

## Ferrous Metals

Metals which contain mostly iron are known as Ferrous Metals from the Latin "ferrum" meaning iron. Pure iron is too soft and reactive to be used on its own, but when alloyed with other elements it is one of the most important metals to the engineer.

Iron and the technology to produce it first came into use over three thousand years ago in Asia Minor and slowly spread throughout the world, replacing the earlier stone, copper and bronze ages. By five hundred BC the Greeks were making steel (perhaps accidentally) by working iron in a charcoal furnace.

Iron ores such as magnetite ( $Fe_3O_4$  - 72% iron) and haematite ( $Fe_2O_3$  - 70% iron) are quarried or mined from the earth's crust and converted by a series of processes into iron.



HAEMATITE IRON ORE



## Wrought Iron

Wrought (worked) iron is one of the oldest forms of purified iron. Early wrought iron was made in the fire from ore and charcoal. The heat was sufficient for the charcoal to reduce the iron oxide to iron, but not to melt it or allow it to absorb carbon. As a result the silicate slags were not refined away as is done now, but entrained in the material to produce a fibrous structure. For this reason, old wrought artefacts have lasted for hundreds of years. Iron may corrode, but not its coating of silicate slags.

In the Aston process for mass production of wrought iron, pig iron is refined by modern methods and then poured into molten iron silicate slag. The resulting semisolid mass is passed between rollers that squeeze out most of the slag. The wrought iron has 5% siliceous (glassy) slags which take the form of linear fibres giving the metal the characteristic grain running through it. It is tough, malleable, ductile, corrosion resistant, and melts only at high temperatures.

It is used to make rivets, bolts, pipes, chains, and anchors, and is also used for ornamental ironwork but due to its high production cost and comparatively low strength, wrought iron is now only used for specialist applications.

## Modern Iron Production

Today Pig Iron is produced by smelting iron ore in a blast furnace similar to that illustrated. The 100 foot tall steel body of the furnace is supported in a framework and lined with refractory material.

The charge material consists of iron ore which is first washed and then added to the blast furnace together with high quality coke - low in sulphur content, and limestone which melts and combines with impurities and forms a slag. During charging, the double bell arrangement forms an 'airlock' and prevents gases escaping. The furnace may be filled to the stock line and the charge material takes about eight hours to reach the bottom.

The blast furnace gases are cleaned of particles and burned as fuel in the hot stove, a cyclic heat exchanger, used to heat the compressed air entering the blast main, to about  $1000^{\circ}C$  at 50-60psi. This reduces by half the amount of coke required.

## Черные металлы (Ferrous Metals)

Металлы, которые содержат главным образом железо, известны как черные металлы из латинского "ferrum", означает железо. Чистое железо слишком мягкое и реактивное, чтобы его можно было использовать самостоятельно, но при легировании другими элементами он является одним из самых важных металлов для инженера.

Железо и технология его производства впервые использовались более трех тысяч лет назад в Малой Азии и медленно распространились по всему миру, заменив более ранний камень, медь и бронзу. В 500 году до н.э. греки сделали сталь (возможно, случайно), работая в печи с древесным углем.

Железные руды, такие как магнетит ( $Fe_3O_4$  - 72% железа) и гематит ( $Fe_2O_3$  - 70% железа), добываются из земной коры и превращаются в ряде процессов в железо.



HAEMATITE IRON ORE

## Кованое железо (Wrought Iron)

Кованое железо является одной из старейших форм очищенного железа. Раннее кованое железо было изготовлено в огне из руды и древесного угля. Тепло было достаточным для того, чтобы древесный уголь уменьшил оксид железа до железа, но не расплавил его или не смог поглотить углерод. В результате силикатные шлаки не очищались, как это делается сейчас, а увлекаются материалом для получения волокнистой структуры. По этой причине старые кованые артефакты хранятся сотни лет. Железо может корродировать, но не его покрытие силикатных шлаков.

В процессе Aston для массового производства кованого железа чугуны очищаются современными способами, а затем выливается в расплавленный силикатный шлак. Получаемая полусейдидная масса проходит между роликами, которые выдавливают большую часть шлака. Кованое железо имеет 5% кремнистых (стекловидных) шлаков, которые принимают форму линейных волокон, давая металлу характерное зерно, проходящее через него. Он прочный, ковкий, пластичный, коррозионноустойчивый и плавится только при высоких температурах.

Он используется для изготовления заклепок, болтов, труб, цепей и якорей, а также используется для декоративных изделий из железа, но из-за его высокой себестоимости и сравнительно низкой прочности кованое железо теперь используется только для специальных применений.

## Современное производство железа

Сегодня чугун производится плавлением железной руды в доменной печи, как показано на рисунке. Стальной корпус печи толщиной 100 футов поддерживается в каркасе и облицован огнеупорным материалом.

Заправочный материал состоит из железной руды, которая сначала промывается, а затем добавляется в доменную печь вместе с высококачественным коксом - с низким содержанием серы и известняком, который плавится и объединяется с примесями и образует шлак. Во время зарядки двойное расположение колокола образует «шлюз» и предотвращает утечку газов. Печь может быть заполнена до линии запаса, и зарядный материал занимает около восьми часов, чтобы достичь дна.

Газы доменной печи очищаются от частиц и сжигаются в качестве топлива в горячей печи, циклический теплообменник, используемый для нагрева сжатого воздуха, поступающего в доменную зону, до примерно  $1000^{\circ}C$  при 50-60 psi. Это уменьшает вдвое количество необходимого кокса.