جمهورية العراق
وزارة التربيـــــة
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

الفرع الصناعي – تكنولوجيا السباكة

الصف الثالث

تأليف

الدكتور المهندس ابراهيم عبدالكريم احمد
م. م. جعفر محمد يديم
المهندس مهدي عبد الرضا سعيد
م.م عدي محمد حسن
م. م. أزهر وهب عبدالرحيم

الطبعة الأولى
2021 م – 1443هـ

استناداً إلى القانون يوزع مجاناً ويمنع بيعه وتداوله

المقدمة

من اجل التواصل مع التطور التكنولوجي الحاصل في المجالات كافة، وتوافقاً مع توجهات المديرية العامة للتعليم المهني في تحديث مناهج الرسم الصناعي ورفدها بالمعلومات التخصصية في مجال علوم السباكة، وبأسلوب عرض قد يختلف عمّا كان متبعاً في كتب الرسم الهندسي والصناعي للمراحل السابقة.

وبتوفيق من الله – عز وجل – نقدم هذا الكتاب المتخصص في الرسم الصناعي لتخصص السباكة والذي تضمن خمسة فصول، تناول الفصل الأول: تطبيقات الرسم بعمليات الانجماد، أما الفصل الثاني، فيتعرف من خلاله الطالب على تطبيقات الرسم على السباكة بالقوالب الدائمية، بينما ركز الفصل الثالث على موضوع تطبيقات الرسم على تقنيات سباكة اخرى، إذ غطى الموضوع الكثير من حالات المشغولات والتي يتم انتاجها بطرق السباكة المختلفة، في حين عرض الفصل الرابع موضوع تطبيقات الرسم على عيوب المسبوكات والفحوصات الهندسية، وتمثيلها في الرسم الصناعي، أما الفصل الخامس فقد تناول إعادة لأساسيات الرسم المعان بالحاسوب والبدايات الضرورية في تثبيت البرنامج، مروراً بتمكين المستعمل للبرنامج من رسم المساقط في أسلوب ثنائي الأبعاد فضلاً عن أوليات الرسم ثلاثي الأبعاد وذلك تطبيقاً لما احتوته الفصول الأربعة من الرسم اليدوي، وبذلك صار لزاماً تدريس الفصل الخامس بالتزامن والتتابع مع فصول الكتاب الأربعة.

وإذ نقدم هذا الكتاب لطلبتنا الأعزاء لا ندعي بكماله، بل كان اجتهاداً منا في عرض المعلومات عن الرسم الصناعي الميكانيكي فضلاً عن الرسم المعان بالحاسوب لتكون استمراراً لتفكير هندسي علمي سليم وركيزة انطلاق لتكملة التعلّم نحو المرحلة الدراسية القادمة والتي ستكون أكثر تخصصاً آملين أن تكون تلك المعلومات ذات فائدة عملية تؤهل الطالب في اختصاصه وأساساً لتكملة دراسته في هذا المجال العلمي، كما نرجو من زملائنا المدرسين أن يزودونا بملاحظاتهم وآرائهم عن محتويات الكتاب، أثناء تدريسهم للمادة العلمية، ونسأل الله أن يجعل هذا الكتاب من العلم الذي ينتفع به.

والله وليّ التوفيق.

المؤلفون

2021 م - 1443 هـ

المحتويات

الفقرة	الموضوع	الصفحة
الفصل الأول	تطبيقات الرسم بعمليات الانجماد	5
1-1	تصميم (حساب) ورسم رافع لمسبوكة معينة حسب قاعدة شفورينوف	6
2-1	رسم انواع مختلفة من المبرِّدات لمعالجة الانجماد غير المسيطر عليه	13
3-1	رسم المعدات الاساسية لإنتاج مسبوكة متجمدة اتجاهياً	15
4-1	رسم عملية إنتاج نصل(ريشة) توربين	20
	تمارين الفصل الاول	25-24
الفصل الثاني	تطبيقات الرسم على السباكة بالقوالب الدائمية	26
1-2	رسم منظومة سباكة بالضغط الواطئ	27
2-2	رسم ماكنة السباكة بالضغط قالب معدني (بارد)	28
3-2	رسم مراحل انتاج طارة بالسباكة بالضغط قالب معدني (بارد)	29
4-2	رسم ماكنة السباكة بالضغط قالب معدني (ساخن)	30
5-2	رسم تتابع انتاج طارة بالسباكة بالضغط قالب معدني (ساخن)	32
6-2	رسم منظومة سباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء	34
	تمارين الفصل الثاني	36
الفصل الثالث	تطبيقات الرسم على تقنيات سباكة اخرى	37
1-3	السباكة بالطرد المركزي	38
2-3	رسم انتاج انبوب بطريقة سباكة الطرد المركزي	39
3-3	رسم تخطيطي لماكنة السباكة بالطرد المركزي والدوران حول المحور الافقي	42
4-3	رسم تخطيطي لماكنة السباكة بالطرد المركزي والدوران حول المحور العمودي	44
5-3	رسم انتاج مسبوكة صلدة بطريقة شبه الطرد المركزي	45
6-3	رسم عملية انتاج اسطوانة مجوفة بطريقة الطرد المركزي البعيد عن المركز	47
7-3	رسم تخطيطي لإنتاج مسبوكات بطريقة العصر لأشكال صلدة ومجوفة	47
	تمارين الفصل الثالث	50
الفصل الرابع	تطبيقات الرسم على عيوب المسبوكات والفحوصات الهندسية	51
1-4	رسم انواع العيوب الشائعة في السباكة	52
2-4	رسم انواع العيوب الشائعة في السباكة الرملية	56
3-4	رسم عيوب تشوه القالب الرملي	58
4-4	رسم عيوب مختلفة للانكماش	60
5-4	رسم اشكال مختلفة لنماذج مسبوكات لغرض الفحص	61
	تمارين الفصل الرابع	63
الفصل الخامس	الرسم المعان بالحاسوب	64
1-5	تنصيب وتهيئة برنامج الأوتوكاد	65
2-5	أوامر التعديل	66
3-5	إنشاء رسوم ثلاثية الأبعاد	71
	تمارين الفصل الخامس	83

الفصل الاول

تطبيقات الرسم بعملية الانجماد

Drawing Applications for Solidification process

أهداف الفصل :

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن :

1- يرسم أنواع المغذيات وحسب قيمها المميزة وبموجب طريقة المعامل التي تخضع لمفهوم قاعدة شفورينوف.

2- يرسم أعناق المغذيات بموجب قواعد التصميم العامة.

3- يرسم مواقع المغذيات ضمن مسافة تغذية جيدة خلال عملية الصب للحصول على مسبوكة خالية من العيوب.

4- يرسم مسبوكات موحدة، مختلفة ورقيقة المقاطع والسماكات.

5- يرسم مواقع المبردات بالاعتماد على سمك المسبوكة.

6- يرسم مقطع فرن بردجمان (Bridgman) للحصول على انجماد اتجاهي أُحادي لإنتاج نصل الريشة التوربينية.

7- يرسم آلية إنتاج متطورة للحصول على ريش المحرك التوربيني.

تطبيقات الرسم بعملية الانجماد

Drawing Applications for Solidification process

1-1 تصميم (حساب) ورسم رافع لمسبوكة معينة حسب قاعدة شفورينوف.

Design and Drawing Riser for a Specific Casting According to Chvorinov's Rule

1-1 -1 تقلص الانجماد Solidification Shrinkage

في غياب المغذيات، فإن عملية السباكة سوف تتولد فيها عيوب السباكة الناجمة عن التقلص والانكماش الداخلي أو تشوه السطح، وللقضاء على هذه العيوب ، يضاف المغذي للتعويض عن الانكماش الحاصل في منصهر المعدن خلال الانجماد.

قد يكون المغذي أكبر من المسبوكة المراد تغذيتها، لأنه يجب أن توفر معدن تغذية طالما أن المسبوكة تتجمد، كما تستخدم طرائق مختلفة لتقليل حجم المغذي المطلوب، بما في ذلك وضع المبرِّدات للحصول على انجماد اتجاهي.

1-1-2 موقع المغذيات Riser Location

لتحديد مواقع المغذي الصحيحة، يجب على المصمم الاستفادة من مفهوم الانجماد الاتجاهي، وتعتمد القدرة على تحقيق مثل هذا الانجماد الاتجاهي على :

1- السبيكة ونظام التجمد الخاص بها.
2- تصميم القالب .
3 - تصميم المسبوكة.

يجب النظر في نوعين متميزين من المسبوكات:

- المسبوكات ذات سمك الجدار الموحد .
- المسبوكات ذات جدران بسماكات متفاوتة .

3-1-1 نظام الانجماد Solidification Mode

تعتمد القدرة على الحفاظ على الانجماد الاتجاهي إلى حد كبير على الطريقة التي تتجمد بها السبيكة، تؤدي أنظمة التجمد المختلفة إلى تكوين تقلصات مختلفة في المسبوكة والمغذي .

4-1-1 طريقة المعامل Modulus Method

تعتمد طريقة المعامل على مفهوم قاعدة شفورينوف وهو أن وقت انجماد المسبوكة أو مقطع المسبوكة يمكن حسابه باستخدام ما يأتي :

$$TST = \mathrm{C}\,(\frac{V}{A})^{\mathrm{n}}$$

TST= زمن الانجماد.

V = حجم المسبوكة.

A = المساحة السطحية للمسبوكة.

C = الثابت الذي يتعلق بخواص المعدن والقالب .

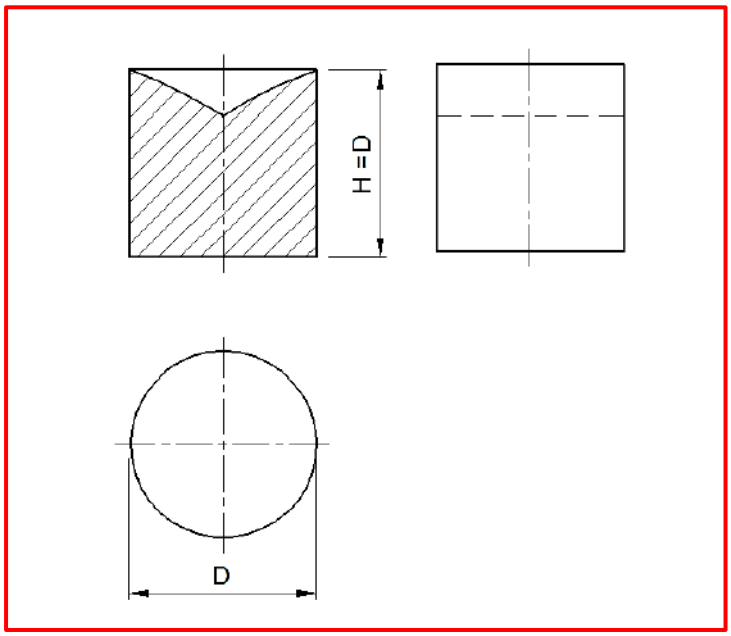
n = ثابت ، قيمته تساوي 2 اذا كان القالب رملي وواحد اذا كان القالب معدني.

نسبة الحجم إلى المساحة للمسبوكة هي التي تسمى بمعامل المسبوكة، والتي يرمز لها Mc

$$M_c = \frac{V_c}{A_c}$$

$$Mr > 1.2\ Mc$$

معامل المغذي الأمثل (Mr) اكبر حوالي 1.2 مرة من معامل المسبوكة. يمكن زيادة معامل وحدة التغذية بشكل وذلك باستخدام غلاف عازل للحرارة ويوضح الشكل (1-1) تأثير معامل المغذي عند تصميم المغذيات.



الشكل1-1 توصيف لنوع من المغذيات.

يمثل الشكل (1-1) المقادير المميزة والمطلوبة عند تصميم أنواع المغذيات ذات المقطع الدائري التي يكون فيها ارتفاع المغذي (H) مساويا لقطره (D) علما أنه توجد العديد من الأنواع الأخرى للمغذيات والتي تختلف فيها القيم المميزة للتصميم حسب اختلاف مقاطعها.

5-1-1 مسبوكات ذات السمك المنتظم Casting with Uniform Wall Thickness

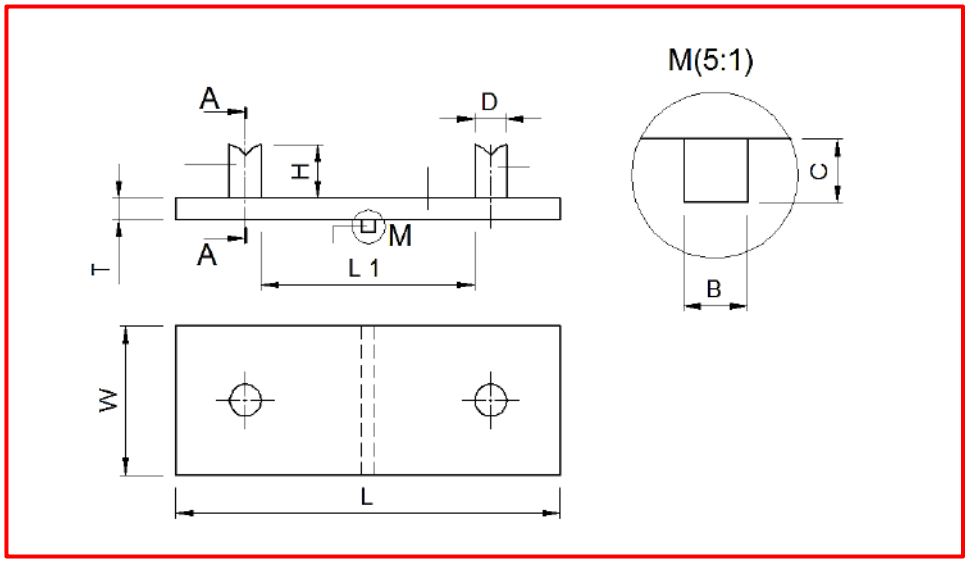
إن مسبوكة معينة ذات سمك منتظم عندما ترتبط بموجب التصميم بمقطع معين لفرض مسافة تغذية محددة (Feeding Distance) بحيث يمكن أن تتجمد مسبوكة وتكون خالية من الانكماش أو التقلص في المركز. هنالك العديد من النقاط المهمة التي تتعلق بتأثير مسافة التغذية للمغذي والحافة وكما يأتي:

1- نسبة مساهمة تأثير الحافة على مسافة التغذية أكبر عموماً من تأثير المغذي.

2- في غياب حواف التبريد، يتم تقليل مسافة التغذية بين المغذيين بشكل كبير.

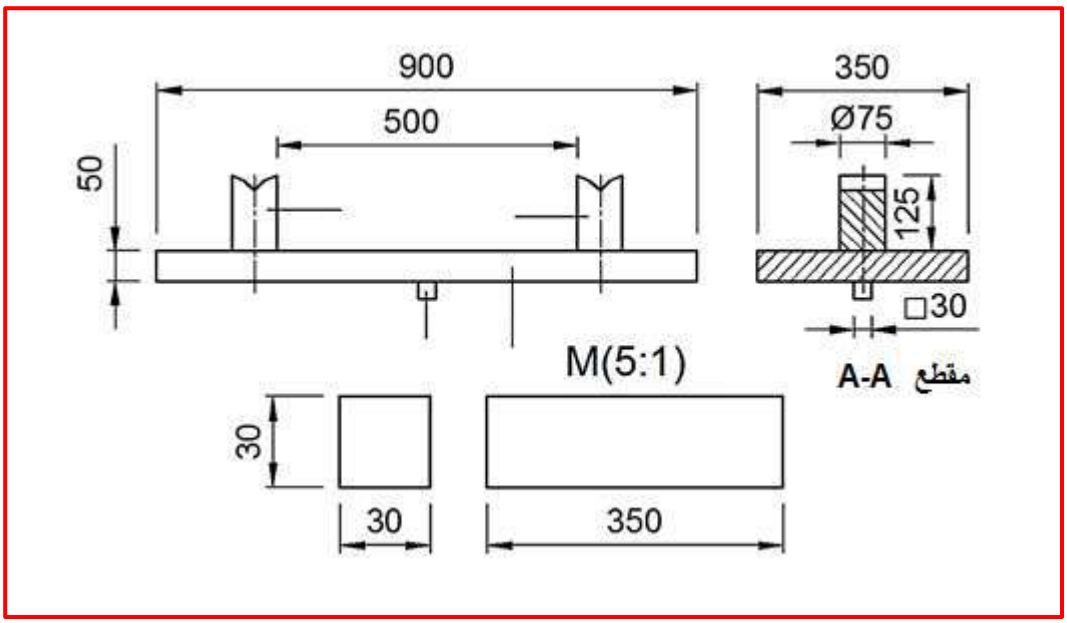
3- إذا تم تجاوز الحد الأقصى لمسافة التغذية في مسبوكة، فإن تأثير الحافة سيعطي مسبوكة خالية من العيوب على امتداد طولها، ولكن قد يمتد الانكماش إلى مركز المسبوكة نتيجة لتغيير المسافة والذي يمكن تفاديه بالاستعمال الامثل للمغذي.

مثال 1: يوضح الشكل (1-2) تأثير استعمال المبرِّد على مسافات التغذية و مواقع المغذيات، فإذا علمت أن $T= 50\ mm$ ، $H = 125\ mm$ ، $D= 75\ mm$ ، $W= 350\ mm$ ، $B = 30\ mm$ ، $L_1=500\ mm$ ، $L=900\ mm$, $C = 30\ mm$ ، ارسم بمقياس رسم 10:1 المسقط الرأسي والمقطع الجانبي ثم ارسم المبرِّد (M) بمقياس رسم 5:1 (تكبير) .



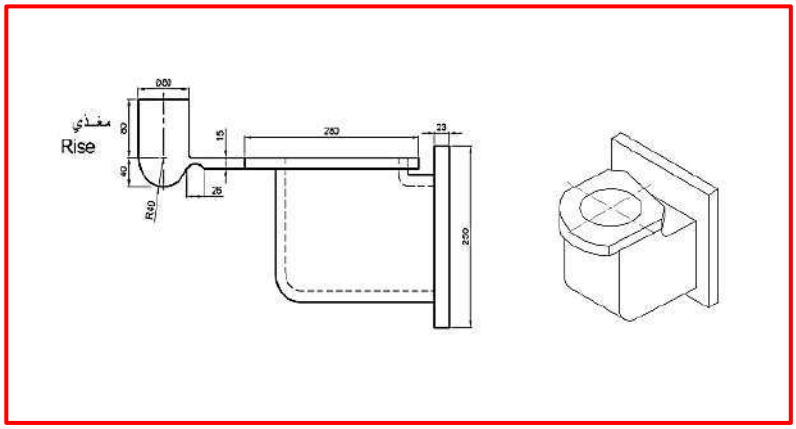
الشكل1-2 تأثير مسافات التغذية على مواقع المغذيات .

الحل :



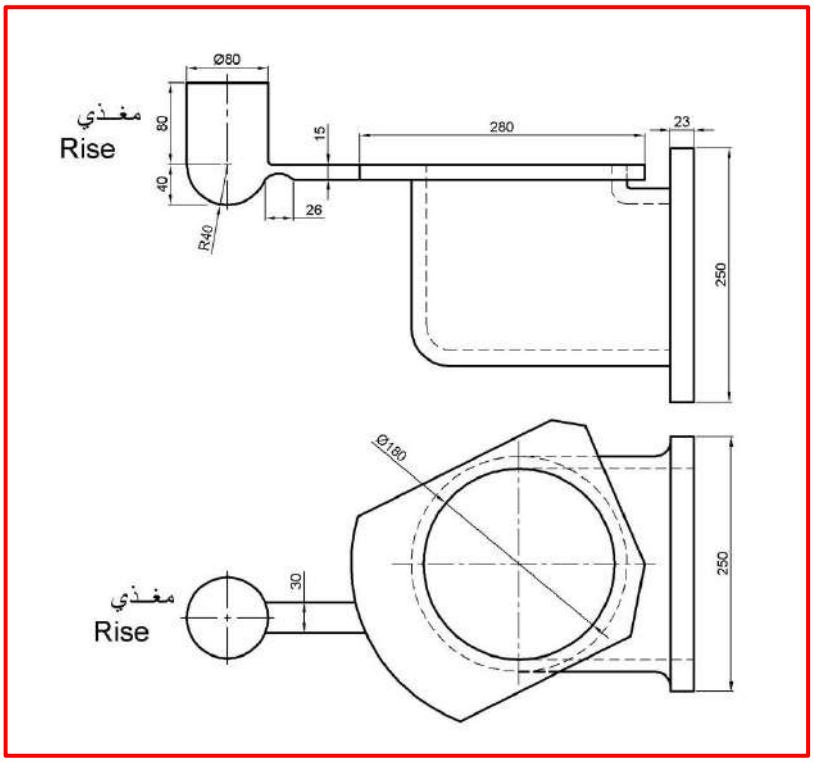
الشكل 1-3 المسقط الرأسي والمقطع الجانبي لمخطط تأثير المبرِّد على مسافات التغذية ومواقع المغذيات.

مثال2: يوضح الشكل (1-4) المسقط الرأسي لمسبوكة من الألمُنيوم ذات جدران منتظمة السمك مع مغذي جانبي، ارسم بمقياس رسم 1:1 المسقط الرأسي والمسقط الأفقي.



الشكل 1- 4 المسقط الرأسي لمسبوكة من الالمنيوم ذات جدران موحدة السمكمع مغذي خارجي.

الحل :



الشكل 1-5 المسقط الرأسي والمسقط الافقي لمسبوكة من الالمُنيوم ذات جدران منتظمة السمك مع مغذي جانبي.

6-1-1 المسبوكات ذات المقاطع رقيقة الجدران Casting with Thin Wall Sections

يعتمد الحصول على المسبوكات ذات جدران رقيقة خالية من العيوب إلى حد كبير على بعض القيود الفيزيائية للمعادن خلال مراحل الانجماد. هذه القيود ترتبط مع:

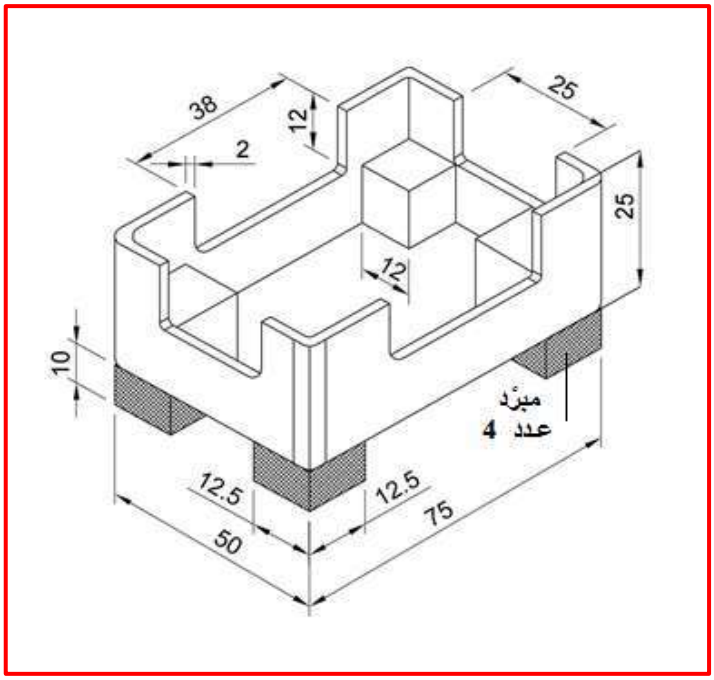
1- سيوبة (Fluidity) منصهر المعدن لأنها تؤثر على ملء القالب.

2- المعالجة اللازمة للحصول على مسبوكة جيدة.

3- الاختلافات في مقاطع المسبوكة وعملية الصب.

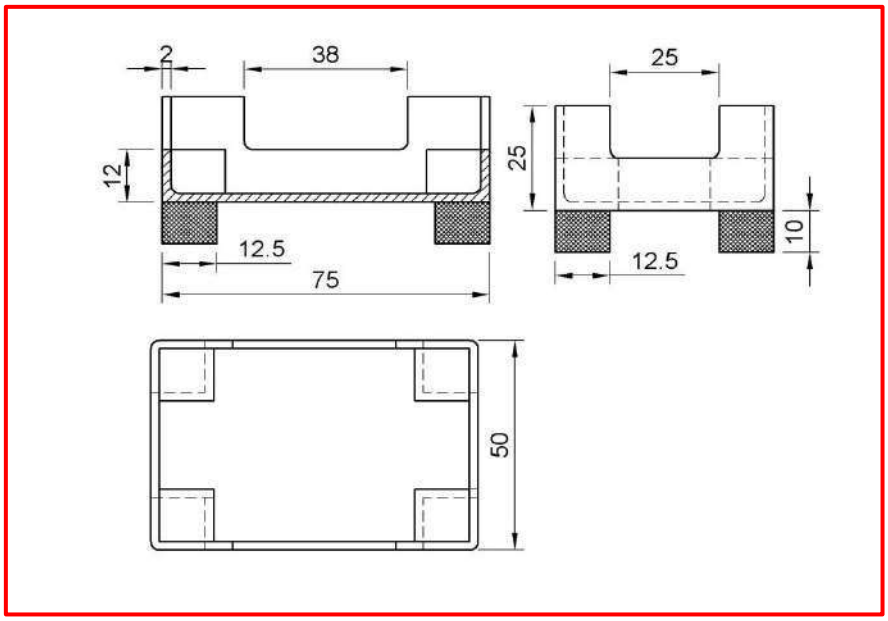
4.مشاكل التشويه والمعاملة الحرارية (في بعض التصاميم).

مثال3: يمثل الشكل (1-6) مسبوكة مصنوعة بمقاطع رقيقة الجدران والتي تم إنتاجها في القالب القشري (Shell Mold) من سبائك المغنيسيوم، ارسم بمقياس رسم 1:1 المقطع الرأسي والمسقطين الجانبي والأفقي.



الشكل 1- 6 المنظور الهندسي لمسبوكة مصنوعة بمقاطع ذات جدران رقيقة من سبائك الالمُنيوم بالمقالبة الرملية.

الحل :



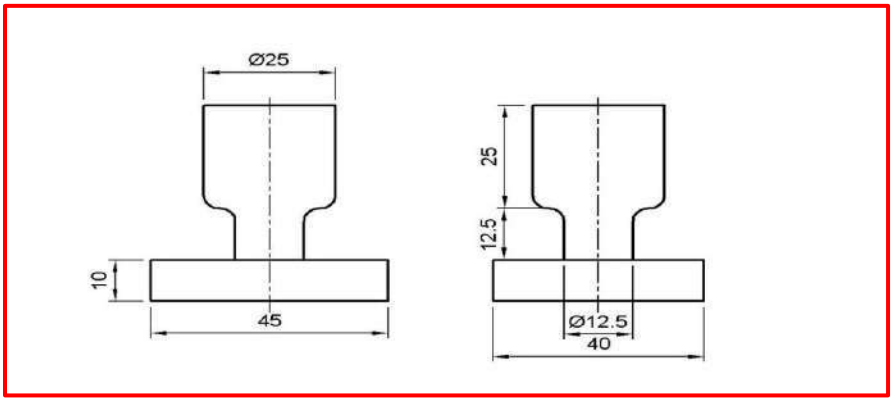
الشكل 1- 7 المقطع الرأسي والمسقطين الجانبي والأفقي لمسبوكة مصنوعة بمقاطع ذات جدران رقيقة.

7-1-1 أعناق المغذيات Riser Necks

لتعزيز الانجماد الاتجاهي من المسبوكة إلى المغذي، يجب أن يكون معامل العنق للمغذي، Mn، متوسط ما بين معامل المسبوكة، ومعامل المغذي على التوالي، Mc، Mr . القاعدة العامة لتصميم عنق المغذي - على الأقل - هي:

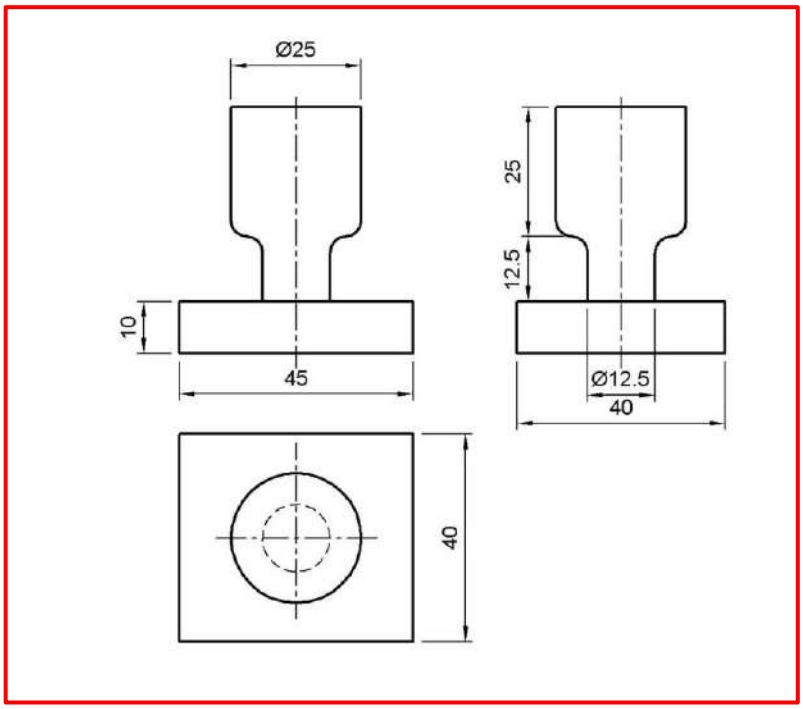
$$Mn = 1.1\ Mc$$

مثال4: يوضح الشكل (1-8) المسقطين الرأسي والجانبي لمغذي مستدير علوي ، بمقياس رسم 1:1. أعد رسم المسقطين مع استنتاج المسقط الافقي.



الشكل 1- 8 المسقط الراسي والمسقط الجانبي لمغذي مستدير علوي.

الحل :



الشكل 1- 9 المساقط الثلاثة لمغذي مستدير علوي .

2-1 رسم انواع مختلفة من المبرِّدات لمعالجة الانجماد غير المسيطر عليه.

Drawing of Various Chills to Treat Uncontrolled Solidification

المبرِّد عبارة عن: كتلة من معدن ذات سعة حرارية عالية أو موصلية حرارية ، مما يسرع من معدل سحب الحرارة في منطقة حرجة من الانجماد ويستخدم لتعزيز الانجماد في جزء معين من قالب السباكة عن طريق التحكم في الدرجات الحرارية وموقع واتجاه الانجماد. عادةً ما يبرد المعدن الموجود في القالب بمعدل معين نسبة لسمك المسبوكة. عندما تمنع الابعاد الهندسية لتجاويف القوالب الانجماد الاتجاهي من الحدوث بشكل طبيعي يمكن وضع المبرِّد للمساعدة في تعزيزه. هناك نوعان من المبرِّدات هي :

المبرِّدات الداخلية: هي عبارة عن قطع معدنية توضع داخل تجويف قالب الصب المعدني. عندما يمتلئ التجويف، يذوب المبرّد ويصبح في النهاية جزءاً من المسبوكة، وبالتالي يجب أن تكون مادة المبرّد من نفس مادة المسبوكة.

المبرِّدات الخارجية: عبارة عن كتل من المواد ذات السعة الحرارية العالية والتوصيل الحراري، يتم وضعها على حافة تجويف قالب السباكة ، وتصبح بشكل فعّال جزءاً من جدار تجويف القالب. يمكن استخدام هذا النوع من المبرِّدات لزيادة مسافة تغذية المغذي أو تقليل عدد المغذيات المطلوبة. يتم استخدامها بشكل أساسي في مقاطع المسبوكة التي يصعب تزويدها بمنصهر المعدن.

يمكن تلخيص القواعد العامة التي يجب اتباعها في استخدام المبرِّدات الخارجية على النحو الآتي :

1- يجب أن تكون أسطحها نظيفة وملائمة بدقة للمنطقة المراد تبريدها.

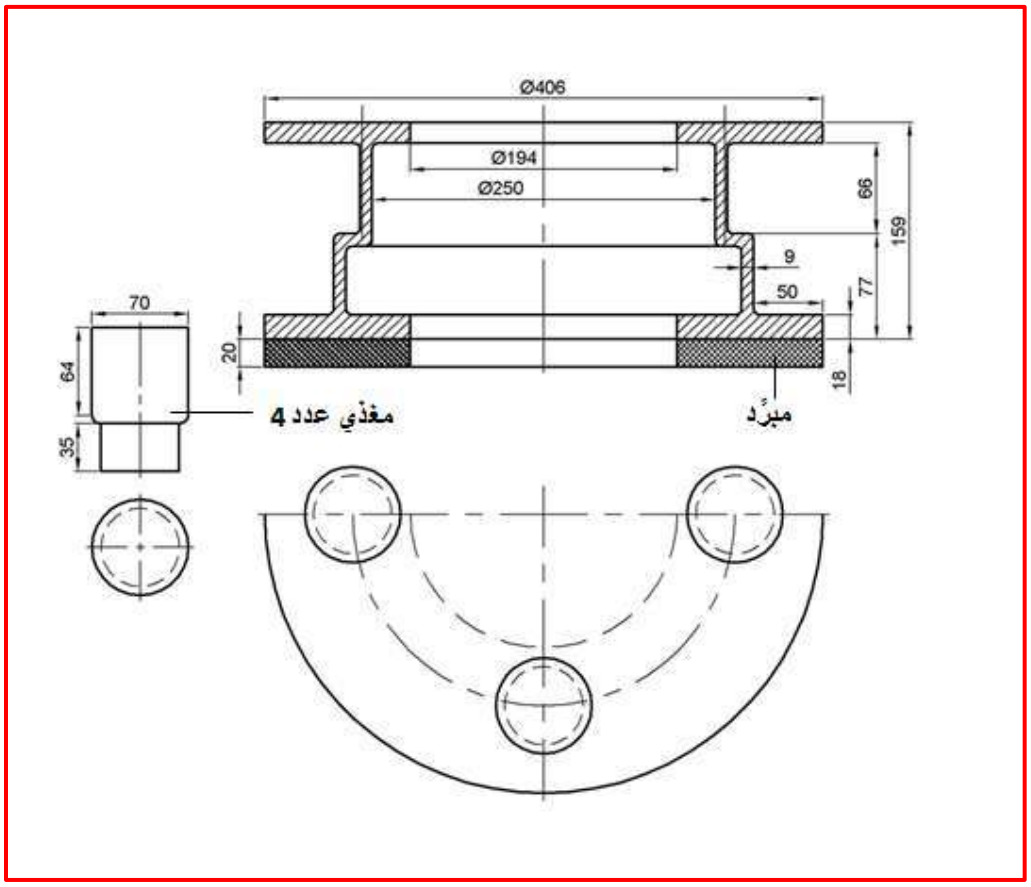
2- يجب أن تكون نهايات وجوانب المبرّدات الكبيرة مدببة. قد يؤدي التبريد الشديد عند حواف المبرّدات إلى حدوث اجهادات حرارية مما يؤدي إلى تكون التشققات.

3- يجب أن تكون المبرِّدات كبيرة بما يكفي حتى لا تلتحم مع المسبوكة.

4- يجب أن لا تكون كبيرة لدرجة أنها تسبب تشقق المسبوكة أو تتداخل مع التغذية.

5- يجب التحكم في منطقة التلامس بين المبرِّد والمسبوكة.

مثال 5: يوضح الشكل (1-10) وضع المغذيات والمبرّد، بمقياس رسم 2:1 (تصغير). أعد رسم المقطع الرأسي ونصف المسقط الافقي.



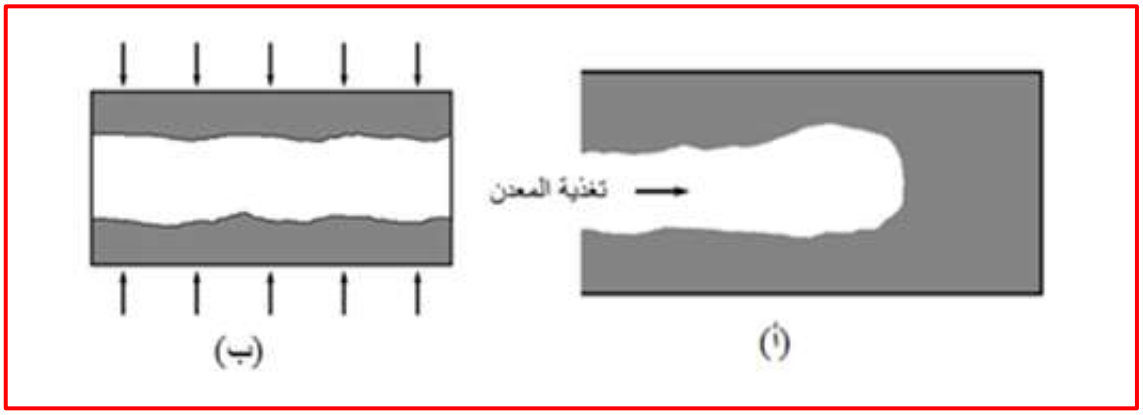
الشكل 1- 10 المقطع الرأسي ونصف المسقط الأفقي لمسبوكة الألمُنيوم التي تستخدم في الطائرات يوضح فيها استعمال مبرِّد خارجي بالإضافة الى المغذيات لتلافي تكوين الفجوات والانكماش خلال الانجماد.

3-1 رسم المُعدات الأساسية لإنتاج مسبوكة متجمدة اتجاهياً.

Drawing of Principle of Equipment for Casting with Directional Solidification

تتقلص معظم المعادن والسبائك مع تغير المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة، لذلك إذا كان منصهر المعدن غير متوفر للتعويض عن هذا الانكماش ، فإن عيب التقلص أو الانكماش سوف يتكون. عندما يسيطر الانجماد التدريجي على الانجماد الاتجاهي سيتشكل عيب انكماش. من أجل إحداث الانجماد الاتجاهي Directional Solidification ، يمكن استخدام المغذيات ، المبرّدات والعوازل ، والتحكم في معدل الصب لمنصهر المعدن، ودرجة حرارة الصب. الانجماد الاتجاهي هو الأسلوب المفضل لسباكة السبائك الفائقة القائمة على معدن النيكل والتي تستخدم في المحركات التوربينية للطائرات وغيرها.

يوضح الشكل (1- 11) عمليتي الانجماد الاتجاهي لمسبوكة خلال عملية الصب باتجاه واحد ، والانجماد التدريجي Progressive Solidification والذي يبدأ من الجدران وينتهي بالمركز.



الشكل 1- 11 : أ- الانجماد الاتجاهي ب - الانجماد التدريجي.

طريقة السباكة بالرغوة المفقودة Lost Foam Casting

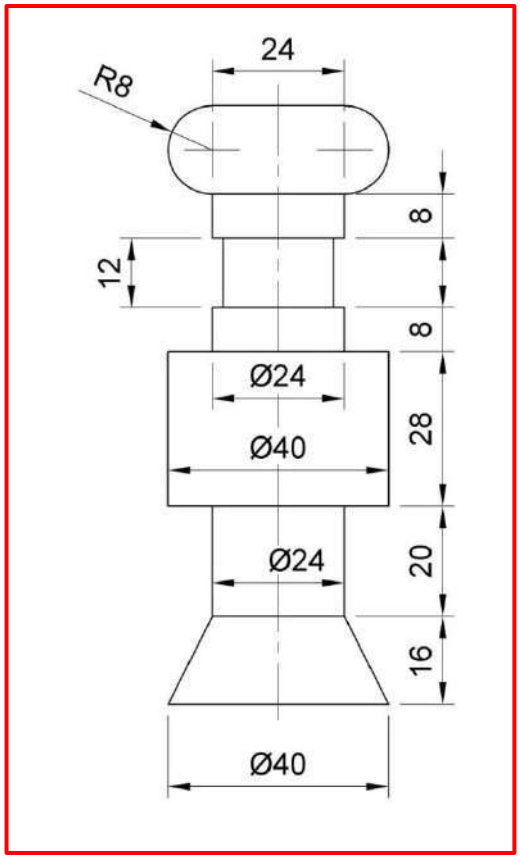
تستخدم طريقة السباكة بالرغوة المفقودة لإنتاج مسبوكات معقدة الشكل من حيث السطح الخارجي والتجاويف الداخلية، إذ لا يمكن إنتاج مثل هكذا مسبوكات بطرائق السباكة التقليدية كإنتاج كتلة أسطوانة محركات السيارات والآليات وغيرها من الأجزاء المعقدة. غالباً ما تستخدم مادة البولستيرين الرغوية في صناعة نماذج قوالب السباكة، إذ توضع تلك النماذج في صندوق المقالبة ومن ثم يتم تعبئة القالب بالرمل من حول الأنموذج ورصه، ويلصق مع الأنموذج منظومة الصب التي تتضمن حوض الصب والقناة الهابطة والمستعرضة وكذلك المغذيات. وعند اكتمال تجهيز القالب يتم صب منصهر

المعدن الذي سوف يقوم بتبخير رغوة البولستيرين (الأنموذج) عند ملامسته ليحل منصهر المعدن محل الأنموذج المتبخر، لذا في هذه الطريقة لا يحتاج إلى إخراج الأنموذج من القالب، وبالتالي سيسهل من عمل المقالبة وفي نفس الوقت تسريع عملية الإنتاج.

لهذه الطريقة تسميات عديدة مثل السباكة بالقالب الكامل Full Mold Casting، أو السباكة بالرغوة المتبخرة Evaporative Foam Casting وكذلك السباكة بالأنموذج المتبخر Evaporative Pattern Casting

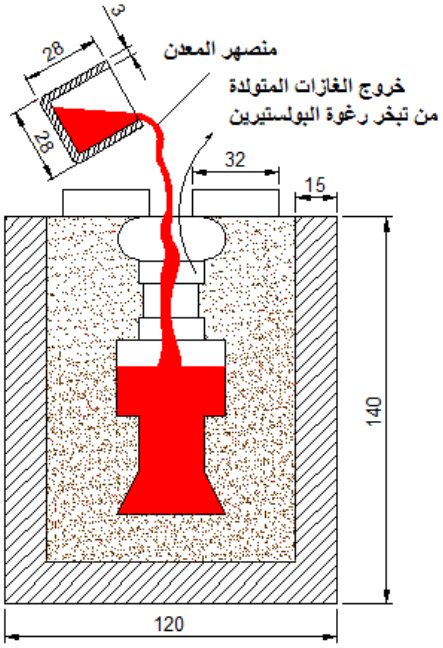
مثال 6: يمثل الشكل (1-13) إنموذجاً لمسبوكة مصنوع من رغوة البولستيرين، المطلوب :

رسم مقطعين رأسيين يبيّن الأول عملية السباكة بالرغوة المفقودة بعد وضع النموذج داخل تجويف القالب ورص رمل المقالبة من حول الأنموذج ، ويبيّن في الثاني إحلال منصهر المعدن محل الأنموذج المتبخر لتكوين المسبوكة المطلوبة.

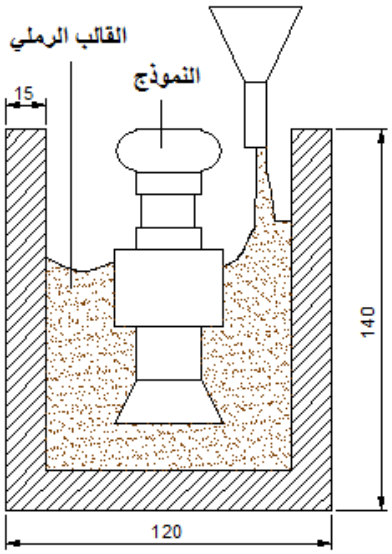


الشكل 1- 13 إنموذجاً لمسبوكة مصنوع من رغوة البولستيرين.

الحل :



(2)



(1)

الشكل 1- 14 : (1) مقطع رأسي لعملية السباكة بالرغوة المفقودة بعد وضع الأنموذج داخل تجويف القالب ورص رمل المقالبة (2) إحلال منصهر المعدن محل الأنموذج المتبخر

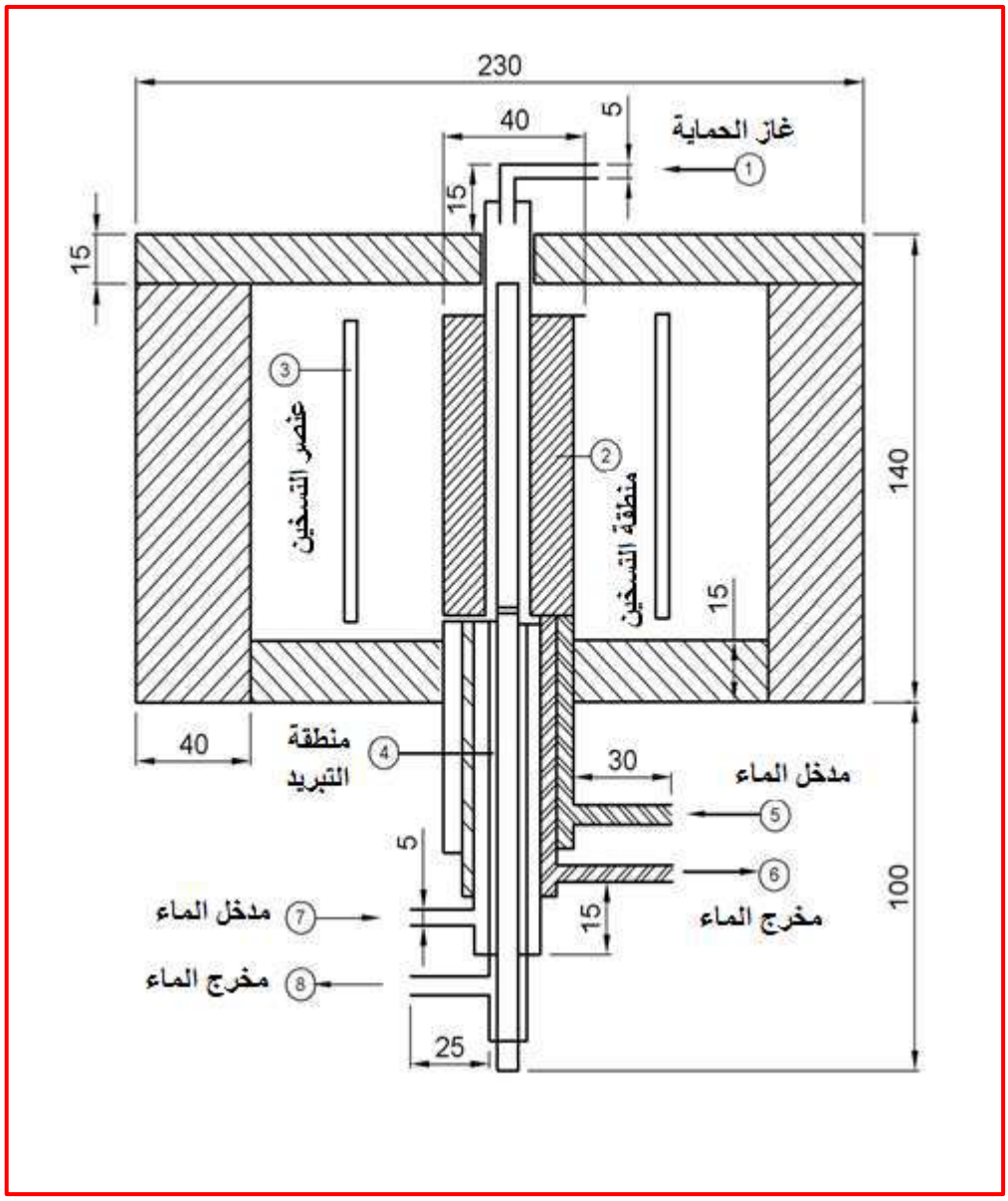
1-3-1 أفران بردجمان Bridgman للانجماد الاتجاهي

لسباكة المعادن بحبيبات (بلورات) طولية الشكل، تم تطوير أفران بردجمان Bridgman (تسمى أيضا أفران الانجماد الاتجاهي). هذا الفرن موضح في الشكل (1-15). إن هذه الافران شائعة في إنتاج أنواع معينة من أشباه الموصلات.

مثال 7: بمقياس رسم 1:1 اعد رسم المقطع الرأسي لفرن بردجمان الموضح في الشكل (1-15)، مع وضع الابعاد وتأشير الاجزاء.

ملاحظة : تؤخذ الابعاد الناقصة من الرسم مباشرة.

الحـــل :



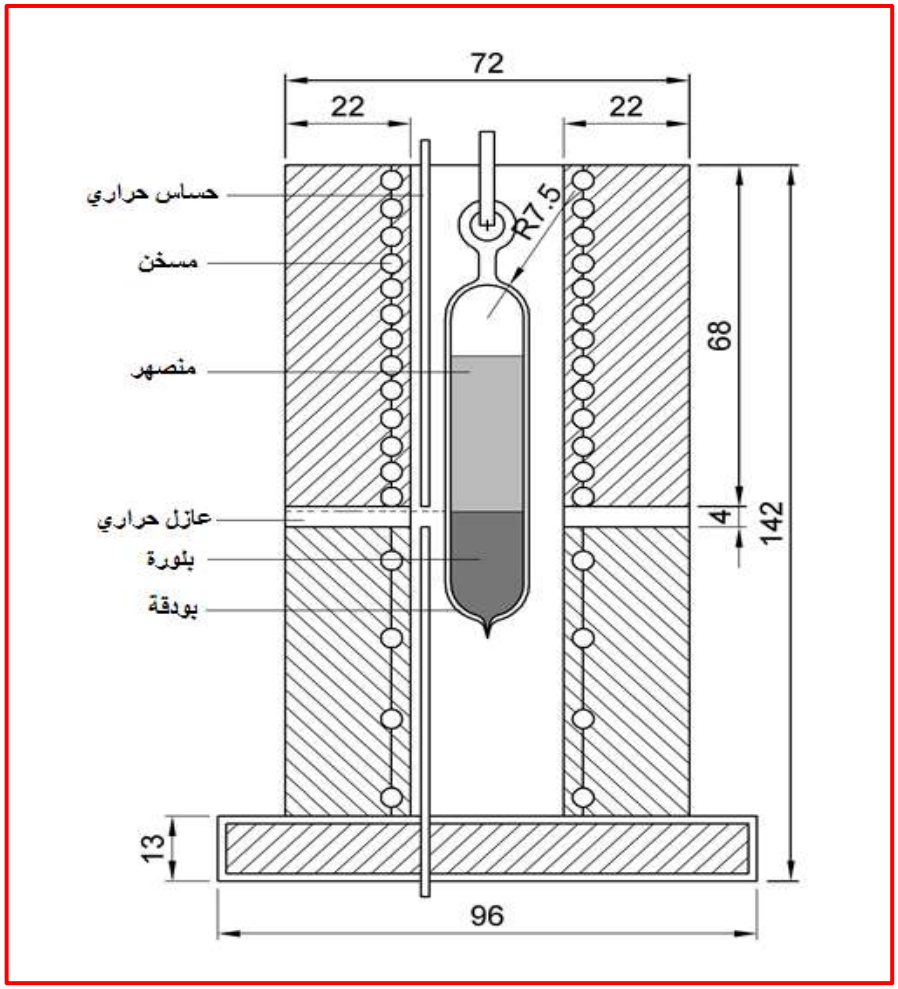
الشكل 1-15 المقطع الرأسي لفرن بردجمان Bridgman.

2-3-1 افران بردجمان – ستوك باركرBridgman –Stock Barger

تتضمن الطريقة تقنيتين متماثلين ولكن متميزة وتستخدم في المقام الأول لإنتاج مسبوكات احادية البلورة (Single Crystal)، ويمكن استخدامها لإنتاج مسبوكات متعددة البلورات (Polycrystalline ingots) كما في الشكل (1-16) .

مثال 8: بمقياس رسم 1:1 اعد رسم المقطع الرأسي لفرن بردجمان – ستوك باركر الموضح في الشكل (1-16)، مع وضع الابعاد وتأشير الاجزاء .

ملاحظة : تؤخذ الابعاد الناقصة من الرسم مباشرة .

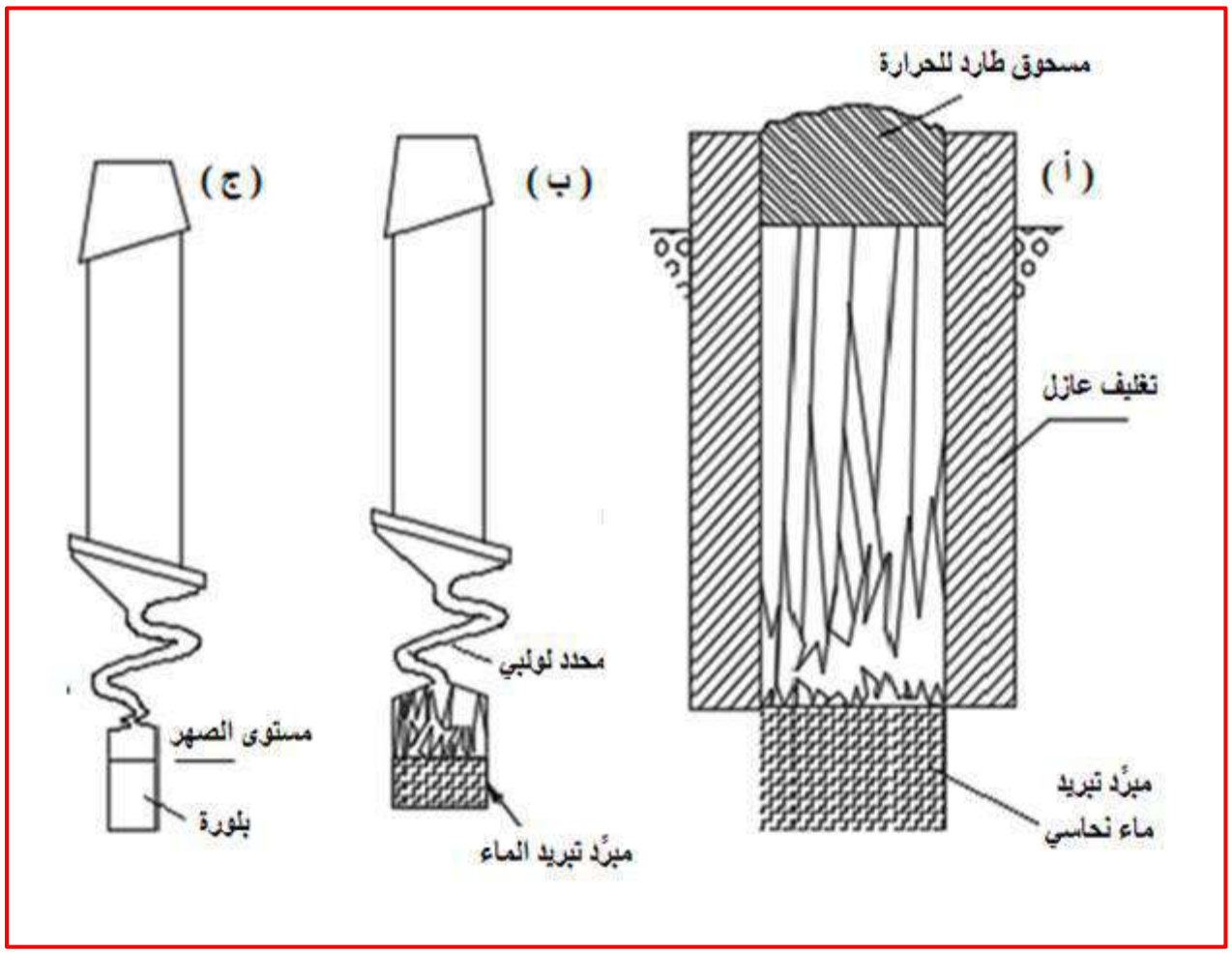


الشكل 1-16 المقطع الرأسي لفرن بردجمان – ستوك باركر.

4-1 رسم عملية إنتاج نصل (ريشة) توربين.

Drawing of Production of Turbine Blade Process

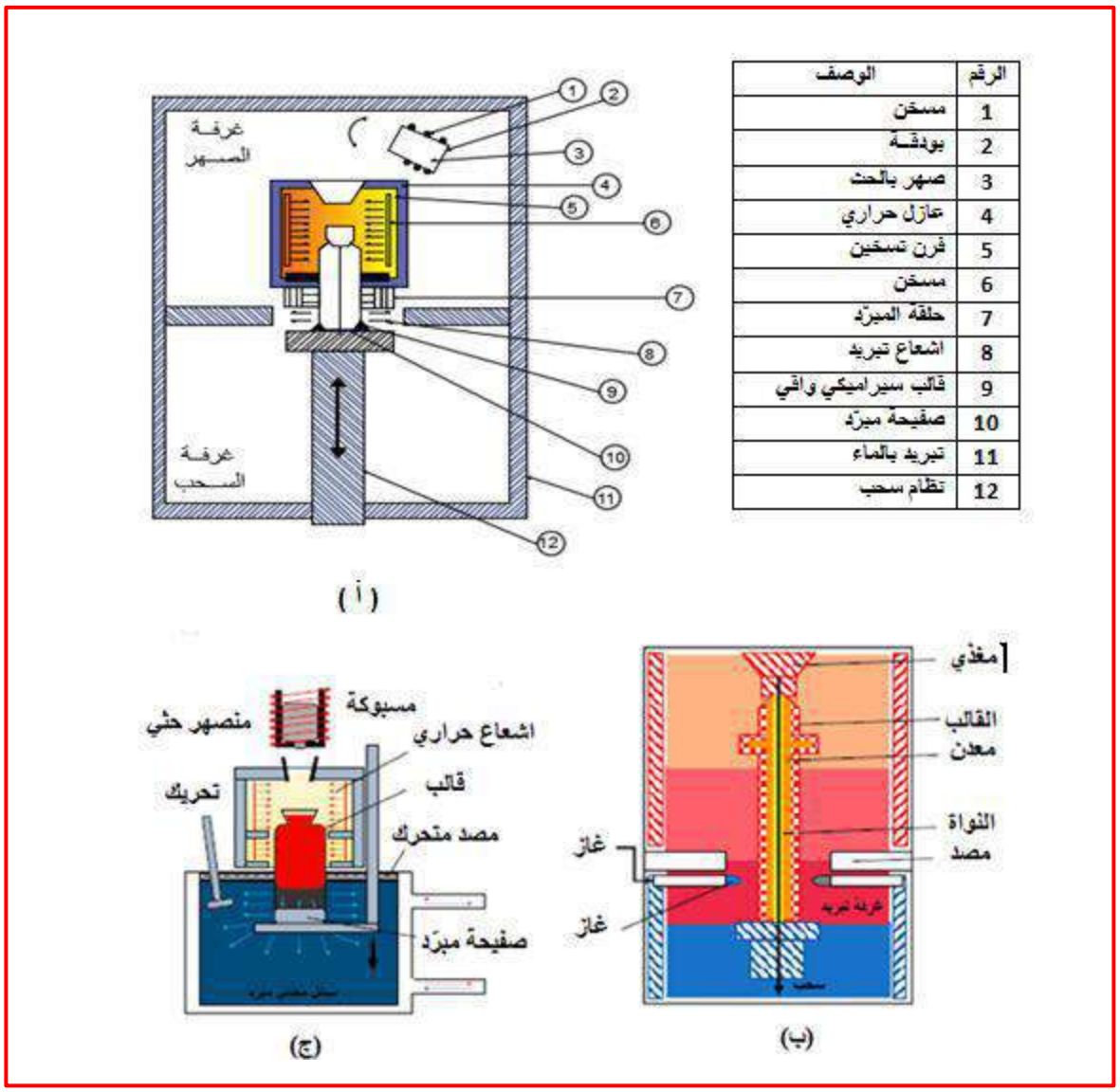
يستخدم الانجماد الاتجاهي (DS) في الغالب للحصول على انجماد أحادي الاتجاه. تم استخدامه للحصول على ريش (نصل) التوربينات للمحركات النفاثة. يعتمد انتاج نصل التوربين على المبدأ الموضح في الشكل (1-17) بالاعتماد على الانجماد الاتجاهي للحصول على بلورة احادية ، إذ يطلق على هذه العملية تسمية انجماد البلورة الاحادية.



الشكل1-17 بلورة احادية أ) الانجماد الاتجاهي الموّجه. ب) نمو بلورة احادية من قاعدة الانجماد الاتجاهي. ج) بلورة احادية نمت من نواة وموجهة بدقة.

1-4-1 انجماد البلورة الاحادية Single Crystal Solidification

بعد صهر وصب منصهر المعدن في القالب، يتم سحب القالب ببطء من منطقة ساخنة عند درجة حرارة أعلى من نقطة انصهار السبيكة إلى منطقة باردة. يتم فصل المنطقتين بالفواصل المصممة لتناسب القالب عن كثب قدر الإمكان وللحفاظ على اعلى انحدار في درجة الحرارة . معدل سحب نصل التوربينات قد يستغرق ما يصل إلى ساعتين. الشكل (1-18) يوضح مبدأ انتاج نصل (ريشة) التوربين، إذ يمثل (أ) فرن بردجمان (Bridgman) المفرغ والذي يظهر الفواصل (Baffle) اوالرفوف الحرارية والتي تفصل بين مناطق التسخين والتبريد ، اما (ب) فيمثل مخطط الصب بمساعدة التبريد بالمعدن السائل، و(ج) يبين مخطط غاز التبريد لعملية الصب. الشكل (ب) والشكل (ج) (اثرائي) .

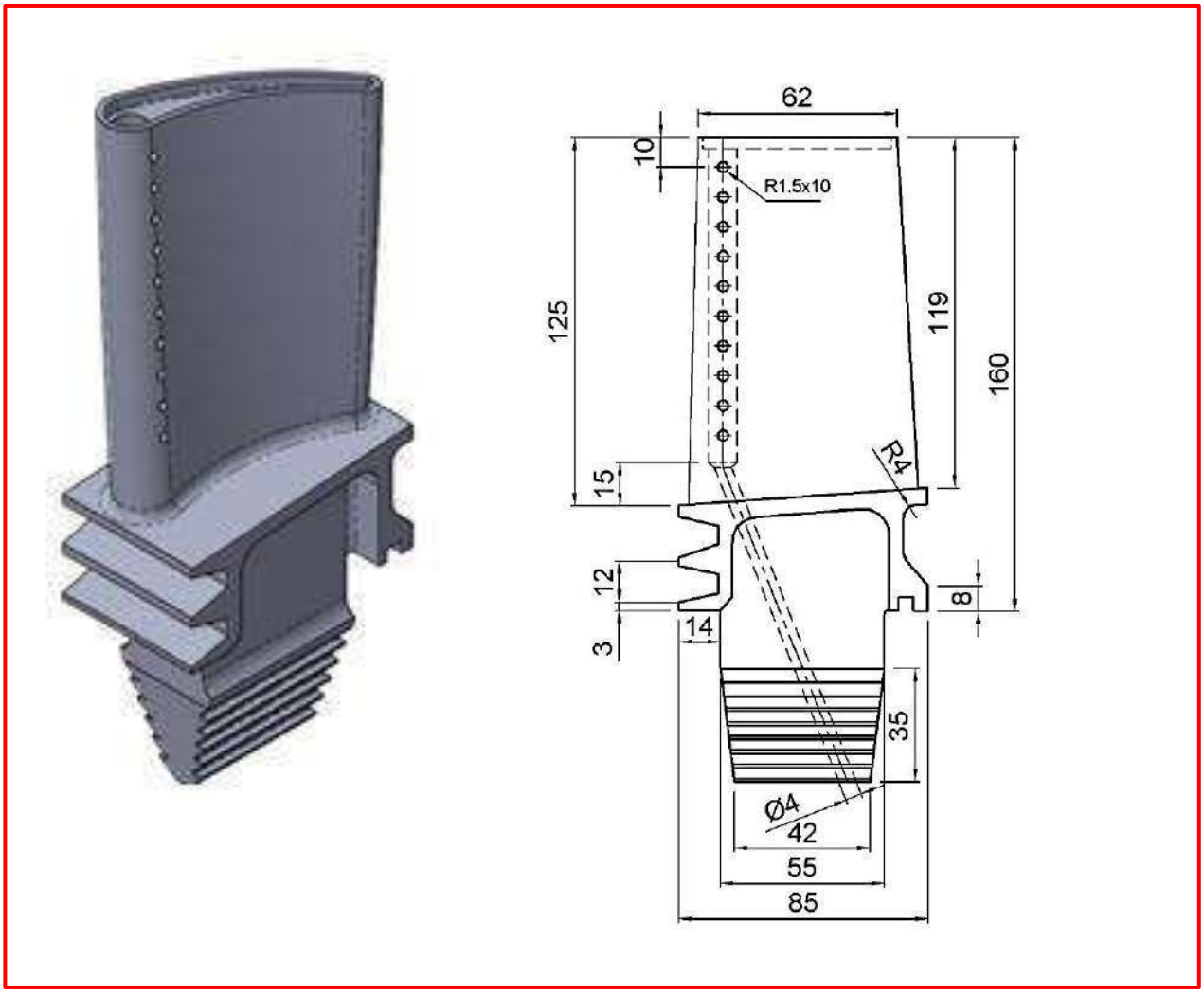


الرقم	الوصف
1	مسخن
2	بودقة
3	صهر بالحث
4	عازل حراري
5	فرن تسخين
6	مسخن
7	حلقة المبرّد
8	اشعاع تبريد
9	قالب سيراميكي واقي
10	صفيحة مبرّد
11	تبريد بالماء
12	نظام سحب

الشكل 1-18 عملية إنتاج ريشة (نصل) التوربين الحديثة.

من خلال إنتاج بلورة احادية، يمكن التخلص من الحدود البلورية التي تمثل مناطق ضعف في السبيكة، علاوة على ذلك يمكن تطوير السبائك للحصول على أقصى قدر من الخصائص مثل: المتانة، ومقاومة التآكل، والاكسدة، لأن غياب حدود الحبيبات تعني زيادة المقاومة لأنه عادة الفشل يكون في الحدود البلورية. إن ريش التوربينات والريش الخاصة بمحركات الطائرات قد حققت قفزة أخرى إلى الأمام، بما يتجاوز مسبوكات الانجماد الاتجاهي الاخرى، وتستخدم الآن في المواقع الأكثر طلباً في مجال التوربينات، والتي تتحمل الاجهادات القصوى ودرجة الحرارة، والتي تسمى بالسبائك الفائقة (Super Alloy) .

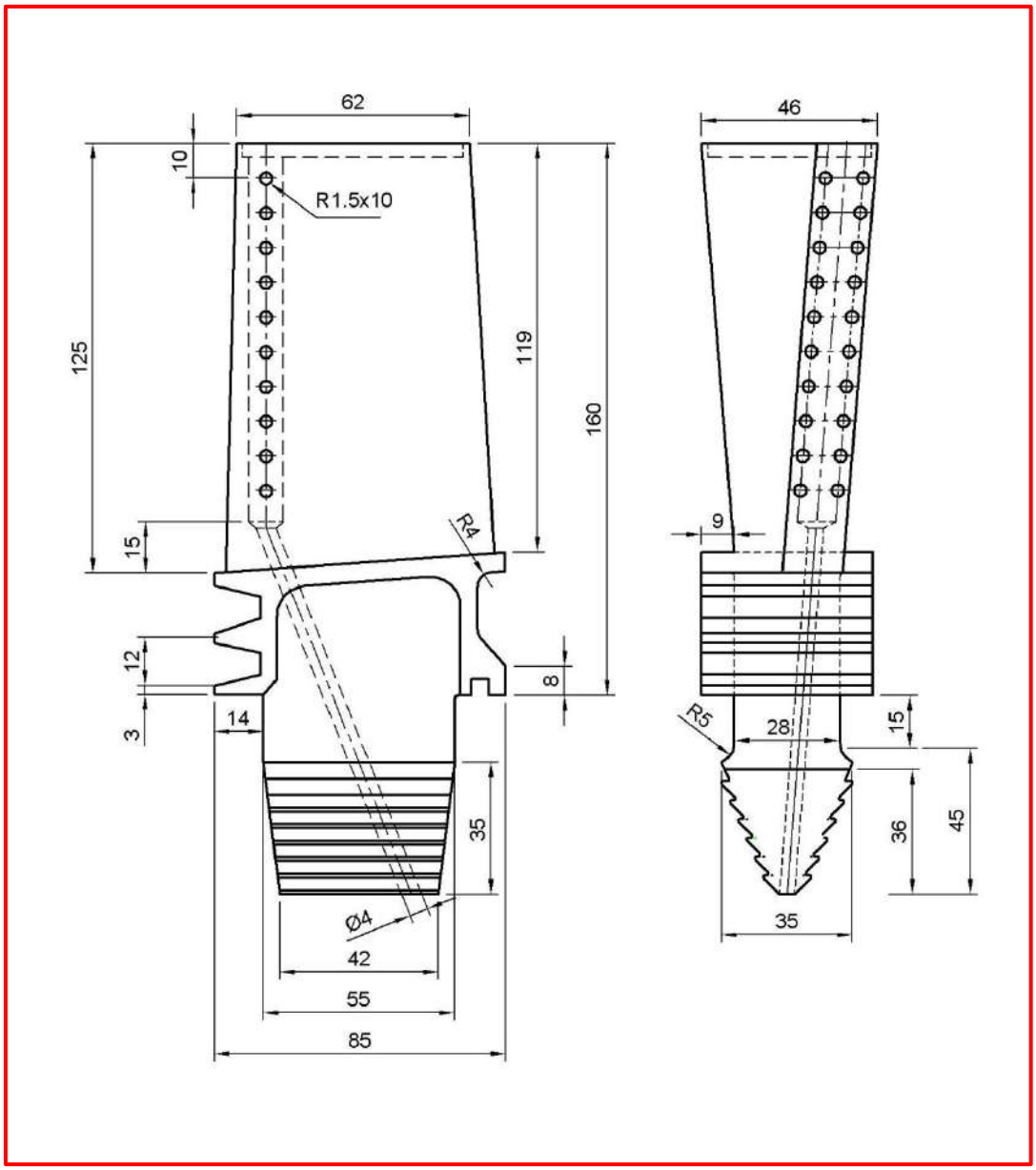
وفي الشكل (1- 19) المنظور الهندسي والمسقط الرأسي لريشة (نصل) التوربين.



الشكل 1- 19 المنظور الهندسي والمسقط الرأسي لريشة (نصل) التوربين.

مثال 9: بمقياس رسم 1:1 ارسم المسقط الرأسي والمسقط الجانبي لريشة التوربين الموضحة في الشكل (1- 19) مع وضع الابعاد. (تؤخذ الابعاد الناقصة من الرسم مباشرة).

الحل :

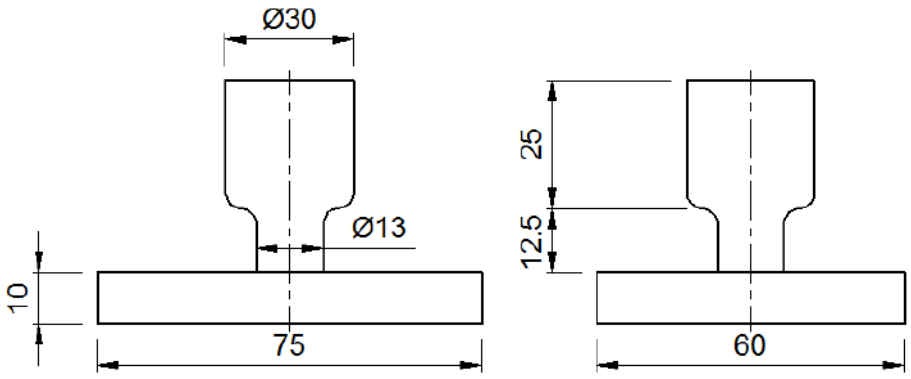


الشكل 1- 20 المسقط الرأسي والمسقط الجانبي لريشة التوربين.

تمارين الفصل الاول

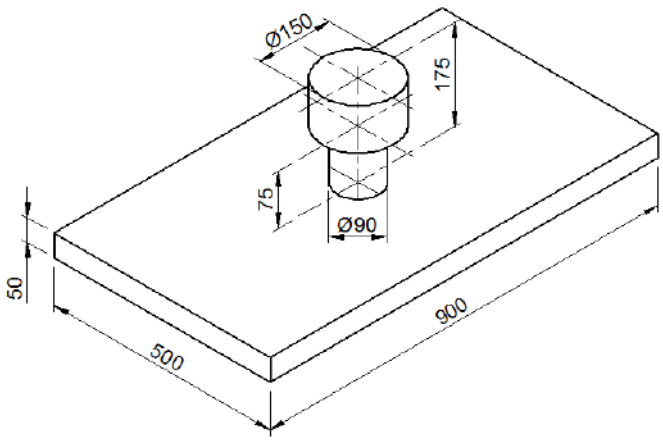
التمرين الاول : يبيّن الشكل أدناه المسقط الرأسي، والمسقط الجانبي لمغذي مسبوكة، المطلوب بمقياس رسم 1:1 ارسم ما يأتي :

1- المقطع الرأسي.
2- المسقط الجانبي.
3- المسقط الافقي.



التمرين الثاني : يوضح الشكل (1- 6) المنظور الهندسي لمسبوكة من سبائك المغنيسيوم تم انتاجها بطريقة (Shell Mold) . المطلوب رسم المسقط الرأسي والمقطع الجانبي بمقياس رسم (1:1).

التمرين الثالث : يوضح الشكل ادناه إحدى قواعد تصميم عنق المغذي، إرسم بمقياس رسم 1:1 المساقط الثلاثة.

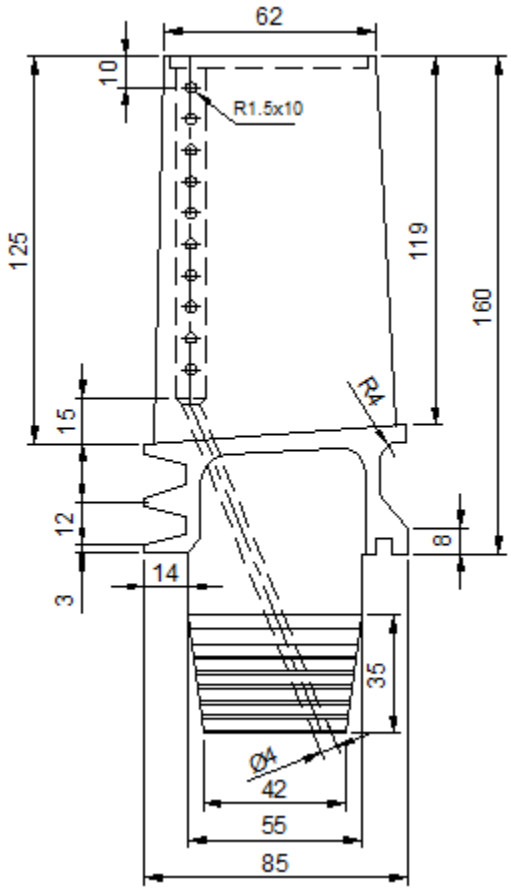


التمرين الرابع: بمقياس رسم 1 : 2 (تصغير) ارسم المقطع الرأسي لفرن برجمان المستعمل للحصول على الانجماد الاتجاهي مع وضع الابعاد وتأشير اجزاء الفرن.

التمرين الخامس: يبيّن الشكل (1-16) المقطع الرأسي لفرن بردجمان – ستوك باركر، بمقياس رسم 1:1 اعد رسم المقطع الرأسي للفرن مع وضع الابعاد وتأشير الاجزاء.

ملاحظة : تؤخذ الابعاد بالقياس من الرسم مباشرة .

التمرين السادس: يبيّن الشكل يبين المسقط الرأسي لريشة (نصل) توربين، إرسم بمقياس رسم 1:1 مقطع رأسي كامل ومسقط جانبي، (تؤخذ الابعاد الناقصة من الرسم مباشرة).



الفصل الثاني

تطبيقات الرسم على السباكة بالقوالب الدائمية

Drawing Applications on Permanent – Mold Casting

أهداف الفصل:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادرا على أن :

1- يرسم منظومة السباكة بالضغط الواطئ.

2- يرسم ماكنة السباكة بالضغط (قالب معدني بارد).

3- يرسم ماكنة السباكة بالضغط (قالب معدني ساخن).

4- يرسم انتاج بكرة بطريقة القوالب المعدنية بالضغط على الساخن.

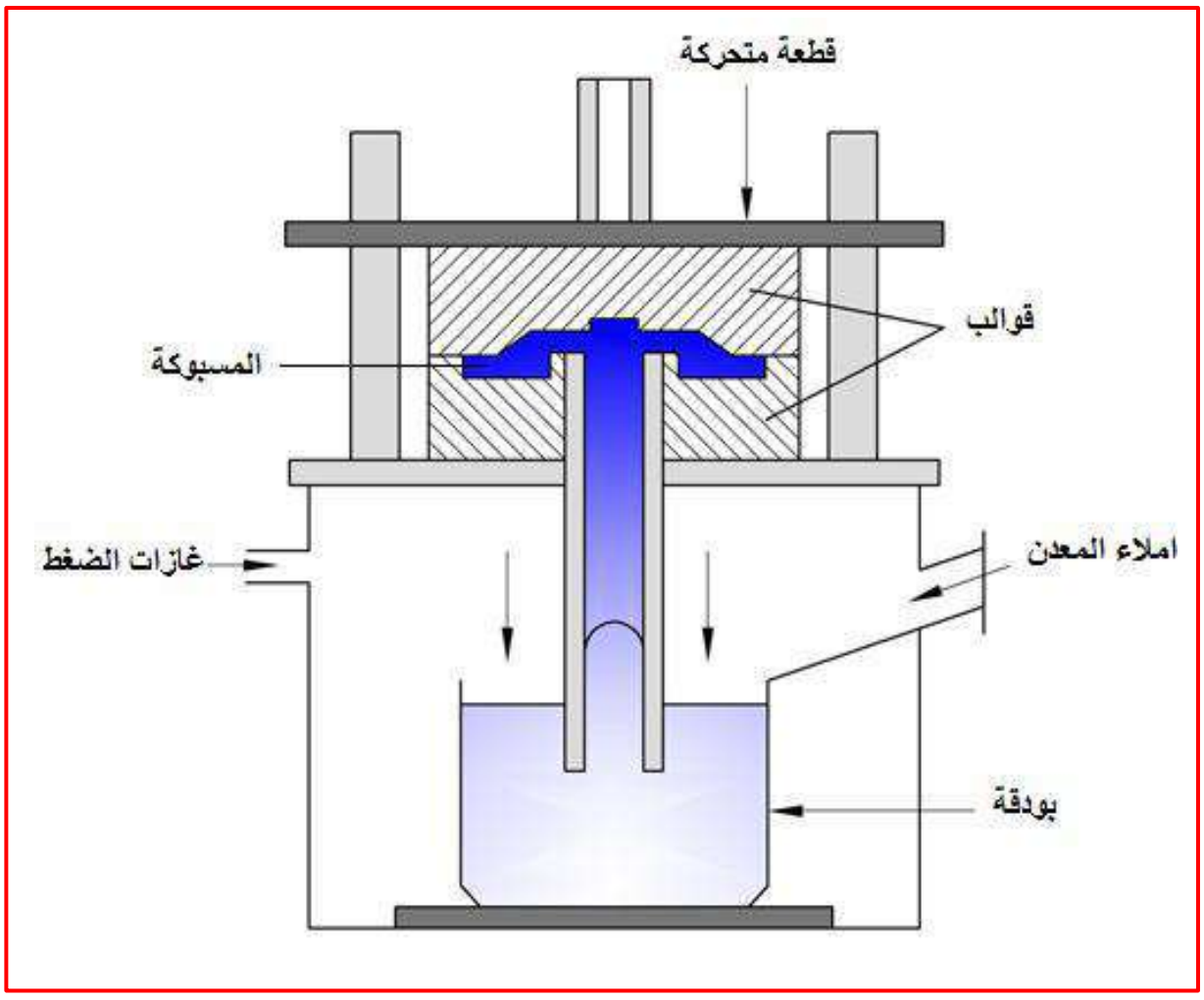
5- يرسم انتاج بكرة بطريقة القوالب المعدنية بالضغط على البارد.

6- يرسم منظومة سباكة بالقالب المعدني المفرغ من الهواء (بالتخلخل).

1-2 رسم منظومة سباكة بالضغط الواطئ.

Drawing of Low–Pressure Casting System

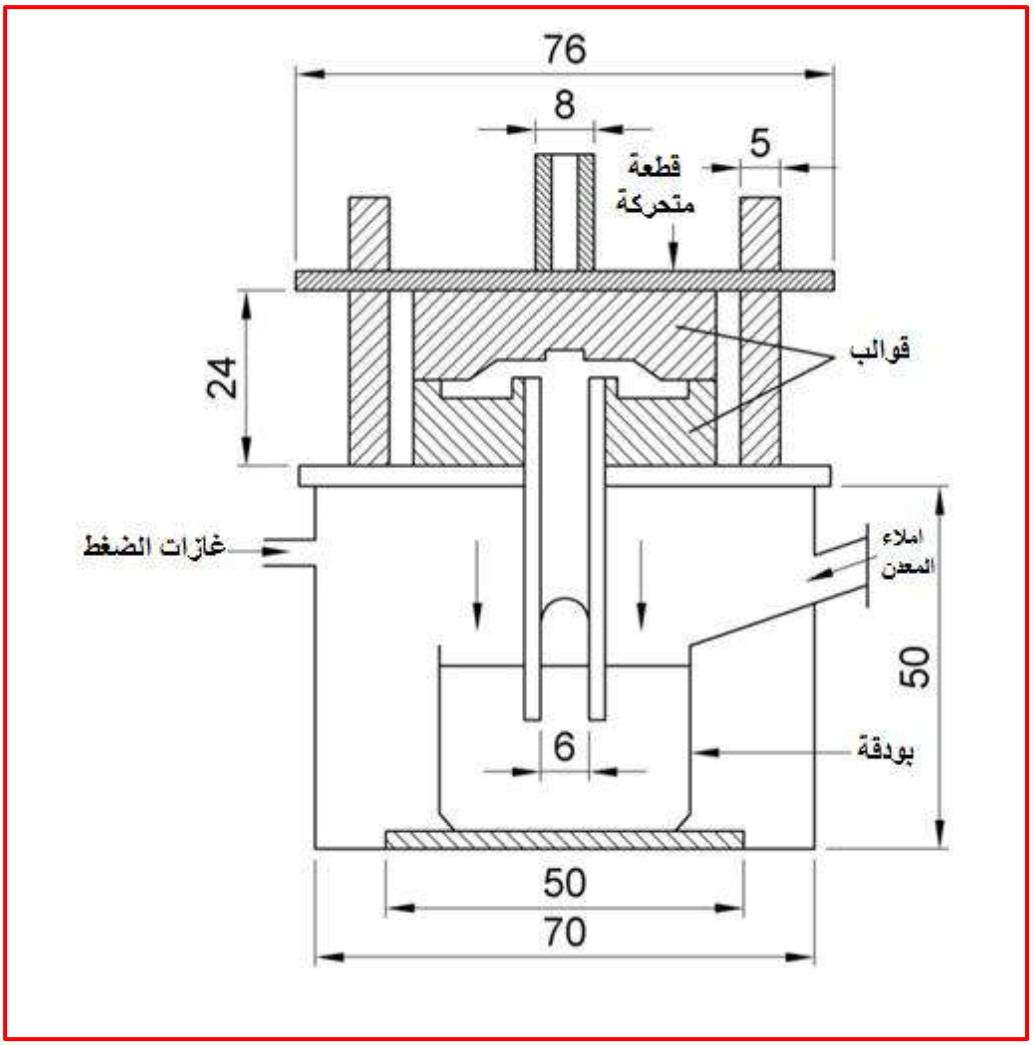
تُعد السباكة بالضغط الواطئ احدى طرائق الإنتاج التي تستخدم الضغط بدلا من الجاذبية لملىء القوالب مع منصهر المعدن مثل: الألمُنيوم والمغنيسيوم. في هذه العملية، يقع الفرن أسفل قالب السباكة ويتم توجيه المعدن السائل للأعلى من خلال أنبوب الرافع في التجويف. يتم تسليط الضغط باستمرار، في بعض الأحيان لزيادة املاء القالب وفي اخرى للاحتفاظ بالمعدن في مكانه داخل القالب حتى يتجمد. بمجرد أن تتجمد المسبوكة، يتم إزالة الضغط وعندها فإن أي سائل متبقي في الأنبوب أو تجويف القالب سوف يتدفق إلى الفرن لـ "إعادة التدوير". عند تبريدها، تتم إزالة المسبوكة ببساطة، والشكل (2-1) يوضح طريقة السباكة المستخدمة.



الشكل 2-1 رسم تخطيطي لطريقة السباكة بالضغط الواطئ.

مثال 1: ارسم بمقياس رسم 1:1 المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالضغط الواطئ ، الموضحة بالشكل (2-1) مع وضع الابعاد وتأشير الاجزاء (تؤخذ الابعاد من الرسم مباشرة).

الحل :

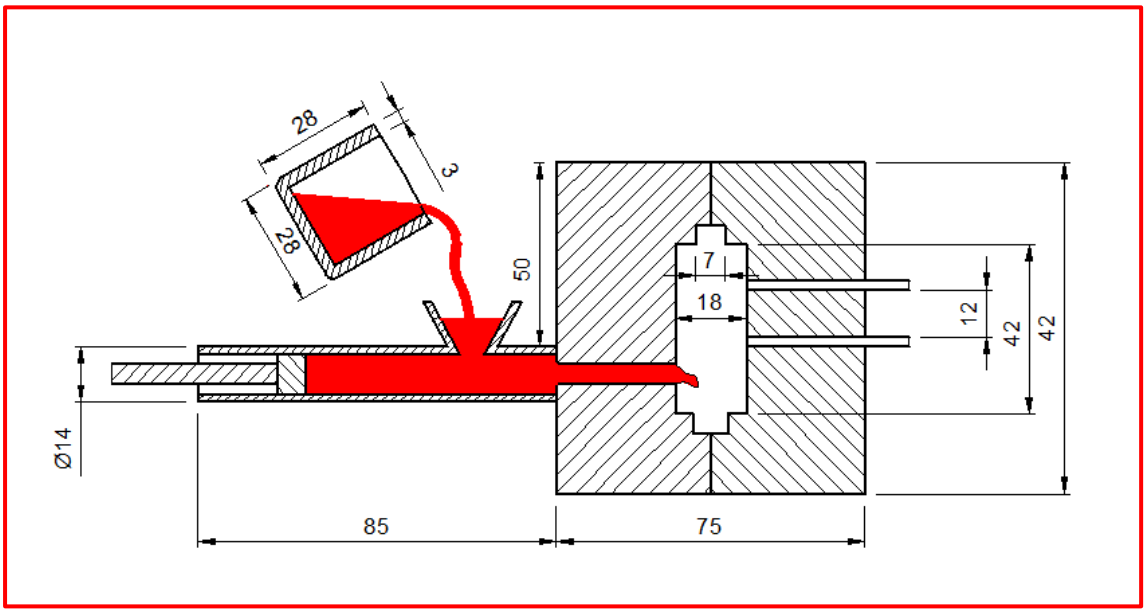


الشكل 2- 2 المقطع الرأسي لفرن السباكة بالضغط الواطئ.

2-2 رسم ماكنة السباكة بالضغط بقالب معدني (بارد).

Drawing of Cold- Chamber Pressure Die Casting Machine

مثال 2: بمقياس 1:1 أعد رسم المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالضغط قالب معدني (بارد)، الموضح بالشكل (2-3) مع وضع الابعاد وتأشير الاجزاء (تؤخذ الابعاد الناقصة من الرسم مباشرة).

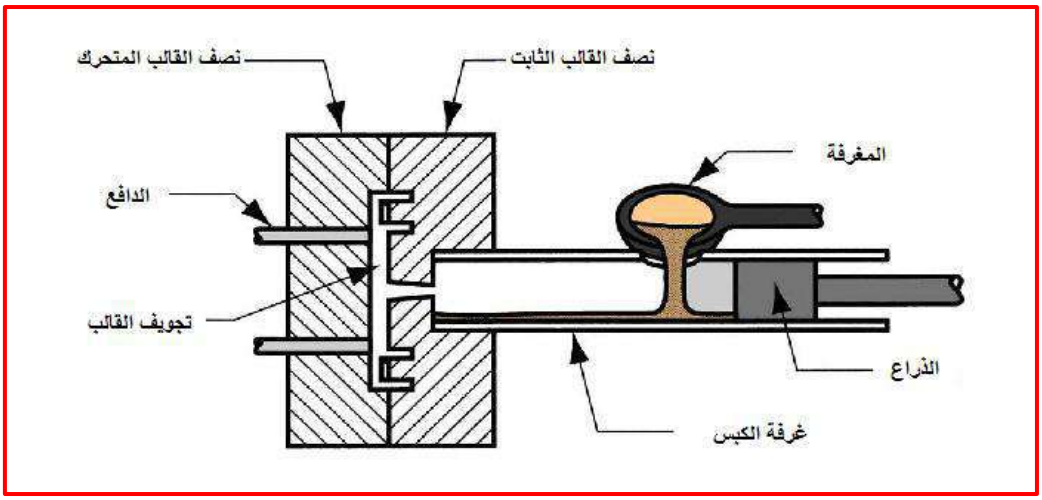


الشكل 2-3 المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالضغط قالب معدني بارد.

3-2 رسم مراحل انتاج طارة بالسباكة بالضغط بقالب معدني (بارد).

Drawing of production pulley by Cold Chamber Die Casting

أثناء الصب بماكنة السباكة ذات الحجرة الباردة ، تُغرف الشحنة المنصهرة من البودقة الى غرفة الكبس. يقوم المكبس الذي يعمل هيدروليكياً بدفع منصهر المعدن إلى قالب الصب. لاحظ الشكل (2- 4).

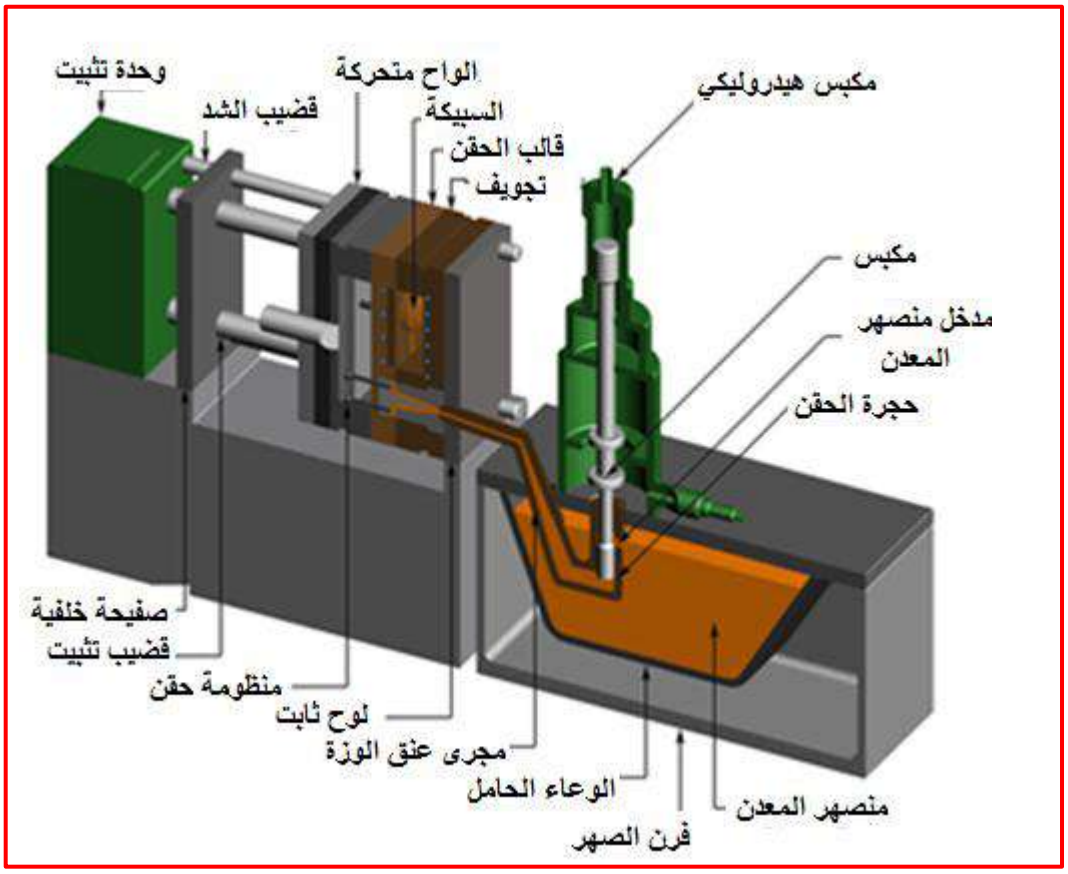


الشكل 2-4 ماكنة السباكة بقالب معدني ذو الحجرة الباردة لإنتاج طارة.

4-2 رسم ماكنة السباكة بالضغط بقالب معدني (ساخن).

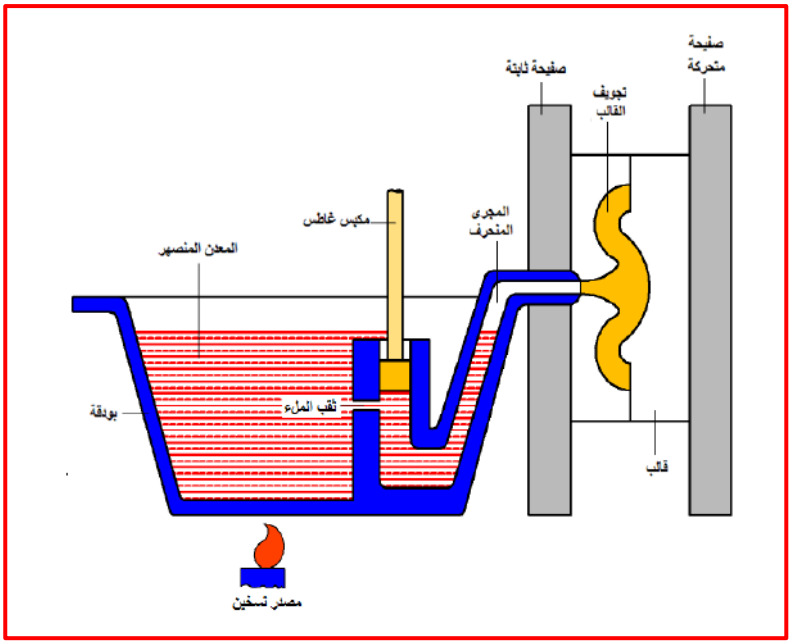
Drawing of Hot- Chamber Pressure Die Casting Machine

تُستخدم مكائن السباكة بالضغط بالغرفة الساخنة بشكل أساسي لسباكة الخارصين والسبائك ذات نقطة الانصهار المنخفضة والتي لا تتسبب بتآكل الوعاء المعدني لماكنة الحقن والأسطوانات والمغاطس بسهولة. أدت التكنولوجيا المتقدمة وتطوير مواد جديدة ذات درجات انصهار عالية إلى توسيع استخدام مكائن السباكة بالضغط بالحجرة الساخنة لسبائك المغنيسيوم. يوضح الشكل (2-5) آلية المكبس المغمورة في منصهر المعدن.



الشكل 2-5 ماكنة الحقن بالغرفة الساخنة (Hot- Chamber).

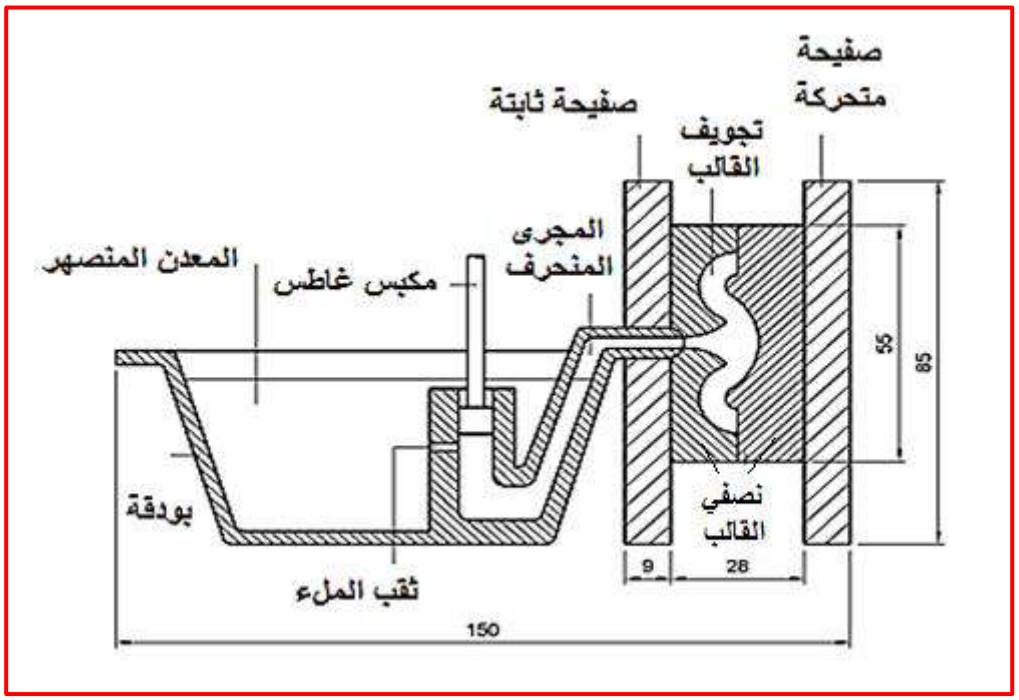
في ماكنة السباكة بالضغط بالغرفة الساخنة يتم غمر آلية الحقن في منصهر المعدن في فرن متصل بالماكنة. عند رفع المكبس، يتم فتح منفذ يسمح منصهر المعدن بملء الأسطوانة. عندما يتحرك المكبس للأسفل لإغلاق المنفذ، فإنه يجبر منصهر المعدن بالدخول من خلال مجرى على شكل عنق الاوزة والفوهة في القالب. بعد أن يتصلب المعدن، يتم سحب المكبس، ويفتح القالب، ويتم إخراج المسبوكة. الشكل رقم (2- 6) يمثل مخطط لماكنة سباكة بالضغط بالغرفة الساخنة مؤشر عليه الأجزاء.



الشكل 2- 6 يمثل مخطط لماكنة سباكة بالضغط بالغرفة الساخنة

(Hot- Chamber Pressure Die Casting)

مثال 3 : بمقياس رسم 1:1 ارسم المقطع الرأسي لماكنة سباكة بالضغط بالغرفة الساخنة الموضحة في الشكل (2-7).



الشكل 2- 7 المقطع الرأسي لماكنة سباكة بالضغط بالغرفة الساخنة.

5-2 رسم تتابع انتاج طارة بالسباكة بالضغط لقالب معدني (ساخن).

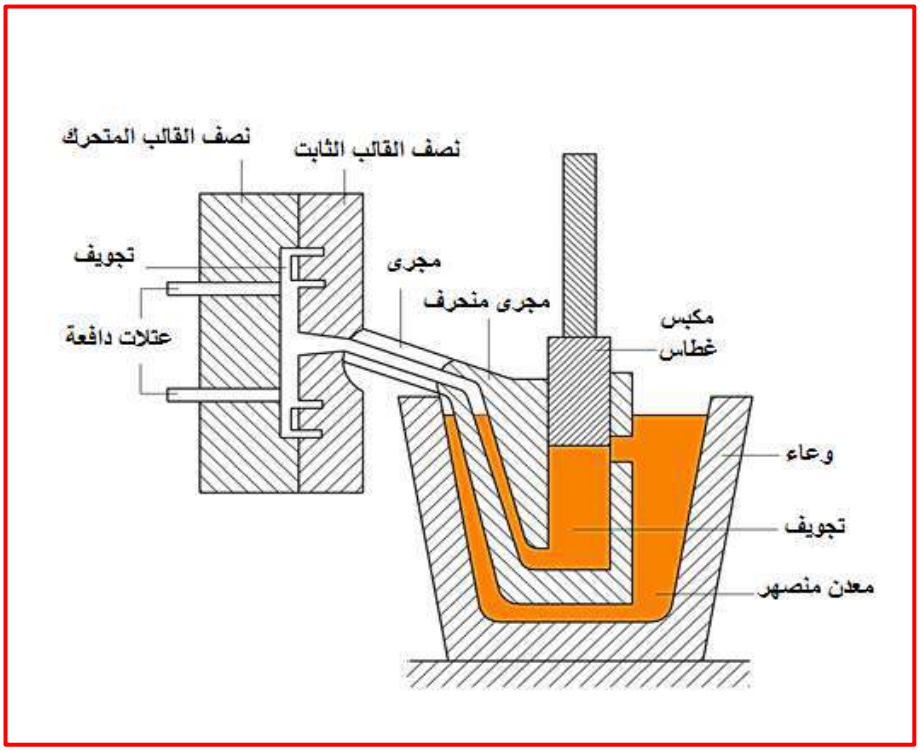
Drawing of Production Pulley by Hot-Chamber Die Casting

تحتوي ماكنة السباكة بالضغط ذات الغرفة الساخنة على وعاء الانصهار، في حين أن وعاء الصهر في الغرفة الباردة منفصل ويجب أن يُغرف منصهر المعدن في حجرة الحقن ،مما تجعل الغرفة الساخنة أسرع في العمليتين.

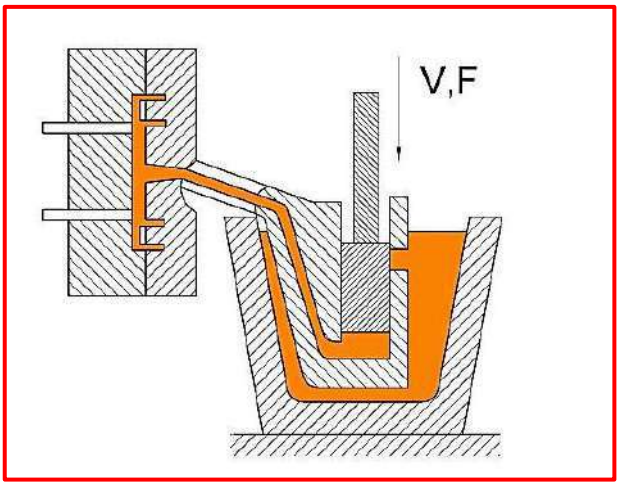
تشمل المزايا الأخرى لعملية السباكة بالضغط ذات الغرفة الساخنة، انخفاض المسامية، وإطالة عمر القالب المصنع من السبائك المقاومة للتآكل والحرارة عند استخدامها تحت الحرارة أو الضغط العالي.

عملية سباكة طارة (Pulley) بالضغط بقالب الغرفة الساخنة.

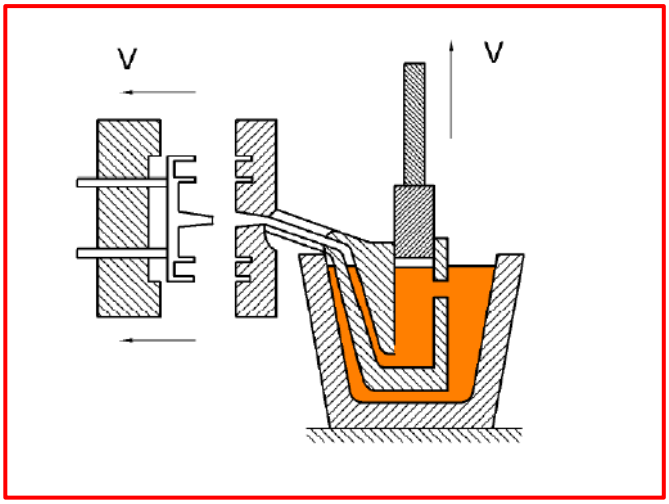
تتم عملية الانتاج لمسبوكة الطارة بعدة مراحل، والشكل(2-8) يبين مراحل عملية السباكة بالضغط بالغرفة الساخنة الطارة.



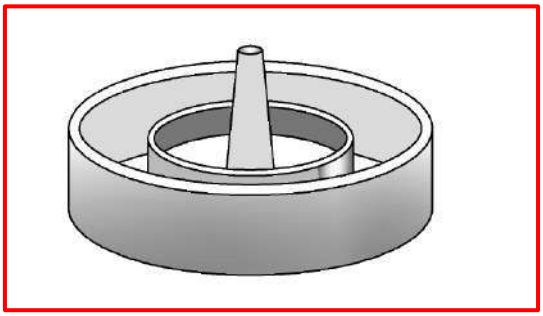
(أ) مقطع رأسي كامل لإنتاج الطارة.



(ب) مقطع رأسي لماكنة سباكة بالضغط بالغرفة الساخنة المكبس في حالة النزول (مرحلة الضغط).



(ج) مقطع رأسي لماكنة سباكة بالضغط بالغرفة الساخنة المكبس في حالة صعود المكبس ودفع المسبوكة (اخراج المسبوكة)
(اخراج المسبوكة).



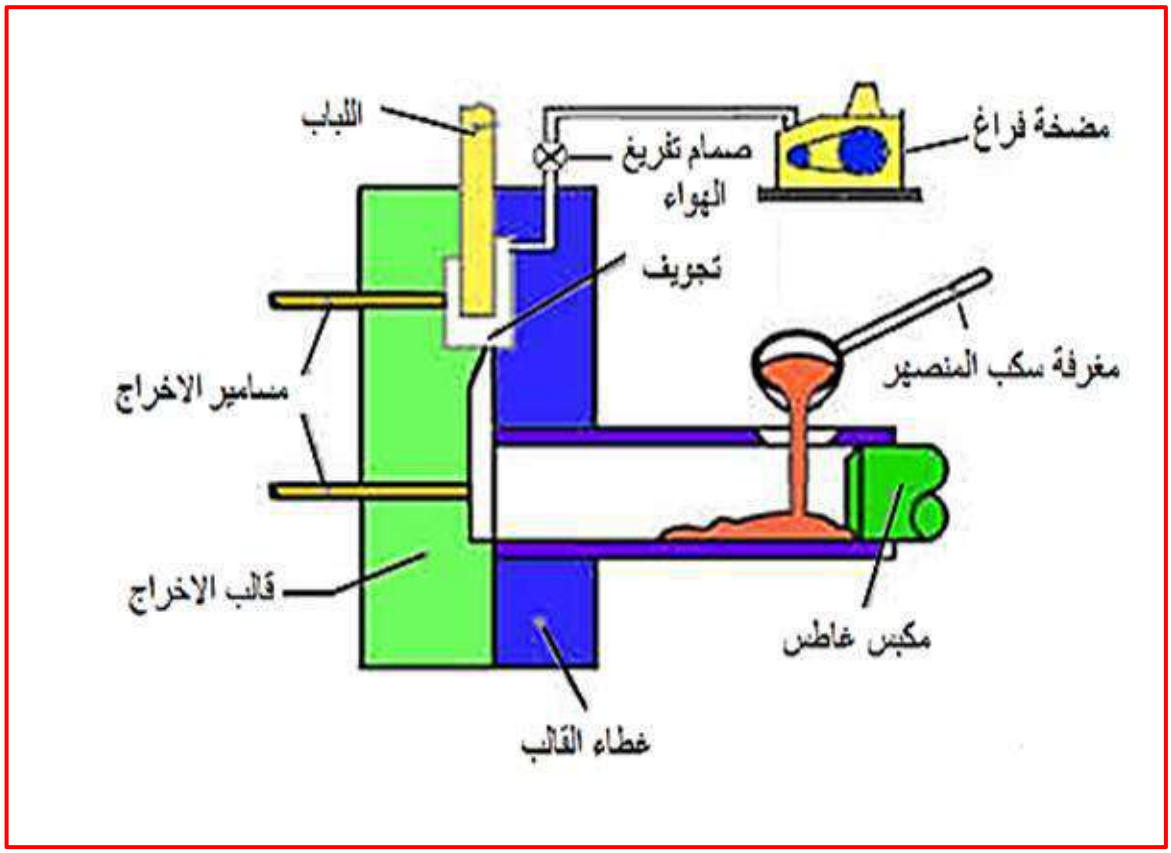
(د) الشكل النهائي لمسبوكة الطارة (Pulley)

الشكل 2-8 مراحل عملية السباكة بالضغط بالغرفة الساخنة.

6-2 رسم منظومة سباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء.

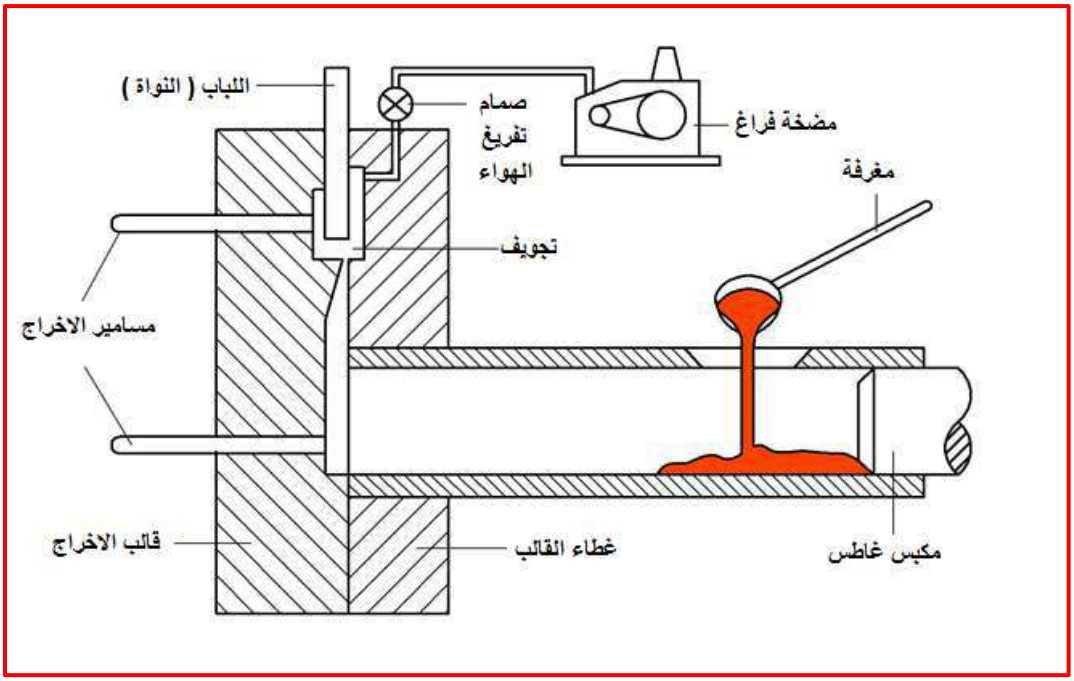
Drawing of Vacuum Die Casting system

عملية السباكة بالقوالب المفرغة من الهواء: هي نوع من عمليات الصب بالقالب ذات الجودة العالية وهي قادرة على خفض امتصاص الغازات بشكل كبير من قبل مسبوكات القوالب. تتكون عملية الصب الأساسية من حقن المعدن المنصهر تحت ضغط عالٍ في قالب فولاذي مفرغ من الهواء. يتم سحب الهواء في كل من غلاف الحقن وتجويف القالب قبل حدوث الحقن (يتم سحب جميع الهواء تقريبًا من القالب) كما يتم الحفاظ على جو القالب المفرغ حتى تكتمل دورة الحقن. يقلل صب القالب بمساعدة مفرغ الهواء بشكل حاسم من مسامية الغاز في المسبوكة. هذا الانخفاض الكبير في حجم مسامية الغاز وأحجام المسام في المسبوكات ينتج عنه تحسن ملحوظ في الكثافة وقوة الشد للمنتج النهائي. والشكل (3-12) يمثل منظومة السباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء.



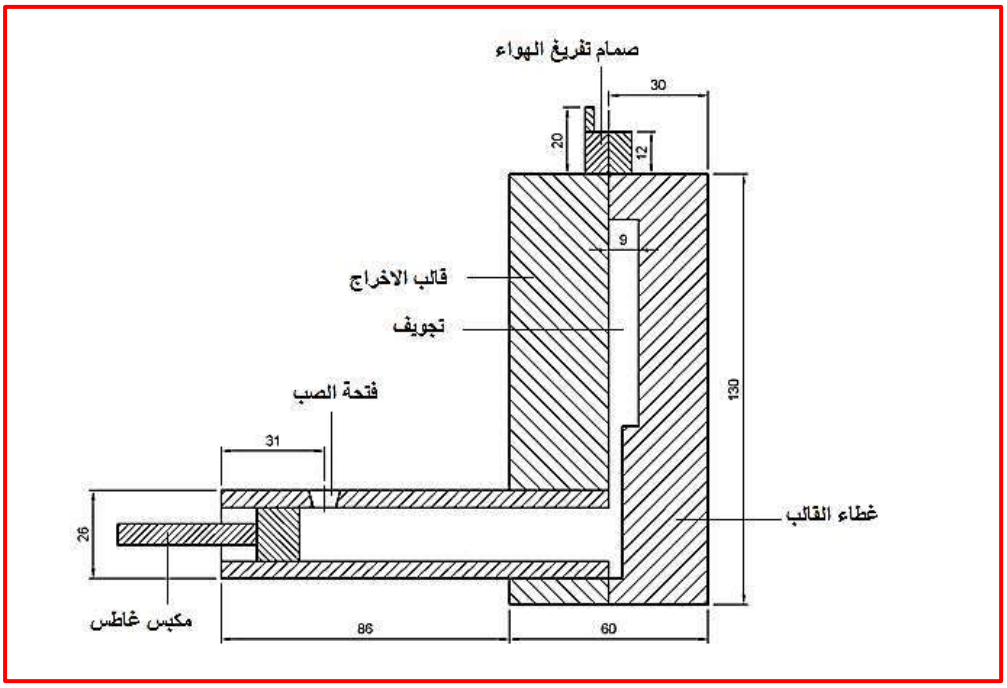
الشكل 2-9 ماكنة السباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء.

مثال 4: بمقياس رسم 1:1 ارسم المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء والموضحة في الشكل (2-9) مع التأشير على الأجزاء.



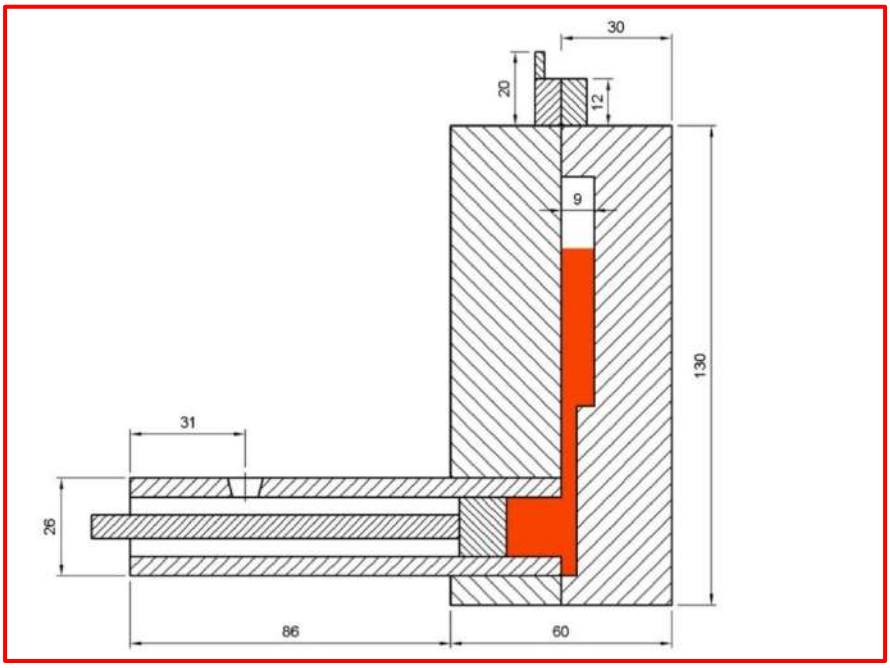
الشكل 2-10 المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء.

مثال 5 : يبيّن الشكل (2-11) المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء في حالة التوقف عن العمل. إرسم بمقياس رسم 1:1 الماكنة وهي في مرحلة العمل مع تأشير الاجزاء.



الشكل 2-11 المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء في حالة التوقف عن العمل.

الحل :



الشكل 2-12 المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء في حالة العمل.

تمارين الفصل الثاني

التمرين الاول : ارسم بمقياس رسم 1:1 مقطع رأسي لمنظومة السباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء في حالة العمل.

التمرين الثاني : ارسم بمقياس رسم 1:1 مقطع رأسي لماكنة سباكة بالضغط بالغرفة الساخنة - المكبس في حالة صعود المكبس الموضح في الشكل (2-8) (ج).

التمرين الثالث : ارسم المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالقالب المعدني المفرغة من الهواء في حالة التوقف عن العمل والموضحة في الشكل (2- 11).

التمرين الرابع : ارسم المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالضغط الواطئ الموضح بالشكل (2-1).

التمرين الخامس : بمقياس رسم 1:1 ارسم المقطع الرأسي لماكنة السباكة بالضغط قالب معدني (بارد) المبين بالشكل (2-3) مع وضع القياسات عليه.

الفصل الثالث

تطبيقات الرسم على تقنيات سباكة اخرى

Drawing Applications on Other Casting Techniques

أهداف الفصل:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادرا على أن:

- يرسم أنبوب بطريقة السباكة بالطرد المركزي.
- يرسم ماكنة سباكة محور- افقي تعمل بالطرد المركزي.
- يرسم ماكنة سباكة محمور- شاقولي (عمودي) تعمل بالطرد المركزي.
- يرسم مسبوكة صلدة بطريقة شبه الطرد المركزي.
- يرسم اسطوانة مجوفة بطريقة الطرد المركزي البعيد عن المركز.
- يرسم مسبوكات بطريقة العصر لأشكال صلدة ومجوفة.

تطبيقات الرسم على تقنيات سباكة أخرى

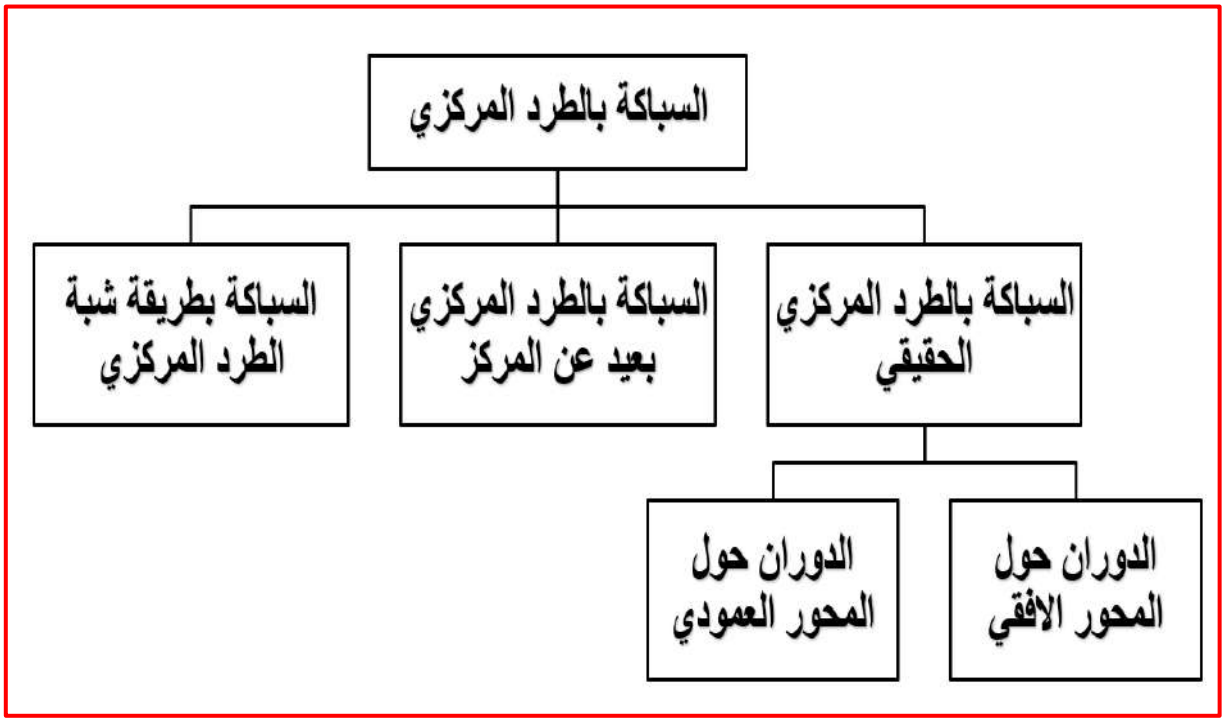
Drawing Applications on Other Casting Techniques

المقدمة:

تنشأ قوة الطرد المركزية نتيجة دوران الاجسام او المواد حول نقطة معينة، فتتولد قوة تحاول إبعاد او دفع تلك الاجسام بعيداً عن مركز الدوران تلك القوة تسمى قوة الطرد المركزي.

1-3 السباكة بالطرد المركزي. Centrifugal Casting

تصنف السباكة بالطرد المركزي إلى الأنواع الآتية:



2-3 رسم إنتاج أنبوب بطريقة سباكة الطرد المركزي.
Drawing of Pipe Produced by Centrifugal Casting

تُعد عملية السباكة بالطرد المركزي طريقة رئيسة لصناعة وإنتاج الأنابيب المعدنية بمختلف القياسات من حيث طولها وسمكها وقياسات أقطارها حيث تستعمل هذه الأنابيب عادة في الصناعات النفطيــة والكيمياويــة والأسطوانات الهيدروليكية.

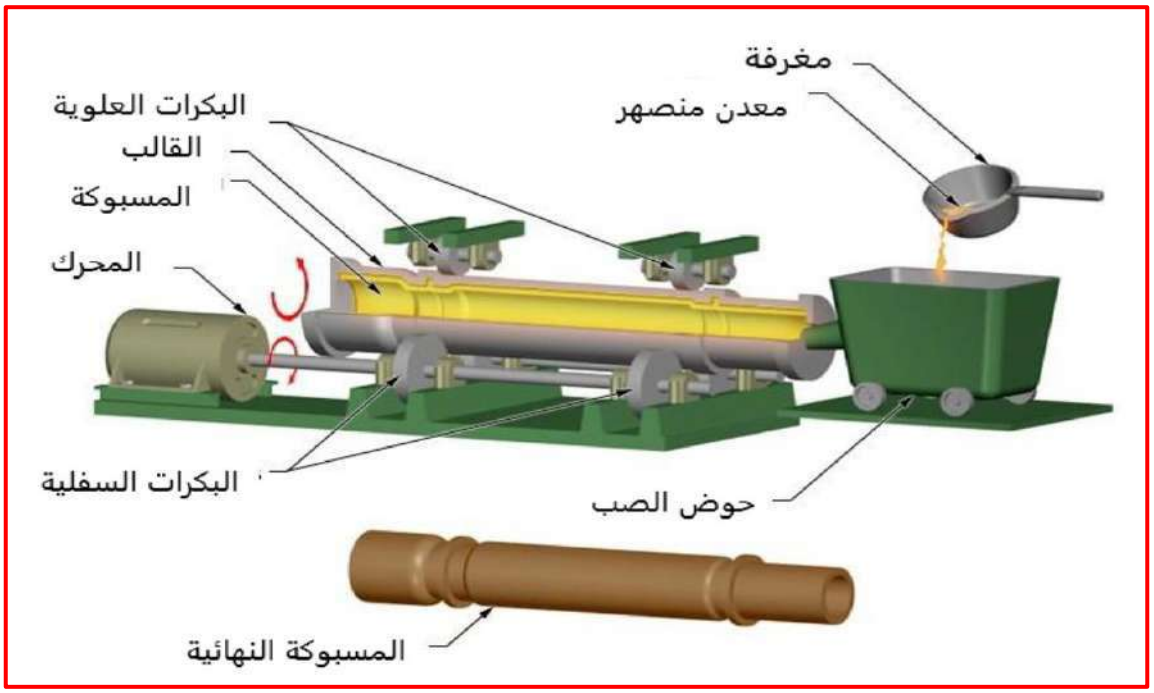
تمر العمليات الأساسية لصناعة الأنابيب الأسطوانية بعدة مراحل كما هي موضحة بالجدول (3-1) ادناه، علما أن إنتاج الانابيب يتم عادة بالسباكة بالطرد المركزي الحقيقي والدوران يكون على طول المحور الافقي.

جدول (3-1) المراحل الرئيسة لصناعة الأنابيب بطريقة السباكة بالطرد المركزي.

المرحلة	التفاصيل
المرحلة الاولى	يتم تركيب القالب وتثبيت اجزائه كافة بصورة محكمة.
المرحلة الثانية	يهيئ القالب بحيث يكون مغطى بطبقة مقاومة للحرارة.
المرحلة الثالثة	تدوير القالب على طول المحور الرأسي أو المحور الأفقي بسرعة دوران معينة (rpm).
المرحلة الرابعة	في أثناء تدوير القالب يتم صب منصهر المعدن فيه.
المرحلة الخامسة	يقوم منصهر المعدن بتوزيع نفسه على الجدار الداخلي للقالب الدوار.
المرحلة السادسة	أثناء تبريد منصهر المعدن، تميل الشوائب منخفضة الكثافة إلى الذهاب باتجاه وسط التجويف.
المرحلة السابعة	بعد أنهاء مرحلة الانجماد بشكل كامل، يتم اخراج المسبوكة وإزالتها من داخل القالب.

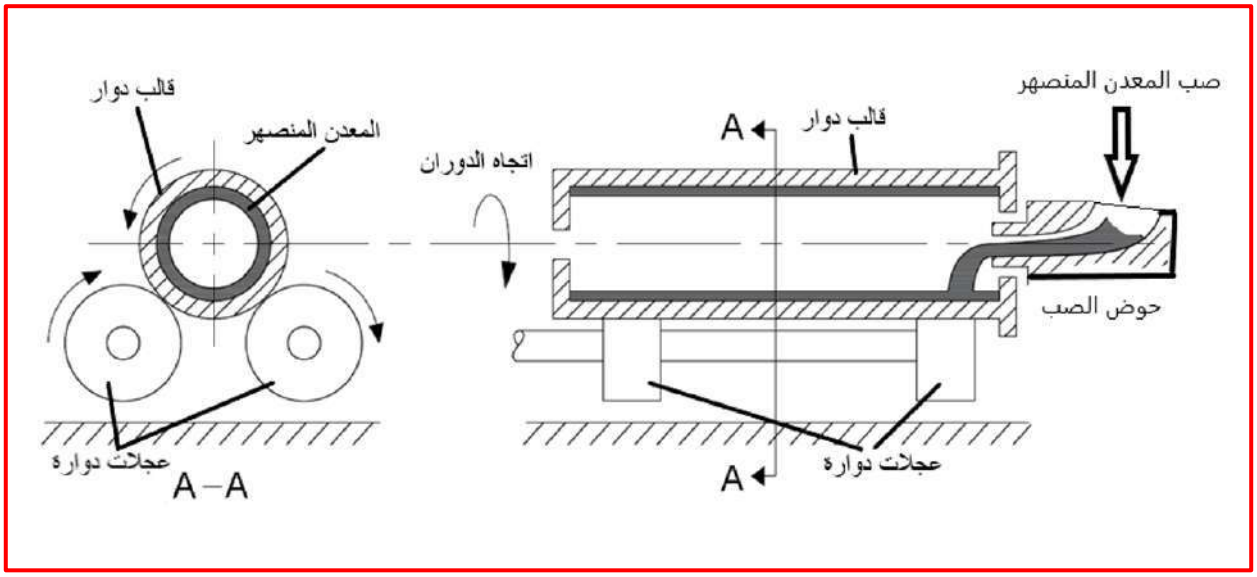
المراحل الموضحة في الجدول أعلاه تمثل مراحل رئيسة وأساسية لسباكة وإنتاج الأنابيب بالطرد المركزي تتخللها العديد من المراحل الثانوية، والتي تساعد في إنتاج مسبوكات ذات جودة كبيرة وبمعدلات إنتاجية عالية.

يوضح الشكل (3-1) رسم تفصيلي مجسم لعملية صناعة الأنابيب بالطرد المركزي موضحاً فيها الأجزاء المهمة كافة.



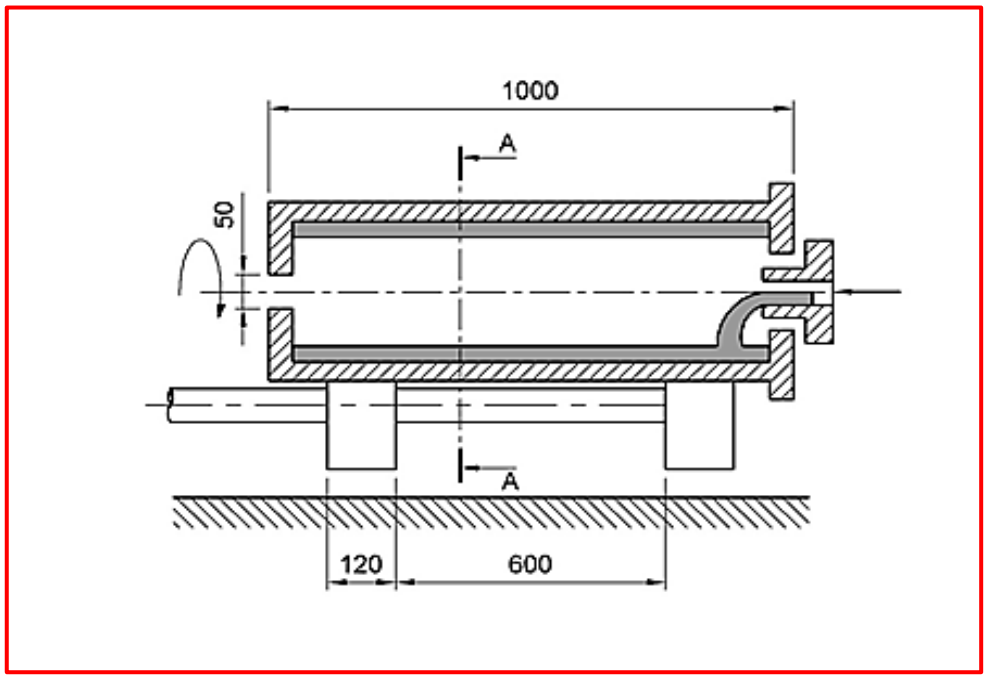
الشكل 3-1 ماكنة انتاج أنبوب بطريقة سباكة الطرد المركزي (اثرائي).

اما الشكل رقم (3-2) فيوضح تمثيل لهذه الماكنة بالرسم، إذ يبيّن المقطع الرأسي والمقطع الجانبي باتجاه (A-A) ومؤشراً فيهما على الأجزاء في القالب الدوار.



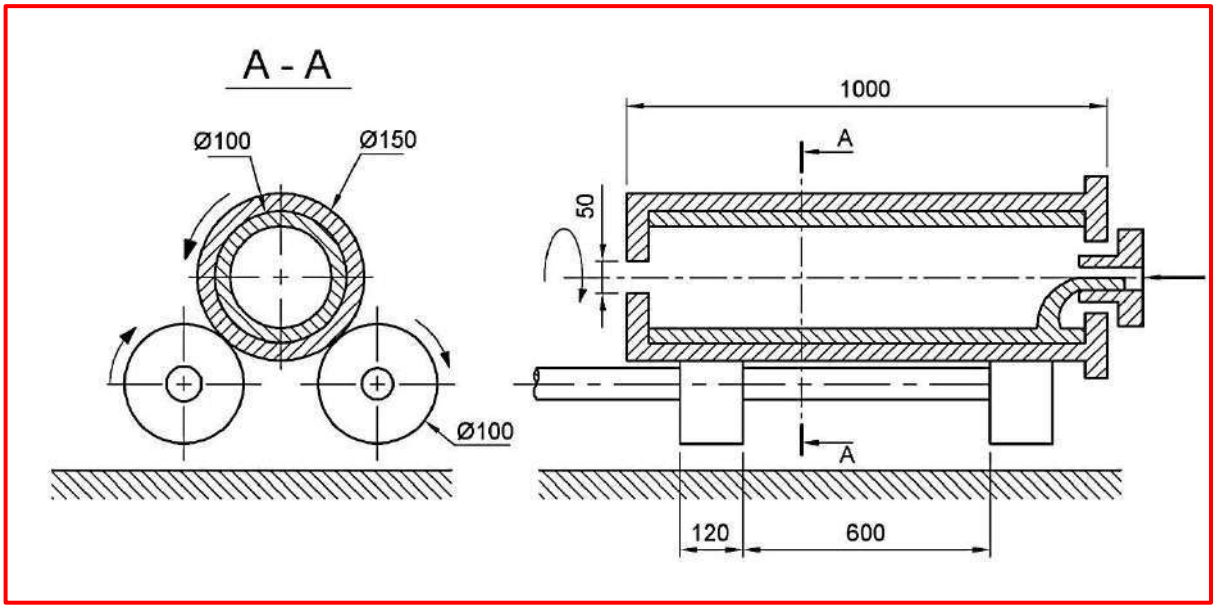
الشكل 3- 2 تمثيل بالرسم لماكنة صنع الانابيب بالطرد المركزي.

مثال 1: يبيّن الشكل (3-3) المقطع الرأسي لماكنة صنع الانابيب بالطرد المركزي، بمقياس رسم 10:1 اعد رسم المقطع الرأسي ورسم مقطع باتجاه السهم A-A مع وضع الابعاد.



الشكل 3- 3 المقطع الأمامي والمقطع الجانبي لماكنة صناعة الأنابيب بالطرد المركزي.

الحل: كما في الشكل (3-4).



الشكل 3-4 المقطع الرأسي ومقطع باتجاه السهم A-A لماكنة صناعة الأنابيب بالطرد المركزي.

3-3 رسم تخطيطي لماكنة السباكة بالطرد المركزي والدوران حول المحور الأفقي.

Schematic Drawing of Horizontal -Axis Centrifugal Casting Machine

يمكن تلخيص خطوات السباكة بالطرد المركزي حول المحور الأفقي كما تم تناوله في سباكة إنتاج الانابيب بما يأتي:

1) تركيب مجموعة القالب وتثبيت عُدة السباكة بشكل يضمن دخول منصهر المعدن داخل تجويف القالب بشكل انسيابي وبنفس اتجاه دوران القالب.

2) طلاء القالب من الداخل بطبقه رقيقه جداً من مسحوق الكرافيت لسهوله إخراج المسبوكة من القالب بعد انتهاء عملية الانجماد وللحصول على سطح ناعم.

3) في بعض الأحيان يتم تسخين القالب لدرجة حرارة مناسبة قبل صب المعدن المنصهر فيه.

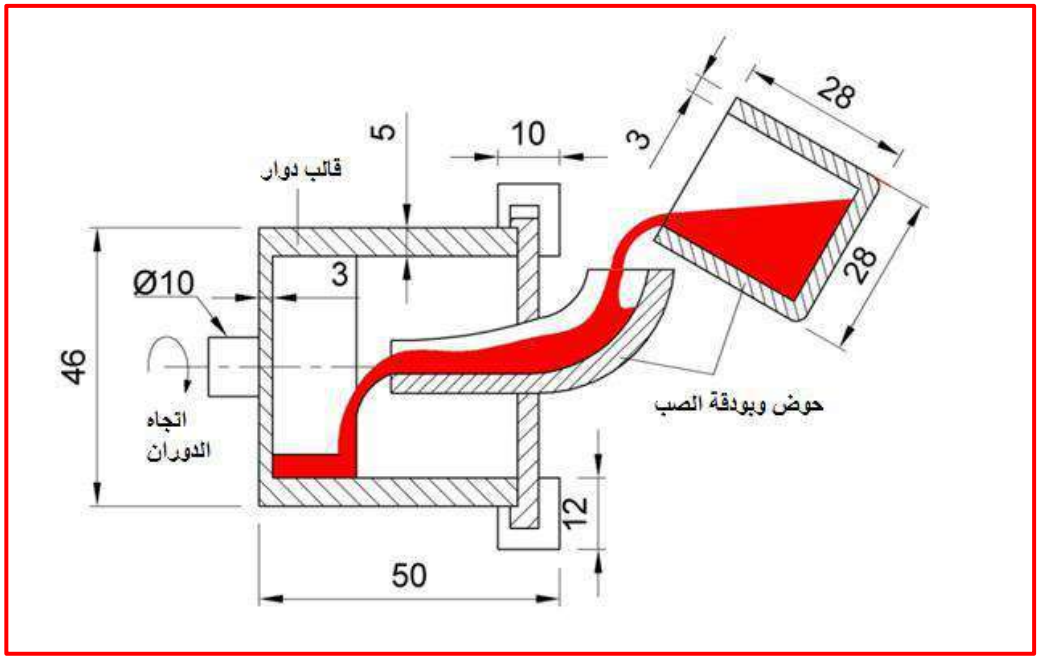
4) البدء بعملية دوران القالب عند سرعة قد تصل (1000 – 1500) دورة / دقيقة.

5) بعدها يتم صب منصهر المعدن في قالب السباكة بكمية محددة.

6) يستمر دوران القالب لحين وصول منصهر المعدن الذي تم صبه إلى مرحلة الانجماد التام.

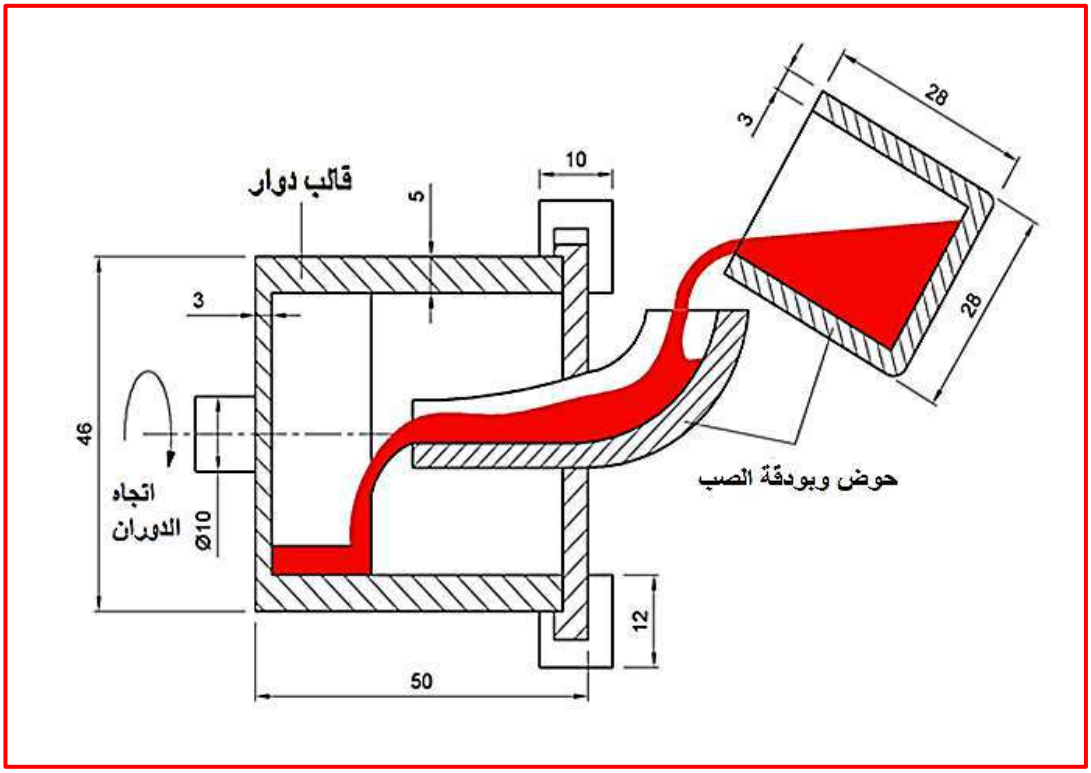
7) إيقاف دوران القالب وإخراج المسبوكة منه.

يتم اعتماد دوران القالب حول المحاور الأفقية عندما تكون نسبة طول المسبوكة إلى قطرها كبيرة. بالإمكان صناعة القوالب الدوارة من: الرمل، أو المعدن، أو الكرافيت، أو من مزيج من هذه المواد. وتستعمل هذه الطريقة لإنتاج المسبوكات الحديدية أو اللاحديدية كما في الشكل (3- 5).



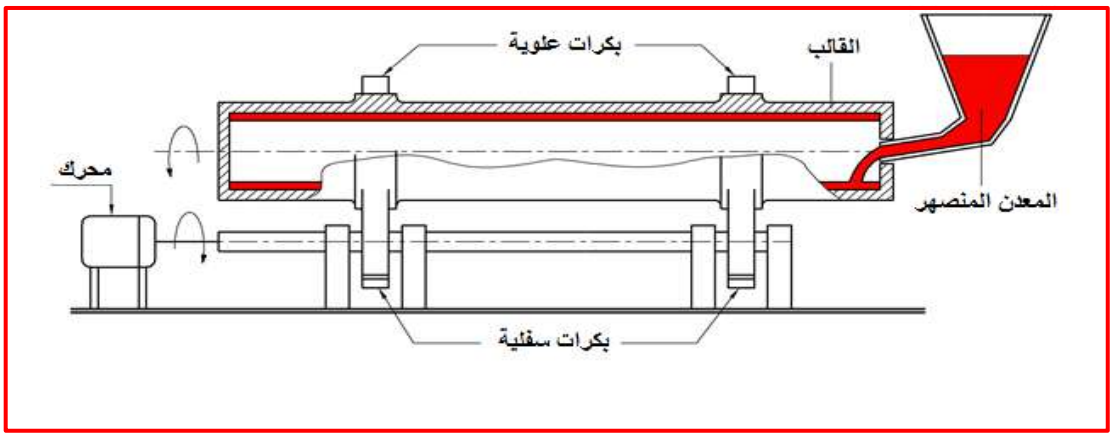
الشكل 3-5 السباكة بالطرد المركزي حول المحور الأفقي.

مثال 2 : يبيّن الشكل (3-5) المقطع الرأسي لقالب سباكة بالطرد المركزي حول المحور الافقي، بمقياس رسم 1:2 (تكبير) اعد رسم اللوحة مع التأشير على الاجزاء.



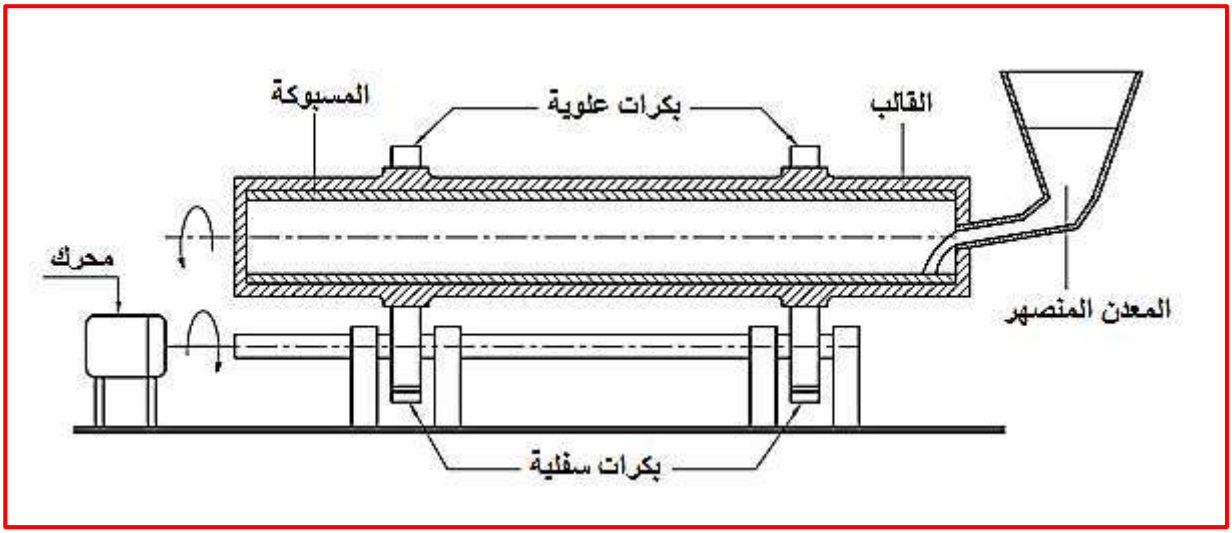
الشكل 3-6 المقطع الرأسي (مكبر) لقالب سباكة بالطرد المركزي حول المحور الافقي.

مثال 3 : يبيّن الشكل (3-7) أدناه أجزاء ماكنة لصناعة الأنابيب بالسباكة بالطرد المركزي والدوران حول المحور الأفقي، أرسم بمقياس رسم 1:1المقطع الرأسي مع التأشير على الاجزاء. (تؤخذ الابعاد بالقياس من الشكل).



الشكل 3-7 ماكنة إنتاج أسطوانة بالطرد المركزي الأفقي الدوران حول المحور الافقي.

الحل:



الشكل 3-8 المقطع الرأسي لماكنة إنتاج أسطوانة بالطرد المركزي الأفقي.

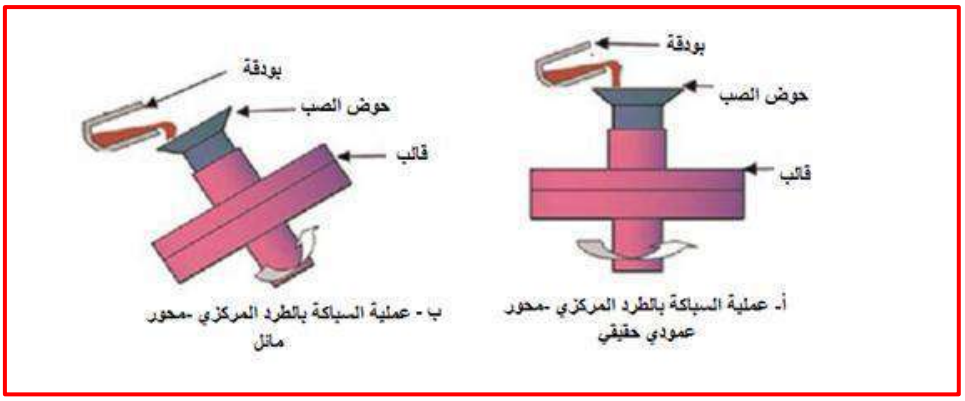
3-4: رسم تخطيطي لماكنة سباكة بالطرد المركزي الدوران حول المحور العمودي.

Schematic Drawing of Vertical -Axis Centrifugal Casting Machine

عند العمل بالسباكة بالطرد المركزي، والدوران حول المحور العمودي يتم اعتماد نفس الخطوات التي تمت في السباكة بالطرد المركزي حول المحور الأفقي، والذي يختلف عنها فقط باتجاه محور الدوران حيث يكون في هذه الحالة عمودي.

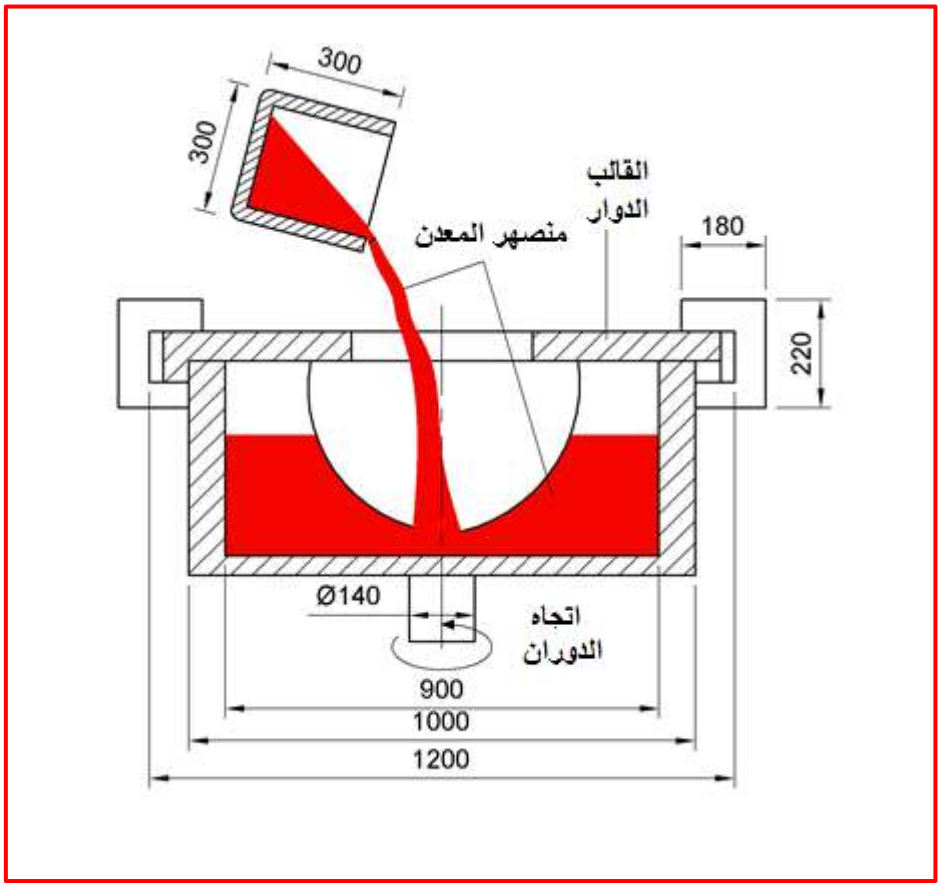
وتعتمد طريقة دوران القالب حول المحور العمودي على، فيجب ان تكون نسبة قطر المسبوكة الى طولها كبيرة. بالإمكان دوران القالب حول محور عمودي تماماً وأيضاً في بعض الحالات يكون دوران القالب حول محور مائل فتسمى بالسباكة بالطرد المركزي حول المحور المائل.

يبيّن الشكل (3-9) قالب يدور حول المحور العمودي التام، وقالب آخر يدور حول محور مائل.



الشكل 3-9 السباكة بالطرد المركزي العمودي الحقيقي والمائل.

مثال 4 : يبيّن الشكل (3-10) عملية السباكة بالطرد المركزي العمودي الحقيقي، ارسم بمقياس رسم 10:1 المقطع الرأسي مع وضع الابعاد وتأشير الاجزاء.



الشكل 3-10 المقطع الرأسي لعملية السباكة بالطرد المركزي بالمحور العمودي.

5-3 رسم إنتاج مسبوكة صلدة بطريقة شبه الطرد المركزي.

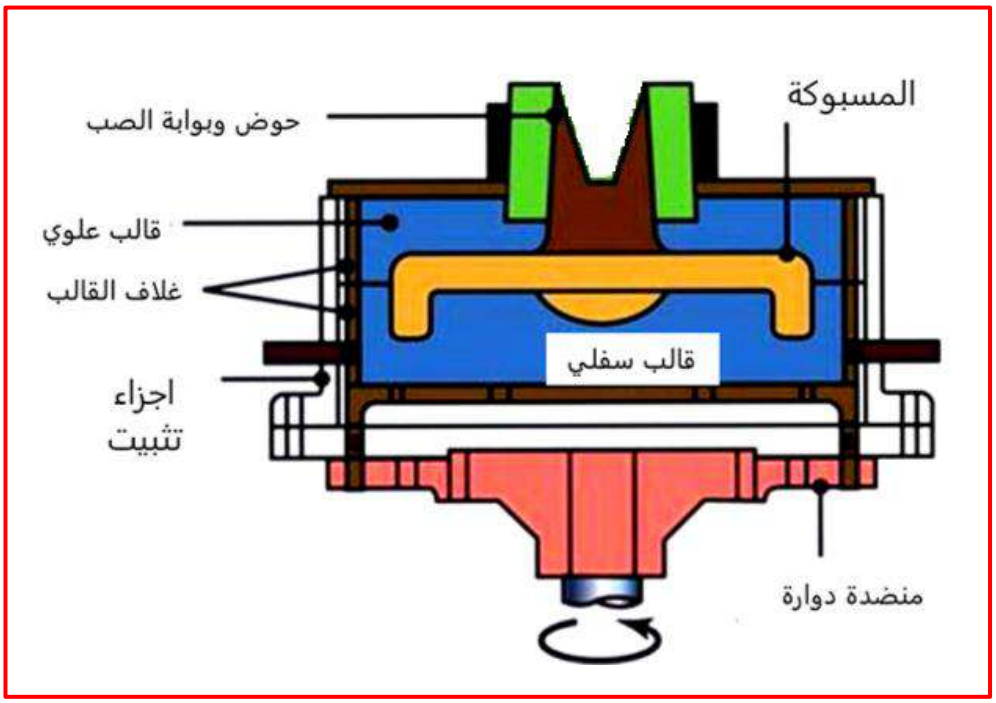
Drawing of Solid Casting by Semi-Centrifugal Process

تكون المسبوكات التي تصنع بهذه الطريقة متناظرة مثل: البكرات الحديدية، وعجلات المركبات والقطارات، وبعض الأجزاء المعدنية في مختلف أنواع الصناعات النفطية والعسكرية.

خطوات السباكة بالطرد شبه المركزي Semi-Centrifugal.

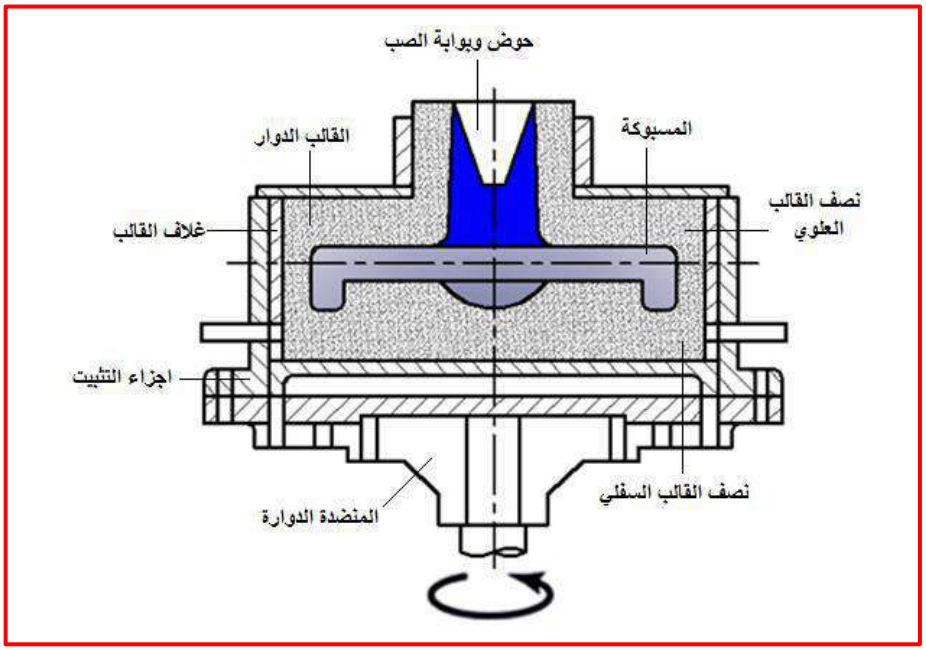
- يدور القالب حول المحور الرأسي.
- يتم صب المنصهر المعدني من خلال البوابة في وسط القالب.
- تقوم قوة الطرد المركزي بدفع منصهر المعدن السائل في داخل تجاويف القالب.
- يتم إيقاف القالب وإخراج المسبوكة بعد انجماد المعدن.

يوضح الشكل (3-11) عملية السباكة بالطرد شبه المركزي مؤشراً عليه الأجزاء المهمة والداخلة في عملية السباكة.



الشكل 3-11 مخطط لماكنة السباكة بطريقة شبه الطرد المركزي.

مثال 5 : الشكل (3- 12) يبيّن إنتاج مسبوكة بطريقة شبه الطرد المركزي، بمقياس رسم 1:1 ارسم المقطع الرأسي مؤشراً على الاجزاء.



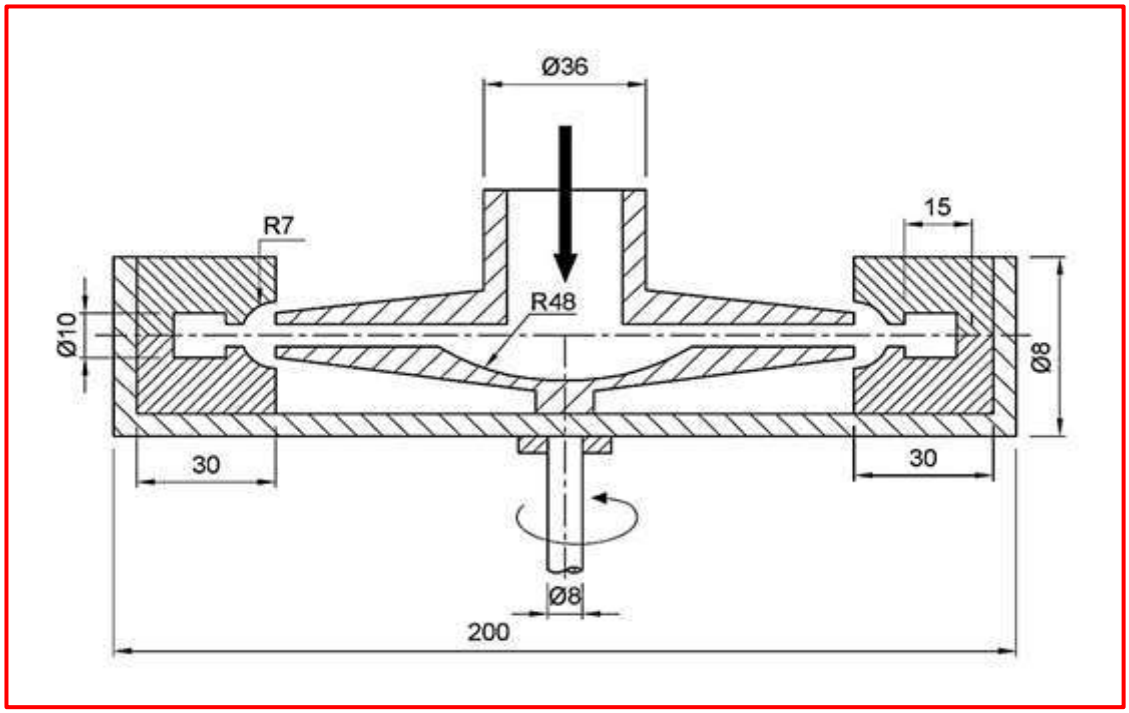
الشكل 3-12 مخطط لقالب السباكة بطريقة شبه الطرد المركزي.

6-3 رسم عملية إنتاج إسطوانة مجوفة بطريقة الطرد المركزي البعيد عن المركز.
Drawing of Hollow Cylinder by Vertical -Axis Centrifugal Casting

1-5-3 السباكة بطريقة الطرد المركزي بعيداً عن المركز

- هو تعديل للسباكة شبه الطرد المركزي.
- لا تحتاج القوالب- في هذه الحالة، إلى محاور دوران مركزية، ولكن يتم وضعها حول خزان تغذية مركزي داخل القالب.
- يتم استخدام سرعات دوران منخفضة تكفي فقط لإجبار المعدن المنصهر على التشكيل في القوالب.

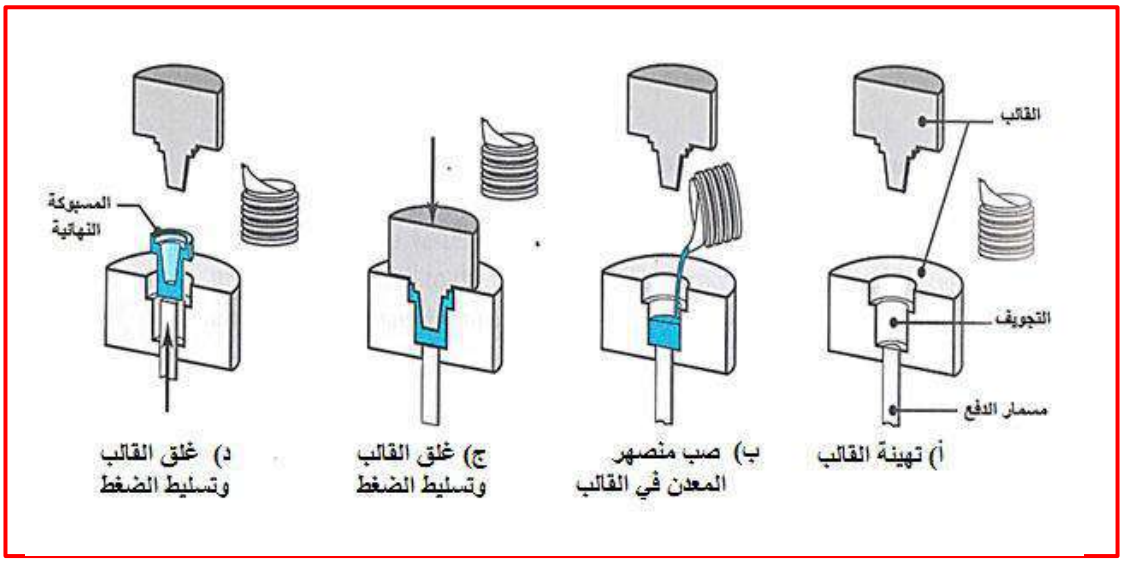
مثال 6: يبيّن الشكل (3-13) مخطط لقالب السباكة بطريقة شبه الطرد المركزي. بمقياس رسم 1:1 أعد رسم المقطع الرأسي مع وضع الابعاد (تؤخذ الابعاد الناقصة من الرسم).



الشكل 3-13 مقطع رأسي لقالب السباكة بطريقة الطرد المركزي بعيداً عن المركز.

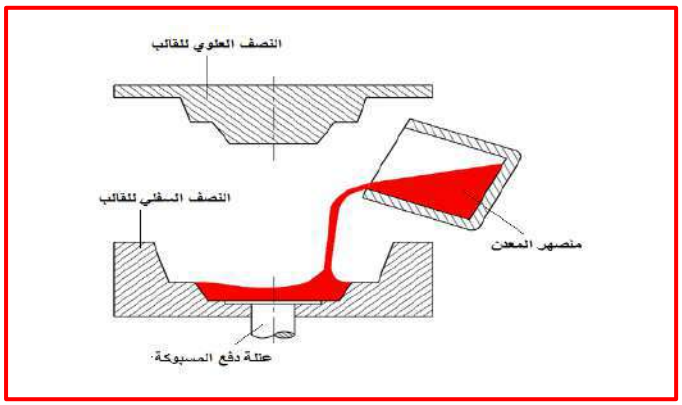
3- 7 رسم تخطيطي لإنتاج مسبوكات بطريقة العصر لأشكال صلدة ومجوفة.
Schematic Drawing Squeeze Casting for Solid & Hollow Casting

يتم صناعة القالب في هذا النوع من السباكة من نصفين، إذ يوضعان بشكل عمودي، يتم صب منصهر المعدن داخل تجويف النصف الأسفل من القالب الذي تم تسخينه مسبقاً بكمية محسوبة بكل دقة، ثم ينزل النصف العلوي من القالب عليه ليضغط منصهر المعدن (Squeeze) وتركه لفترة من الزمن ليتجمد فيتم تشكيل المسبوكة المطلوبة كما في الشكل (3- 14).

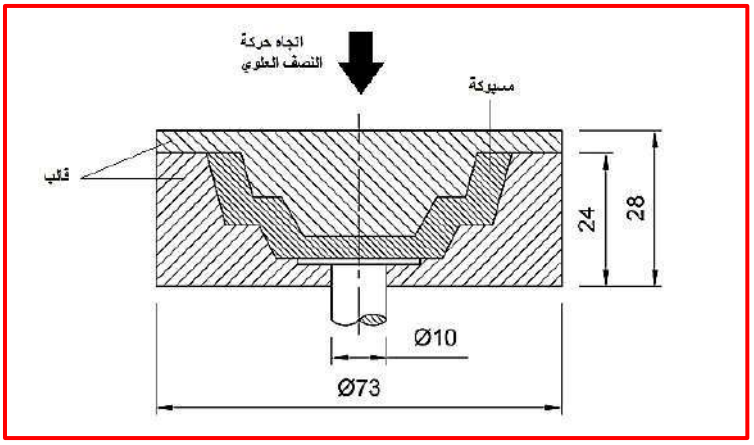


الشكل 3-14 مراحل السباكة بطريقة العصر لأشكال مجوفة.

مثال 7: يبيّن الشكل (3-15) المراحل الاربعللسباكة بطريقة العصر للأشكال المجوفة. ارسم المرحلة الثالثة والرابعة بمقياس رسم 1:1 مع وضع الابعاد (تؤخذ الابعاد الناقصة من الرسم).

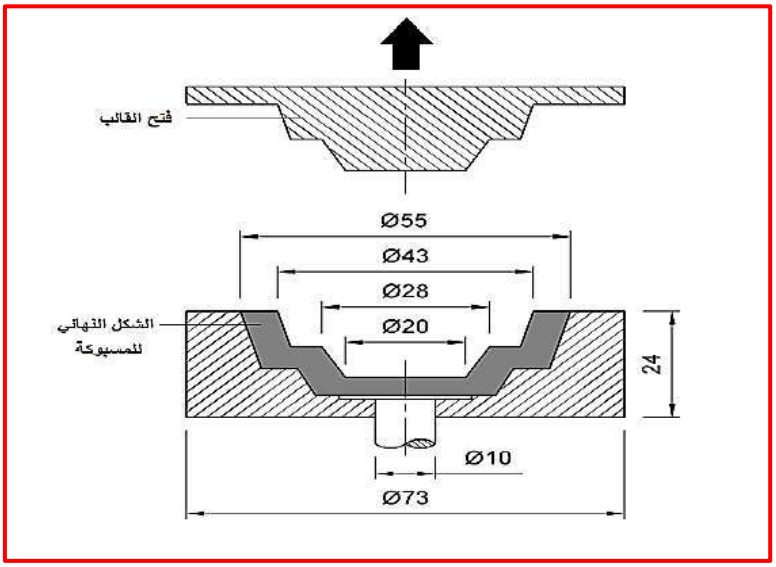


أ) المرحلة الاولى للسباكة بالعصر(صب منصهر المعدن).



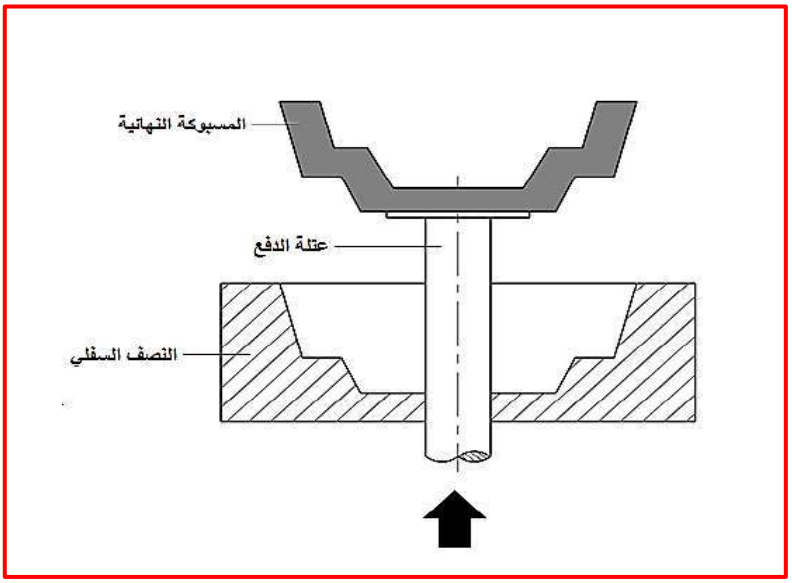
ب) المرحلة الثانية للسباكة بالعصر(غلق النصف العلوي).

بعد انجماد المعدن يرفع النصف العلوي من القالب.



ج) المرحلة الثالثة للسباكة بالعصر(يرفع نصف القالب العلوي).

يتم دفع المسبوكة المنتجة بواسطة عتلة الدفع.



د) الخطوة الرابعة للسباكة بالعصر(إخراج المسبوكة).

الشكل 3-15 المراحل الأربع للسباكة بطريقة العصر لأشكال مجوفة.

تمارين الفصل الثالث

التمرين الاول: ارسم المقطع الرأسي والمقطع الجانبي لمخطط ماكنة صناعة الأنابيب بالطرد المركزي مع تأشير على الأجزاء.

التمرين الثاني: ارسم بمقياس رسم مناسب المقطع الرأسي لقالب سباكة بالطرد المركزي حول المحور الأفقي مع تأشير على الأجزاء.

التمرين الثالث: ارسم بمقياس رسم 2:1 (تكبير) قالب بالطرد المركزي حول المحور العمودي. مع تأشير الأجزاء.

التمرين الرابع: ارسم بمقياس رسم 1:1 المسقط الرأسي نصفه الأعلى مقطوع لماكنة إنتاج أسطوانة بالطرد المركزي الأفقي.

التمرين الخامس: ارسم المقطع الرأسي لقالب للسباكة بطريقة الطرد بعيداً عن المركز مع تأشير الأجزاء.

التمرين السادس: ارسم إحدى المراحل الأربع للسباكة بالعصر مع تأشير الاجزاء.

الفصل الرابع

تطبيقات الرسم على عيوب المسبوكات والفحوصات الهندسية

Drawing Applications on Casting Defects & Engineering Tests

أهداف الفصل:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل يكون الطالب قادراً على أن :

1- يرسم العيوب الشائعة في السباكة.

2- يرسم مساقط العيوب في السباكة الرملية والعيوب الأخرى.

3- يرسم أنواع أجهزة الفحص للمسبوكات.

4- يرسم العيوب في السباكة الرملية والعيوب التي تحدث من تشوه القالب الرملي.

1-4 رسم انواع العيوب الشائعة في السباكة Drawing of Common Defects in Casting

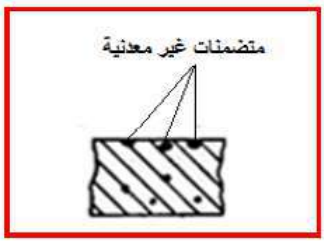
من المعروف أن هنالك عيوب كثيرة وشائعة في السباكة، ولكن تم اخذ بعض أهم العيوب التي تحدث في المسبوكات منها : عيوب تحدث عند صب منصهر المعدن في القالب، وقد تختلف العيوب باختلاف نوع المعدن، واختلاف نوع القالب، والظروف المحيطة به، ولهذا تم أخذ بعضٍ منها.

1-1-4 عيوب المسبوكات Casting Defects

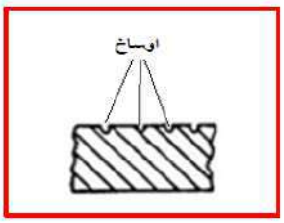
يمكن تصنيف عيوب المسبوكات إلى:

اولاً: عيوب المسبوكات بالقالب الرملي، وفيما يأتي بعض هذه العيوب مع مقاطع تمثيلها في الرسم :

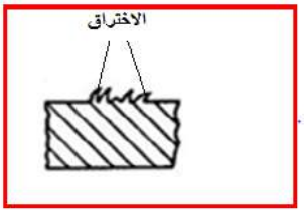
1- **المتضمنات غير المعدنية Nonmetallic Inclusion:** الجسيمات غير المعدنية في منصهر المعدن تسمى بالخبث وهو غير مرغوب فيه للغاية يمكن تجنبها في مرحلة الصب باستخدام معدات الصهر أو المصفاة.



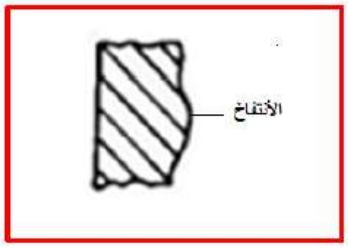
2- **الأوساخ (التراب) Dirt:** تظهر نتيجة اندماج جزيئات الرمل المتساقطة على السطح العلوي للصب وعند إزالتها، تترك ثقوب صغيرة.



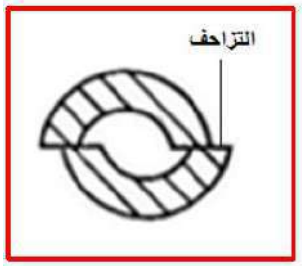
3- **الاختراق Penetration:** إذا كان سطح التجويف ناعماً (أو خشن جداً) ومسامياً للغاية، فقد يتدفق المعدن السائل بين جزيئات الرمل إلى مسافة تصل إلى جدار القالب مما يسبب حدوث المسامية الخشنة، وهذا العيب يسمى الاختراق، وينتج عند التداخل مع الرمل على السطح الخارجي بشكل غير متساوي وخشن.



4- الانتفاخ Swelling: يحدث هذا العيب على الأسطح العمودية للمسبوكة نتيجة تشوه الرمل الناتج عن الضغط الهيدروستاتيكي مع ارتفاع نسبة الرطوبة في الرمل مما يؤدي لنفاذ الغازات الى داخل المسبوكة.

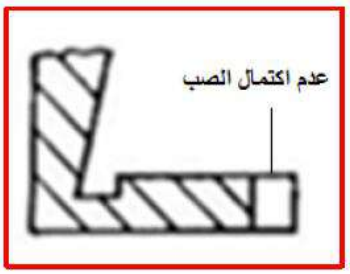


5- تزاحف القالب (اللباب) Mold Shift or a Core Shift قد يؤدي عدم التناظر بين نصفي القالب أو اللباب إلى حدوث خلل في عملية الصب، ويمكن منع هذا العيب من خلال ضمان المحاذاة المناسبة للأنموذج مع أجزاء القالب وصناديق القالب الرملي.

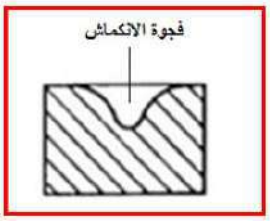


ثانيا : عيوب المسبوكات بالقوالب المعدنية وفيما يأتي بعض هذه العيوب مع مقاطع تمثيلها في الرسم.

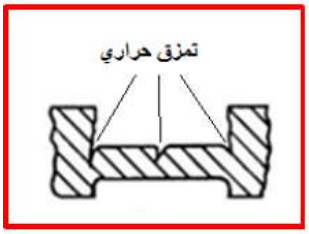
1- عدم اكتمال الصب Misrun: في كثير من الأحيان يتجمد منصهر المعدن قبل الوصول إلى أبعد نقطة في تجويف القالب فتظهر مناطق غير مكتملة كما في الأنموذج الاصلي والسبب هو الخطأ في تصميم منظومة الصب او التغذية او إن المعدن المنصهر بارد نسبيا وحدوث الانجماد قبل اكتمال قبل عملية الصب.



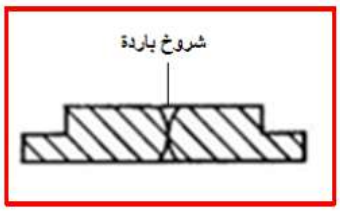
2- فجوات الانكماش Shrinkage Cavity: تحدث فجوات داخلية غير مرئية نتيجة الانكماش بحجم المعدن المنصهر بعد الانجماد. إن انكماش المعدن المنصهر يمكن أن يقلل من حجم المسبوكة من 5-10٪. في حين يتوسع الحديد الزهر الرمادي عند الانجماد بسبب تغيرات الطور، لذا يحتاج الى مغذي.



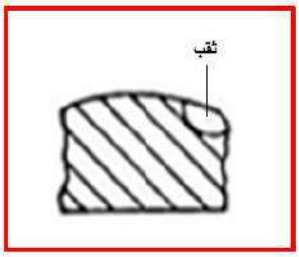
3- تمزق حراري Hot Tear: يحدث التمزق (التشقق) الذي ينمو على سطح المسبوكة بسبب التقلص السريع في الحجم مباشرة بعد انجماد المعدن ويحدث نتيجة عدّة عوامل تتعلق بتصميم ومعدن القالب وطريقة صب المنصهر ومعدل التبريد .



4- شروخ باردة Cold Shut: تكون بشكل شروخ شعرية عميقة تحدث في وسط المسبوكة بعد الانجماد في المناطق قليلة السمك.



5- الثقوب Blowholes : هي تجاويف كبيرة إلى حد ما تنتج عن الغازات التي تحل محل المعدن المنصهر على سطح المسبوكة. وعادة ما تحدث على سطح محدب ويمكن تجنبها من خلال وجود تهوية مناسبة ونفاذية مناسبة كما يساعد المحتوى المطلوب للرطوبة والمكونات المتطايرة في مزيج الرمل في تجنب هذا النوع من العيوب .

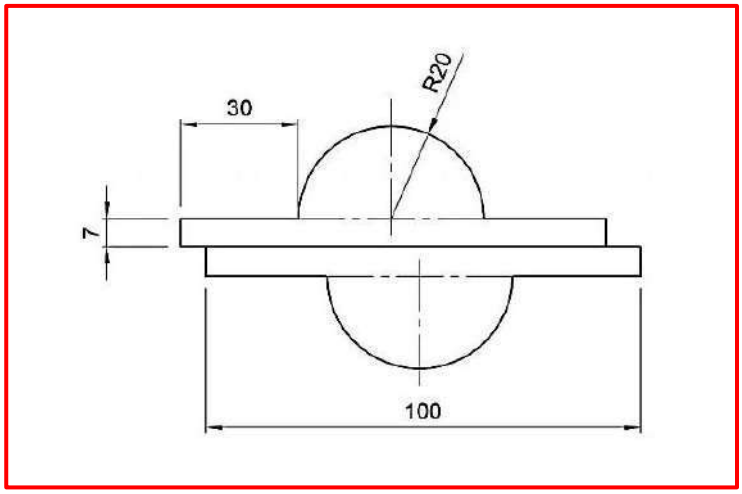


2-1-4 تمثيل عيوب المسبوكات في الرسم

Representation of Defects of Castings in the Drawing

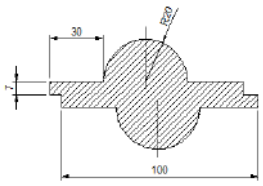
مثال 1: يبيّن الشكل (4- 1) أحد عيوب السباكة، المطلوب ما يأتي :

1- تسمية العيب.
2- رسم المقطع الرأسي له.
3- اسباب حدوثه.
4- المعالجة المطلوبة.



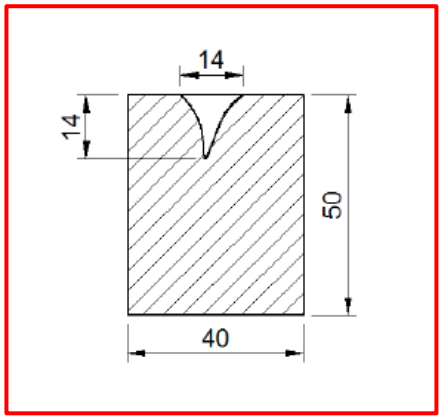
الشكل 4-1 المسقط الرأسي لأحد عيوب السباكة الرملية.

الحل:

اسم العيب	المقطع الراسي له	اسبابه	المعالجة
الزحف او عدم التطابق		عدم انتظام النصف العلوي والسفلي خلال تحضير القالب.	▪ التطابق الصحيح لأجزاء القالب . ▪ التثبيت المحكم لجميع اجزاء القالب.

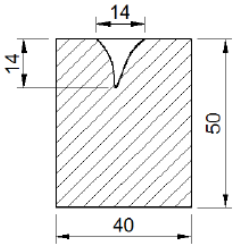
مثال 2: يبيّن الشكل (4- 2) أحد انواع العيوب الشائعة في السباكة، المطلوب:

- تحديد العيب وتسميته وتمثيله بمقطع رأسي ثم اذكر الاسباب التي تؤدي لذلك وطريقة المعالجة.



الشكل 4- 2 أحد انواع العيوب الشائعة في السباكة المعدنية.

الحل:

اسم العيب	المقطع الرأسي له	اسبابه	المعالجة
فجوات الانكماش		عدم وجود مغذي Riser بشكل كافي أو في غير موقعه الصحيح .	يمكن إزالة هذا العيب من خلال اضافة مغذي Riser

2-4 رسم أنواع العيوب الشائعة في السباكة الرملية

Drawing of Common Defects in Sand Casting

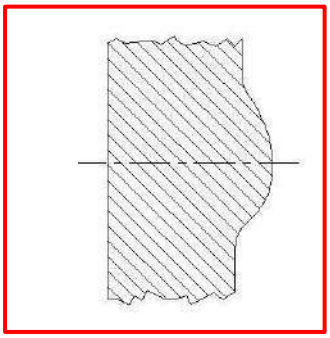
1- الانتفاخ Swell:

هو تضخم يحصل في تجويف القالب بسبب ضغط منصهر المعدن مما يؤدي إلى توسيع موقعي أو إجمالي في المسبوكة كما في الشكل (4-3).

الاسباب:

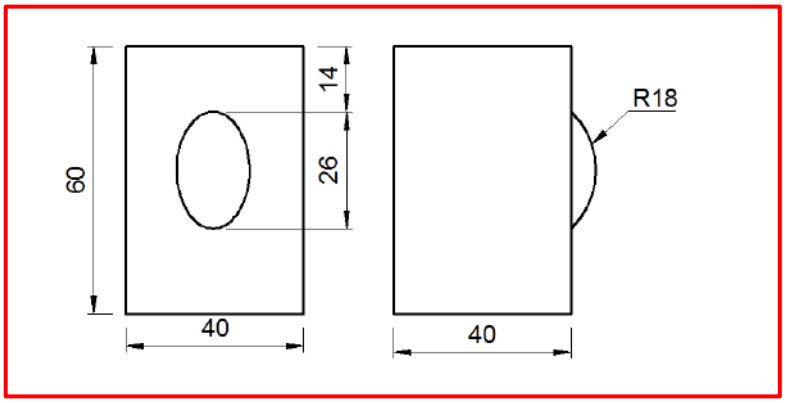
- الضغط غير المناسب للقالب.
- وجود عيوب في قالب الصب.

المعالجة: دك الرمل اثناء المقالبة بشكل صحيح ومتساوي.



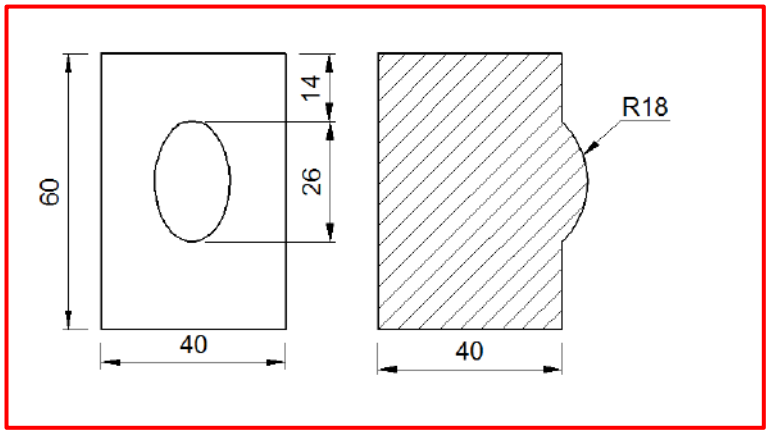
الشكل 4-3 الانتفاخ.

مثال 3: يبيّن الشكل (4- 4) يبيّن المسقط الرأسي والمسقط الجانبي لمسبوكة فيها إنتفاخ ، إرسم بمقياس رسم 1:1 المسقط الرأسي والمقطع الجانبي.



الشكل 4-4 المسقط الرأسي والمسقط الجانبي لمسبوكة فيها انتفاخ.

الحل:



الشكل 4-5 المسقط الرأسي والمقطع الجانبي لمسبوكة فيها انتفاخ.

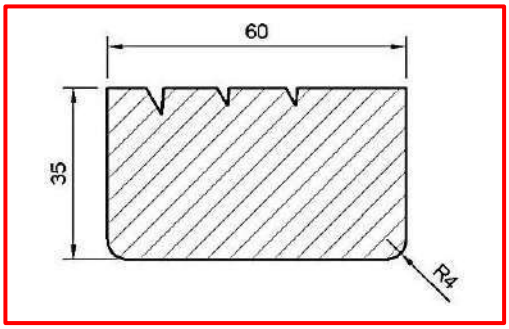
3-4 رسم عيوب تشوه القالب الرملي.
Drawing Sand Mold Deformation Defects

1- التمزق الحراري او التشققات الحرارية Hot Tears or Hot Cracks

عندما يكون المعدن ساخنا يكون ضعيفا، وإن إجهاد (الشد) المتبقي يتسبب بحدوث فشل في لمسبوكة نتيجة تبريد منصهر المعدن، ان الفشل في هذه الحالة يشبه التشققات الساخنة كما في الشكل (4-7).

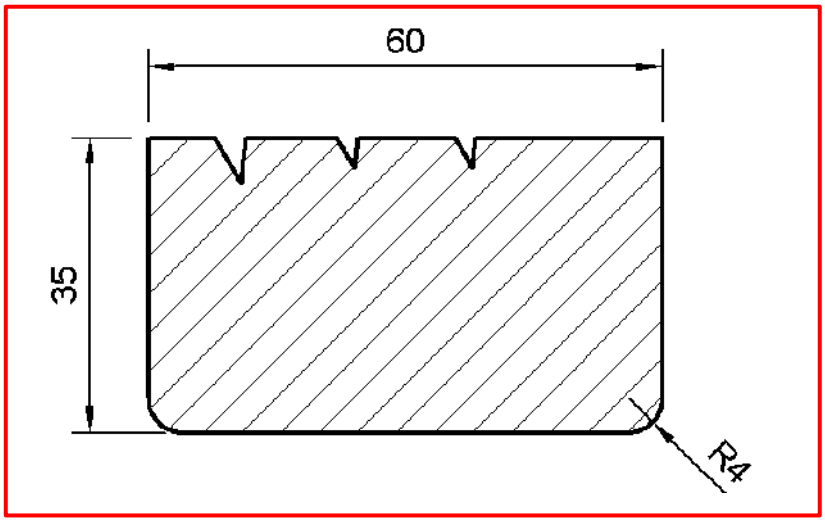
الأسباب: التصميم غير المناسب للقالب.

المعالجة: تصميم قالب مناسب يقضي على هذه العيوب.



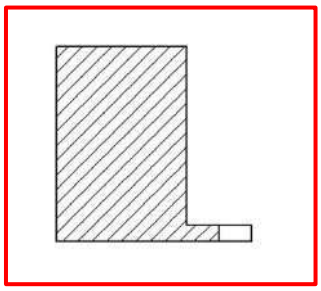
الشكل 4-7 مسبوكة فيها تشققات حرارة.

مثال 4: يبيّن الشكل (4- 7) المقطع الرأسي لمسبوكة فيها تشققات حرارية، ارسم بمقياس رسم 1:2 (تكبير) المقطع الرأسي.



الشكل 4-8 المقطع الرأسي لمسبوكة فيها تشققات حرارية.

2- عدم اكتمال الصب Misrun: عندما يتجمد منصهر المعدن قبل الوصول إلى أبعد نقطة في تجويف القالب تظهر مناطق غير مكتملة كما في الأنموذج الاصلي والسبب هو الخطأ في تصميم منظومة الصب او التغذية او إن المعدن المنصهر بارد نسبيا وتجمد قبل عملية إكمال الصب.كما في الشكل (4-8).



الشكل 4-8 مسبوكة فيها عيب عدم اكتمال الصب.

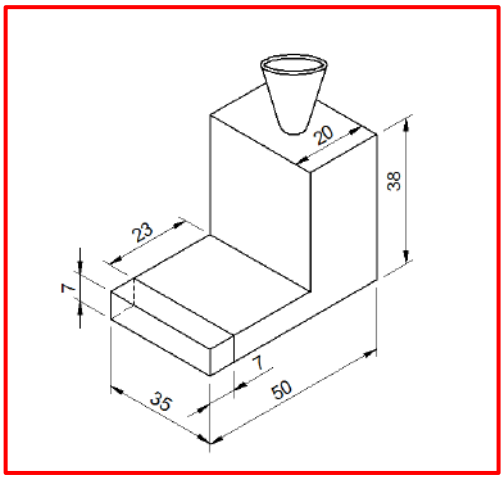
الأسباب:

- السيوبة Fluidity المنخفضة للمعدن المنصهر.
- انخفاض درجة حرارة منصهر المعدن مما يقلل من سيوبته.
- المقطع رقيق جدًا، ونظام البوابات غير مناسب في تصميم قالب الصب.

المعالجة:

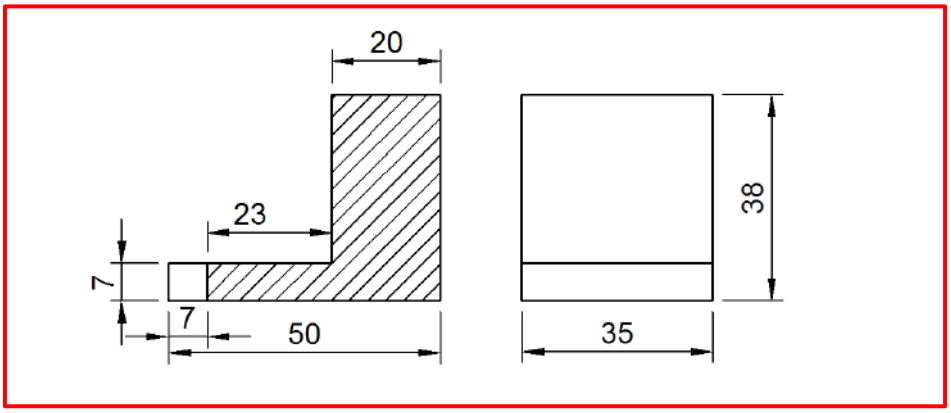
- زيادة درجة حرارة الصب من c° (150- 50) فوق درجة انصهار المعدن المنصهر لزيادة سيوبته.
- اعتماد نظام بوابات مناسبة.
- تجنب المقطع الرقيق جدًا وإختيار مقطع ملائم.

مثال 5: يبيّن الشكل (4- 9) المنظور الهندسي لأنموذج مسبوكة من معدن الالمُنيوم – سليكون Al-Si وبعد عملية الصب ظهر فيها عيب عدم اكتمال بالمنطقة البعيدة عن قناة الصب بسماكة 7ملم، بمقياس رسم 1:1 ارسم المقطع الرأسي والمسقط الجانبي.



الشكل 4- 9 مثال 5

الحل :



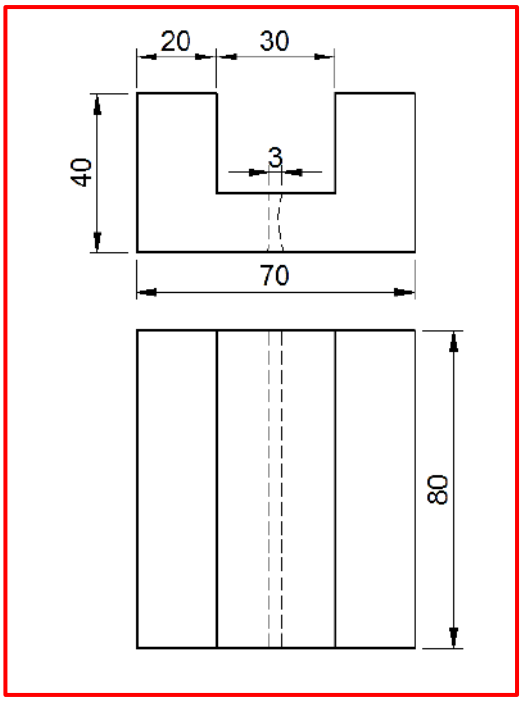
الشكل 4- 10 المقطع الرأسي والمسقط الجانبي لمسبوكة فيها عيب (عدم اكتمال الصب).

4-4 رسم عيوب مختلفة للانكماش.

Drawing of Various Defect of Shrinkage

1- شروخ باردة Cold Shut

الشرخ البارد: هو نوع من العيوب والتي يمكن ملاحظتها بشكل خط على السطح. عندما يدخل منصهر المعدن للقالب من خلال بوابتين ويلتقي تياران من هذا المعدن عند درجة حرارة منخفضة فإنهما لا يندمجان مع بعضهما، ومن ثم يتجمدان مخلفين ورائهما شق على البارد كما في الشكل (4-11).

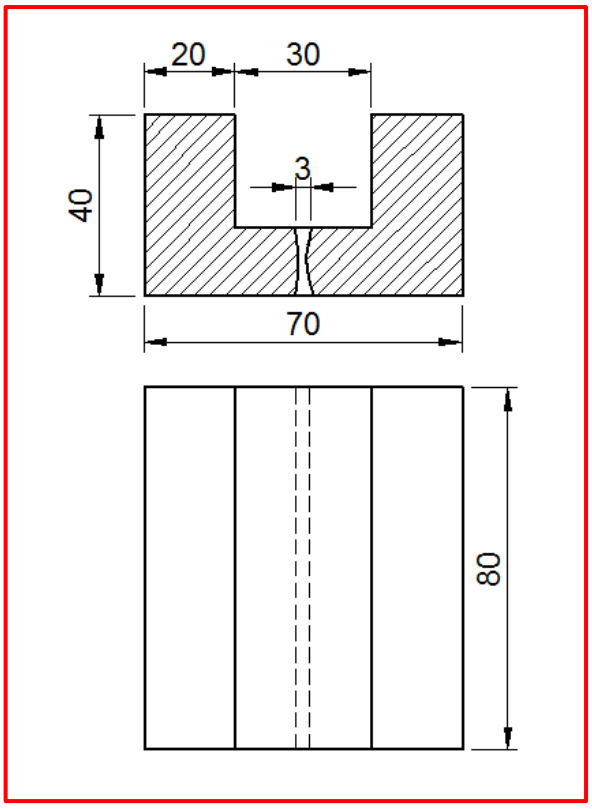


الشكل 4-11 المسقط الرأسي والمسقط الأفقي لمسبوكة فيها شرخ داخلي.

الاسباب: - نظام البوابة ضعيف .
- درجة حرارة السكب (Pouring temperature) منخفضة.
- انخفاض السيوبة.

المعالجة: - تحسين نظام البوابات.
- اختيار درجة حرارة السكب مناسبة.

مثال 6: يبيّن الشكل (4- 11) المسقط الرأسي والمسقط الأفقي لمسبوكة فيها شرخ داخلي، بمقياس رسم 1:1 ارسم المقطع الرأسي والمسقط الافقي.

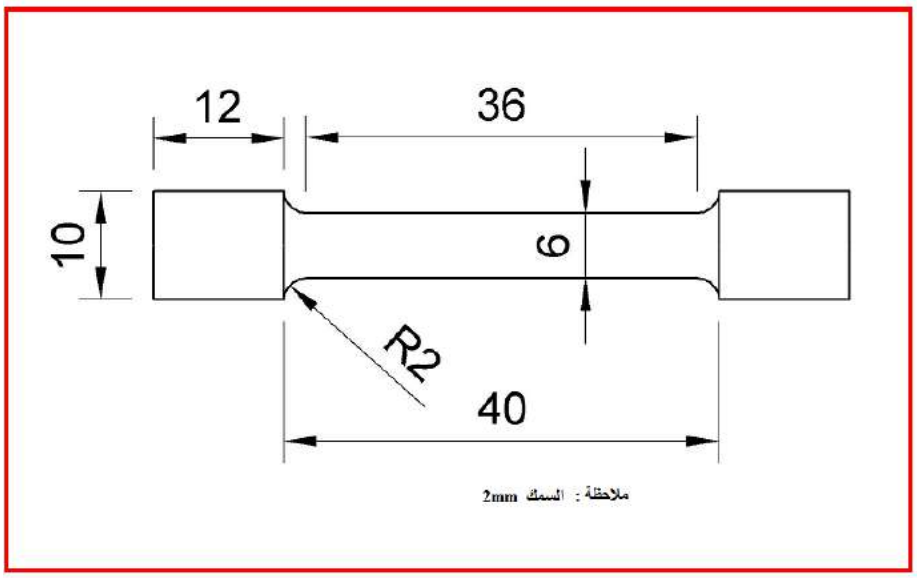


الشكل 4- 11 المقطع الرأسي والمسقط الأفقي لمسبوكة فيها شرخ داخلي.

5-4 رسم اشكال مختلفة لنماذج مسبوكات لغرض الفحص.
Drawing Different Shapes of Castings for Test

توجد أنواع مختلفة من أجهزة الفحص للمسبوكات بعد اخراجها من القالب في أثناء وبعد عملية تنظيفها وبعدما تكون جاهزة للفحص وهي كالآتي :

فحص المسبوكات لاختبار الشد. الشكل (4-11).



الشكل 4-11 عينة اختبار لفحص الشد.

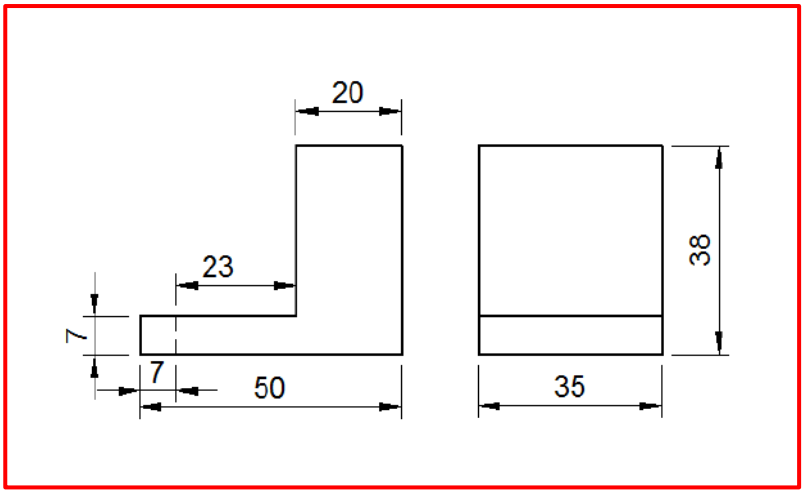
تمارين الفصل الرابع

التمرين الاول: ارسم عيوب المسبوكات الآتية مع تعريف كل منها وذكر اسباب حدوثه وكيفية معالجته.

1- عدم اكتمال الصب Misrun. 2- الاختراق Penetration. 3- الثقوب Blowholes.

التمرين الثاني: يبيّن الشكل أدناه المسقط الرأسي والمسقط الجانبي لمسبوكة فيها عيب (عدم اكتمال الصب)، المطلوب توضيح السبب وكيفية المعالجة مع رسم ما يأتي بمقياس رسم 1:2(تكبير):

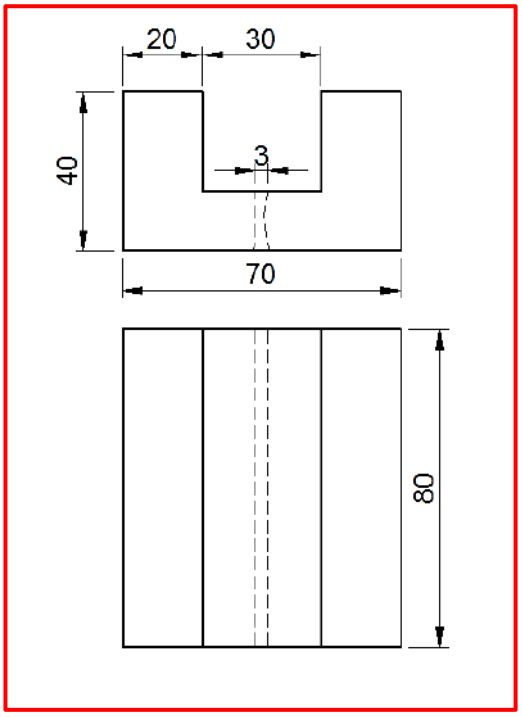
1- المقطع الرأسي.
2- المسقط الجانبي.
3- المسقط الافقي.



التمرين الثالث: يبيّن الشكل أدناه المسقط الرأسي والمسقط الأفقي لمسبوكة فيها شرخ داخلي، المطلوب:

بمقياس رسم 1:1 ارسم ما يأتي:

1- المقطع الرأسي.
2- والمسقط الجانبي.
3- المسقط الافقي.



الفصل الخامس

الرسم المعان بالحاسوب

Computer Aided Drafting

أهداف الفصل:

بعد الانتهاء من دراسة الفصل سيكون الطالب قادراً على أن:

1- تثبيت البرنامج على الحاسبة.
2- يتعرف على أوامر التعديل وكيفية استخدامها.
3- يتعلم كيفية الدخول إلى واجهة الأوتوكاد ثلاثية الأبعاد.
4- يستعمل طريقة التهشير(التظليل) للقطاعات.
5- ينفذ رسومات ثلاثية الأبعاد لأجسام مصمتة بسيطة (صندوق، كرة، اسطوانة، مخروط).
6- يتعرف على وظائف اللباب وأنواعه وكيفية رسمه بالأوتوكاد.
7- يتعرف على عيوب السباكة وكيفية رسمها بالأوتوكاد.
8- يرسم أجسام مصمتة أكثر تعقيداً وتجميعها في جسم واحد يسمى (المنظور).

1-5 تنصيب وتهيئة برنامج الاوتوكاد.

Installation & Preparation of AutoCAD

إن من أهم الأشياء التي يجد فيها مستخدمي الحاسوب صعوبة هي تهيئة البرنامج والاختيارات المختلفة التي تظهر له على الشاشة وفائدة كل منها ولذلك من المفيد معرفة كيفية تهيئة برنامج AutoCAD .يتم تثبيت البرنامج من قرص (CD) أو من (DVD) أو (RAM) أو من شبكة الانترنيت وفي حالة الأخذ من الشبكة يجب التأكد من ناشر البرنامج وموقع النافذة الالكترونية (web) الذي يقدم البرنامج.

للبدء بالتنصيب يوضع القرص المدمج المحمل عليها برنامج الاوتوكاد في (CD-ROM) سوف يتم تحميل البرنامج مباشرة وإذا لم يحدث أضغط علي الأيقونة الخاصة CD-ROM سوف تجد الملفات الخاصة بالبرنامج أضغط على Setup سوف يتم تحميل القرص عن طريق استخدام الملف Setupوسوف يظهر الصندوق الحواري الخاص بـ AutoCAD.تجد الشاشة الافتتاحية تنقسم إلى عدة أجزاء:-

1. **Install** سوف تجد فيها عدة خطوات لتهيئة البرنامج، بعد الاختيار يجب الضغط على كلمة Next.
2. يظهر الصندوق الحواري الخاص بـ Software License Agreement

ويجب أن تقرأ ما بداخل الصندوق الحواري وبه تصريح أو الموافقة علي كل شروط الشركة المنتجة للبرنامج وهي Autodesk اضغط على الموافقة (Accept) إذا كنت موافقاً ثم عبارة المتابعة (Next) ويلاحظ في هذا الصندوق الحواري بأنك تختار البلد المقيم فيها.

3. يظهر الصندوق الحواري الخاص بإدخال رقم التسلسل (Serial Number)الموجود مع قرص البرنامج ثم Next.
4. سوف يظهر الصندوق الحواري وفيه إدخال البيانات الخاصة بك ثم Next.
5. سيظهر الصندوق الحواري الخاصة باختيار نوع تهيئة البرنامج ويسمي Select Installation

وهنا يتم اختيار الخيار الذي يناسبك ثم Next.

6. تواصل تهيئة البرنامج من خلال الخيار Custom سوف يظهر لك الصندوق الحواري الخاص وبه جميع خيارات الأوتوكاد وما عليك إلا أن نختار الأشياء التي تناسبك ثم Next .
7. - يظهر الصندوق الحواري الخاص باختيار المكان المراد تهيئة الأوتوكاد فيه ثم Next.
8. سيظهر الصندوق الحواري الخاص باختيار البرنامج المستخدم لتعديل النصوص المستخدمة في الأوتوكاد اختار البرنامج المناسب لك ثم Next.
9. سوف يظهر لك الصندوق الحواري الخاص ببدء تهيئة البرنامج اضغط علىNext .
10. سيظهر الصندوق الحواري موضحاً لك الانتهاء من تهيئة البرنامج ،اضغط علي Finish للانتهاء.

بعد الانتهاء من عملية التنصيب يمكن الدخول إلى البرنامج، وهناك طريقتان للدخول إلى البرنامج كما ذكر في الصفوف السابقة، فأما ان يكون بالنقر المزدوج على الأيقونة الظاهرة على سطح المكتب أو عــن طريق النقر بالمؤشر علــى أيقونة (ابدأ Start) في الركن الأسفل الأيسر ومن ثم على أيقونة تشغيل البرنامج بعد ظهورها من قوائم التشغيل.

Start (ابدأ) ➔ **All Programs** (البرامج) ➔ **Autodesk** ➔ **AutoCAD**

وستظهر على الشاشة نافذة بداية البرنامج، وربما تختلف النافذة من إصدار إلى آخر، وقد تظهر نوافذ أخرى بداية التشغيل، الغاية منها اختيار الرسم ببعدين أو بثلاث أبعاد.

2-5 أومر التعديل Modify Commands

يتطلب الرسم الهندسي إجراء بعض التعديلات على العناصر المرسومة للوصول إلى الحالة النهائية للتصميم، لذلك فإن أدوات التعديل تستخدم لتغيير شكل ومواصفات العنصر ألمرسوم، لكن قبل استعراض أوامر التعديل يجب أن تُفهم الخاصية الرئيسية التي ترتكز عليها هذه الأوامر، وهي خاصية التحديد.

5-2-1- التحديد Selection :

في حالة استخدام أي أمر من أوامر التعديل فإن البرنامج يطلب تحديد العناصر المراد تعديلها وعندها يتغير شكل المؤشر إلى مربع، وتظهر في محرر الأوامر الرسالة التالية : Select Object لاختيار شكل واحد (كما في أمرOffset مثلاً)، أو select objects في حالة إمكانية اختيار أكثر من عنصر (كما في أمر Erase مثلاً)، وعند تحديد أي شكل فانه يظهر بخطوط متقطعة، وتتم عملية التحديد بالطرائق الآتية:

أ- **الضغط على العنصر** :وذلك بالضغط المباشر باستعمال الزر الأيسر للفأرة على العنصر، ويمكن تحديد عدة عناصر بالضغط المتتالي عنصر تلو الآخر.

ب -التحديد بنافذة :تستخدم لتحديد أكثر من عنصر دفعة واحدة وذلك بفتح نافذة بالضغط على الزر الأيسر في مكان خالي فى لوحة الرسم ثم التحريك إلى اليمين أو إلى اليسار لتوقيع الزاوية المقابلة لمربع النافذة .

قبل الشروع في إستعراض أوامر التعديل، نُذكّر بأمرين مهمين:

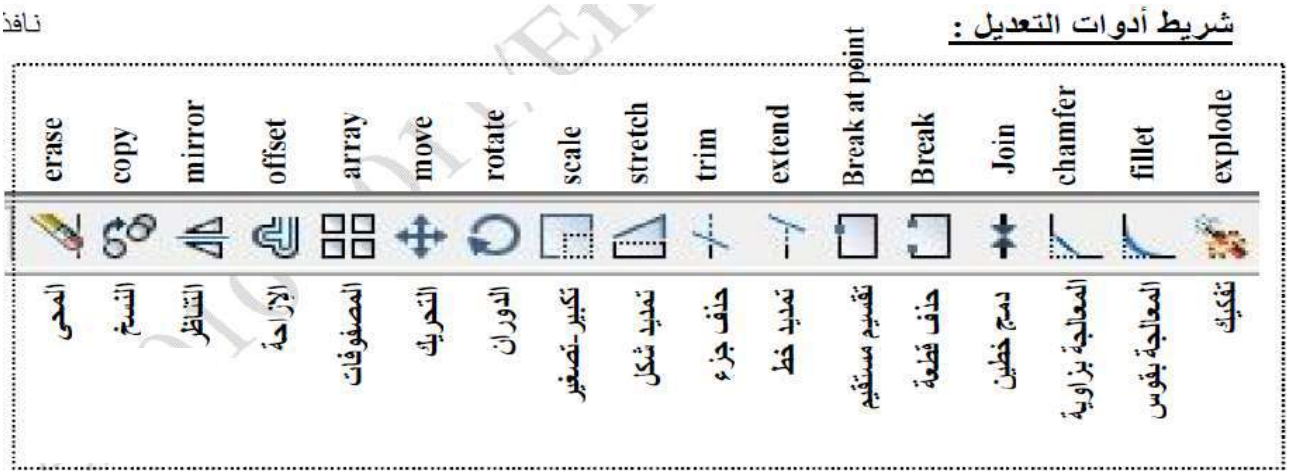
1- لتشغيل أي أمر من أوامر التعديل تُتبع إحدى الطرائق الآتية:

أ. من شريط أدوات التعديل Modify بالضغط مباشرة على الزر المناسب كما في الشكل (5-1).

ب. إختيار الأمر من شريط القائمة المنسدلة Modify.

ج. كتابة الأمر أو اختصاره على محرر الأوامر ثم الضغط Enter.

2 - كل أمر من أوامر التعديل له وظيفة محددة، ومراحل تنفيذ متسلسلة، المحافظة على الترتيب الصحيح لهذه الخطوات ضروري لتنفيذ الأمر بشكل سليم.



الشكل 5-1 يوضح شريط أوامر التعديل.

وسيتم التطرق إلى شرح كل أمر من أوامر التعديل وكما يأتي :

1- الأمر Erase - المسح – (الاختصار E): هناك أكثر من طريقة لاستخدام هذا الأمر.

- تحديد الخطوط والأشكال المراد مسحها ثم نضغط على أمر Erase.
- الضغط على أمر Erase أولاً ثم التحديد على الأشكال والخطوط المراد مسحها ونضغط مفتاح Enter.
- تحديد الأشكال والخطوط والنقر يمين واختيار من القائمة التي سوف تظهر **Erase**.
- تحديد الأشكال المراد مسحها وفتح قائمة Modify والضغط على الأمر **Erase**.

2. الامر Copy – نسخ – (الاختصار CO):

يستعمل لنسخ الأشكال والخطوط ونقلها في المكان الذي يتم تحديده عن طريق النقر على الأمر Copy من شريط الأوامر Modify أو القائمة Modify يطلب البرنامج تحديد الشكل Object Select يتم تحديد الشكل ثم ضغط مفتاح Enter فيطلب بعدها نقطة الإمساك بالشكل المراد نقله Specify base Point ، بعدها يتم النقر على النقطة المراد حمل نسخة من الشكل من خلالها والتحرك إلى المكان المراد وضع الشكل المراد رسمه فيه والنقر بزر الفأرة الأيسر لتثبيته بمكانه مع مراعاة إمكانية الشك بأنه ما زال موجود يمكننا نسخه في أكثر من مكان، ولإنهاء الأمر نضغط مفتاح Enter أو نضغط على مفتاح ESC من لوحة المفاتيح.

3- الامر Mirror - الانعكاس (المرأة) – (الاختصار MI):

يستعمل هذا الأمر لعمل انعكاس للأشكال (أفقيا – عموديا) فبعد النقر على الأمر يطلب تحديد الشكل المراد عمل إنعكاس له فنقوم بتحديد الشكل وبعد ذلك نضغط مفتاح Enter ثم يطلب بداية الخط الذي سوف ينعكس عليه أي المحور (الرأسي أو الأفقي أو المائل)، إذ يمكن رسم محور ويمكن عمل إنعكاس للشكل فيه ويمكن رسم خط مع مراعاة تفعيل أمر (التعامد أو الضغط على مفتاح F8) وذلك

حتى لا يكون الخط مائلا، أو قبل البدء بعمل الانعكاس يرسم محور لعمل إنعكاس عليه وبعد النقر على بداية المحور ونهايته يسأل البرنامج سؤال هل يقوم بمسح الأصل؟
(Yes/ No(Erase Source Object ، فعند الضغط على مفتاح Enter لا يتم مسح الأصل، أما عندما نقوم بكتابة حرف Y وهو اختصار لكلمة Yes سيقوم البرنامج بمسح الأصل.

4- الامر Offset – الازاحة – (الاختصار O):

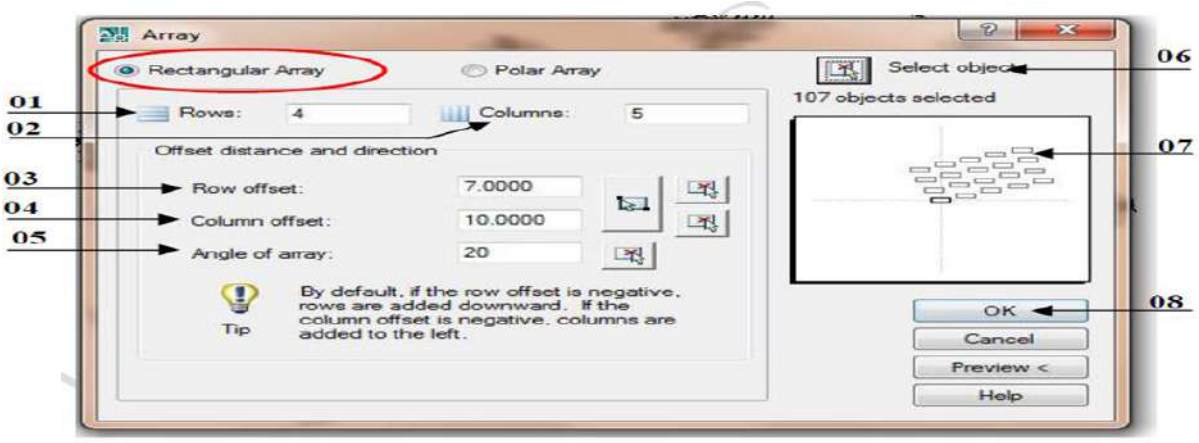
هو أمر لتكرار عنصُر بأبعاد أكبر أو أصغر داخل أو خارج الشكل. يتم كتابة الحرف (O) في شريط الأوامر مختصر للأمر Offset ثم يطلب تحديد مسافة بعد العنصر الجديد عن مسافة العنصر القديم Specify offset distance or لكن سيتم اختيار Through ثم يطلب تحديد نُقطة تكرار العُنصر الجديد على مسافة من العُنصر القديم Specify through point فيرسم الشكل مثلما يكون بأبعاد (SCALE) مُختلفة أكبر أو أصغر.

5- الامر Array – المصفوفة – (الاختصار Ar)

يستخدم هذا الأمر لتكرار (نسخ) عنصر ما أو مجموعة من العناصر عددا من المرات، وتوزيعها وفق نموذج معين ، وبتفعيل هذا الأمر يظهر مربع حوار يحتوي على نموذجين أساسيين هما :
المصفوفات المستطيلة ، والمصفوفات الدائرية.

أ- المصفوفات المستطيلة Rectangular Arrays

وفيها يتم إنشاء النسخ المطلوبة بحيث توزع أفقياً وعمودياً على شكل نسخ صفوف (Rows) وأعمدة (Column)، مع تحديد عدد هذه الأشكال و المسافات ، الفاصلة بين هذه الصفوف و بين الأعمدة.والشكل (5-2) يوضح طريقة عمل المصفوفة المستطيلة.



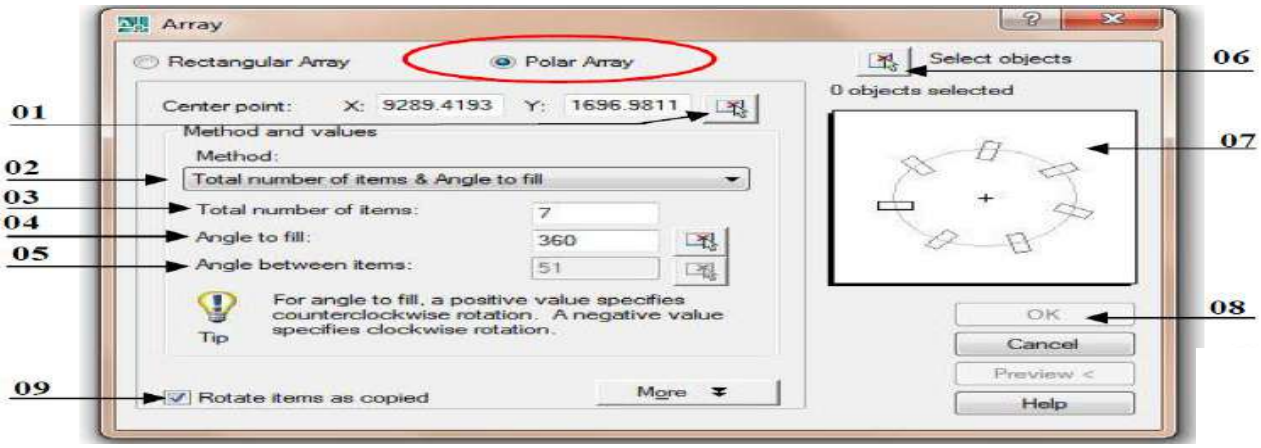
الشكل 5-2 طريقة عمل المصفوفة المستطيلة.

1.تحديد عدد الصفوف. 2. تحديد عدد الأعمدة.
3.التباعد بين الصفوف. 4. التباعد بين الأعمدة.
5.تحديد الزاوية إن كان هناك تدوير. 6. تحديد الشكل.
7. معاينة عدد الصفوف وعدد الأعمدة. 8. الموافقة النهائية على المصفوفة.

المصفوفات الدائرية Polar Arrays

وفيها يتم إنشاء النسخ المطلوبة بحيث توزع دائرياً أي على محيط دائرة ذات مركز محدد.

والشكل (5-3) يوضح طريقة استخدام المصفوفة الدائرية.



الشكل5-3 طريقة استخدام المصفوفة الدائرية.

1 - تحديد مركز دائرة المصفوفة (يمكن تحديده عن طريق كتابة إحداثياتها اذا كانت متوافرة)
2 - اختيار طريقة من الطرائق الثلاثة لتنفيذ المصفوفة الدائرية حسب المعطيات المتوفرة لديك
3 - Number of items:عدد العناصر المشكلة للمصفوفة.
4 -Angle to fill : الزاوية التي ستوزع عليها عناصر المصفوفة.
5 -Angle between items: الزاوية المحصورة بين عنصرين من عناصر المصفوفة.
6 - تحديد الشكل. 7 - معاينة شكل المصفوفة 8 - الموافقة النهائية على المصفوفة.
9- Rotate items as copied: لتدوير كل عنصر من العناصر الناتجة نحو مركز الدائرة.

6- الأمر Move – النقل –(الإختصار M)

يستخدم لتحريك أشكال مرسومة من مكان إلى آخر على لوحة الرسم، وطريقة الاستعمال عن طريق النقرعلى الأمرثم يطلب البرنامج تحديد الشكل المراد نقلة من مكانه Select Object بعد التحديد على الشكل نضغط مفتاح Enter من لوحة المفاتيح يسأل البرنامج عن المكان الذي يتم الإمساك بالشكل لنقله من مكانه إلى مكان آخر Select Object Point ثم النقر بزر الفأرة الأيسر على نقطة في الشكل والتحرك في لوحة الرسم في المكان المراد وضعه فيه والنقر مرة أخرى بزر الفأرة الأيسر ليتم النقل إليه.

7- الأمر Rotate– الدوران – (الإختصار RO)

يقوم بتدوير الأشكال المختارة حول نقطة دوران مرجعية، ووفق زاوية دوران محددة، يتم اختيار الأمر Rotate بعدها يطلُب تحديد نُقطة مركز دوران Specify base point وهي أي نقطة تختارها

في الشكل المراد تدويره بعدها يطلب تحديد زاوية دوران الشكل Specify rotation angle بمجرد تحديد الزاوية يتم دوران الشكل بالزاوية المطلوبة.

8- الأمر Scale– التكبير والتصغير –(الاختصار SC)

يقوم بتغيير قياس العناصر المرسومة، أي تكبير و تصغير الأشكال عن طريق اختيار الأمر Scale ثم يطلب البرنامج تحديد الشكل Select Object بعد تحديد الشكل يسأل البرنامج عن نقطة الإمساك بالشكل. Specify base Point ثم النقرعلى نقطة بالشكل سوف يسأل عن Specify scale factor أقوم بكتابة النسبة المراد التكبير بها والضغط على مفتاح Enter.

9- الأمر Stretch – التمديد– (الاختصار S)

لغرض تمديد ضلعين من مثلث، نقوم بالنقر على أيقونة stretch فيطلب اختيار العنصر ثم فتح نافذة على ضلعين فقط وبتحريك المؤشر يمكن التحكم في طول الضلعين سواء بالتكبير أو بالتصغيرعن طريق حركة المؤشر أما الضلع الذي لم يتم تحديده فهو ثابت لا يتأثر بالأمر.

10 - الأمر Lengthen– يطيل (امتد)- (الاختصار Le)

هو أمر لتغيير طول بُعد بنسبة من طوله أو بزيادة أو نقص قيمة عن قيمته الحالية. يتم اخيار الأمر lengthen فسوف يظهر في شريط الأوامر أربع اختيارات بين قوسين. يتم ختار أحد الخيارات الأربعة بعدها تحدد القيمة المراد إطالة الخط بها وان كل نقرة على الخط المراد زيادة طوله سيزيد مرة بقدر القيمة التي تم تحديدها، أو بنسبة مئوية من الطول الأصلي أو مضاعفة الطول.

11- الأمر Trim – قطع خط – (الاختصارLR)

يقوم بقص جزء من خط عند نقطة تقاطعه مع خط آخر يسمى خط القص، يتم اختيارالأمر Trim بعدها اختيار العناصرالمُراد جعل أضلاعها مُنفصلة عند التقاطعات بينها مثلاً مستطيلان ثم الضغط على Enter ثم يطلب تحديد الأجزاء المطلوب مسحها Select object to trim عند الضغط على هذين الجزئين يلاحظ أنه قد تم مسحهما، حيث تم قطع الضلع حتى نقطة التقاطع وليس الضلع كاملاً.

12- الأمر Extend – تمديد خط – (الاختصارEx)

يقوم بمد خط ليصل الى خط آخر يقابله يسمى خط التمديد. لاستعمال هذا الأمر يجب مراعاة وجود خط آخرليمتد له الخط أو القوس، إذا تم النقر على الخط المراد عمل امتداد له فيتمدد باتجاه الخط الآخر.

13- الأمر Break At Point – تقسيم خط

يقوم بتقسيم خط أو مستطيل أو دائرة أو أي شكل آخر عند نقطة معينة، مثلاً عندما تريد جعل مستقيم ما عبارة عن نصفي مستقيمين ينتهيان عند نقطة واحدة ، بهدف تعديل كل واحد على حدة مثلاً.

14- الأمر Break – حذف قطعة – (الإختصارBR)

يقوم بتقسيم خط أو مستطيل أو دائرة أو أي شكل آخرعند نقطتين مختلفتين مع حذف القطعة المشكلة بينهما. ويكون ذلك بتحديد الأمر ثم تحديد المستقيم المراد تقسيمه وهنا يعتبر البرنامج نقطة تحديد الخط هي نقطة الحذف الأولى، ثم إختيار نقطة الحذف الثانية باستخدام أحدى طرائق ادخال النقاط المعروفة.

15- الأمر join– ربط (دمج خطين) – (الإختصارJ)

يعمل على ربط خطين منفصلين (أو أكثر) تقع على استقامة واحدة، لكنهما متماسان في نقطة هي نهاية الخط الأول مع بداية الخط الثاني، ليصبحا خطاً واحداً.

16- الأمر Chamfer – كسر الأركان(شطف) – (الاختصارCHA)

هو معالجة أركان وزوايا الأشكال برسم خط يربط بين ضلعي الزاوية، وهناك طريقتان لتنفيذ الأمر حسب المعطيات المتوفرة، الأولى هي تحديد مسافتين D1,D2 ، والثانية بتحديد مسافة D1 وزاوية α.

17- الأمر Fillet – المعالجة بقوس – (الاختصارF)

معالجة أركان وزوايا الأشكال برسم قوس يصل بين ضلعي الزاوية.وذلك بتفعيل الأمر، ثم تفعيل الخيار الفرعي Radius أي نصف القطر بكتابة الاختصار R ثم Enter بعدها كتابة قيمة قطر قوس المعالجة ثم تحديد الضلع الأول بعدها الضلع الثاني.

18- الأمر Explode– التفكيك(التفجير) :

يستخدم لتفكيك الأشكال المركبة والتي هي على شكل Block أو مرسومة بـ Polyline ..الخ وذلك بغرض إدخال تعديل على جزء فقط من هذا الاشكال، ولاستعماله يكفي تحديد الشكل ثم Enter ليتحول من كتلة واحدة متصلة إلى مجموعة الخطوط الأولية المكونة له.

3-5 - إنشاء رسوم ثلاثية الابعاد. 3-D Drawings

يحتوي برنامج Auto CAD على ثلاثة واجهات للتعامل مع أوامر البرنامج، ويمكن تقسيم أنواع الرسومات ثلاثية الأبعاد إلى قسمين، الأول تنفيذ المنظور الأيزومتري بدون تفعيل المحور الثالث Z والرسم بمستوى 2D ويستعمل للمناظير الهندسية، اما النوع الثاني فهو رسم النماذج ثلاثية الأبعاد بتفعيل المحور الثالث ليتم عرض النموذج ودورانه على الشاشة ورؤيته في مناظير ثلاثية الأبعاد وبزوايا مختلفة مع استنتاج المساقط وإجراء القطاعات فضلاً عن استعمال بيانات النموذج في برامج التصميم والتصنيع والإنتاج. تتميز واجهة الرسم ثلاثي الأبعاد (3D) عن سابقتها بتغير شكل المؤشر الذي سيكون بصورة ثلاثة محاور متقاطعة فضلاً عن علامة المحاور الثلاثة في الركن الأيسر السفلي من الشاشة. تستعمل عدة أوامر في الرسم الثلاثي الأبعاد فإما يكون عن طريق رسم الأجسام المصمتة Modeling أو باستعمال رسم المشبكات السلكية Mesh Modeling او إعطاء سمك لرسومات في مستوى 2D أو تمديد Extrude او تدوير Revolve حول محور ما لتتحول الى أجسام ثلاثية الأبعاد. ولتحويل واجهة الرسم من 2D إلى 3D هناك عدة طرائق يمكننا من خلالها تحويل الواجهة لكننا نركز على طريقتين:

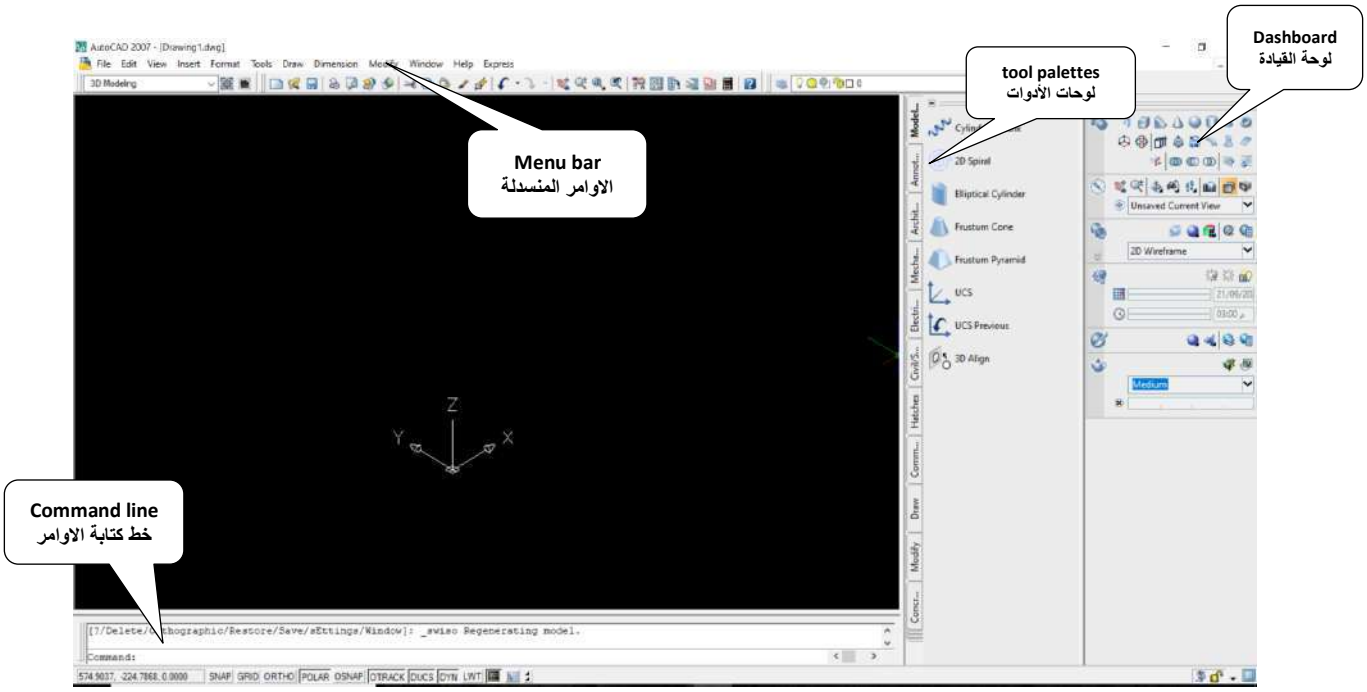
الأولى من شريط القوائم المنسدلة.

Tools ➡ workspace ➡ 3DModeling

إن واجهة البرنامج قد تغيرت مع تغير الأدوات والأوامر لكن سنلاحظ أيضاً انك ما زال الرسم ببعدين(X,Y) ولم تتغير الواجهة إلى ثلاثية الأبعاد ولظهور البعد الثالث (Z) تتبع الخطوات الاتية:

من شريط القوائم المنسدلة يتم اختار View ➡ 3DView ➡ SW Isometric

كما الشكل (4-5) الذي يمثل واجهة البرنامج 3D.



الشكل 5-4 الطريقة الاولى للحصول على واجهة البرنامج 3D.

الثانية مميزات هذه الطريقة ضبط أبعاد الصفحة بالمليمتر ويمكن الحصول عليها بأتباع الخطوات التالية : اختيار من شريط القوائم المنسدلة

File ➡ New ➡ ستظهر واجهة تحتوي على عدة اوامر يتم اختيار acadiso3d

ولضبط الابعاد بالمليمتر بعد فتح الصفحة نذهب الى شريط القوائم المنسدلة ونختار

format ➡Drawing limit ➡ نذهب الى شريط كتابة الأوامر

ستظهر هذه الرسالة

Specify lower left corner or [on, off] (0.000,0.000) : ➡ **نضغط (Enter)**

ستظهر هذه الرسالة

Specify upper right corner (420.000,297.000): ➡ **700,500**

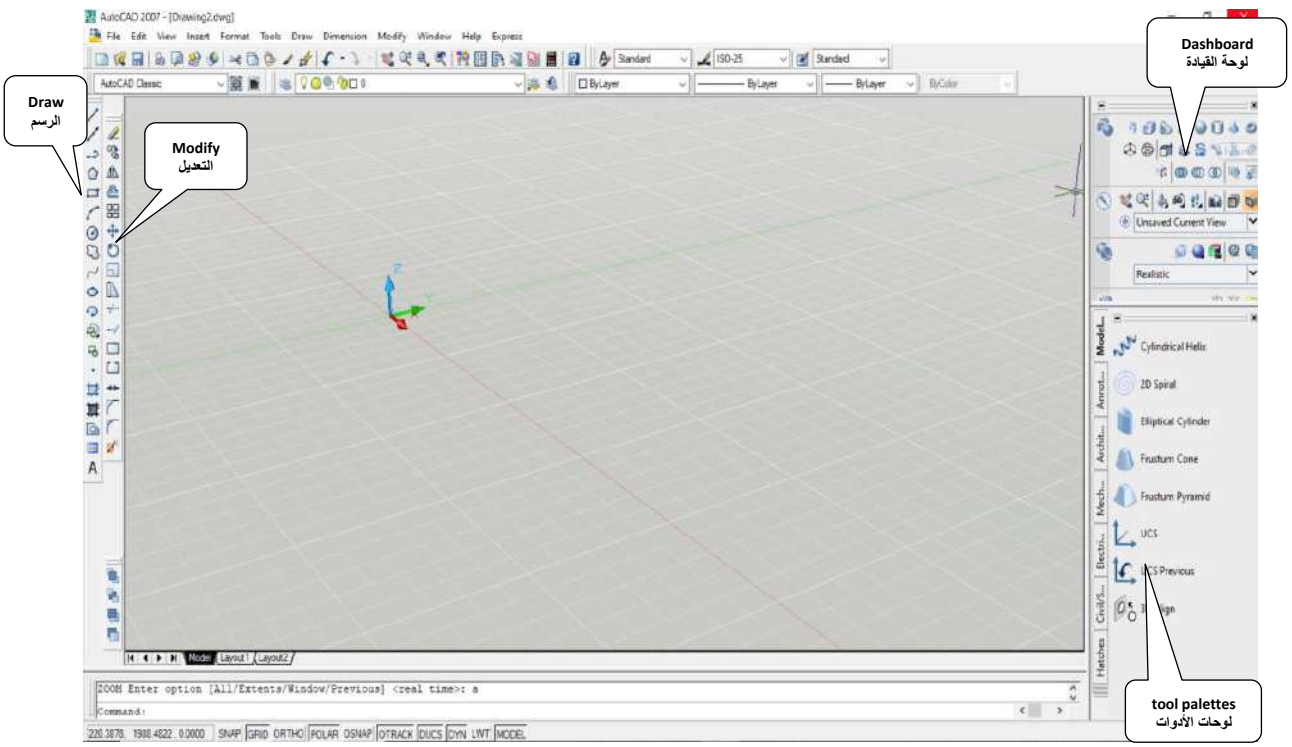
ستظهر هذه الرسالة

Command: ➡ **Z**

ستظهر هذه الرسالة

Zoom Enter option [All/Extents/Window/Previous] <real time>: ➡ **A**

وبهذه الرسالة الأخيرة يتم الانتهاء من ضبط الصفحة لتظهر كما في الشكل (5-5).



الشكل 5-5 الطريقة الثانية للحصول على واجهة البرنامج 3D.

5-3-1-إنشاء رسوم لأجسام مصمتة بسيطة:

يوفر برنامج الاوتوكاد قوائم تحتوي على مجموعة من الأجسام الصلبة الأساسية ويجب توفرها على صفحة الرسم لاستخدامها في الرسم ثلاثي الأبعاد ويمكن إضافة هذه القوائم إلى واجهة الرسم إن لم توجد عند فتح الصفحة بالطريقة الآتية:

اختيار شريط القوائم المنسدلة القائمة الأولى Dashboard ➡ palettes ➡ Tools

اختيار شريط القوائم المنسدلة القائمة الثانية Tool palettes ➡ palettes ➡ Tools

ويمكن الحصول على الأجسام المصمتة من شريط الأوامر المنسدلة باختيار Draw ومنها Modeling ستظهر مجموعة من الأوامر الجاهزة لرسم الاجسام المصمتة تبدأ بالأمر box (الصندوق) يختار منها الشكل الصلب المطلوب وتتبع ما يظهر من مطالب في سطر الأوامر ليتم رسم الشكل المجسم.

ولتوضيح الحالة يؤخذ الأمر box و cylinder.

مثال 1: ارسم صندق صلد Box

Command: _box (Enter) الضغط على

[Specify first corner or Center]: 30,40,50 (Enter) نضغط (تحديد مركز القاعدة)

Specify other corner or [Cube/Length]: 60,80,100 (Enter) نضغط

(المكعب أو الزاوية و تحديد أطوال الأضلاع)

مثال2 : ارسم اسطوانة صلدة Cylinder

Command: _cylinder

(وهنا يطلب تحديد نقطة مركز القاعدة بنقطة أو نقطتين أو ثلاثة)

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: **30 (Enter) نضغط**

(هنا سيطلب تحديد نصف قطر الأسطوانة أو قطرها)

Specify base radius or [Diameter]: **100 (Enter) نضغط**

(وهنا سيطلب تحديد الإرتفاع أو تحديد نقطتين أو نقطة نهاية المحور)

Specify height or [2Point/Axis endpoint] : **150 (Enter) نضغط سيظهر شكل الأسطوانة**

5-3-2- إنشاء رسوم لأجسام مصمتة أكثرتعقيداً باستعمال العمليات المنطقية

لإنجاز رسم أجسام أكثر تعقيداً قد يتطلب إلى دمج الأجزاء المتعدّدة لتكون جسم واحد، أو إزالة أجزاء من تلك الأجسام الصلبة ويمكن الحصول على تلك الأوامر بطريقتين. والجدول رقم (5-1) يبين بعض هذه الأوامر وطريقة استعمالها.

Modify ⟵ Solid Editing ⟵ ستظهر قائمة بمجموعة أوامر

Tools ⟵ palettes ⟵ Dashboard ستظهر هذه القائمة كشريط على واجه الرسم

جدول رقم (5-1) بعض هذه الاوامر وطريقة استعمالها.

الاجراء	ادخال الأمر	الأيقونة	التوصيف
الاتحاد (منطقي)	UNION / UNI		ربط اثنان أو أكثر من الأجسام الصلبة لتكوين جسم واحد اعتماداً على الشكل الهندسي للكل.
الطرح (منطقي)	SUBTRACT / SU		طرح واحد أو أكثر من المواد الصلبة من تكوين اخر مستند على الجسم الهندسي الباقي.
التقاطع (منطقي)	INTERSECT / IN		تكوين جسم صلد مفرد من أجسام صلدة بالاستناد على الأجسام الهندسية المتقاطعة.
تشكيل وجه	SOLIDEDIT	Extrude Faces	يسمح بزيادة حجم الجسم الصلد بسحب وتشكيل أحد أوجهه للخارج.
شريحة	SLICE		قطع الجسم الى شرائح على طول مستوى قطع معين.
اصطفاف 3D	3DALIGN		اصطفاف أجسام 2-3D الى ثلاثي الأبعاد.

ومن المناسب تجربة هذه الأوامر وخياراتها الفرعية بشكل عملي والآتي بعض منها:

مثال3: تكوين جسم صلد من اتحاد جسمين الشكل (5-6).

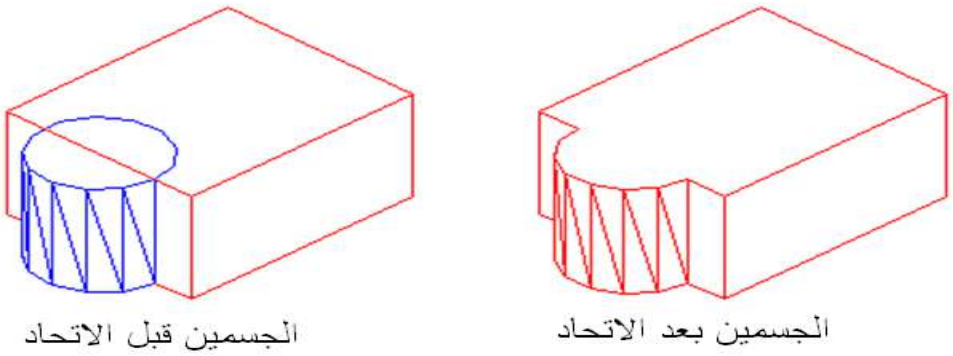
يفترض وجود جسمين إسطوانة وصندوق متداخلان ومطلوب جعلهما جسماً واحداً، نختار الأمر إما بكتابته في سطر كتابة الأوامر أو النقر على الأيقونة التي تمثل الأمر، وكما يأتي :

Command: _union **(Enter) نضغط**

Select objects: 1 found (يتم اختيار أحد الأجسام ولتكن الأسطوانة)

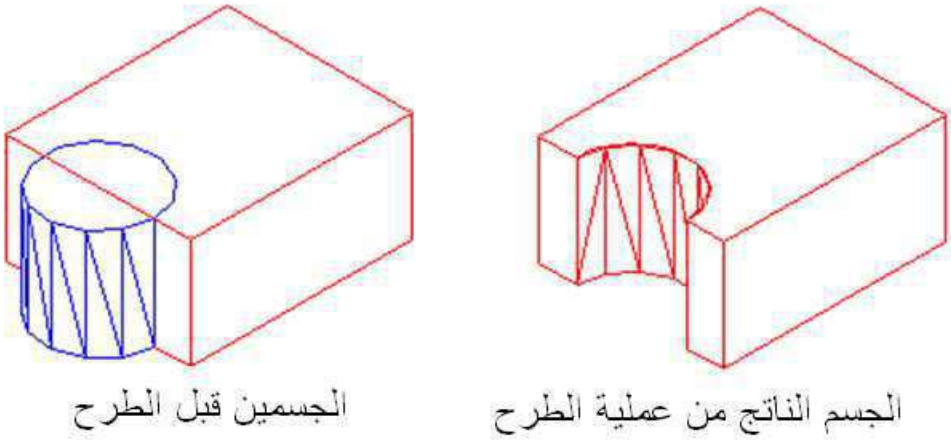
Select objects: 2 found ثم نختار المربع **(Enter) نضغط**

ولفك الترابط بين الجسمين نستعمل الأمر **Separate.** كما في الشكل (5-7).

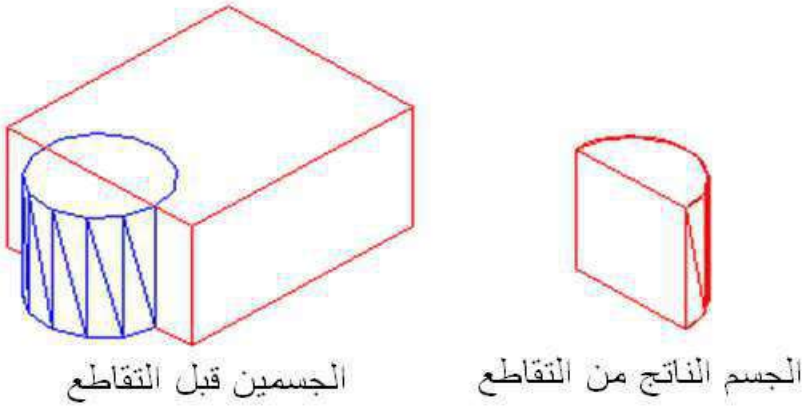


الشكل 5-6 تكوين جسم صلد من اتحاد جسمين.

وبالطريقة نفسها يمكن تنفيذ بقية الأوامر المدرجة في الجدول اعلاه وكما في الشكل (5-8)والذي يمثل قطع جزء من جسم مصمت بالأمر (SLICE).



الشكل 5-7 تنفيذ أمر الطرح subtract.



الشكل 5-8 تنفيذ أمر القطع SLICE.

5-3-3 رسم وظائف اللباب Drawing of Functions of Cores

اللباب: هو إنتاج مسبوكات جوفاء، بحيث لا يسمح للمعدن المنصهر بملىء جزء معين في تجويف القالب، مما يؤدي الى الحصول على الشكل النهائي للمسبوكة، وللباب عدة وظائف هي :

1. إنتاج تجويف داخلي للمسبوكات المجوفة.
2. زيادة قوة القالب.
3. عمل راحة عميقة عند إدخالها في القالب .
4. الحصول على قطع خارجي undercut، داخلي، دائري وجانبي للمسبوكة.

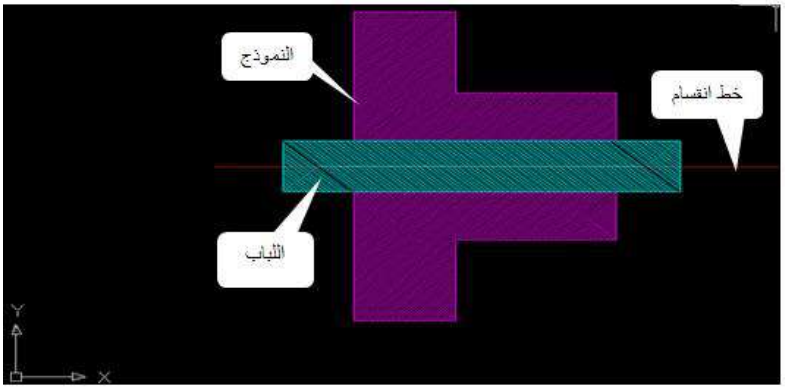
وسنتعلم رسم أنواع (اللباب) بالأوتوكاد للتعرف على طبيعة عمل كل نوع ووظيفته.

ملاحظة : عدم وضع الأبعاد والقياسات في الأوامر والخطوات وذلك لحرية وضع البعد الذي تريده، إضافة إلى أن النظام يحتوي على وحدات مختلفة ولعلة هناك إختلاف بين الوحدات الموضوعة من قبل المؤلف والوحدات الموجودة في حاسبات المختبر مما يؤدي الى صعوبة تطبيق الرسم.

1. اللباب الأفقي Horizontal Core

يتم وضعه أفقياً في القالب وقد يكون له أي شكل ذي صلة بشكل التجويف المطلوب سيكون اللباب الأفقي الموضوع في الغالب عند خط الفصل مقطوع بشكل موحد، يمكن رسم النموذج باستخدام الخطوات الآتية والتي تنتج عنها رسم يوضح عمل اللباب الأفقي كما في الشكل (5-9).

Command: **line** لرسم خط الانقسام
Command : **rectangle** لرسم اللباب
Command : **Hatch** لتهشير اللباب
Command: **line** لرسم الجزء العلوي للشغلة من خلال اختيار مجموعة نقاط
Command: Mirror لرسم الجزء السفلي للشغلة بصورة مطابقة للجزء العلوي
Command : **Hatch** لتهشير الجزئين العلوي والسفلي للشغلة

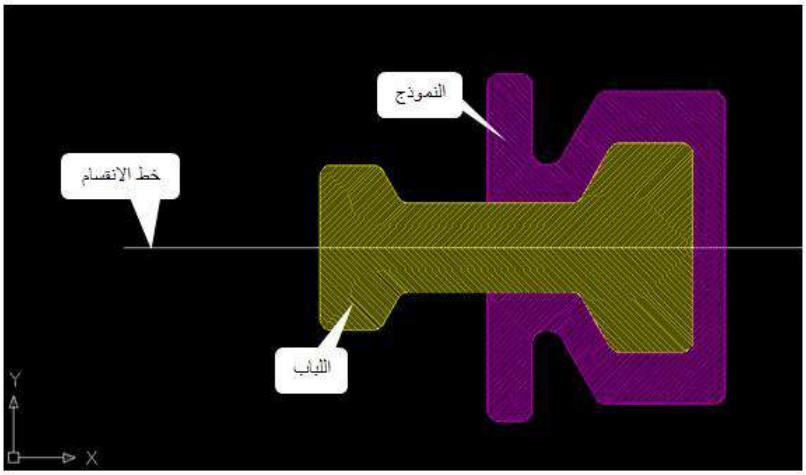


الشكل 5-9 اللباب الأفقي.

2. اللباب المتوازن Balanced Core

هذا النوع مدعوم ومتوازن من طرفه الوحيد يحتاج إلى مقعد للباب طويل بحيث لا يقع في تجويف اللباب، قد يتم دعمه لبعض الوقت على الأقواس الصغيرة، يمكن رسم النموذج باستخدام الخطوات الآتية والتي تنتج عنها رسم يوضح عمل اللباب المتوازن كما في الشكل (5-10).

Command: **line** لرسم خط الأنقسام
Command: **line** لرسم الجزء العلوي للباب من خلال إختيار مجموعة نقاط
Command: **fillet** لعمل تدوير لجميع الأركان ويجب تكرار الأمر عن تدوير كل ركن
Command: **Mirror** لرسم الجزء السفلي للباب بصورة مطابقة للجزء العلوي
Command **: Hatch** لتهشير اللباب
Command: **line** لرسم الجزء العلوي للشغلة من خلال إختيار مجموعة نقاط
Command: **fillet** لعمل تدوير لجميع الأركان ويجب تكرار الأمر عن تدوير كل ركن
Command: **Mirror** لرسم الجزء السفلي للشغلة بصورة مطابقة للجزء العلوي
Command **: Hatch** لتهشير الشغلة



الشكل 5-10 اللباب المتوازي.

3. اللباب على شكل الغطاء Cover Core

هذا النوع مدعوم من الأعلى ويتدلى رأسياً في تجويف القالب، لا يوجد دعم من القاع وهي مزودة بفتحة يصل من خلالها المعدن المنصهر إلى تجويف القالب، يمكن رسم النموذج باستخدام الخطوات الآتية والتي تنتج عنها رسم يوضح عمل اللباب على شكل الغطاء كما في الشكل (5-11)

Command: **line** لرسم خط الانقسام

Command: **line** لرسم الجزء الايسر للباب من خلال اختيار مجموعة نقاط

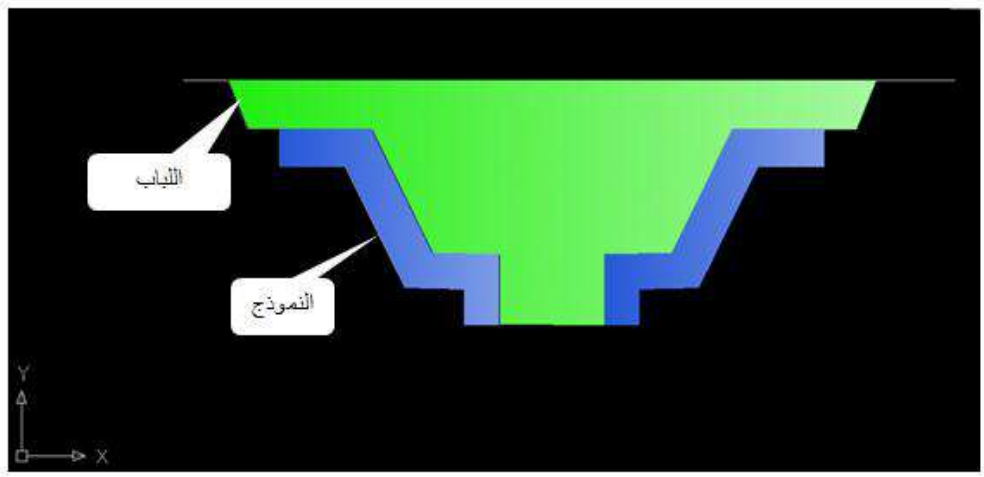
Command: Mirror لرسم الجزء الايمن للباب بصورة مطابقة للجزء الايسر

Command : **Hatch** لتهشير اللباب

Command: **line** لرسم الجزء الايسر للنموذج من خلال اختيار مجموعة نقاط

Command: Mirror لرسم الجزء الايمن للشغلة بصورة مطابقة للجزء الايسر

Command : **Hatch** لتهشير الشغلة

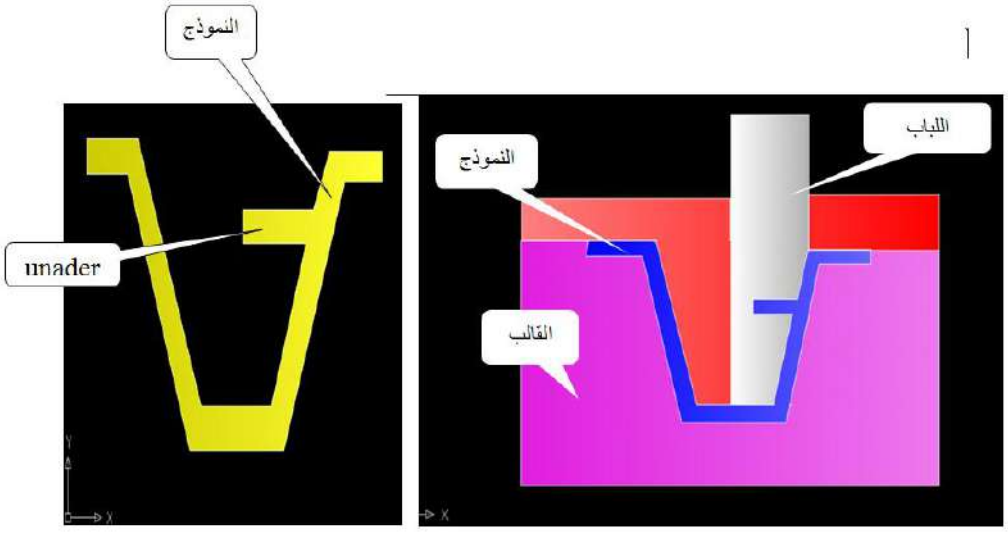


الشكل 5-11 اللباب على شكل الغطاء.

4- من وظائف اللباب المهمة الحصول على قطع خارجي undercut، داخلي، دائري وجانبي للمسبوكة لتجنب اللجوء لعملية التشغيل الميكانيكي وزيادة الكلفة للتصنيع فيتم الحصول على هذه المقاطع الواضحة باستخدام اللباب. والشكل(5-12) يمثل كيفية الحصول على مقطع خارجي صعب التشكيل من خلال اللباب، حيث يمكن تنفيذه بأتباع الخطوات الآتية

Command : **line** يتم الرسم بإستخدام الأمر (خط) ولعدة مرات للحصول على الشكل المطلوب

Command : **Hatch** يستخدم أمر التهشير ولجميع الأجزاء بشكل منفصل لتلوين الأجزاء



الشكل 5-12 وظيفة اللباب في الحصول على مقطع Internal Undercut.

5-3-4 رسم منظور لنموذج بجزئين مع المغذي وصفيحة موائمة

Isometric Drawing of Split Pattern with Riser and Match-Plate

لرسم منظور ايزومتري هناك مجموعة طرائق يمكن من خلالها رسم المنظور الأيزومتري، في هذا المثال يفضل استخدام الأيزومتري الصلد لكي نتمكن من اضافة الاجسام وعمل الثقوب فيه ويمكن رسم النموذج باستخدام الخطوات التالية والتي تنتج عنها رسم منظور توضيحي كما في الشكل (5-13)

Command: box لتشكيل صفيحة النموذج

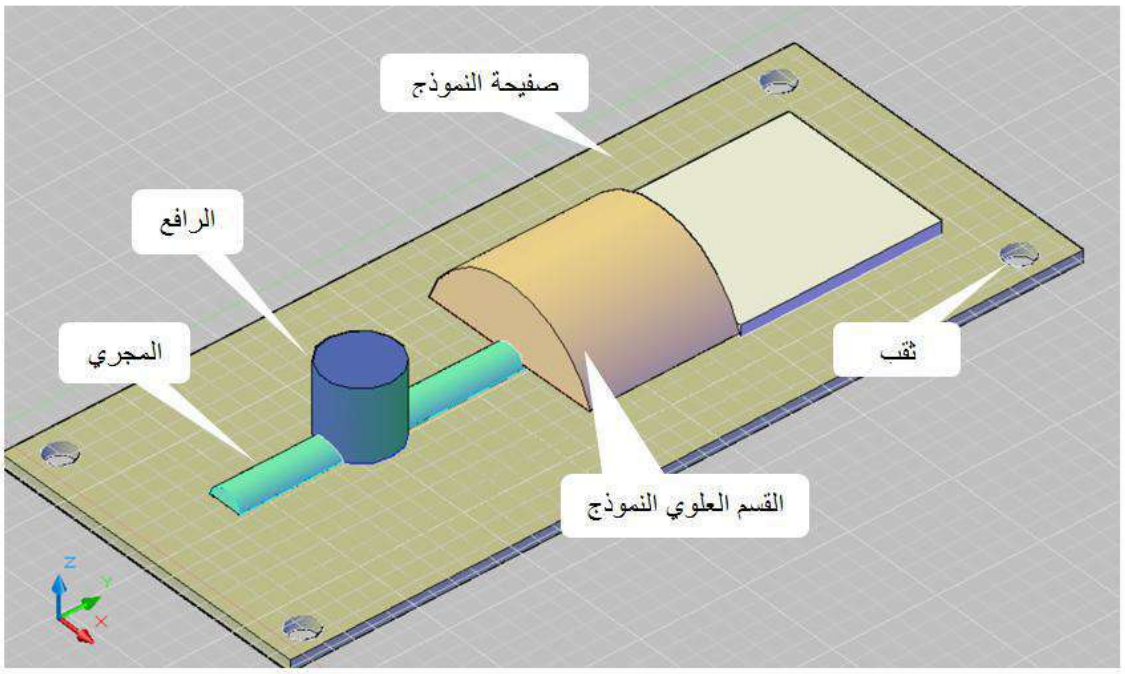
Command: cylinder نرسم اسطوانة للحصول على شكل النمط العلوي، قص الأسطوانة بالأمر (subtract) ونبدأ تحريك النمط بأمر التدوير للحصول على الوضع المطلوب.

Command: box لإكمال رسم النمط أرسم مربع سمكه قليل ثم استخدم أمر التحريك ليتم لصقه بالنصف الوسطي العلوي للنمط

Command: cylinder لعمل المجرى والرافع يستخدم الأمرين

3DRotate، 3DMove للحصول على الوضع الصحيح للرسم

Command: Circle لعمل الثقوب يستخدم أمر الدائرة ثم اختيار Press pull لعمل التجويف



الشكل 5-13 رسم منظور لنموذج بجزئين مع المغذي وصفيحة موائمة.

5-3-5 رسم أهم عيوب المسبوكات Drawing Common Casting Defects

تُعد المسبوكات المحتوية على عيوب مرئية أو غير مرئية منتج غير مرغوب به ولا يسمح بوجود هذه العيوب عند الاستخدام. وتختلف العيوب من حيث الحجم والشكل والضرر الذي تسببه على القطع وإمكانية الإصلاح. وهناك عيوب قابلة للإصلاح و عيوب أخرى غير قابلة. وقد تم اختيار عدد من هذه العيوب لتعلم رسمها بالأوتوكاد.

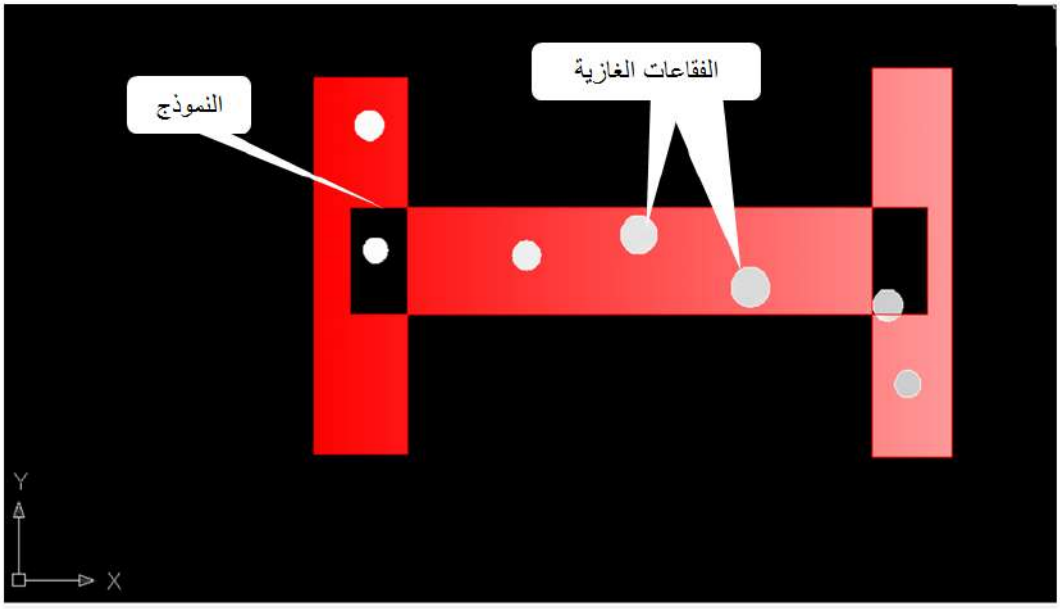
1. **الفقاعات الغازية (Gas Holes) :** تحدث فقاعات الغاز المحاصرة على شكل كروي تقريبًا عندما تذوب كمية زائدة من الغازات في المعدن السائل. يمكن رسم النموذج باستخدام الخطوات التالية والتي تنتج عنها رسم يوضح الفقاعات الغازية كما في الشكل (5-14).

Command: rectangle اختيار أمر المستطيل والبدأ بالرسم

Command: Hatch اختيار أمر التهشير من خلاله يتم التحكم باللون

Command: Circle يرسم دوائر بعدة أماكن

Command: Hatch اختيار أمر التهشير



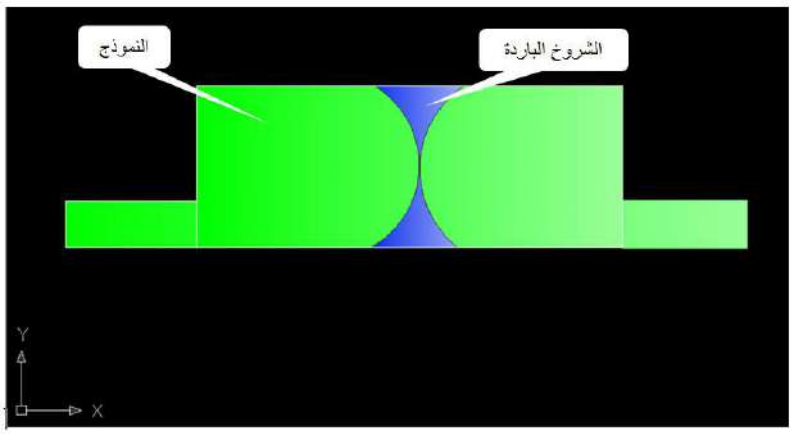
الشكل 5-14 تواجد الفقاعات الغازية في النموذج.

2. شروخ باردة Cold Shut

هو نوع من عيوب السطح ويمكن رؤية خط على السطح. عندما يدخل المعدن المنصهر في القالب من بوابتين وعندما يلتقي هذان التياران من المعدن المنصهر عند التقاطع بدرجات حرارة منخفضة، لا يندمجان مع بعضهما البعض ويتصلبان مما يؤدي إلى إغلاق بارد (يظهر كخط على الصب). يبدو وكأنه صدع مع حافة مستديرة.،ويمكن رسم النموذج باستخدام الخطوات التالية والتي تنتج عنها رسم يوضح الشروخ البارد كما في الشكل (5- 15).

Command: line استخدام الأمر مستقيم لعمل الجسم الخارجي
Command: Arc لعمل الشق الوسطي

Command: Hatch اختيار أمر التهشير من خلاله يتم التحكم باللون



الشكل 5-15 الشروخ الباردة في النموذج.

3 . فجوات الانكماش Shrinkage Cavity

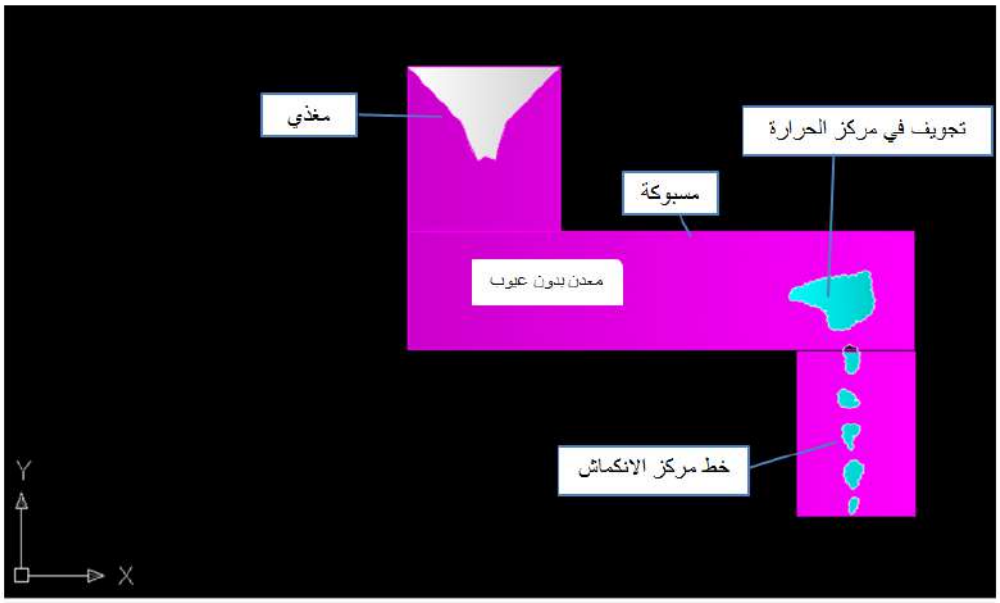
وهي الفراغات التي تتكون نتيجة لعدم كفاية المعدن المغذي للمسبوكة في أماكن تجمع المعدن، بسبب التصلب غير المتكافئ أو غير المنضبط للمعدن المنصهر أو درجة حرارة الصب مرتفعة للغاية. يمكن رسم النموذج باستخدام الخطوات التالية والتي تنتج عنها رسم يوضح على شكل يوضح فجوات الانكماش داخل الشغلة كما في الشكل (5-16).

Command: rectangle اختيار أمر المستطيل والبدء برسم عدة مستطيلات

Command : revision cloud لعمل خط مركز الأنكماش وتجويف مركز الحرارة

Command: polyline لرسم جزء المغذي نستخدم الأمر

Command: Hatch اختيار أمر الهشير من خلاله يتم التحكم باللون



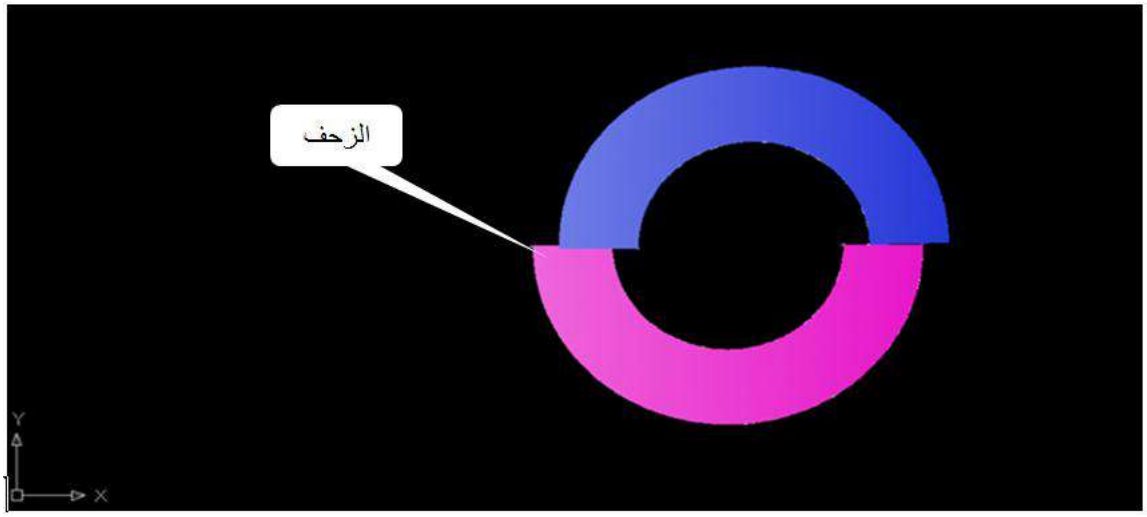
الشكل 5-16 فجوات الانكماش في النموذج.

4. زحف اللباب Shift or Mismatch

هو عدم محاذاة الجزء العلوي والسفلي من الصب بوضع غير صحيح في اللباب عند خط الانفصال. ويحدث إما بسبب المحاذاة غير الصحيحة للجزء العلوي والسفلي أثناء تحضير القالب، أو عدم محاذاة القارورة (القارورة هي نوع من الأدوات التي تستخدم لاحتواء قالب في صب المعدن. قد تكون مربعة أو مستديرة أو مستطيلة أو بأي شكل مناسب)، ويمكن رسم نموذج باستخدام الخطوات التالية والتي تنتج عنها رسم يوضح تزحف اللباب كما في الشكل (5-17).

Command: line رسم خطين في المنتصف ليعتبر نقطة بداية ونهاية القوس
Command: Arc رسم قوس من نقطة بداية الخط الأول الى نهاية الخط الثاني
Command: Arc رسم قوس من نقطة نهاية الخط الأول الى بداية الخط الثاني
و نفس العمل يكرر للقوسين السفليين

Command: Hatch اختيار أمر التهشير للأعلى والأسفل



الشكل 5-17 زحف اللباب.

تمارين الفصل الخامس

1. **بيّن الطرائق المتبعة لتفعيل برنامج الاوتوكاد على الحاسبة.**
2. **عدد عشرة من أوامر التعديل.**
3. **بيّن الطرائق التي من خلالها يمكن الوصول إلى شاشة ثلاثية الأبعاد.**
4. **كيف يمكن الحصول على قوائم الرسم الجاهز للأجسام المصمتة وإضافتها الى واجهة الأوتوكاد.**
5. **عدد وظائف اللباب ثم ارسم أحد أنواع اللباب بطريقة 2D .**
6. **عدد أهم عيوب السباكة ثم ارسم أحد أنواع العيوب ببرنامج الأوتوكاد.**
7. **ماهي المصفوفة الدائرية ؟ عدد الخطوات الواجب اتباعها لرسم الأشكال بطريقة المصفوفة الدائرية.**

تم بعونه تعالى