خامات الحديد الطبيعية

❑ يوجد خام الحديد في الطبيعة على عدة صور كما هو موضح في الجدول التالي :

اسم الخامة	نوع الخام	الرمز الكيميائي	نسبة الحديد فيها	خواصها
Magnetite الماجنتيت	اكسيد الحديد الاسود المغناطيسي	Fe_3O_4	%70	شديد المغناطيسية اسود لامع
Hematite الهيماتيت	أكسيد الحديد	Fe_2O_3	%55	اهم الخامات ، سهل الاختزال لونه بين الرمادي والاحمر .
Limonite الليمونيت	هيدروكسيد الحديد + اكسيد الحديد	$Fe_2O_3 + Fe(OH)_2$	%60	سهل الاختزال ، ثقيل ، لونه يميل الي البني المصفر ، اكثرها شيوعاً
Taconite التاكونيت	اكسيد الحديد + السيليكا التي يجب انت تزال	Fe_2O_3	%30-25	شديد المغناطيسية يسمى بخام الحديد الفقير
Siderite السيدريت	كربونات الحديد , لا يحتوي على الكبريت او الفوسفور	$FeCO_3$	%50	صلد له بريق زجاجي لونه بين الاصفر والبني

خام الماجنتيت

خام الهيماتيت

خام الليمونيت

خام التاكونيت

خام السيدريت

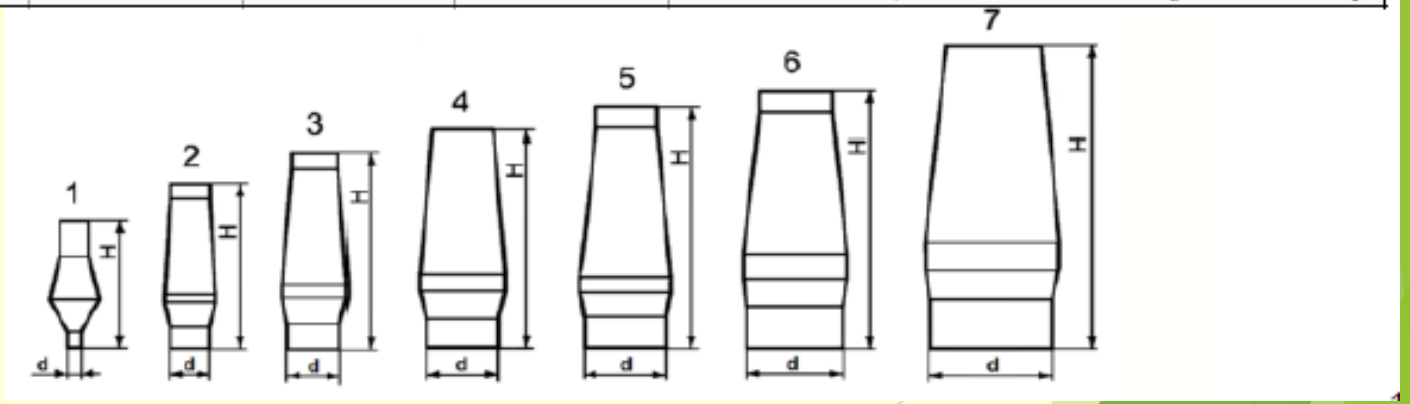
مراحل تجهيز خام الحديد للصهر

1. **عملية التكسير :** والهدف منها تقليل الحجم لسهولة النقل والمناولة وكذلك للوصول إلى حجم يتناسب مع طبيعة عملية الصهر .
2. **عملية الطحن :** بعد إتمام عملية الكسر تطحن المواد إلى أحجام صغيرة لجعلها متجانسة من حيث الحجم ولتسهيل عملية فصل الشوائب .
3. **عملية الغربلة :** الهدف منها فصل الأحجام الكبيرة وإرجاعها لعملية التكسير لجعل الخام متساوي الأحجام .
4. **عملية الفصل :** لغرض التخلص من الشوائب بطرق ميكانيكية وفيزيائية .
5. **عملية الغسل :** الهدف منها إزالة الأتربة والطين والأوساخ .
6. **عملية التحميص :** تتم عن طريق نفخ هواء ساخن لغرض إزالة الرطوبة وأكسدة الشوائب وجعل الخام مسامي ليسهل اختزاله .

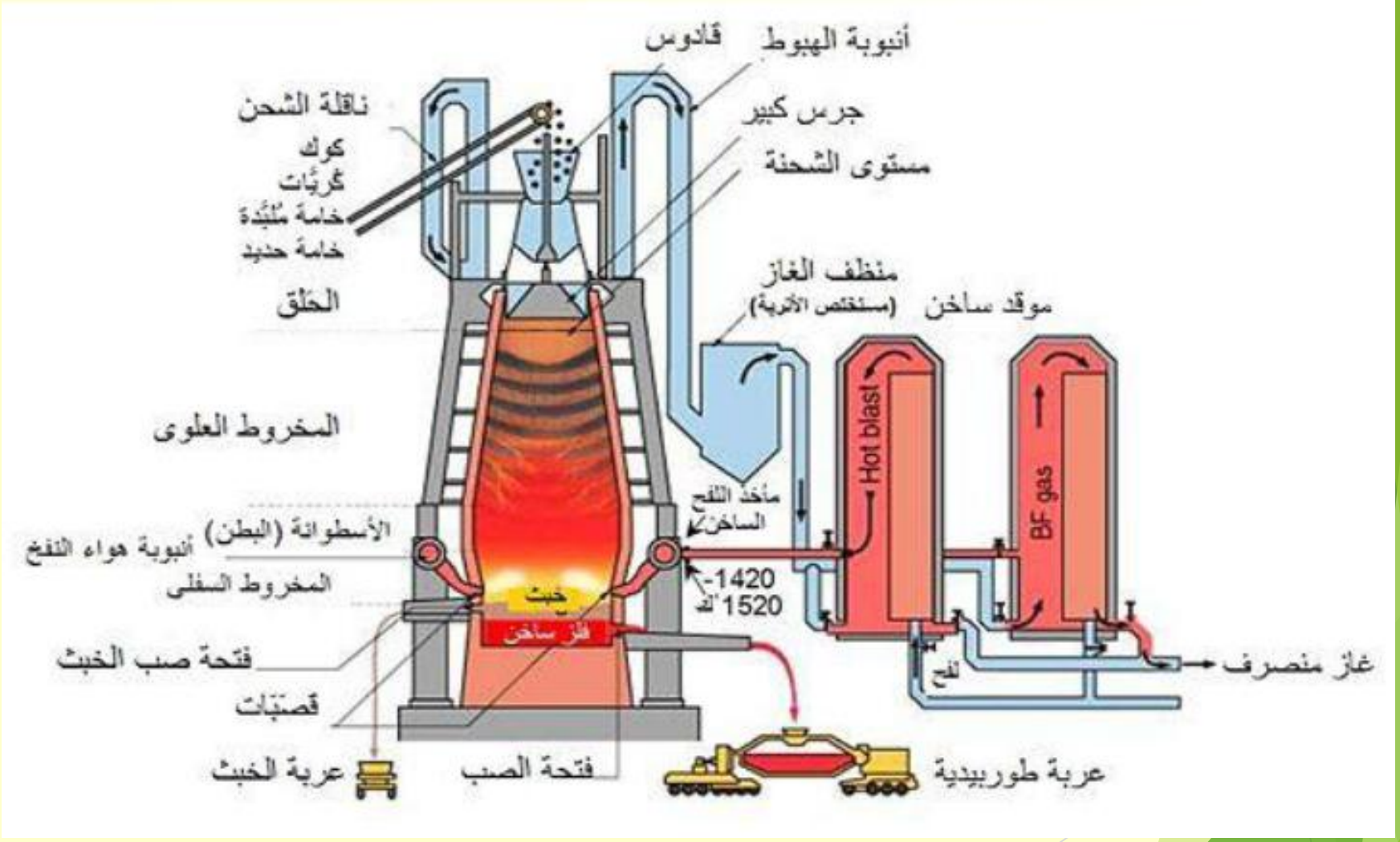
ملاحظة : بعض الشركات تجهز خام الحديد وتبيعه على شكل كرات هذا النوع من الخام لا يحتاج لعمليات تجهيز بل يستعمل مباشرةً في الفرن العالي مثلما يحدث في مجمع الحديد والصلب مصراتة .

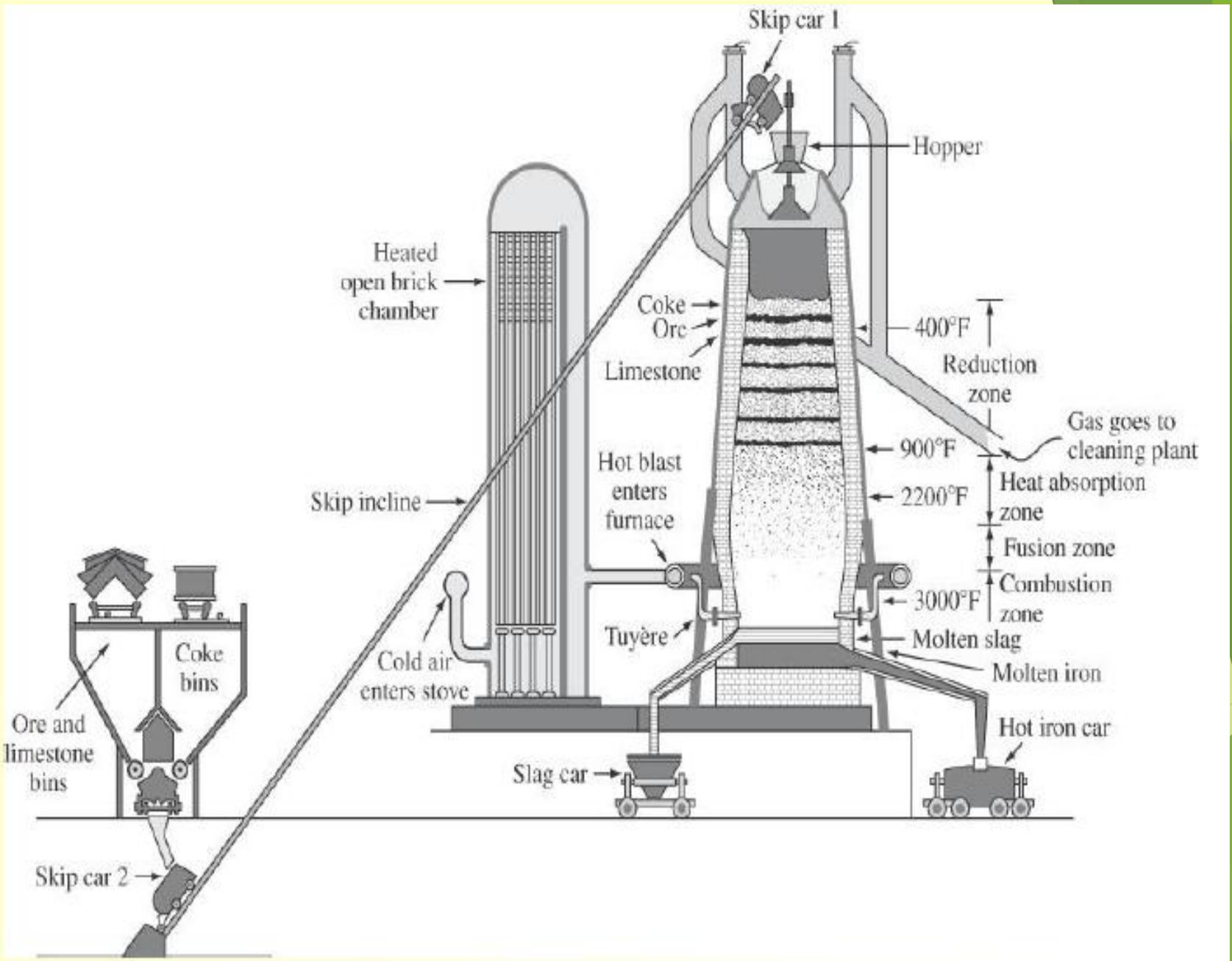
الفرن العالي (معلومات تاريخية)

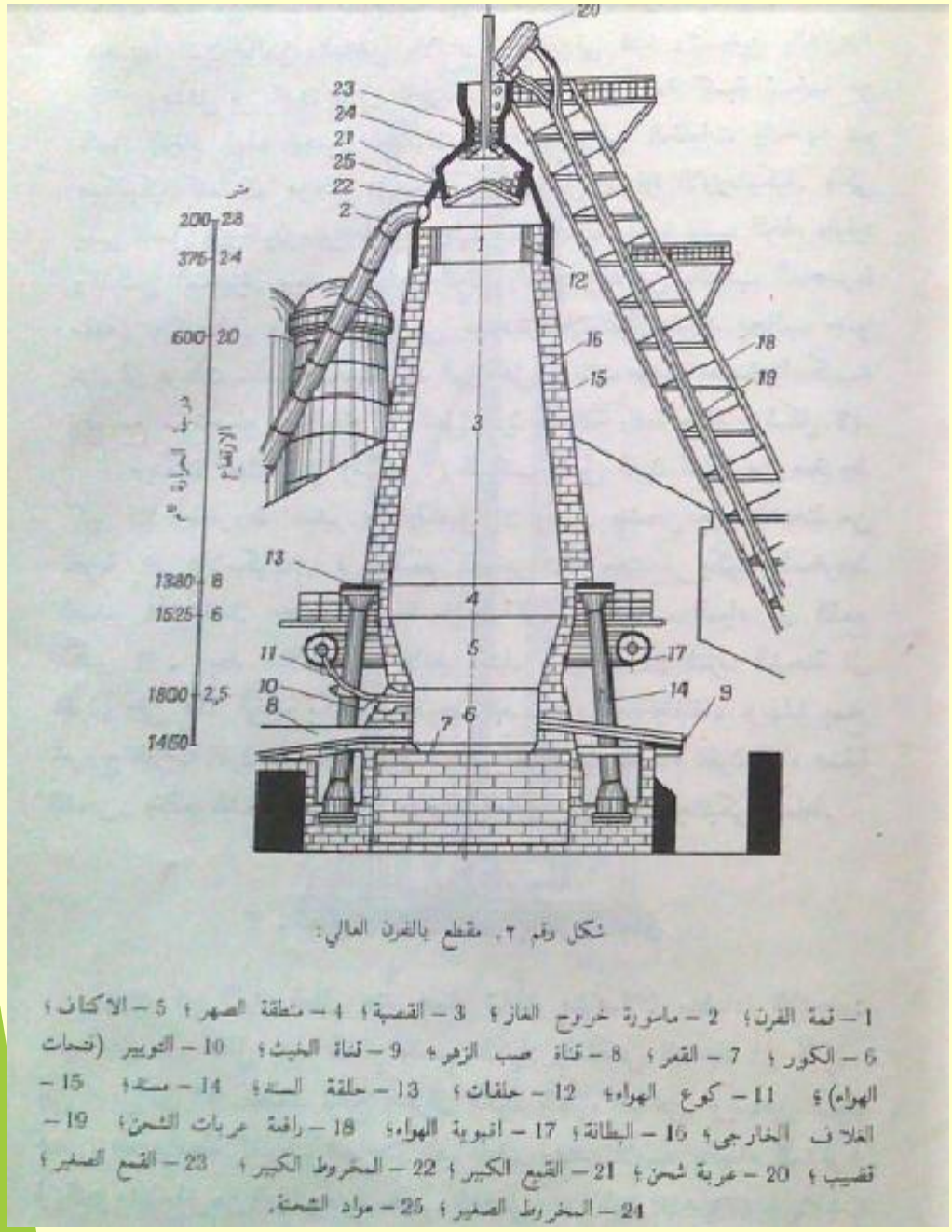
المكان والزمن	القطر متر d	الارتفاع متر H	السعة الفعالة بالمتر^3	القدرة طن في اليوم
1) فرن لافح من عام 1861	0.9	15.3	64	25
2) فرن عالي ، ألمانيا من عام 1930	4.5	20	425	450
3) فرن عالي ،ألمانيا عام 1961	6.5	24	900	1200
4) فرن عالي ، أنانيا عام 1959	9	26.1	1424	2000
5) فرن عالي سوفييتي عام 1960	9.8	29.4	1763	4000
6) فرن عالي ياباني من عام 1968	11.2	31.5	2255	6000
7) الفرن العالي الكبير ، ألمانيا عام 1971	14	36.7	4100	10000



تركيب الفرن العالي Blast Furnace




Skip car 1
Hopper
Heated
open brick
chamber
Coke
Ore
Limestone
400°F
Reduction
zone
Gas goes to
cleaning plant
900°F
Hot blast
enters
furnace
Skip incline
2200°F
Heat absorption
zone
Fusion zone
Combustion
zone
3000°F
Tuyère
Molten slag
Molten iron
Coke
bins
Cold air
enters stove
Ore and
limestone
bins
Hot iron car
Slag car
Skip car 2



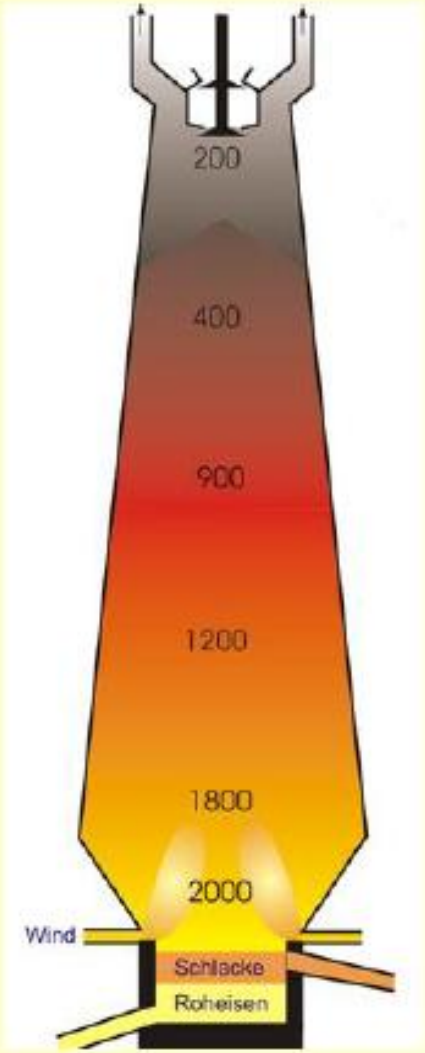
شكل رقم ٢. مقطع بالفرن العالي:

1 – قمة الفرن؛ 2 – ماسورة خروج الغاز؛ 3 – القصبة؛ 4 – منطقة الصهر؛ 5 – الاكتاف؛ 6 – الكور؛ 7 – القعر؛ 8 – قناة صب الزهر؛ 9 – قناة الخبث؛ 10 – التويير (فتحات الهواء)؛ 11 – كوع الهواء؛ 12 – حلقات؛ 13 – حلقة السد؛ 14 – مسد؛ 15 – الغلاف الخارجي؛ 16 – البطانة؛ 17 – انبوبة الهواء؛ 18 – رافعة عربات الشحن؛ 19 – قضيب؛ 20 – عربة شحن؛ 21 – القمع الكبير؛ 22 – المخروط الكبير؛ 23 – القمع الصغير؛ 24 – المخروط الصغير؛ 25 – مواد الشحنة.

إنتاج الحديد الغفل :

(Production of Pig Iron)

1. يتم شحن الفرن بطبقة من خام الحديد 65 % والحجر الجيري 10 % ثم تضاف طبقة من الفحم الحجري 25 %.وذلك عبر العربات الناقلة وتدخل عن طريق القادوس الدوار ومن خلال البوابتان (الجرس الصغير ثم الجرس الكبير)



2. بينما تأخذ هذه الشحنة النزول إلى قاع الفرن،يتم ضخ الهواء الساخن عبر الودنات لكي يساعد في اشتعال الفحم فيتكون أول أكسيد الكربون CO بفعل احتراق الفحم والهواء الجوي. وتزداد درجة حرارة الشحنة بعدئذ إلى حوالي 1600°م وهذه كافية لصهر الحديد.

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 + Energy$$

$$CO_2 + C \rightarrow 2\,CO + Energy$$

3. كما ينتج غاز أول أكسيد الكربون من خلال تفاعل بخار الماء والكربون .

$$H_2O + C \rightarrow H_2 + CO$$

4. من ثم يبدأ غاز أول أكسيد الكربون في التصاعد لتبدأ عملية الاختزال وتكون التفاعلات الكيمائية كم يلي :

- إذا كانت الخامات في صورة أكاسيد الحديد يتم الاختزال عن طريق غاز اول أكسيد الكربون كالتالي:

$$3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$$

$$2Fe_3O_4 + 2CO \rightarrow 6FeO + 2CO_2$$

$$6FeO + 6CO \rightarrow 6Fe + 6CO_2$$

- إذا كانت الخامات في صورة أكاسيد الحديد يتم الاختزال عن طريق غاز الهيدروجين كالتالي:

$$3Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow 2Fe_3O_4 + H_2O$$

$$2Fe_3O_4 + 2\ H_2 \rightarrow 6FeO + 2\ H_2O$$

$$6FeO + 6\ H_2 \rightarrow 6Fe + 6\ H_2O$$

- وإذا كانت الخامات في صورة كربونات الحديد سيتم الاختزال كالتالي:

$$4FeCO_3 + O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 4CO_2$$

$$2Fe_2O_3 + 6CO \rightarrow 4Fe + 6CO2$$

5. يمتص الحديد المنصهر حوالي 4% من الكربون وكل الفوسفور وكميات من السيلكون والمنجنيز.
6. يتحلل الحجر الجيري في المنطقة الوسطى وينتج عنه أكسيد الكالسيوم :

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

يتفاعل أكسيد الكالسيوم مع الشوائب الحمضية في الحديد وخاصة السيليكا وينتج عن ذلك سيليكات الكالسيوم في صورة خبث .

$$SiO_2 + CaO \rightarrow CaSiO_3$$

هذا الخبث هو شائبة وكان فيما مضى يتم إتلافه، أما في الوقت الراهن فيستعمل الخبث في صنع أنواع الطلاء والخرسانة والعوازل والأسمدة.

- تكون المحصلة النهائية لكل التفاعلات التي حصلت في الفرن العالي تكوين الغفل وتكون مكوناته:

4% كربون و2.7% سيليكون و0.8% فوسفور و0.7% منجنيز و0.05% كبريت والباقي حديد.

مخرجات الفرن العالي

1. **مصهور الحديد الغفل :**

4% كربون و2.7% سيليكون و0.8% فوسفور و0.7% منجنيز و0.05% كبريت والباقي حديد ، يتم إخراجه عبر فتحة خروج المصهور .

2. **الخبث :**

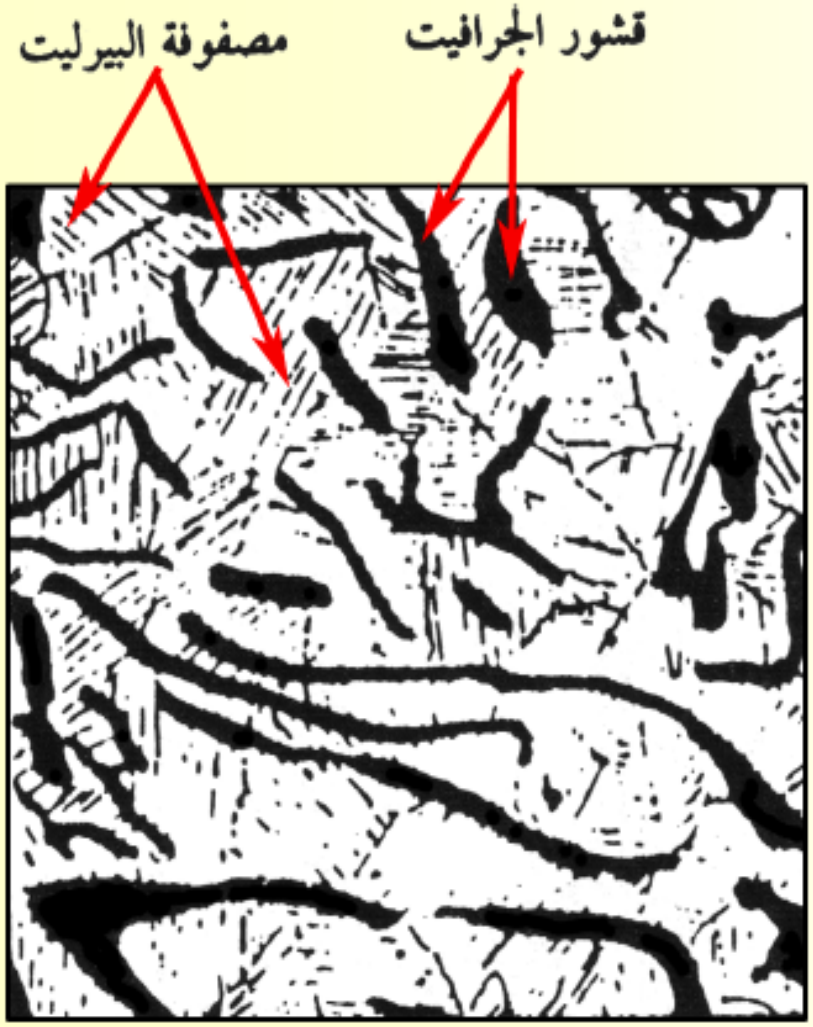
- أكسيد الكالسيوم (CaO), 38–41 %
- أكسيد المنجنيز (MgO), 7–10 %
- أكسيد السيليكون (SiO_2), 34–36 %
- أكسيد الألمونيوم (Al_2O_3), 10–12 %
- كبريت (S), 1,0–1,5 %
- أكسيد التيتانيوم (TiO_2), 1,0 %
- يتم إخراجها عبر فتحة خروج الخبث .

3. **الابخرة والغازات :**

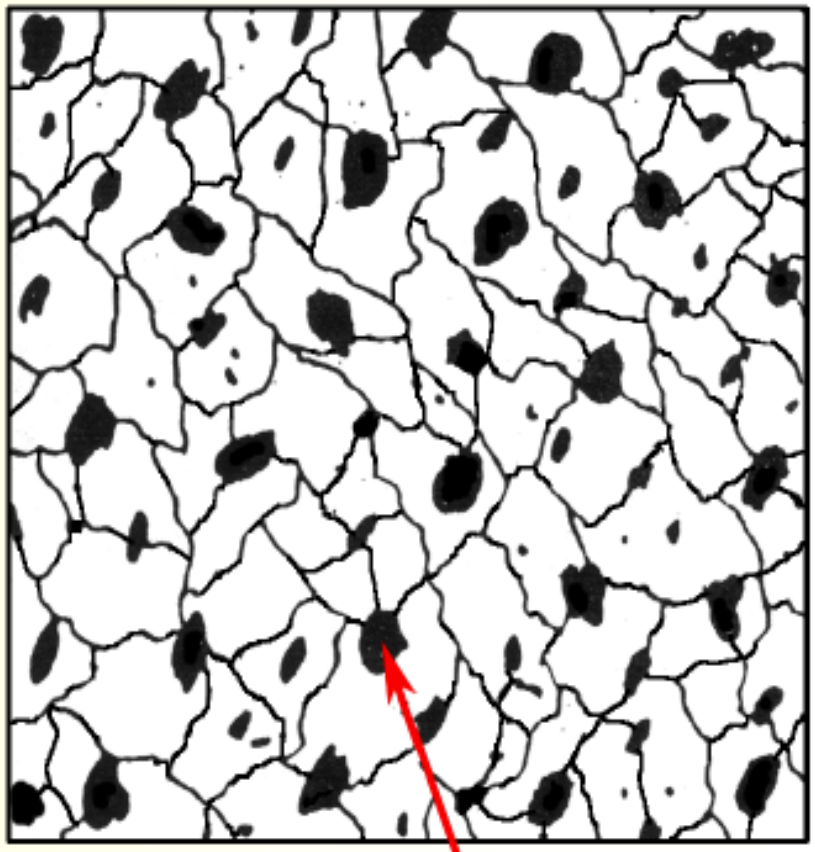
تنتج أبخرة وغازات ساخنة تتصاعد إلى أعلى الفرن ومنها عبر أنابيب إلى محطة التنقية ومن ثم تعود إلى الفرن ساخنة نقية عبر الودنات السفلية .

طبيعة الحديد الغفل
Nature of Pig Iron

- يحتوي حديد الغفل على كميات مختلفة من: الكربون – السيلكون – الكبريت – الفوسفور – المنجنيز.
- يمكن أن يوجد الكربون في الحديد في صورته الطبيعية وهي الجرافيت (على شكل قشور رقيقة)، أو يمكن تواجده في صورة كربيد الحديد (يسمى السيمنتايت Cementite). والسيمنتايت Fe_3C مادة صلدة للغاية، لذلك كلما زادت كمية الكربون في الحديد أصبح أكثر صلادة.
- يسمح التبريد البطيء بتكوين كميات كبيرة من الجرافيت الحر ويكون لون مقطع الحديد أسوداً رمادياً وله شكل بلوري.
- يؤدي التبريد السريع إلى تكوين كميات أكبر من الكربون في الصورة المركبة (Fe_3C)، ويكون لون مقطع الحديد أكثر بياضاً وهذا يدل على ضآلة وجود الكربون في صورته الحرة و يسمى المعدن حينئذ **بالحديد الأبيض**.



(أ) بعد تبريده تبريداً طبيعياً ، وبه قشور الجرافيت

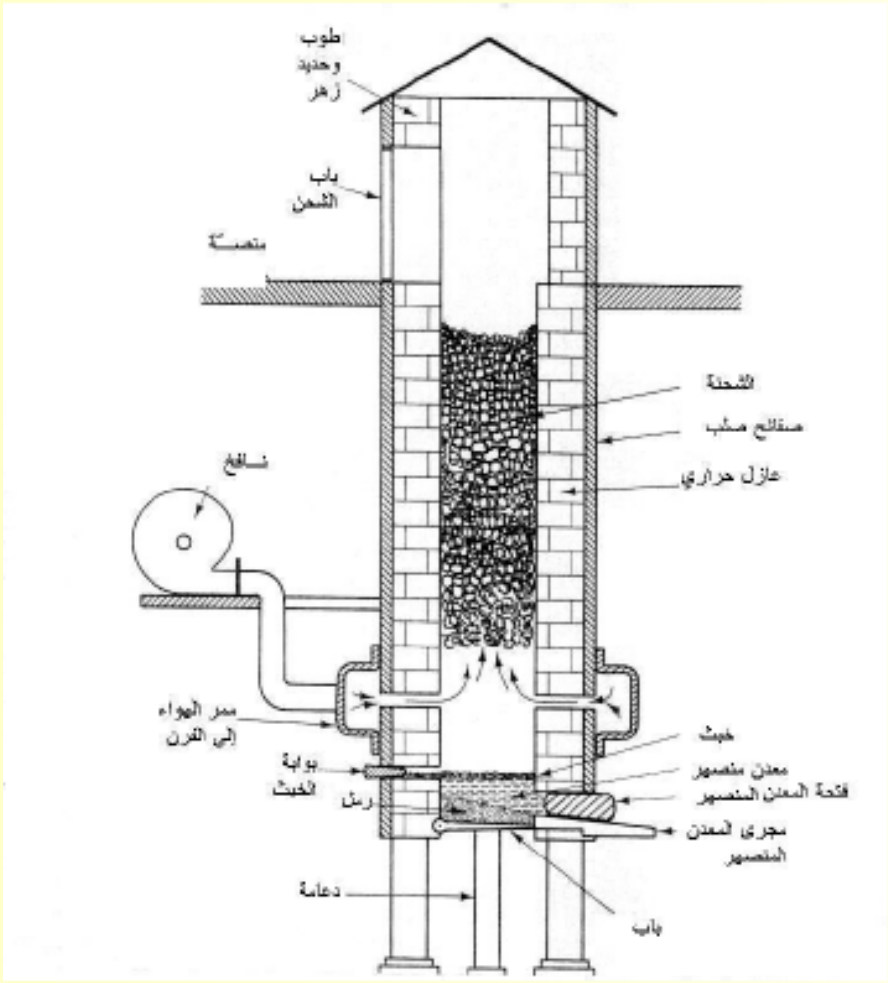


(ب) جرافيت كروي

- تختلف نسب مكونات الحديد الغفل تبعاً لنوعه، والجدول التالي يبين نسب المكونات الأساسية لثلاثة أنواع من الحديد الغفل.

المكونات %	حديد غفل 1	حديد غفل 2	حديد غفل 3
حديد	92	92.5	94.2
كربون جرافيتي	3.5	3.0	لا شئ
كربون مركب	0.2	0.5	3.1
سيلكون	2.8	2.5	1.0
كبريت	0.05	0.05	0.3
فوسفور	0.8	0.75	0.9
منجنيز	0.65	0.70	0.50

تصنيع الحديد الزهر
Manufacturing of Cast Iron



يعتبر الحديد الغفل هو المادة الأولية لتصنيع جميع درجات وأنواع الحديد الزهر يتم ذلك بفرن الدست (Cupola Furnace) الذي يعتبر صورة مصغرة للفرن العالي, حيث يوقد أولاً الفحم في الأسفل، وعندما تصل الحرارة إلى الدرجة المطلوبة تبدأ عملية الشحن بإضافة طبقات متبادلة من الفحم والحديد مع قليل من الحجر الجيري.

يصنع الحديد المستعمل للصب بمزج نسب وكميات عديدة من الحديد الخام أو من الحديد الخام وخردة الصلب. حيث تعتمد نسبة المزج على درجة الجودة المطلوبة.

خواص الحديد الزهر وتركيبه واستخدامته + الحديد الزهر السبائكي

الخواص العامة للحديد الزهرة

1- درجة الانصهار له 1200 مئوية
2- له قابلية عالية للسيولة و هذه الخاصية التي جعلت منه الأفضل لعمليات السباكة
3- نتيجة لوجود الكربون فيه بنسبة مرتفعة مقارنى بغيرة من أنواع الحديد فجعلت منه مادة هشة صلادة
4- مقاوم جيد للضغط ضعيف في اختبارات الشد و القص
5- مقاومة الشد حوالي (120 الى 200 نيوتن / مم2)
6-مقاومة الضغط له حوالي (600 الى 750 نيتون / مم2)
7- حيث تبلغ مقاومة القص له حوالي (150 الى 225 نيتون /مم2)

مجالات استخدامه

قواعد و منزلقات و أفرشة الآلات و الهياكل الكهربائية ، اسطوانات المحركات و بطاناتها

العناصر الداخلة في تركيب حديد الزهرة

- **السيلكون :**

1- يساعد في تكوين الجرافيت الحر .

2- متفاعل قوي مع الأكسجين و لهذا يقلل من حدوث المسامية .

3- نسبته حوالي 3 %.

- **الفسفور :**

1- يقلل من بعض الخواص الجيدة في الحديد ، يصعب إزالته.

2- يساعد في عمليات السباكة نتيجة لزيادة سيولة المصهور ، جيد في سباكة الاشكال المعقدة.

3- نسبته حوالي 1.5 %.

- **الكبريت و المنجنيز :**

1- يساعدان في زيادة تصليد الحديد ، ينتج عنه مسبوك غير متين.

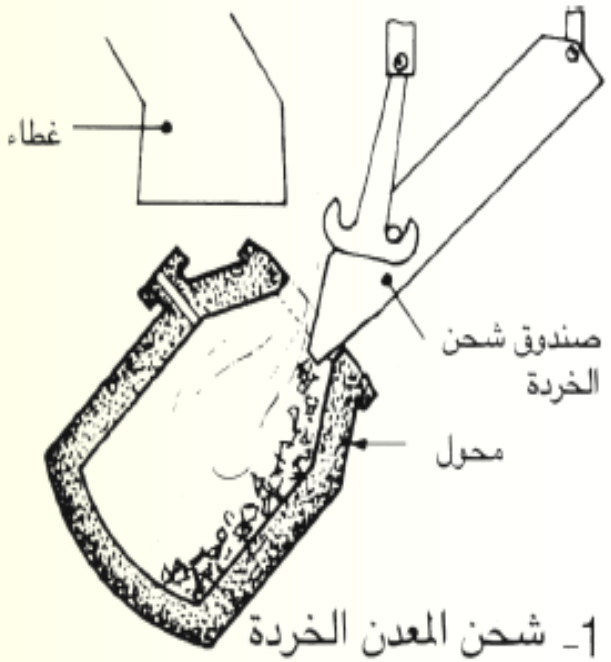
2- نسبة الكبريت يفضل ان تكون في حدود 0.3%. نسبة المنجنيز حوالي 1.5%.

إنتاج الصلب
Steel Production

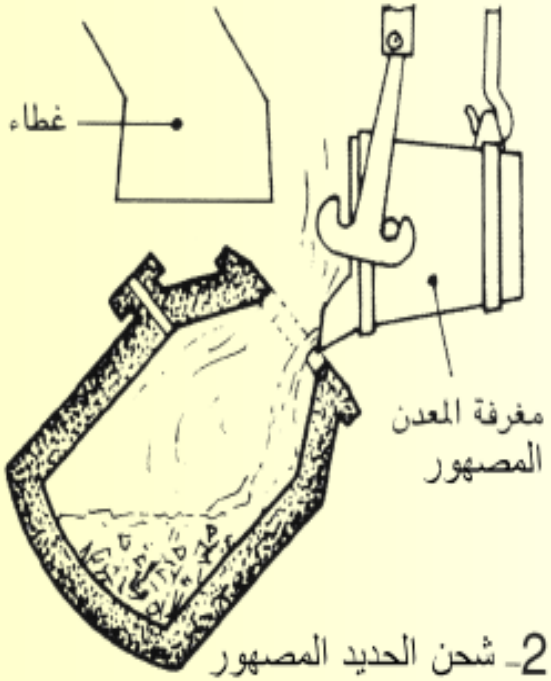
- إن تصنيع الصلب هو عملية أكسدة في الأساس تعمل على تقليل كمية الكربون والسيلكون والفوسفور والمنجنيز في خليط من الحديد الغفل وخردة الحديد.
- توجد طرق عديدة لإنتاج الصلب مثل طريقة بسمر وطريقة المجمرة المفتوحة (أو فرن القلب المفتوح) وطريقة فرن القوس الكهربي وطريقة الأكسجين الأساسية (أو القاعدية).
- ابتكرت طريقة الأكسجين القاعدي عام 1948 وقامت بتنفيذها في عام 1952شركة فويست ألبين النمساوية . وهي طريقة معدلة لطريقة محول بسمر حيث يستبدل الهواء المضغوط بالأكسجين المضغوط . هذا يخفض من تكلفة المصنع ، ويقلل زمن المعاملة الحرارية ، ويزيد من الإنتاجية. لهذا السبب أصبح استخدام هذه الطريقة يفوق 60% من إنتاج الصلب في العالم .

طريقة الأكسجين الأساسية لصناعة الصلب
Basic-oxygen Furnace

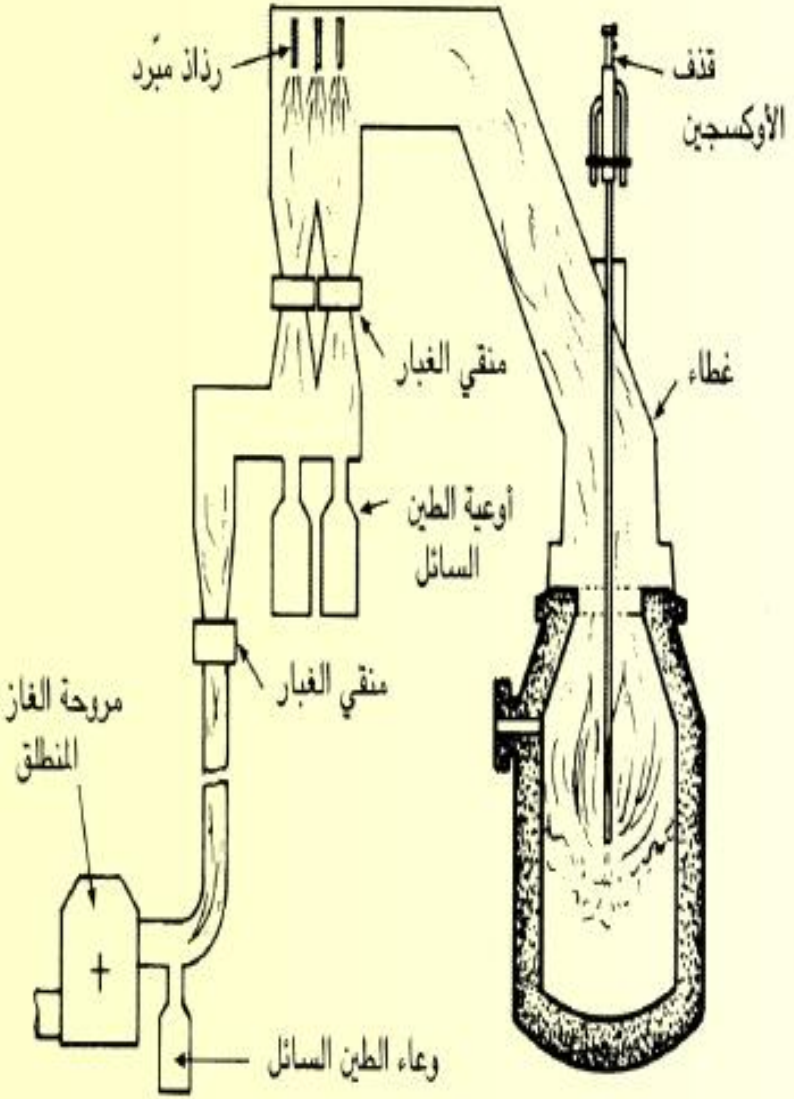
- يتم خلط ما مقداره 200 طن من الحديد الغفل المصهور مع 90 طن من الخردة في الفرن.



1ـ شحن المعدن الخردة

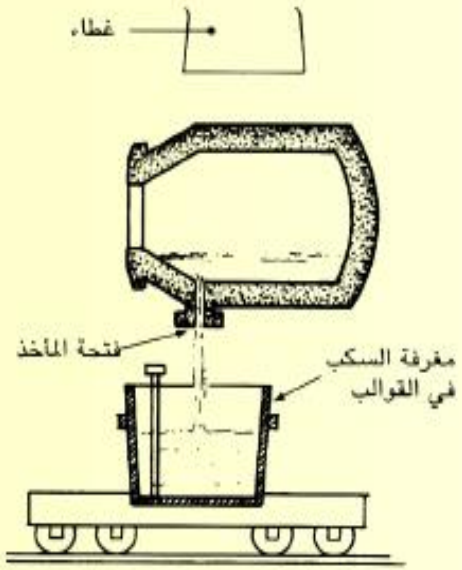


2ـ شحن الحديد المصهور



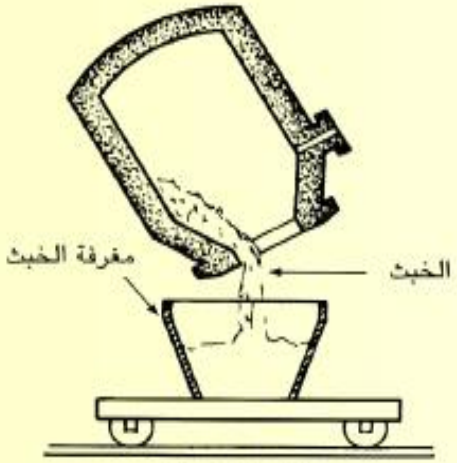
3- السيطرة على النفخ والتلوث

- بعدها يتم نفخ الأكسجين القاعدي (نقي بنسبة 99% ويمتاز بعدم ذوبانه مع بخار الماء ولا يحمل ايونات موجبة) في الفرن ولمدة 20 دقيقة بضغط يعادل 1.25 N/mm^2 بسرعة تفوق سرعة الصوت عبر منفذ مبرد بالماء، وهو عبارة عن أنبوب طويل.
- تضاف عناصر أخرى مثل الحجر الجيري للمساعدة على الصهر وتكوين الخبث.
- يعمل الاضطراب الشديد للأكسجين على تنقية المعدن المنصهر وذلك عن طريق عملية أكسدة ينتج منها أكسيد الحديد أولاً. ثم يتفاعل الأكسيد مع الكربون الذي في المعدن المنصهر منتجاً CO و CO_2.



4- الصب

- يسحب أنبوب الأكسجين، ويفرغ الفرن وذلك بإمالته بمستوى أفقي كي يكون الخبث طافياً وينزل المصهور من الفتحة السفلية .

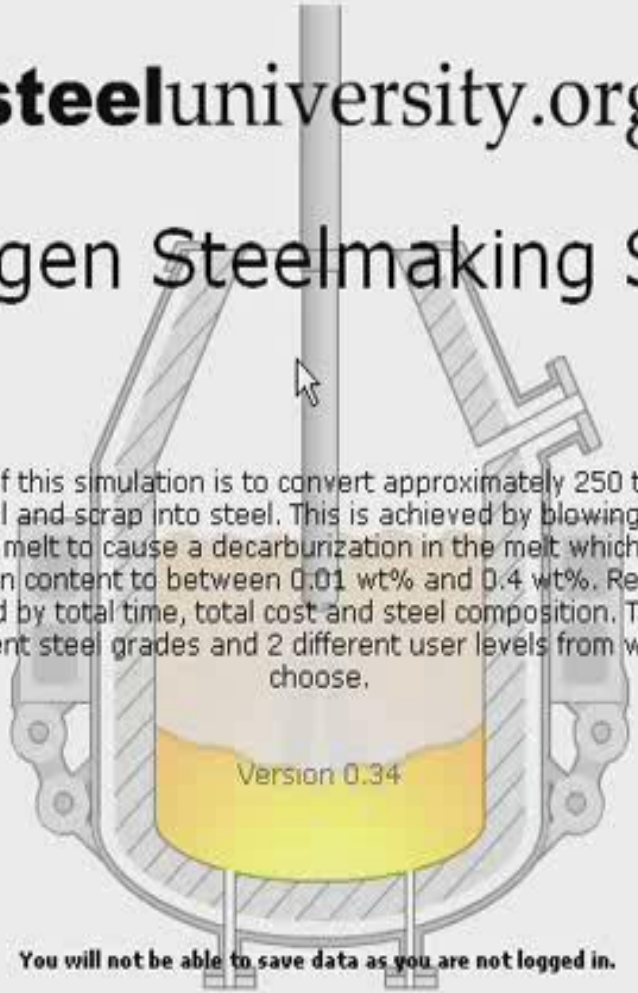


5- الخبث

- يفرغ بعد ذلك الخبث وذلك بإمالة الفرن في الاتجاه المعاكس .

steeluniversity.org

Basic Oxygen Steelmaking Simulation



The aim of this simulation is to convert approximately 250 tonnes of hot metal and scrap into steel. This is achieved by blowing oxygen into the melt to cause a decarburization in the melt which lowers the carbon content to between 0.01 wt% and 0.4 wt%. Results are measured by total time, total cost and steel composition. There are 4 different steel grades and 2 different user levels from which to choose.

Version 0.34

You will not be able to save data as you are not logged in.

Next

خصائص الصلب :

كما هو معلوم الآن ان الكربون هو العنصر المتحكم في طبيعة الحديد أي انه العنصر الأساسي الذي يصنف الحديد به .

نوع الصلب	نسبة الكربون%	أمثلة على الاستخدام
منخفض الكربون	0.125 - 0.1	القضبان, الأسلاك, الصفائح الرقيعة, الأنابيب المسحوبة
طري	0.3 - 0.15	صفائح الغلايات, أعمال الجسور, المقاطع الإنشائية, مشغولات الحدادة
متوسط الكربون	0.5 - 0.3	مشغولات الحدادة, أدوات الزراعة,...
	0.7 - 0.5	النوابض, عجلات القطارات, قوالب الحدادة, المطارق و البراشيم,.....
	0.9 - 0.7	النوابض, قوالب الحدادة الصغيرة, الأزاميل الخاصة بالخشب
مرتفع الكربون	1.1 - 0.9	قوالب الضغط, أدوات العمل على الخشب, سنابك,...
	1.5 – 1.1	الأمواس, المبارد, المثاقب, أدوات القياس, أدوات قطع المعادن,.....

التعرف على أنواع الصلب

هناك عدة طرق للتمييز بين أنواع الصلب المختلفة منها :

1. طريقة الترميز (التشفير) : وتعتمد على ترميز أنواع الصلب برموز مناسبة تتكون من حرف بادئ متبوعا بأربعة أعداد .

يدل الحرف وهو (E,D,C,B,A) على طريقة تصنيع الصلب :

A- صلب المجمرة المكشوفة ألسبائكي

B- صلب بسمر ألحامضي الكربوني

C- صلب المجمرة المكشوفة الكربوني

D- صلب المجمرة المكشوفة ألحامضي

E- صلب الفرن الكهربائي

أما الأرقام فيدل الرقم الأول على نوع الصلب وكما يلي :

1- صلب كربوني

2- صلب النيكل

3- صلب النيكل – كروم

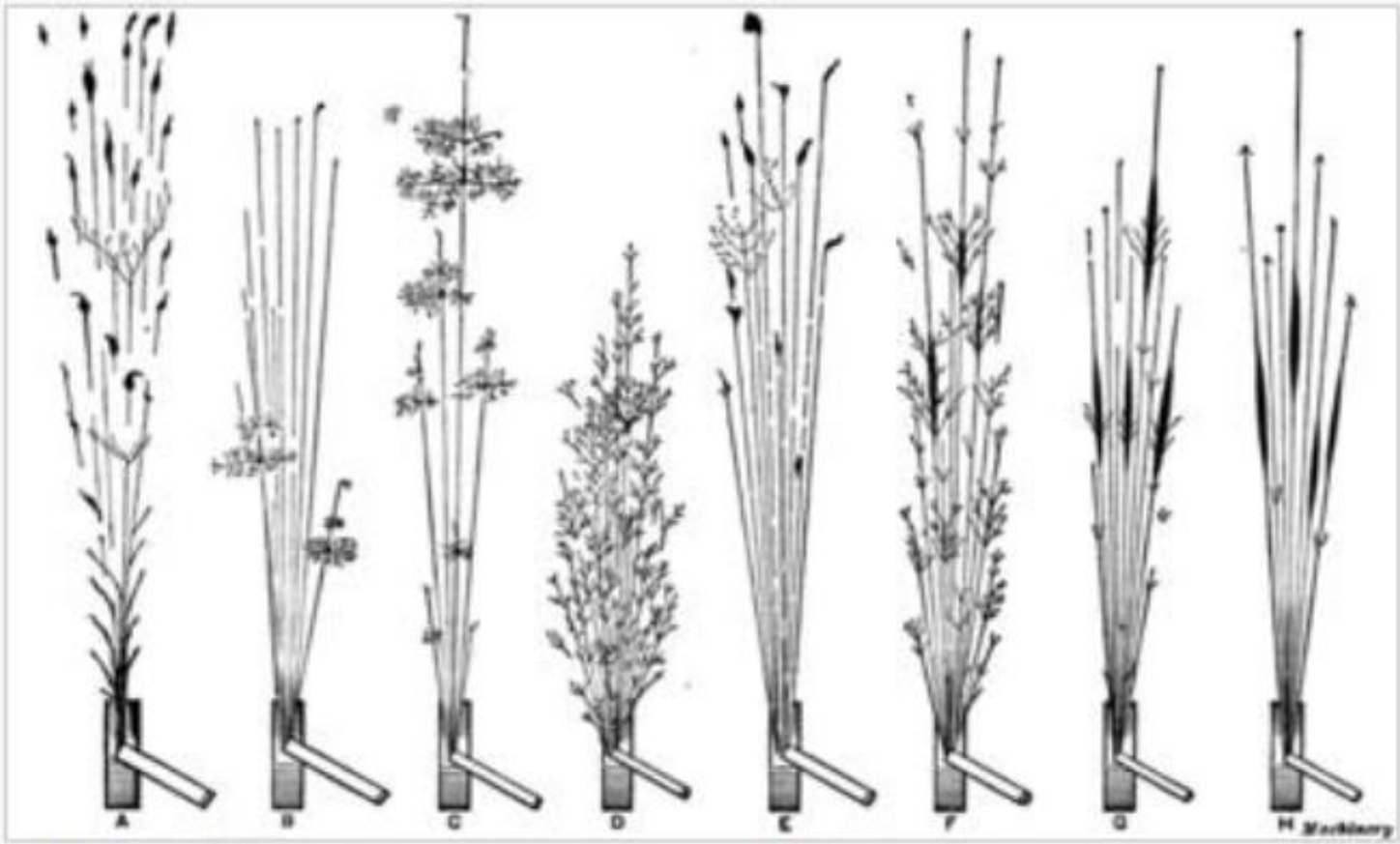
4- صلب المولبدنيوم

- ✓ يشير الرقم الثاني إلى النسبة المئوية التقريبية لعنصر السبك في الصلب .
- ✓ يخصص الرقمان الأخيران للإشارة إلى المحتوى الكربوني .

مثال : C-1020 يدل على انه صلب كربوني ، 0% محتوى سبائكي ، 0.20% كربون .

2. طريقة التمييز بالألوان : حيث يوضع لون متعارف عليه في مكان معين في طرف أعمدة الصلب .
3. طريقة الكشف بالشرارة : حيث يلامس المعدن حجر جلخ في حالة دوران لمسا طفيفا وتراقب الشرارة الناتجة التي يمكن من خلالها تحديد نوع الصلب اعتمادا على الخبرة .

(A) High-carbon steel
(B) Manganese steel
(C) Tungsten steel
(D) Molybdenum steel



(A) Wrought iron
(B) Mild steel
(C) Steel with 0.5 to 0.85% carbon
(D) High-carbon tool steel
(E) High-speed steel
(F) Manganese steel
(G) Mushet steel
(H) Special magnet steel