الباب الثالث
3

المعادن غير الحديدية

الفصل الأول

المعادن غير الحديدية

Non-ferrous metals

تمهيد

توجد المعادن غير الحديدية المختلفة كالنحاس والألونيوم والقصدير والزنك والرصاص ، بالطبقات السطحية والطبقات العميقة في القشرة الأرضية في صورة غير نقية ، تتفاوت الكميات الموجودة والمستخرجة من المعادن والمواد المختلفة ، كما يتفاوت تركيزها ودرجة نقاوة كل منها من مكان إلى الآخر.

تجرى على أغفال المعادن والمواد المختلفة عمليات استخلاص من خلال صهر هذه المعادن باستخدام عدة أنواع من الأفران . تتميز هذه الأفران عن بعضها البعض من حيث السعة ونوع ودرجة نقاوة المعادن أو المواد المنتجة ونوع المصدر الحراري (الوقود المستخدم) ..... الخ .

يتناول هذا الباب استخلاص وإنتاج المعادن غير الحديدية وسبائكها ، والأفران المستخدمة في عمليات الصهر ، وعمليات نقاوة وتكرير هذه المعادن ، وذلك من خلال الشرح التفصيلي للمعدن والمواد المختلف كل منها على حدة ، مع عرض لطريقة التشغيل ومميزات وعيوب كل منهم .

الفلزات (المعادن) غير الحديدية

Non-ferrous metals

على الرغم من أن الفلزات (المعادن) الحديدية مثل الحديد والصلب والزهر بأنواعهم من أهم المعادن المستعملة في الصناعة ، إلا أن هناك معادن أخرى غير حديدية مستعملة أيضا في المجال الصناعي على نطاق واسع مثل النحاس ــ الألومونيوم ــ النيكل ــ الرصاص ــ القصدير ــ الزنك ــ المغنسيوم ، وهي لاتقل أهمية عن المعادن الحديدية.

ويفسر استعمال الفلزات (المعادن غير الحديدية وسبائكها بأن لبعضها خواص مميزة في الاستخدام الصناعي مثل جودة التوصيل الكهربائي والحراري ــ مقاومة الصدأ ــ مقاومة التآكل ــ انخفاض معامل التآكل ــ خفة الوزن ــ سهولة التشكيل على البارد أو على الساخن ..... الخ ، بجانب الاعتبارات الاقتصادية الأخرى ، ومن ثم فإنه يجب التعرف عليها من حيث خواصها وإستخداماتها ومميزات وعيوب كل منها .

الفلزات (المعادن) غير الحديدية النقية

Pure non-ferrous metals

هي فلزات (معادن) لينة جــداً وذات متانة ضئيلة للغاية . يمكن تحسين خواصها عند عمل سبائك منها .. أى عند مزجها مع معدنين أو أكثر في حالة سائلة ، حيث تتحسن صفاتها كزيادة الصلادة والمتانة كما تنخفض الانفعالات بين المعادن الممتزجة ، بينما تنخفض درجة جودة توصيلها للكهرباء.

درجة إنصهار السبائك بصفة عامة أقل من درجة إنصهار المعادن المتكونة منها ، كما إنها تنخفض إلى أدنى درجة إنصهار لأى من المواد المتكونة منها.

يمكن تغيير لون أى معدن من خلال خلطه بمعدن آخر أو أكثر ، الأمر الذي يؤدي إلى خفض مقاومته وصموده للتآكل الاحتكاكي.

هي فلزات (معادن) لينة جـداً وذات متانة ضئيلة للغاية . يمكن تحسين خواصها عند عمل سبائك منها .. أى عند مزجها مع معدنين أو أكـثر في حالة سائلة.

أنواع الفلزات (المعادن) غير الحديدية النقية :

يمكن تقسيم الفلزات (المعادن) غير الحديدية من حيث الكثافة إلي نوعين أساسيين هما :-

1. فلزات (معادن) ثقيلة .. HEAVY METALS.
2. فلزات (معادن) خفيفة .. LIGHT METALS.

الفلزات (المعادن) غير الحديدية الثقيلة

Non-ferrous heavy metals

هـي التـي تـزيد كثافتها عن 5 كجم /د سم^3 وأهمها النحاس ـ القصدير ـ الرصاص ـ النيكل ـ الكروم ـ التنجستين ـ الموليبدنم ـ الفاناديوم ـ الكوبالت ـ المنجنيـز ـ التنتالوم ـ التيتاميوم ـ الأنتيمون ـ الكادميوم ـ البزموث ـ الزئبق ، وكذلك المعادن الثمينة مثل الفضة ـ الذهب ـ البلاتين.

إنتاج النحاس

Production of copper

يعتبر النحاس هو أقدم الفلزات (المعادن) التي عرفها الأنسان منذ عصور ما قبل التاريخ ، وذلك لوجـوده في حالته الطبيعية متحداً مع كثير من العناصر الأخرى.

النحاس الطبيعي النقي لونه أحمر ذهبي براق ، أما لون سبائكه فهي مائلة إلى الاصفرار . يمكن تشكيله على البارد أو على الساخن.

يتميز النحاس وكثير من سبائكه بارتفاع قابليته للتوصـيل بالكهرباء والحرارة ، بجانب قابلته للسحب (المطيلية) .. وبالتالي يمكن سحبه إلى أسلاك رفيعة ، بجانب ذلك فهو طروق يمكن تشكيله بالطرق على البارد أو على الساخن وتحويله إلى تخانات مختلفة ومنها الصفائح أو الرقائق الدقيقة.

يستعمل النحاس في حالته النقية في العديد من الصناعات وأهمها بالمجالات (الكهربائية ــ الحرارية ــ الكيميائية) ، كما يستعمل النحاس على نطاق واسع للحصول على بعض السبائك.

خواص النحاس : COPPER PROOERTIES

يسمى النحاس باللاتينية كوبروم . يرمز للنحاس وسبائكه بالرمز(نح أو CU) . كثافته 8.9 كجم /دسم^3 . درجة انصهاره تصل إلى ما بين 1070 ــ 1093 ^{0}م وترتفع درجة انصهاره كلما ازدادت درجة نقاوته . تصل معاومته للشد إلى ما بين 30 ــ 36 كجم/مم^2 وبالأسلاك الدقيقة إلى 60 كجم/مم^2 . درجة إنفعاله ما بين 35 ــ 50 % .. وتصل بالأسلاك الدقيقة إلى2 %. من أهم خواصه الآتي :-

1. الليونة.
2. قابليته الكبيرة للتمدد.
3. لونه أحمر لامع.
4. موصل ممتاز للحرارة والكهرباء.
5. مقاوم ممتاز للتآكل الكيميائي واللهب.
6. يتغير لون سطحه عند تأكسده إلى اللون الأخضر.

غفل النحاس : COPPER BLANK

يوجد غفل النحاس بالقشرة الأرضية (بأعماق باطن الأرض) على شكل مركبات مختلطة بخامات معادن أخرى . مركبات النحاس الموجودة في الطبيعة هي أكاسيد النحاس مختلطة مع الكبريت والحديد والتي تعرف باسم بيريت أو شالكوبيريت . يحتوي على نسبة نحاس حوالي 32 % .

استخلاص النحاس

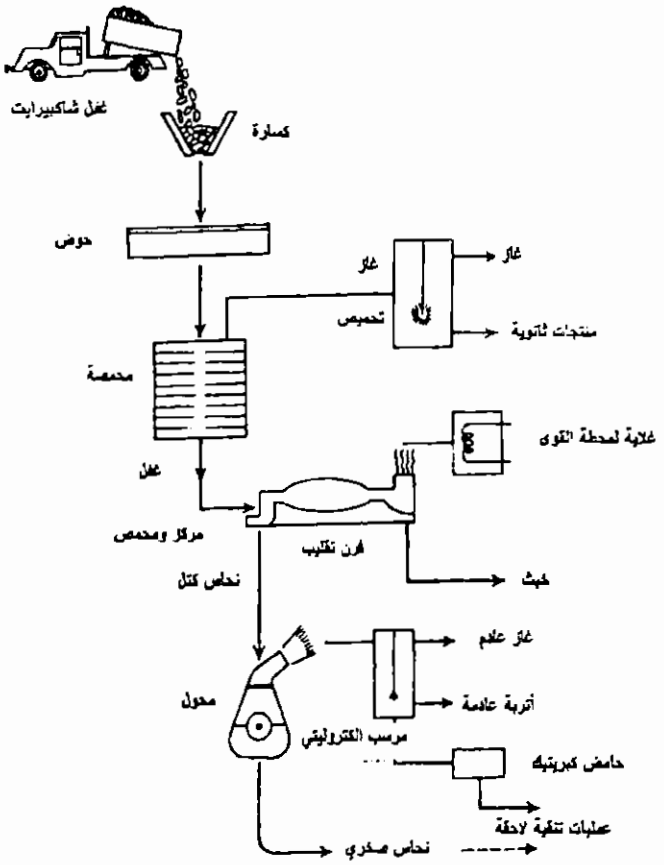
Copper extraction

يستخلص النحاس من خاماته بإحدى طريقتين أساسيتين هما :-

أولا : الطريقة الجافة لاستخلاص النحاس :

تتكون الطريقة الجافة لاستخلاص النحاس والموضحة بشكل 3 – 1 من عدة مراحل كالآتي :-

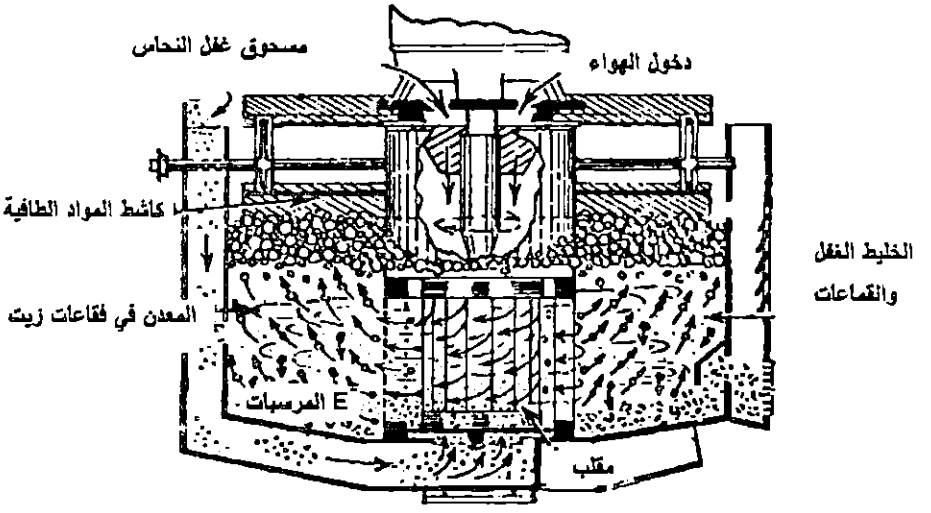
1. تكسير الغفل في كسارات خاصة.
2. خلط الغفل المكسر مع الجير ومساعد الصهر (سيليكون).



شكل 3 – 1

رسم تخطيطي لخريطة استخلاص النحاس بالطريقة الجافة

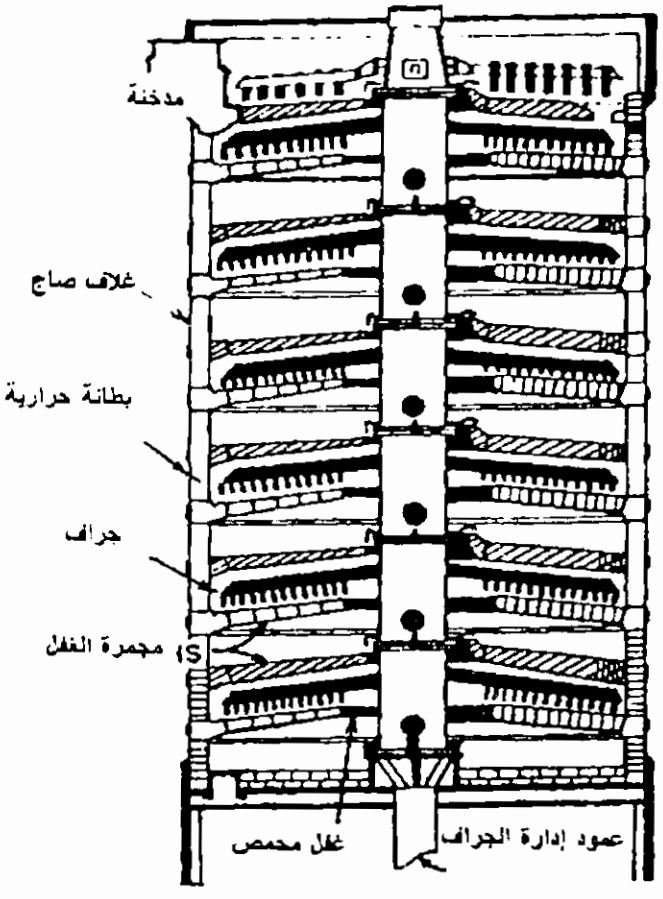
3. تخليص الغفل من الشوائب والأتربة العالقة كما هو موضح بشكل 3 – 2 ، ويتم ذلك بطريقة التقويم في حوض ماء ، حيث تبدأ حبيبات الغفل الغير مبتلة بتكوين فقاعات وتطفو على سطح الماء ويرسب الباقي في القاع ، وعادة يضاف زيت بترول للماء ، ونفخ الهواء في الماء للتعجيل بالطفو ، حيث تلتصق فقاعات الهواء المتكونة بحبيبات الغفل وتطفو على شكل زيت يمكن إزالته بسهولة .



شكل 3 – 2

خليط تقويم لفصل غفل النحاس عن المواد العالقة به

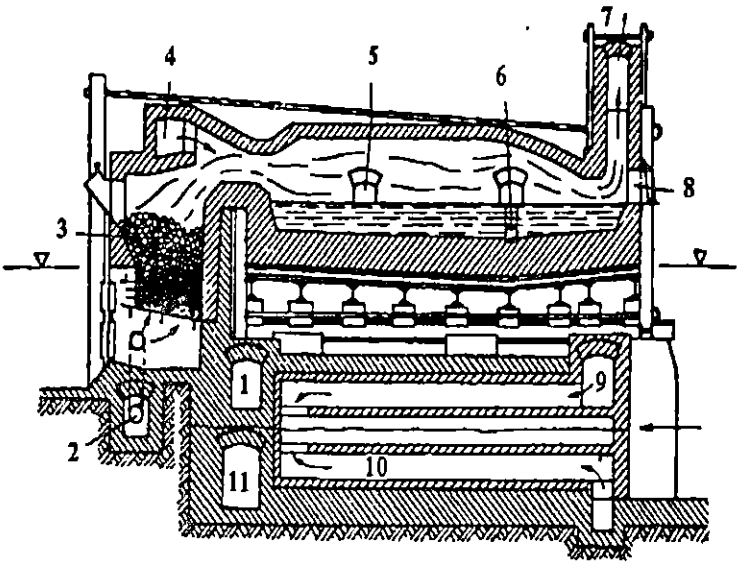
4. يحميص خليط الغفل جزئياً بالتسخين والذي يتكون من مركبات كبريتيد النحاس وأكاسيد الحديد ، ويسمى هذا الخليط بالكالسين . يتم التحميص عند درجة حرارة ما بين 800 ــ 1000 °م في أفران عاكسة كما هو موضح بشكل 3 – 3 .



شكل 3 – 3

تحميص غفـــل النحاس

5. صهر الكالسين مع حجر الجير (كمساعد صهر) في فرن يشبه فرن التقليب الموضح بشكل 3 – 4 ، حيث يتم التخلص من معظم مركبات الحديد في صورة خبث ، ويتبقى غفل النحاس ملبداً مع باقي مركبات حديد الخبث الذي يسمى بالنحاس الصخري .

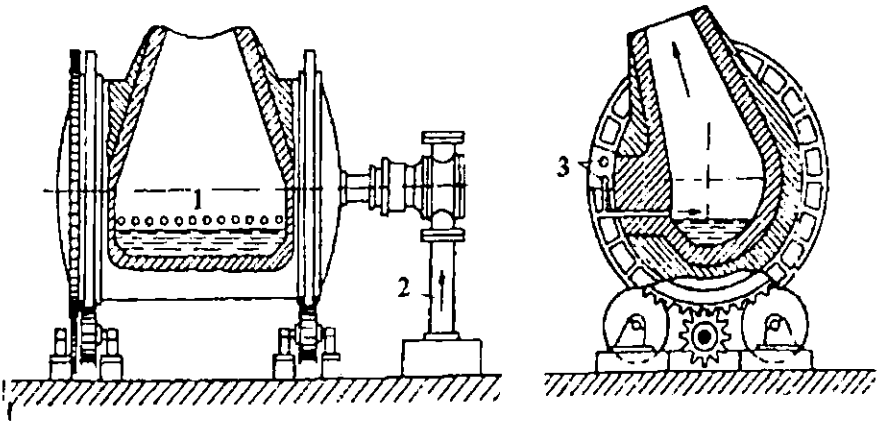


شكل 3 – 4

فرن التقليب لاستخلاص النحاس

1. هواء الاشتعال.
2. المدخل الأول للهواء.
3. مولد غاز.
4. تسخين هواء المدخل الثاني.
5. أبواب الشحن والتفريغ.
6. فتحة التفريغ .
7. مخرج الغازات إلى دورة التسخين .
8. مخرج الخبث .
9. غازات العادم .
10. هواء .
11. إلى المدخنة .

6. يصب النحاس الصخري في محول يشبه محول بسمر شكل 3 – 5 ، حيث يتم نفخ سطح المعدن المنصهر بالهواء من الفتحات 1 المقامة في المداخل 2 عن طريق قنوات هوائية 3 ، ويستمر النفخ لفترة تتراوح ما بين 4 ــ 5 ساعات ، حتى تتأكسد الشوائب وتخرج معظمها على هيئة أكاسيد متطايرة ، أما الشوائب المتبقية فإنها تنضم إلى الخبث الذي يطفو على سطح المعدن المنصهر ، ويقشط من حين لآخر .



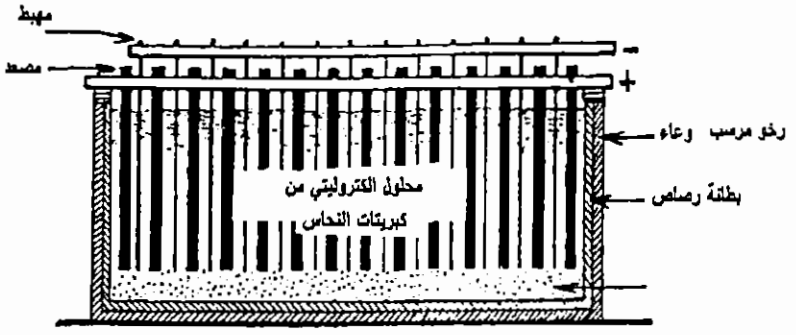
شكل 3 – 5

محول نفـــــخ النحاس

1. **منافس النفخ.**
2. **مدخل هواء النفخ.**
3. **قنوات هواء النفخ.**

7. تحفظ الشحنة منصهرة كما هو الحال في محول بسمر .
8. يتأكسد كبريتيد النحاس نتيجة للنفخ بالهواء ، ويتحول إلى أكسيد النحاس ، أو إلى كبريتات النحاس ، وبعد انتهاء فترة النفخ يبدأ التفاعل بين أكسيد النحاس وكبريتات النحاس ، حيث يكونا نحاس يحتوي على نسبة 98 ــ 99 % نحاس ، وهو خام لا يصلح للاستخدام المباشر ، بل إنه يحتاج إلى عمليات تنقية أكثر .. كما هو الحال بالحديد الخام المستخرج من الفرن العالي .
9. تتم عملية التنقية النهائية للنحاس الخام (التنقية من الشوائب الضارة) بالطريقة الحرارية بأفران عاكسة أو بالطريقة الكهروكيميائية .. أى بالترسيب الكهربائي كما هو موضح بشكل 3 – 6 وذلك لإنتاج نحاس نقي تماماً ، وهو الذي يطلق عليه نحاس عالي الجودة والخالي من الأكسوجين . يحتوي النحاس الذي ينتج بهذه الطرق على ما بين 99.5 ــ 99.7 من عناصر النحاس . ثم يصب هذا

النحاس في صفائح مصعدية ليجرى عليه عملية تحليل كهربائي للحصول على تنقية أكثر للنحاس لتصل نسبته إلى 99.98 % من عناصر النحاس.

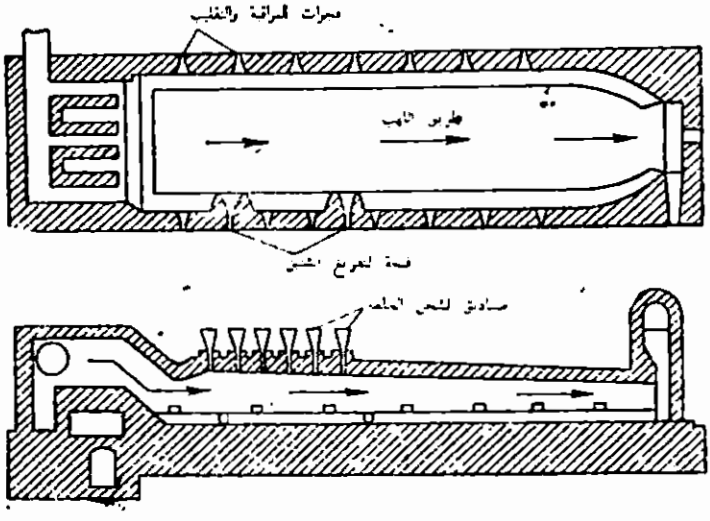


شكل 3 – 6

خلية ترسيب كهربائـية لإنتاج النحاس النقي

ثانيا : الطريقة الرطبة لاستخلاص النحاس

يستعمل للطريقة الرطبة لاســتخلاص النحاس الخامات الأكسيدية الفقيرة بالنحاس ، حيث توضع في أفران عاكسة كما هو موضح بشكل 3 – 7 ، علما بأن الطريقة الأولى (الطريقة الجافة) هي الطريقة الأكثر استخداماً.



شكل 3 – 7

رسم تخطيطي لفرن عاكس

يفتت الخام إلى أن يصل حبيباته إلى ما بين 2 ــ 15 ملليمتر ، ويفرز للحصول على أحجام واحـــدة ، ويجري لكل حجم عملية تركيز في ماكينة ترسيب ، وفي هذه الماكينة يغسل الخام والمادة العاطلة بواسطة تيار مائي ، ولما كان الوزن النوعي للخام والمادة العاطلة مختلفاً ، فإنهما ينفصلان عن بعضهما البعض ، ويرسب الخام إلى أسفل بينما تظل المادة العاطلة إلى أعلى ، ويعامل الخام المركز بمحلول مخفف من حامض الكبريتيك ، ثم يرشح للحصول على محلول نظيف ، ويتم ترسيب النحاس من المحلول بالتحليل الكهربائي ، أو باستخدام الحديد الخردة بدلا من النحاس حسب التفاعل ، ويعاد صهر النحاس الناتج في أفران لهبية ثم ينقى.

إستخدامات النحاس : USES OF COPPER

يستخدم النحاس بشكل أساسي في تلبية إحتياجات الصناعات الكهربائية ، حيث تصنع منه الأسلاك والكبلات الكهربائية وكاويات اللحام وملفات التبريد والتدفئة وبعض الأعمال الفنية.

مميزات النحاس :

يتميز النحاس بالصفات التالية :-

1. ارتفاع قابليته للتوصيل الكهربائي والحراري.
2. قابلته للسحب (المطيلية).
3. قابلية تشكيله على البارد أو على الساخن.

إنتاج سبائك النحاس

Production of copper alloys

النحاس الأحمر النقي لا يستفاد منه إلا في الأجزاء والعناصر التي يهتم فيها بأهم خواصه وهي خاصية التوصيل الكهربائي والحراري ، ولا يستفاد به في المجالات الأخرى بسبب قصور مقاومته للإجهادات الميكانيكية ، حيث لا يرقى إلى مستوى الصلب في المجالات الهندسية بجانب إرتفاع ثمنه ، ولكن يستفاد به في

مجالات عديدة عندما يختلط بمعادن أخرى مكوناً سبائك.

يمكن تقسيم سبائك النحاس إلى الآتي :-

سبيكة النحاس الأصفر : BRASS ALLOY

هي سبيكة مكونة من النحاس النقي والزنك ، وتعتبر من أكثر السبائك اللاحديدية الثقيلة استعمالا . نسبة النحاس فيها لا تقل عن 50 % ، حيث أنه كلما إرتفعت هذه النسبة كلما تحسنت الخواص الميكانيكية وإزدادت قابلية السبيكة للتشكيل كمقاومة الشد والضغط والإنحناء وإزدادت صلادتها ، لذلك تصنه الأجزاء النحاسية التي تشكل على البارد أو على الساخن من سبيكة النحاس الأصفر التي لا يتجاوز نسبة الزنك فيها عن 30 % .

تتميز سبيكة النحاس الأصفر بمقاومتها للصدأ والبرى بالاحتكاك (التآكل الاحتكاكي).

استعمالات سبيكة النحاس الأصفر: USES OF BRASS ALLOY

تستعمل سبيكة النحاس الأصفر في صنع بعض الأجهزة والأجزاء الخاصة بالصناعات الكهربائية والميكانيكية ــ العملات النحاسية ــ مقابض الأبواب ــ التماثيل ــ أعمال الزينة والديكور ، كما تدخل في صناعة المحامل (كراسي المحاور) ، بحيث تحتوي السبيكة على سيليكون أو الومنيوم.

سبائك البرونز :

هي سبيكة مكونة من النحاس النقي وأى معدن آخر عدا الزنك . نسبة النحاس فيها 80 % تقريباً ، ونسبة البرونز الفسفوري 0.1 % ، أما نسبة القصدير فهي تتراوح ما بين 1 ــ 22 % .

كما يوجد سبيكة البرونز النيكلي وهي مكونة من النحاس النقي والبرونز النيكلي . يتراوح نسبة النحاس في هذه السبيكة ما بين 70 ــ 80 % ، أما نسبة البرونز النيكلى فهو يتراوح ما بين 20 ــ 30 %.

سميت هذه السبائك بسبائك البرونز لأن أى سبيكة تسمى باسم المعدن المضاف إليها مهما كانت نسبته ضئيلة.

تتميز سبائك البرونز بصفة عامة بمقامتها العالية للشد ومقاومة ممتازة للتآكل الإحتكاكي.

استعمالات سبيكة البرونز: USES OF BRCNZE ALLOY

تشكل سبيكة البرونز بالصب لصعوبة تشكيلها بالوسائل الأخرى ، وتستعمل في صنع مراوح الدفع في السفن ومراوح المضخات والأجراس.

سبائك النيكل :

هي سبيكة مكونة من النحاس النقي والنيكل والزنك والرصاص . تتراوح نسبة النحاس في هذه السبيكة ما بين 45 ــ 65 % ، وتتراوح نسبة النيكل ما بين 10 ــ 25 % ، ونسبة النيكل ما بين 15 ــ 42 % ، ويضاف الرصاص بنسبة تصل إلى 2 % .

ينشأ اللون الأبيض الفضي في هذه السبيكة بسبب وجود النيكل ، وكلما إزدادت نسبته كلما زاد صمود السبيكة للتآكل الكيميائي وإزدادت لمعته.

استعمالات سبيكة النيكل : USES OF NICKEL ALLOY

تستعمل تشكل البرونز النيكل في صنع أسلاك المقاومات الكهربائية ــ بادئات التشغيل ومنظمات التحكم ــ أدوات الرسم ــ براغي الأجهزة الدقيقة ــ أغلفة الساعات ــ الحلي ــ أدوات المائدة ، كما تستعمل هذه السبيكة في تكسية الألواح المقاومة للتآكل الكيمائي وفي صنع العملات المعدنية وذلك عند زيادة نسبة النيكل في السبيكة إلى ما بين 15 ــ 25 % .

إنتاج الزنك (الخارصين)

Zinc production

يوجد في الطبيعة بشكل خامات الزنك (مركبات الزنك مع الأحماض الكبريتية والكربونية) . يتوفر في ألمانيا وفي الولايات المتحدة الأمريكية وإنجلترا والكنغو .. يرمز له بالرمز (زنكوم أو ZN).

يستخلص الزنك (الخارصين) من خامات الزنك بالتحميص أو الإختزال أو بالتقطير أو بالتحليل الكهربائي . يحتوي على ما بين 30 ــ 50 % خارصين.

إستخلاص الزنك بالتحليل الكهربائي :

تعتبر طريقة التحليل الكهربائي للزنك هي الأكثر استخداماً .. كما أنها حظيت بانتشار كبير .. ويمكن تلخيصها في الآتي :-

يحمص الخام المركز ثم يعالج بمحلول حامض الكبريتيك ، ويرسل المنتج بعد تنقيته من الشوائب إلى حوض التحليل الكهربائي ، الذي يحتوي على مصعد من ألواح الرصاص ، ومهبط من ألواح الألومنيوم .

يترسب الزنك في عملية التحليل على المهبط ، ويصهر الزنك المهبطي في أفران عاكسة ذات جو مختزل للمحافظة على المعدن من التأكسد ، حيث ينتج الزنك النقي على شكل مصبوبات أو كتل على هيئة تماسيح.

يحتوي الزنك المنتج بطريقة التحليل الكهربائي على 98.5 % من عنصر الخارصين.

خواص الزنك : ZINC PROPERTIES

1. كثافته 7.1 كجم/دسم^3 تقريباً ــ درجة إنصهاره 419 ^{0}م ــ درجة التبخر 907 ^{0}م.
2. لونه أبيض مائل للزرقة .
3. من أكثر المواد الصلبة تمدداً بالحرارة

4. مقاومته للتآكل في الهواء جيدة ، إلا أنه يتأثر سريعاً بالأحماض والأملاح.
5. مقطع الكسر بلوري خشن.
6. ينصهر عند درجة حرارة 419 °م.
7. يتداول في الأسواق على شكل ألواح أو مسحوق بالكيلوجرام .

استعمالات الزنك : USES OF ZINC

يستعمل الزنك في صناعات مختلفة أهمها الآتي :-

1. في صناعة الألواح والمواسير المجلفنة.
2. البطانات الخاصة بالمبردات.
3. طلاء للحديد والصلب.
4. الطلاء المقاوم للصدأ.

سبائك الزنك : ZINC ALLOYS

يخلط الزنك النقي بالدرجة الأولى مع إضافات من النحاس والألومنيوم ، وتصب بالقوالب الرملية أو القوالب الدائمة أو تحت ضغط بصورة خاصة.

تبلغ مقاومة الشد لسبائك الزنك المصبوبة في القوالب الرملية إلى 18 كجم/مم² ، وفي القوالب الدائمة إلى ما بين إلى 20 ــ 22 كجم/مم² وتحت ضغط 27 كجم/مم².

استعمالات سبائك الزنك : Uses Of Zinc Alloys

تستعمل سبائك الزنك النقي المصبوب في صنع المصبوبات المختلفة ، وجلب المحاور ، والتروس الدودية الغير معرضة للإجهادات العالية.

أما سبائك الزنك النقي المصبوب تحت ضغط فإنه يستعمل في صنع المشغولات ذات المقاسات الدقيقة التي يصل دقتها إلى ± 0.02 مم والأسطح الممتازة ، لذلك فإنها لا تحتاج إلى عمليات تشغيل بالقطع.

إنتاج القصدير

Tin production

يستخلص القصدير من خاماته النادرة الموجودة بالطبيعة والتي لا توجد بكميات كبيرة .. يرمز له بالرمز (قص أو Sn).

يوجد القصدير على هيئة أحجار قصديرية (أكسيد القصدير) ، نسبة القصدير في الخام عادة تكون صغيرة جداً ، حيث تبلغ ما بين 0.25 ــ 1 % ، أما الباقي فهي مواد عاطلة عبارة عن كوارتز وشوائب أخرى.

تصل نسبة القصدير في الخامات الغنـــية إلى ما بين 2 ــ 6 % . تحتاج خاماته إلى عمليات تحضيرية كبيرة قبل البدء في عمليات التعدين المناسبة.

يجرى على الخام المستخرج التركيز والتحضير ، وبعدها يصهر الخام المركز لاختزال ثاني أكسيد القصدير في أفران عاكسة باستخدام الفحم ، عند درجة حرارة 800 ^{0}م .

يحتوي القصدير المنتج على كثير من الشوائب والتي تصل نسبتها إلى 3 %، أما الأنواع القصديرية النقية فإنها تحتوي على 99.99 % من عنصر القصدير.

أماكن وجود القصدير :

أماكن وجوده الرئيسية هي الهند (جزيرة بانكا وشبه جزيرة ملقا) ــ أمريكا الجنوبية ــ أستراليا ــ إنجلترا . يتخلص القصدير من خاماته بطريقة الإختزال أو بالتحميص.

خواص القصدير : TIN PROPERTIES

أهم خواص القصدير هو الآتي :-

1. كثافته 7.3 كجم/دسم^{3}.
2. درجة إنصهاره 332 ^{0}م.
3. مقاومته للشد كثافته 4 ــ 5 كجم/مم^{2}.

4. لونه أبيض لامع مائل للزرقة.
5. معدن طرى (أطري من الزنك).
6. مقاوم جيد للتآكل الكيميائي.
7. يتأثر بالأحماض والقلويات.
8. يتحول إلى مسحوق رمادي عند إنخفاض درجة حرارته بالتبريد إلى أقل من 18 ^{0}م ، إلا أن هذه الظاهرة التي يطلق عليها (طاعون القصدير) لا تحدث غالباً إلا عند تبريده إلى درجة حرارة تحت الصفر.
9. يـصدر عـنه صرير يسمى بصرخة القصدير بسبب إحتكاك بلوراته مع بعضها البعض.
10. يتحد مع النحاس مكونا البرونز.

استعمالات القصدير : USES OF TIN

1. تكوين سبيكة مع الرصاص لإستخدامها في لحام السمكرة.
2. تكوين سبيكة مع الرصاص والأنتمون لإستخدامها في صناعة حروف الطباعة.
3. تكوين سبيكة مع النحاس والأنتمون لإستخدامها في صناعة كراسي المحاور.
4. تغطية أسطح الصلب لحمايتها من الصدأ ، وقصدرة النحاس لحمايته من الأكسده.
5. تستخدم مركباته الكيميائية في النسيج والخزف ومواد الطلاء .
6. يستخدم ثاني أكسيد القصدير في صناعة وإنتاج الزجاجاللبني والمينا.

.. يتداول في الأسواق على شكل صفائح أو كتل أو أسلاك بالكيلوجرام.

سبائك القصدير : TIN ALLOYS

أهم سبائك القصدير هي سبائك لحام القصدير (اللحام اللين) والتي تحتوي على 12 ــ 90 % قصدير مضاف إليه الرصاص أو الأنتيمون أو الكاديوم.

تستخدم سبائك القصدير التي تتوفر فيها خواص والمتطلبات العالية مثل قابلية الإنزلاق ــ تحمل الإجهادات في صنع المحامل (كراسي المحاور) .. إلا أن استعمالاتها تتراجع بالمقارنة بمعادن المحامل المصنوعة من سبائك الرصاص.

إنتاج الرصاص

Lead production

بوجد الرصاص في الطبيعة في مركبات عديدة ، كما يوجد بالأماكن التي يوجد بها الزنك . أهم خامات الرصاص هو كبريتيد الرصاص الطبيعي (الجالينا) ، تتراوح نسـبة الرصاص بالخام المتوسط ما بين6%ـ 16% .. يرمز له بالرمز (ر أو Pb).

يستخلص الرصاص من خاماته بالتحميص بطريقة الصهر الاختزالي للخام المركز بعد تحميصه مبدئياً . ويجرى التحميص المبدئي في أفران عاكسة كتحليل كبرتيد الرصاص ، وتحويل الرصاص إلى كبريتات ، ويمكن بواسطة التحميص الثانوي التخلص تماماً من الكبريت ، ويختزل الرصاص عند الصهر في أفران أسطوانية بواسطة كربون فحم الكوك .

يحتوي الرصاص المنتج عل شوائب بنسبة تصل إلى 1.5 % ، ويحتوي الرصاص بعد تنقيـته على نحو 99.99 % من عنصر الرصاص .

خواص الرصاص : LEAD PROPERTIES

أهم خواص الرصاص هو الآتي :-

1. كثافته 11.3 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره 327 ^{0}م.
3. مقاومته للشد 1.5 ـ 2 كجم/مم^2.
4. لونه رمادي مائل للزرقة ، ذو سطح غير لامع.
5. معدن طري ثقيل.
6. سهل التشكيل ، يتأكسد بسرعة في الهواء.
7. مقاوم جيدة للتآكل الكيميائي .. حتى ضد الأحماض.
8. لا يسمح لأشعة رونتجن وأشعة المواد ذات النشاط الإشعاعي والإشعاعات الذرية باختراقه.

9. مركباته سامه جداً ، لذلك فقد وضع لاستعمالاته قواعد وقوانين خاصة.
10. يتداول في الأسواق على شكل تماسيح أو بالكيلوجرام.

استعمالات الرصاص : USES OF LEAD

يستعمل الرصاص في العديد من المجالات الصناعية .. أهمها الأتي :-

1. تكسية الواح الصلب والأوعية المقاومة للأحماض والأنابيب والواح المراكم (البطاريات) والأغلف العازلة للكابلات.
2. يكون سبائك مع القصدي لإستخدامها في عمليات لحام السمكرة.
3. يكون سبائك مع الأنتيمون لإستخدامها في صناعة الرصاص الصلب.
4. تستعمل مركباته (أكسيد الرصاص الأصفر وأكسيد الرصاص الأحمر) في صناعة الزجاج وزجاج العدسات والكريستال والفخار.
5. نظراً لأن الرصاص لا يسمح بجميع الإشعاعات بإختراقه ، فإنه يستخدم للوقاية من جميع الإشعاعات.

إنتاج النيكل

Nickel production

يوجد النيكل في الطبيعة متحداً مع الكبريت والزنيخ والأنتيمون . تحتوي سيليكات منجنيز النيكل والبيريت المغناطيسي على 3 % نيكل ويعتبرا من أهم المواد الأولية التي تستخدم في إستخراج النيكل .. يرمز له بالرمز (ني أو Ni).

خامات النيكل متوفرة بكثرة في كندا واليونان والنرويج كما يوجد بنسب أقل في روسيا والولايات المتحدة الأمريكية.

يجرى استخلاص النيكل الخام بالتحميص والتلبيد المتكررين ، وتبعاً لطريقة التحضير يتداول النيكل تجارياً على عدة أنواع منها كاربونيل النيكل الذي على شكل مسحوق ، أو النيكل القمري الذي على شكل كريات ، أو النيكل اللاكتروليتي الذي على شكل صفائح ، أو النيكل المقطع الذي على شكل مكعبات.

خواص النيكل : NICKEL PROPERTIES

أهم خواص النيكل هو الآتي :-

1. كثافته 8.85 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره 1450 ^{0}م.
3. مقاومته للشد عند التلبيد اللين تصل إلى ما بين 40 ــ 50 % ــ مقاومته للشد عندما يكون مصلد بالدرفلة تصل إلى ما بين 70 ــ 80 %.
4. لامع بلون الفضة وقابل للصقل.
5. صلد جداً.
6. مقاوم ممتاز للتآكل الكيميائي.
7. قابل للمغنطة.
8. يذوب بسهولة في الأحماض ، ولكنه لا يتفاعل مع القلويات.

استعمالات النيكل : USES OF NICKEL

يستعمل النيكل في التكسيات الجلفانية ، كما تستخدم كبريتات النيكل النوشادرية في الطلاء الكهربائي ، حيث تترسب طبق من النيكل على الأسطح المعدنية المراد حمايتها . علماً بأن النيكل يلتصق جيداً بالنحاس الأصفر.

سبائك التصدير : NICKEL ALLOYS

أهم سبائك النيكل هي السبائك التالية :-

1. سبائك النيكل المطروق التي تستعمل في تصنيع النوابض والأغشية المرنة.
2. سبائك النيكل المطروقة مع النحاس التي تحتوي على ما لا يقل عن 63 % نيكل ونحو 30 % نحاس بالإضافة إلي الحديد الألومنيوم ، وهي سبيكة ذات مقاومة ممتازة للتآكل الكيميائي . لذلك فإنها تستعمل في تصنيع أجهزة الصناعات الكيميائية وتصنيع المشغولات المعرضة للتآكل الكيميائي.
3. سبائك النيكل المطروق مع الحديد تحتوي علي النيكل بالإضافة إلي الحديد وبعض

النحاس والكروم والموليبدنم . تستخدم هذه السبيكة في صناعة المضخمات المغناطيسية . أما إذا تجاوزت نسبة الحديد بالسبيكة أكثر من نسبة النيكل (64 % صلب ، 36 % نيكل) .. سميت السبيكة بالصلب النيكلي ، تتميز هذه السبيكة بتمددها الحراري الضئيل للغاية ومقاومتها الكهربائية العالية.

4. سبائك النيكل المطروق مع الكروم والموليبدنم .. تتمتع بمقاومة شد تصل إلى 90 كجم/مم^2 ، وتمددها الذي يصل إلي ما بين 20 ــ 30 % ، تتميز هذه السبيكة بمقاومتها الجيدة للتآكل الكيميائي والأكسدة . يصنع من هذه السبيكة القطع والأجزاء المقاومة للأكسدة وأسلاك التسخين والمعدات الكهربائية.

إنتاج الكروم

Chromium production

يوجد الكروم في الطبيعة على هيئة كروميت . يوجد في أمريكا الجنوبية وروديسيا وروسيا . يحصل على الفيروكروم الذي يحتوي على 60 ــ 70 % كروم عن طريق الإختزال بالأفران الكهربائية .. يرمز له بالرمز (كر أو Cr).

استعمالات الكروم : USES OF CHROMIUM

يستعمل الكروم بالصناعات التعدينية في الطلاء بالكهرباء ، وكمادة واقية من التآكل الكيميائي بسبب مقامته العالية (الطلاء الكرومي النقيل والصلد) ، ويستعمل الطلاء الكرومي الصلد كثيراً في صناعة العدة وقوالب الكبس ، كما يلعب دوراً هاماً في تحضير أنواع الصلب السبائكي.

خواص الكروم : CHROMIUM PROPERTIES

أهم خواص الكروم هو الآتي :-

1. كثافته 6.8 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره 1900 ^{0}م.
3. لونهر مادي ومقطعه لامع كالفضة.

4. صلد وهش.
5. مقاوم للتآكل الكيميائي.

إنتاج التنجستين

Tungsten production

يوجد التنجستين في الطبيعة على شكل خامات التنجستين . يوجد في كندا ــ كاليفورنيا ــ أسبانيا ــ البرتغال ــ أفريقيا الجنوبية ــ روسيا .. يرمز له بالرمز (تن أو W).

يستخلص التنجستين من خاماته بالترسيب على شكل حمض التنجستين ، ثم يمرر الحمض في تيار من الأيدروجين ، بحيث يختزل إلى مسحوق التنجستين .

ينتج التنجستين على شكل تماسيح تسمى تماسيح التنجستين.

استعمالات التنجستين : USES OF TUNGSTEN

يستعمل التنجستين في صناعة الأسـلاك التهويجية بالمصابيح الكهربائية (بسبب درجة إنصهاره العالية) ، كما يستعمل لأقطاب اللحام (الالكترودات) وكمادة سبيكة لأنواع صلب الإنشاءات وصلب العدة وللمعادن الصلدة ، حيث يكسب الصلب مقاومة جيدة للحرارة مما يزيد من تحمله للقطع.

خواص التنجستين : TUNGSTEN PROPERTIES

أهم خواص التنجستين هو الآتي :-

1. كثافته 19 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره عالية جداً تصل إلى 3370 ^{0}م.
3. مقاومته للحرارة جيدة.

إنتاج الموليبدنم

Molybdenum production

يوجد الموليبدنم في الطبيعة على شكل موليبدانيت وولفنيت . أماكن توفره في أمريكا الشمالية ــ أستراليا ــ سويسرا ــ النمسا .. يرمز له بالرمز (مو أو Mo).

استعمالات الموليبدنم : Uses Of Molybdenum

يستعمل الموليبدنم كمادة سبيكية في أنواع الصلب النقي المكرر ، كما يستعمل كأقطاب (الكترودات).

خواص الموليبدنم : Molybdenum Properties

أهم خواص الموليبدنم هو الآتي :-

1. كثافته 10.3 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره تصل إلى 2600 ^{0}م.

إنتاج الفاناديوم

Vanadium production

الفاناديوم لونه رمادي وهو صلد جداً . الفاناديوم النقي صعب التحضير ، يتداول عادة كمركب من الفناديوم والحديدي لذلك يسمى بالفاناديوم الحديدي.

استعمالات الفاناديوم : Uses Of Vanadium

يستعمل الفاناديوم كمادة سبيكية مع سبائك الصلب ، كما أن كميات قليلة منه (2% فقط تستخدم في سبائك صلب النوابض وصلب العدة)، حيث ترفع متانة الشد والصلادة للسبيكة بشكل كبير.

خواص الفاناديوم : Vanadium Properties

أهم خواص الفاناديوم هو الآتي :-

1. كثافته 5.7 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره تصل إلى 1715 ^{0}م.

إنتاج الكوبلت

Cobalt production

الكوبلت لونه أبيض مائل للون الأحمر والأزرق وهو من المعادن شديدة الصلادة ، لذلك فإنه يعتبر من أهم المكونات الهامة لسبائك للمعادن الصلدة .. يرمز له بالرمز (كو أو Co).

استعمالات الكوبلت : Uses Of Cobalt

يستعمل الكوبلت في بسبب صلادته العالية كسبيكة صلب السرعات العالية وفي صناعة المغانط الممتازة الدائمة.

خواص الكوبلت : Cobalt Tungsten

خواص الكوبلت تتشابه إلى حد كلبير مع خواص النيكل ، ومن أهم خواصه هي الآتي :-

1. كثافته 8.6 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره 1490 ^{0}م.
3. شديد الصلادة.
4. لونه أبيض مائل للون الأحمر إلى الأزرق.

إنتاج المنجنيز

Manganese production

المنجنيز هو معدن صلد وهش . يستخدم بصورة رئيسية في سبائك الصلب والنحاس ، كما يدخل كثيراً في مركبات سبائك المعادن الخفيفة .. يرمز له بالرمز (من أو Mn).

استعمالات المنجنيز : Uses Of Manganese

يستعمل المنجنيز كمادة أساسية في سبائك الصلب والنحاس ، كما يدخل كثيراً في مركبات السبائك المعدنية الخفيفة.

خواص المنجنيز: Cobalt Manganese

أهم خواص المنجنيز هو الآتي :-

1. كثافته 7.4 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره 1250 ^{0}م.
3. معدن صلد وهش.

إنتاج التنتالوم

Titatlum production

يوجد التنتالوم في الطبيعة بشكل كولومبيت مختلطاً بالتنتالوم ، وهو معدن رمادي لامع ، تزداد ليونته ومطيليته بارتفاع درجة نقاوته . ترتفع مقاومته للشد عند تشكيله على البارد من 35 ــ 110 كجم/مم^2 . أكسيد التنتالوم هش وصلد جداً لدرجة خدش الزجاج .. يرمز له بالرمز (تا أو Ta).

التنتالوم مقاوم للتآكل الكيميائي ولا يؤثر فيه سوى حمض الفلور.

استعمالات التنتالوم : Uses Of Titatlum

يستعمل التنتالوم في صناعة المعدات والأجهزة الطبية الخاصة بالأسنان ، وكأوزان معايرة (محددات الوزن) ، كما يستعمل كمادة في مركبات سبائك الصلب والنحاس ، كما يدخل كثيراً في مركبات السبائك المعدنية الخفيفة.

خواص التنتالوم : Titatlum Manganese

أهم خواص التنتالوم هو الآتي :-

1. كثافته 16.6 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره 3030 ^{0}م.
3. مقاومته للشد عند التشكيل على البارد ما بين 35 ــ 110 كجم/مم^2.
4. مقاوم للتآكل الكيميائي.
5. لونه رمادي لامع.

6. يقبل الليونة والإستطالة عند إرتفاع درجة نقاونه.
7. هش وصلد جداً .. (يمكنه خدش الزجاج).

إنتاج التيتانيوم

Titanium production

التيتانيوم معدن لونه أبيض فضي مقاوم للتآكل الكيميائي أكثر من الصلب ، وهو غير قابل للصدأ ، له نفس متانة صلب الإنشاءات الجيد، ويحافظ عليها في درجات حرارة تصـــل إلى 400 °م . يعتـــبر التيتانيوم من أهم المواد الأساسية في مركبات سبائك المعادن الصلدة وفي الصـــلب والألومنيوم .. يرمز له بالرمز (تي أو Ti).

يوجد التيتانيوم في الطبيعة برمال الأليمنيت على شواطئ الهند وشمال البلطيق ، كما يوجد في خامات الألبمنت في شمال أمريكا وأسكندنافيا . نسبة وجوده بالقشرة الأرضية بين المعادن المستخدمة في التنقية يلي نسبة وجود الألومنيوم والحديد والمغنسيوم . إستخلاصه صعب للغاية.

استعمالات التيتانيوم : Uses Of Titanium

يستعمل التيتانيوم في الصناعات البالغة الدقة وأهمها صناعة مركبات الفضاء والطائرات وما شابهها.

خواص التيتانيوم : Titanium Manganese

أهم خواص التيتانيوم هو الآتي :-

1. كثافته 4.51 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره 1700 °م.
3. غير قابل للصدأ.
4. مقاوم للتآكل الكيميائي أكثر من الصلب.
5. لونه أبيض فضي .
6. له نفس متانة صلب الإنشاءات الجيد، ويحافظ عليها في درجات حرارة تصل إلى 400 °م.

7. يعتبر من المواد الأساسية في مركبات سبائك المعادن الصلدة وفي الصلب والألومنيوم.

سبائك التيتانيوم : Titanium Alloys

تحتوي سبائك التيتانيوم على نسبة ما بين 5 ــ 7 % من الألومنيوم ، وتبعاً لاستعمالها يخلط معها 2.5 % قصدير أو 4 % فاناديوم أو 4 % موليبدنم . مقاومتها جيدة للتآكل الكيميائي . وزنها النوع صغير (كثافتها 4.45 كجم/دسم^3 . مقاومتها للشد ما بين 70 ــ 100 كجم/مم^2 .

خواص سبيكة التيتانيوم : TITANIUM MANGANESE ALLOYS

أهم خواص سبيكة التيتانيوم هو الآتي :-

1. كثافتها 4.45 كجم/دسم^3.
3. مقاومتها للشد ما بين 70 ــ 100 كجم/مم^2.
4. غير قابلة للصدأ.
5. لها مقاومة ممتازة للتآكل الكيميائي.
6. قابلة لعمليات التشغيل بالقطع بسرعات منخفضة (ما بين 10 ــ 20 م/د للخراطة ، وما بين 4 ــ 8 م/د للثقب).
7. يلزم تبريدها بصفة مستمرة أثناء عمليات التشغيل بالقطع.
8. تعتبر من المواد الهامة في مركبات سبائك المعادن الصلدة كالألومنيوم.

إنتاج الأنتيمون

Antimony production

الأنتيمون معــدن هش لونه فضي لامع . يدخل في مركبات سبائك الرصاص النتيموني والمعدن الأبيض ومعادن حروف الطباعة والحديد ، حيث يعمل على زيادة صلادتها .. يرمز له بالرمز (نت أو Sb).

استعمالات الأنتيمون : Uses Of Antimony

يستعمل الأنتيمون في مركبات السبائك فقط مثل سبائك الرصاص والمعادن البيضاء ومعادن حروف الطباعة والحديد ، حيث يعمل على زيادة صلادتها.

خواص الأنتيمون : Antimony Manganese

أهم خواص الأنتيمون هو الآتي :-

1. كثافته 6.6 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره 630 ^{0}م.
3. معـــدن هش
4. لونه فضي لامع

إنتاج الزئبق

Mercury production

الزئبق هو المعدن الوحيد السائل تحت درجات الحرارة العادية . خامات الزئبق الرئيسية هي كبريتيد الزئبق ، ونادر وجوده بشكل نقي . يستخرج الزئبق من خاماته الموجودة في أسبانيا ــ إيطاليا ــ كالبفورنيا ــ بيرو ــ البرازيل ــ الصين ــ اليابان .. يرمز له بالرمز (بز أو Bi).

استعمالات الزئبق : Uses Of Mercury

يستعمل الزئبق بفضل تمدده الحراري العالي في موازين الحرارة الزئبقية (الترمومترات الزئبقية) ، كما يستعمل في مفاتح بخار الزئبق ، وفي المفاتيح الكهربائية كسائل موصل للتيار الكهربائي.

خواص الزئبق : Mercury Properties

أهم خواص الزئبق هو الآتي :-

1. كثافته 83.5 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره 39 ^{0}م.

3. موصل للتيار الكهربائي.
4. يتصلد مع الزمن.
5. درجة تبخره 357 ^{0}م.
6. يطلق أبخرة زئبقية سامة جداً.

المعادن الثمينة
NOBLE METALS

توجد المعادن الثمينة في الطبيعة غالباً بشكل نقي ، هي التي لا تتأثر بالمواد الكيميائية ولا تتحد مع أكسوجين الهواء بالتسخين . أهم المعادن الثمينة هي الفضة ــ الذهب ــ البلاتين.

إنتاج الفضة
SILVER PRODUCTION

تعتبر الفضة من أفضل المعادن الموصلة للكهرباء ، وتوجد في حالة منفردة برواسبها وأهم خاماتها هي SILVER GLANCE التي تحتوي على 87 % فضة .. يرمز له بالرمز (ف أو Ag).

توجد خامات الفضة في المكسيك ــ كندا ــ الأمريكتين (الجنوبية والشمالية)

استعمالات الفضة : USES OF SILVER

تستعمل الفضة في صناعة البواتق للمعامل ــ الأجهزة المعملية ــ المصوغات ــ العملات ــ أدوات المائدة (التي يجري طلائها بالفضة) ــ أسلاك المصاهر والملامسات الكهربائية طلاء المعادن ــ إنتاج أفضل المرايا في المعدات البصرية (هي المطلية بالفضة) ــ الأملاح الحساسة للضوء اللازمة في التصوير.

لا تستخدم الفضة في حالتها النقية للأغراض المعملية ، بل تستخدم عادة على هيئة سبائك بكميات مختلفة من النحاس لكى تكون أكثر صلادة ومتانة ، كما تتحسن صفاتها للصب وتزداد مقاومتها للتمزق.

خواص الفضة : Silver Properties

أهم خواص الفضة هو الآتي :-

1. معدن أبيض رخو قابل للاستطالة.
2. يمكن تلميعه بسهولة.
3. موصل ممتاز للحرارة والكهرباء.
4. يتغير لونه إلى الأسود الذي يلاحظ كثيراً ، وذلك لتكوين كبريتيد الفضة السوداء على سطحه نتيجة للتأثره بالأيدروجين الموجود في الهواء.
5. كثافته 10.5 كجم/دسم^3.
6. درجة إنصهاره 960 ^{0}م.
7. لها نفس تمدد النحاس الأصفر.

إنتاج الذهب

Gold production

يوجد الذهب في الطبيعة عادة في حالة منفردة على هيئة حبيبات صغيرة مدفونة في الكوارتز (الرمل) ، أما الذهب الموجود في الصخور فهو فطري في الحالة رواسب الذهب الأولى ، كما يوجد الذهب في رمال الأنهار وهو في حالة رواسب الذهب الثانية ، وذلك نتيجة لتحليل الصخور المحتوية على الذهب .. يرمز له بالرمز (ذ أو Au).

يفصل جزيئات الذهب المستخرج من مياه الأنهار عن الرمل بالغسيل بالماء الذي يحمل جزيئات الذهب الأخف ، ويفصل الذهب عن الصخور بطرق إستخراج خاصة ، حيث تطحن الصخور المحتوية على رواسب الذهب في طواحين مع الماء لينتج عنها رمال مبللة ناعمة ، ثم ترسب الرمال كهربائياً في محاليل ، ليتحد الذهب مع الزئبق ، ويفصل الذهب بالتقطير لإزالة الزئبق.

يوجد أهم رواسب الذهب في جنوب أفريقيا وروسيا وأستراليا والأمريكتين (الجنوبية والشمالية)

استعمالات الذهب : Uses Of Gold

يضاف إلى الذهب نحاس أو فضة بنسب لتحويله إلي سبائك لإمكان إستخدامه في العملات أو المصوغات ، كما يستعمل الذهب في طلاء الخزف والزجاج وأيضاً في طلاء المعادن بالطرق الحرارية أو الكهربائية.

خواص الذهب : Gold Properties

أهم خواص الذهب هو الآتي :-

1. معدن لين قابل للإستطالة لونه أصفر لامع مائل إلى اللون الأحمر.
2. يمكن درفلته إلى رقائق رفيعة جداً.
3. تحدد نسبة نقاوة الذهب في السبائك بالألف أو بالقيراط ، علماً بأن عيار الذهب النقي 1000 = 24 قيراط ، وسبيكة منه تحتوي على مقدار 333 في الألف .. أي 8 قيراط أو سبيكة منه تحتوي على مقدار 585 في الألف .. أي 14 قيراط ، ويبين ذلك على الأصناف بأختام خاصة.
4. لا يتغير لونه في الهواء ، ولكن لونه يتغير عند التسخين.
5. كثافته 19.3 كجم/دسم^3.
6. درجة إنصهاره 1063 ^{o}م.
7. يذوب في ماء الكلور ومحلول سيانيد الصوديوم.

إنتاج البلاتين

Platimum production

البلاتين من المعادن الثمينة ، يوجد في الطبيعة على شكل رواسب منفردة من الأريديوم أو البلاتين ، أو متحداً مع عناصر أخرى . يتشابه خواص البلاتين مع خواص الذهب إلى حد كبير ما عدا ارتفاع صلادة ودرجة حرارة إنصهار الأول . يوجد في الأورال ــ كندا ــ البرازيل ــ كولومبيا ــ جنوب أفريقيا .. يرمز له بالرمز (بلا أو Pt).

استعمالات البلاتين : Uses Of Platimum

يستعمل البلاتين وسبائكه في صنع الحلي ــ أسنان أقلام الحبر الذهبية ــ الترمومترات المقاومة البلاتينية لقياس درجات الحرارة البالغة الارتفاع والانخفاض ــ قواطع التيار في المزدوجات الحرارية التي تصل إلى 1600 ^{0}م ــ الأقطاب والبواتق للمختبرات الكيميائية .. نظراً لثبات وارتفاع درجة حرارة انصهاره.

خواص البلاتين : Platimum Properties

أهم خواص البلاتين هو الآتي :-

1. كثافته 21.5 كجم/دسم^{3}.
2. درجة إنصهاره 1770 ^{0}م.
3. لا يتأكسد حتى في درجة التوهج البيضاء.
4. لا يتأثر بالأحماض والقلويات.
5. يتمتع بصفات ميكانيكية ممتازة وذلك لقابليته للدرفلة والسحب والكبس .. حيث يصل سمك صفائحه إلى 0.0025 مم وقطر أسلاكه 0.015 مم.

المعادن اللاحديدية الخفيفة

المعادن اللاحديدية الخفيفة هي التي تكون كثافتها أقل من 5 كجم /د سم^{3} وأهمها الألومنيوم وسبائكه ــ المغنسيوم وسبائكه.

إنتاج الألومنيوم

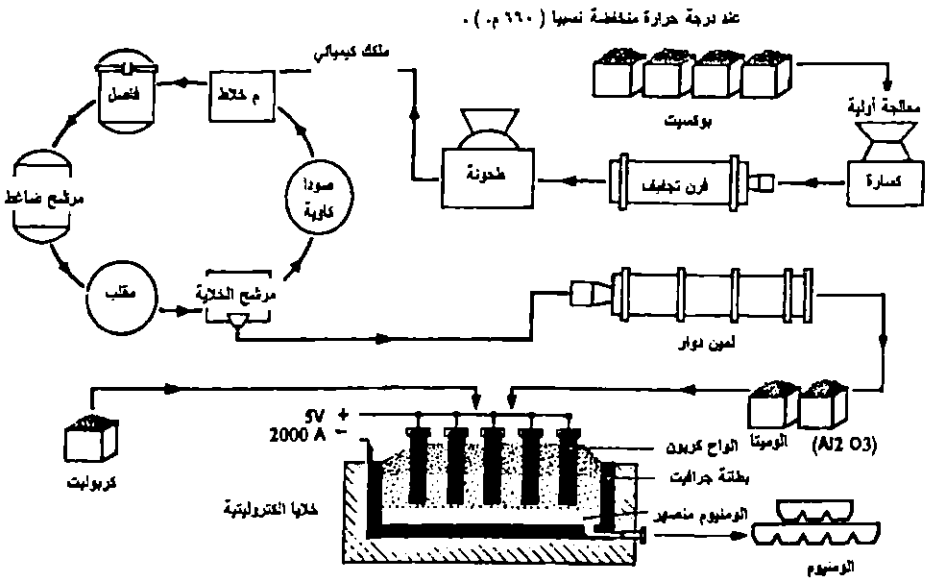
Production of aluminium

الألومنيوم معدن حديث الاكتشاف ، استخلاص لأول مرة عام 1825م ، ويعتبر الألومنيوم من أكثر المعادن انتشاراً في الطبيعة ، وأكثر المعادن غير الحديدية استخداماً .. يرمز له بالرمز (لو أو Al).

يوجد الألومنيوم على شكل أكاسيد أو سيليكات ولا يوجد الألومنيوم حراً في الطبيعة ، وذلك لشدة اتحاده مع الأكسوجين .

أهم خامات الألومنيوم التي انتشر استخدامها بانتشار كبير في الصناعة ، هي أكسيد الألومنيوم المائي الذي يعرف بالبوكسايت ، وأهم أنواع البوكسايت المعروف صناعيا هو البوكسايت الأبيض والبوكسايت الأحمر .

يتم استخلاص الألومنيوم من خام البوكسايت بطريقة التحليل الكهربائي ، وشكل 3 – 8 يوضح خريطة استخلاص الألومنيوم من البوكسايت .



شكل 3 – 8

خريطة استخلاص الألومنيوم من البوكسايت

سبائك الألومنيوم : Aluminum Alloys

يخلط الألومنيوم بالدرجة الأولى مع العديد من المعادن الأخرى مثل المنجنيز ــ النحاس ــ السيلكون ــ الزنك ــ الرصاص ــ المغنسيوم .. لذلك للحصول على الخواص التالية :-

1. سبائك الألومنيوم والنحاس ذات متانة عالية ، إلا أنها أقل صموداً للتآكل الكيميائي من سبائك الألومنيوم الخالي من النحاس.

2. قابلية جيدة للتشغيل بالقطع وأيضا التشكيل بدون قطع.
3. لكى تكون الألومنيوم وسبائكها سهلة التشغيل بالقطع وذات تكلفة منخفضة ، فإنه يجب استخدام عدة خاصة بزوايا جرف كبيرة لسهولة خروج الرايش ، بالإضافة إلى التشغيل بسرعات قطع عالية أو بسرعات القطع القصوى للحصول على أسطح ملساء ناعمة جداً.

خواص الألومنيوم : Aluminium Properties

يتميز الألومنيوم بخواصه الجيدة ، مما أدى إلى انتشاره واستخدامه في العديد من الصناعات ، وأهم خواصه هو الآتي :-

1. كثافته 2.7 كجم/ دسم^3.
2. درجة إنصهاره 685 ^{0}م.
3. مقاومته للشد مصبوباً 9 ــ 12 كجم/سم^2 ، بالتلبيد اللين 7 كجم/سم^2 ، مصلد بالجلفنة 13 ــ 20 كجم/سم^2.
4. معدن خفيف لين قابل للمط.
5. سهل التشغيل.
6. يمكن لحامه أو صهره بلستخدام مساعد صهر مناسب.
7. جيد التوصيل للحرارة والكهرباء .
8. مقاومته عالية للصدأ.

استعمالات الألومنيوم وسبائكه : USES OF ALUMINIUM AND ITS ALLOYS

يصنع الألومنيوم على شكل ألواح ورقائق عن طريق الدرفلة ، أما القضبان والأنابيب والأسلاك فإنها تصنع بالبثق.

يستعمل الألومنيوم علي نطاق واسع في مجالات عديدة بسبب وزنه وثمنه المعتدل ومقاومته العالية للتآكل الكيميائي وقابليته للتشكيل بطرق عديدة .. وفيما يلي أهم استعمالاته :-

1. يستعمل الألومنيوم مع سبائك النحاس في صناعة الأسلاك الكهربائية في التوصيلات البعيدة ، ومقومات التيار والمكثفات ..... وغيرها.
2. الأواني المنزلية ، والمعلبات ، وآلات المستخدمة في صناعة الألبان والحلويات والسكر.
3. إطارات النوافذ والأبواب ، وفي أعمال التسخين والتدفئة .
4. هياكل الطائرات ، كما يدخل في صناعة المركبات الفضائية والأقمار الصناعية ، وذلك لمتانته وخفة وزنه وقابليته العالية للتوصيل الحراري.
5. صنع أجزاء عديدة لمحركات الاحتراق مثل الهياكل والأسطوانات والمكابس وغيرها ، وفي بناء السفن النهرية ، وقوارب النجاة.
6. يستخدم الألومنيوم النقي جداً بالدرجة الأولى في صنع عاكسات الضوء والأجسام المضيئة والعديد من الصناعات الأخرى مثل الحليات ــ قطع غيار السيارات ــ الصناعات الكيميائية ــ أجهزة وتركيبات الصناعات الغذائية ــ أوعية وصهاريج النقل ــ الأواني المنزلية ــ الرقائق والعلب ــ صناعة التغليف ، كما يستعمل في مجال البناء كطلاء للأسطح وللديكور.

إنتاج المغنسيوم

Production of magnesium

الخامات التي يستخلص منها المغنسيوم هي الكارناليت ــ الدولوميت . أماكن وجودها في ألمانيا وسويسرا .

يستخلص المغنسيوم مثل الألومنيوم بالطريقة الجافة ، إلا أن كثافته المنخفضة تجعله يطفو فوق سطح الألكتروليت الذي يكون مغطى بطبقة ملحية لا تذوب إلا في درجة حرارة مرتفعة ، لذا يتم تجميعه من سطح الألكتروليت.

يحتوي المغنسيوم الخام على شوائب كثيرة .. قد تكون هذه الشوائب على شكل قشور على سطحه أو مواد غريبة بداخله.

يجري تنقية المغنسيوم بالصهر في مزيج ملحي يتحد مع المعادن الأخرى والشوائب ، تصل نقاوته إلى 99.8 % ويمكن زيادتها إذا لزم الأمر.

استعمالات المغنسيوم : Uses Of Magnesium

لا يستعمل المغنسيوم كمعدن بمفرده وذلك لضعف مقاومته للشد ، ولا يستعمل أيضاً في تجهيز المنتجات نصف المصنعة مثل الألواح والقضبان وغيرها ، ولكنه يستعمل كمادة اختزال في مصانع صب الصلب وفي تصنيع الألعاب النارية ، ويستعمل بالدرجة الأولى كمادة أساسية في سبائك المغنسيوم ، وكإضافات لسبائك الألومنيوم المتنوعة ، كما أنه يستعمل مع النحاس لتصنيع البرونز ، وفي صهر المصبوبات التي تحتوي على كريات جرافيتية.

ينتج المغنسيوم ويتداول في الأسواق التجارية على شكل تماسيح أو مكعبات أو مساحيق.

خواص المغنسيوم : Magnesium Properties

يتميز المغنسيوم بالخواص التالية :-

1. كثافته 1.74 كجم/دسم^3.
2. درجة إنصهاره 650 ^{0}م.
3. مقاومته للتآكل الكيميائي ضعيفة.
4. قابليته سريعة للاشتعال لذا يجب الحيلولة دون ملامسة المغنسيوم أو سبائكه لأكسوجين الهواء عند صبه أو صهره وذلك بإحاطته بالكبريت.

سباك المغنسيوم : Magnesium Alloys

تعتبر سبائك المغنسيوم من أخف مواد التصنيع المعدنية . يلزم لتشغيل سبائك المغنسيوم نفس المعايير المتبعة لتشغيل سبائك الألومنيوم .

تقبل سبائك المغنسيوم عمليات التشغيل بالقطع أكثر من جميع المعادن الأخرى ، أما التبريد أثناء القطع فينبغي استعمال الزيوت ذات اللزوجة المنخفضة (الزيوت الخفيفة) وعدم استعمال سوائل التبريد المحتوية على ماء.

الرايش الدقيق الناتج من عمليات قطع المغنسيوم (قطع الجذاذة أو النحاتة الصغيرة) سريعة الاشتعال .. مما يستدعي وجود مواد إطفاء في متناول اليد مثل الرمل أو رايش حديد الزهر .. كما يجب وضعها بمكان ظاهر أثناء عمليات التشغيل بالقطع . تصدأ سبائك المغنسيوم بسرعة ، لذلك فإنه يجب طلاؤها بمادة عازلة واقية.

توجد سبائك مغنسيوم كثيرة أهمها السبائك التالية :-

1. سبائك المغنسيوم المطروقة :

كثافتها 1.8 كجم/ دسم^3 . مقومتها للشد 20 ــ 23 كجم/سم^2 . تتركب من 1.2 ــ 2 منجنيز والباقي مغنسيوم.

هي سبيكة قابلة للحام بشــكل جيد . يصنع منها الألواح ــ الأنابيب ــ القضبان ــ الأسلاك ــ المشغولات التي تتم بالطرق أو الكبس ــ

2. سبائك المغنسيوم المقاومة للشد :

كثافتها 1.8 كجم/ دسم^3 . مقومتها للشد 28 ــ 32 كجم/سم^2 . تتركب من 7.8 ــ 1.2 الومنيوم ، 0.2 ــ 0.8 زنك ، 0.121 ــ 0.3 منجنيز والباقي مغنسيوم.

تتميز هذه سبيكة لمقومتها العالية للشد . تستعمل في المطروقات ومشغولات الكبس ــ القضبان ــ القطاعات ، وكذلك الأجزاء المعرضة للإجهادات العالية بالآلات.

3. سبائك المغنسيوم المصبوبة :

كثافتها 1.8 كجم/ دسم^3 . مقومتها للشد 24 ــ 28 كجم/سم^2 ــ الانفعال 6 ــ 10 % . تتركب من 8.3 ــ 10 الومنيوم ، 0.3 ــ 1.0 زنك ، 0.15 ــ 0.3 منجنيز والباقي مغنسيوم.

هذه سبيكة مناسبة لعمليات السباكة في قوالب رملية ، تتميز مسبوكاتها بمطيلية جيدة ومتانة عالية وتحملها للصدمات.

تستعمل هذه السبيكة في صناعة السيارات ــ أغلفة المحركات ــ صناديق التروس.

4. سبائك المغنسيوم المقاومة للصدمات والحرارة العالية :

كثافتها 1.8 كجم/ دسم^3 . مقومتها للشد 24 ــ 28 كجم/سم^2 ــ الانفعال 8 ــ 12 %. تتركب من 9 ــ 11 الومنيوم ، 7.5 ــ 9.0 زنك ، 0.3 ــ 1.0 منجنيز والباقي مغنسيوم.

تتميز هذه سبيكة في حمل الانحناء الكلالي . وتستعمل في المصبوبات المعرضة للصدمات وارتفاع درجات الحرارة العالية . يمكن صب هذه السبيكة في قوالب رملية أو في قوالب دائمة.

الفصل الثاني

مواد التصنيع الملبدة

SINTERED MANUFCTURING MATERIALS

تمهيد

تصنع اليوم أدوات كثيرة بأسلوب حديث يعتمد على كبس مساحيق المعادن في قوالب متينة معدة بشكل المنتج المطلوب تصنيعه ، تحت ضغوط عالية تصل إلى 5000 كجم / سم^2 ، حـيث تتقارب الحبيبات مع بعضها البعض ، وتتلاصق وتتماسك في الشكل المطلوب ، إلا أنه يلزم لتماسكها التام تعرضها للحرارة ، أما أثناء ضغطها في القالب أو بعد إخراجها من القالب متماسكة ، وذلك باستعمال أفران خاصة

يتناول هذا الفصل الطرق المختلفة لتجهيز المساحيق وتشكيلها بالكبس أو التلبيد ، والمعالجات اللاحقة على المشغولات المصنعة.

ويتعرض للمنتجات المصنعة بالمساحيق الملبدة ومميزات وعيوب كل منها.

ميتالورجيا المساحيق
Metallurgy of powders

يطلق على فن تشكيل مساحيق المعادن إسم ميتالورجيا المساحيق لإنتاج سلع تجارية تحتوي على خليط من مساحيق المعادن بواسطة الضغط مع التسخين.

التلبيد هو معالجة حرارية من خلال كبس مساحيق المعادن ، أو مساحيق أكاسيدها أو كربيداتها ، حيث تتشابك حبيبات المسحوق بشكل كثيف عند الكبس بسبب عدم إنتظام أسطحها الخارجية لتلتصق في مواضع تلامسها بتأثير قوة الترابط . إلا أنها لا تتحول إلى كتلة واحدة لأن الحبيبات تكون صلدة وتحافظ على شكلها في الحالة الباردة . أما عند وجود الحبيبات في حالة لدنة .. أى إذا إرتفعت درجة حرارتها إلى أقل من درجة حرارة الإنصهار بقليل ، يؤدي ذلك إلى ظهور أثر قوة الترابط من خلال تماسك الحبيبات مع بعضها البعض.

ينتج عن صغر مسام الجسم المضغوط إنكماشه مع إرتفاع كثافته وزيادة متانته . تسمى عملية تكثيف المادة المصنعة تحت تأثير قوة الترابط للحبيبات في الحالة العجينية بالتلبيد.

يتوقف شكل الحبيبات أو جسيمات المسحوق على طريقة صنعها .. فقد تكون على شكل كريات أو مسطحة أو مدببة أو قشرية ..... أو غير ذلك.

القطع المصنعة من مواد ملبدة SINTERED MATERIALS ليست بحاجة لعمليات تشغيل بالقطع ، إذ يمكن إكتسابها الشكل المطلوب عند التلبيد مما يوفر كثيراً في إستهلاك المواد.

تعتبر مساحيق المعادن الملبدة أعلى تكلفة من المواد الأخرى بحالتها الصلبة ، وتعلل الزيادة في التكلفة لخواصها الممتازة ، علماً بأن بعض المنتجات لا يمكن صنعها بأى أسلوب آخر سوى هذا الأسلوب.

طريقة التجهيز :

يتم تحضر القطع المصنعة بالتلبيد وفقا للخواص المطلوبة على المراحل التالية :-

- إنتاج المسحوق
- صب المسحوق في قوالب
- كبس
- معايرة المشغولات الملبدة
- التصليد الكلي أو التصليد الغلافي أو التشريب بالزيت.

طرق تحضير مساحيق المعادن :

لا يمكن تحضير جميع مساحيق المعادن بطريقة واحدة ، بل تتفاوت طرق صنع تحضيرها ، وذلك لاختلاف خصائص المعادن الفيزيائية والكيميائية . فيما يلي عرض أكثر طرق تحضير مساحيق المعادن إنتشاراً.

1. **استخدام ماكينات التشغيل :**

تستخدم ماكينات التشغيل أحياناً للحصول على رايش (جذاذة أو نحاته) يصلح لأغراض التشكيل ، علماً بأن جزيئات الرايش تكون خشنة إلى حد ما . تستخدم هذه الطريقة لإنتاج مساحيق المغنسيوم.

2. **الطحن :**

تستخدم أنواع مختلفة من الكسارات والطواحين الدوارة لتفتيت المعادن للحصول على جزيئات دقيقة على مسحوق على هيئة قشور ، يمكن إضافة الزيت للمعدن أثناء سحقه لعدم التصاق الجزيئات ببعضها البعض.

3. **القذف :**

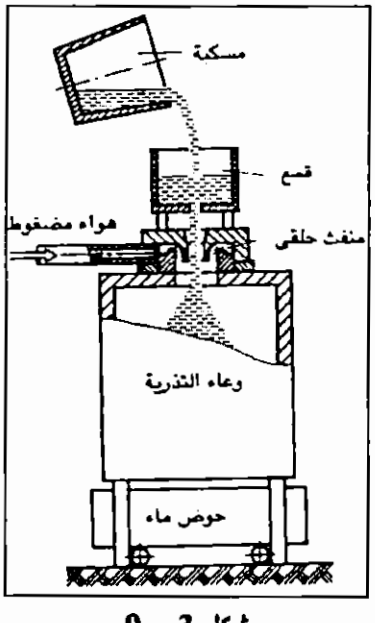
يبرد المعدن المنصهر بالماء من خلال تساقطه من فوهة صغيرة جداً ، للحصول على جزيئات صغيرة كروية الشكل.

4. التذرية :

تسمى هذه الطريقة بالتذرية أو الرش ، حيث تنفصل جزيئات المعدن المنصهر بالدفع أو بالرش ، وهي وسيلة ممتازة لإنتاج مساحيق من المعادن التي تنصهر في درجات حرارة منخفضة نسبياً مثل الألومنيوم والرصاص والزنك والقصدير .

تتلخص هذه الطريقة من خلال اندفاع الهواء المضغوط أو بتوجيه تيار من بخار الماء إلى المعادن السائلة المنصهرة كما هو موضح بشكل 3 – 9 ثم تجميع المسحوق في حوض مائي ، حيث تتكون أجزاء مساحيق هذه المعادن بأشكال غير منتظمة وتنتج بمقاسات مختلفة.

يتم إختيار نسب تركيب المسحوق الذي سيجرى كبسه تبعاً للهدف المطلوب من المشغولات المراد تصنيعها ، أما أنواع المساحيق المستخدمة في الخلط فإنها توزن بدقة ثم تخلط جيداً في برميل أسطواني دوار قبل كبسها.



شكل 3 – 9

إنتاج مساحيق معدنية بالتذرية

5. الأقراص الدوارة :

يصب المعدن المنصهر على قرص يدور بسرعة كبيرة ، ليتساقط إلى أسفل على وعاء به ماء ، حيث يتناثر المعدن المنصهر بفعل القوة طاردة المركزية للقرص الدوار ويتجزأ المعدن المنصهر ، وعند ملامسته لسطح الماء يتحول إلى شرائح رقيقة . تنقل الشرائح المعدنية الصغيرة إلى مطارق لتحويلها إلى مسحوق .

تستخدم هذه الطريقة عند إنتاج مسحوق الألومنيوم.

6. التحبيب :

يمكن تحويل قليل من المعادن إلى أجزاء صغيرة من خلال تقليب المعدن المنصهر بسرعة أثناء تبريده . تتوقف هذه الطريقة على تكوين الأكاسيد على أسطح المجسمات أثناء عملية التقليب.

7. الترسيب بالتحليل الكهربائي :

تستخدم هذه الطريقة عند إنتاج مساحيق النحاس والحديد والفضة ، وبعض المعادن الأخرى.

8. الاختزال :

تختزل الأكاسيد المعدنية وتتحول إلى مساحيق عند تلامسها لغاز مختزل في درجة حرارة أقل من درجة إنصهاره .

تستخدم هذه الطريقة عند إنتاج مساحيق التنجستين والحديد والنيكل

تشكيل المساحيق بالكبس :

يتم كبس المسحوق في مكابس خاصة مجهزة لهذا الغرض ، علماً بأن المسحوق لا يتكثف في كل أنحاء القالب بنفس الدرجة كما هو الحال بالكتلة السائلة أو العجينية ، لذلك فإنه يجب إضافة مادة مزلقة على المسحوق المراد كبسه لتحسين التكثيف ، كما يجب أن تكون فراغات المكبس متوائمة تماماً مع القالب ومناسبة لنوع المسحوق المراد كبسه.

التلبيد :

هي عملية تسخين للقطعة المكبوسة إلى درجة حرارة عالية لكي يزداد تماسك وترابط الجزيئات مع بعضها البعض . يضاف إلى مساحيق المعادن غالباً بعض عناصر سبيكية أخرى لتحسين المنتج وارتفاع جودته.

درجة الحرارة التي تستخدم في عملية التلبيد تساوي ما بين 60 ــ 80 % من درجة إنصهار تلك المادة ، أما إذا كان المسحوق المراد تلبيده من خليط مكون من مادتين أو أكثر .. فإن درجة حرارة التلبيد تكون أعلى قليلا من أدنى درجة إنصهار إحدى المواد المركبة.

يجرى التلبيد في أفران خاصة لتجنب حدوث أكسدة . يتراوح زمن التلبيد ما بين 30 ــ 150 دقيقة ، أما المواد التي تتطلب كثافة وخواص متانة عالية فإنها تكبس كبس مضاعف .. أى على مرحلتين.

أهم مميزات التلبيد هو إمكانية خلط وتركيب مواد تصنيع مختلفة الكثافة ومتباينة في درجات إنصهارها بشكل أسهل من مزجها بالصهر . بهذه الطريقة يمكن تحضير مواد ذات الجودة عالية وبخواص ممتازة.

التشطيب وضبط المقاسات :

بعد عملية التلبيد تجرى عملية أخرى تسمى بعملة إعادة تشكيل المشغولات (بدون قطع) في عدة ضبط الأبعاد من خلال الكبس على الساخن ، حيث تزيد من كثافة ومتانة المنتج بالإضافة إلى تحسين جودة أسطح المشغولات واستقرار مقاساتها ، ومن ثم إنتاج مشغولات ذات جودة عالية بأبعاد ومقاسات دقيقة بتجاوزات تتراوح ما بين 0.01 ــ 0.03 ملليمتر.

ملاحظة :

تجرى عمليات تشطيب وضبط المقاسات على المشغولات الملبدة من المعادن الحديدية واللاحديدية لتحسين خواصها الفيزيائية ، ولا يمكن إجراؤها على المواد الصلدة أو الخزفية (مواد السيراميك).

المعالجات اللاحقة :

يمكن إجراء عملية المعالجة اللاحقة على المشغولات الملبدة لغرض تحسين بعض خواصها وذلك حسب تركيب المشغولة كالآتي :-

1. زيادة مقاومة الشد في الصلب الملبد بالتصليد ثم التسقية بسرعة.
2. زيادة صمود التآكل الاحتكاكي والكيميائي بالحديد الملبد بوضعه في حمام من البخار درجة حرارته 200 ^{0}م.
3. قابلية التصليد الغلافي والتصليد السطحي لمعادن الحديد والصلب الملبدة.
4. يصلح النحاس الأصفر الملبد للمعالجات السطحية بالجلفنة.

مميزات مواد التصنيع الملبدة :

تتميز مواد التصنيع الملبدة المشكلة بالمساحيق المعدنية بالآتي :-

1. التحكم في أبعاد ومقاسات المنتج.
2. إمكان إنتاج عدد كبير من الأجزاء الصغيرة (إنتاج بالجملة) بنفس دقة الأجزاء المنتجة على ماكينات التشغيل.
3. إنتاج أجزاء ذات صلادة وخواص ممتازة وجودة عالية.
4. الاقتصاد في المواد المستعملة من خلال التوفير في استهلاك المواد ، وذلك لانعدام الفاقد أثناء عمليات التصنيع.
5. انخفاض تكلفة الأيدي العاملة ، لأنه لا يلزم عمال وفنيين مهرة لتشغيل المكابس والمعدات الأخرى ، وبالتالي انخفاض التكلفة الكلية للمنتج.
6. بعض المنتجات لا يمكن تصنيعها إلا بهذا الأسلوب.

عيوب مواد التصنيع الملبدة :

أهم عيوب مواد التصنيع الملبدة المشكلة بالمساحيق المعدنية هي الآتي :-

1. ارتفاع التكلفة علاوة على صعوبة تخزينها ، بسبب تلف أو تدهور خواصها.
2. ارتفاع تكاليف معدات التشغيل وخاصة قوالب التشكيل وأفران التلبيد.

3. عدم توزيع ضغط المكبس على الأجزاء الكبيرة توزيعاً منتظماً.
4. وجود بعض الصعوبات الفنية في عمليات التلبيد.
5. تعرض بعض المساحيق ذات الحبيبات الدقيقة للإنفجار مثل مساحيق الألومنيوم والمغنسيوم والتيتانيوم.

منتجات المساحيق الملبدة :

أهم المنتجات المشكلة بالمساحيق المعدنية كالموضحة بشكل 3 – 10 وهي الآتي :-

1. التروس والأعضاء الدوارة بالمضخات :

تصنع التروس والأعضاء الدوارة بالمضخات من الحديد المسحوق الذي يخلط مع كمية من الجرافيت ، وذلك لضبط نسبة الكربون المطلوبة في المنتج.

2. المرشحات المعدنية المسامية :

تستخدم المرشحات المعدنية لتنقية البنزين والزيت وبعض المواد الكيميائية.

3. المحامل الإنزلاقية :

المحامل الإنزلاقية (كراسي المحاور) التي لا تحتاج إلى أعمال الخدمة والصيانة بصفة دورية منتظمة مثل المحامل الإنزلاقية لأعمدة الدوران ذاتية التزليق .

تصنع هذه المحامل بكبس وتلبيد خليط من مساحيق النحاس الأحمر والقصدير مع نسب مختلفة من الجرافيت . وبعد إجراء عملية التلبيد تضغط مقاساتها وتغطس في الزيت لتشرب منه كمية كبيرة تدخل في مسامها الإسفنجية.

تستخدم هذه المحامل في صناعة السيارات والأجهزة المنزلية مثل الغسالات والثلاجات.

4. فراجين المحركات :

تصنع فراجين المحركات (الفرش) من خلال خلط مسحوق النحاس مع الجرافيت بمقادير محددة للحصول على المتانة الميكانيكية اللازمة ، كما يضاف مقادير من القصدير والرصاص لتحسين مقاومة التآكل الميكانيكي.

5. أجزاء حديد الزهر :

تصنع بعض الأجزاء الدقيقة ذات الأشكال المعقدة من حديد الزهر كالتروس وغيرها من المنتجات التي تتطلب دقة عالية وتفاوتات صغيرة والتي يصعب الحصول عليها بطرق التشغيل.

6. المغناطيسيات :

يمكن إنتاج مغناطيسيات صغيرة ممتازة من خليط من الحديد والألومنيوم والنيكل والكوبالت.

7. الكربيدات :

تصنع العدد وقوالب التشكيل وكثير من السلع الكربيدية المقاومة للتآكل الميكانيكي.

8. أجزاء التلامس الكهربائية :

تستخدم ميتالورجيا المساحيق على نطاق واسع في تصنيع أجزاء التلامس الكهربائية ، وذلك من خليط مكون من مساحيق التنجستين والنحاس ــ التنجستين والكوبالت ــ التنجستين والفضة.

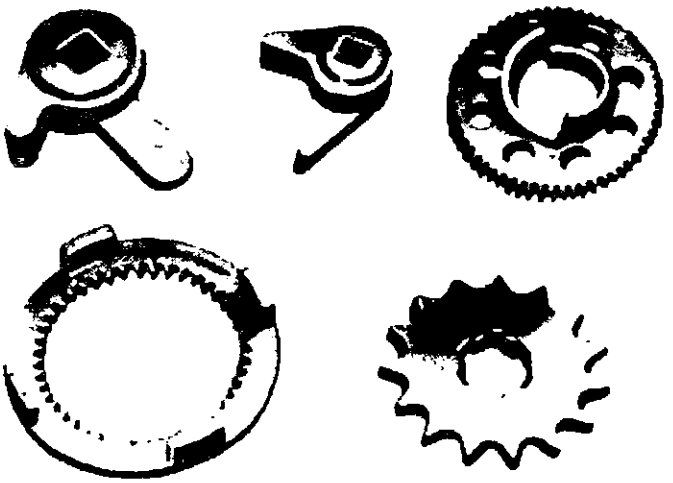
9. أقراص القوابض (الدبرياج) :

تصنع أقراص القوابض (الدبرياج) للسيارات والمحركات ذات السرعات العالية.

10. الدهانات :

تصنع الدهانات ذات اللون الفضي من مسحوق الألومنيوم ، حيث يمزج مسحوق الألومنيوم مع عناصر أخرى.

يستعمل هذه الدهانات في طلاء المنشآت الهامة لوقايتها من العوامل الجوية مثل مستودعات البترول وعربات السكك الحديدية والإنارة.



شكل 3 – 10

بعض المشغولات المصنعة من المواد الملبدة

المعادن الصلدة

Hardness metals

يجب أن تكون مواد التصنيع المستخدمة كمواد قاطعة أو للأجزاء المعرضة للتآكل الاحتكاكي ذات صلادة عالية ومقاومة كبيرة للتآكل الاحتكاكي ــ لذلك تستخدم كربيدات المعادن لهذا الغرض مثل كربيد التنجستين ــ كربيد التيتانيوم ــ كربيد التانتالوم .. التي يمكن صهرها أو صبها أو لحامها ، ومن ثم فإنها تكبس وتلبد مساحيقها بالإضافة إلى مواد رابطة أخرى.

خامات المعادن الصلدة : Hardness Metals Ores

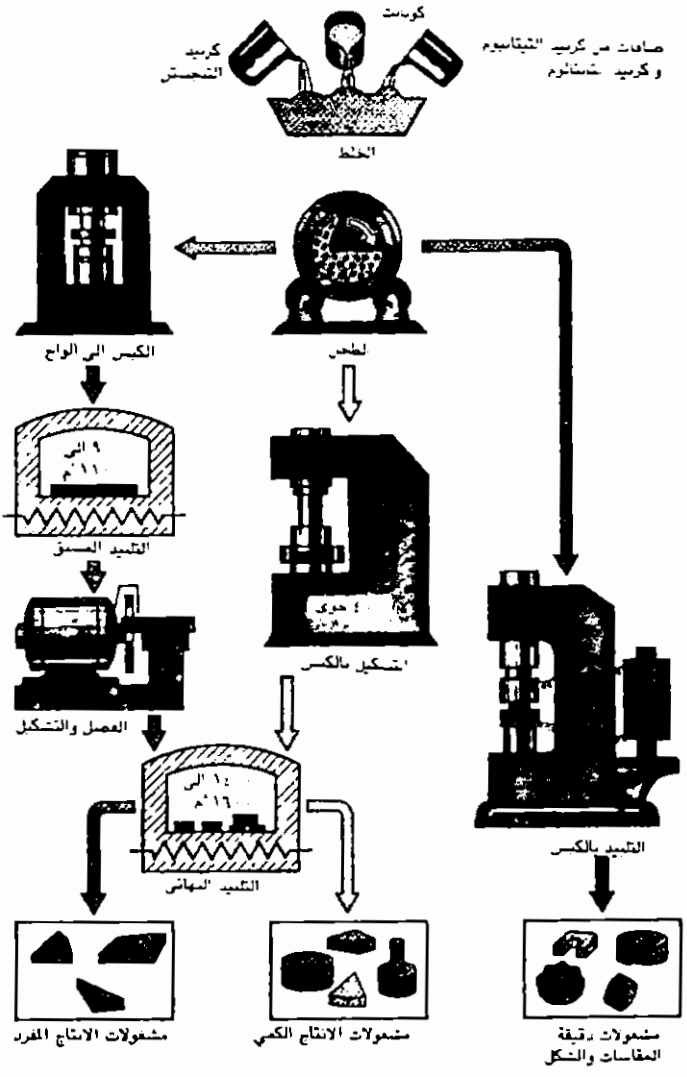
تتكون خامات المعادن الصلدة من كربيد التنجستين وكربيد التيتانيوم وكربيد التنتالوم ويستعمل الكوبالت كمادة رابطة ، وتتباين نسب خلط المساحيق المستعملة كثيرا وتحددها الخواص المطلوبة من المعدن الصلد مثل الصلادة.

يتراوح نسبة كربيد التيتانيوم وكربيد التنتالوم ما بين 8 ــ 65 % ، ونسبة الكوبالت في جميع أنواع الخلائط ما بين 4 ــ 18 % ، أما نسبة كربيد التنجستين فإنه يوجد بنسب مختلفة في جميع أنواع المعادن الصلدة.

تحضير وإنتاج مشغولات المعادن الصلدة :

يتم تحضير المعادن الصلدة كما هو موضح بشكل 3 – 11 من خلال طحن كربيدات التنجستين التيتانيوم التنتالوم في المادة الرابطة وهي الكوبالت ليصل شكل المعادن المطحونة إلى مسحوق ناعم ، ثم يخلط المسحوق جيدا ويكبس على شكل ألواح وقضبان أو على شكل مشغولات جاهزة ، بينما تلبد (تعالج حراريا) المشغولات الجاهزة في درجات حرارة تصل إلى ما بين 1400 ــ 1600 ^{0}م ، بينما تلبيد القضبان والألواح تلبيدا أوليا في درجة حرارة ما بين 900 ــ 1100 ^{0}م ، بحيث تكتسب هذه المواد المتانة والصلادة ، ثم يجرى التلبيد النهائي للمشغولات.

تلبد القطع ذات الأشكال والمقاسات الدقيقة تحت ضغط ، بحيث يتم الكبس والتلبيد في مرحلة واحدة.



شكل 3 – 11

تحضير وإنتاج مشغولات المعادن الصلدة

خواص المعادن الصلدة : Hardness Metals Properties

تتميز المشغولات المصنوعة من المعادن الصلدة بالخواص التالية :-

1. تقترب صلادة المعادن الصلدة من صلادة الماس.
2. تتميز بمقاومتها للتآكل الاحتكاكي وتأثرها الضئيل بالحرارة والسرعات العالية أثناء

عمليات الخراطة ــ التفريز ــ الثقب.

3. قدرات جرف كبيرة تتراوح ما بين 5 ــ 8 أضعاف صلب السرعات العالية.
4. الكثافة : 7.2 ــ 15 كجم/دسم^3.
5. مقاومة الضغط : 460 ــ 750 كجم/مم^2.
6. درجة حرارة التلبيد : 1100 ^{0}م.
7. التركيب : كربيد التيتانيــوم وكربيد التنتالوم 65 % ، كوبالت ما بين 4 –18% ، والبقية كربيد التنجستين.

استعمالات المعادن الصلدة :USES OF HARDNESS METALS

تسمح المعادن الصلدة بتشكيل كثيرا من المواد الصلدة مثل الحديد الصلد والصلب الكرومي النيكلي المطبع ، والمشغولات مصلدة السطح والزجاج والخزف والمواد صعبة القطع مثل اللدائن والمطاط الصلد المعالج بالكبريت.

تتميز المشغولات لمصنوعة والمشكلة بدون قطع من المعادن الصلدة مثل اللقم القاطعة بتضاعف عمرها التشغيلي بمقدار يتراوح ما بين 50 ــ 100 مرة بالنسبة للعدد المصنوعة من صلب العدة ، مما يعني زيادة العمر التشغيلي الكلي للعدد بدرجة كبيرة.

مواد القطع الخزفة

Ceramic cutting materials

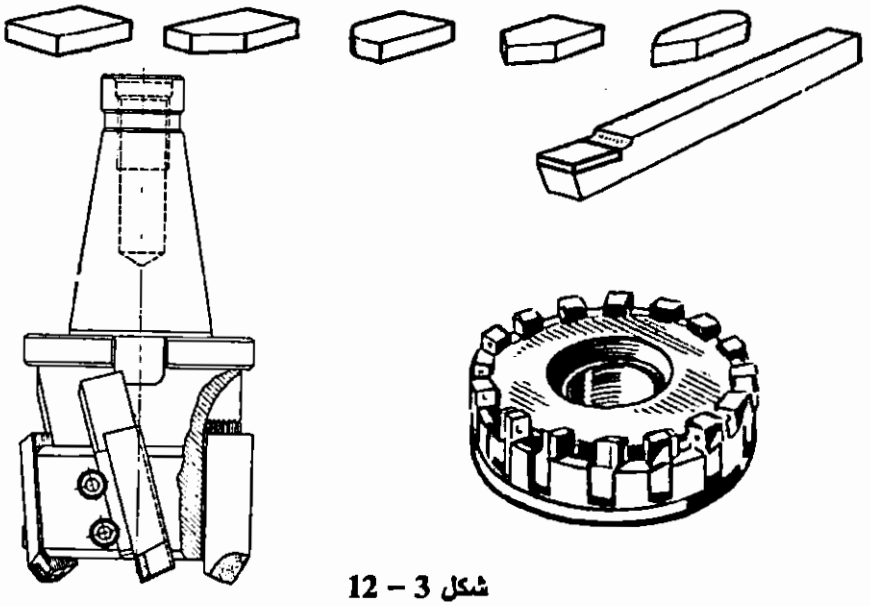
تتكون مواد القطع الخزفية بشكل رئيسي من أكسيد الألومنيوم الذي يضاف إليه أكاسيد مواد أخرى ومواد رابطة عضوية . تتمتع هذه المواد بصلادة عالية ، ومقاومة عالية للتآكل الاحتكاكي ، كما تصمد للتآكل الكيميائي في درجات الحرارة العالية.

تحضر لقم القطع الخزفية الموضحة بشكل 3 – 12 من الخزف الأكسيدي من خلال كبس مسحوق أكيد الألومنيوم بدرجة نقاوة 99.7 % في قوالب ثم تلبد (تعالج حراريا) عند درجة حرارة قريبة جدا من درجة إنصهاره.

تحفظ المواد القاطعة المصنوعة من الخزف الأكسيدي بصلادتها العالية ، ومقاومتها العالية للتآكل الاحتكاكي ، وصمودها للمواد الكيميائية في درجات الحرارة العالية ، ومن ثم فإنها تستعمل في قطع المعادن بسرعات قطع عالية.

تعمل لقم القطع الخزفية متعددة الرؤوس المصنوعة من الخزف الأكسيدي على توفير الكثير في استهلاك عدد القطع والأجور.

من أهم عيوب لقم القطع الخزفية المصنوعة من الخزف الأكسيدي هي حساسيتها الشديدة للاجهادات الميكانيكية مثل الطرق والحنى وكذلك ضغط القطع المتغير .. كما هو الحال عند التشغيل المتقطع.



شكل 3 – 12

نماذج للقم القطـع الخزفية

خواص مواد القطع الخزفية: Ceramic Cutting Materials Properties

أهم خواص القطع الخزفية هي الآتي :-

1. الكثافة 3.9 كجم/دسم^3.
2. الصلادة 2100 ــ 2300 كجم/مم.
3. متانة الضغط 300 كجم/مم.

استعمالات مواد القطع الخزفية: Uses Of Ceramic Cutting Materials

تستعمل مواد القطع الخزفية في صناعات مختلفة أهمها الآتي :-

1. في صناعة النسيج كدلائل للخيوط.
2. كأغطية للصمامات الالكترونية.
3. منافث رش وتذرية السوائل.
4. كأقراص دورانية لتشكيل قطاعات في أقراص التجليخ.
5. بواتق الصهر.
6. الأنابيب الواقية للمزدوجات الحرارية.