

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

1 – مواد التصنيع Manufacturing Materials

1. تعريف مواد التصنيع

س/ عرف: 1. مواد التصنيع 2. المواد المساعدة في التصنيع ؟

ج1/

مواد التصنيع: هي المواد المستخدمة في الصناعة وتصنف تبعاً لنوعها واستعمالاتها وخواصها حيث تمر المواد التي توفرها الطبيعة مثل الحديد الخام والخشب والنفط الخام بمراحل معالجة متعددة ومختلفة قبل أن تصبح عناصر صالحة للتصنيع مثل الفولاذ، الحديد الزهر، سبائك الألمنيوم واللدائن، والتي يمكن استخدامها في صناعة وتجهيز آلات الورش والمكائن والأجهزة المختلفة.

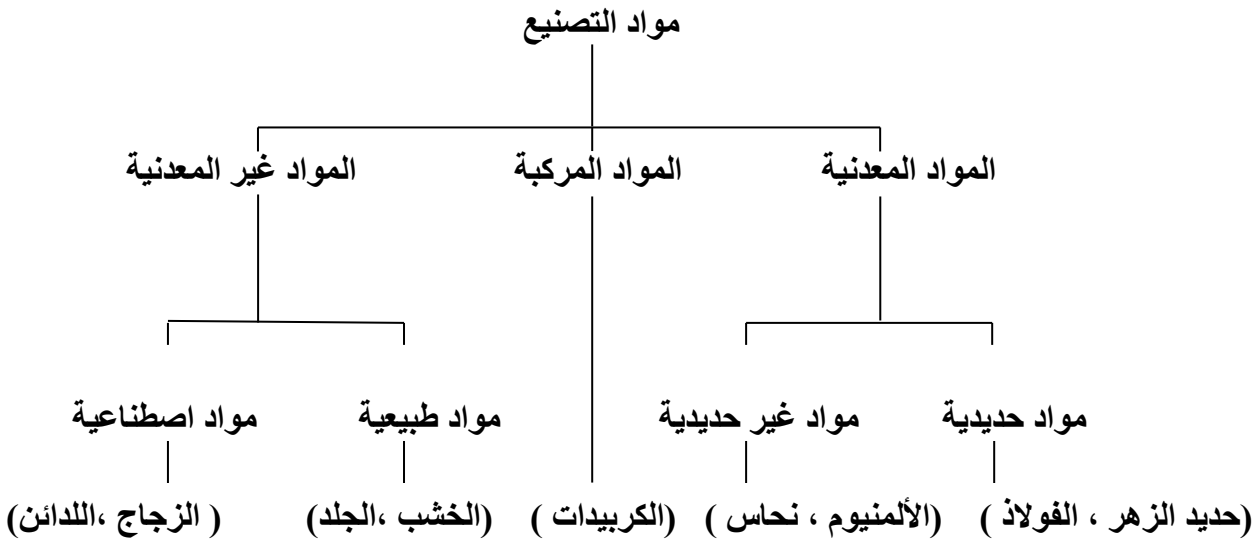
ج2/

المواد المساعدة في التصنيع: هي المواد التي تستهلك في عمليات تصنيع وتشغيل مواد التصنيع ومن أمثلتها مواد التبريد والتزييت والوقود ومواد التجليخ وغيرها.

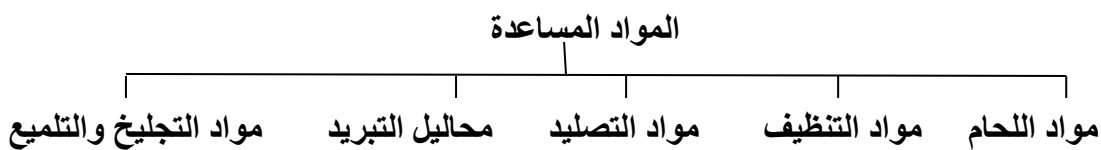
2. تصنيف مواد التصنيع

ملاحظة:

تصنف مواد التصنيع والمواد المساعدة في عمليات التصنيع إلى أنواع متعددة حسب ما موضح في المخطط ادناه:



مخطط تصنيف مواد التصنيع



(مخطط تصنيف المواد المساعدة في التصنيع)

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

3. اختيار مواد التصنيع

س/كيف يتم اختيار مواد التصنيع؟ وماهي الخواص المعتمدة في ذلك الاختيار ؟
ج/

يتم اختيار مواد التصنيع بحسب خواصها الفيزيائية والتكنولوجية والكيميائية، فالخواص الفيزيائية لمواد التصنيع يقصد بها ، قابلية توصيل الحرارة والكهرباء ونقطة الانصهار والمتانة والصلادة والمرونة والكثافة، وتحدد هذه الخواص مجالات استخدام هذه المواد. أما الخواص التكنولوجية اي الخواص الفنية لمواد التصنيع فهي التي تحدد التباينات المختلفة في سلوك هذه المواد، مثل مواد قابلية للصب والتي يمكن سباكتها في قوالب مثل الحديد الزهر واللدائن. أو مواد قابلية للحداة مثل الفولاذ والنحاس والالمنيوم والتي يمكن تشكيلها بواسطة الدرفلة أو الثني أو الطرق أو مواد قابلية للحام أي يمكن وصلها ببعض في الحالة الساخنة مثل لحام الانصهار أو اللحام بالضغط أو مواد قابلية للتشغيل بالقطع والتي يمكن تشكيلها بواسطة الات التنقيب والخراطة والتفريز اما الخواص الكيميائية لمواد التصنيع فهي التي تحدد مقاومة التآكل وقابلية الاحتراق ودرجة السمومة للمواد.

2- أنتاج المواد المعدنية Production of Metallic Materials

س/ما المقصود بالمصطلحات التالية: 1.المواد المعدنية 2.المواد الحديدية 3.المواد غير الحديدية؟
ج/

1.المواد المعدنية (Metallic materials)

هي المواد الحديدية مثل حديد الزهر والفولاذ والمواد غير الحديدية مثل الالمنيوم والنحاس ويتم استخلاصها من خلال التخلص من العناصر الغريبة المتواجدة في خاماتها من اجل الحصول على هذه المعادن بدرجة النقاوة المطلوبة في التصنيع .

2.المواد الحديدية (Ferrous materials)

وهي السبائك التي تحتوي على الحديد كمادة أساسية وتختلف أنواعها حسب نسبة العناصر المشابة معه وكيفية وجودها وتشتمل المواد الحديدية على الحديد الصناعي بأنواعه المختلفة مثل :الحديد المطاوع والحديد الزهر (الاهين) وكذلك تشتمل على الانواع المختلفة للصلب (الفولاذ) مثل :الصلب الكربوني والصلب السبائكي (سبائك الفولاذ).

3.المواد غير الحديدية (Non-ferrous materials)

وهي التي تحتوي على نسبة قليلة جدا من الحديد في تركيبها وتشتمل المواد غير الحديدية على النحاس ،الالمنيوم ،الزنك (الخارصين) ،الرصاص ،القصدير ،النحاس الاصفر ،البرونز .

ملاحظة :

الصلب هو سبائك الحديد التي تحتوي اقل من 2% كربون بينما الزهر هو السبائك التي تحتوي على نسبة اعلى من ذلك (2% الى 6% كربون) .

اسئلة للمراجعة

س1/عرف مواد التصنيع، ثم ارسم مخططا لتصنيفها ؟

س2/وضح كيف يتم اختيار مواد التصنيع ؟

س3 / ما المقصود بـ :

1.الخواص التكنولوجية لمواد التصنيع 2.المواد المساعدة في التصنيع 3.المواد الحديدية 4.المواد غير الحديدية

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

3 - خامات الحديد Iron Ores

س/عرف خامات الحديد، وماهي اهم انواعها ؟
ج/خامات الحديد هي خامات طبيعية تحتوي على أكاسيد أو كاربونات أو هيدروكسيدات الحديد بالإضافة إلى المواد العاطلة كالسليكا (SiO_2) والالومينا (Al_2O_3) وغيرها .
اهم انواعها : 1. الماجنتيت (Magnetite) 2. الهيماتيت (Hematite) 3. الليمونيت (Limonite) 4. السدرت (Spathic Iron Ore) .

خصائص خامات الحديد

1. الماجنتيت (Magnetite)

- نسبة الحديد في هذه الخامات عادة من (45% - 70%) .
 - موجود على هيئة اوكسيد الحديد المغناطيسي Fe_3O_4 .
 - هذه الخامات ذات كثافة عالية ولونها رمادي داكن أو اسود .
 - صعبة الاختزال بالنسبة للخامات الأخرى لشدة تماسكها .
 - تحتوي على نسبة كبيرة من الكبريت (1.5% - 2%) .
- ملاحظة :

قد تحتوي خامات الحديد الماجنتيت على الزنك (الخرصين) الذي قد يؤدي إلى تلف بطانة الفرن العالي المستعمل لاستخلاص الحديد من خاماته.

2. الهيماتيت (Hematite)

- هذه الخامات هي أكاسيد الحديد غير المائية (Fe_2O_3) .
- تتراوح نسبة الحديد فيها بين (45% - 65%) .
- تكون نسبة الشوائب الموجودة فيها كالكبريت والفسفور واطئة جدا .
- لون الهيماتيت احمر داكن .
- غنية بالحديد وسهلة الاختزال، واختزلها أسهل بكثير من خامات الحديد المغناطيسية .
- اختزال الحديد منها أكثر اقتصادية من استخراجها من الخامات الأخرى .
- المادة العاطلة التي تحتويها هي عادة السليكا SiO_2 .

3. الليمونيت (Limonite)

- تسمى هذه الخامات بخامات الحديد البنية وذلك لان لونها يتراوح بين اللون الأصفر والبني المصفر .
- يكون الحديد في هذه الخامات على هيئة اوكسيد الحديد المائي ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) .
- نسبة الحديد في هذه الخامات تتراوح بين 25% - 50% .
- جميع هذه الخامات مسامية .
- معظمها مشوبة بنسبة كبيرة من الفسفور والكبريت أو الزرنيخ .
- سهلة الاختزال مما يجعل استخلاص الحديد منها سهلا .

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

4. السيدريت (Spathic Iron Ore)

- a. يحتوي على حديد بنسبة 30% - 40% على شكل كربونات الحديد (FeCO_3).
- b. المواد العاطلة الموجودة في السيدريت هي اوكسيد السيلكون (SiO_2) والالومينا (Al_2O_3) وكميات قليلة من اوكسيد المغنسيوم (MgO).
- c. تحتوي هذه الخامات أيضا على بعض الشوائب كالفسفور والكبريت.
- d. لون السيدريت الطبيعي ابيض أو رماديا مصفر.
- e. سهل التأكسد والاختزال.

ملاحظة:

يقصد بالمواد العاطلة في الخام السيليكا (الرمال) والالومينا (احدى مكونات الطين) والجير (اوكسيد الكالسيوم).

ملاحظة :

1. الأكسدة: هي عملية فقدان للإلكترونات من قبل الذرات أو الجزيئات أو الايونات ينتج عنها زيادة في الشحنة الموجبة أو نقصان في الشحنة السالبة.
2. الاختزال: هي عملية اكتساب للإلكترونات من قبل الذرات أو الجزيئات أو الايونات ينتج عنها نقصان في الشحنة الموجبة أو زيادة في الشحنة السالبة.

أسئلة للمراجعة

- س1/ ماهي خصائص خامات اوكسيد الحديد المغناطيسية (الماجنتيت Magnetite)؟
- س2/ قارن بين خام الحديد السيدريت والليمونيت من حيث: 1. اللون 2. هيئة تواجده 3. نسبة الحديد المتوقعة ؟
- س3/ علل: خامات الحديد الماجنتيت صعبة الاختزال بالنسبة للخامات الاخرى؟
- س4/ ما المقصود ب: تفاعلات الأكسدة والاختزال ؟

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

4- إنتاج حديد الغفل Product of Pig Iron

س/ما المقصود بالحديد الغفل Pig Iron؟

ج/هو الحديد المذاب فيه كمية عالية من الكربون والعناصر التي تم اختزالها في داخل الفرن كالمغنيز والسيلكون والفسفور وكذلك المركبات الكبريتية الموجودة في الخام وفي فحم الكوك .

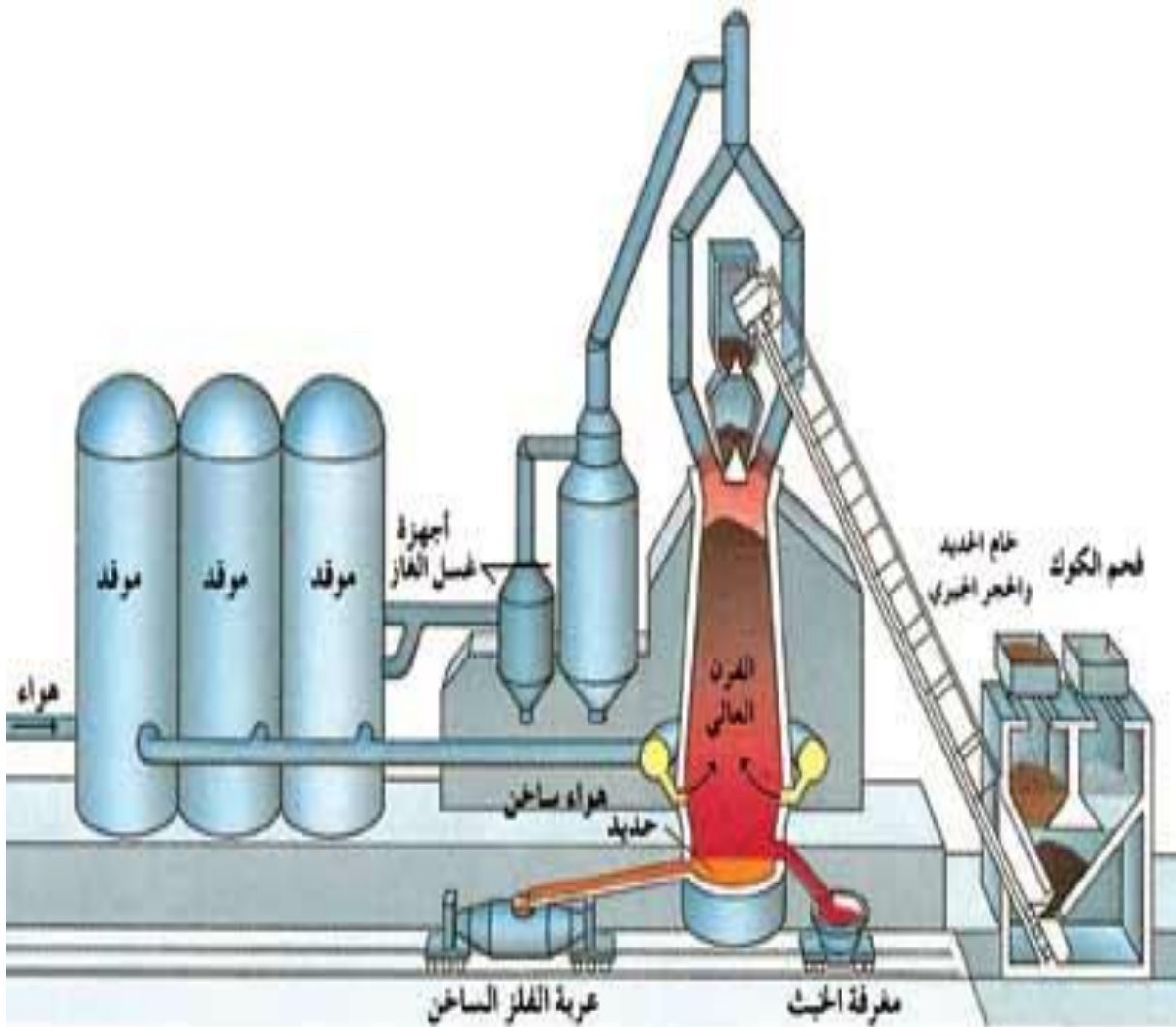
س/كيف ينتج الحديد الغفل ؟

ج/ينتج الحديد الغفل في فرن يسمى الفرن العالي (Blast Furnace) وذلك باختزال اكاسيد الحديد الموجودة في خاماته .

س/صف باختصار الفرن العالي (الفرن النفاخ) ؟

ج/الفرن العالي ، عبارة عن برج ضخم مغلف من الخارج بصفائح الصلب السميك ومبطن من الداخل بطابوق حراري ومجهز بمراوح هوائية لتجهيز الهواء اللازم للاحتراق واختزال الشوائب وهناك عربات للشحن ترفع مع ما تحمله من المواد الاولية الى اعلى الفرن بواسطة رافعة مائلة .

لاحظ الشكل ادناه (للاطلاع)



(الفرن العالي)

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

مراحل أنتاج الحديد الغفل

تتم عملية أنتاج الحديد الغفل وفق مراحل متسلسلة تبدأ منذ أن كان خاما في باطن الارض الى ان يصبح بالصورة المطلوبة ، ولو تأملنا هذه الصورة لوجدنا انه مر على سلسلة طويلة ومعقدة ومترابطة من العمليات لها تسلسل ثابت ويحدث نتيجة لها تغير في شكل وخواص المعدن حتى يلائم متطلبات الاستخدام النهائي.

س/ عدد مراحل انتاج الحديد الغفل ؟

ج/

1. مرحلة اختيار الخامات الملائمة

س/ على ما تعتمد صلاحية الحديد الخام لاستخلاص الحديد الغفل منه ؟

تعتمد صلاحية خام الحديد للاستخلاص على عدة عوامل اهمها :

1. نوع مركبات الحديد
2. نسبة الحديد الخام
3. تركيب المادة العاطلة
4. نسبة العناصر الضارة في الخام مثل الكبريت والفسفور والزرنيخ .

2. مرحلة تهيئة الحديد الخام

ملاحظة :

قبل نقل الحديد الخام إلى الفرن العالي تجري عليه مجموعة من العمليات التجهيزية (والمقصود بالعمليات التجهيزية للخامات هي العمليات الأولية التي تجري على الخامات المستخرجة من باطن الأرض قبل إرسالها إلى الأفران العالية لاستخلاص الحديد منها) ، وهذه العمليات هي في الحقيقة عمليات تحضير أو تهيئة وتركيز لهذه الخامات .

س / عدد العمليات التجهيزية التي تجري على خامات الحديد قبل إرسالها الى الفرن العالي ؟

ج/

1. عملية تكسير الخامات
2. عملية الفرز (التصنيف)
3. عملية التحميص
4. عملية الغسل
5. عملية التركيز الكهرومغناطيسي.
6. عملية التليد .

س/ ما الغرض من اجراء العمليات التجهيزية التالية :

1. عملية تكسير الخامات
2. عملية الفرز (التصنيف)
3. عملية التحميص
4. عملية الغسل
5. عملية التركيز الكهرومغناطيسي.
6. عملية التليد ؟.

ج/

1. عملية تكسير الخامات : تفتيت الخامات وتكسيرها .
2. عملية الفرز أو الفصل: تصنيف المواد بعد تكسيرها حسب الحجم .
3. عملية التحميص : تخليص الخامات من الرطوبة والشوائب الضارة وجعلها مسامية .
4. عملية الغسل : للتخلص من المواد الطين أو الرمل (حمل المواد العاطلة او الشوائب بعيدا عن الخام).
5. عملية التركيز الكهرومغناطيسي (فصل المعادن مغناطيسيا) : تركيز خامات الحديد الفقيرة المعدن (تصنيف المعادن حسب درجة انجذابها نحو المغناطيسية).
6. عملية التليد : للاستفادة من الاحجار الصغيرة والاتربة المعدنية من خلال تجميع الاحجار الصغيرة وغبار الخام المتطاير الراجع من قمة الفرن العالي .

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

3. مرحلة الفرن العالي

وتشمل:

1. تجهيز مدخلات الفرن العالي

س/ماهي مدخلات الفرن العالي ؟

ج/

1. شحنة الفرن Charge: وتتكون من خام الحديد ومساعد الصهر (Flux) وفحم الكوك .

2. الهواء الساخن .

س/ما الغرض من استخدام مساعد الصهر في شحنة الفرن العالي ؟

ج/لكي يتحد مع المادة العاطلة ورماد الفحم مكونا خبثا سهل الانصهار .

ملاحظة :

تركيب مساعد الصهر يعتمد على تركيب المادة العاطلة وهناك نوعان شائعان من مساعدات الصهر هما :

1. الحجر الجيري (Lime Stone) : وهو شائع الاستعمال ويستخدم اذا كان تركيب المادة العاطلة حامضي

او تحتوي نسبة عالية من السيليكا والالومينا .

2. الرمل او الكوارتز (Quartz) : ويستخدم في حالة ما اذا كانت المادة العاطلة جيرية (قاعدية) .

ملاحظة :

يجهز فحم الكوك الحرارة واول اوكسيد الكربون اللازم لاختزال اوكسيد الحديد .

س/ماهي اسباب استخدام فحم الكوك كوقود في الفرن العالي ؟

ج/

1. ارتفاع قيمته الحرارية : حيث ينتج عند احتراق الكوك حرارة عالية وكافية لرفع درجة حرارة الفرن الى الحد المطلوب لصهر خام الحديد والخبث .

2. يعد فحم الكوك عاملا مختزلا قويا ،حيث ينتج عن احتراق فحم الكوك بوساطة اوكسجين الهواء غاز يحتوي على نسبة كبيرة من اول اوكسيد الكربون الذي يختزل اكاسيد الحديد ويحولها الى حديد الخام المنصهر .

3. متانته ،اي مقاومته للانسحاق تكون عالية .

س/علل :لماذا يجب ان يكون فحم الكوك المستخدم في الفرن العالي ذا متانة عالية ؟

ج/لان الفحم في الاقسام السفلى من الفرن يتعرض الى ضغط ناتج عن ثقل المواد المتراكمة فوقه .

ملاحظة :

الفحم الخشبي (Coal) : يستعمل الفحم الخشبي عند أنتاج الانواع الجيدة من الحديد الغفل ،أي صهر الخامات القليلة الشوائب والتي لا تحتوي على الكبريت .. والمزايا الاساسية للفحم الخشبي هي عدم وجود الكبريت فيه وانخفاض نسبة الرماد أيضا ،أما عيوبه فهي انخفاض متانته ،وارتفاع ثمنه .

س/ما هي الوظائف الاساسية للهواء الساخن المنفوخ الى الفرن العالي

ج/1.يساعد على احتراق فحم الكوك وتوليد درجة الحرارة العالية .

2. يتحد الهواء الساخن مع فحم الكوك المحترق ويكون أول اوكسيد الكربون (CO) الذي يعمل بدوره

على اختزال خامات اكاسيد الحديد ويحولها إلى معدن الحديد محمرا ثاني اوكسيد الكربون .

س/ما اهمية تسخين الهواء المنفوخ الى الفرن ؟ج/يقلل من استهلاك فحم الكوك .

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

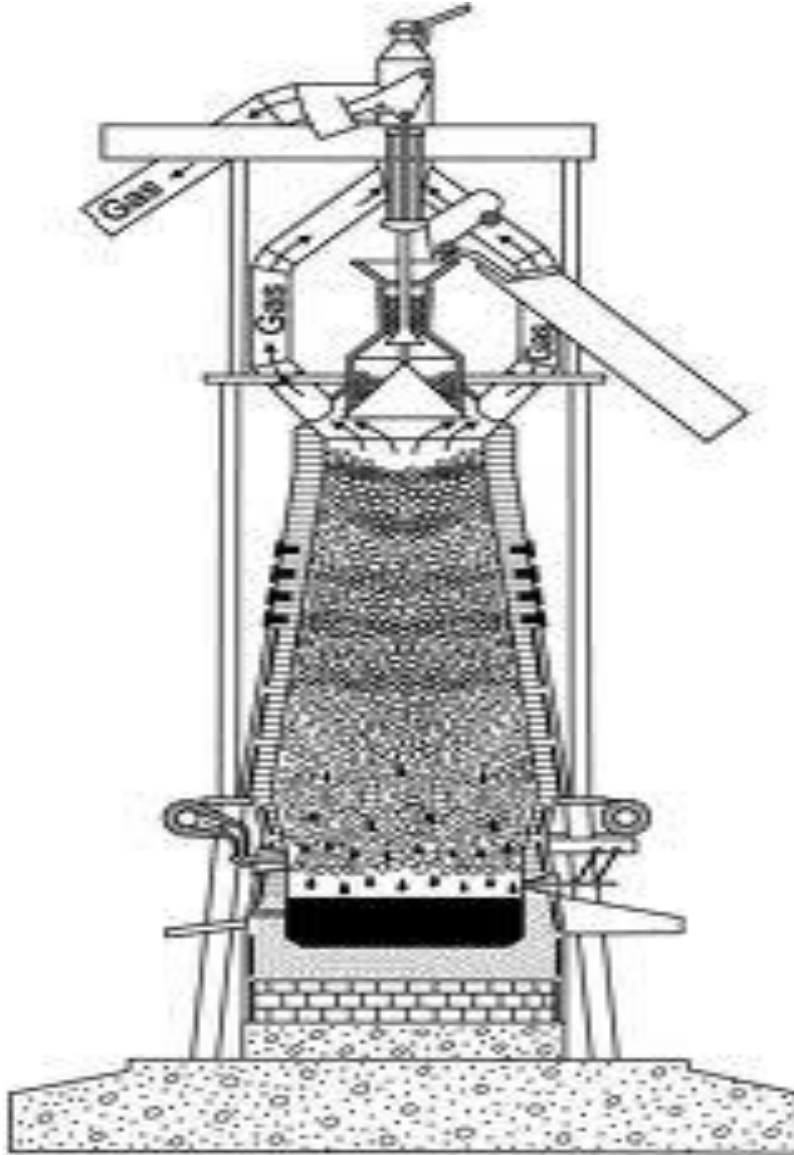
عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

2. تشغيل الفرن العالي

س / كيف يتم إعداد الفرن العالي للعمل على استخلاص الحديد الغفل من خاماته ؟

ج /

1. إدخال كميات وافرة من الوقود (فحم الكوك) ، ثم يحرق الفحم بواسطة الهواء الداخل من أسفل الفرن.
2. عندما تشتد الحرارة داخل الفرن وتصبح متوقدة فيه ، يملأ من الداخل بطبقة أولى من الخامات الحديدية (Fe_2O_3) المهياة والممزوجة مع أحجار الكلس ، ثم بطبقة ثانية من الفحم وأخرى من خامات الحديد حتى يمتلأ الفرن إلى أعلاه .
3. عند عمل الفرن ينشأ تياران مستمران ومتواصلان ومتعاكسان في الاتجاه ، فمن أعلى إلى أسفل ينزل فحم الكوك والخام ومساعد الصهر إلى داخل الفرن ، ومن أسفل إلى أعلى تصعد نواتج احتراق الكوك والهواء الساخن . لاحظ الشكل ادناه (للاطلاع)



(الفرن العالي وقد امتلأ بخامات الحديد و حجر الكلس والفحم الحجري)

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

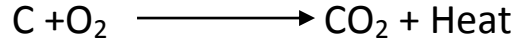
عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

3. عملية استخلاص الحديد الغفل في الفرن العالي

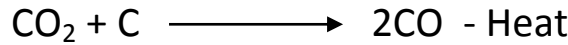
س/ مستعينا بالمعادلات الكيميائية موزونة، وضح باختصار خطوات استخلاص الحديد الغفل في الفرن العالي؟ ج/

1. احتراق فحم الكوك

يتم احتراق الفحم مولدا مع اوكسجين الهواء ثاني اوكسيد الكربون (CO_2) حسب المعادلة التالية :

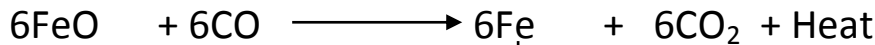
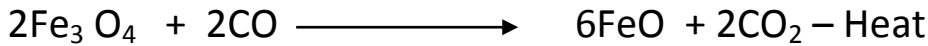
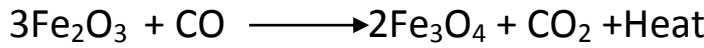


ويتفاعل ثاني اوكسيد الكربون المتولد مع الطبقات الجديدة من فحم الكوك المتوهج فيختزل إلى أول اوكسيد الكربون حسب التفاعل الآتي :



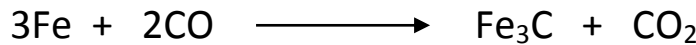
2. اختزال خامات الحديد

يتفاعل غاز أول اوكسيد الكربون المتصاعد مع خامات الحديد فيختزلها إلى فلز الحديد (Fe)، وحسب التفاعلات التالية :



3. تكوين الحديد الغفل

بعد عملية الاختزال تبدأ القطع الكبيرة من الحديد المختزل في الانصهار فتكون الحديد الإسفنجي (المسامي) ويتم تشبع الحديد بالكربون عند تكون كربيد الحديد (Fe_3C) بوساطة أول اوكسيد الكربون حسب التفاعل الآتي :



ويذوب كربيد الحديد المتكون وكذلك الكربون الصلب في الحديد الإسفنجي (المسامي) الذي يتحول نظرا لهذا التشبع إلى **حديد الغفل**.

ملاحظة :

1. تنخفض درجة انصهار الحديد لامتصاص الكربون من $1530^\circ C$ إلى $(1000 - 1200^\circ C)$.

2. في منطقة الأكتاف عند درجة حرارة من $(1100^\circ C)$ إلى $(1200^\circ C)$ تقريبا يختزل المنغنيز والسيلكون والفسفور ثم تذوب هذه الشوائب في الحديد وكذلك تذوب في الحديد المركبات الكبريتية الموجودة في الحديد الخام.

ملاحظة :

يسمى الحديد المذاب به كربون وسيلكون ومنغنيز وكبريت بالحديد الغفل ويصبح الحديد الغفل سائلا في منطقة الانصهار ويسيل تدريجيا إلى مجمرة الفرن (الكور) حيث يتجمع هناك ثم يجري تفريره.

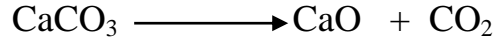
محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

4. تكوين الخبث

يتحلل حجر الكلس (CaCO_3) بالحرارة مكونا اوكسيد الكالسيوم (CaO) حسب المعادلة الآتية :



ويتفاعل اوكسيد الكالسيوم المتكون مع المادة العاطلة (أو ينصهر معها) فيكون الخبث. ويذوب الخبث ايضا جزء من المواد الضارة والشوائب الكبريتية والفسفورية ورماد الوقود .

ملاحظة :

يسمى الخبث الذي يحتوي على نسبة كبيرة من ثاني اوكسيد السيلكون (SiO_2) حامضيا ، اما عند ارتفاع نسبة اوكسيد الكالسيوم (CaO) في الخبث فيسمى قاعديا .

ملاحظة :

1. كلما كان الخبث اكثر قاعدية كلما ساعد اكثر على تخليص الحديد الغفل من الكبريت .
2. ينساب الخبث على شكل قطرات الى اسفل الفرن ويطفو فوق الحديد الغفل المنصهر لكون الوزن النوعي له اقل من الوزن النوعي للحديد الغفل المنصهر.

3. المكونات الاساسية للخبث هي : $\text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{MnO} + \text{FeO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$

4. تفريغ الفرن العالي

1. تفريغ الخبث :

يخرج الخبث من الفرن العالي من الفتحة العليا المسماة بقناة الخبث ويزال باستمرار (مرة كل ساعة تقريبا) ، وتعلق فتحة مجرى الخبث خلال الفترات بعد تفريغ الخبث بوساطة سدادة حديد وبالطين الحراري. وينقل الخبث المجمع الخارج من الفرن العالي بوساطة عربات الخبث الى خزان ، او يفرغ في حوض مملوء بالماء للحصول على خبث حبيبي الشكل يستعمل في صناعة الطابوق والاسمنت الحديدي .

2. تفريغ الحديد الغفل (الخام) :

يخرج الحديد الغفل من الفرن العالي من القناة السفلى المسماة بقناة الحديد الغفل ، ويسحب (يفرغ) الحديد من الفرن العالي (6) مرات تقريبا كل (24) ساعة . ولاستخراج الحديد الغفل يوقف تيار الهواء وتنقب سدادة قناة الزهر بوساطة مثقاب أو مطرقة تعمل بضغط الهواء ، فينساب الحديد المصهور الى بواق معدنية كبيرة مبطنة بالطابوق المقاوم للحرارة ، وتنتسح الواحدة من (80) الى (100) طن ، ثم يرسل الى مكان استعماله . ويذهب جزء كبير من الحديد في حالته السائلة في هذه البواق الى ورشة صناعة الصلب عند وجود مصنع متكامل للحديد والصلب . اما الجزء الباقي فينقل الى ماكنات السبك حيث يسبك للحصول على حديد التماسيح وبعد صب الحديد الغفل من الفرن العالي تقفل فتحة الحديد بالطينة الحرارية بوساطة ماكينة تعمل بالكهرباء او الهواء المضغوط .

س/ماهي نواتج الفرن العالي

ج/1. الحديد الغفل 2. الخبث 3. الغازات

ملاحظة :

الغازات الناتجة من الفرن العالي هي : (N_2 ، CH_4 ، H_2 ، CO_2 ، CO) وتستعمل كوقود لمسخنات الهواء .

محاضرة

(إنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

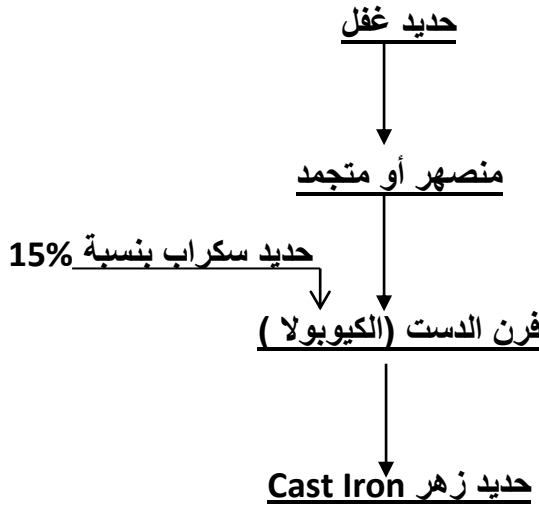
5- إنتاج حديد الزهر Production of Cast Iron

س/ ما المقصود بالحديد الزهر Cast Iron

ج/ هو سبيكة حديدية نسبة الكربون فيها (3-4) % ويحتوي على نسبة قليلة من السيليكون والفسفور والمنغنيز . والحديد الزهر ، قصيف وينكسر بسهولة ولا يمكن سحبه أو طريقة ولا يمكن لحامة الا بالاكسجين والاستيلين . وهو قادر على تحمل اجهادات الضغط ولا يتحمل اجهادات الشد ودرجة انصهاره تتراوح بين (1150 – 1200°C) ويستعمل بشكل واسع في صنع قواعد وفرش ومنزقات الماكينات وفي صنع اسطوانات ومكابس مآكنات الاحتراق الداخلي .

س/ كيف ينتج الحديد الزهر ؟

ينتج الحديد الزهر من خلال اجراء بعض عمليات التنقية والتكرير على الحديد الغفل الناتج من الفرن العالي لأنه لا يصلح مباشرة لأعمال السباكة (Casting) ، مع اضافة قليل من نفايات الحديد (السكراب) لتحسين نوعية حديد الزهر الناتج و باستخدام فرن الدست (الكيوبولا Cupola) .
لاحظ الشجرة البيانية لتحويل الحديد الغفل الى الحديد الزهر



(الشجرة البيانية لتحويل الحديد الغفل الى حديد الزهر)

فرن الدست (الكيوبولا Cupola)

س/ ماهي خصائص فرن الدست ؟

ج/

1. يستعمل هذا الفرن في إنتاج حديد الزهر المستعمل في السباكة .
2. يشبه الفرن العالي من حيث الشكل ، غير أنه اصغر منه حجماً ويختلف حجمه حسب طبيعة العمل المراد منه .
3. قطره يتراوح بين متر واحد إلى مترين ، أما ارتفاعه فيتراوح من (4) إلى (5) أمثال قطره .
4. تبلغ إنتاجية الأفران ذات قطر متر واحد وارتفاع 4 متر حوالي طنين من حديد زهر السباكة في الساعة الواحدة .
5. أفران الدست لا تعمل بصورة مستمرة ولكنها تشتغل فقط لمدة معينة حسب متطلبات العمل .
6. الوقود المستعمل في فرن الدست هو فحم الكوك .

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

تشغيل فرن الدست وإنتاج حديد الزهر

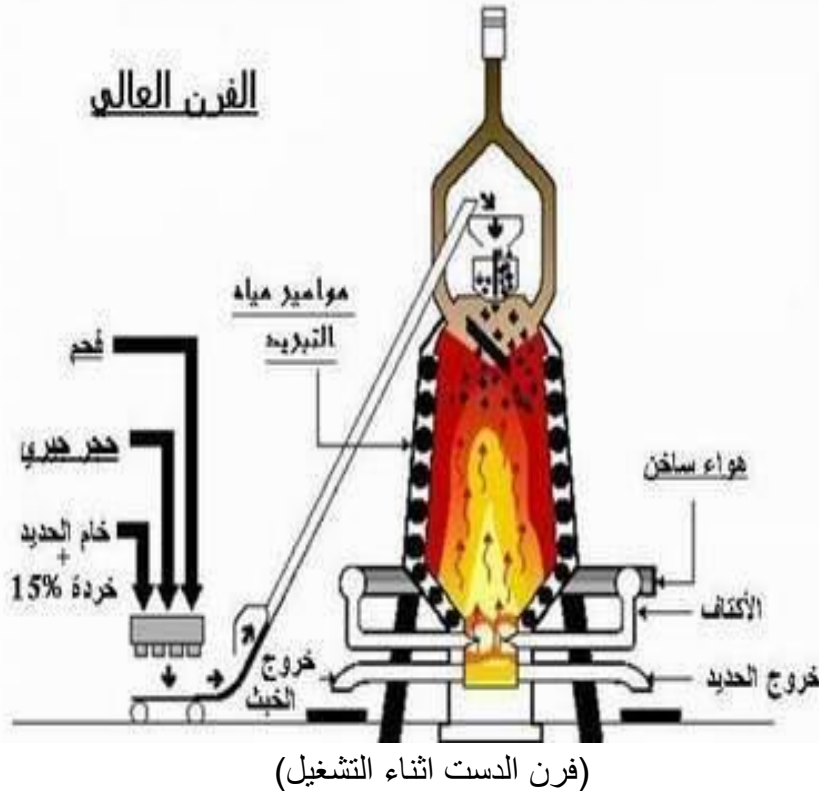
س/كيف تتم تهيئة فرن الدست للعمل؟

ج/

1. تدك طبقة من الرمل والطين الحراري على قاع الفرن بعد غلقه ويكون قاع الفرن منحدرًا قليلًا باتجاه فتحة إخراج المعدن .
 2. بعد عمل القاع توضع كمية من فحم الكوك بارتفاع يصل إلى حوالي 0.5 متر فوق فتحات الهواء، يطلق عليه اسم فرش الكوك (Coke bed) والذي ينبغي أن يتميز بقابلية عالية للتفاعل .
- س/ماهي خطوات تشغيل فرن الدست وإنتاج الحديد الزهر؟

ج/

1. تبدأ عملية حرق فحم الكوك في أسفل الفرن وبعد ذلك تضاف طبقة من الحديد الغفل مع قليل من حجر الكلس كمصهر ثم تليها طبقة أخرى من فحم الكوك وهكذا.
2. بعد الانتهاء من شحن الفرن بحوالي ساعة أو ساعتين تزداد كمية نفخ الهواء الساخن إلى داخل الفرن بواسطة فتح صمامات نفخ الهواء القريبة من قاع الفرن، ثم يغلق الفرن.
3. نتيجة لاحتراق الكوك بواسطة الهواء الساخن ($450 - 650^{\circ}\text{C}$) تتولد حرارة عالية تعمل على صهر الحديد الذي ينساب ويتجمع في قعر الفرن، أما الخبث فيطفو فوق الحديد المنصهر في داخل الفرن .
4. عند تجمع كمية كافية من الحديد المنصهر يطعن الفرن ويخرج الحديد الزهر المنصهر من الفتحة الخاصة به إلى بواق أو يصب مباشرة في قوالب خاصة أما الخبث فيخرج من الفتحة الخاصة به بين فترة وأخرى .
5. يسمى الحديد المنصهر الناتج من فرن الدست والذي يصب في قوالب بحديد الزهر . لاحظ الفرن اثناء العمل.



محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى/ قسم الهندسة الميكانيكية /كلية الهندسة مدرس المادة /أ.عبد فارس العزاوي

ملاحظات عن فرن الدست وحديد الزهر الناتج منه

1. يخلط حديد الغفل بقليل من نفايات الحديد (السكراب) وذلك لتحسين نوعية حديد الزهر الناتج .
 2. يبطن فرن الدست (الكيوبولا) من الداخل بالطابوق الحراري الحامضي (سيليك و الالومينا) .
 3. كمية فحم الكوك اللازمة لهذا الفرن تكون قليلة وهي من النوع الذي لا يحدث تفاعلات .
 4. يضاف حجر الكلس ليتحد مع المواد الرملية الموجودة على سطح الحديد الغفل الخام ومع الناتج من احتراق فحم الكوك ويكون الخبث الذي يطفو فوق المنصهر .
- س/ما هي أهم ميزات حديد الزهر الناتج من فرن الدست ؟
1. رخيص الثمن .
 2. انخفاض درجة انصهاره (تتراوح بين 1150 – 1200C°) .
 3. سيولته عند صهره (له قابلية على ملئ قالب السباكة جيدا) ولهذا يستعمل على نطاق واسع في عمل المصبوبات ذات الأشكال المعقدة .
 4. سهولة تشكيلة وتشغيله على الماكينات .
 5. يحتوي على كربون حر (كرافيت) ، وهذا الكرافيت الموجود في حديد الزهر يعمل كعمل مادة مزيتته (يساعد على الانزلاق) وعليه تصنع منه المنزلقات الكبيرة للمكانات التي تتحرك بصورة طليقة .

ملاحظة :

يستعمل حديد الزهر (الاهين) في السباكة لإنتاج العديد من القطع والأجزاء ،وتصنع المصبوبات منه بصب الحديد المنصهر الناتج من فرن الدست (الكيوبولا) في قوالب رملية خاصة وهذه القوالب تصنع بموجب نماذج خاصة مصنوعة من الخشب .

أهم استعمالات حديد الزهر هي :

1. صنع قواعد وفرش ومنزلقات وأجسام الماكينات مثل مكائن الخراطة.
2. صنع اسطوانات ومكابس الماكينات البخارية وذات الاحتراق الداخلي .
3. صنع أغلفة التربينات وأجسام المضخات
4. صنع أنابيب الغاز أو الماء الكبيرة الحجم نسبيا وكذلك يستعمل في صنع أجسام الصمامات الكبيرة (الولفات) .
5. صنع بعض الأدوات المنزلية مثل الطباخات ومدفئ الحمامات وغيرها.

أسئلة المراجعة

- س1/ارسم الشجرة البيانية لإنتاج الحديد الزهر ؟
- س2/تكلم عن فرن الدست ؟
- س3/ما استعمالات الحديد الزهر .
- س4/ما وظيفة الحجر الجيري المضاف في شحنة فرن الدست ؟

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

6 - أنتاج المسبوكات الاولى Production of Ingots

ملاحظة :

ينقل الحديد الغفل لتقليل نسبة الشوائب فيه أما بحالته السائلة أو الصلبة إلى أفران أخرى، و عملية النقل هذه تكون في اغلب الأحيان والمعدن في حالته الصلبة وخاصة إذا كان المكان المنقول إليه بعيدا عن موقع الإنتاج وذلك لسهولة النقل.

س/ ما المقصود بالمصطلحات التالية ؟

1. أنتاج المسبوكات الاولى 2. السباكة 3. المسبوك الاول

ج/

1. أنتاج المسبوكات الاولى : هي الخطوة الاولى في تصنيع المعادن بعد استخلاصها من الخامات والتي تتمثل في سباكتها في قوالب خاصة .

2. السباكة Casting : هي عملية صب معدن مصهور في قالب معدني او رملي ليحسد شكلا معيناً وتركه في هذا القالب ليتحول من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة .

3. المسبوك الاول Ingot : هو المسبوك الناتج من عملية أنتاج المسبوكات الاولى والذي يصب في قوالب خاصة ذات اشكال منتظمة عادتاً .

تسلسل عمليات أنتاج الحديد والصلب

ملاحظة :

اي منتج مصنوع من المعادن الحديدية مثل محرك السيارة المسبوك من الحديد الزهر او هيكلها المصنوع من الواح الصلب ينتج بخطوات تبدأ منذ ان كان خاما في باطن الارض الى ان صار بالصورة الموجود عليها ومر بسلسلة طويلة ومعقدة ومتراصة من العمليات التي لها تسلسل ثابت ويحدث نتيجة لها تغير في شكل وخواص المعدن حتى يلائم متطلبات الاستخدام النهائي .

س/ قسم الصور المختلفة التي تنتج عليها المعادن الحديدية ؟

ج/

1. المواد نصف المصنعة Semi-Finished Products وتشمل :

(المعدن الخام ، معدن مجهز ، المسبوكات ، كتل التشكيل ، كتل التشكيل النصف مدرفلة ، بلاطة التشكيل ، كتلة مربعة ، القضبان ، المطروقات ، القطاعات الانشائية ، السلك ، الالواح) .

2. المنتجات النهائية Finished Products

س/ ماذا نعني بالمصطلحات الصناعية التالية :

1. المواد نصف المصنعة 2. المعدن الخام 3. معدن مجهز 4. المسبوكات 5. كتل التشكيل 6. كتل التشكيل

النصف مدرفلة 7. بلاطة التشكيل 8. كتلة مربعة 9. القضبان 10. المطروقات 11. القطاعات الانشائية

12. السلك 13. الالواح 14. المنتجات النهائية ؟

ج/

1. المواد نصف المصنعة Semi-Finished Products

وهي المواد التي اجري عليها بعض العمليات التصنيعية ولا تزال تنتظر إجراء عمليات تصنيعية تالية لتعديل خواصها وشكلها مثل المعدن الخام والمعدن المجهز والمسبوكات وكتل التشكيل والنصف مدرفلة وبلاطة التشكيل والكتل المربعة والقضبان والمطروقات والقطاعات الانشائية والاسلاك والالواح .

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

2. المعدن الخام

وهو المعدن الناتج من عملية الاستخلاص الميتالورجية الأولية من الخام المعدني الأصلي والتركيب الكيميائي للمعدن الخام لا يزال يحتاج إلى تعديل بواسطة عمليات تالية للحصول على التركيب المطلوب. ويدخل المعدن الخام في هذه العمليات التالية على صورتين هما معدن منصهر مثل الحديد الغفل الذي يحول إلى صلب (فولاذ)، ومسبوكات أولية (تماسيح المعدن الخام Pigs) والتي تصب من المعدن المنصهر في قوالب معدنية تسمى التماسيح.

3. معدن مجهز

وهو المعدن الجاهز والذي تم إعادة صهره وضبط تركيبه الكيميائي ليكون جاهزا للصب على الصورة المطلوبة. ومثال ذلك حديد الغفل الناتج من الفرن العالي والذي يعاد صهره في فرن الدست (Cupola) ويصب في قوالب السباكة (Moulds) أو يحول إلى صلب على شكل كتل التشكيل.

4. المسبوكات Castings

وهي الأشكال التي تنتج عن صب المعدن المنصهر في قوالب من الرمل أو المعدن بها تجويف له نفس شكل الجزء المراد إنتاجه ويبرد المعدن بعد ذلك في هذا التجويف ويتجمد على الشكل المطلوب.

5. كتل التشكيل Forming Lugs

وهي كتل تشكيل يتراوح وزنها بين (100 - 1000) كغم تنتج من صب المعادن لغرض تشكيلها بعد ذلك بطرق التشكيل اللدن (Plastic Forming) أو بالطرق (Forging).

6. كتل التشكيل النصف مدرفلة Semi-Rolled Lugs

هي كتل التشكيل التي تجرى عليها درفلة أولية (Rolling) لتغير تركيبها البلوري لأنه غير متجانس ليصبح ملائما لعمليات التشكيل التي يتعرض لها فيما بعد.

7. بلاطة التشكيل

هي الواح ذي مقطع مستطيل تسمى البلاطة تنتج بعمليات الدرفلة لكتل التشكيل.

8. كتلة مربعة

هي كتل معدنية ذي مقطع مربع حاد الأركان أو مستدير الأركان تزيد مساحتها عن 160Cm^2 تستخدم لإنتاج منتج نهائي يكون على هيئة قضبان (Rods).

9. القضبان

وهي منتجات ناتجة من عمليات الدرفلة أو البثق (Extrusion) أو السحب (Drawing) وتكون على شكل أطوال كبيرة ومقطع صغير مستدير أو مربع أو سداسي.

10. المطروقات Forgings

وهي المنتجات الناتجة من عمليات الطرق بتوجيه ضربات متتالية على المعدن وهو في الحالة اللدنة.

11. القطاعات الإنشائية Structural Section

وهي من أهم المنتجات الحديدية النصف مصنعة وهي ذات أطوال كبيرة وذات مقاطع مختلفة على هيئة حرف (I) أو (T) أو زاوية (Γ) أو مجرى (Π) وتنتج عادة بالدرفلة وتستخدم في الأعمال الإنشائية.

12. السلك Wire

وهي تنتج من عمليات السحب من القضبان وأطوالها كبيرة جدا ومقطعها صغير (2) ملم ومستدير.

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة مدرس المادة / أ.عبد فارس العزاوي

13. الألواح Sheet Metal

وهي منتجات مدرفلة ذات مساحات كبيرة وذات سمك مختلف (2 ملم فما فوق) .

ملاحظة :

1. كل المنتجات السابقة تستخدم كمادة أولية لصناعات أخرى ، فمثلا يستخدم السلك لصناعة المسامير أو النوابض (Springs) بينما تستخدم الألواح في عمل هياكل السيارات والثلاجات ومنتجات المكابس (Press Work) .

2. تستخدم الكتل المربعة كمادة أولية في عمليات الحدادة والبتق .

3. القضبان المستديرة والسداسية المقطع تستخدم كمادة أولية في عمليات القطع (Metal Cutting) المختلفة كما في عمليات الخراطة مثل إنتاج اللوالب والصواميل وغيرها.

2.المنتجات النهائية Finished Products

وهي عبارة عن المعادن التي تكون قد مرت على جميع مراحل التشكيل والتشغيل حتى أصبحت جاهزة للاستخدام بمفردها أو بتجميعها مع منتجات أخرى لتكوين أجزاء الماكينات مثلا .

أسئلة واجب بيتي

س1/ارسم مخطط تسلسل الصناعات الحديدية ؟

س2/ارسم مخطط لقالب معدني ينتج مسبوك اولي ؟

س3/ما المقصود بالمسبوكات الاولى ؟ وكيف يتم انتاجها ؟

س4/وضح كيف تنتج القضبان الحديدية ؟

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

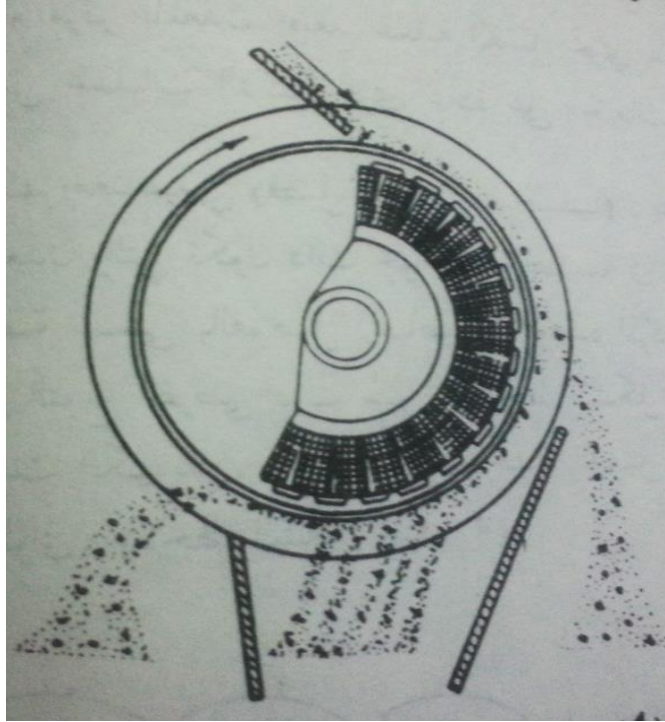
عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

7. تركيز الخامات Concentration of Ores

1. تركيز خامات الحديد

س/كيف يتم تركيز خامات الحديد ؟

يتم تركيز خامات الحديد الفقيرة المعدن والتي تكون ذات خواص مغناطيسية في ماكنات خاصة تسمى بالفواصل المغناطيسية، وهذه المركبات المغناطيسية أما أن تكون من النوع القرصي ذات سيور، وهي تعمل بطريقة الحث الكهربائي، وأما أن تكون أجهزة الفصل المغناطيسي هذه من النوع الاسطواني، وتتكون هذه الفواصل المغناطيسية الاسطوانية من اسطوانة دوارة من النحاس الأصفر وبداخلها مغناطيس كهربائي ثابت، وتستخدم الاسطوانة نفسها كبكرة للسير الذي يمر فوقه الخام. وتقوم ماكينات الفصل المغناطيسي هذه بوساطة المغناطيس الكهربائي بالتقاط أجزاء الخامات المغناطيسية وإلقاء المادة العاطلة والشوائب غير المغناطيسية بعيدا عنها، وبذلك تتم عملية تركيز الخامات، وعملية التركيز هذه تتم على مراحل .



جهاز الفصل (الفرز) المغناطيسي الاسطواني

ملاحظة :

يمكن تصنيف المعادن حسب درجة انجذابها نحو المغناطيسية إلى:

1. معادن شديدة النفاذية المغناطيسية كمعادن الحديد المغناطيسية (الماجنييتات Fe_3O_4).
2. معادن متوسطة النفاذية المغناطيسية مثل الليمونيت $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$.
3. معادن ضعيفة المغناطيسية وتشمل معظم المعادن غير الحديدية .
4. مواد عديمة المغناطيسية وهي التي لا تنجذب مطلقا إلى المغناطيس كالمواد غير المعدنية .

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ.عبد فارس العزاوي

2 . تركيز خامات المعادن غير الحديدية

ملاحظة :

معظم المعادن غير الحديدية لا توجد في خاماتها بالتركيز الذي يوجد فيه الحديد ،لذ فأن هذه الخامات تركز لزيادة نسبة المعدن فيها قبل عملية الاستخلاص نظرا لصعوبة وارتفاع تكاليف استخلاصها من خاماتها بدون أجراء هذه العملية .

س/عدد موضحا عمليات تركيز خامات المعادن غير الحديدية ؟

ج/

1.التركيز بالجاذبية الأرضية

المعادن بصورة عامة أثقل من المواد العاطلة الموجودة في خاماتها ،وعلى هذه الحقيقة تعتمد طريقة التركيز بالجاذبية الأرضية، حيث يتم غسل الخامات بالماء في أحواض فيترسب خام المعدن المركز، أما المواد العاطلة فتطفو على السطح وبذلك يتم فصل هذه المواد عن المعدن .

2.التركيز بالطفو الزيتي

يفتت الخام قبل التركيز إلى أجزاء صغيرة جدا ويمزج مع الماء في أحواض تسمى أحواض الطفو ثم تضاف إليه كمية من احد الزيوت الخاصة ويرج الخليط رجا عنيفا ،فتتكون عندئذ طبقة على سطح السائل مشابهة للزبد ومشبعة بخام المعدن المركز ،حيث تقشط وتتهيا لعملية الاستخلاص (Smelting).

انتاج المعادن غير الحديدية

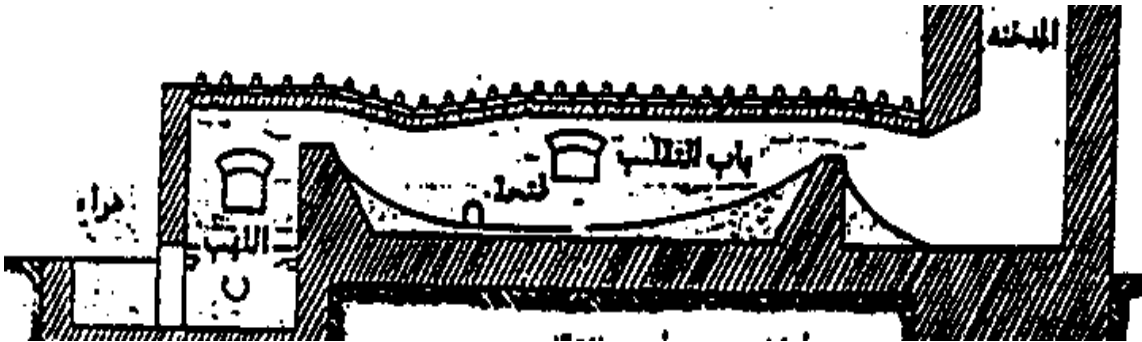
ملاحظة:

من المعادن غير الحديدية المستعملة على نطاق واسع في الصناعة ،النحاس والألمنيوم والقصدير والزنك والرصاص والنيكل و المغنسيوم ،ويفسر استعمال المعادن غير الحديدية وسبائكها بأن لبعضها خواص قيمة كجودة التوصيل الكهربائي والحراري ومقاومة الصدأ وصغر معامل الاحتكاك .

س/ وضح باختصار اهم الافران المستخدمة لاستخلاص المعادن غير الحديدية ؟

ج/

الفرن العاكس Reverbartory Furnace هو ابسط أنواع الأفران المستعملة في استخلاص المعادن غير الحديدية ،ويتكون هذا الفرن من موقد طويل وضيق كما مبين في الشكل ادناه، ويتم الشحن خلال سطح الفرن وذلك برفع بعض أجزاء من هذا السطح تدعى بالسدادات والخبث المتكون من إضافة المواد المساعدة يشكل طبقة تطفو على سطح المعدن المصهور وتقلل احتمال التأكسد الشديد للمعدن ، أما الوقود المستعمل في هذه الأفران فهو الوقود الغازي أو السائل. وسعة هذه الأفران فهي من (5) إلى (50) طن لكل صهره .



(الفرن العاكس)

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

8. إنتاج النحاس Production of Copper

س/ماهي اهم خامات النحاس الموجودة بالقشرة الأرضية والتي يتم استخلاصه منها ؟
ج/

1. بيرييت النحاس (Copper Pyrite) وهو أكثر خامات النحاس انتشارا فهو اوكسيده الأحمر وكبريتيدة
المزدوج مع الحديد ($Cu_2SFe_2S_3$) حيث يحتوي على نحاس بنسبة (32%).
2. الهالكوزايت (Cu_2S).

3. البورنيت أو الخام الأرقط ($Cu_2S.FeS. CuS$).

4. الكوبريت ، خام اوكسيد النحاس (Cu_2O) ويعتبر من الخامات الفقيرة .

س/وضح ماهي طرائق انتاج النحاس ؟

ج/

هناك طريقتان لإنتاج النحاس :

1. الطريقة الجافة Dry Process 2. الطريقة الرطبة Wet Process

الطريقة الجافة Dry Process

س/ماهي العمليات التي تتكون منها الطريقة الجافة ؟

تتكون هذه الطريقة من العمليات الآتية :

1. تركيز الخام 2. التحميص 3. التحويل الى نحاس صخري 4. الحصول على النحاس غير النقي 5. التنقية

س/كيف تتم عملية تركيز خامات النحاس ؟

ج/

يتم تركيز خامات النحاس الكبريتية عن طريق الطفو وذلك نظرا لان المركبات الكبريتية لا تبتل في الماء. فيتم
تفتيت الخام قبل تعويمه في ماكينة الطفو المملوءة بالماء فتبدأ جزيئات الخام الكبريتي المفتتة التي لم تبتل بالماء
في الصعود إلى السطح أما جزيئات المادة العاطلة (الشوائب) فتترسب إلى القاع.

س/وضح كيف تتم عملية تحميص خامات النحاس ؟

ج/

يتم التحميص في أفران خاصة وفي درجة حرارة تتراوح بين 800 و 1000 درجة مئوية وذلك لتقليل نسبة
الكبريت في الخام ولتحويل بعض كبريتيد النحاس و الحديد إلى اكاسيد وكذلك للتخلص من بعض الشوائب
(Impurities) كالزرنخ و الانتيمون.

س/كيف يتم صهر خامات النحاس في الطريقة الجافة ؟

ج/

يتم صهر الخام وتحويله إلى نحاس صخري و ذلك في الأفران العاكسة التي تعمل بالوقود الغازي أو السائل و
تصل درجة حرارة هذه الأفران إلى أعلى من $1000^{\circ}C$ وتكون شحنة الفرن عبارة عن الخام المركز مخلوط
بالمواد المساعدة وعند درجة حرارة $1100^{\circ}C$ تجري تفاعلات يكون نتيجتها تكوين كبريتيد النحاس الثنائي و
كبريتيد الحديد و الخبث المتكون من اتحاد المادة المساعدة بأكسيد الحديد .وبعد انتهاء الصهر يقشط الخبث و
يؤخذ النحاس الصخري إلى المحولات التي يتم فيها أكسدة الحديد واحتراق الكبريت المتحد مع النحاس ليعطي
نحاسا غير نقي يحتوي على الشوائب بنسبة 2%.

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

س/ما الغرض من عملية تنقية النحاس؟ وكيف تتم؟

ج/

الغرض من هذه العملية تخلص النحاس من الشوائب الضارة .
وتتم أولاً حرارياً في أفران عاكسة ويحتوي النحاس الذي ينتج بعد هذه العملية على 99.5 - 99.7% من النحاس النقي الذي يصب إلى كتل أو صفائح أنودية (Anodie) لعمليات التحليل الكهربائي التي تزيد من تنقية النحاس حتى يصل إلى 99.98% من النحاس النقي.

الطريقة الرطبة Wet Process

س/ لمن تستعمل الطريقة الرطبة؟ وما هي خطواتها؟

ج/

تستعمل هذه الطريقة للحصول على النحاس من الخامات الاكسيدية الفقيرة.
وفيها يفتت الخام أولاً ثم يمر بمرحلة الفرز للحصول على حبيبات ذات حجم واحد. ثم تجري عمليات التركيز في ماكينة الترسيب التي يغسل فيها الخام والمادة العاطلة بواسطة تيار من الماء فينفصل الخام ويرسب إلى أسفل بينما تبقى المادة العاطلة في سطح الحوض. ويعالج الخام المركز بمحلول مخفف من حامض الكبريتيك ويتبع ذلك ترشيحه للحصول على محلول نظيف. ويتم ترسيب النحاس من المحلول بالتحليل الكهربائي أو بإحلال الحديد محل النحاس حسب التفاعل $(\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{FeSO}_4 + \text{Cu})$ ثم يصهر النحاس بعد ذلك و ينقى.

سبائك النحاس Copper Alloys

س/ماهي اهم سبائك النحاس المستخدمة في الصناعة وما هي مكوناتها؟

ج/

1. البرونز Bronze

وهي سبيكة من النحاس والقصدير وتختلف نسبة تكوينه باختلاف الغرض من استخدامه فهناك سبيكة المدافع (Gun Metal) التي تحتوي على 10% قصدير و 88% نحاس و 2% زنك والتي تستخدم في المسبوكات الثقيلة. وهناك أيضاً البرونز الفسفوري ويتكون من 16% قصدير و 83.5% نحاس و 0.5% فوسفور و يستخدم في صناعة التروس و أجزاء الماكينات المعرض للإجهادات . ويمتاز البرونز بقابليته العالية للتشغيل على الماكينات لذلك فهو شائع الاستخدام في كثير من أجزاء الماكينات .

2. النحاس الأصفر Brass

وهو سبيكة من النحاس و الزنك وتختلف نسبة النحاس إلى الزنك في السبيكة باختلاف التطبيق وتمتاز سبائك النحاس الأصفر بمظهرها اللامع ولونها الأصفر الجميل كما تتمتع بمقاومتها للتآكل.

اسئلة واجب بيتي

س 1 / اكتب معادلة ترسيب النحاس في خلية التحليل الكهربائي؟

س2/ عرف كل من المصطلحات التالية :

1. سبيكة المدافع 2. النحاس الاصفر 3. البرونز 4. بيريت النحاس

س3/ قارن بين الطريقة الجافة والطريقة الرطبة لإنتاج النحاس؟

س4/ قارن بين البرونز والنحاس الاصفر من حيث الغرض والمكونات .

محاضرة

(إنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

9. إنتاج الألمنيوم Production of Aluminum

س/ ماهي خامات الألمنيوم التي انتشر استخدامها في الصناعة ؟

ج/

أهم خامات الألمنيوم التي انتشر استخدامها انتشارا كبيرا في الصناعة هي اوكسيد الألمنيوم المائي ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) المعروف بـ (البوكسيت) ، وأهم أنواع البوكسيت المعروفة صناعيا هي البوكسيت الأبيض والبوكسيت المحمر.

س/ عرف البوكسيت (Boxite) ؟

ج/

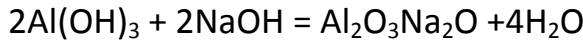
هو المادة الخام الرئيسية للحصول على الألمنيوم و البوكسيت عبارة عن صخر معدني مركب يحتوي على هيدروكسيد الألمنيوم طليقا بنسبة 40% إلى 60% ويحتوي بالإضافة إلى ذلك عدداً من الشوائب كأكسيد الحديد والسيليكا وغيرها.

س/ كيف يتم إنتاج الألمنيوم من خاماته ، وضح ذلك بالمعدلات الكيميائية موزونة؟

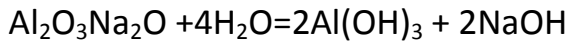
ج/

يتم إنتاج الألمنيوم على مرحلتين :

1. الحصول على أوكسيد الألمنيوم (الالومينا) من البوكسيت، حيث يعامل الخام الذي يحتوي على كمية صغيرة من السيليكا بالمواد القلوية لتحويل هيدروكسيد الألمنيوم إلى الومينات الصوديوم :



وتذوب الالومينات الناتجة في الماء، أما اكاسيد الحديد والكالسيوم وغيرها فإنها تكون رواسب صلبة غير قابلة للذوبان تفصل على المرشحات الكاسية. ويجري المحلول المائي المرشح لألومينات الصوديوم إلى أحواض بها قلابات يتحلل فيها المحلول بواسطة التحليل الكهربائي فينفصل منه راسب صلب من هيدروكسيد الألمنيوم:



ويرسل الراسب إلى الفرن حيث يتحول عند درجة حرارة 1300م إلى اوكسيد الألمنيوم غير المائي Al_2O_3 .

2. التحليل الكهربائي للالومينا للحصول على الألمنيوم النقي ، ويتلخص الحصول على الألمنيوم من

الالومينا في تحليل اكسيد الالمنيوم كهربائياً في أحواض الكريوليت ($AlF_3 \cdot 3NaF$) المصهور الى مكوناته. ومن خواص الكريوليت القدرة على إذابة الالومينا، ثم تحلل بعد الإذابة كهربائياً فينفصل الألمنيوم النقي إلى قاع أحواض التحليل.

سبائك الألمنيوم

س /مما تتكون سبائك الالمنيوم؟

ج/

تتكون سبائك الألمنيوم من الألمنيوم كأساس لها وبعض العناصر الأخرى ، وأهم المعادن التي تخطط مع الألمنيوم لتحسين خواصه هي السيلكون والنحاس والمغنسيوم والارصين والنيكل والحديد ، وسبائك الألمنيوم أكثر متانة ومقاومة للتآكل والصدمات من الألمنيوم النقي ، وهي واسعة الاستعمال في الصناعات المختلفة .

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

س/صنف سبائك الالمنيوم ؟

ج/

1. سبائك الالمنيوم القابلة للتشكيل (بأساليب الطرق والصب و الدرفلة و البثق.. الخ) ومن هذه السبائك الدور لومين (Duralumin) ذو المتانة العالية ومقاومة التآكل الكيميائي والذي يستخدم في صناعة بعض أجزاء الطائرات وأجسامها.

2. سبائك الالمنيوم للمسبوكات (السبائك الرملية والسبائك في قوالب معدنية .. الخ) ومنها سبائك السيلومين (Silomin Alloys) أو سبائك الالمنيوم والسيلكون (Al-Si).

10. إنتاج الرصاص

س/ماهي اهم الخامات التي يستخلص الرصاص منها ؟

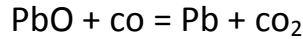
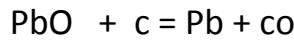
ج/

اهم خامات الرصاص هو الليتارج PbS وتتراوح نسبة الرصاص في الخام بالمتوسط من 6% - 16%.

س/اشرح طريقة استخلاص الرصاص من خامته ؟ استعن بالمعادلات الكيميائية موزونة ؟

ج/

يستخلص الرصاص بطريقة الصهر الاختزالي للخام المركز بعد تحميصه مبدئياً. ويجري التحميص المبدئي في أفران عاكسة لتحليل كبريتيد الرصاص PbS وتحويل الرصاص الى كبريتات $PbSO_4$ ويمكن بواسطة التحميص الثانوي التخلص تماماً من الكبريت والحصول على PbO. ويختزل الرصاص عند الصهر في أفران اسطوانية بواسطة كربون فحم الكوك حسب المعادلتين:



ويحتوي الرصاص الناتج بعد الاختزال على شوائب بنسبة تصل إلى (15%) ويحتوي الرصاص بعد تنقيته على نحو (99.95%) من عنصر الرصاص.

أسئلة للمراجعة

س1/ اشرح مستعينا بالمعادلات الكيميائية موزونة طريقة انتاج: 1. النحاس 2. الالمنيوم 3. الرصاص

س2/ اذكر طرق تركيز المعادن غير الحديدية و اشرح واحدة منها ؟

س3/ كيف يمكن الحصول على الالمنيوم من الالومينا ؟

س4/ اكتب معادلات اختزال الرصاص في الافران الاسطوانية ؟

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

أسئلة السنين السابقة

امتحان شهر 1ف1 / 2015 – 2016 تصنيع 1

- س1/ ما الغرض من : 1. الغازات الناتجة من احتراق فحم الكوك في الفرن العالي ؟ 2. معرفة الخواص التكنولوجية لمواد التصنيع ؟ 3. تكسير خامات الحديد قبل ارسالها للفرن العالي ؟ 4. مساعد الصهر في شحنة الفرن العالي ؟ 5. التسخين الأولي للشحنة الداخلة الفرن العالي ؟
- س2/ اين تقع منطقة اختزال الحديد الغفل في الفرن العالي وما التفاعلات تحصل فيها ، اكتب معادلاتها موزونة ؟
- س3/ اشرح وبمعادلات التفاعل كيف يتكون الخبث عند انتاج حديد الغفل في الفرن العالي ؟

امتحان شهر 2ف1 / 2015 – 2016

- س1/ صنف فقط الصور المختلفة التي تنتج عليها المعادن الحديدية؟
- س2/ ما الغرض من : 1. بلاطة التشكيل 2. ماكينة الفصل المغناطيسي 3. الفرن العاكس.
- س3 / قارن بين :
1. الطريقة الجافة والطريقة الرطبة في انتاج النحاس من حيث الخامات المستخدمة والعمليات ؟
2. سبيكة المدافع G.M و البرونز الفسفوري من حيث مكونات السبيكة والاستخدام ؟
- س4 علل :
1. في انتاج الالمنيوم يعامل الخام الذي يحتوي على كمية صغيرة من السيليكا بالمواد القلوية ؟
2. اجراء عملية التخميص قبل الاستخلاص للخامات المحتوية على نسبة عالية من الكبريت ؟
- س5 / عدد اهم خامات النحاس الموجودة في القشرة ارضية ؟

أسئلة نهائي 2014-2015 دور أول

- س 1 / اكتب معادلات تفاعل غاز اول اوكسيد الكربون مع خامات الحديد الاحمر (Hematite) موزونة ، والتي تجري في منطقة الاختزال في الفرن العالي وعند درجة حرارة (400 – 900) مئوية ؟
- س2/ اشرح الطريقة الرطبة Wet Process في انتاج النحاس ؟
- س3 / عدد فقط : 1. مدخلات فرن الدست (Cupola) المستخدم في انتاج الحديد الزهر ؟ 2. مخرجات الفرن العالي
- س4 / عدد فقط العمليات التجهيزية لخامات الحديد الداخلة للفرن العالي ؟

أسئلة نهائي 2014-2015 دور ثاني

- س1/ عرف المصطلحات التالية : 1. العمليات التجهيزية للخامات 2. المطروقات Forgings 3. الالواح المعدنية Sheet Metal 4. النحاس الاصفر Brass .
- س2/ اكتب معادلات الحصول على اوكسيد الالمنيوم من البوكسيت موزونة ؟
- س3/ اشرح : طريق انتاج الرصاص ؟

اسئلة دور ثالث 2014-2015 دور ثالث

- س1/ اشرح : مرحلة الاختزال في الفرن العالي ؟

مع تمنياتي بالنجاح

محاضرة

(أنتاج المواد المعدنية)

عمليات تصنيع | المرحلة الاولى / قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة | مدرس المادة / أ. عبد فارس العزاوي

مدرس المادة / عبد فارس العزاوي