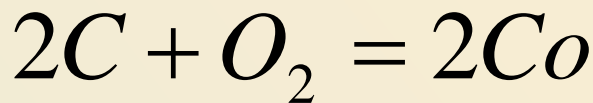
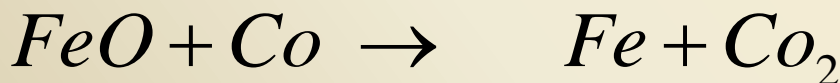
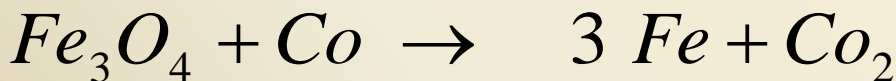
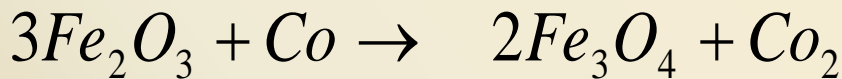


# التفاعلات الحاصلة في الفرن العالي

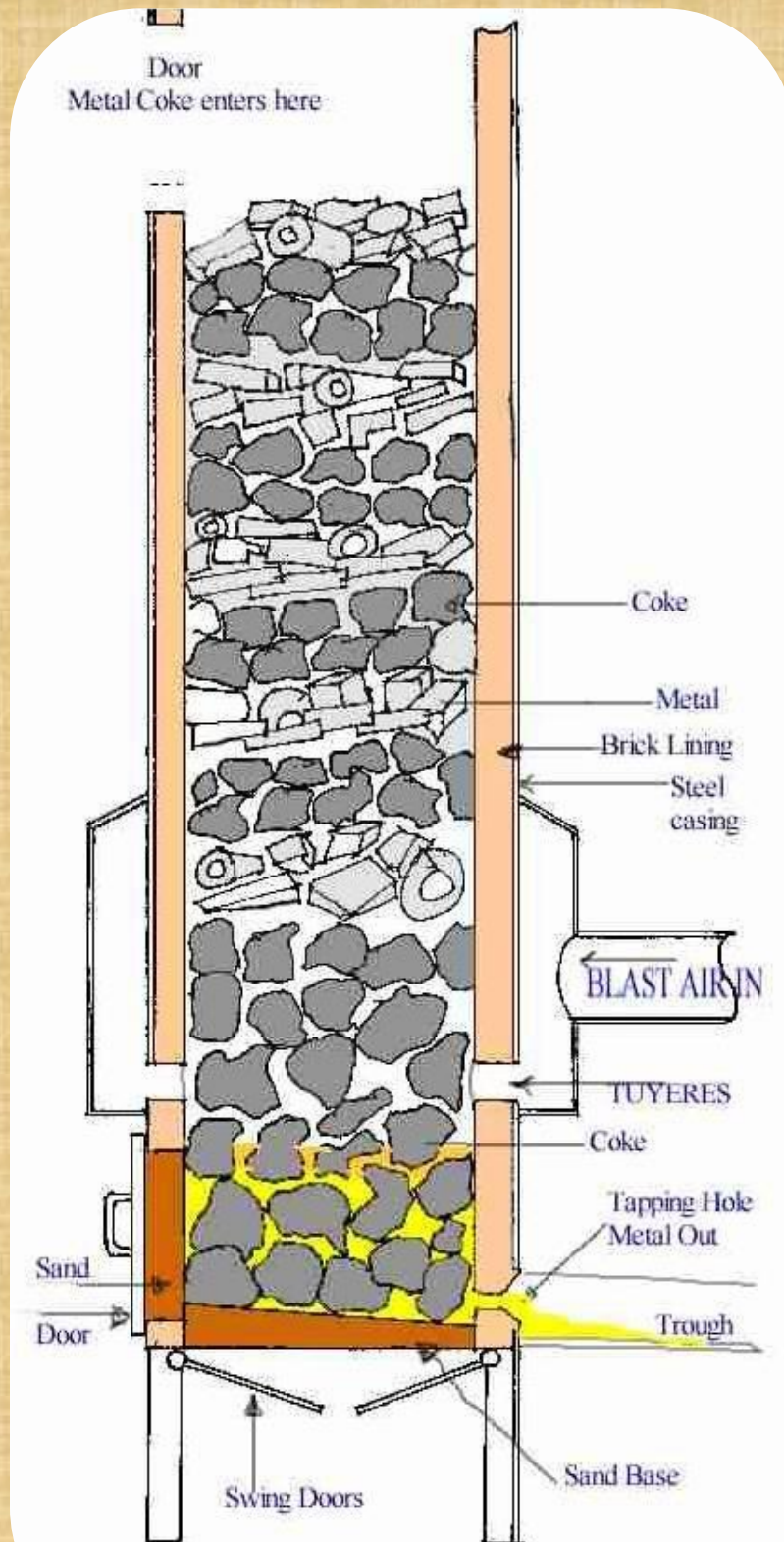
1- يسبب الهواء المنفوخ من اسفل الفرن العالي اشعالا جزئيا للكوك وكما يلي



2- يصعد غاز اول اوكسيد الكربون ( CO ) الى الاعلى خلال الشحنة وهو شديد الاختزال فانه يختزل اول اوكسيد الحديد و كما يلي :-



# الفرن العالي : كما مبين بالشكل :

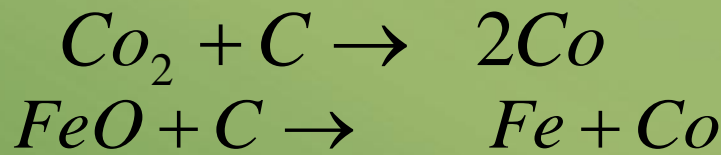


عبارة عن بناء اسطواني كبير يصل ارتفاعه الى 35m مغلف من الخارج بالواح من الفولاذ (الصلب) ومبطن من الداخل بطبقة من الطابوق الحراري .

اكثر التفاعلات : اهمية هو التفاعل الأخير لانه ينتج الى المعدن كمنتوج نهائي ويدعى هذا التفاعل بالاختزال غير المباشر .

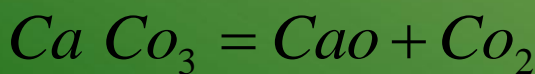
ويتم اختزال خام الحديد بواسطة الكوك المتوهج عند درجات الحرارة المرتفعة

(1000-1100C°) كما ان تولد اول اوكسيد الكربون سوف يكون سريعاً .



يطلق على التفاعل الثاني اعلاه بالاختزال المباشر للحديد لانه يحدث بالتماس المباشر بين الكربون الصلب – (الكوك) – وخام الحديد.

3- الشوائب التي تتكون من السيلكا تتحد مع الجير (الذي يتكون من تحلل الحجر الجيري الموجود في الشحنة) لتكون الخبث .



سيلكات الكالسيوم =



سيلكات + الحجر الجيري

**نواتج الفرن العالي :** تشمل نواتج الفرن العالي على الحديد الغفل والخبث والغازات .

**1- الحديد الغفل ( pig iron ) :** يمكن إنتاجه على عدة أنواع حسب الغرض من استعماله وهي :  
**أ- حديد التحويل :** ويستعمل في صناعة الصلب في محولات بسمروتوماسر .

**ب- حديد السباكة :** الذي يصب على شكل تماشيح ويستخدم كذلك في المسابك لإنتاج المسبوكات .

**ج- أنواع خاصة من الحديد الغفل .**

**2- خبث الفرن العالي :** يستفاد من خبث الفرن العالي في صناعة الأسمنت والطابوق والصفوف المعدني وتبليط الشوارع .

**3- غاز الفرن العالي :** يستخدم كوقود في أبراج التسخين لهواء الفرن العالي وكذلك يمكن استخدامه في أغراض التدفئة وتوليد الكهرباء .

# تصنيف سبائك الحديد والكربون بناءً على نسبة الكربون :

1. حديد مطاوع (Wrought Iron) : لا تتعدى نسبة الكربون فيه عن 0.03 %
2. الصلب ( الفولاذ ) (Steel) : وفيه تكون نسبة الكربون محصورة بين 2% - 0.03
3. حديد الزهر (Cast Iron) : وفيه تكون نسبة الكربون محصورة بين 6.67% - 2

## صناعة الصلب ( الفولاذ ) :

تعتمد كافة طرق صنع الصلب على أكسدة الشوائب الموجودة في الحديد المنتج من الفرن العالي وللحصول على كميات ضخمة من الصلب اللازمة للصناعة تستخدم طرق ذات إنتاجية كبيرة ومنها طريقة المحولات وأشهرها محول بسمر ومحول توماس .



# مبدأ المحول :



يتميز المحول بشكله الكمثري ويتألف من هيكل من الصلب مبطن بطابوق حراري وتتم امانة المحول الى أي وضع بواسطة جهاز الامالة الهيدروليكي ويزود قعر المحول بقصبات لأمرار تيار الهواء او الاوكسجين الى داخل المحول ويدار المحول الى الوضع الافقي عند الشحن والتفريغ لكي يتجمع الحديد السائل في بطن المحول ولا يصل الى القصبات وتتم كل من عمليتي الشحن والتفريغ من فم المحول وبعد الانتهاء من الشحن يبدأ في امرار الهواء الساخن (النفخ) وفي نفس الوقت يعاد المحول تدريجيا الى الوضع الراسي .

يتوقف نوع البطانة المستعملة على طبيعة صناعة الصلب والتي بدورها تعتمد على التركيب الكيميائي للحديد الغفل السائل .

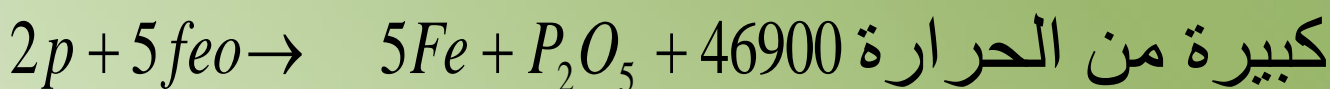
اذا كانت نسبة السليكيون عالية تستعمل بطانة حامضية وعندما تكون نسبة الكبريت والفسفور عالية ونسبة السليكيون منخفضة تستخدم بطانة قاعدية .

لذلك ان محول بسمر يستعمل بطانة حامضية ومحول توماس يستعمل بطانة قاعدية وهذا هو الفرق الرئيسي بين الطريقتين .

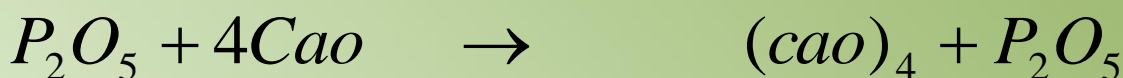
# قارن بين الاسلوب الحامضي والقاعدي في انتاج الصلب

البطانة الحرارية	حامضي	قاعدي
1-مكونات حديد الغفل pig iron	نسبة عالية من السيليكون ونسبة واطئة من الفسفور	نسبة عالية من الفسفور ونسبة واطئة من السيليكون
2- الخبث SLAG	حامضي ( نسبة عالية من السيلكات )	قاعدي ( نسبة عالية من الحجر الجيري )
3- العناصر التي يمكن ازالتها بواسطة الاكسدة	الكربون والسيليكون والمغنيز	الكربون والسيليكون والفسفور والكبريت

يتميز محول توماس بسعته الكبيرة وتكون اكبر عما هي عليه في محول بسمر وذلك بسبب ضرورة شحن المحول بالجير في عملية التحويل القاعدي كذلك يتميز محول توماس بكفاءته الحرارية العالية وذلك بسبب تاكسد الفسفور حيث يصاحب عملية التاكسد تولد كمية



ويتحد خامس اكسيد الفسفور  $P_2O_5$  مع الجير مكونا الخبث القاعدي حيث يستعمل كسماد زراعي .



# أولاً : الصلب الكربوني Carbon Steel :

يحتوي الصلب الكربوني على كربون حتى تركيز 2% وكميات محدودة من الشوائب مثل السليكون والكبريت والفسفور والمنغنيز لا تؤثر هذه الشوائب على خواص الصلب اذا كانت مناسبة لا تتعدى القيم التالية : 0.3-0.9 % سيلكون ، 0.5 - 0.8 % منغنيز ، 0.08 % فسفور ، 0.04 % كبريت .

**ان الفسفور والكبريت شوائب ضارة في الصلب  
للاسباب التالية :**

**1-الفسفور :** وجوده في الصلب يكسبه خاصية التقصفية على البارد (هشاشة عالية عند درجات الحرارة العادية والمنخفضة) وكذلك يقلل من مقاومة الصدمة وكذلك المطيلية ويزداد تاثير الفسفور على الهشاشة كلما زادت نسبة الكربون في الصلب .

**2-الكبريت :** يسبب وجوده خاصية التقصفية الساخنة (هشاشة عالية عند درجات الحرارة المرتفعة) ان وجود الكبريت في الصلب سوف يقلل من الخواص الاخرى وخصوصا الخواص الميكانيكية منه (مقاومة الشد القصوى وحد الليونة) ويقلل من مقاومة التاكل الكيميائي .



# يصفى الصلب الكربوني بناء على اغراض استعماله الى ما يلي :

منخفض الكربون

متوسط الكربون

عالي الكربون

1- صلب انشائي اعتيادي

2- صلب انشائي جيد النوعية

3- صلب العدة

- يتوفر النوع الاول من الصلب في عدة اشكال: صاج ، الواح ، زوايا قضبان ويستعمل في حالته الاعتيادية دون معالجة حرارية

- يتوفر النوع الثاني من الصلب في عدة اشكال: صاج، الواح، قضبان، مطروقات، منتوجات نصف مصنعة .

- من عيوب صلب العدة الكربوني فقدانه الصلابة عندما يسخن الى درجات حرارة اعلى من  $225^{\circ}\text{C}$  ولهذا تستعمل ادوات القطع المصنوعة من هذا الصلب عند السرعة المنخفضة لتشغيل المواد اللينة .

# الجدول التالي يبين تصنيف واستعمالات الصلب الكربوني

النسبة المئوية للكربون	النوع	الاستعمالات
0.15-0.07	الصلب الطري ( الخامد) Dead Mild Steel	الشرائط strips المدرفلة على الحار لغرض الكبس □، القضبان والاسلاك لغرض صناعة المسامير والبرشامات Rivets □ والأنابيب المشكلة بالسحب
0.3-0.15	الصلب الطري (Mild Steel)	الصلب لغرض التصليد السطحي ويستعمل في تصنيع المراحل وصفائح السفن والقطاعات المختلفة مثل التوصيلات والقضبان المحددة (channels) وقضبان الزاوية .
0.6-0.3	الصلب الكربوني المتوسط Medium Carbon (Steel)	القضبان الرابطة ، المحاور ، لاغراض التشكيل بالحدادة ، الاعمدة المرفقية .
0.8-0.6	الصلب الكربوني العالي (High Carbon Steel)	قضبان السكك الحديدية والاطارات المعدنية – النوابض الرقائقية الحبال السلكية – المناشير الشريطية – قوالب التشكيل بالحدادة .
1.4 - 0.8	صلب العدة الكربوني (Carbon Tool Steel)	شفرات القص – ادوات التخريم والمثاقب شفرات الحلاقة – عدد الخراطة والقشط والمثاقب المبرد – المناشير اليدوية .