



مهندسة الميكانيك
شاكار رسول أحمد
٢٠٢٤

انتاج الفولاذ و تأثيرها على البيئة

* تعريف الفولاذ

هو سبيكة تتكوّن من عنصرين أساسيين هما: الحديد والكربون، هذا وقد تحتوي أيضاً على كمية قليلة من المنغنيز إضافة إلى كميات أخرى من عناصر ومعادن متعدّدة كالنيكل والكروم والسيليكون، حيث تكون قوّة الفولاذ أكبر من قوّة الحديد. يحتوي الفولاذ على الكربون الذي يقوم بتقسيتها، كما أنه يقوم بمنع طبقات الحديد من الانزلاق فوق بعضها بعضاً، هذا وقد تختلف خصائص السبيكة باختلاف العناصر التي يتم إضافتها إلى السبيكة، وفي حال زادت كمية الكربون الداخلة في تكوين السبيكة فإنّ هذه السبيكة تُسمّى باسم الحديد الزهر. يُعدّ الفولاذ (الصلب) واحداً من أكثر المواد التي يتم استخدامها في العديد من الصناعات، حيث يتم إضافة عناصر أخرى وجديدة للسبائك الفولاذية حتى يتم التحسين من صفاتها وخصائصها فمثلاً: يتم إضافة النيكل والمنغنيز إلى السبيكة ؛ وذلك للتحسين من قوّة شدّها، ومن الممكن أن يتم إضافة الكروم لزيادة صلادة الفولاذ ورفع درجة انصهاره. يوجد الفولاذ في طور المارتنيسيت (يُشير هذا الطور إلى إى تركيب بلورى يتم تشكيله عن طريق تحوّل الروابط الاستبدالية وذلك دون أن يحدث استبدال للروابط الأوتية، كما أنه يحتوي على مجموعة من المعادن الصلبة التي تتصلّب على شكل شرائح أو على شكل حبيبات مُتبلورة). يعود السبب وراء استخدام الفولاذ في جميع الصناعات وكل المجالات إلى تكلفة صناعته وتشكيله المُنخفضة، بالإضافة إلى خصائصه الميكانيكية التي يتميز بها، عدا عن مواده الخام المتوافرة في كل مكان، هذا وقد تمّ اكتشاف أقدم قطعة مصنوعة من الفولاذ في إحدى المواقع الأثرية الموجودة في مدينة الأناضول.



* تاريخ الفولاذ وأهميته

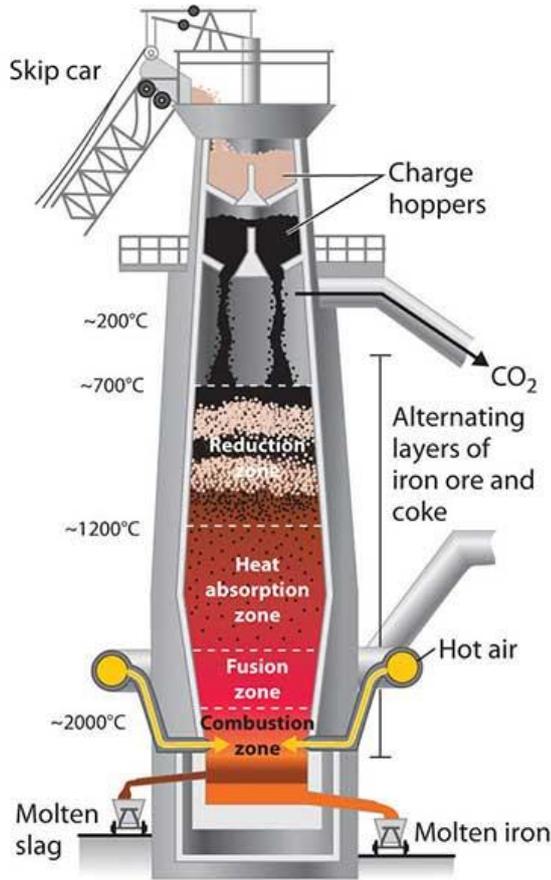
١. يرجع استخدام الفولاذ والحديد إلى ألف سنة قبل الميلاد، واشتهرت به في ذلك الوقت سوريا
٢. في القرن الثاني عشر تم توفير الحرارة التي يحتاجها الحديد لكي ينصهر عن طريق إنتاج أفران معينة في أوروبا، ولكن الحديد الذي أنتجوه وقتها كان غير قابل للطرق، وذلك بسبب أن نسبة الكربون فيه كانت كبيرة، لذا كان لابد من تنقيته من الكربون عن طريق حرقه لخفض النسبة .
٣. وفي إنجلترا في عام ١٧٤٠ م، قام بنيامين هنتسمان بصهر الحديد باستخدام طريقة البوتقة
٤. وقام الألماني فريدريك كروب عام ١٨١١ م بإقامة أول مصنع للحديد، والذي استخدم في صناعة السكك الحديدية، والآلات البخارية، والسفن، وغيرها
٥. وفي عام ١٨٨٩ م حينما افتتح برج إيفل، والذي تم تصنيعه من الحديد، فكان قمة التقدم التكنولوجي، وأصبح له أهمية اقتصادية وسياسية كبرى لكل بلدان العالم.
٦. وأصبح الحديد محل طمع لكثير من البلدان، وتسبب في احتلال بلاد لبعضها وإقامة الحروب من أجل الحصول عليه، ففي عام ١٩٣٥ م حينما تم الهجوم على النرويج والسويد، كان ذلك بغرض الحصول على الفولاذ، حيث كانت السويد تصنع أحسن وأفضل أنواع الفولاذ.
٧. واهتز إنتاج الفولاذ بعد الحرب العالمية الثانية، إلا أنه عاد إلى كميته الأصلية قبل الحرب وذلك في عام ١٩٥٧ م .
٨. وتتسبب صناعة الحديد والصلب في العالم، ووجود تلك المصانع الكبيرة والكثيرة، إلى توفير عمالة لفئة كبيرة جدا من المواطنين، وبالتالي تساعدهم في الحصول على مصدر رزقهم.

* إنتاج الفولاذ

يعد إنتاج الصلب مكونا حيويا للاقتصادات الصناعية في جميع أنحاء العالم ، حيث يعد الصلب أحد أكثر المواد استخداما في البناء والتصنيع والبنية التحتية والعديد من القطاعات الأخرى. تتضمن عملية إنتاج الصلب تحويل خام الحديد إلى حديد مصهور في فرن صهر ثم تكريره لإزالة الشوائب وضبط تركيبته لتحقيق الخصائص المرغوبة.

تشمل الخطوات الرئيسية في إنتاج الصلب ما يلي:

1. صناعة الحديد: يتم شحن خام الحديد وفحم الكوك (المشتق من الفحم) والحجر الجيري في فرن صهر. يعمل فحم الكوك كوقود ويقلل من خام الحديد إلى الحديد المنصهر ، بينما يساعد الحجر الجيري على إزالة الشوائب.



٢. صناعة الصلب: ثم يتم نقل الحديد المنصهر من الفرن العالي إلى فرن الأكسجين الأساسي أو فرن القوس الكهربائي ، حيث يتم تكريره إلى الفولاذ. في عملية بوف ، يتم نفخ الأكسجين في الحديد المنصهر لإزالة الشوائب وضبط محتوى الكربون. في عملية إيف ، يتم صهر الصلب الخردة جنباً إلى جنب مع الحديد المنصهر لإنتاج الصلب الجديد.



٣. الصب: بمجرد صقل الفولاذ إلى التركيبة المرغوبة ، يتم صبه في أشكال نصف منتهية مثل الألواح أو الإزهار أو القضبان ، اعتماداً على الاستخدام النهائي المقصود.



٤. التشكيل والتشطيب: يتم بعد ذلك معالجة منتجات الصلب شبه المصنعة من خلال مصانع الدرفلة أو عمليات التشكيل الأخرى لتشكيلها في منتجات نهائية مثل الألواح أو القضبان أو الأشكال الهيكلية. قد تخضع هذه المنتجات لعمليات تشطيب إضافية مثل المعالجة الحرارية أو طلاء السطح أو المعالجة الآلية قبل شحنها إلى العملاء.



* أنواع مختلفة من الفولاذ

هناك عدة أنواع مختلفة من الفولاذ ، يتم تحديد كل منها حسب نوع وكميات عناصر السبائك. هذه مدرجة أدناه:

١. الفولاذ المقاوم للصدأ

بشكل عام ، يتم تعريف الفولاذ المقاوم للصدأ بالكروم في تركيبته. الفولاذ المقاوم للصدأ الأوستنيتي (٨/١٨ و ١٠/١٨ ، أو ٣٠٤ و ٣١٦) هي الأكثر شعبية وتحتوي على الكروم والنيكل. ومع ذلك ، هناك أيضا الفولاذ المقاوم للصدأ مارتنسيتيك ودوبلكس مع خصائص هندسية معينة. يتم تقييم الفولاذ المقاوم للصدأ في المقام الأول لمقاومته الممتازة للتآكل ، مما يجعله سهل التنظيف أيضا. عندما تفتقر بمقاومتها لدرجة الحرارة وقوتها ، فهي مركزية لبعض الصناعات. على سبيل المثال ، تستخدم صناعة الألبان وغيرها من صناعات الأغذية والمشروبات الفولاذ المقاوم للصدأ لجميع معدات المعالجة تقريبا.

٢. الكربون الصلب

يشير الفولاذ الكربوني عموماً إلى أبسط سبائك الصلب من الكربون والحديد ، مع وجود كميات صغيرة من المنغنيز والفوسفور والكبريت. العامل المحدد الرئيسي لكل درجة هو محتوى الكربون داخل الفولاذ. يمكن أن يتراوح هذا من ٠.٠٥ ٪ إلى ٢ ٪. تؤثر نسبة الكربون على العديد من الخصائص مثل القوة والهشاشة (الليونة) وقابلية اللحام لكل درجة من الفولاذ الكربوني. يمكن استخدام الفولاذ الكربوني للهياكل ومكونات السيارات والعديد من التطبيقات الأخرى.

٣. سبائك الصلب

سبائك الصلب هو مصطلح واسع ينطبق على الفولاذ الذي يحتوي على عناصر سبائك إضافية (فوق الكربون) مثل: الكروم والنيكل والموليبدنوم والمنغنيز والبورون والسيليكون والنيوبيوم. يمكن أن تشكل عناصر السبائك ١ ٪ إلى ٥٠ ٪ من السبائك. يعتبر الفولاذ منخفض السبائك عموماً يحتوي على أقل من ٨ ٪ من عناصر السبائك ويحتوي الفولاذ عالي السبائك على أكثر من ٨ ٪ من عناصر السبائك. سبائك الصلب هي فئة واسعة جداً. تستخدم درجاتها في العديد من التطبيقات المختلفة ، مثل الفولاذ المقاوم للصدأ لمنتجي الألبان ، أو الفولاذ المتقدم عالي القوة في صناعة السيارات.

٤. أداة الصلب

أداة الصلب هي مجموعة من درجات الصلب التي تم تطويرها بعناية لتعمل بشكل جيد كأدوات. إنه صعب للغاية ودائم ومقاوم للتآكل. هناك درجات مختلفة من فولاذ الأدوات ، لكنها تحتوي بشكل عام على ما بين ٠.٧ ٪ و ١.٥ ٪ كربون ، وهي منخفضة في المنغنيز ، ويتم معالجتها بالحرارة. يتم استخدام أداة الصلب لتصنيع بتات آلات ثقب الصخور وتزوير القوالب ، على سبيل المثال.

٥. التجوية الصلب

فولاذ التجوية هو فولاذ منخفض السبائك مصمم لمقاومة التآكل في التطبيقات الخارجية (أي أنه يعتبر مقاوماً للطقس). يتم خلط الفولاذ بكميات صغيرة من الكروم والنيكل والنحاس لتحسين مقاومة التآكل.

تقوم آلية التآكل ببناء طبقة مؤكسدة سلبية على سطح الفولاذ ، مما يمنع المزيد من التآكل. يستخدم الصلب التجوية عادة كأعضاء الهيكلية للجسور وغيرها من الهياكل ، حيث يتطلب القليل جدا من الصيانة لحياة مفيدة لأكثر من ١٠٠ سنة.

٦. الصلب الكهربائي

يتم خلط الفولاذ الكهربائي بالسيليكون (بشكل عام في حدود ٢-٣.٥٪) وله خصائص مغناطيسية موحدة. تدخل هذه السبائك في المكونات الكهربائية مثل المحركات الكهربائية والمحولات.

٧. فولاذ عالي السرعة

الفولاذ عالي السرعة هو فئة فرعية من فولاذ الأدوات المصممة خصيصا للأدوات سريعة الحركة مثل شفرات المنشار الدوارة. يشتمل الفولاذ على التنجستن والموليبدنوم كعناصر صناعة السبائك ويتم معالجته بالحرارة لإنشاء سطح شديد الصلابة. يتم تقييم الفولاذ عالي السرعة لصلابته الممتازة ومقاومته للتآكل.

* إنتاج الفولاذ وتأثيرها على بيئة:

يمكن أن يكون إنتاج الصلب كثيفا للطاقة ومؤثرا بيئيا بسبب الاعتماد على الوقود الأحفوري وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتوليد المنتجات الثانوية مثل الخبث والغبار. ومع ذلك ، أدى التقدم التكنولوجي وزيادة التركيز على الاستدامة إلى تحسينات في كفاءة الطاقة وإدارة النفايات وخفض الانبعاثات في صناعة الصلب. بالإضافة إلى ذلك ، أصبحت إعادة تدوير خردة الصلب في أفران القوس الكهربائي مصدرا متزايدا الأهمية للمواد الخام ، مما يقلل من الحاجة إلى خام الحديد البكر ويقلل من البصمة البيئية للصناعة.

على الرغم من أن إنتاج الصلب ضروري للمجتمع الحديث ، إلا أنه يمكن أن يكون له تأثيرات بيئية كبيرة طوال دورة حياته. تتبع هذه التأثيرات من مراحل مختلفة من إنتاج الصلب ، بما في ذلك تعدين المواد الخام والمعالجة والتصنيع والنقل والتخلص من نهاية العمر.

بعض المخاوف البيئية الرئيسية المرتبطة بإنتاج الصلب هي:

١. استنفاد الموارد

يعتمد إنتاج الصلب بشكل كبير على استخراج المواد الخام ، وخاصة خام الحديد - والفحم (لإنتاج فحم الكوك في عملية الفرن العالي). يمكن أن تؤدي أنشطة التعدين إلى تدمير الموائل وتآكل التربة وفقدان التنوع البيولوجي ، لا سيما في المناطق الحساسة بيئياً.

٢. استهلاك الطاقة

إنتاج الصلب كثيف الطاقة ، مع متطلبات طاقة كبيرة لعمليات مثل إثراء الخام - والصهر والتكرير. يساهم الاعتماد على الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة في مصانع الصلب في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتغير المناخ .

٣. انبعاثات غازات الدفيئة

غاز الدفيئة الأساسي المنبعث أثناء إنتاج الصلب هو ثاني أكسيد الكربون (ثاني أكسيد الكربون ٢). ثاني أكسيد الكربون ٢ يتم إطلاقه من احتراق الوقود الأحفوري في أفران الصهر ، وكذلك من التفاعلات الكيميائية المشاركة في تقليل خام الحديد. يمثل إنتاج الصلب جزءاً كبيراً من ثاني أكسيد الكربون العالمي ٢ الانبعاثات ، والمساهمة في تغير المناخ والاحتباس الحراري.

٤. تلوث الهواء

تطلق عمليات إنتاج الصلب ملوثات هواء مختلفة ، بما في ذلك الجسيمات وثنائي أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين (أكاسيد النيتروجين) والمركبات العضوية المتطايرة (المركبات العضوية المتطايرة). يمكن أن يكون لهذه الملوثات آثار ضارة على جودة الهواء وصحة الإنسان والنظم البيئية ، مما يؤدي إلى أمراض الجهاز التنفسي والأمطار الحمضية وتكوين الضباب الدخاني.

٥. استهلاك المياه والتلوث

يتطلب إنتاج الصلب كميات كبيرة من المياه للتبريد وعمليات المعالجة وتدابير مكافحة التلوث. يمكن أن يؤدي استهلاك المياه إلى إجهاد موارد المياه والنظم البيئية المحلية ، لا سيما في المناطق التي تعاني من ندرة المياه. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن أن يحتوي تصريف مياه الصرف الصحي من مصانع الصلب على معادن ثقيلة ومواد صلبة معقدة وملوثات أخرى تلوث المياه السطحية ومصادر المياه الجوفية .

٦. توليد النفايات

يولد إنتاج الصلب أنواعا مختلفة من النفايات ، بما في ذلك الخبث والغبار - والحماة. والإدارة السليمة لهذه النفايات والتخلص منها ضروريان لمنع تلوث التربة والمياه ، فضلا عن التقليل إلى أدنى حد من الآثار على النظم الإيكولوجية المحيطة .

٧. استخدام الأراضي وتدمير الموائل

تشغل مرافق إنتاج الصلب مساحات شاسعة من الأراضي ، مما يؤدي إلى تدمير الموائل وتدهور الأراضي وتفتيت المناظر الطبيعية. يمكن أن يتعدى التوسع في مصانع الصلب على الغابات والأراضي الرطبة وغيرها من النظم البيئية القيمة ، مما يؤدي إلى تفاقم فقدان التنوع البيولوجي وتدهور النظام البيئي .

تشمل الجهود المبذولة للتخفيف من هذه الآثار البيئية ما يلي :

١. التحسينات التكنولوجية: تنفيذ عمليات إنتاج أنظف وأكثر كفاءة ، مثل إعادة تدوير خرده الصلب ، والتقاط واستخدام المنتجات الثانوية ، واعتماد مصادر الطاقة المتجددة .
٢. التدابير التنظيمية: إنفاذ اللوائح البيئية للحد من الانبعاثات ، وتحسين ممارسات إدارة النفايات ، وتشجيع استخدام التكنولوجيات الأنظف.
٣. مبادرات الاقتصاد الدائري: تشجيع إعادة استخدام وإعادة تدوير منتجات الصلب لتقليل الطلب على المواد البكر وتقليل توليد النفايات.
٤. البحث والتطوير: الاستثمار في البحث عن التقنيات المبتكرة ، مثل احتجاز الكربون واستخدامه ، للحد من انبعاثات الكربون من إنتاج الصلب.

تواجه صناعة الحديد والصلب عدة تحديات في المستقبل، بما في ذلك :

١. التغيرات البيئية: يتعين على صناعة الحديد والصلب التكيف مع متطلبات الاستدامة البيئية وتقليل انبعاثات الكربون. يتطلب ذلك استخدام تقنيات إنتاج أكثر كفاءة من حيث الطاقة وتحسين عمليات إعادة التدوير.

٢. تحديات التكنولوجيا: يتعين على صناعة الحديد والصلب الاستثمار في تكنولوجيا المعالجة والتصنيع الجديدة لتحسين الكفاءة وتقليل التكاليف. من الممكن أن تشمل هذه التكنولوجيا الروبوتات والذكاء الاصطناعي والتحليلات الضخمة.

٣. التنافس العالمي: تواجه صناعة الحديد والصلب تحديات من التنافس الشديد من البلدان النامية التي تنتج بتكاليف أقل وتتمتع بمزايا تكنولوجية متقدمة. يجب على الصناعة تحسين التنافسية وتوجيه الجهود نحو تطوير منتجات وعمليات جديدة .

٤. تحديات التوظيف: يعتبر قطاع الحديد والصلب قطاعاً قوياً في بعض البلدان ويقدم فرص عمل كبيرة. ومع ذلك ، قد تواجه صناعة الحديد والصلب تحديات في توظيف وتدريب العمالة المؤهلة في المستقبل .

٥. الطلب والعرض: يؤثر التغيير في النمط العالمي للاستهلاك ، بما في ذلك زيادة الاهتمام بالاستدامة والتحول إلى الطاقة المتجددة ، على الطلب على الحديد والصلب. يعتمد نجاح صناعة الحديد والصلب في المستقبل على قدرتها على التكيف مع هذه التغيرات وتلبية احتياجات السوق .

المحتوى

- * تعريف الفولاذ
- * تاريخ الفولاذ وأهميته
- * إنتاج الفولاذ
- * أنواع مختلفة من الفولاذ
- * إنتاج الفولاذ وتأثيرها على بيئة
- * المصادر

- <https://www.greenspec.co.uk/building-design/steel-products-and-environmental-impact/>
- <https://www.jernkontoret.se/en/the-steel-industry/production-utilisation-recycling/environmental-impact-of-the-processes/>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>
- <https://www.ejaba.com/question/>
- <https://www.ecocooling.fr/>
- <https://www.kowalstwo-konstal.pl/equipment/>
- <https://www.mufahras.com/>
- <https://cityshin.ru/ar/steel/chemical-composition-of-carbon-steels-all-about-steel/>