

底 炉 炉 平

В.А.ДЕМЕНТЬЕВ 著

徐 强 譯

鞍鋼編輯委員會出版

TF748.3

В. А. ДЕМЕНТЬЕВ

平 爐 爐 底

徐 强 譯

鞍 鋼 編 輯 委 員 會 出 版

В. А. ДЕМЕНТЬЕВ

ПОВЫШЕНИЕ
СТОЙКОСТИ ПОДИН
МАРТЕНОВСКИХ ПЕЧЕЙ

МЕТАЛЛУРГИЗДАТ

1950

譯 者	徐 强
出 版	鞍 鋼 編 輯 委 員 會
總 經 售	新華書店東北總分店 (瀋陽馬路灣)
印 製 冊 數	0001——2000冊
定 價	9,000元

1953年3月出版

校 者 序

我們強大祖國的煉鋼者正在日新月異地提高鋼的產量，改善鋼的質量及平爐作業的技術經濟指標。

戰後斯大林五年計劃賦給蘇聯冶金者的任務是龐大的。在實現這一偉大計劃所有戰士們的先進行列中進行着的是馬格尼托哥爾斯克與命名為斯大林庫茲涅茨克鋼鐵公司全體冶金者——號召蘇聯全體冶金者廣泛地展開提前完成戰後斯大林五年計劃的發起人。

這一愛國主義的號召，獲得了所有的鋼鐵工廠的熱烈響應。許多工廠在3.5 和4.0 年中完成了戰後斯大林五年的煉鋼計劃。許多先進煉鋼技工的個人保證是每人在五年中超計劃生產7,000到10,000 噸鋼，而實際超額地完成了自己的保證條件。

在1950年，煉鋼技工的社會主義競賽大力地開展起來了。馬格尼托哥爾斯克公司的三號平爐煉鋼技工在哈洛夫、吉努洛夫及西明諾夫同志曾提出保證：嚴格節約原料、燃料、耐火材料及其它材料，這樣，在1950 年中節省1,000,000 盧布，超過計劃地熔煉12,000噸鋼；其中1000噸是用節省下來的原料及燃料所煉製的。

冶金設備的高度節約作業與降低產品成本的競賽在所有的工廠中展開了。只在四、五月份中，社會主義競賽的首倡者超過計劃熔煉了3751噸鋼，在此階段中節約了232,000 盧布。諾娃——達吉斯克鋼鐵工廠的煉鋼技工柏拉特夫同志在1950年第1 季度中超過計劃1362噸鋼，節約了1100噸原料與230噸燃料。

在蘇聯生長起來了成批快速煉鋼技工的大軍。先進生產者的行列中常常湧進青年煉鋼技工——昨天剛剛在工藝學校畢業的學生。

快速煉鋼工的成績究竟是什麼東西決定的呢？

(1) 最先進的技術，其中包含着已裝備的我們冶金工廠自動操縱設備；(2) 生產組織，由於徹底改進了生產組織，因而我們先進的企業中的工作人員曾榮獲1949年的斯大林獎金；(3) 煉鋼技工與所有的服務人員的

工作高度熟練；（4）持久的學習與對自己的知識進一步鑽研；（5）社會主義的競賽和先進經驗的傳播；（6）具備生產技術操作規程及嚴格的遵守。

煉鋼工們在大型平爐煉出的鋼佔總產量的大部份，他們的工作是值得蘇聯的冶金者自豪的。蘇聯大型平爐的日曆時間每小時的平均產量大大高於外國。在這些成就中，爐底的作業良好起着很大的作用，而爐底恰能顯著地決定着平爐良好作業。

大爐因爐底出坑和補修而停止生產的時間佔日曆時間之1.5—2.5%。目前，爐底的作業期限常常超過10年。這說明蘇聯的冶金者善於製作平爐爐底，並能正確地操作。

吉敏齊耶夫的“平爐爐底”一書是對於新爐底製作，新燒結層損壞的原因以及各種因素對作業中的爐底損壞影響等問題經過多年研究的結果。該書以很大的篇幅詳盡地分析了作業中的缺陷並分別地陳述了其產生的原因。本書主要部分中的研究資料，對於現階段許多剛剛掌握現代大平爐操作的蘇聯冶金者有很大關係。許多平爐上操作人員都是新的煉鋼技工，他們有工廠的建築工、挖土工、混凝土工及裝配工。現階段是掌握大型平爐同時及訓練青年幹部的階段。隨着生產的增長，掌握了技術的煉鋼工及工長幹部也成長起來了。

著者所陳述的平爐作業中之缺陷及引起這些缺陷的原因，已成為歷史資料，如果更廣泛地來熟識這些曾發生過的歷史，將會帶來很大的益處。因為它能使人們全部弄清楚各種因素對作業中爐底的壽命及可靠性之影響，並幫助來防止作業中的缺陷再度發生的可能性。

該書理論部份的陳述是正確的，並足夠充實。

И. В. 瓦西里耶夫

前 言

平爐作業室的基底稱為爐底，煉鋼就是在它表面上進行的。它經常處於高溫作業條件下，不斷地遭受鋼液，熔渣和煤氣所產生的化學及物理方面的侵蝕，並且還負荷一爐鋼的全部重量，包括靜壓力和動壓力。爐底是平爐耐火材料最重要的一部份。但是，目前對於爐底的製造與提高其壽命問題，研究仍然不夠。

大家都知道，爐底燒結層的製作、破壞及蝕損過程的理論研究是很少的。譬如爐底組成的重要材料它們之間在數量上的配合關係；以及燒結所用原料的物理性質和化學成分；修理或製作燒結層階段中的平爐熱負荷及新加入爐底材料層的加熱時間，都還未完全弄清楚。製作新爐底的方法，平日的操作，以及爐底作業層的補煉，現今仍然停留在實踐上，而各工長的實際操作各有不同。

在決定爐底建築的構造問題方面，平爐煉鋼工作者的意見仍然是十分紛歧的。例如爐床形狀；爐底的主要相關尺寸；爐底砌磚及燒結層的必要厚度；採用各種耐火與絕熱材料的可能性；砌磚的方法及次序和其它許多問題在實際工作中的估價都不相同。由於對結構因素評價方面的矛盾及意見不一致的結果，使製造爐底類型有很大差別。正因為如此，在平爐的同一作業條件下，各種類型的爐底壽命及耐久性就完全不同。

爐底構造的理論與實踐之落後性對平爐作業的進步起着非常不良的影響。這種影響主要標誌之一，就是由於爐底不良而停爐，也就是所謂因出坑而煉爐。

平爐每年平均因出坑而修補爐底之非生產時間在不同的車間中大致佔日曆時間2—3%，而在組織不好的工廠中竟達6%。

如果考慮因出坑停爐的同時，還有耐火材料蝕損的增加，非生產燃料的消耗及勞動力的浪費，則全面研究平爐爐底的必要性便完全清楚了。

此研究工作自1933年開始，至1947年止。研究的對象是185噸的平爐爐底，其使用的燃料為高爐與煉焦的混合煤氣。原料是用70—80%的熔鐵。

由於對爐底工作進行了15年有系統的觀察及在工廠中進行了大量的試驗，所以才得以積累下述資料。

這些資料都是經過特別詳細研究的，它包括50個新建爐底，28個蝕損和破壞的爐底，64起爐底滲鋼並漏鋼事故。

目 錄

校 者 序 前 言

第一章 平爐爐底的厚度

爐底的燒結層.....	2
爐底砌磚.....	4
馬結爾打結層.....	6
絕熱層.....	9
結 論.....	11

第二章 爐底新燒結層的製造

平爐爐體和爐底的加熱.....	13
爐底的渣洗作業.....	17
爐底燒結材料的成份.....	18
燒結層組成過程.....	23
供熱制度.....	26
燒結時間.....	30
燒結層的製造及質量檢查.....	33
結 論.....	35

第三章 新製燒結爐底破損原因

第一種情況.....	37
第二種情況.....	38
第三種情況.....	40
第四種情況.....	41
第五種情況.....	42
第六種情況.....	43

第七種情況	46
第八種情況	47
第九種情況	48
第十種情況	49
第十一種情況	50
第十二種情況	50
結 論	51

第四章 燒結爐底作業蝕損原因

爐底的形狀和輪廓	53
燒結層的化學侵蝕	56
燒結層耐火度的變化	59
修補燒結層的原料配合比例	65
供熱制度	66
修補層的燒結時間	68
燒結層中的氣孔	69
原料中生鐵的影響	74
鋼中含炭量	77
熔渣碱度	77
未裝料平爐的停滯結果	79
精煉時間	80
爐底坑清理方法	81
燒結層之機械性破壞	82
水對爐底的分解作用	83
燒結層中裂紋的組成	84
平爐出鋼口	85
季節的影響	87
組織問題	87
結 論	88

第五章 新燒結爐底製造規程

原料之配合	90
平爐供熱制度	91
燒結前爐底渣洗作業	92
燒結過程	92

新燒結爐底的渣洗作業.....	94
新燒結層的處理.....	94

第六章 燒結爐底維護規程

工作組織.....	96
原料配合.....	96
爐底坑的清理.....	97
供熱制度.....	98
燒結層的補煉.....	98
事故爐底的修補.....	99
參 考 文 獻	

第一章 平爐爐底的厚度

185 噸平爐爐底的厚度在考查階段中為 800—1300 公厘，其中砌磚厚度為 360—820 公厘，燒結層為 150—645 公厘。尺寸的差別如此之大，由此便可以證明那時爐底適當的厚度問題尚未得到解決。

在設計和建築平爐時，爐底的砌磚與燒結的厚度是根據各廠作業中的經驗作為資料而加以選擇。但是，由於各資料的差別懸殊（砌磚厚度的差別達 250%，燒結厚度的差別達 400%），新建爐底的厚度之所以差別極大，這是由於對爐底厚度選擇問題上有着兩種相反的理論所造成的。

依第一種理論：如果在平爐作業過程中爐底得以冷卻，則其壽命與耐久性將能得到提高。爐底的冷卻論是從 16 世紀開始的，那時還是在精煉爐（Кришная печь），而後是在鍛煉爐〔1.2.3〕，從此又移用到平爐上。平爐的爐底冷卻，應當使用下列各項方法〔4.5.6〕：

1. 蓄熱室的位置是在平爐的兩端部份。假若蓄熱室的位置如此，則空氣流易於達到爐底，因此爐底的外部表面得以沖洗而有系統的冷卻。

2. 爐底外部的骨架，使用專門構造的鑄造底板；該底板的厚度必須較大，並須有筋棧，以便加強散熱作用。該板由於受到外部空氣對流的沖洗，能使爐底耐火砌磚的底層的散熱作用大大加強。

3. 在不致引起爐底滲鋼的原則下，儘可能地減少燒結層及砌磚的總厚度。在爐底砌磚中使用絕熱材料是認為有害而不允許的。

4. 利用壓縮空氣定時的吹冷爐底外部。這種方法只能在爐底外部燒紅或者耐火磚的耐用性局部降低的情形下方可使用。

依第二種觀點則必須減少由於爐底所損失的熱量。為了順利地解決該項問題應當〔7.8.9〕：

1. 用鐵板製成較薄的板材代替厚而帶筋棧的底板。

2. 以粘土砌磚層來增加爐底的厚度。

3. 爐底底層砌磚時採用專門的絕熱材料。

這樣，在爐底厚度選擇問題上，一種意見是加強爐底的冷卻，而另一種

相反的意見則是減弱冷卻。爲了判斷這兩種不同觀點的優缺點，並依此作爲決定爐底厚度的根據，則對於燒結層及砌磚層在爐底中之作用必須予以批判的評定。

爐 底 的 燒 結 層

由鐵砂製造的燒結層是爐底主要的作業層。依物理性質，該層本身是耐火材料的整體物，熔化溫度及其化學耐用性乃依此層成份中的氧化鐵含量而決定。

在掌握 185 噸平爐的操作期間，我們各個廠爐底厚度的差別非常之大。選擇爐底燒結層的厚度時，往往採納美國某些工廠的經驗——認爲製作爐底燒結層用 645 公厘厚度是合理的；同時另一種完全相反的意見，認爲用 150 公厘左右的燒結厚度是優越的。現在這兩種極端相反的意見雖然已經根絕，但選擇合適的爐底燒結厚度問題仍在爭論中。

爲了評判爐底各種厚度的燒結層的優缺點，必須研究燒結層的製造及平爐作業中的使用特點。

在第 1 表中所列舉的資料，是厚度爲 220 與 645 公厘的燒結層製造的基本技術經濟指標。從表中之數字可以說明：在製造厚度爲 645 公厘時之材料的消耗要比厚度爲 220 公厘之燒結層多兩倍。除此，由於燒結厚度的增加，製造爐底的技術操作方面的困難也增加。

製造厚燒結層爐底的主要困難是平爐最大而極緊張的高溫作業階段之時間過長。由於該階段時間的增加，違反正常熱負荷的現象便會經常發生，因而也就破壞了製造燒結層的技術操作過程。

第 1 表 各種厚度的爐底燒結層製造的技術經濟指標

燒結厚度 (公 厘)	層 數	耗 費 時 間 (小 時)	材 料 消 耗 (噸)		
			鐵 砂	平 爐 渣	換算燃料
220	11	132	30	6	323
645	33	396	84	17	880

如違反平爐供熱制度而使熱負荷過大，則引起爐頂熔滴，這是由於燒結層的製造時間增加所引起的。爐頂熔化的同時，不可避免地將有二氧化矽墜落在燒結層的表面上，而二氧化矽便和燒結層中的元素發生積極的作用，並且組成一層易於熔化的化合物或共融物。從爐底上的試樣證明：在二氧化矽與燒結層接觸的地方組成化學上積極而低熔點物質的中心點，因而便大大降低了新製燒結層的耐用性。

如果違反正常的供熱制度而熱負荷減少，這將使燒結層製造的總時間增加。熱不足的原因是：缺乏平爐加熱程度的明顯標誌或燃料發熱量不穩定而熔化爐頂。在爐頂熔化之後大量降低熱負荷，特別是在再次燒化“原地”的危險情況下更為嚴重。在這些情況下平爐熱的供應減低，甚至不能抵住空爐時之流量。

在這種情況下所製作的燒結層燒結程度一定很弱，因此產生大量孔隙和不緻密的現象。以後在平爐作業過程中，這種燒結層便吸收大量鋼液和渣液，失掉了它本身的耐火性質及耐用性。

上述製造爐底厚燒結層的困難已被下述兩種不同的情況證實了（見59—60頁），在經常變動熱負荷下所製造的厚燒結層是完全不合格的。

在評判各種不同厚度的燒結層作業的優缺點時，可以參考第2表中的資料。該資料說明185噸平爐的3年作業情形。所列舉的各平爐都位於同一車間之內，其操作方法與作業條件是完全一樣的。

從第2表中可以看出，薄燒結層的平爐爐底滲鋼的現象比厚燒結層多五倍，但因此出坑停爐的次數恰與前者相反；也就是說，薄燒結層少於厚燒結層。

第2表 不同厚度的爐底燒結層的作業說明

車間排號	年 代	燒結層厚度 (公厘)	鋼液滲入爐底 的次數	因坑停爐的百 分比
1	1933—1936	220	26	3.12
2	1932—1935	645	5	3.85

厚燒結爐底的故事如此大大的減少是說明這種爐底抵抗滲鋼的能力很強。這一優點是非常可貴的，因為爐底蝕損與最後損壞的原因正是滲鋼。然而上表所反映的情形只是1932—1936年的情形，那時對大平爐的操作才剛剛掌握。但在生產條件下所進行的試驗，以及最近我們在大廠工作經驗證明：在適當的燒結厚度之下也可以得到較強的抵抗滲鋼能力。為此則必須增加鎂磚砌磚的厚度，並用焦油和鎂砂製作爐底的打結層。關於這一問題，以下詳述。

爐底厚燒結層因出坑停爐的增加，有以下兩種原因：

第一、嚴重的化學侵蝕和對上部燒結層的忽視，後者是由於對爐底漏鋼的危險性不大，因而就對燒結層修理不及時。大部份情形往往是等到爐底上坑窪與高凸嚴重的時候方停爐修補。燒結層成份由於鐵、矽、磷等氧化物的增加及氧化鎂的減少致使燒結層不堅實。在這些氧化物增加的同時，繼而組

成了低熔點的化合物及共融物，這種物質會降低耐火度並增加上層爐底與鋼液、熔渣、爐內氣體相互間所起之化學作用的積極性。

第二、在增加燒結層厚度的同時，平爐作業過程中燒結層加熱就增強了。因此，燒結層表面上物理、化學侵蝕過程的速度大大增加，關於這一點在研究絕熱問題時將有詳細闡明（第9頁）。

這樣，如果用砌磚的方法來提高抵抗爐底滲鋼的能力，則適當厚度的燒結層在製造與操作中是優越的。這一問題已被燒結層厚度為220—240公厘的平爐長期實驗證明了，同時也與蘇聯全國煉鋼會議決定符合的（決定中建議拒絕使用不能滿足實際工作需要的厚燒結層的爐底）〔10〕。

爐 底 砌 磚

正確地選擇爐底砌磚厚度首先取決於對該砌磚中的粘土磚與鎂磚作用的正確估計。如上所述，在選擇砌磚厚度時，往往採納實際工作的資料，這樣，在大多數情形下對燒結層與砌磚作用的估計是根據下述方法：

1. 認為鎂砂所製的燒結層是爐底的作業層；
2. 對於砌磚的估計只是鎂砂燒結層的必需之鋪墊；
3. 認為在不超過 1300°C 的爐底部份砌磚與粘土磚是有同等作用，所以也可以相互替用。

根據上述論據，產生了一種意見，即減少鎂磚層的厚度，以粘土磚來代替這種貴重材料。在建造爐底的實際工作中，對於鎂磚與粘土磚砌磚厚度的選擇問題完全沒有肯定。譬如我們建造的42個同一式樣平爐的爐底，其研究資料就已證明：鎂磚厚度的差別範圍為295—755公厘，或者說多1.5倍。在這種情形下粘土磚厚度的差別由65到410公厘，也就是說多5倍有餘。*

鎂磚和粘土磚的砌磚厚度對爐底抵抗滲鋼的影響程度——爐底壽命與耐久性的標誌已研究了十五年。共計觀察了42個使用過的爐底，其中在研究階段中會破壞了的有28個；另外還觀察了遭到不同的蝕損但又繼續作業下去的爐底有22個。所述的爐底依照爐底鎂磚、粘土磚砌磚厚度的不同共有7種，它們的作業情況列舉於第3表中。

*所有這些有關砌磚厚度的數字都是由爐底中心部位所取得的，即平爐出口口對稱部份的縱向中心。

第3表 鎂磚、粘土磚的厚度對爐底滲鋼抵抗性的影響

爐底種類	爐底數量	砌磚之平均厚度(公厘)		向爐底中滲鋼	
		鎂磚	粘土磚	總數	對一個爐底
1	12	345	410	47	3.92
2	3	383	240	4	1.33
3	5	493	180	6	1.20
4	7	520	130	5	0.71
5	11	632	87	2	0.18
6	3	720	65	—	—
7	1	755	65	—	—

從第3表中可以看出，由於鎂磚厚度的增加，爐底滲鋼的數量便減少。所有滲鋼現象都是在鎂磚的厚度低於700公厘時發生的。因此，在現有的砌磚方法和該爐底作業的條件之下，大概這一砌磚厚度的數字（大小）是最低而又必需的。

這樣，應該認為爐底的鎂磚層是耐火材料作業層，只有在此層之上才是鋪墊層，即在此層上撈結鎂砂。

除鎂磚厚度之外，磚的尺寸對爐底的壽命和耐用性也有着非常大的影響。

如所周知，爐底砌磚是由標準鎂磚砌作的（ $230 \times 115 \times 65$ 公厘），這便促使磚與磚之間產生大量的縫隙，因而也就破壞了爐底整體性。譬如在立砌普通標準磚時，爐底每平方公尺面積就有125塊磚，在它每一層上就有400道縫隙。

這種用正常磚砌造的爐底，其砌磚方法與平爐牆壁或其它部分的砌磚方法一般是沒有任何區別的；但是它的作業條件却要接近於燒結層，也就是爐底砌磚需要像整體物一樣的嚴密。研究工作已經證實：如果磚的尺寸小，就會產生大量縫隙，而爐底砌磚就會因此結成網狀的鋼及氧化物而漲起，於是大大地降低了耐火能力及爐底抵抗滲鋼的能力。

由於磚的尺寸對爐底作業壽命的影響估計不足，直到現在鎂磚工廠的技術潛力尚未被充分利用，而實際該廠在多年以前便能製造尺寸為 $430 \times 240 \times 200$ 公厘的鎂磚〔11〕。如果用這種磚來砌製爐底，則縫隙將能減少10倍，因而也就能顯著地提高爐底的作業壽命。

正因為如此，如採用加厚鎂磚層和改變磚尺寸的方法，將會使爐底的壽

命及耐用性得到顯著的提高。爲適於平爐爐底砌磚的需要，必須製造專用爐底磚，其尺寸在鑄磚工廠的製造技術能力限度下應當儘量的大。

平爐生產發展的經驗證明，如果在熱能低小和維護燒結層的條件較易的小爐上，爐底砌磚中使用粘土磚還是可以的；然而在近代平爐上用粘土磚來代替鑄磚則不能允許。粘土磚層的有益作用是在絕熱，但在此必須指出：需要絕熱的時候，最好是使用輕燒的耐火磚，因爲它能顯著地提高絕熱效能並可以大大減少砌磚的重量和體積。

馬 結 爾 打 結 層

平爐中間中稱之爲“馬結爾”（мазор）的，是一種補爐和築爐材料，用鑄砂混合焦油製成的混合物。

製造馬結爾層所使用的耐火材料砂粉按耐火度不同而分佈，其程序如下：白雲石砂、摻鎂砂的白雲石、摻鐵屑的鎂砂、摻平爐渣的鎂砂、鉻鐵、鉻鎂砂和鎂砂。

作爲補爐材料用的馬結爾常用於補煉平爐的前、後牆，特別是在鎂砂或白雲石的那種普通補煉方法不够堅固時更應使用。

做爲築爐材料用的馬結爾常用於爐底打結層的製造或用以調整爐底砌磚個別層次的水平及均勻改變其弧度，也可以用來填塞縫隙不嚴密的地方。

爲獲得爐底打結層用的優質馬結爾，必須遵守以下各項條件：

（1）正確地選擇砂料。砂料的耐火性能越高，爐底打結層的質量就越好。最適當的材料是鎂砂，其氧化鎂的含量不得少於90%。下面我們僅就利用鎂砂所製造的馬結爾加以敘述，因爲這種焦油鎂砂主要是用於平爐車間的。

（2）透燒鎂砂。大家都知道，在燒煉生鎂石時常常產生完全不同性的產物：鎂砂一部分完全燒透，甚至完全燒結成一體，一部份未燒透，另一部份則在燒煉過程中燒成爲內部還夾着生鎂石的顆粒。在加熱和燒結用馬結爾製造的爐底層時，這種鎂砂加熱不均便會發生氣體，並使材料疏鬆而破壞了爐底層的整體性。

（3）鎂砂的粒度應當是1—5公厘。如果尺寸過大，則焦油浸沾鎂砂將會不足，因爲在打結時大粒會被打碎，碎開的表面或是完全乾燥，或者由於其它鎂砂粒的沾染而微侵焦油。結果，打結完了的鎂砂層是枯燥的，因此在燒結過程中就不能夠形成爲所必需的整體物。

如果鎂砂的粒度過小，則發生另外一種相反的困難，即浸沾過多而使材料過濕。這種材料不容易打結，也會發生大量氣體而使鎂砂層不能成爲整體

物。

(4) 製造焦油砂的焦油必須驅除其中所含的水份和輕油。大家都知道，在普通的煤焦油中含有0.5—10%的水份和大量的輕油。在製作馬結爾時，焦油中的水分侵入鎂砂粒中，在加熱與組成爐底層的時候就會產生水化物以致部份的打結層分解為細粉。如果在焦油中含有大量輕油，則促使氣體大量發生，因而破壞了打結層的整體性。為便於驅除焦油中的水分與輕油，必須預先將其加熱到150—180°C。

(5) 鎂砂與焦油必須趁熱進行調合。最好是在調合時預熱，如果以機械來製造馬結爾，這是完全能做到的。例如在進行過正式研究的平爐車間中，為達到此一目的曾安裝專用的機械作攪拌機——在固定的鐵殼上裝置有迴動的鐵板槳。加熱所用的燃料用高爐煤氣，或用平爐煙道中所排出的廢氣代替。這種方法可使鎂砂粒均勻地浸透焦油，以便大量生產標準馬結爾。

用鎂砂馬結爾所製造的爐底層的物理、化學過程大概是依下述方法發生的。

當新修築的平爐加熱及用馬結爾製作的爐底層在熱燒情況達到一定程度時，焦油在高溫下分解便發生一系列的複雜變化。由於昇華與驅除焦油成分中各種油類的結果，在鎂砂中只殘有焦炭與元素炭。這種炭的微粒分佈在鎂砂粒的周圍，使砂粒連結得成為很堅固的網狀體而具有高度耐火性質的表面。此外並由於焦油有浸潤作用，所以很容易滲到鎂砂粒的內部，而在油昇華時便在每個砂粒中間組成炭的毛細孔網。細微的毛細孔網是上述的網狀表面的廣泛分枝，它使得馬結爾的微粒更加堅固。這樣，爐底的全部打結層便成為堅固的，而且在物理性質上有聯系的整個系統了；在這種情形下，鎂砂原來的結晶組織並沒有改變。

在平爐繼續作業的過程中，氧化鐵開始滲入爐底的內部，此氧化鐵是從與爐底接觸的鋼液和熔渣分解出來的。由於氧化鐵易於和氧化鎂結合並具有滲透性質，所以氧化鐵比較容易侵入堅硬的燒結層以及爐底砌磚中。從爐底打結層中所取的試樣在做完顯微分析之後，曾證明：滲入爐底中的氧化鐵微粒與馬結爾含炭層還元發生化學作用。部分氧化鐵被炭還元為純金屬，並在該種狀態下沉積於此層的表面上或內部。發生在這種條件下的打結層脫炭過程的同時，網狀毛細孔的表面遭到破壞，因而鎂砂粒之間已經組成的物理上的聯系也遭到破壞。同時，部分滲入爐底中的氧化鐵和氧化鎂及鎂砂元素發生作用，在打結層中組成一系列的低熔點化合物及共融物——在一定的溫度條件下它是液體狀態或膠狀。所組成的這種液體狀態或漿狀物當其分解出熔點高的鎂砂粒達到飽和程度時便凝結成整體物。由於鎂砂的原來結晶組織