة اللحام بواسطة رغوة الصابون.



شكل 7-39 طريقة شحن الثلاجة بالغاز باستعمال أسطوانة شحن

التمرين الرابع والعشرون: شحن ثلاجة منزلية بسائل مائع التثليج باستعمال أسطوانة مائع التثليج

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على شحن ثلاجة منزلية عن طريق الضغط العالي باستعمال قنينة مائع التثليج.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة، 2- ميزان حساس، 3- أسطوانة شحن تحتوي على مائع التثليج R-134a، 4- وحدة إعادة واستصلاح مائع التثليج.

خطوات العمل:

1. المفروض أن تكون الثلاجة قد أُفرغ منها مائع التثليج عن طريق وحدة إعادة واستصلاح مائع التثليج وتم فحص التسرب فيها وكذلك تم إخواءها وهي جاهزة للشحن.
2. اربط الدورة، كما هو مبين في الشكل (7-35) السابق، ويكون الربط عن طريق صمام الخدمة المركب على المرشح المجفف.

3. ضع أسطوانة مائع التثليج على الميزان الحساس وسجَل الوزن، وليكن مثلا 5.22 kg ، فإذا أُريد شحن الثلاجة بكتلة مائع التثليج وزنها 85 g، فيجب أن يتوقف الشحن عندما يسجل الميزان وزناً مقداره

$$5.22 - 0.085 = 5.135 \text{ kg}$$

4. اقلب قنينة مائع التثليج وافتح الصمام، ثم افتح صمام الضغط العالي والصمام المشترك في مقياس الشحن، سيبدأ سائل مائع التثليج بالسريان من الأسطوانة إلى الثلاجة.
5. أوصل التيار الكهربائي إلى الضاغط ودعه يعمل، عندها سيبدأ بسحب كمية المائع، ويبدأ الضغط المقاس في مقياس الشحن بالهبوط.
6. أغلق صمام أسطوانة مائع التثليج لمدة قليلة ودع مائع التثليج يدور في الدورة، ثم أفتح صمام القنينة مرة أخرى وراقب وزن القنينة وهكذا حتى تكتمل الشحنة.
7. أغلق جميع الصمامات في الدورة وأطفئ الثلاجة، ثم اقرص طرف أنبوب الخدمة، وارفع مقياس الشحن، ثم اقطع أنبوب الخدمة، والحم نهاية الأنبوبة مع بقاء القارصة في مكانها، كما هو مبين في الشكل (7-40).
8. ارفع القارصة، وافحص منطقة اللحام بوساطة رغوة الصابون.

شكل 7-40 لحام أنبوب الخدمة على المرشح المجفف بعد انتهاء عملية الشحن

وهنالك عدد من طرائق الشحن الأخرى لا يتسع المجال لشرحها جميعاً، ولكن يمكن أن نذكرها، ويمكن الاطلاع على العديد من المصادر التي تتعلق بالطرائق كافة، وهي:

1. الشحن باستعمال زجاجة البيان.
2. الشحن عن طريق مراقبة خط السحب (تحسس الخط الراجع من المبخر).
3. الشحن بملاحظة التيار (يحتاج إلى مقياس تيار دقيق).

الفصل الثامن

المكونات الكهربائية لأجهزة التثليج المنزلية

Electrical Components for Domestic Refrigeration Apparatus

الأهداف

الهدف العام

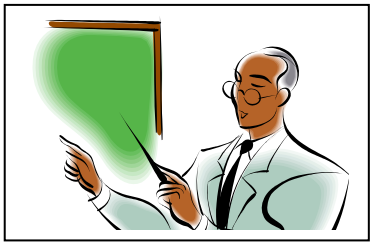
الجزء الأخير من الكتاب سيمُكن الطالب من معرفة المكونات الكهربائية لأجهزة التثليج المنزلية المتنوعة والتدريب على فحص تلك المكونات وطرائق تبديل العاطل منها بصورة فنية سليمة، فضلاً عن تمكنه من اتخاذ الإجراءات المناسبة في صيانة هذه المكونات وإصلاحها.

الأهداف الخاصة

بعد إنهاء دراسة مفردات الفصل الثامن وتطبيقها سوف يكون الطالب قادراً على أن:

1. يتعرف على المكونات الكهربائية للثلاجة الاعتيادية.
2. التعرف والتدريب على تصليح أو تبديل مصباح الإنارة ومفتاح تشغيله.
3. يتعرف على أنواع منظم درجة الحرارة ويتدرب على صيانته وإصلاحه.
4. يتعرف على المرَحل وقاطع الوقاية من زيادة الحمل ويتدرب على فحصهما وتبديل العاطل.
5. يتعرف على متسعة التقويم والدوران لمحرك الضاغط ويتدرب على فحصهما وتبديلهما.
6. يتعرف على أجزاء الثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً ويتدرب على صيانتها وإصلاح عطلاتها.
7. يتعرف على أجزاء صانعة الثلج المنزلية ويتدرب على طريقة عملها.

محتويات



الفصل 8

المكونات الكهربائية لأجهزة التثليج المنزلية

Electrical Components for Domestic Refrigeration Apparatus

التعرف والتدريب على أعمال

- ❖ الدائرة الكهربائية للثلاجة الاعتيادية
- ❖ مفتاح مصباح إنارة الثلاجة
- ❖ منظم درجة الحرارة
- ❖ المرَحل وقاطع الوقاية من زيادة الحمل
- ❖ متسعة التقويم والدوران لمحرك لضاغط
- ❖ الثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً
- ❖ عمل مسخن إذابة الجليد
- ❖ مؤقت إذابة الجليد
- ❖ مروحة مكثف الثلاجة
- ❖ صانعة الثلج وطريقة عملها
- ❖ صيانة أجزاء صانعة الثلج

المكونات الكهربائية لأجهزة التثليج المنزلية
Electrical Components for Domestic Refrigeration Apparatus

1-8 مقدمة Introduction

تُعد المكونات الكهربائية في أجهزة التثليج المنزلية من ثلاجات، مجمدات، برادات ماء، وصانعات الثلج من العناصر المهمة في تلك الأجهزة التي لا يمكن الاستغناء عنها. ويختلف تصميم وعدد المكونات الكهربائية بحسب نوع ووظيفة الجهاز. وقسم من الأجهزة يحوي مكونات قليلة غير معقدة التركيب، إذ أن المكونات الكهربائية في الثلاجة الاعتيادية هي: المصباح ومفتاحه، منظم درجة الحرارة، المرَحل، وقاطع الوقاية فحسب بينما تتضمن الثلاجة مذيبة الثلج (Defrost Refrigerator) مكونات أخرى مثل متحسسات درجة الحرارة، المؤقت الزمني، المسخنات الكهربائية، المروحة الداخلية ومفتاح تشغيلها، وغيرها فضلاً عن المكونات التي تحويها الثلاجة الاعتيادية.

في أجهزة التثليج المنزلية الحديثة تكون أغلب مكوناتها الكهربائية عبارة عن عناصر إلكترونية تعمل تحت سيطرة إلكترونية رقمية، بدلاً من المكونات الكهربائية المستعملة سابقاً التي هي عبارة عن أجزاء ميكانيكية في الغالب.

وسيتم تناول بعض من هذه المكونات وطريقة تثبيتها وتسليكها كهربائياً في فقرات هذا الفصل والتمارين العملية فيه، والمكونات الكهربائية والإلكترونية الأخرى سيتم التطرق إليها في المراحل الدراسية اللاحقة أو عن طريق الممارسة والتدريب للمهنة مستقبلاً عن طريق إطلاع الطالب على الإصدارات والمنشورات التي تنشرها الشركات المصنعة لأجهزة التثليج المتنوعة ومكوناتها.

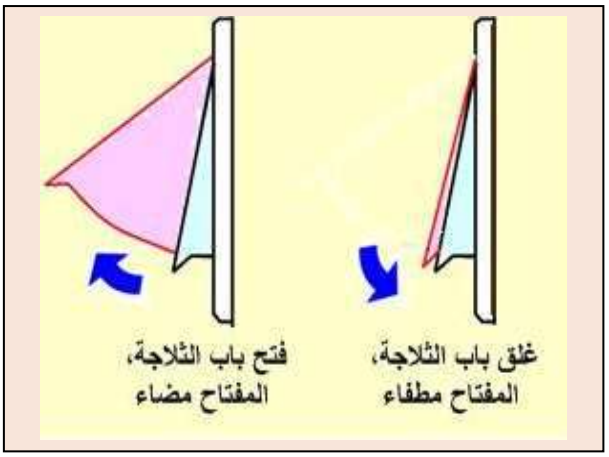
2-8 الدائرة الكهربائية للثلاجة Electrical Circuit of Refrigerator

تُعد الدائرة الكهربائية للثلاجة الاعتيادية دائرة بسيطة وتتكون من المحرك الكهربائي للضاغط والمجموعة الكهربائية له (المرَحل وقاطع الحماية)، ومنظم درجة الحرارة، والمصباح ومفتاحه الكهربائي، ويبين الشكل (8-1) الدائرة الكهربائية للثلاجة الاعتيادية.

شكل 8-1 الدائرة الكهربائية للثلاجة المنزلية

1-2-8 مفتاح مصباح الإضاءة Internal Light Switch

يوضع مفتاح مصباح الإضاءة الداخلي عادة على جانب الثلاجة، وهو من النوع المغلق اعتيادياً (NC) ويحتوي على نابض، فعند غلق باب الثلاجة يضغط المفتاح ليقطع الدائرة الكهربائية، وعند فتح الباب يقوم النابض بإرجاع المفتاح إلى وضعه الطبيعي بحيث يكمل الدائرة الكهربائية ويضاء المصباح، كما هو مبين في الشكل (8-2)، وقد يعطل المفتاح نتيجة الاستعمال الكثير عندها يجب فتح المفتاح الكهربائي وفحصه.



شكل 8-2 طريقة عمل المفتاح الكهربائي لباب الثلاجة

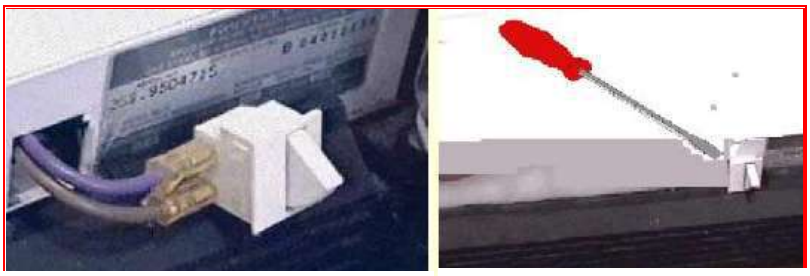
التمرين الأول: فتح مفتاح الإضاءة الداخلية للثلاجة وفحصه وتركيبه

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية إصلاح مفتاح الإضاءة الداخلية للثلاجة.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مفك لوالب، 2- مقياس متعدد الأغراض، 3- مفتاح إضاءة.

خطوات العمل:

1. افصل الدائرة الكهربائية للثلاجة، وارفع السلك الكهربائي من المصدر.
2. ابحث عن المفتاح الكهربائي في ثلاجتك، إذ إن مكانه يختلف باختلاف أنواع الثلاجات.
3. استعمل مفكاً دقيقاً لرفع المفتاح الكهربائي من مكانه وذلك بوضع المفك بين المفتاح وجسم الثلاجة ورفع المفك ببطء، وكما هو مبين في الشكل (8-3 أ)، إذ أن المفتاح يركب في جسم الثلاجة بواسطة الكبس، ولا يحتوي على لوالب للتثبيت.
4. افتح المفتاح الكهربائي، كما هو مبين في الشكل (8-3 ب)، وأرسم دائرة المفتاح على ورقة خارجية.
5. ارفع أسلاك التوصيل من مكانها، واستعمل المقياس متعدد الأغراض، وضع المؤشر عند نقطة إصدار الصوت أو وضع المؤشر على أقل مقاومة (200 Ω)، وكما هو مبين في الشكل (8-3 ج).
6. افحص أطراف المفتاح في وضعه الطبيعي المفروض صدور صوت حال تماس مجسات المقياس متعدد الأغراض مع طرفي المفتاح، أو قراءة مقاومة مساوية أو قريبة من (صفر أوم)، إذا لم يصدر صوت فهذا يعني عطل المفتاح.
7. اضغط على المفتاح المفروض أن يتوقف المقياس متعدد الأغراض عن إصدار صوت، إذا استمر الصوت فهذا يعني عطل المفتاح.
8. في حال عطل المفتاح أبدله بآخر جديد ومن النوع نفسه.
9. أوصل الأسلاك الكهربائية للمفتاح بحسب المخطط الذي رسمته.
10. أرجع المفتاح إلى مكانه عن طريق ضغطه باليد برفق.

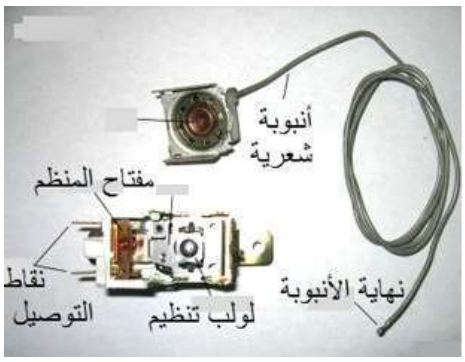


أ- كيفية رفع المفتاح من مكانه ب- المفتاح بعد أن رفع من مكانه

شكل 8-3 رفع وفحص مفتاح الإنارة الداخلية لمصباح ثلاجة

8-2-2 منظم درجة الحرارة Thermostat

يُعد منظم درجة الحرارة في الثلاجة المنزلية بمنزلة مفتاح كهربائي، يعمل على تحسس درجة الحرارة في مبخر الثلاجة عن طريق متحسس بشكل أنبوب شعري ملئ بمائع تثليج الثلاجة نفسها غالباً، وتتصل نهاية الأنبوب الشعري بالمبخر، في حين أن بداية الأنبوبة الشعرية تكون متصلة بجزء منتفخ الشكل، كما هو مبين في الشكل (8-4)، ويتمدد هذا الجزء عند ارتفاع درجة الحرارة ليضغط على المفتاح داخل المنظم الحراري وبالتالي يوصل التيار الكهربائي إلى محرك الضاغط، وعند انخفاض درجة الحرارة في المبخر ينكمش حجم بخار مائع التثليج في الأنبوبة الشعرية مما يؤدي إلى انكماشه ويقل الضغط على المفتاح وبالتالي فتحه وقطع التيار الكهربائي عن المحرك الكهربائي للضاغط، ويبين الشكل (8-5) منظم درجة حرارة بملحقاته.



شكل 8-4 مكونات منظم درجة الحرارة

شكل 8-5 منظم درجة حرارة مع ملحقاته

التمرين الثاني: فتح منظم درجة حرارة للثلاجة وفحصه وتركيبه

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فحص منظم درجة الحرارة وتبديله.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مفك لوالب، 2- مقياس متعدد الأغراض، 3- منظم درجة حرارة جديد، 4- خيط متين.

خطوات العمل:

1. افتح اللوالب التي تثبت غطاء منظم درجة الحرارة، وارفع الغطاء وكما هو مبين في الشكل (8-6 أ)، ثم افتح الصامولة التي تربط منظم درجة الحرارة على غطاء المنظم، ثم حرَر منظم درجة الحرارة من الغطاء، وكما هو مبين في الشكل (8-6 ت).
2. افتح اللوالب التي تربط نهاية الأنبوبة الشعرية من المبخر وحرَر نهاية الأنبوبة الشعرية، ستلاحظ أن الأنبوبة الشعرية تخترق جسم الثلاجة ذهاباً إلى المبخر، لذا يجب ربط نهاية الأنبوبة الشعرية بعد تحريرها بخيط متين، وكما هو مبين في الشكل (8-6 ث).
3. ابدأ بسحب الأنبوبة الشعرية لمنظم درجة الحرارة مع مراقبة الخيط بحيث ينسحب مع الأنبوبة الشعرية، واستمر بالسحب حتى تخرج نهاية الأنبوبة الشعرية مع الخيط.
4. حرَر نهاية الأنبوبة الشعرية من الخيط ودعه في مكانه، ثم اخرج المنظم، وكما في الشكل (8-6 ج).
5. لفحص المنظم تربط نهاية الأنبوبة الشعرية إلى مبخر ثلاجة عاملة وينتظر بحدود نصف ساعة، ثم يستعمل المقياس متعدد الأغراض ووضعه على نقطه إصدار الصوت وتلمس مجسات المقياس بطرفي المنظم، وكما هو مبين في الشكل (8-6 ح)، وعند إصدار صوت يعني عدم فصل المنظم، فتعمل على تقليل درجة المنظم ويلاحظ انقطاع الصوت، وعند عدم انقطاع الصوت يعني عطل المنظم.
6. إذا انقطع الصوت ابقِ الربط على وضعه وأخرج طرف الأنبوبة الشعرية من الثلاجة، ولاحظ هل يعود الصوت بالظهور، فإذا أصدر المقياس صوتاً فهذا يعني أن منظم درجة الحرارة صالح للعمل، أما إذا لم يصدر صوتاً، فانتظر مدة قليلة، فإذا لم يظهر الصوت فهذا يعني عطل المنظم، ويجب إبداله بآخر.
7. لربط منظم درجة الحرارة الجديد يجب لف الأنبوبة الشعرية على أنبوب نحاسي قطره 22 mm، مع إبقاء مسافة من الطول في طرف النهاية من دون لف والذي يصل هذا الطرف إلى المبخر، كما هو مبين في الشكل (8-6 خ).
8. اربط الخيط على نهاية الأنبوبة الشعرية بالخيط، وأدخل طرف الأنبوبة الشعرية بالثقب، وابدأ بسحب الخيط من الطرف الثاني برفق حتى يخرج طرف الأنبوبة الشعرية من الثقب القريب من المبخر.
9. حرَر طرف الأنبوبة الشعرية من الخيط، واربط طرف الأنبوبة الشعرية في مكانها المخصص على المبخر.
10. أعد ربط الأسلاك الكهربائية في مكانها على منظم درجة الحرارة، ثم اربط صامولة المنظم لتثبيتها على غطاء المنظم.
11. أرجع غطاء المنظم إلى مكانه، وأرجع العُدد والثلاجة إلى مكانها.

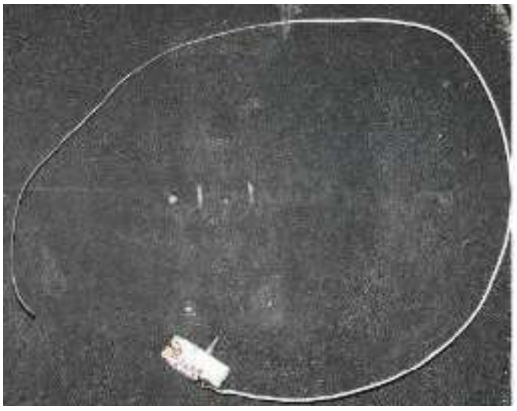
أ- افتح غطاء منظم درجة الحرارة

ب- منظم درجة الحرارة بعد فتح الغطاء

شكل 8-6 فتح منظم درجة الحرارة وفحصه وتبديله (أ- ب)

ت- تحرير منظم درجة الحرارة من الغطاء

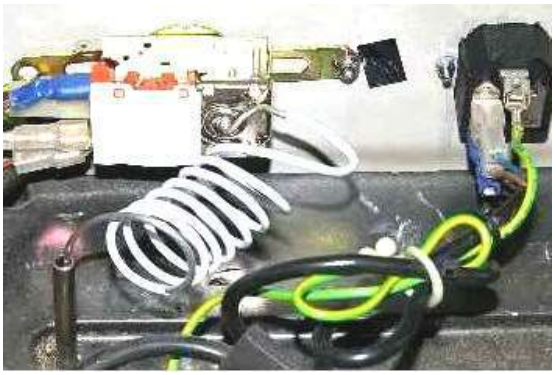
ث- ربط الخيط بنهاية منظم درجة الحرارة القديم



ج- إخراج منظم درجة الحرارة من الثلاجة

ح- استعمل المقياس متعدد الأغراض للفحص

خ- لف الأنبوبة الشعرية



د- ثبت المنظم في مكانه

شكل 8-6 فتح منظم درجة الحرارة وفحصه وتبديله(ت , ث , ج , ح , خ , د)

3-2-8 المرّحل وقاطع الوقاية من زيادة الحمل Relay & Over Load

يزَود المحرك الكهربائي لضاغط الأجهزة المنزلية بمجموعة كهربائية تتكون من قاطع الوقاية من زيادة الحمل (Over Load)، وهو عبارة عن قطعة ثنائية المعدن ترتفع درجة حرارتها مع زيادة التيار المار بها. تتمدد المعادن بصورة مختلفة عند زيادة درجة حرارتها، فيكون تمدد أحد معدني قاطع الوقاية بنحوٍ كبير نسبة للمعدن الثاني، مما يؤدي إلى فصل التلامس في ما بينهما، لذا عند وجود خلل ما في محرك الضاغط فإنه يسحب تيار أكثر من المقرر مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة القطعة ثنائية المعدن وبالتالي تعمل على قطع التيار الكهربائي عن الضاغط ويتوقف عن العمل، فيعمل قاطع الوقاية على حماية الضاغط من التلف.

إن سحب محرك الضاغط لتيار عالٍ أكبر من التيار المقرر له بموجب قدرته تحدث بكثرة عندما تكون مدة استراحة الضاغط قليلة بين مدتين متتاليتين من الاشتغال (أقل من 3 دقيقة)، وأسباب حدوث ذلك كثيرة ومن أهمها هو عدم انتظام عمل منظم درجة الحرارة (ثرموستات)، فضلاً عن حماية الضاغط من زيادة التيار الكهربائي المار يحمي قاطع الحماية الضاغط أيضاً من ارتفاع درجة حرارة الضاغط ويوقفه عن العمل قبل أن تتلف عوازل ملفات محرك الضاغط، وهذا يحدث عادة عندما يوضع الجهاز في مكان حار ليس فيه تهوية جيدة، وكذلك عند حدوث نقص في شحنة مائع التثليج بسبب التسرب. لذا فإن وجود مكون كهربائي مثل قاطع الحماية من زيادة الحمل مهم جداً في الضواغط الصغيرة.

وظيفة المرّحل (Relay) أنه يوصل التيار الكهربائي إلى ملف الدوران وملف بدء الحركة عند بدء الضاغط بالدوران، ويقوم بتحويل التيار إلى ملف الدوران فحسب عندما تصل سرعة دوران محرك الضاغط إلى السرعة التصميمية، ويستمر عمل محرك الضاغط بعد ذلك على ملف الدوران، أي إن فائدة المرّحل هي إيصال التيار الكهربائي بنحوٍ مؤقت إلى ملف بدء الحركة.

وفي بعض تصاميم محركات الضواغط يكون قاطع الحماية والمرّحل من جزئين منفصلين، كما هو مبين في الشكل (8-7)، أما في تصاميم أخرى فتكون المجموعة مكونة من قطعة واحدة عبارة عن قاطع الوقاية والمرّحل، يستعمل فيه السلك الساخن، كما هو مبين في الشكل (8-8).

شكل 8-7 مرّحل التيار ذو الملف مع قاطع الوقاية من زيادة الحمل

شكل 8-8 مجموعة المرّحل وقاطع الوقاية

التمرين الثالث: فتح وفحص مرحل التيار لضاغط ترددي

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فحص مرّحل التيار لضاغط ترددي

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مفك لوالب، 2- مقياس متعدد الأغراض، 3- مجموعة المرّحل وقاطع الوقاية، 4- مرحل تيار ذو الملف مع قاطع وقاية من زيادة الحمل.

خطوات العمل:

1. حدَد مكان غطاء اللوحة الكهربائية للضاغط وارفع الغطاء، كما هو مبين في الشكل (8-9 أ)، ثم حرَر المجموعة الكهربائية للضاغط، كما هو مبين في الشكل (8-9 ب).
2. ارفع المجموعة، الشكل (8-9 ت) يبين قاطع الوقاية والمرَحل على شكل قطعة واحدة، وكما مبين في الشكل (8-9- ث) يتكون المرحّل ذو الملف وقاطع الحماية من جزئين منفصلين.
3. لا يمكن فحص مرّحل السلك الساخن (مجموعة واحدة) بصورة منفردة، ولكن يمكن التأكد من عطله عن طريق تحريكه بقوة، فإذا سُمعَ صوت حركة أجزائه (خرخشة) فهذا يعني عطله، أو يمكن التأكد من صلاحه من عدمه عن طريق تشغيل الضاغط بدائرة خارجية، وكما تعلمت في الفصل السابع.
4. أما مرحل التيار ذو الملف فيتم فحصه بواسطة المقياس متعدد الأغراض، وكما يأتي.

أ- ستلاحظ أن المرحل ذا الملف يحتوي على ثلاثة أطراف مؤشر عليها بالحرف (L M S)، كما هو مبين في الشكل (8-9 ج).

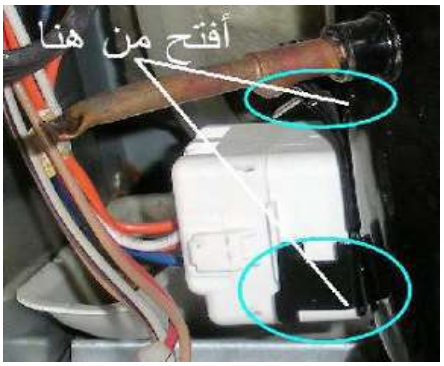
ب- لفحص المرّحل أقلب المرّحل بحيث يظهر الحرف إلى الأعلى، اربط مجسات المقياس متعدد الأغراض بالطرفين S و M، سيقرأ المقياس متعدد الأغراض قيمة مقاومة مقدارها صفر.

ت- اقلب المرحل، ستسمع صوت سقوط قلب المرّحل، مع بقاء الربط في مكانه سيقرأ المقياس قيمة كبيرة للمقاومة (ما لا نهاية).

ث- اعد العملية مع تغيير الربط بحيث يكون بين S و L، ويجب أن تحصل على قراءة مشابهة للسابق.

ج- أعد العملية بين L و M، عندها القراءة ستكون صفراً في حال أن المرحل في وضعة الطبيعي أو في الوضع المقلوب، وعند حدوث هذه الحالات نستدل على أن المرحل صالح للعمل، وفي حال فشل أي فحص من الفحوص الثلاثة يستدل على أن المرّحل عاطل عن العمل، ويجب تبديله بآخر صالح للعمل.

ح- اربط المرّحل، كما هو مبين في الشكل (8-9 ح).



أ- انزع غطاء اللوحة الكهربائية

ب- المرحل بعد نزع الغطاء

شكل 8-9 فحص وتركيب المرحل على الضاغط (أ – ب)

ت - نزع مرحل السلك الساخن

ث- نزع المرحل ذي الملف

ج- النقاط على المرحل ذي الملف

ح- ربط المرحل على الضاغط

شكل 8-9 فحص وتركيب المرحل على الضاغط (ت , ث , ح , ج)

4-2-8 متسعة الضواغط Compressor Capacitance

هنالك نوعان من المتسعات المستعملة في محركات الضواغط أحدهما متسعة التقويم والأخرى متسعة الدوران. تستعمل متسعة التقويم في الضواغط لإعطاء عزم إضافي للضاغط في بداية اشتغاله، تعطل متسعة التقويم بسبب قدمها أو بسبب تعرضها إلى حرارة عالية، وفي حال عطلها ينتج عدم نهوض الضاغط عند بداية الاشتغال، ويبدأ الضاغط بإصدار صوت غريب، ويسحب تياراً كهربائياً عالياً قد يصل إلى 30 A بالضواغط ذات السعات الصغيرة، وبالتالي احتراق ملفات المحرك الكهربائي للضاغط في حال عدم تبديلها.

تربط متسعة الدوران ضمن الدائرة الكهربائية بصورة دائمية، والفائدة منها هي تحسين زاوية فرق الطور بين التيار وفرق الجهد (معامل القدرة). وتربط متسعة التقويم ومتسعة الدوران في حال وجودهما في الدائرة الكهربائية على التوازي، في حين أنهما تربطان على التوالي مع ملف بدء الحركة، لإعطاء عزم إضافي لدوران محرك الضاغط.

التمرين الرابع: فتح متسعة تقويم في ضاغط وفحصها وإعادة تركيبها

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح متسعة التقويم وفحصها وتبديلها لضاغط ترددي.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة تحتوي على ضاغط مزود بمتسعة تقويم، 2- مقياس متعدد الأغراض، 3- عُدة عمل.

خطوات العمل:

1. افصل التيار الكهربائي عن الثلاجة، وارفع السلك من المصدر الكهربائي.
2. اتبع المخطط الكهربائي الموجود خلف الثلاجة، عند عدم وجوده يمكن الاستعانة بالشكل (8-10) الذي يبين الربط الشائع لمتسعة التقويم.
3. ارفع الأسلاك من المتسعة بواسطة ماسكة معزولة، ويجب عدم لمس أطراف المتسعة باليد وذلك لاحتوائها على شحنة كهربائية، ثم فرّغ شحنة المتسعة باستخدام دائرة قصر بين أطرافها.
4. افحص المتسعة، وكما تعلمت سابقاً في الفصل السادس .
5. في حال عطل المتسعة بدلها بواحدة جديدة لها السعة نفسها.

شكل 8-10 الربط الكهربائي لمتسعة التقويم في الضاغط المغلق

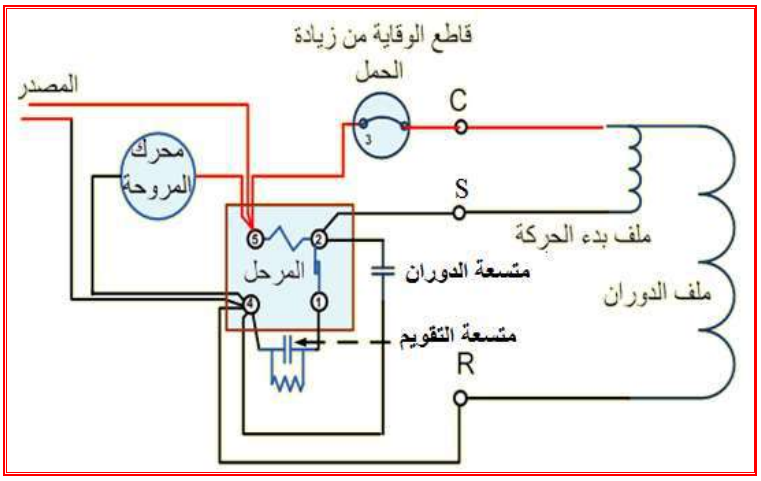
التمرين الخامس: فتح متسعة الدوران في ضاغط وفحصها وإعادة تركيبها

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح متسعة الدوران وفحصها وتبديلها لضاغط ترددي.

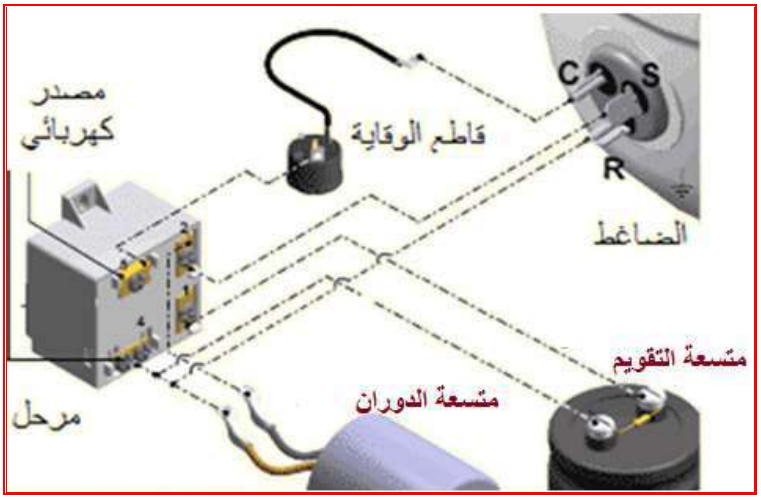
العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة تحتوي على ضاغط مزود بمتسعة دوران، 2- مقياس متعدد الأغراض، 3- عُدة عمل

خطوات العمل:

1. افصل التيار الكهربائي عن الثلاجة، وارفع السلك من المصدر الكهربائي.
2. أتبع المخطط الكهربائي الموجود خلف الثلاجة، وعند عدم وجوده يمكن الاستعانة بالشكل (8-11) الذي يبين الربطين الشائعين لمتسعة الدوران.
3. ارفع الأسلاك من المتسعة بواسطة ماسكة معزولة، ويجب عدم لمس أطراف المتسعة باليد وذلك لاحتوائها على شحنة كهربائية.
4. أفحص المتسعة، وكما تعلمت في التمارين السابقة من الفصل السادس.
5. في حال عطل المتسعة بدلها بواحدة جديدة لها السعة نفسها.



أ



ب

شكل 8-11 الربط الكهربائي لمتسعة التقويم والدوران

التمرين السادس: تأسيس الخطوط الكهربائية لثلاجة منزلية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية تأسيس الخطوط الكهربائية لثلاجة منزلية.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- منظم درجة حرارة، 2- مرحّل ذو سلك ساخن، 3- ضاغط ترددي، 4- قاطع وقاية من زيادة الحمل ، 5- أسلاك كهربائية مفردة قياس $1.5\ mm^2$، 6- عُدة توصيل وقطع الأسلاك الكهربائية.

خطوات العمل:

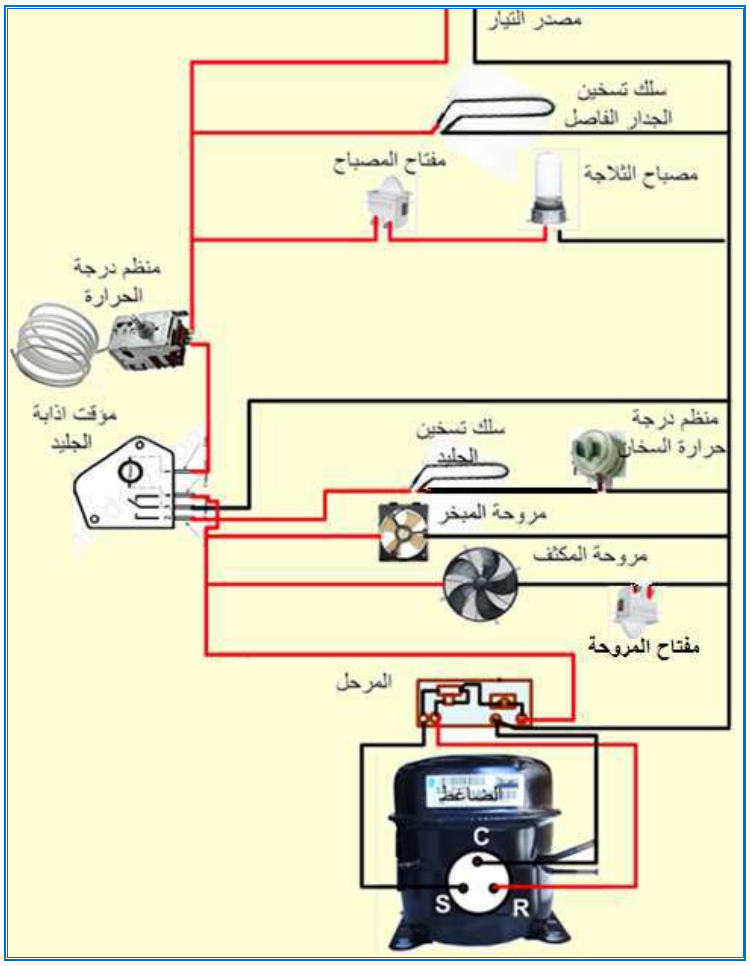
1. اعتماداً على الشكل (8-12)، رتّب أجزاء الدائرة الكهربائية.
2. ابدأ بقياس طول الأسلاك الكهربائية بحسب توزيعك لأجزاء الدورة.
3. اعزل أطراف الأسلاك الكهربائية، وركّب عليها الموصلات الكهربائية البلاستيكية.
4. ابدأ بالربط بدءاً من الضاغط.
5. تأكد من الربط، ودع المدرب يتأكد من الربط.
6. دع مدربك يوصّل التيار الكهربائي إلى الدائرة الكهربائية.

شكل 8-12 الدائرة الكهربائية لثلاجة منزلية

3-8 الثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً Defrost Refrigerator

تتشابه الثلاجة الاعتيادية مع الثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً في الدورة الميكانيكية تشابهاً تاماً، والاختلاف بينهما يكمن في الدائرة الكهربائية، إذ تحتوي الثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً على مروحة المبخر (يُصنع من ملف من أنابيب الألمنيوم المزعنفة وليس مبخراً صفائحياً)، وكذلك على مسخن كهربائي ومؤقت ومتحسسات لدرجات الحرارة. والفائدة من إذابة الثلج المتجمع على المبخر تلقائياً هو للحصول على أداء أفضل للثلاجة، فضلاً عن عدم الحاجة إلى إطفائها وإخراج المواد والأطعمة في حال الثلاجة الاعتيادية كلما تطلب الأمر عند إزالة الثلج المتراكم على المبخر الصفيحي، لذا انتشر استعمال هذا النوع من الثلاجات. تتكون الثلاجة بصورة عامة من حيزين منفصلين لكل منهما باب مستقل، إذ يعمل الحيز العلوي عادة عمل المجمدة والسفلي عمل الثلاجة أو العكس وبحسب الحاجة، وقد يكون الحيزان متجاورين، كما هو مبين في الشكل (8-13). تعتمد عملية التبريد في الحيزين على تدوير الهواء خلالهما بواسطة مروحة المبخر. ويوضع المبخر خلف حيز التجميد بطريقة أفقية أو رأسية، ويبين الشكل (8-14) الدائرة الكهربائية للثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً.

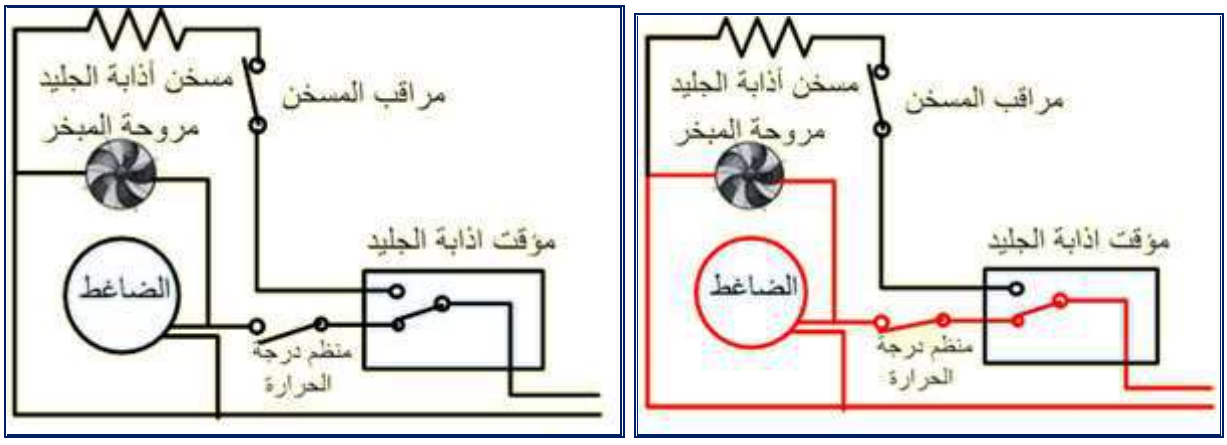
شكل 8-13 الثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً



شكل 8-14 الدائرة الكهربائية للثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً

8-3-1 مسخن إذابة الجليد Defrost Heater

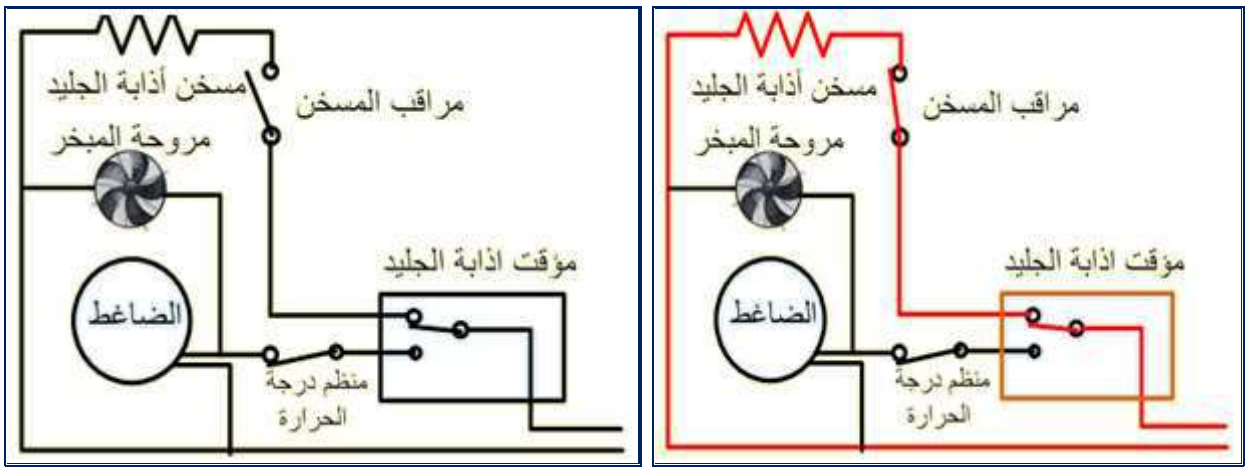
هنالك حالتان في مؤقت ثلاجة إذابة الجليد تلقائياً هي دورة عمل وإطفاء الضاغط، والتي من خلالها يتم السيطرة على عمل الضاغط، يبين الشكل (8-15 أ) اشتغال الضاغط ومروحة المبخر في ثلاجة إذابة الجليد تلقائياً، في حين الشكل (8-15 ب) يبين توقف الضاغط ومروحة المبخر عند انخفاض درجة الحرارة.



ب أ

شكل 8-15 عمل الضاغط ومروحة المبخر ومؤقت إذابة الجليد

أما الحالة الثانية هي دورة إذابة الجليد فيمكن توضيحها في الشكل (8-16 أ) الذي يبين عملية إذابة الجليد، إذ يتوقف الضاغط ومروحة المبخر واشتغال المسخن الكهربائي، والشكل (8-16 ب) يبين توقف عمل الضاغط ومروحة المبخر بالإضافة إلى توقف عملية إذابة الجليد عن طريق فصل متحسس درجة الحرارة (مراقب المسخن) لدائرة المسخن.



ب أ

شكل 8-16 عمل المؤقت ومراقب المسخن ومسخن إذابة الجليد

ويختلف مكان مكونات دورة إذابة الجليد بحسب نوع الثلاجة، وبصورة عامة تتكون دورة إذابة الجليد من: 1- المسخن الكهربائي، 2- المسيطر (المتحسس) على عمل المسخن الكهربائي، 3- المؤقت، 4- مروحة المبخر وكما هو مبين في الشكل (8-17). وسيعامل كل جزء من هذه الأجزاء بتمارين تفصيلية.

1- المسخن (الهيتر) الكهربائي

2- المسيطر على عمل المسخن

3- المؤقت

4- مروحة المبخر

شكل 8-17 مكونات منظومة إذابة الجليد في الثلاجة المذيبة للجليد تلقائياً

التمرين السابع: فتح مسخن إذابة الجليد وفحصه وتركيبه

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح مسخن إذابة الجليد وفحصه وإعادة تركيبه.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة مذيبة للثلج تلقائياً، 2- عُدة عمل، 3- مقياس متعدد الأغراض.

خطوات العمل:

1. افصل التيار الكهربائي عن الثلاجة، وارفع السلك الكهربائي.
2. افتح بطانة الثلاجة، وكما هو مبين في الشكل (8-18)، ستشاهد الأجزاء الأربعة المكونة لدورة إذابة الجليد، وسيكون المسخن الكهربائي والمسيطر على عمل المسخن (المتحسس) مركبين على مبخر الثلاجة، في حين أن المؤقت سيكون في غلاف السيطرة على الثلاجة، أما المروحة فستكون أعلى المبخر، كما هو مبين في الشكل (8-18 خ).
3. ارفع أسلاك المسخن والمسخن الكهربائي، وضعه على طاولة العمل.
4. ضع مؤشر المقياس متعدد الأغراض على (1 kΩ)، وأوصل مجسي المقياس بطرفي المسخن الكهربائي، ويجب أن تكون القراءة أكبر من صفر وأقل مَما لا نهاية، فإذا اشَر المقياس صفراً أو ما لا نهاية فهذا يعني عطب المسخن، كما هو مبين في الشكل (8-18 د).
5. اربط احد أطراف مجس المقياس متعدد الأغراض على طرف المسخن، والطرف الآخر على العازل المحيط بالطرف نفسه، فإذا تحرك المؤشر، فهذا يعني وجود دائرة قصر بين المسخن والعازل، وبالتالي عطب المسخن، كما هو مبين في الشكل (8-18 ذ).
6. في حال عطب المسخن أبدله بآخر من النوع نفسه وإذا لم يكن عاطلاً، أعد القديم إلى مكانه، وأعد أطراف الأسلاك إلى مكانها وثبّتها بإحكام.
7. أرجع بطانة الثلاجة إلى مكانها.
8. أرجع الثلاجة إلى مكانها، وانتظر مدة ثم أوصل التيار الكهربائي للثلاجة، وراقب عمل منظومة إذابة الجليد.

أ- حيز مبخر الثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً

ب- افتح أسفل حيز المبخر

ت- افتح غطاء المبخر

ث- ارفع غطاء المبخر

شكل 8-18 طريقة فتح مبخر الثلاجة المذيبة للثلج تلقائيا وفحص المسخن(أ , ب , ت , ث)

ج- افتح اللوالب التي تثبت المبخر

ح- المروحة وفتحة التصريف في الثلاجة

خ- أجزاء منظومة إذابة الجليد

د- أرفع المسخن وافحص طرفيه

ذ- أفحص طرف المسخن والعازل

شكل 8-18 طريقة فتح مبخر الثلاجة المذيبة للثلج تلقائيا وفحص المسخن(ج-ح-خ-د-ذ)

التمرين الثامن: فتح المسيطر على عمل المسخن الكهربائي وفحصه وتركيبه

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح المسيطر (متحسس درجة الحرارة) على عمل مسخن إذابة الجليد وفحصه وإعادة تركيبه.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة مذيبة للثلج تلقائياً، 2- عدة عمل، 3- مقياس متعدد الأغراض.

خطوات العمل:

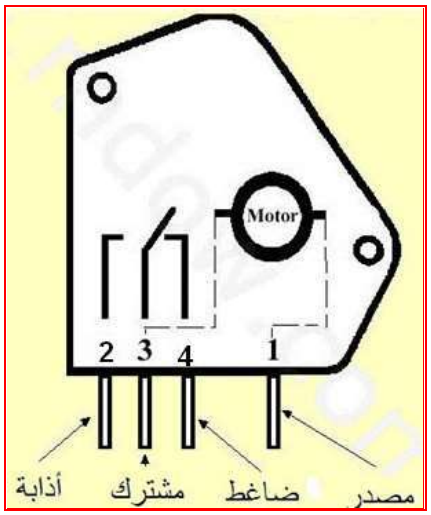
1. افصل التيار الكهربائي عن الثلاجة، وارفع السلك الكهربائي.
2. افتح بطانة الثلاجة ستشاهد الأجزاء الأربعة المكونة لدورة إذابة الجليد، وسيكون موقع المسخن الكهربائي والمسيطر على عمل المسخن مركبين على مبخر الثلاجة، في حين أن المؤقت سيكون في غلاف السيطرة على ظهر الثلاجة أما المروحة فستكون أعلى المبخر لاحظ الشكل (8-18 ح -خ).
3. افتح أطراف المسيطر على عمل المسخن الكهربائي، كما هو مبين في الشكل (8-19 أ).
4. ضع المسيطر على عمل المسخن (متحسس درجة الحرارة) في مجمدة وانتظر بحدود 15 دقيقة، استعمل المقياس متعدد الأغراض وضع المؤشر على نقطة إصدار الصوت، أوصل مجسي المقياس بطرفي المسيطر على عمل المسخن فإذا أصدر صوتاً، اخرج المسيطر من وعاء الثلج وانتظر مدة فإذا انقطع الصوت، فهذا يدل على صلاح المسيطر، أما إذا استمر الجهاز بإصدار صوتٍ فهذا يدل على عطل المسيطر، كما هو مبين في الشكل (8-19 ب).
5. في حال عطل المسيطر على عمل المسخن أبدله بآخر من النوع نفسه وأعد المسيطر إلى مكانه، وثبت الأسلاك بصورة جيدة، كما هو مبين في الشكل (8-19 ج).

أ –فتح المسيطر ب- فحص المسيطر ج- ربط المسيطر بعد فحصه أو تبديله

شكل 8-19 طريقة فحص المسيطر على مسخن إذابة الجليد وتبديله

8-3-2 مؤقت إذابة الجليد Defrost Timer

الفائدة من مؤقت إذابة الجليد توزيع العمل بين الضاغط ومسخن إذابة الجليد، بحيث لا يعملان معاً، فعند النظر إلى الشكل (8-20) نلاحظ وجود أربعة أطراف للمؤقت هي 1 و 2 و 3 و 4، فضلاً عن محرك كهربائي صغير مثبت داخل المؤقت، ويقوم المحرك بتحريك وصلة الربط التي تصل المشترك 3 بين 2 أو 4، فعند تماس وصلة الربط مع النقطة 4 يبدأ ضاغط الثلاجة بالعمل ويتوقف المسخن، أما إذا تحركت وصلة الربط إلى 2 فيتوقف الضاغط ويعمل سخان إذابة الجليد، وهنالك مقاومة كهربائية عالية بين النقطتين (1 - 3) وهي مقاومة ملف المحرك الكهربائي للمؤقت.



شكل 8-20 مؤقت إذابة الجليد

التمرين التاسع: فتح المؤقت الخاص بثلاجة إذابة الثلج تلقائياً وفحصه وتركيبه

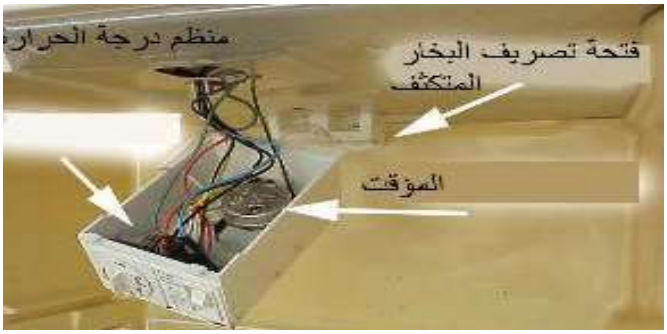
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على كيفية فتح المؤقت الخاص بثلاجة إذابة الثلج وفحصه وإعادة تركيبه

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة مذيبة للثلج تلقائياً، 2- عُدة عمل، 3- مقياس متعدد الأغراض.

خطوات العمل:

1. حدَد مكان مؤقت عمل منظومة إذابة الجليد، وغالباً ما يكون في اللوحة الكهربائية التي تحتوي على منظم درجة الحرارة، وكما هو مبين في الشكل (8-21 أ)، أو خلف الثلاجة، ويمكن الاستدلال عليه من دليل الثلاجة.

2. افصل التيار الكهربائي عن الثلاجة. وانزع الأسلاك من المصدر.
3. افتح اللوالب المثبتة لغطاء اللوحة الكهربائية على جسم الثلاجة، وارفع المؤقت ذو الأطراف الأربعة ورقمّها.
4. ضع المؤقت على منضدة العمل واستخدم المقياس متعدد الأغراض وضعه على إصدار صوت، وكما يلي:
5. ضع مجسي المقياس متعدد الأغراض بين 3 و 1، كما هو مبين في الشكل (8-21 ت)، فعند إصدار صوت فهذا يعني صلاحية المؤقت، بخلافه يُعد المؤقت عاطل.
6. ضع مجسي المقياس متعدد الأغراض بين 3 و 4، كما هو مبين في الشكل (8-21 ث)، عند عدم صدور صوت ادر لولب التحكم بالوقت باتجاه عقرب الساعة أذا لم يصدر صوت أدره عكس اتجاه عقرب الساعة فإذا اصدر صوت فإن المؤقت صالح، بخلافه فأن المؤقت عاطل.
7. ضع مجسي المقياس متعدد الأغراض بين 3 و 2 فالمفروض أنه لن يصدر صوتاً، أدر لولب التحكم بالوقت باتجاه الآخر، فإذا أصدر المقياس صوت فأن المؤقت صالح، بخلافه فإن المؤقت عاطل.
8. وأخيراً ضع مجسي المقياس متعدد الأغراض بين 2 و 4، فإذا لم يصدر المقياس صوتاً فالمؤقت صالح، بخلافه يُعد عاطلاً.



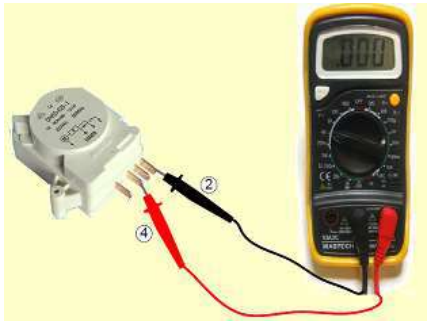
أ- موقع مؤقت إذابة الجليد

ب- تفاصيل المؤقت

ت- القراءة بين 3 و 1

ج- القراءة بين 3 و 4

ح- القراءة بين 2 و 3


خ- القراءة بين 2 و 4

شكل 8-21 طريقة فتح وقياس مؤقت منظومة إذابة الجليد

التمرين العاشر: تأسيس الدائرة الكهربائية لمنظومة إذابة الجليد تلقائياً

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على تأسيس الدائرة الكهربائية لمنظومة إذابة الجليد تلقائياً.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مؤقت منظومة إذابة الجليد، 2- المسيطر على عمل المسخن، 3- مسخن إذابة الجليد، 4- عُدة تعرية أسلاك كهربائية، 5-أسلاك مفردة قياس $1.5\ mm^2$، 6- مصباح كهربائي يمثل الضاغط.

خطوات العمل:

1. رتب مكونات منظومة إذابة الجليد، كما هو مبين في الشكل (8-22).
2. قس المسافات بين أجزاء المنظومة وقُم بتعرية أطراف الأسلاك.
3. اربط التوصيلات النحاسية بأطراف الأسلاك، وكما تعلمت سابقاً.
4. صل السلك الذي يمثل مصدر التيار (الحار) بالطرف رقم 1، ثم صل المشترك (البارد) بطرف المسيطر على المسخن من جهة وبالنقطة 3 في المؤقت من جهة أخرى، كما مبين في الشكل (8-22).
5. أربط المسخن على التوالي مع المسيطر على عمل المسخن، وصل الطرف الثاني للمسخن بالنقطة 2.
6. يبقى الطرف الأخير في المؤقت (النقطة 4)، المفروض أن يوصل إلى الضاغط، ولكن سيتم توصيله هنا إلى مصباح لغرض تمثيل الضاغط.
7. تأكد من طريقة الربط، ودع مدربك يتأكد منها ويوصل التيار إليها.
8. راقب عمل المنظومة، وسجل الوقت اللازم لإيصال وفصل المسخن والضاغط.
9. افصل التيار الكهربائي، حرَك لولب التحكم بالوقت باتجاه عقرب الساعة، وشغّل المنظومة مرة أخرى، وسجَل الوقت اللازم لإيصال وفصل التيار الكهربائي إلى المسخن.
10. حرَك لولب التحكم بوقت المؤقت عكس عقرب الساعة، وشغّل المنظومة مرة أخرى وسجَل الوقت اللازم لإيصال وفصل التيار الكهربائي إلى المسخن.
11. سجَل ملاحظاتك عن اتجاه حركة لولب التحكم في المؤقت.
12. افصل التيار عن المنظومة، وانزع الأسلاك من المصدر، وافصل أجزاء المنظومة.

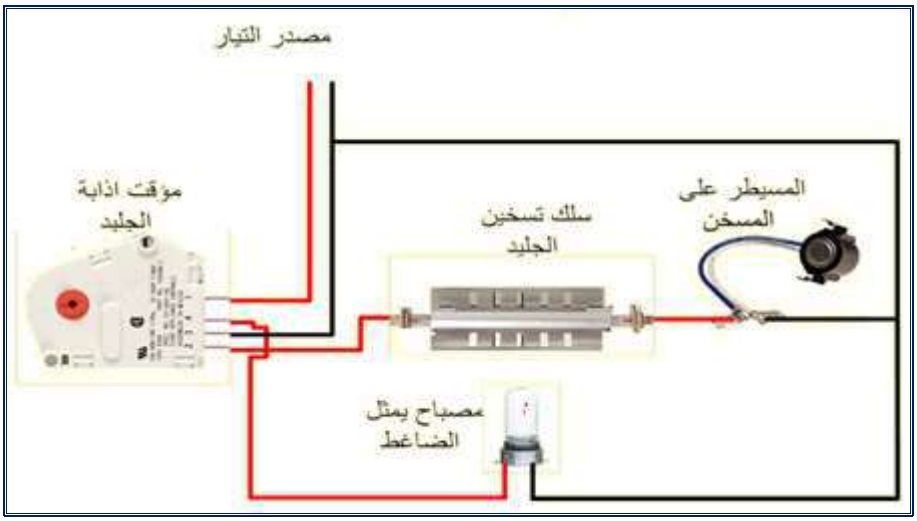
التمرين الحادي عشر: تأسيس الدائرة الكهربائية لثلاجة إذابة الثلج تلقائياً

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على منظومة إذابة الجليد تلقائياً.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- مؤقت منظومة إذابة الجليد، 2- المسيطر على عمل المسخن، 3- مسخن إذابة الجليد، 4-عُدة تعرية أسلاك كهربائية، 5- أسلاك مفردة قياس $1.5\ mm^2$ ، 6- ضاغط ثلاجة، 7- مفتاح مصباح ثلاجة، 8- مصباح ثلاجة، 9- مروحة مبخر ثلاجة، 10- مروحة مكثف ثلاجة.

خطوات العمل:

1. رتب مكونات منظومة إذابة الجليد، وكما هو مبين في الشكل (8-22).
2. قس المسافات بين أجزاء المنظومة وقُم بتعرية أطراف الأسلاك.
3. اربط التوصيلات النحاسية بأطراف الأسلاك، وكما تعلمت في التمارين السابقة.
4. اعتماداً على الشكل (8-14)، وكما تعلمت سابقاً صل الدائرة الكهربائية للثلاجة.
5. دع مدربك يتأكد من الربط ويوصل التيار الكهربائي إلى الدائرة.



شكل 8-22 الدائرة الكهربائية لمنظومة إذابة الجليد

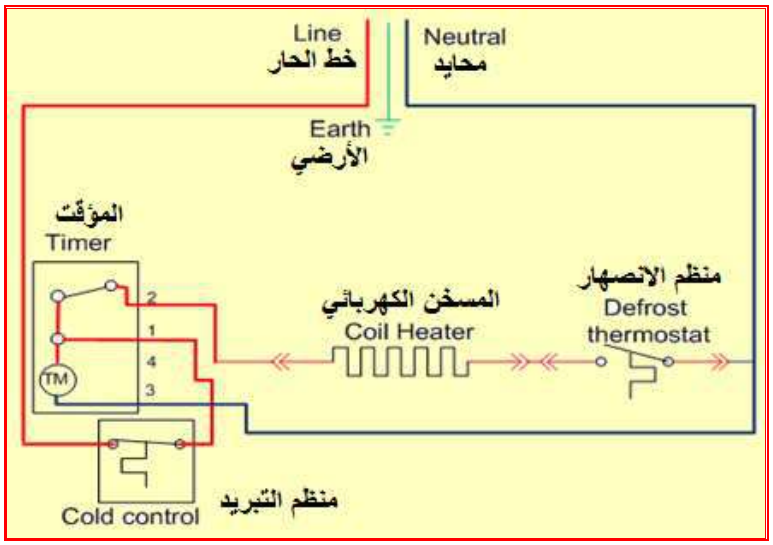
التمرين الثاني عشر: تأسيس مسخن كهربائي مع منظم إذابة الجليد ومؤقت زمني لثلاجة كهربائية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على ربط منظم إذابة الجليد مع المنظم الكهربائي والسخان لثلاجة من نوع المذيبة للثلج تلقائياً.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- عُدة تعرية الأسلاك، 2-أسلاك كهربائية ثلاثية الأطراف، 3- منظم إذابة الجليد، 4- مؤقت زمني، 5- سخان كهربائي، 6- عوازل كهربائية.

خطوات العمل:

1. أربط المسخن الكهربائي ومنظم إذابة الجليد والمؤقت الزمني على لوحة العمل.
2. قس طول الأسلاك المطلوبة، وقمْ بتعرية أطرافها كما تعلمت سابقاً.
3. اعتماداً على الشكل (8-23) أربط أجزاء الدورة.
4. تأكد من الربط الكهربائي.
5. دع مدربك يوصل التيار الكهربائي إلى الدائرة الكهربائية.



شكل 8-23 تأسيس مسخن كهربائي مع منظم إذابة الجليد ومؤقت زمني

3-3-8 مروحة مكثف الثلاجة Condenser Fan

تزوَد الثلاجة المذيبة للثلج تلقائياً بمكثف مبَرد بالهواء القسري عن طريق دفعه عن طريق مروحة وتوضع المروحة خلف المكثف وأسفل الثلاجة، ويبين التمرين الآتي فحص وصيانة مروحة المكثف.

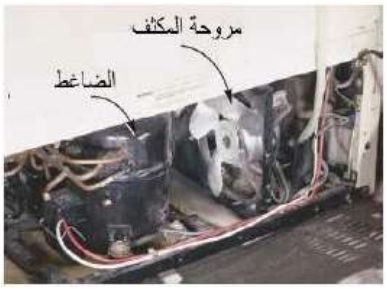
التمرين الثالث عشر: فتح وفحص مروحة مكثف مبرد بالهواء القسري لثلاجة مذيبة الثلج تلقائياً

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على فتح وتركيب مروحة مكثف لثلاجة.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة مذيبة للثلج تلقائياً . 2- مقياس متعدد الأغراض، 3- مروحة جديدة.

خطوات العمل:

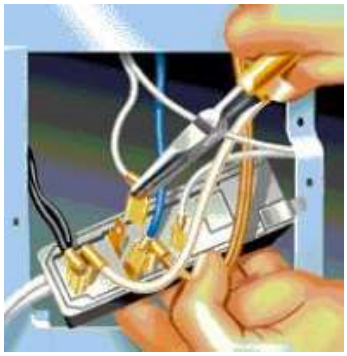
1. افصل التيار الكهربائي عن الثلاجة، وارفع السلك من مصدر التيار الكهربائي.
2. افتح غطاء المنظومة خلف الثلاجة، كما هو مبين في الشكل (8-24 أ).
3. نظِّف المكثف والمروحة، وكما تعلمت.
4. افتح اللوالب التي تثبت المروحة على جسم المكثف، كما هو مبين في الشكل (8-24 ب).
5. افحص ملف المروحة من طرفي السلك، وكما تعلمت.
6. افحص أحد أطراف السلك مع جسم المروحة للتأكد من عدم وجود دائرة قصر، وأعد العملية على السلك الثاني مع جسم المروحة.
7. لإعادة نصب المروحة على جسم المكثف أعد خطوات فتح المروحة من آخر خطوة إلى أول خطوة.



أ- افتح خلف الثلاجة

ب- افتح المروحة من جسم المكثف

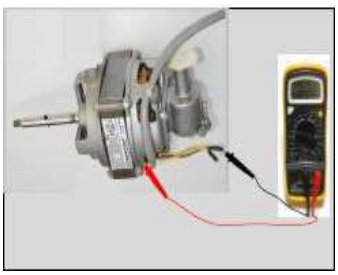
ت- انزع ريشة المروحة



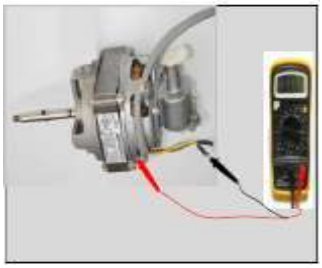
ث- انزع أسلاك المروحة من اللوحة الكهربائية

ج- افتح قاعدة المروحة

ح- افحص طرفي الملف



خ- افحص أحد أطراف السلك مع الجسم د- افحص الطرف الثاني مع الجسم



شكل 8- 24 عملية فتح وفحص مروحة مكثف مبرد بالهواء القسري

التمرين الرابع عشر: فتح وفحص وصيانة وتركيب مروحة مبخر لثلاجة مذيبة للثلج تلقائياً

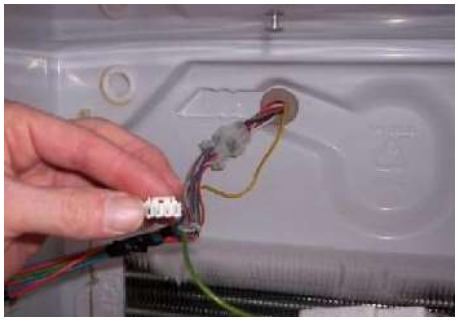
الهدف من التمرين: تدريب الطالب على فتح وصيانة وتركيب مروحة مبخر لثلاجة.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- ثلاجة مذيبة للثلج تلقائياً، 2- مقياس متعدد الأغراض، 3- مروحة جديدة.

خطوات العمل:

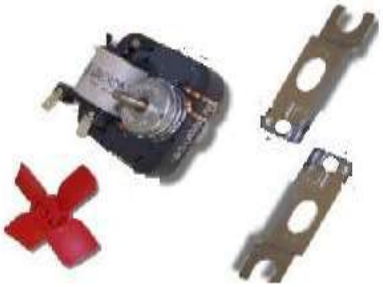
1. افصل التيار الكهربائي عن الثلاجة، وارفع السلك من مصدر التيار الكهربائي.
2. افتح غطاء المنظومة خلف الثلاجة، لاحظ الشكل (8-18).
3. افتح لوالب المروحة، كما هو مبين في الشكل (8- 25 أ).
4. انزع التوصيلة الكهربائية التي تغذي المروحة كهربائياً، كما هو مبين في الشكل (8-25 ب).
5. اسحب المروحة من مكانها، وضعها على طاولة العمل، كما هو مبين في الشكل (8-25 ت).
6. افصل الريشة عن المحرك، ثم افتح حامل المروحة، كما هو مبين في الشكل (8-25 ث).
7. افحص طرفي محرك المروحة للتأكد من سلامة الملف الكهربائي، ثم افحص بين أحد طرفي محرك المروحة وجسم المروحة للتأكد من عدم وجود دائرة قصر بينهما، ثم أعد الفحص بين طرف محرك المروحة الثاني، لاحظ الأشكال (8-25 ج)، (8- 25 ح)، (8-25 خ).

أ- افتح محرك المروحة من جسم الثلاجة



ب- انزع نقطة توصيل التيار الكهربائي

ت- اخرج المروحة من مكانها



ث- انزع ريشة المروحة أولا ثم القاعدة

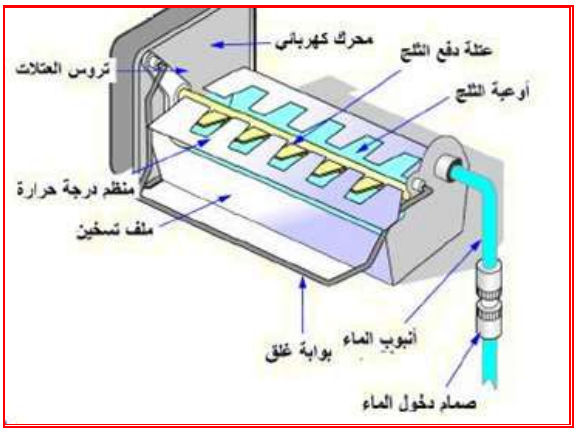
ج- افحص طرفي محرك المروحة ح- افحص بين طرف والجسم خ- افحص الطرف الثاني مع الجسم

شكل 8-25 طريقة فتح وفحص مروحة مبخر لثلاجة مذيبة للثلج تلقائياً

4-8 صانعة الثلج Ice Maker

تتكون صانعة الثلج المنزلية من وعاء يستقبل الماء من مصدر خاص للمياه في الجهاز، وعند انجماده يعمل مؤقت كهربائي على تشغيل عتلة دوارة تقوم بإخراج الثلج من الوعاء ودفعه إلى خارج الجهاز، ولصانعة الثلج منظم لدرجة الحرارة يقوم بإيقاف عمل دورة التبريد عند انخفاض درجة الحرارة دون الحد المطلوب، ويبين الشكل (8-26) بعض أنواع صانعات الثلج المنزلية، أما الشكل (8-27) فيبين الأجزاء الداخلية لصانعة الثلج، في حين أن الشكل (8-28) يبين طريقة عمل الجهاز.

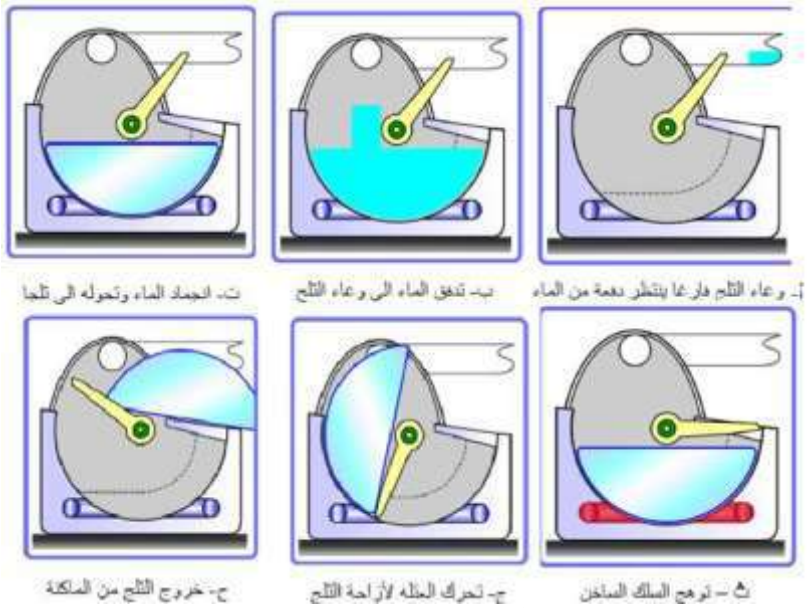
شكل 8- 26 بعض أنواع صانعات الثلج المنزلية



شكل 8-27 الأجزاء الداخلية لصانعة الثلج المنزلية

1-4-8 طريقة عمل صانعة الثلج Ice Maker Procedure

يبين الشكل (8-28) طريقة عمل صانعة الثلج، إذ تتم عملية صناعة الثلج كما يأتي: في البداية يكون وعاء الثلج فارغاً ودرجة حرارته منخفضة، كما هو مبين في الشكل (8-28 أ)، وتأتي الدفعة الأولى من الماء فتملأ الوعاء، كما هو مبين في الشكل (8-28 ب)، بعد مدة من الزمن يتجمد الماء ويتحول إلى ثلج، كما هو مبين في الشكل (8-28 ت)، بعد ذلك يعطي منظم درجة الحرارة إشارة إلى السلك المسخن بالعمل ليذيب منطقة اتصال الثلج بالوعاء، كما هو مبين في الشكل (8-28 ث)، ثم تأتي الإشارة الثانية إلى عتلة دفع الثلج لتبدأ بالدوران فتزيح الثلج من مكانه، كما في الشكل (8-28 ج)، وأخيراً يدفع الثلج ليخرج من الجهاز، كما هو مبين في الشكل (8-28 ح).



شكل 8-28 طريقة صناعة الثلج

2-4-8 صيانة أجزاء صانعة الثلج Maintenance of Ice Maker Components

سنتطرق في هذه الفقرة عن طريق تمارين إلى كيفية صيانة أجزاء ماكنة صناعة الثلج وكما يأتي:

التمرين الخامس عشر: فتح وفحص وصيانة وتركيب صمام ماء صانعة الثلج المنزلية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على فتح وصيانة وتركيب صمام ماء صانعة الثلج المنزلية.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- صانعة ثلج منزلية، 3- مقياس متعدد الأغراض، 3- صمام ماء جديد.

خطوات العمل:

1. افصل التيار وارفع السلك من المصدر الكهربائي للجهاز.
2. اغلق مصدر تغذية الماء للجهاز، كما هو مبين في الشكل (8-29 أ).
3. افتح مناطق اتصال الصمام بأنابيب الجهاز، كما هو مبين في الشكل (8-29 ب).
4. افتح اللوالب التي تثبت الصمام في جسم الجهاز، كما هو مبين في الشكل (8-29 ت).
5. افصل أسلاك التيار الكهربائي عن محرك الصمام، كما هو مبين في الشكل (8-29 ج).
6. افحص الملف الكهربائي بواسطة المقياس متعدد الأغراض، كما تعلمت سابقاً، كما مبين في الشكل (8-29 ح).
7. نظّف مرشح الصمام، كما هو مبين في الشكل (8-29 خ).

شكل 8-29 طريقة صيانة صمام ماء صانعة الثلج

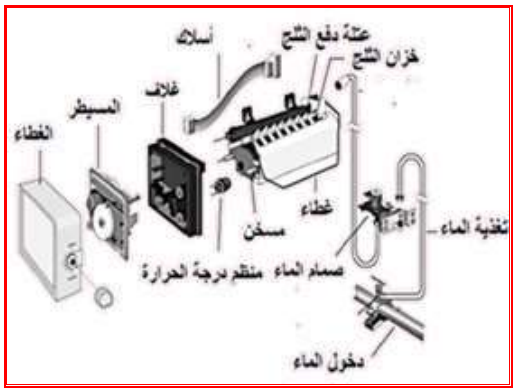
التمرين السادس عشر: فتح وفحص وصيانة وتركيب منظم درجة الحرارة لصانعة الثلج المنزلية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على فتح وصيانة منظم درجة الحرارة لصانعة الثلج المنزلية.

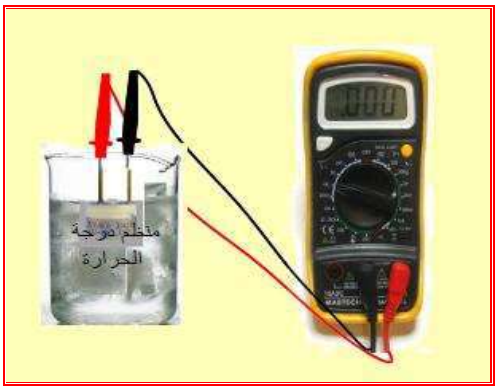
العُدد والمواد المطلوبة: 1- صانعة ثلج منزلية، 2- مقياس متعدد الأغراض، 4- منظم درجة الحرارة.

خطوات العمل:

1. افصل التيار الكهربائي عن الجهاز، وأرفع السلك من المصدر الكهربائي.
2. ارفع غطاء المجموعة الميكانيكية للجهاز، وارفع المسيطر من مكانه، ثم ارفع الغلاف، ستجد موقع منظم درجة الحرارة، كما هو مبين في الشكل (8-30 أ)
3. انزع المنظم من مكانه، وأحضر وعاء يحتوي على الماء والثلج.
4. افحص بالمقياس متعدد الأغراض كما تعلمت، كما هو مبين في الشكل (8-30 ب).



شكل 8-30 أ تركيب المنظومة الميكانيكية لصانعة الثلج ويظهر فيها منظم درجة الحرارة



شكل 8-30 ب فحص منظم درجة حرارة صانعة الثلج المنزلية

التمرين السابع عشر: فتح مصفي مدخل الماء وتنظيفه

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على فتح وصيانة مصفي مدخل الماء وتنظيفه.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- صانعة ثلج منزلية، 2- عُدة عمل، 3- مصفي ماء جديد.

خطوات العمل:

1. أفصل التيار الكهربائي عن الجهاز، وأرفع السلك من المصدر الكهربائي.
2. اغلق الماء عن الجهاز، وارفع الأنبوب المطاطي المغذي للماء.
3. افتح وصلات الأنابيب النحاسية التي توصل الصمام بصانعة الثلج، كما في الشكل (8-31 أ).
4. افتح صمام تغذية الماء من جسم صانعة الثلج، كما هو مبين في الشكل (8-31 ب).
5. ارفع الأنابيب المطاطية الملحقة بالصمام، كما هو مبين في الشكل (8-31 ت).
6. انزع الأسلاك الكهربائية من المحرك المصاحب لصمام الماء، كما في الشكل (8-31 ث).
7. ارفع الصمام من مكانه، كما هو مبين في الشكل (8- 31 ج)
8. ارفع مصفي الماء القديم، وبدله بجديد من الحجم نفسه مع إبدال مانع التسرب، كما بالشكل (8-31 ح).
9. لإعادة تركيب الصمام اتبع الخطوات السابقة للتمرين ذاته واتبع ترتيب الفقرات بالعكس.
10. افحص الربط ثم اعد عدة العمل إلى مكانها.

شكل 8-31 تبديل مانع التسرب لماكنة صناعة الثلج المنزلية

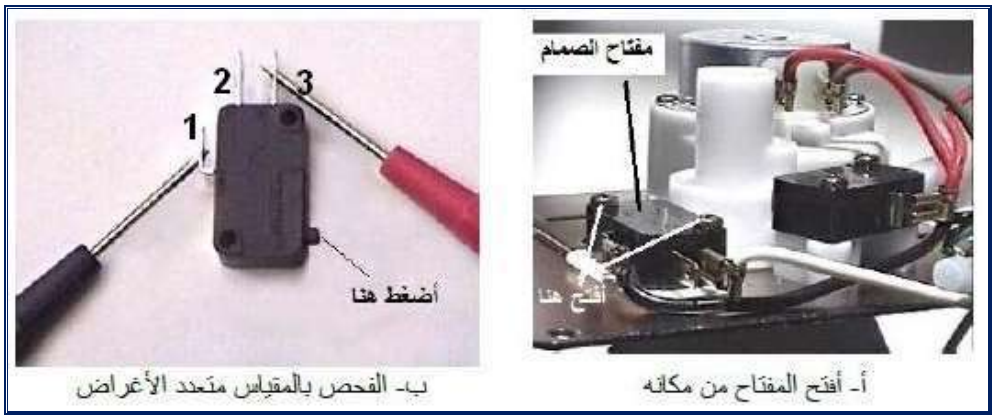
التمرين الثامن عشر: فتح وفحص المفتاح الكهربائي لصمام الماء

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على فتح وفحص المفتاح الكهربائي لصمام الماء.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- صانعة ثلج منزلية، 2- عُدة عمل، 3- مقياس متعدد الأغراض.

خطوات العمل:

1. افصل التيار الكهربائي عن الجهاز، وأرفع السلك من المصدر الكهربائي.
2. اغلق الماء عن الجهاز، وارفع الأنبوب المطاطي المغذي للماء.
3. ابحث عن المفتاح الكهربائي، وستجده في لوحة المكونات الميكانيكية لصانعة الثلج، ويحتوي على ثلاثة أسلاك، كما هو مبين في الشكل(8-32).
4. افتح اللوالب التي تثبت المفتاح، كما هو مبين في الشكل (8-32 أ).
5. ضع السلك على منضدة العمل واستخدم المقياس متعدد الأغراض، وضعه على منطقة إصدار نغمة. المس طرفي مجس المقياس بطرفي المفتاح (النقطتين 1 و 3)، هنا المقياس لن يصدر صوتاً.
6. اضغط على الزر الجانبي للمفتاح، كما هو مبين في الشكل (8-32 ب) المفروض أن يصدر المقياس نغمة، إذا لم يصدر المقياس نغمة فهذا يدل على عطل المفتاح الكهربائي لصمام الماء. علماً أن النقطة (2) هي تغذية المسخن الكهربائي وتعمل بالعكس مع النقطة (3)
7. بدّل الصمام بآخر جديد من النوع نفسه، وأعد تركيب المفتاح الكهربائي مكانه.



شكل 8-32 فحص المفتاح الكهربائي لصمام تغذية الماء

التمرين التاسع عشر: فتح وفحص عتلة دفع الثلج

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على فتح وفحص منظومة عتلة دفع الثلج

العُدد والمواد المطلوبة: 1- صانعة ثلج منزلية، 2- عُدة عمل.

خطوات العمل:

1. افصل التيار الكهربائي عن الجهاز، وأرفع السلك من المصدر الكهربائي.
2. اغلق الماء عن الجهاز، وارفع الأنبوب المطاطي المغذي للماء.
3. افتح المنظومة الميكانيكية لصانعة الثلج، وكما هو مبين في الشكل (8-33 أ).
4. افصل منظومة الثلج عن المنظومة الرئيسة، وكما هو مبين في الشكل (8-33 ب).
5. ارفع الغطاء الرئيس ستجد لوحة المفاتيح الكهربائية، كما هو مبين في الشكل (8-33 ت).
6. ارفع لوحة الصمامات ستجد المنظومة الميكانيكية لعتلة دفع الثلج التي تتكون من الخارج من مسنن العتلة الذي يتصل بمسنن المحرك الكهربائي الذي ينقل الحركة، كما هو مبين في الشكل (8-33 ث).
7. ارفع الأسلاك الكهربائية للمنظومة، كما هو مبين في الشكل (8-33 ج).
8. لاحظ المسننات إن كان بها تلف في أحد الأسنان، وفي حال وجود كسر في أحد الأسنان أفتح اللوالب التي تثبت المسننات ثم أسحبها وأسحب كذلك عتلات دفع الثلج، كما هو مبين في الشكل (8-33 ح).

شكل 8- 33 صيانة عتلات دفع الثلج

التمرين العشرون: فتح وفحص مسخن ماكنة صناعة ثلج منزلية

الهدف من التمرين: تدريب الطالب على فتح وفحص مسخن ماكنة صناعة ثلج منزلية.

العُدد والمواد المطلوبة: 1- صانعة ثلج منزلية، 2- عُدة عمل.

خطوات العمل:

1. حدَد مكان المسخن في ماكنة صناعة الثلج ويوضع عادة بشكل يمكن سحبه من دون فتح لوالب.
2. أخرج السلك المسخن من مكانه، وأجر عليه عملية الفحص وكما يأتي.

أ- ضع المقياس متعدد الأغراض على نغمة إصدار الصوت، وافحص طرفي السلك فإذا لم يصدر المقياس صوتاً، فهذا يعني قطع السلك الحراري، كما هو مبين في الشكل (8-34 أ).

ب- ضع مجسي المقياس على أحد أطراف السلك والمجس الآخر على العازل الحراري، فإذا اصدر المقياس صوتاً، ذلك يعني حدوث دائرة قصر في المسخن الكهربائي، كما في الشكل (8-34 ب).

ت- أعد العملية بين الطرف الثاني للمسخن والعازل القريب من الطرف، فعند صدور صوت من الجهاز يعني حدوث دائرة قصر في المسخن الكهربائي، ويجب تبديله.

شكل 8-34 طريقة فحص المسخن الكهربائي لماكنة صنع الثلج

المصادر الأجنبية

1. ANDREW D. ALTHOUSE, CARL H. TURNQUIST “Modern Refrigeration and Air-Conditioning “, The Goodhearts- Willcox, Inc, 2000.
2. REX MILLER, MARK R. MILLER “Air-Conditioning and Refrigeration”, McGraw - Hill, 2006.
3. Roger A. Fischer and Ken Chernoff “Air-Conditioning and Refrigeration Repair “,TAB BOOKS, 1988.
4. A. R. Troot and T. Welch “Refrigeration and Air-Conditioning “, Butter-Henemann, 2000.
5. Mc Quay, Air-condition “ Refrigeration piping design” Application guide.
6. Michal Boast and Flnst R. “ Refrigeration equipment” Elsevier Science and Technology Books, 1998.
7. William C. Whitman, William M. Johnson, John A. Tomczyk, Eugene Silberstein, “Refrigeration & Air Conditioning Technology”, Delmar Cengage Learning, 2009.

المصادر العربية

8. المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني" معمل أساسيات تقتية التبريد والتكييف"
9. المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني: أسس كهربائية وألكترونية للتبريد والتكييف.
10. د. عفيف عقل حسن، م. ماهر داود، م. محمود عبد اللطيف و م. سامر هاني " التكييف والتبريد" الجزء الثاني، ، دولة فلسطين وزارة التربية والتعليم العالي.
11. د. عفيف عقل حسن، م. ماهر داود، م. محمود عبد اللطيف و م. سامر هاني " التكييف والتبريد" علم الصناعة والتدريب العملي، الجزء الثاني، دولة فلسطين وزارة التربية والتعليم العالي.
12. بعض الصور منتقاة من الشبكة الدولية للمعلومات.