

34695

編纂述譯治鐵



編司鐵煤溪本

811
88

冶鐵譯述彙編

目 錄

爐前班長須知

（一）高爐生產過程原理	1
（二）高爐冶煉指南	21
（三）高爐操作的混亂與事故	43
高爐的技術經濟定額	61
原料之評價	68
冶煉前礦石之初步處理	80
平爐鐵的冶煉	96
對於各種生鐵及其鐵渣的高爐操作	102
高爐出鐵口之處理	108

一九五一年十月

爐前班長須知

這幾個鐵的冶金問題是由A. A 奧茂夫與H. Г. 馬哈涅克著「爐前班長須知」中選譯的。

爲了看插圖方便，沒按原書圖的編號，是按選譯的幾個問題中的插圖次序重新編的號。

因爲初學習俄文，有幾人了解文法甚差，譯文中自然錯誤會很多。但由於國內至今尚未見到著作或者翻譯專門的冶鐵書籍，尤其關於指導操作技術觀點較先進的方面的，故大胆的選譯出這幾個問題，作爲高爐工作者們參考。希望讀者尤其對俄文有研究的同志們多予指正，糾正我們的錯誤，幫助我們前進。

一譯者

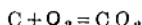
(一) 高爐生產過程原理

在高爐爐缸中炭素的燃燒

在高爐風口處炭素燃燒過程，對高爐內進行生產的過程，是異常重要的。由於燃燒過程的結果，生出來爲原料的加熱和熔解所必需的主要數量的熱量。

在風口處炭素燃燒的結果，造成氣體——還原劑——一氧化碳，氧化鐵向上升，由被加熱的氧化鐵中抽出氧，並變氧化鐵爲金屬，最後由於在高爐風口處，炭素燃燒的特性，關聯着固體原料下降的特性。

熱風中的氧與燃料中的炭，最初組成碳酸氣，在這時並生出大的熱量，如化合式：

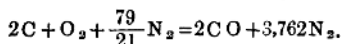


燃燒的結果發生出很高的溫度，並組成最初的碳酸氣，繼續遇到赤熱的炭素，很快的同炭素化合成爲第二次的化合，這就要消耗熱量：

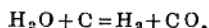
在這二次化合的結果造成氣體——一氧化碳



送入高爐爐缸的熱風中，含有21%氧，約79%氮和某些數量的汽。在燃燒過程中，參加的氮不起化合作用，可以下列的方式寫出：



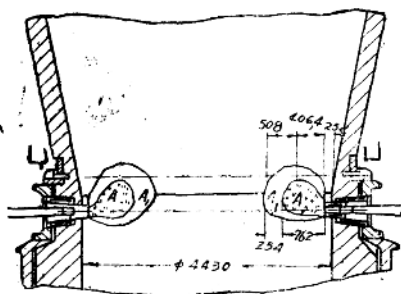
常常含在空氣內的水汽，進入高爐爐缸中，與赤熱的炭素互相作用，形成一氧化碳和氫，按化合式：



在風口處炭素燃燒過程的結果，形成由一氧化碳，氫和某些數量水所組成的氣體，爐缸內氣體平均成份如下：35%一氧化碳，65%氫和這以外有其種量的氫（0.8%~1.6%）含氫量與熱風中含的水份有關係。

向高爐爐缸內連續送風時，在風口處就形成所謂：「氧化帶」，那裡氧化的氣體，是氧與炭酸氣體。氧化帶分佈由風口嘴到爐缸深處及四側有某些距離。氧於燃燒過程被消耗之後，在氣體中剩下的是炭酸氣，其所佔容積離風口嘴多少較遠些。

高爐爐缸內燃燒的分佈略圖如第一插圖所示：



圖一 高爐爐缸內燃燒帶分佈略圖

同時氧化帶分佈于風口嘴處以A字標示，而含炭酸氣的氧化帶，以A₁字標示。

在風口處氧化帶的尺度和形狀與下列各項有關係：

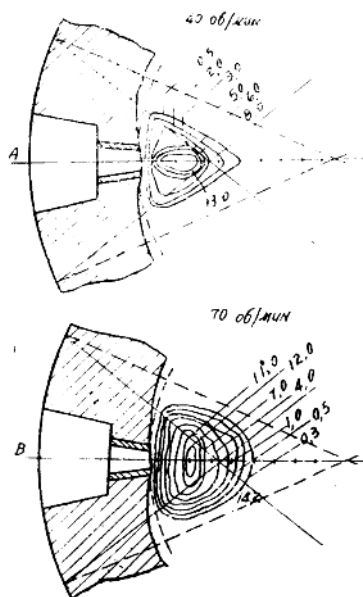
①燃料的質量；②氣體的抗壓性；③熱風的情況。

燃料質量對氧化帶尺度的影響，決定于燃料與氣體接觸面的大小。在燃燒過

程中，燃料塊的表面越大，則完成燃燒過程就越快，表面大小也與透孔率有關係，透孔率越大，表面也就越大。

在作業中，用大透孔率的燃料，——木炭——則完成燃燒過程較快，並造成尺寸較小的氧化帶。焦炭的透孔率比木炭的透孔率小，而焦炭高爐中氧化帶的尺寸比木炭高爐中氧化帶的尺寸大。造成的氧化帶最大，是高爐用無煙煤作業，原料密度最大，透孔率最小時。

氣體抗壓性對氧化帶尺寸的影響，與經過風口送入的風量有關連的，科學院士 M.A. 巴甫洛在馬格尼道戈爾工廠研究指出，氧化帶容積是隨着風量增加而增加，同時風增加50%，燃燒帶僅僅增加10%。



圖二 在熱風的各種數量與抵抗性時同燃燒帶的比較

在爐缸中形成的氣體的抗壓性，給予氧化帶形狀很大的影響：氣體抗壓性越大，造成的氧化帶越伸長向爐缸的中部。在氣體抗壓性小時，氧化帶就顯著向上升，和氣體向爐缸中部滲透的少。

在各種熱風數量與其抗壓性時，燃燒帶情況的比較，引入插圖二內。

圖內標示在鼓風機每分鐘40與70迴轉數燃燒的情況。數字是表示含氧電。

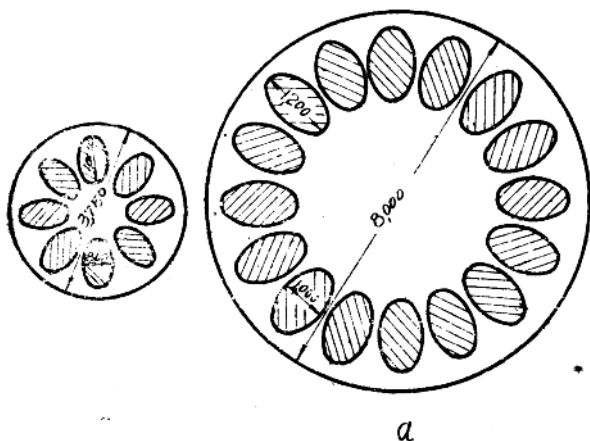
熱風加熱溫度，對氧化帶尺寸有大影響：溫度愈高，氧化帶尺寸愈小。提高溫度時，這與燃燒反應完成的比較快相聯系的。

氧化帶的式樣與輪廓，也與往各風口送進熱風的分佈有關，就是與風口數目及直徑有關。

氧化帶對原料下降的影響

完成燃燒過程，是只能在高爐風口處有限度的空間內，同時完成原料下降主要方式是在燃燒帶之上。在爐缸內，其它部份不發生燃料燃燒；在這些不發生燃料燃燒部份上，自然地發生配料緩慢的下降。

如果是燃燒帶分佈在爐缸斷面所有面積上，這可看出所有的原料柱平衡的



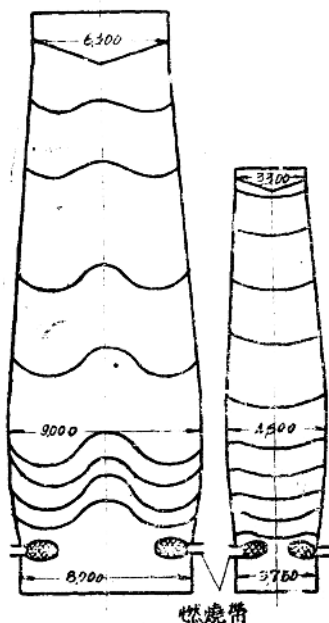
圖三 在大高爐內(a)和小高爐內(b)燃燒帶分佈略圖

下降。當燃燒帶佔爐缸面積不大的情況時，原料下降就發生不平衡。

燃燒帶佔有的面積，（它常常的叫做「有効帶」）和燃燒不發生燃燒的面積，（「無効帶」）的關係，與高爐爐缸直徑的大小有巨大的差別。

從三圖中顯著的看出，小高爐內的燃燒帶，擴展在爐缸斷面上的巨大部份，同時在大高爐內燃燒帶於近風口處佔有限的面積，而在爐缸中央部份，有斷面圓周直徑4.5米沒有燃燒。

由於氧化帶分佈的條件，產生的原料運動的特點，在大高爐內有巨大區別。在小高爐內爐缸斷面大部份上燃料燃燒，所以原料柱下降平衡比較大。在這裡下



圖四 在大高爐與小高爐內原料運動的路圖

降原料受爐牆摩擦的阻滯，所以能看出原料在爐中心運動速度大些。大高爐內原料進行下降速度地分佈於爐牆的燃燒帶之上，在爐缸的當中，（圓周直徑4.5米）沒有燃燒；在這裡配料柱下降的很慢，其中炭素，部份地消耗，在氧化物還原反應上與熔解在生鐵中。因此在大爐中，看到在靠近爐牆處配料下降速度大，在爐中心配料下降速度顯著的慢。在爐下部（爐缸爐腹）斷面上能看出原料下降速度特別顯著的差別，而在大高爐的爐頂也能看出原料下降速度，在爐中心下降比靠爐牆下降慢一倍半。原料運動在大高爐和小高爐內的輪廓如四圖標示：

高爐內配料與氣體的運動

礦石變生鐵的過程，完成于兩個主流的相互作用； 1. 逐漸下降的原料的主流，它被逐漸加熱，並在熱量與還原劑的作用下，改變本身的物理狀態與化學成份； 2. 向上升的熱汽體主流，它與原料接觸，對原料加熱並從原料中抽出氧。（還原）

進行成功的過程，是與氣體轉給原料熱量的條件及還原條件有關係。轉移給原料熱量，與氧化物還原，只能在氣體與固原料緊密的接觸時完成，然而這樣緊密的接觸，只能在氣體平均分佈予原料中時。

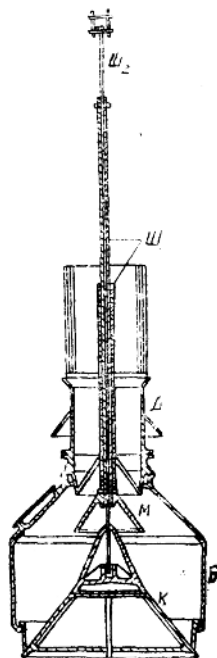
在這種場合，單位生鐵消耗燃料最低，高爐生產能力最大。在配料中煤氣分佈不平衡時，原料的圖景是另種樣：在經過大量煤氣地方，它不能及時給固體的原料全部熱量，並帶着高溫從爐中走出，而不能利用；在有少量煤氣經過的另外地方，它們來不及對原料加熱到氧化物還原的溫度。在這種場合，原料降到爐下部時不能被還原。煤氣在固體原料中分佈不平衡的結果，冶鍊出的單位生鐵，新消耗的燃料增高，而高爐生產能力降低。

熱汽體主流的分佈，同配料對汽體運動的抵抗相適應。在配料抵抗小的部份內，那裡通過大量的氣體，然而在原料給予汽體運動抵抗力較大的部份內，那裡走過少量的汽體。顯然地，為達成氣體平均分配必須在高爐各部份內，配料抵抗獲得平衡。

配料各個部份，對汽體運動的抵抗力，或者相反的力量——汽體滲透性，有巨大的差別。礦石具有比燃料小的滲透性。小的原料（礦石或者燃料）比篩選的大塊也具有小的汽體滲透性。礦石與燃料塊混合一起，具有比以單獨層分佈的同

樣礦石與燃料塊的汽體滲透性小。配料各個部份對上昇氣體主流抵抗有巨大的差別，造成裝入高爐內配料達到不平衡分佈的困難。配料達到對氣體運動抵抗平衡，是在爐頂內用適當的分佈原料方法造成。

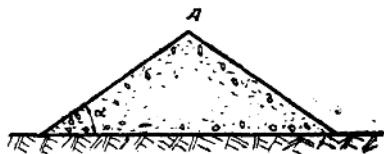
在爐頂分佈原料的目的，是造成裝入配料給上昇氣體主流平均的抵抗。靠爐牆處，一般的對氣體運動抵抗比較小，在這裡氣體顯大量走。所以爲了在配料中達到氣體的平衡分佈，須要向爐牆裝入帶有對上昇汽體運動主流給以很大的抵抗的原料。在高爐頂內原料分佈不平衡的程度是不定的，是以高爐的實際情況（高爐的尺寸，裝入原料的性質）來判斷的。



圖五 裝料設備

在大多數場合內，在高爐裡裝料是用裝料的設備進行如圖五，其方法是用料鐘散佈原料。

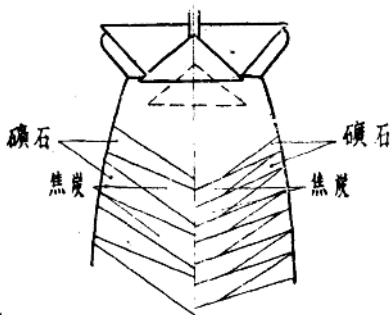
如一般規則，礦石與燃料以各個固定份裝入爐內。一份燃料從大料鐘落入爐內，名為燃料的一批裝料，一份礦石從大料鐘散落入爐內，（與熔劑在一起）名為礦石的一批裝料，礦石及燃料與一般的散落原料具有固定的自然的傾斜角。圖六



圖六 散落原料的分佈

自然傾斜角上的料塊由于料塊自有重量的影響，開始從堆向下滑落。所以當原料單獨的自由降落時，同原料降落一起，組成原料下降的尖峰（堆頂）A，（圖六）原料塊從堆頂向各方面散落。自然的傾斜角 α 對焦炭約等於 26° ，而礦石約等於 40° 。

在單獨的一批礦石料，或者單獨的一批焦炭料，從料鐘散落時，料塊按着以前裝入的原料開始散落，其組成之表面，與以前裝入料自然的傾斜角相適應的。

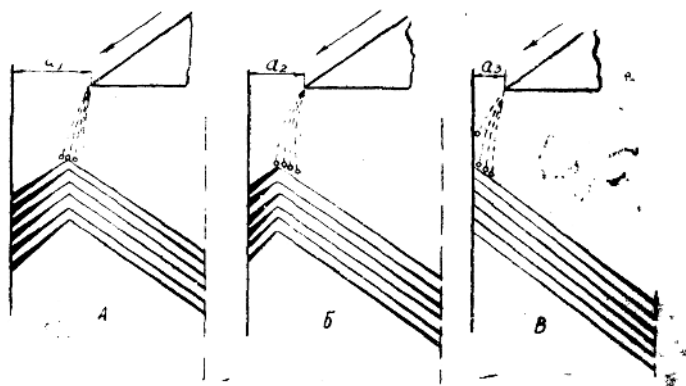


圖七 高爐內原料的分配

因為礦石與焦炭的自然傾斜角有區別，造成如七圖指出的原料層的分佈。靠高爐牆的礦石層，比在爐中央的厚，而焦炭層則相反——在爐中央，比靠爐牆的厚。這巴里式漏斗裝料給予希望的原料分佈；氣體滲透性小的原料（礦石），靠爐牆處分佈的料層厚，向爐中部料層則逐漸的薄，然而氣體滲透較大的原料（焦炭）相反地，分置在爐中部的料層比較厚，向爐牆的料層則比較薄。

與爐頂內原料分佈有關係的：1.料鐘邊與爐頂牆之間的「間隙」大小；2.裝料水平線的情況；3.一批料的大小。

料鐘邊與爐頂牆之間間隙或者距離的大小，對原料分佈性質，有很大的影響。假設（圖八A）在很大的「空隙」 a_1 時，原料以料鐘散落，在這種場合內，原料降落的尖頂，位置於距爐牆有很大的距離處。原料碎塊，由於它們大的摩擦，分置於降落處，就是在堆頂，大塊也按着以前裝入的原料堆表面滑落、並集中在爐牆。靠爐牆對氣體運動的抵抗，與堆置原料頂處比較不大。

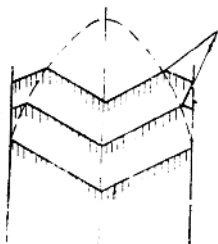


圖八 原料從料鐘降落的路圖

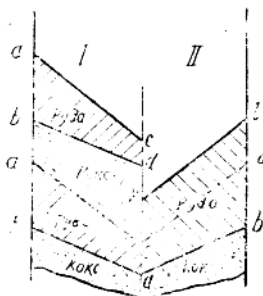
在縮小空隙時（圖八B），料降落堆頂靠爐牆附近，最後（圖八B）在固定空隙大小 a_3 時，料堆頂靠爐牆。在這種場合內，碎小原料分置靠爐牆處，而比較大的塊滾落爐中央。最好的原料分佈，當原料降落頂尖，分置靠高爐的爐牆處時。空隙的大小，與礦石塊的大小有關係；在裝小塊礦石時間隙採用 600—800

mm，裝大塊的礦石，間隙可到950mm。

由於裝料水平線的情況，或者由於裝料鐘的距離，對原料分配的影響，從九圖可看到的。



圖九 料線對原料分配的影響



圖十 每批配料大小對原料分佈的影響

如果是裝料水平線設備很高，則料堆頂遠遠的離開爐牆。當爐不滿時，裝料水平線降低，料堆頂就分置靠爐牆。這樣的裝料水平線，對該爐說是標準的。繼續降低裝料水平線，也引起原料尖頂從爐牆離開，因為下降的原料與爐牆在撞擊時，由爐牆返回。

調整原料分佈，也用改變礦石與焦炭一批裝料之大小的方法。為了解關於一批料大小的影響，看兩種礦石裝入的分佈：就是一批料固定的量和在增加兩倍時（圖十）。礦石與焦炭在第二種場合的降落，比較第一種場合內增加兩倍的分數。假設料鐘放下一，裝入礦石一萬公斤的一批料（第二種場合），和同採一萬公斤礦石由大料鐘兩次放下而裝入（第一種場合），很明白地在第一種場合內，礦石組成兩個料層，其中每個料層，靠爐牆的厚度為 a, b ，和在爐中部的厚度為 c, d 。在同一的時間，從裝料鐘散落所有礦石的一批料，造成原料分佈另外的情況。第一種五千公斤礦石，如同在第一種場合內分置，並在爐中部組成料層等於 c, d ，而在爐壁等於 a, b 。下個五千公斤，同第一種同一時間降落，分置於它們上邊，同時在這種場合內，礦石料層厚度，在爐中部和靠爐牆將一樣，就是 $CK = a, l$ 。

很明顯的CK量比cd大，然al量比ab小。換句話說，一批料增加，就引起裝入料於爐中部的礫石數量增加，和減少靠爐牆的礫石量。在這種場合內，焦炭的一批料的分佈則相反。

在爐內的原料運動，是在燃料燃燒與原料熔解的空地上，同時由上層原料壓力與重量影響下進行的。

在原料運動中，逐漸破壞，在爐頂內由單獨裝入的礫石與燃料份所組成的料層。

各種原料帶有各種速度運動，這些原料超過另外些原料，依靠這進行原料混合。

如果組成部份的關係，長期間保持不變更，這生產品的造成不會發生超過。

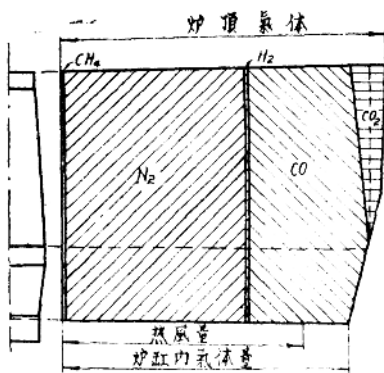
在高爐內氣體運動。在原料塊中間氣體運動與分佈，與配料抵抗有相互關係。配料任何部份抵抗越大，氣體通過這部份就越小，相反的氣體通過配料部份抵抗弱地方，它通過的數量就較大。當這氣體平衡地經過原料柱時，是氣體最好的分佈。

氣體經過原料柱運動原因，是氣體在高爐爐缸內和在爐頂內壓力差的關係。
(壓力的大小)

氣體經過料層運動，部份壓力消耗在克服原料阻止力上。壓力損失的大小，主要依從配料的氣體滲透性：配料滲透性越大，壓力損失越小。在木炭高爐中，氣體壓力損失最小，因這種爐內裝滿優越透孔率的木炭。在以碎礫石作業用耐壓力小的焦炭冶煉，或者粘渣冶煉時，氣體壓力損失特別大。在這種場合內，上升的氣體有力的「攀住」下降的原料柱，就引起了棚爐。

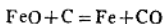
在熱氣體自己運動道路上，給與下降的原料熱量。氣體轉給配料的熱量與配料的物理性質有關係，主要是配料的透孔率及料塊的大小。原料透孔率越大，礫石塊越小，則熱氣體加熱於它們就越快。然而熱量轉移過程，也就與氣體平衡分佈和氣體主流速度有關係。因氣體平衡的分佈，才發生原料的平衡的加熱，並改善了熱量轉移的條件。

氣體在爐內運動時，改變它的成份。氣體從爐缸向爐頂，在它運動的道路上，發生各種變化過程的結果，改變它的數量和成份；這種變化如圖十一標明。



圖十一 在高爐內氣體成份的變化

氮在化學過程不起變化，其數量在全高爐中同樣被保持着。氣體向上運動時，因為炭素與氧化物相互作用，開始造成一氧化碳，而增高氣體數量。如化合式：



一氧化碳數量的增長，在爐缸內高溫界開始，由900—950° C 高溫界限，低於這種高溫界限碳與氧化物不發生相互作用。溫度再高些，相反地一氧化碳數量減少，因為消耗在氧化鐵還原化合中。（例如 $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$ ），然而在這樣情況下，氣體內出現碳酸氣體，其數量是逐漸增加，也由於石灰石的分解而增加其數量。如化合式 $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ 。氮的數量也增加，因為，配料中部份水份，在與一氧化碳相互作用時分解出，如化合式 $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} = \text{H}_2 + \text{CO}_2$ 。

在靠風口處燃燒過程，和氣體與原料間相互作用過程的結果，於高溫時組成爐頂氣體，其他份是一氧化碳、氮、碳酸氣體、氫和少量的沼氣。

在焦炭冶煉時一般的爐頂氣體成份：

8—14% CO_2 ，26—32% CO ；2.5—3.0% H_2 ；0.3—0.4% CH_4 ；57—58% N_2 。

氣體在木炭高爐冶煉時，由燃燒與還原的結果所組成的和從木炭中揮發的氣體同化，因之爐頂氣體有顯著的變化。

木炭高爐爐頂氣體成份：

10—13%CO₂；26—30%CO；6—8%H₂；2.0%CH₄；50—52%N₂。

高爐內原料大降的變化

裝入在爐頂內的原料，逐漸的向高爐的低部下降。在其自己運動的道路上，被上升的熱氣體加熱。被氣體加熱與相互作用的結果，下降的原料起了變化。首先開始蒸發出吸收在原料表面的水份，（附着於原料的水）以及化學化合物的水酸化合物。然後開始分解碳酸鹽。

在這些準備過程次序之後，進行氧化鐵及其他原素的還原過程。還原的過程開始在200°—400°C低溫時，在高爐爐缸內溫度到1400°—1500°C時完成。在還原時，從氧化鐵抽出氧，逐漸造成金屬鐵，在金屬鐵內，熔解炭素和熔解高爐內還原的其他原素。

熔解在鐵內的混入物，降低鐵的熔解點，鐵熔解以點滴形式流入在爐缸內，集中於爐底。在礦石內同鐵氧化物一起，還含有雜質，這雜質逐漸的下降，被慢慢的加熱。為降低熔解點對雜質補加的專用的熔解劑使化合在一起。在達到足夠的高溫時，雜質轉變成液體狀態成為渣，這渣點滴的流入高爐爐缸內，並置於爐缸內存有的生鐵的上層，因渣比重較生鐵輕兩倍半。

成功的完成準備過程，與原料的物理性質及氣體和配料運動條件有關係。原料物理性質，主要的表現在原料的塊度上。礦石及礦石的塊度越小，準備過程及還原過程就越快。然而因礦石與熔劑的破碎，低於規定的限度，會劇烈的減少配料的氣體滲透性，氣體遇到大的抵抗，它的壓力（「塞住」配料）（«Подпор» шихты）增長，開始破壞原料平衡的下降。

當原料下降快時，大塊原料來不及充份加熱，而在低溫時還原。絕大部份準備過程及還原過程轉移到高溫界內進行，引起了增高原料消耗和降低高爐的生產能力。

這種現象特別是在配料下降不平衡時，在爐操作「掛料」與「排風」時顯著。

在氣體分佈不平衡時，看到下列的圖案：在某部份經過大量氣體，原料還在爐上部水平線已被加熱到高溫，絕大部份的準備過程與還原過程在高溫中完成；

在另一個部份經過少量氣體，原料被慢慢的加熱，下降到高爐的深部，這說明它還沒有還原；第一部份及第二部份情況，均引起增高燃料的消耗。

原料裝入高爐內立即開始了蒸發原料中摻入的水份。在原料表面上的水份蒸發得尤其快，摻入在配料塊內部的水份，因它被緩慢的加熱蒸發可能被延長。

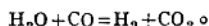
摻入燃料塊的水份，因燃料有透孔率，被蒸發快，然而在這種場合內，排出的大量的水份，帶來危害，因為很快的從燃料塊內部，排出大量的水蒸氣，促使燃料損傷。

這樣，存於礦石及燃料塊表面附近的水份，可以算為無害的。這水份是由於排出氣體的熱量而蒸發出來，從這觀點說，用水澆礦石不增高燃料消耗。水份大量在礦石與燃料塊的內部，已經帶來大的損害。

化合的水份比摻入的水份被保持比較久，並在比較高溫時排出。這種水份在大多數的場合內，同氧化鐵化合物在一起。 $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \text{——} \text{褐鐵礦})$ 。這個水份排出開始在溫度 $200^\circ\text{—}300^\circ\text{C}$ 時，完成是在比較高溫時。

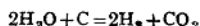
從氧化鐵化合物中排出化合的水，需要消費某些數量的熱量，除此在比較高溫時，排出的水蒸氣，能同一氧化碳和碳相互作用。

在溫度 $400^\circ\text{—}700^\circ\text{C}$ 時，能同一氧化碳相互作用，按化合式：



伴隨着排出熱量的反映，對高溫冶煉不應當算為有害的。

假如化合水份，在溫度高過 $700^\circ\text{—}1000^\circ\text{C}$ 時排出，這就與固定炭（Твёрдый Углерод）化合需要消耗很多的熱量。按化合式：



此外，在排水蒸氣與炭化合的場合內消耗炭。

為處置褐鐵礦的化合水份，在高爐生產過程中的損害，常常的預先焙燒褐鐵礦。不焙燒褐鐵礦，必須很慎重的在冶煉前與在爐頂內分佈做準備工作，保證在低溫時排出水份。

碳酸鹽分解。在高爐的配料中，常常的包含着各種碳酸鹽，形成菱鐵礦 FeCO_3 ，碳酸錳礦 MnCO_3 ；碳酸鈣與碳酸鎂 CaCO_3 和 MgCO_3 ，主要從熔劑——石灰石進入。所有碳酸鹽跟着配料下降，被逐漸地加熱，並在高溫時分解，消耗大的

熱量，而排出碳酸氣體。 (CO_2)

雖然碳酸化合物，在 $500^{\circ}\sim 900^{\circ}C$ 溫度時強烈的分解，從這些化合物塊內部排出碳酸氣體，由於傳導給這些化合物塊的內部熱量弱，需要多的時間。因此不完全分解的碳酸鹽，常常的落入在高爐底部。

碳酸鹽分解的晚，並在高溫時從其中排出的碳酸氣體，對高爐作業有很大的損害，同時引起增加燃料的消耗，及降低高爐的生產能力。

為了減少碳酸鹽晚分解的壞影響，石灰石部份，要注意慎重的破碎，要注意很正確的分佈原料及氣體於高爐內。

因為石灰石對高爐操作上有特別壞的影響，有時轉移石灰石的分解過程於燒結機上，這就是所謂製造礬石與石灰石的自熔燒結法。

還 原

1. 鐵的還原。

還原意味着以專用的還原劑，從氧化物抽出氧的過程。

鐵和其他元素的氧化物，這些元素與氧是化學的化合物。

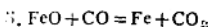
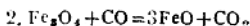
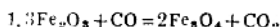
部份地，鐵與氧組成化學的化合物——三氧化二鐵 Fe_2O_3 ，磁性氧化鐵 Fe_3O_4 和一氧化鐵 FeO 。同氧化合最持久的是一氧化鐵 FeO ，比較不持久的是磁性氧化鐵 Fe_3O_4 ，不持久的是氧化鐵 Fe_2O_3 。

還原時逐次剝落的氧原子的道路如下列順序：



還原劑是同氧化合的物體：一氧化碳 (CO) ，氫 (H_2) 和碳 (C) 。在低溫時這些物體同氧化合很慢，然而隨着溫度增高，它們與氧化合的速度很快的增長。

用一氧化碳進行還原按下列反應：



還原的結果造成碳酸氣體。在高溫時，可能被碳酸氣體形成可逆的反應為氧化鐵。