وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني الدور

الحقيبة التعليمية

القسم العلمي	: قسم التقنيات الميكانيكية
اسم المقرر:	عمليات تصنيع 2
المرحلة / المستوى:	الاول
الفصل الدراسي:	الثاني
السنة الدراسية:	2026-2025

معلومات عامة

اسم المقرر:	**عمليات تصنيع2**
القسم:	قسم التقنيات الميكانيكة
الكلية:	المعهد التقني الدور
المرحلة / المستوى	الاول
الفصل الدراسي:	الثاني
عدد الساعات الاسبوعية:	نظري 2 عملي 2
عدد الوحدات الدراسية:	4
الرمز:	
نوع المادة	نظري عملي كلهما *
هل يتوفر نظير للمقرر في الاقسام الاخرى	لا يوجد
اسم المقرر النظير	-
القسم	-
رمز المقرر النظير	-

معلومات تدريسي المادة

اسم مدرس (مدرسي) المقرر:	أسماء منعم عبدالله
اللقب العلمي:	**مدرس**
سنة الحصول على اللقب	2020
الشهادة :	**دكتوراه**
سنة الحصول على الشهادة	**2020**
عدد سنوات الخبرة (تدريس)	**14 سنوات**

الوصف العام للمقرر

يتناول المقرر المفاهيم الأساسية لعمليات **سباكة المعادن ولحامها**، من حيث المبادئ النظرية والتطبيقات العملية، مع التركيز على الأدوات، المعدات، طرق التنفيذ، العيوب المحتملة وطرق معالجتها، إضافة إلى التطبيقات الصناعية. يهدف المقرر إلى تنمية مهارات الطلبة في التعامل مع عمليات التصنيع الأساسية في السباكة واللحام، بما يؤهلهم لفهم التطبيقات العملية في الورش والصناعة.

الاهداف العامة

- تزويد الطالب بالمعارف الأساسية لعمليات السباكة واللحام.
- تنمية قدرات الطالب في اختيار الطريقة المناسبة للإنتاج وفقاً لنوع المعدن والتطبيق.
- تدريب الطالب على استخدام أدوات ومعدات السباكة واللحام بشكل آمن وفعّال.
- تعريف الطالب بالعيوب التي قد تظهر وطرق معالجتها

الأهداف الخاصة

- شرح مفهوم السباكة وأهمية العملية في الصناعة.
- التمييز بين أنواع قوالب السباكة وموادها.
- التعرف على مكونات أفران الصهر وأنواعها.
- بيان خطوات عملية اللحام وأنواعه المختلفة.
- تطبيق إجراءات السلامة في ورش السباكة واللحام.

- اكتشاف وتحليل العيوب الناتجة عن السباكة واللحام.

الأهداف السلوكية او نواتج التعلم

- بنهاية المقرر يكون الطالب قادراً على:
-
- توضيح المفاهيم الأساسية لعمليات السباكة واللحام.
-
- استخدام الأدوات والعدد الخاصة بالسباكة واللحام بصورة صحيحة.
-
- إعداد وصب قوالب سباكة بسيطة.
-
- تنفيذ لحام بالطرق الأساسية (لحام غاز – كهرباء).
-
- تحليل نتائج العمل وتشخيص العيوب.
-
- الالتزام بإجراءات السلامة الصناعية.

المتطلبات السابقة

- لا يحتاج الطالب الى أي مواد دراسية سابقة او مهارات معينة.

الأهداف السلوكية او مخرجات التعليم الأساسية

ت		آلية التقييم
1	المجال العقلي والادراكي المجال المعرفي شرح مفاهيم ومبادئ عمليات السباكة والتشكيل والتشغيل	• **المحاضرات .** • **الواجبات الفردية والمشاركة .** • **الاختبارات.** • وصف الطالب مراحل عمليات السباكة وأهم مكوناتها.
2	يشرح الطالب مبادئ التشكيل المختلفة مثل الطرق والدرفلة والسحب.	• **المحاضرات .** • **الواجبات الفردية والمشاركة .** • **الاختبارات.**
3	تمييز أنواع قوالب السباكة وخصائص رمل السباكة	• **المحاضرات .** • **الواجبات الفردية والمشاركة .** • **الاختبارات.**
4	يوضح الطالب أساسيات عمليات التشغيل مثل الخراطة والتفريز والثقب.	• **الاختبارات** • **المشاريع الفردية والجماعية.**

أساليب التدريس

الاسلوب او الطريقة	مبررات الاختيار
1. **المحاضرات النظرية والعملية**	تهدف إلى تعليم الطالب كيفية التحليل والتعامل مع المسائل واستخدام الاليساليب التكنولوجية الحديثة مثل مشاهدة فيديوهات توضيحية تبين المغزى مم الفكرة
2. **العصف الذهني**	اسلوب يهدف إلى توليد أفكار جديدة وحلول مبتكرة للمشاكل أو التحديات المطروحة
3. **التفكير الناقد**	تهدف إلى تقييم وتحليل الأفكار والمعلومات بشكل منطقي ومنظم
4. **التواصل اللغوي**	للتأثير على الآخرين وإقناعهم بالآراء أو الفكر الذي يتم تبادله، مما يساهم في بناء القناعات والاتفاقات.
5. **المناقشة والحوار**	تهدف كلاهما إلى تبادل الآراء والأفكار بين الأفراد ومناقشة المواضيع المختلفة

الفصل الاول من المحتوى العلمي							
عنوان الفصل	الوقت						
التوزيع الزمني	النظري	العملي	العنوان الرئيسي	العنوان الفرعي	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع الأول	2	2	السباكة		محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الثاني والثالث	2	2	السباكة	تعريف السباكة	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
				انواع السباكة	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
				مزايا عملية السباكة	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

الفصل الثاني							
عنوان الفصل	الوقت						
التوزيع الزمني	النظري	العملي	العنوان الرئيسي	العنوان الفرعي	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع الرابع و الخامس	2	2	السباكة الرملية	خواص السباكة الرملية	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع السادس	2	2		مكونات رمل السباكة	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

ماهي مواصفات رمل السباكة؟

عدد مكونات رمل السباكة

ماهي الاجهزة المستخدمة في عملية المقالبة

ماهي المواد التي تضاف على رمل السباكة

الفصل الثالث							
عنوان الفصل	الوقت						
التوزيع الزمني	نظري	عملي	العنوان الرئيسي	العنوان الفرعي	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع السابع	2		خلط الرمل	الخلط والمقالبة الرمل	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الثامن والتاسع	2		صهر المعدن	خطوات صهر المعدن	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع العاشر والحادي عشر	2		افران صهر المعدن	انواع الافران	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
				شرح انواع الافران وخواص كل فرن	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

الفصل الرابع (من المحتوى العلمي)							
عنوان الفصل	الوقت						
التوزيع الزمني	نظري	عملي	العناوين الرئيسية	العناوين الفرعية	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع الثاني عشر	2	2	صب المسبوكات	صب المسبوكات	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الثالث عشروالرابع عشر	2	2	تنظيف المسبوكات	خطوات تنظيف المسبوكات	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة
الأسبوع الخامس عشر	2	2	فحص المسبوكات	فحص جودة المسبوكة بكافة انواع الفحوصات اتلافي ولا اتلافي	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة	عرض الامثلة والمناقشة وملاحظة مستوى الطلبة

اختبار نهاية الفصل:

س1تكلم عن السباكة بالجاذبية

س2 قارن بين السباكة الرملية والمعدنية

خارطة القياس المعتمدة

المحتوى التعليمي	عناوين الفصول	الأهمية النسبية	الأهداف السلوكية					عدد الفقرات
			المعرفة	الفهم	التطبيق	التحليل	التقييم	
الفصل الاول	اجهزة القياس	**%50**	**%10**	**%25**	**%45**	**%5**	**%15**	45
الفصل الثاني	السباكة	**%50**	**%10**	**%25**	**%45**	**%5**	**%15**	30
المجموع	8	%100	%10	%25	%45	%5	%15	**75**

المحتوى العلمي

الفصل الاول

السباكة

الهدف من المحاضرة: ان يعرف الطالب المواضيع التالية:

1. انواع السباكة
2. السباكة الرملية
3. السباكة المعدنية
4. المقالبة
5. صهر المعدن
6. صب لمعدن
7. تنظيف المسبوكات
8. فحص جودة المسبوكات

الاسئلة القبلية

1. عرف السباكة وعدد اهم انواعها
2. عرف السباكة الرملية
3. عدد خطوات السباكة الرملية
4. ماهي خطوات صهر المعدن
5. عدد خطوات صب المسبوكة وتنظيفها
6. كيف يتم فحص المسبوكات وجودتها

تعريف السباكة:

السباكة (Casting) هي إحدى عمليات التصنيع التي يتم فيها صب المعدن المنصهر داخل تجويف قالب له شكل الجزء المراد تصنيعه، ثم يُترك المعدن ليبرد ويتصلب داخل القالب، وبعدها يُستخرج المنتج (المسبوك) بنفس شكل وأبعاد التجويف.

حيث ان :

القالب = يمثل شكل القطعة المطلوبة.

المعدن = يُسخّن حتى درجة الانصهار.

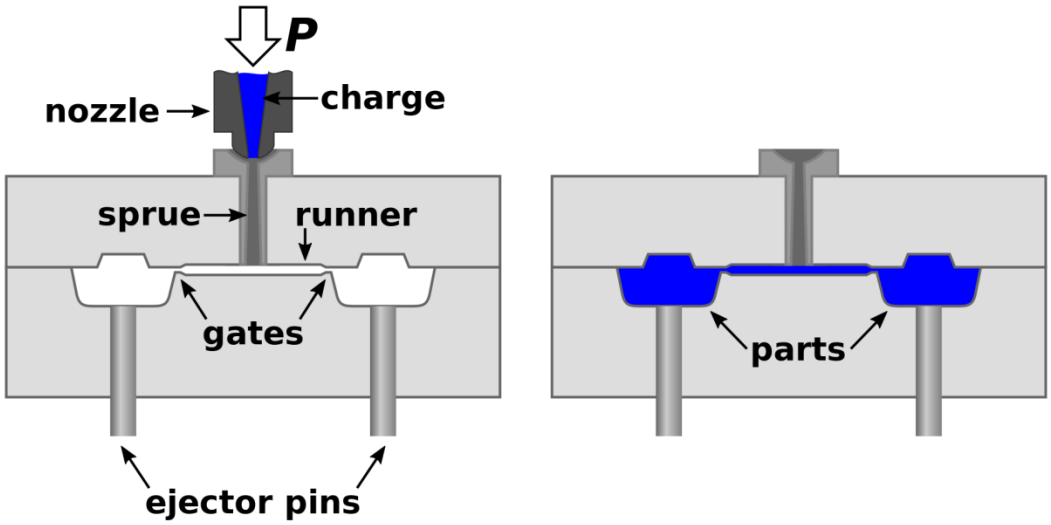
الصب = يُسكب المعدن السائل داخل القالب.

التبريد = يترك حتى يتصلب.

النتيجة = الحصول على المسبوك بالشكل المطلوب.

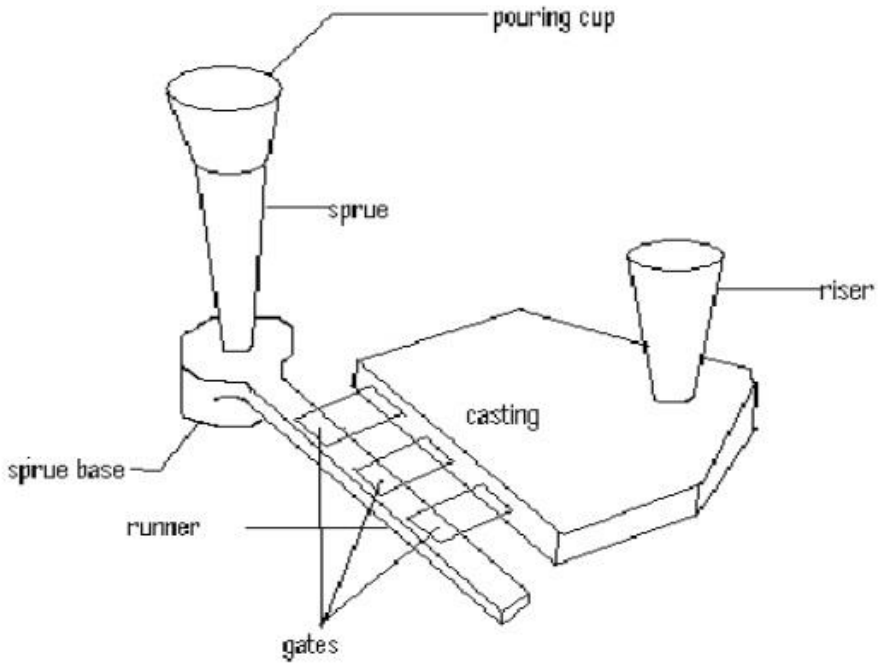
أهمية السباكة:

- إنتاج الأجزاء المعقدة الأشكال التي يصعب تصنيعها بالطرق الأخرى.
- إمكانية تصنيع قطع كبيرة الحجم وثقيلة الوزن.
- كلفة أقل مقارنة بطرق التصنيع الأخرى لبعض المنتجات.



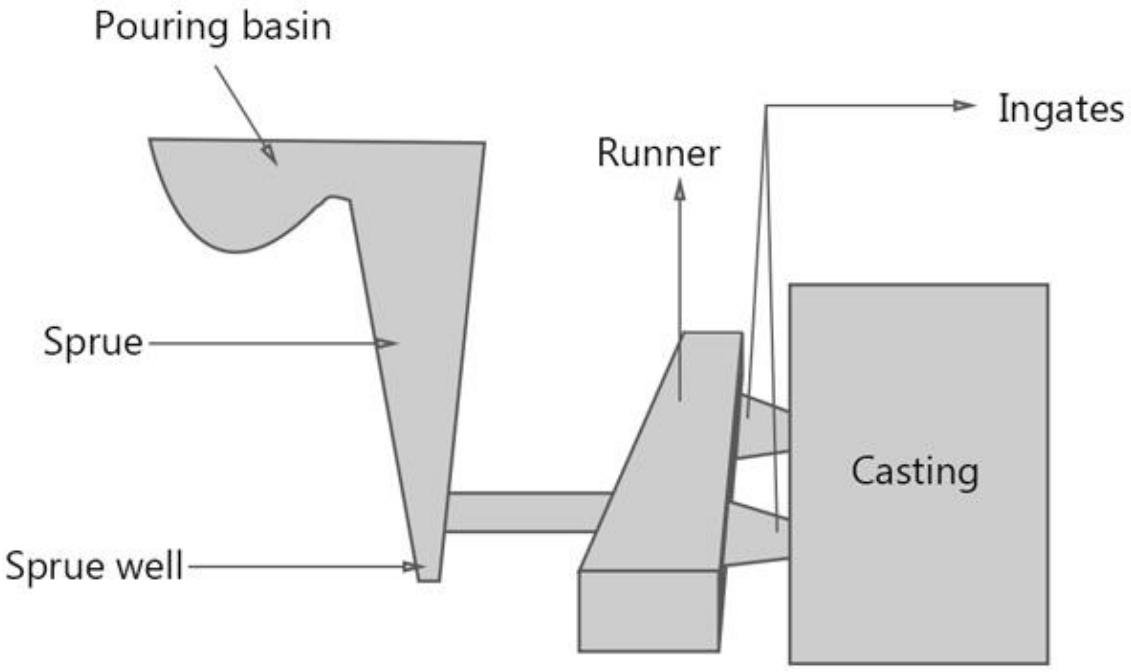
قوالب السباكة والمعدن المصبوب مع منافذ الصب والتهوية السباكة المستديمة(المعادن)

Gating System



3

يوضح البوابات -منافذ الصب - الممرات الجانبية والمغذي



حيث ان :

البوابة(Pouring Basin / Cup)

- هي الجزء العلوي الذي يُسكب فيه المعدن المنصهر أولاً.
- تعمل على تنظيم **سرعة التدفق** وتقلل من الاهتزازات (الاضطرابات)، كما تساعد على فصل الشوائب قبل دخول المعدن إلى Sprue.

2.القناة العمودية(Sprue)

- تمرير رأسي للمعدن المنصهر من البوابة إلى Runner.
- شُكّل بتدرج (أسمك في الأعلى وأنحف نحو الأسفل) لتقليل التفجّر أو التقاط الهواء.

3.الممر الأفقي(Runner)

- قناة أفقية تربط Sprue بـIngate، لتقليل سرعة المعدن ومنع تراكم الغازات والشوائب **4.مدخل القالب(Ingate / Gate)**
- نقطة الدخول للمعدن إلى التجويف المصبوب.(Mold Cavity)
- يجب تصميمه حسب نوع شكل القطعة المطلوب صبها، ويوفر تحكماً دقيقاً في تدفق المعدن

5.المغذي أو الفيدر(Riser / Feeder)

- بمثابة خزان إضافي من المعدن المنصهر يُستخدم لتعويض **انكماش المعدن أثناء التبريد**.
- يُوضع بالقرب من المناطق الأكثر سمكًا في الصب، ويجب أن يبرد أبطأ من القالب ليملأ الفراغات التي قد تظهر مع التصلب

<u>الانكماش العام في السباكة(Casting Shrinkage)</u>

الانكماش هو النسبة المئوية لتقلص حجم أو أبعاد المعدن عند تبريده من الحالة المنصهرة إلى الحالة الصلبة. كل معدن له معدل انكماش خاص يعتمد على نوعه ودرجة حرارة صبه.

قيم سماح الانكماش للمعادن المختلفة

Metal	Dimension (inch)	Allowance (inch)
Cast iron	Up to 12	0.12
	12 to 20	0.20
	20 to 40	0.25
Cast steel	Up to 6	0.12
	6 to 20	0.25
	20 to 40	0.30
Non ferrous	Up to 8	0.09
	8 to 12	0.12
	12 to 40	0.16

ملخص خطوات عملية السباكة بالرمل:

الفصل الثاني

السباكة الرملية

تعريف السباكة الرملية(Sand Casting)

السباكة الرملية هي **عملية تصنيع تُستخدم لصب المعادن في قالب مصنوع من الرمل** لتشكيل قطعة صلبة بالبعد والشكل المطلوب.

تعتبر من أقدم طرق السبائك وأكثرها استخدامًا، خصوصًا للقطع الكبيرة والمعقدة.

https://www.youtube.com/watch?v=_EIG-YMbu9w

رابط مشاهدة مثال سباكة رملية

مميزات السباكة الرملية:

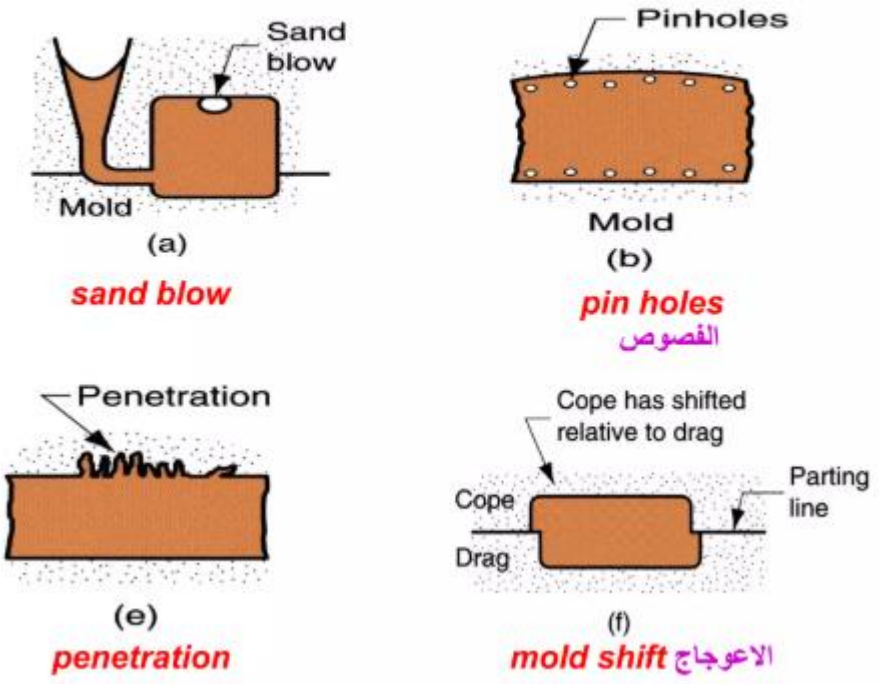
- القدرة على صب المعادن الثقيلة والخفيفة.
- إمكانية تصنيع قطع كبيرة ومعقدة.
- تكلفة منخفضة للقوالب مقارنة بالقوالب المعدنية.
- يمكن تكرار استخدامها بعد تعديل القالب.

عيوبها:

- دقة الأبعاد أقل مقارنة بالقوالب المعدنية.
- سطح القطعة يحتاج أحيانًا تشطيب ميكانيكي.

- الانكماش والتحكم به يحتاج خبرة.

عيوب سباكة الرمل



2.مكونات عملية السباكة الرملية

أ. القالب(Mold)

يتكون من:

1. **الرمل** :**(Sand)** أساس القالب، نوعه يحدد جودة القطعة.
   - أنواع الرمال:
     - **رمل طبيعي** :**(Silica sand)** الأكثر استخدامًا، مقاوم للحرارة.
     - **رمل صناعي مع رابطة طينية** :لتحسين التماسك.
   - **خصائص الرمل:**
     - ✓ مقاومة الحرارة
     - ✓ النفاذية(allow air flow)

✓ اللدونة والصلابة

2. **الإطار (Flask)**: حامل القالب، عادة يتكون من جزئين:
   - **الأعلى cope :**
   - **الأسفل drag :**
3. **النواة (Core)**: قطعة رملية توضع داخل القالب لتشكيل التجاويف الداخلية.

ب. السبائك المعدنية(Metal Alloy)

- يمكن صب الحديد، الصلب، النحاس، الألومنيوم، البرونز، القصدير... إلخ.
- اختيار المعدن يعتمد على التطبيق والخواص المطلوبة.

ج. أدوات وأجهزة مساعدة

- مجارف وطرق مختلفة لتشكيل الرمل.
- جهاز اهتزاز أو ضغط لضغط الرمل.
- قمع الصب.(Pouring Basin)
- نظام تنفيس الغاز (Vents) لتجنب فقاعات الهواء.

3.خطوات عملية السباكة الرملية

الخطوة 1: تصميم القطعة والقالب

- تحديد أبعاد القطعة النهائية.
- رسم نموذج (Pattern) مطابق للقطعة مع إضافة سماحة الانكماش وسماحة التشغيل.
- تحديد مكان النواة إذا كانت هناك تجاويف داخلية.

الخطوة 2: إعداد النموذج والقالب

1. وضع النموذج في القالب (Pattern) داخل **Flask**.
2. تغطية النموذج بالرمل الممزوج بالطين أو الرابطة.
3. ضغط الرمل حول النموذج لضمان التماسك.

4. إزالة النموذج بحذر بعد ضغط الرمل لتشكيل التجويف.
5. وضع النواة إذا كانت هناك تجاويف داخلية.

الخطوة 3: تجهيز نظام الصب

- عمل قنوات لتدفق المعدن (Sprue & Runner) من وعاء الصب إلى التجويف.
- وضع فتحات تهوية لتفريغ الغازات.

الخطوة 4: صب المعدن المنصهر

- صهر المعدن في فرن مناسب.
- صب المعدن بحذر في القالب عبر قنوات الصب.

الخطوة 5: التبريد وإزالة القالب

- ترك المعدن يبرد ويصلب داخل القالب.
- كسر القالب الرملي وإخراج القطعة المصبوبة.
- إزالة النوى إذا كانت موجودة.

الخطوة 6: التشطيب والمعالجة النهائية

- إزالة فائض المعدن.(Sprue & Runner)
- تنظيف القطعة من بقايا الرمل.
- التشطيب بالطرق الميكانيكية مثل الصنفرة أو الطحن.
- أحيانًا معالجة حرارية لتحسين الخواص.

4.أنواع القوالب الرملية

1. **قالب رملي رطب:(Green Sand Mold)**
   - ❖ يحتوي على الماء والطين.
   - ❖ يستخدم لمعدن الحديد والسبائك الشائعة.
   - ❖ أقل تكلفة.

2. **قالب رملي جاف:(Dry Sand Mold)**
   - يجفف الرمل بالحرارة بعد تشكيله.
   - يعطي سطح أملس وأكثر دقة.
3. **قالب رملي بالضغط أو الاهتزاز:(Compacted Sand Mold)**
   - يستخدم للقطع الكبيرة.
   - يحسن صلابة القالب.

5.خواص الرمل المستخدم في السباكة

- **اللزوجة واللدونة** :لتشكيل القالب بسهولة حول النموذج.
- **النفاذية (Permeability)**: للسماح للغازات بالخروج أثناء الصب.
- **الثبات الحراري (Refractoriness)**: مقاومة الحرارة العالية للمعدن المصبوب.
- **الالتصاق المنخفض (Collapsibility)**: يسهل إزالة القطعة بعد التبريد.

ملاحظات عن السباكة الرملية

- يجب مراعاة **انكماش المعدن** عند تصميم النموذج.
- يتم وضع **فتحات تهوية (Vents)** لتجنب العيوب الناتجة عن فقاعات الهواء.
- يمكن استخدام إضافات للرمل لتحسين صلابة القالب أو سطح القطعة.

1. تجهيز القالب الرملي باستخدام أجزاء القالب العلوي (Cope) والسفلي(Drag) ، وصنع التجويف عبر إزالة النموذج بعد التحضير
2. تشكيل نظام Gating System: تحديد البوابة، Sprue، Runner، Ingate، والمغذي (Riser).
3. سكب المعدن المنصهر من خلال البوابة إلى النظام حتى تعبئة القالب.
4. التبريد والصلب داخل التجويف، مع إكمال التعويض عبر الفيذر.

5. كسر القالب الرملي واستخراج مسبوكات، ثم إزالة أجزاء التسريب(Sprue ، Runner، Riser)وتنظيفها

وتصنف أنواع السباكة حسب **نوع القالب** أو **طريقة السكب** كما يلي:

أولاً: حسب نوع القالب

هنالك أربع خطوات رئيسية في عملية السبك في القوالب:

- **الخطوة الأولى :يرش التجويف الداخلي للقالب بمادة التشحيم ثم يغلق، ولتشحيم دور كبير في خفض درجة حرارة القالب والمساعدة على إخراج المسبوك في النهاية.**
- **الخطوة الثانية :يحقن المعدن المصهور تحت ضغط عالي (10-175 ميغا باسكال) ولحظة امتلاء القالب يظل الضغط حتى يتصلب المسبوك.**
- **الخطوة الثالثة :يفتح القالب ويقذف المسبوك خارجا بواسطة مسامير القذف بالإنجليزية (ejector pins).**
- **الخطوة الرابعة :ينظف المسبوك من الزوائد ويتم التاكد من مطابقته للمواصفات والمقايس المطلوبة.**

و يجدر الإشارة هنا إلى أن السبك بالضغط العالي تشغل الحيز الأكبر من الإنتاج الكمي المعتمد على هذا الأسلوب.

<u>المميزات</u>

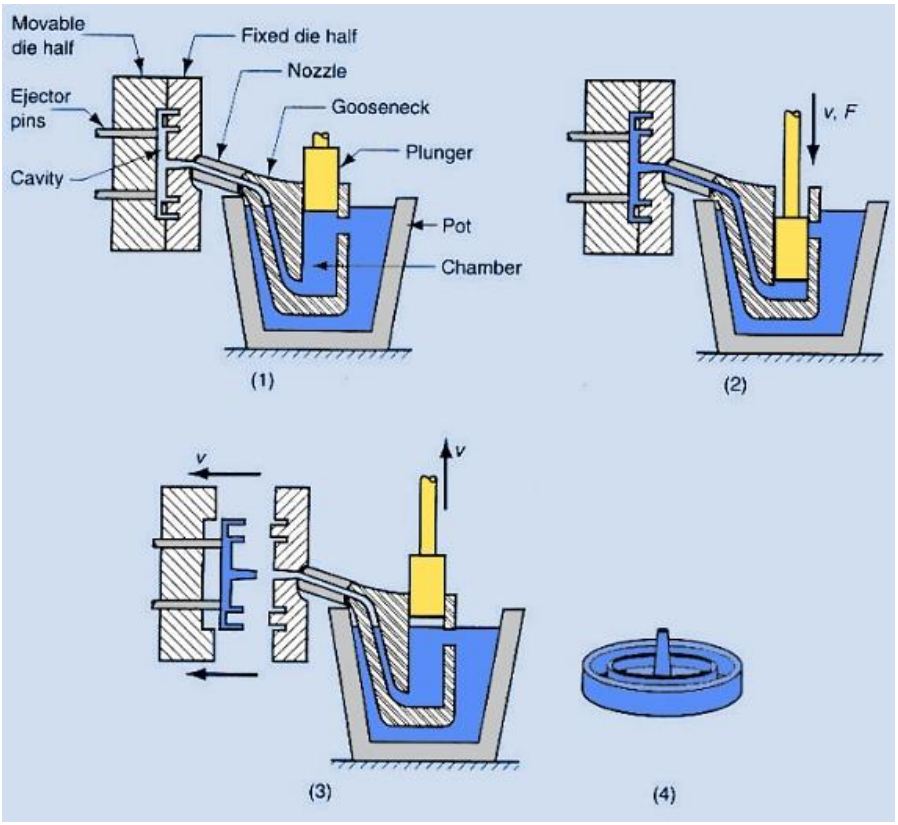
- **دقة عالية في الأبعاد.**
- **أسطح فائقة التشطيب.**
- **إمكانية إنتاج المنتجات المعقدة.**
- **إضافة بعض القطع مثل ثقوب البراغي.**
- **تقليل أو عدم استخدام عمليات التشغيل الثانوية.**
- **الإنتاج الكمي والسريع.**

<u>العيوب</u>

- **كتلة المسبوك يجب أن تكون ما بين 30 غرام حتى 10 كيلو غرام.**
- **يجب أن يكون المسبوك أصغر من 600 ملم.**
- **ارتفاع التكلفة المبدئية.**
- **يجب أن يكون المعدن المصهور عالي السيولة.**
- **وجود مسامات في القالب.**
- **سماكة القالب يجب أن لا تتعدى 13 ملم.**

الانواع حسب القوالب هي :

1. **السباكة في قوالب رملية(Sand Casting)**
    - الأقدم والأكثر شيوعًا.
    - يستخدم الرمل كوسط لتشكيل القالب.
    - ميزاته: رخص الكلفة، مناسب للقطع الكبيرة.
    - عيوبه: السطح خشن، يحتاج تشطيب لاحق.



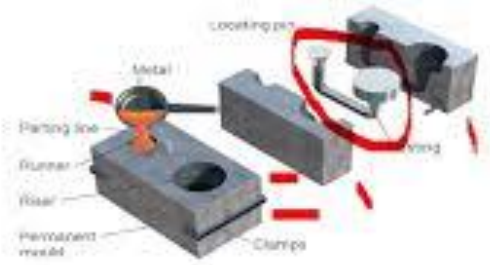
2. **السباكة في قوالب دائمة(Permanent Mold Casting)**

هي عملية يتم فيها صب المعدن المنصهر في قالب معدني دائم لتشكيل مسبوكات .تتميز هذه العملية بالدقة العالية والإنتاجية الجيدة، خاصةً في إنتاج الأشكال المعقدة ذات المقاطع الرقيقة .

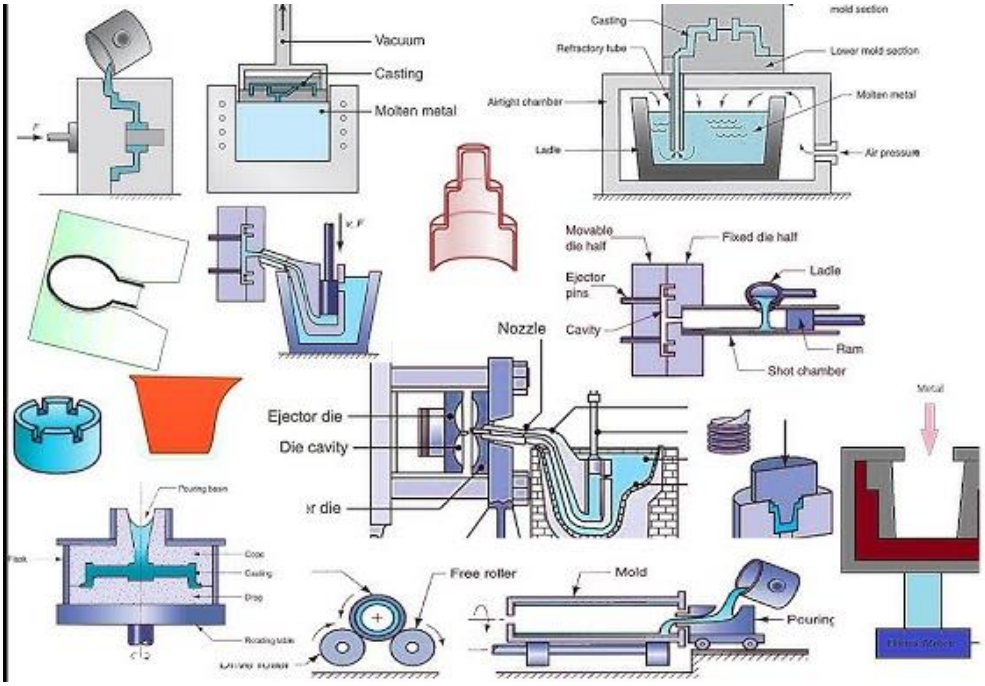
- القالب يُصنع من المعدن (حديد، فولاذ، أو برونز.(
- يستخدم للقطع المتوسطة والصغيرة.
- السطح أفضل من الرمل، وعمر القالب طويل.

أولا : السباكة في القوالب المعدنية

- يصنع القالب من الصلب السباكي او صلب العدة (الصلب عالي السرعات) ويتم صب المعدن المنصهر وبعد تمام التجمد يخرج المسبوك ويتم تبريد القالب استعدادا للصب مرة اخرى
- تحتاج عملية السباكة في القوالب المعدنية الى تصميمات مختلفة لنظام الصب والصاقف القالب وقد تصنع الدلائك من الرمال او من المعدن
- عادة ما يكون تبريد القالب طبيعيا واحيانا لا يستخدم التبريد الاجباري



4



شرح العملية:

1. **.1تحضير القالب:**

يتم تحضير قالب معدني دائم يتكون من جزأين أو أكثر، ويتم تشحيمه بمادة عازلة لمنع التصاق المعدن بالقالب وتسهيل إخراجه .

2. **.2صب المعدن:**

يتم صب المعدن المنصهر في تجويف القالب، سواء بالجاذبية الأرضية (صب تحت تأثير الجاذبية) أو تحت ضغط (صب تحت ضغط .(

3. **.3التبريد والتصلب:**

يترك المعدن في القالب حتى يبرد ويتصلب، ثم يتم فتح القالب وإزالة المسبوكة .

4. **.4التشطيب:**

يتم تنظيف المسبوكة وإزالة الزوائد، وقد تخضع لعمليات تشطيب إضافية حسب الحاجة .

أنواع السباكة في قوالب دائمة:

- **السباكة بالجاذبية:**

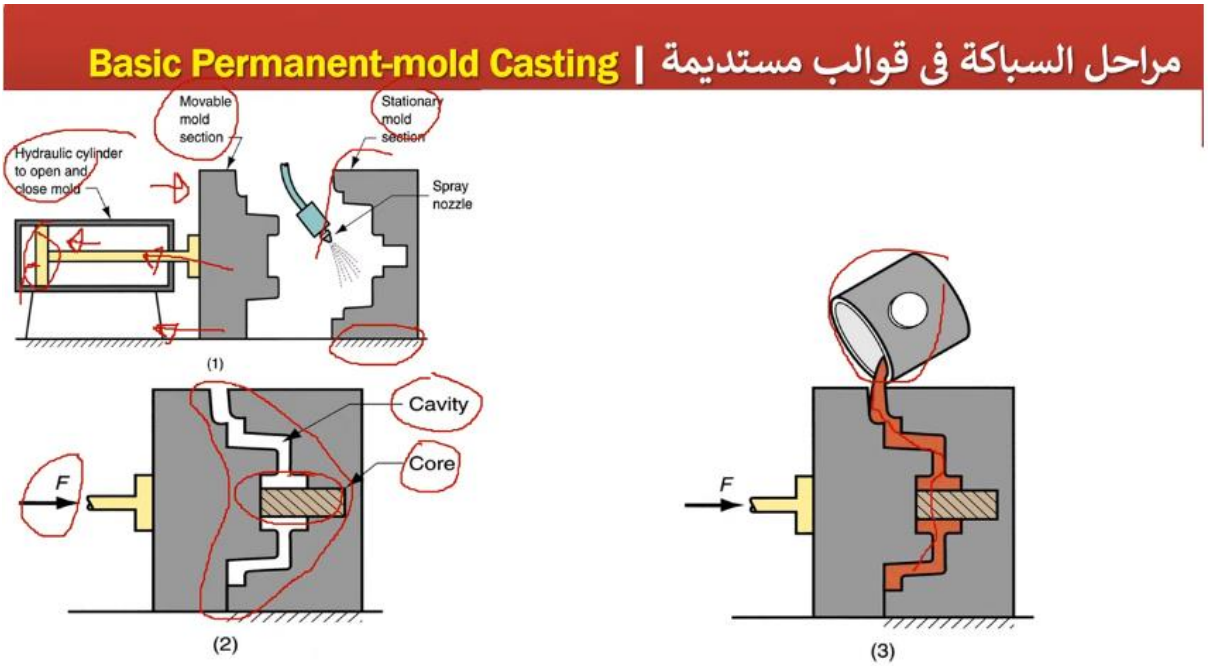
يتم فيها صب المعدن في القالب تحت تأثير الجاذبية فقط .

- **السباكة تحت الضغط:**

يتم فيها ضخ المعدن المنصهر في القالب تحت ضغط مرتفع، مما يسمح بإنتاج مسبوكات ذات أبعاد دقيقة وسماكات رقيقة .

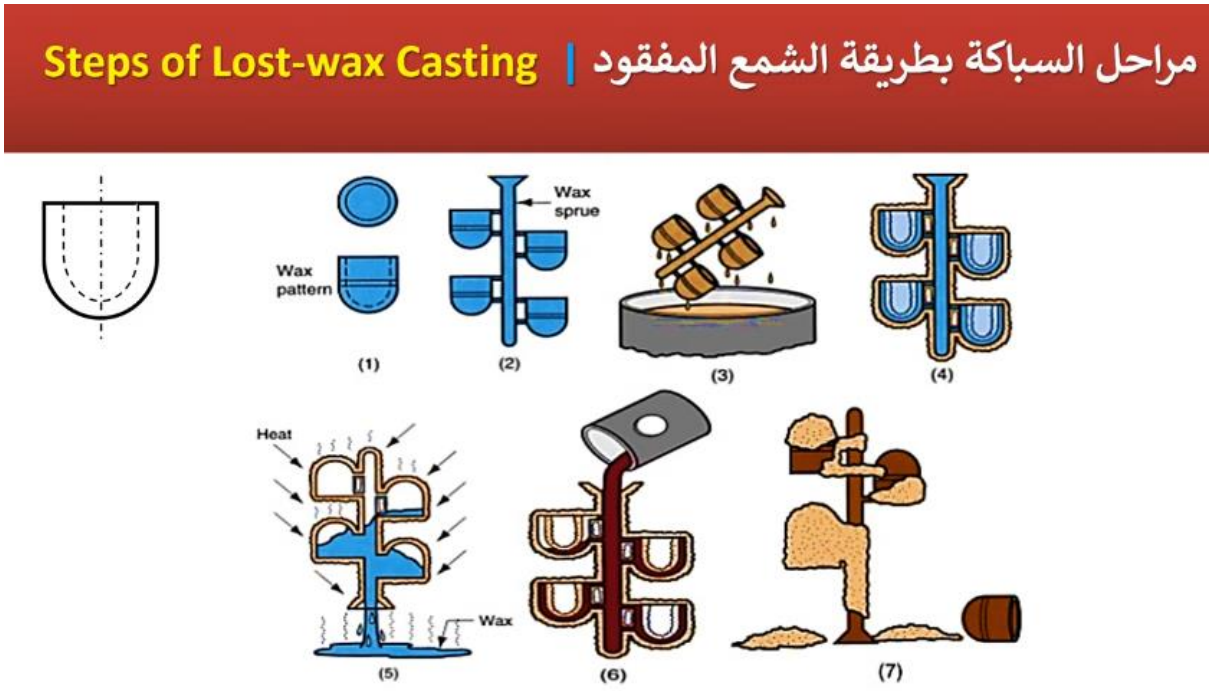
مميزات السباكة في قوالب دائمة:

- **دقة عالية.:**
- **إنتاجية عالية:**
- **مناسبة للأشكال المعقدة:**
- **قوة ومتانة عالية:**
- **تكلفة عالية:**
- **محدودية السبائك(العيوب):** قد لا تكون مناسبة لجميع أنواع السبائك المعدنية .



3. **السباكة بالشمع الضائع(Investment Casting / Lost Wax)**

- يتم تشكيل نموذج من الشمع ثم تغليفه بطبقات سيراميك، وبعد إذابة الشمع يتشكل القالب.
- يعطي دقة عالية جدًا وأسطح ناعمة.
- يستخدم في صناعات الطيران والأجزاء الدقيقة.



مفهوم السباكة باستخدام نماذج مفقودة Lost-wax Casting

- تستخدم لإنتاج المسبوكات المعقدة الشكل صغيرة الحجم وتتميز بالدقة العالية وجودة عالية لسطح المسبوك يمكن معها الاستغناء عن أى تشغيل لاحق.
- الخطوات:

1) يتم إنتاج نماذج الشمع
2) تجمع هذه النماذج لتشكيل شجرة بحيث يتصل كل نموذج فيها بالمصب بواسطة قنوات الصب
3) تغمر شجرة النماذج الشمعية فى عجينة من المواد المقاومة للحرارة (الخزف) أو تطلى بها
4) تجفف شجرة النماذج بوضعها مقلوبة ويسخن لإذابة الشمع ويسمح له بالتنقيط خارج التجويف تاركا خلفه تجاويف بشكل النموذج داخل القشرة الخزفية المتصلدة
5) يصب المعدن المنصهر فى القالب الناجم

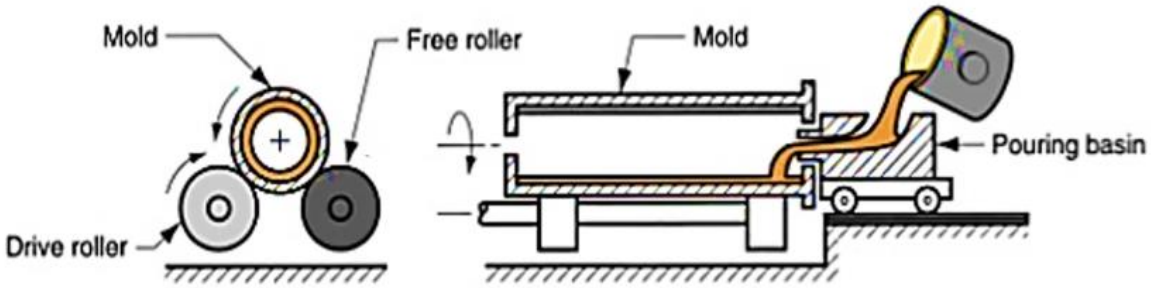
4. **السباكة بالقوالب الجبسية أو السيراميكية(Plaster & Ceramic Casting)**
   - مشابهة للرمل لكن باستعمال الجبس أو السيراميك.
   - تعطي دقة أكبر وأسطح أنعم.

ثانيًا: حسب طريقة صب المعدن

1. **السباكة بالجاذبية(Gravity Casting)**
   - المعدن ينساب في القالب بفضل وزنه.
   - أبسط وأقدم الطرق.

2. **السباكة بالطرد المركزي(Centrifugal Casting)**

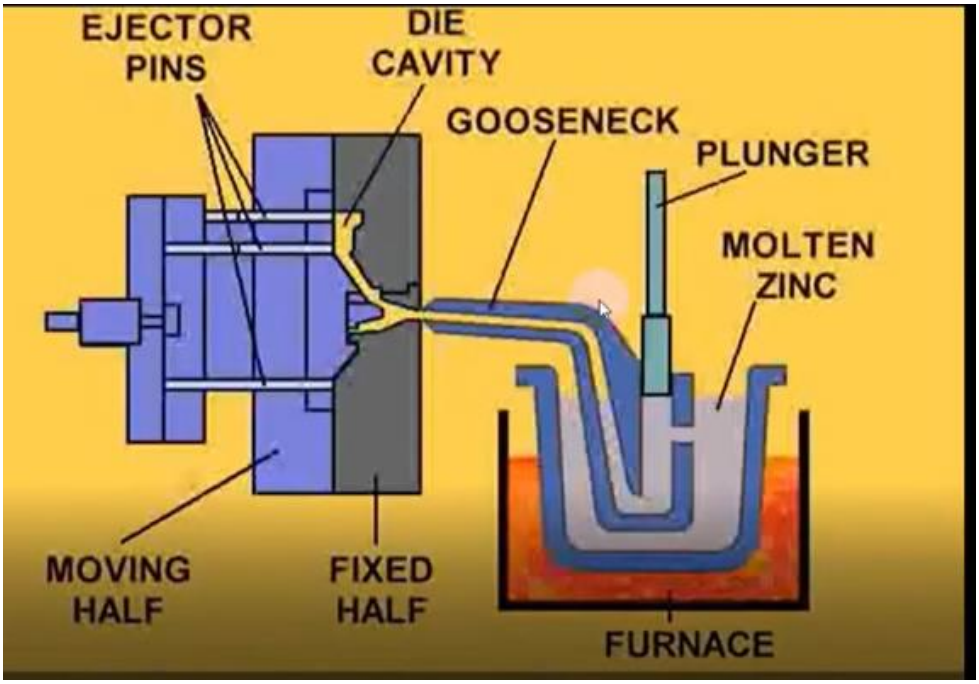
- **القالب يدور بسرعة، والمعدن يندفع إلى جدار القالب بقوة الطرد المركزي.**



- **مثالية للأنابيب والأجزاء الدائرية.**

السباكة بالضغط(Pressure Casting / Die Casting)

- يُحقن المعدن المنصهر داخل القالب المعدني تحت ضغط عالٍ.
- سريع، دقيق، ويستخدم لإنتاج كميات كبيرة من القطع الصغيرة.



3. **السباكة بالمستمر(Continuous Casting)**

- لإنتاج قضبان أو صفائح معدنية طويلة بشكل مستمر.
- شائع في صناعة الصلب والألمنيوم.

ملخص المحاضرة:

إذا كان الهدف **أحجام كبيرة وتكلفة قليلة** ← السباكة الرملية.

- إذا كان الهدف **دقة عالية** ← الشمع الضائع أو الجبسية.
- إذا كان الهدف **إنتاج كمي ضخم** ← السباكة بالضغط.
- إذا كانت **أجزاء أنبوبية** ← السباكة بالطرد المركزي.

الفصل الثالث افران السباكة

تعريف فرن السباكة

فرن السباكة هو جهاز يُستخدم **لتسخين وصهر المعادن** قبل صبها في القوالب. تختلف أنواع الأفران حسب طريقة التسخين، نوع الوقود، وحجم المعدن المطلوب صبه.

وظائف فرن السباكة:

- صهر المعادن للوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة.
- الحفاظ على المعدن في الحالة السائلة لفترة مناسبة.
- التحكم بدرجة حرارة المعدن لتسهيل عملية الصب.

<u>عوامل اختيار نوع الفرن:</u>

يعتمد اختيار نوع الفرن المناسب على عدة عوامل، منها:

- **نوع المعدن:**

تختلف درجات انصهار المعادن المختلفة، مما يتطلب أفرانًا ذات قدرات حرارية مختلفة .

- **كمية المعدن:**

هناك أفران مخصصة لإنتاج كميات كبيرة من المعدن، وأخرى مناسبة لكميات أقل .

- **التكاليف:**

تختلف تكاليف إنشاء وتشغيل الأفران المختلفة، لذلك يجب أخذ التكاليف في الاعتبار .

- **كفاءة التشغيل:**

تختلف كفاءة الأفران في استهلاك الطاقة وتوليد الحرارة

استخدامات أفران السباكة:

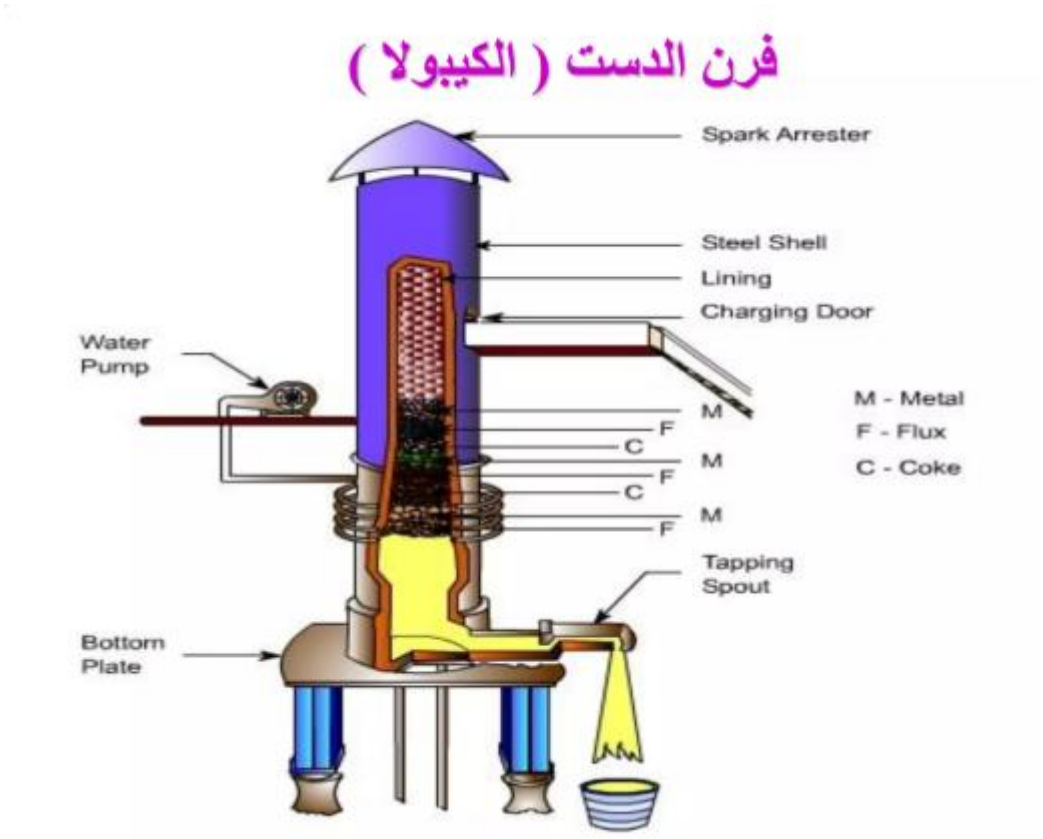
- **صناعة المجوهرات:**
- **صناعة السيارات:**
- **صناعة الأدوات والمعدات:**
- **صناعة البناء:**

2.أنواع أفران السباكة

أ .الأفران التقليدية(Furnaces)

1. **الفرن بالكهرباء:(Electric Furnace)**
   - يعتمد على المقاومة الكهربائية أو القوس الكهربائي لتسخين المعدن.
   - دقة عالية في التحكم بدرجة الحرارة.
   - مناسب للمعادن غير الحديدية مثل النحاس والألمنيوم.
2. **فرن الغاز أو الزيت:(Gas or Oil Furnace)**
   - يستخدم الغاز أو الزيت كوقود لتسخين المعدن.
   - شائع في سباكة الحديد والفولاذ.
   - أقل تكلفة من الأفران الكهربائية لكنه أقل دقة في التحكم بالحرارة.
3. **فرن الفحم:(Cupola Furnace)** فرن الدست Cupola Furnace أو الدست Cupola هو أداة صهر تُستخدم في المسابك .ويمكن صناعة الدست بأي مقاس عملي. ويُعبَّر عن مقاس

الدست بقطره. والشكل العام هو اسطواني وتُصنّف المُعدّة رأسياً, مدعومةً، في العادة، بأربعة أرجل. المظهر العام يشبه مدخنة كبيرة. و يستخدم في الأكثر في مسابك الحديد الزهر لملائمته ورخصه. وهو مبطن بمادة حرارية توضع فيه الخامات اللازمة للصهر باختلاطها بالوقود أو)الفحم الكوك



- يستخدم أساسًا لصهر **الحديد الزهر**.
- يعتمد على الفحم كمصدر للحرارة مع الهواء الموجه عبر منفاخ.
- قادر على صهر كميات كبيرة من الحديد بكفاءة عالية.

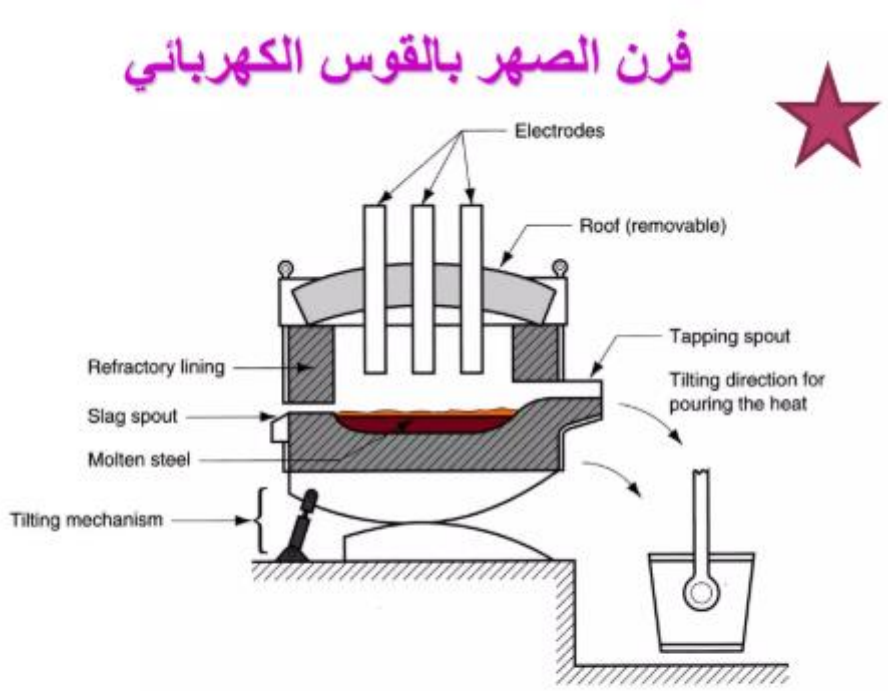
ب .أفران القوس الكهربائي(Arc Furnace) تعتبر تقنية أفران القوس الكهربي Electric Arc) (Furnaceمن التقنيات الحديثة في انتاج الحديد والصلب حيث بدأ استخدامها في نهاية السبعينات وبداية الثمانينات من القرن الماضي.تعتمد التقنية على استخدام تيار كهربي ذو جهد فائق لصهر الحديد الأسفنجي الناتج من عملية الاختزال المباشر.

بالرغم من انتشار هذه التقنية و بالرغم من مميزاتها الكثيرة إلا أن نسبة 32% فقط من مصانع الصلب في العالم هي التي تستخدمها بينما لا تزال نحو 65% من صناعة الصلب في العالم تتم عن طريق

تقنية الفرن العالي و المحول الأكسجيني التي تعتمد اعتمادا كبيرا على الفحم وذلك لرخص تكلفته مقارنة بأسعار الكهرباء.

يعتمد على **قوس كهربائي بين أقطاب كربونية** وصهر المعدن.

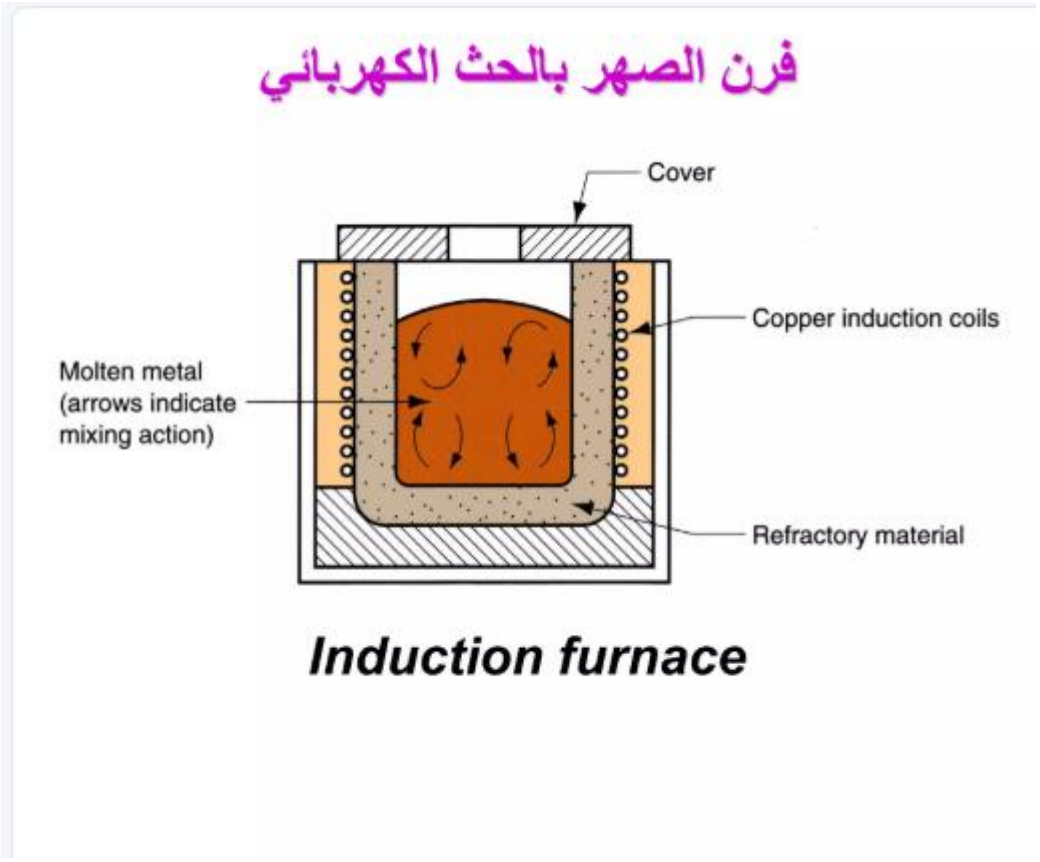
- يستخدم بشكل رئيسي لصهر **الصلب الحديدي** وإعادة تدوير الخردة المعدنية.
- مزايا: ارتفاع درجة الحرارة بسرعة، صهر كميات كبيرة.



Electric arc furnace for steelmaking

ج .الأفران الحثية(Induction Furnace)

- يعتمد على **التحريض الكهرومغناطيسي** لتسخين المعدن دون ملامسة مباشرة.
- مناسب للمعادن عالية الجودة مثل **النحاس، الألمنيوم، الصلب الخاص**.
- مزايا: كفاءة عالية، تحكم ممتاز بدرجة الحرارة، أقل تلوث للبيئة.



د .الأفران المقاومة(Resistance Furnace)

- يستخدم التسخين بالتيار الكهربائي المار في عناصر مقاومة.
- يستخدم عادة للمعادن غير الحديدية.
- يوفر حرارة منتظمة وسهولة التحكم في درجة الحرارة.

هـ .أفران خاصة للسباكة الدقيقة(Specialized Melting Furnaces)

1. **فرن التنقية:(Refining Furnace)**
   - لتنقية المعادن من الشوائب قبل الصب.
2. **فرن إعادة التدوير:(Recycling Furnace)**
   - لإعادة صهر المعادن المستعملة أو الخردة.

المقارنة بين الافران

نوع الفرن	الوقود/التسخين	الاستخدام	المزايا
فرن كهربائي	مقاومة/قوس كهربائي	سباكة المعادن غير الحديدية	دقة في التحكم، نظيف
فرن غاز/زيت	وقود غازي أو زيتي	الحديد والفولاذ	أقل تكلفة، شائع
فرن كوبولا	الفحم	الحديد الزهر	صهر كميات كبيرة، اقتصادي
فرن الحث (Induction)	التحريض الكهرومغناطيسي	سباكة المعادن عالية الجودة	كفاءة، تحكم ممتاز
فرن المقاومة	المقاومة الكهربائية	المعادن غير الحديدية	حرارة منتظمة وسهلة التحكم

فرن البوتقة

هو عبارة عن فرن يدفن أكثر من نصفه تحت الأرض ، ويبطن جداره الطوب الحراري الذي يحتوي على نسبة 42 %ألومينا وتوضع بداخله بوتقة تصنع من
مادة الجرافيت أو الزركونيوم أو السلمندر ويتوزع اللهب من خلال فتحة في الأسفل موصلة بجهاز نفخ (blower)يقوم بالتوزيع الحراري للهب داخل الفرن

ويتميز هذا الفرن بالتوزيع الحراري الجيد نتيجة لشكله الدائري.

ويعتبر هذا النوع من الأفران بطيئ جدا مقارنة بأنواع أخرى من الأفران ، لذا لا يستخدم إلا في المعادن الغير حديدية وفي المسابك الصغيرة ذات الإنتاج الضعيف . كما أن هذا النوع من الأفران لا يسمح بالتحكم في عناصر المعدن المنصهر ، ولا في درجات الحرارة

يستخدم هذا النمط من صهر المعادن في صب المسبوكات بعدد محدود ولصب قطع الغيار الغير متوفرة في الاسواق في الدول النامية. ويستخدمه الفنانون في صب التحف المعدنية الصغيرة .. وفي العادة يكون في البدأ تحضير نموذج شمعي أو من الخشب السهل التشكيل أو من لدائن خاصة ،, ويعمل قالب رملي

أفران البوتقة

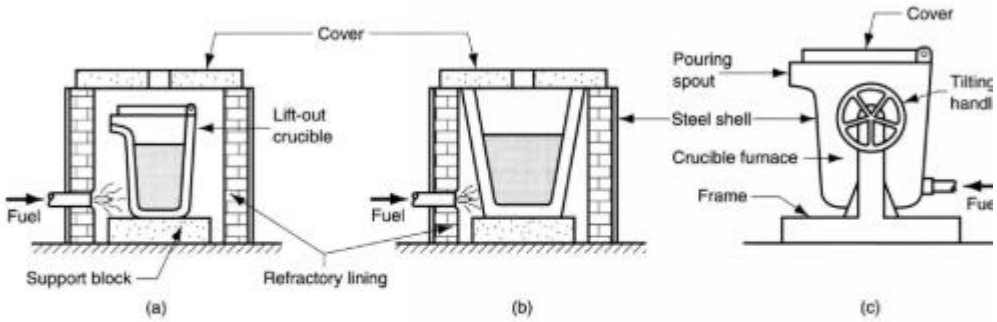


Figure : Three types of crucible furnaces:

(a) lift-out crucible,

(b) stationary pot, from which molten metal must be ladled, and

(c) tilting-pot furnace

مخلوط بدبس التمرأو دبس قصب السكر أو مواد لاصقة شبيهه حيث يقوم الدبس بتقوية تماسك القالب ،ويتم تسخين القالب لتجفيف الرطوبة التي قد تفسد العمل.

ويمكن عمل قالب من الحديد ليمكن استخدامه مرات متعددة .. ولكنه لا يصلح لسبك الحديد ..ويقوم الفنيون برش بودرة الفحم وبودرة الخشب أو زيت السيارات المحروق على القالب ليسهل نزع المسبوكة من داخل القالب .. وتستخدم ورش تشكيل الذهب نفس البوتقة ولكن بشكل صغير في حجم كوب القهوة ولكنهم يحولون السبائك الذهبية إلى أشرطة ذهبية يتم طرقها وسحبها وفردها بمكائن خاصة وبذا يتم تشكيل صفاح الذهب التي يقطعونها إلى الأشكال المطلوبة.

ويعد فرن البوتقة هو أبو الصناعات المعدنية والزجاجية أيضا وعنه تطورت جميع الأفران وان كانت كل الأفران الأخرى تقدمت على هذا النمط بأشواط كبيرة.

الفصل الرابع

صب المعدن

.تعريف صب المعادن

صب المعادن هو **عملية صهر المعدن أولاً ثم صبه في قالب ليأخذ شكل القالب بعد التبريد والتصلب** .
يستخدم هذا الأسلوب لإنتاج قطع معقدة الشكل قد يصعب تصنيعها بالطرق الميكانيكية التقليدية.

.2خطوات عملية الصب في السباكة

1. **إعداد القالب**:
   - اختيار نوع القالب المناسب (رمل، معدني، سيليكون، إلخ.(
   - تشكيل القالب مع تجويف مطابق لشكل القطعة المراد إنتاجها.
   - تجهيز نظام التغذية (فتحات صب وقنوات لتدفق المعدن.(
2. **صهر المعدن**:
   - وضع المعدن في فرن مناسب (كهربائي، غازي، أو فرن الحث.(
   - تسخينه حتى درجة حرارة مناسبة للصهر، تختلف حسب نوع المعدن.
3. **صب المعدن في القالب**:
   - صب المعدن المنصهر بحذر داخل القالب.
   - التأكد من ملء التجاويف بالكامل دون فقاعات هواء.
4. **التبريد والتصلب**:
   - ترك المعدن يبرد داخل القالب حتى يتحول إلى شكل صلب.
   - سرعة التبريد تؤثر على خصائص المعدن النهائية.
5. **إزالة القطعة من القالب**:
   - كسر القالب الرملية أو فتح القالب المعدني لإخراج القطعة الصلبة.
6. **التشطيب والمعالجة النهائية**:
   - إزالة الزوائد والفتحات الناتجة عن الصب.
   - عمليات التنعيم أو المعالجة الحرارية لتحسين الخواص.

3.أنواع القوالب في السباكة

- **الرملية** :الأكثر شيوعًا، اقتصادية وسهلة الاستخدام.
- **المعدنية** :لإنتاج كميات كبيرة ودقيقة.
- **المختلطة** :مثل القالب المغلف بالرمل الحراري أو القوالب القابلة للاستخدام المتكرر.

4.مميزات صب المعدن

- إنتاج أشكال معقدة بدقة جيدة.
- مناسبة لمعدنات متنوعة (حديد، نحاس، ألمونيوم، سبائك أخرى.
- تقليل الهدر مقارنة بالتشكيل الميكانيكي لبعض القطع.

المصادر

1. Manufacturing Processes for Engineering Materials – Kalpakjian.
2. Welding Principles and Applications – Larry Jeffus.
3. Foundry Technology – P. R. Beeley.