

热压焦

鞍山焦化耐火材料設計院編譯

中国工业出版社

热 压 焦

鞍山焦化耐火材料設計院編譯

*

中国工业出版社出版 (北京伟烈门路丙10号)

(北京市書刊出版事業許可證出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $7 \frac{3}{16}$ ·插頁2·字数185,000

1962年3月北京第一版·1962年3月北京第一次印刷

印数0001—1,850·定价 (10—6) 1.15元

*

統一書号: 15165·1152 (冶金-219)

· 热压焦是利用弱粘結性煤单独炼冶金焦的新技术，它是合理地利用煤炭资源的一个有效的途径。目前各国都在研究这个课题。我們现将几个国家已经公开发表的部分资料組織鞍山焦化耐火材料設計院編譯成書出版，供我国焦化工作者参考。

目 录

煤分几个循序阶段連續炼焦过程条件的研究.....П.З. 苏別柯	5
苏联科学院可燃矿物研究所煤連續炼焦大型試驗室模型装置В.И. 基利因科夫等	53
用不粘結煤制造成型的冶金燃料.....Л.М. 薩保什尼科夫	60
利用非粘結煤制造成型焦炭.....浅井一彦等	70
炼焦前煤的預制压块.....А.А. 阿格洛斯克	87
煤在炼焦前的預热处理.....А.А. 阿格洛斯克	104
炼焦前煤的預热和压块.....А.А. 阿格洛斯克	112
用非粘結性燃料炼制的焦炭	128
燃料制品的允許加热速度与其大小和形状的关系	
.....Н.П. 卡查傑維奇	131
气体載热体成分对煤性質和成型燃料質量的影响	
.....Ю. Б. 秋秋尼科夫等	147
煤在旋风室內的高速度加热.....П.З. 苏別柯等	158
旋风室操作的某些特点.....П.З. 苏別柯等	169
論旋风室工作的适宜流体动力和热工条件的計算問題	
.....П.З. 苏別柯	189
配入40%頓涅茨气煤的煤料工业炼焦試驗.....Ю. Б. 秋秋尼科夫	221
东方焦化厂煤料中气煤和弱粘結煤的应用...М.Г. 費尔德布林等	227

煤分几个循序阶段連續煉焦 过程条件的研究

П.3. 苏別柯

一、任务的提出

为高爐生产广泛采用气煤煉焦，目前还受現有間歇式煉焦爐操作原理特点的限制，在間歇式煉焦爐內，不能改变煤料在各个阶段的預热速度。这个特点妨碍了用气煤制取适用于冶金的焦炭。

所以，用粘結性气煤制取優質焦炭的新煉焦法的研究，乃是合理利用苏联天然煤炭资源的重大問題。

此外，連續煉焦法能提供块度均一的、含硫量低的焦炭，这对高爐生产有着极大的好处。这样，气流沿高爐断面的分布将更为均匀，能使黑色金属冶炼强度得以提高。

在气煤轉变成冶金燃料的过程的不同阶段，其处理的溫度制度对所制取焦炭的質量起决定性作用。

考虑到气煤物理-机械变化的特征，用气煤制取焦炭的过程，分三个阶段研究：

- 1) 根据煤的性質，将煤預热到軟化溫度 ($350 \sim 420^{\circ}$)；
- 2) 胶質体軟化和粘結成固体的半焦 ($400 \sim 550^{\circ}$)；此阶段决定煤的粘結程度和所制取焦炭的結構；
- 3) 繼續加热半焦 (550° 以上)，随收縮应力的出現，在制得的焦炭中生成裂紋。

气煤是多种不同类型的烟煤，按由其制得的焦炭質量來說，是有相当差別的。不同气煤的焦骸有粒狀、粉末狀、熔融和均質之別。在后者的情況下，除矿石和絲炭外，并未发现原顆粒的形

状。胶质层厚度为7~10毫米的气煤，在一般的炼焦条件下，不生成高度分散的、均一的胶质体，却生成粒状结构的焦炭。这种煤在胶质阶段处于粗糙的悬浮状态。胶质层厚度大于10毫米的气煤、生成流动性的胶质体，当其粘結时，原煤顆粒的形状消失。

由于研究了頓巴斯气煤的岩相組成和結焦性，因而得出了按胶质层厚度的不同，将其划分成三个工艺組的依据（表1）。

頓巴斯气煤的工艺分組 表1

煤 的 牌 号	粘 結 性	胶质层厚度, 毫米
Γ_1	高 粘 結 性	16~21
Γ_2	中 粘 結 性	10~15
Γ_3	低 粘 結 性	5~9

試驗室研究主要是用頓巴斯气煤（ Γ_1 、 Γ_2 、 Γ_3 ）与各种添加物、以及与布列英煤（布列英煤田各煤层的洗选混合煤）混合的煤料进行的。試驗所用的煤的性質如表2所示。

試驗用原煤的性質 表2

煤 矿	試样号	煤的牌号	工业分析, %					粘結性 (按可 燃矿物 研究 所)	膨胀性 (按可 燃矿物 研究 所)	胶质层指数	
			水分 W _a	灰分 A _c	挥发份 V _i	硫分 S _全	研究 所			收縮 (x) 毫米	胶质层厚 度(y) 毫米
新戈魯包夫中央 选煤厂	I II	Γ_1	2.83	7.27	40.19	3.15	34.8'	—	35	17	
		Γ_1	4.97	7.17	40.18	—	23.0	145	37	16	
季米特洛夫煤矿 №5/6	I II	Γ_2	3.25	8.97	37.50	1.47	20.0	37	36	13	
		Γ_2	3.02	7.23	34.10	1.15	26.7	37	43	11	
多布罗波里耶№ 1—2中央选煤 厂	—	Γ_2	3.18	4.32	34.90	1.64	29.7	49	38	12	
中央煤矿№1	—	Γ_2	0.77	9.49	33.40	1.25	23.4	95	30	15	
布列英煤田各煤 层的混合煤的 洗选精煤	—	Γ_2	—	8.56	18.30	0.50	10.6	41	16	12	

續表 2

煤 矿	試 样 号	煤 的 牌 号	工 业 分 析, %				粘 結 性	膨 脹 性	膠 質 层 指 数	
			水 份 W _a	灰 分 A _c	揮 发 份 V _r	硫 分 S _c 全	(按 可 燃 研 究 所)	(按 可 燃 研 究 所)	收 縮 (x) 毫 米	膠 質 层 厚 度 (y) 毫 米
«尼科波里-馬 利烏波里»	—	Г ₃	2.21	8.46	37.30	2.88	17.1	30	41	7
謝 麦 基 諾 煤 矿 №3-Бис	I	ПС	1.52	6.63	17.20	2.66	13.4	52	20	8
	II	ПС	3.50	7.11	16.67	2.60	9.4	—	23	7
«紅星» 煤 矿	—	ПС	4.54	9.67	17.02	—	13.8	30	22	6
依 茲 瓦 里 諾 煤 矿 №54	—	K	1.56	8.33	22.70	2.51	19.8	120	20	16
斯 大 林 煤 矿 斯 莫 良 尼 諾 夫 煤 层 №21	—	—	1.70	6.54	33.10	0.74	61.0	20	—	—
庫 拉 霍 夫 卡 煤 矿 №40	—	Д	10.13	16.21	39.9	3.09	18.6	1	—	—

新戈魯包夫中央选煤厂的煤(Г₁組)的特点是,其粘結性最高($y=17\sim16$ 毫米, $C_{\text{ПИГИ}}=34.8$) 膨胀性最强($V_{\text{СПИГИ}}=145$)。这种煤的胶質层体积曲綫有着明显的曲折形状。

季米特洛夫 No.5/6 煤矿和多布罗波里耶 No.1~2 中央选煤厂的煤样属于 Г₂ 組, 其粘結性是中等的($y=12\sim13$ 毫米, $C_{\text{ПИГИ}}=20\sim29$), 膨胀性很大($V_{\text{СПИГИ}}=37\sim49$)。

«尼科波里-馬利烏波里» 煤矿的煤,粘結性較低($y=7$ 毫米, $C_{\text{ПИГИ}}=14\sim17$), 膨胀性不大($V_{\text{СПИГИ}}=30$), 其特征是体积曲綫緩和下降。在胶質层測定試驗时,得到弱粘結的焦粒。根据这些特征,这种煤属于 Г₃ 組。

布列英煤田各煤层的混合精煤,其粘結性也很低($y=12$ 毫米, $C_{\text{ПИГИ}}=10.6$), 膨胀性較弱($V_{\text{СПИГИ}}=41$), 这种混合精煤亦属于 Г₂ 組。

除这些气煤外,还采用了謝麦基諾 №3-Бис 煤矿和 «紅星» 煤矿的瘦煤 Пс 以及在某些試驗中,采用了依茲瓦里諾 №54 煤矿的焦煤 K 作为少量的添加物。

二、为研究气煤制取焦炭过程中各个阶段所用的设备

关于用以气煤为主的混合料制取冶金燃料的过程，已在大規模試驗室的条件下进行过研究。整个过程的每一阶段都是在专门的设备内进行的。

把煤料預热到軟化温度的轉筒式爐：如图 1 所示。轉筒 1 支撑在輥子 9 上，并經過減速机由电动机带动而旋轉。在此轉筒內套有容积为 3 立升的鋼筒 2，預热了的煤料 4 就裝在其內。当盛有煤的轉筒放入旋轉的外壳中时，將外壳用盖 8 盖住，盖 8 上焊有裝設热电偶 6 用的管子 5。

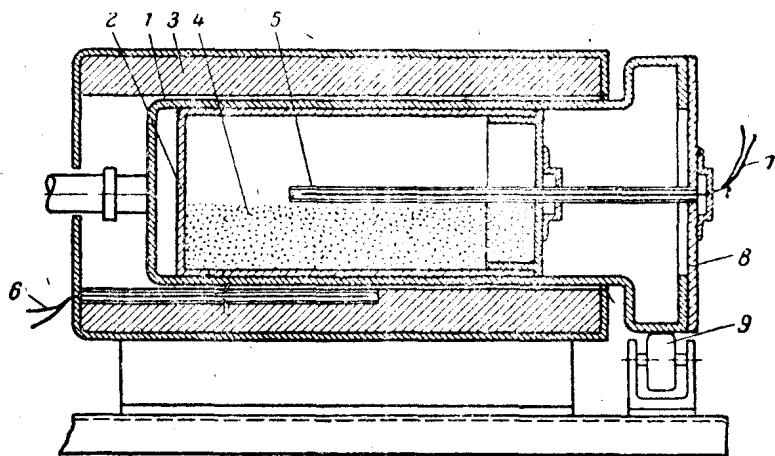


图 1 預热煤料用的轉筒式爐

在預热过程中，外壳 1 与套入的鋼筒 2 和煤料 4 一起于带电气加热的圓筒爐 3 內旋轉。煤的預热制度是借变压-变速器，用通向圓筒爐的加热电阻絲的电流来調节，并用两个热电偶 6 和 7 来加以控制。热电偶 6 順轉筒外壁固定安置，用以測量圓筒爐的温度。热电偶 7 插入沿轉筒中心綫配置的管子內，用于測量煤的温度。

圓筒爐加熱到約 440° ，然后把盛有煤料4的鋼筒2套入轉筒1的外壳中。在煤整個預熱期間內，均需保持這一溫度。

轉筒開動之前，需調整軸向熱電偶7。煤在轉筒中處於半懸浮狀態，在劇烈的攪拌下被預熱，並且與裝有熱電偶的管子接觸。這就可能把所有的裝入煤均勻地預熱，此時應十分準確地觀察煤在預熱過程中的溫度變化。煤的典型預熱曲線示於圖2，它指出，在頭5分鐘內以每分鐘 52° 的速度將煤預熱到 260° ，以後預熱速度劇烈降低到每分鐘 3.3° （表3）。用這種方法預熱時，避免了煤的氧化。由於在整個預熱過程中，煤中分析出了蒸氣和煤氣，因而在筒中保持了不大的正壓。快速預熱到膠質態溫度，能使煤保持粘結性和煤粒最均勻地軟化。預熱到膠質態的煤，應迅速地移入成型設備的鋼杯中，並在 $1.5\sim 2.0$ 公斤/厘米²的壓力下壓縮。

煤在筒內預熱過程中之典型升溫表*

表 3

參 數	預 熱 時 間, 分				
	5	10	15	20	23
煤料溫度**, $^{\circ}\text{C}$	260	320	370	405	415
預熱速度***, 度/分	52.0	12.0	10.0	7.0	3.3

* 爐溫—— 440° ;

** 軸向熱電偶;

*** 平均預熱速度18度/分。

小型成型設備：如圖3所示。事先將預熱過的煤裝入由不銹鋼制成的薄壁成型杯3。為了便於取出壓成的煤塊，鋼杯做成兩半的，用滑銷連接。在成型前，鋼杯放在用電阻從側面和底部預熱的預熱外壳2內。煤料用與杠杆4相連的塞杆5進行壓實，杠杆4的端部懸有相應的重錘9。外壳的溫度用熱電偶6和7記錄。

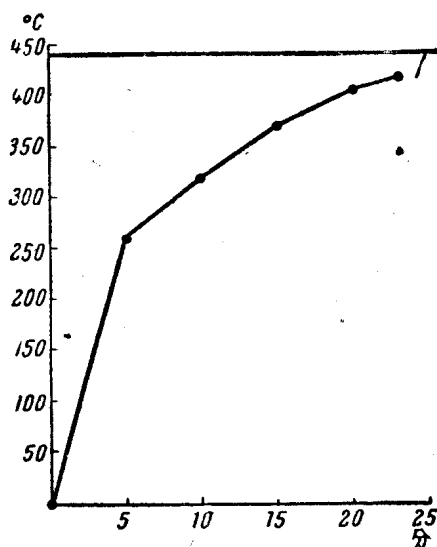


图2 煤在筒内预热过程中典型升温曲线表（上部水平线是筒外壁与炉壁之间的温度）

成型钢杯中的煤，在约为 $1.5 \sim 2.0$ 公斤/厘米²冲压塞杆的压力下，体积减少二分之一以上，这与煤的牌号和它在转筒中最终预热温度有关。由于压缩的结果，煤料变成比重十分大（ $0.95 \sim 1.02$ 公斤/分米³）的压块，它具有结构致密的断面。小型成型钢杯可以制取直径 $60 \sim 90$ 毫米和高 $60 \sim 90$ 毫米的压块。

大型成型钢杯可以制取直径 120 毫米和高 $60 \sim 65$ 毫米的圆柱形压块。制取不同尺寸的压块，对于研究烧炼制度及尺寸对所制得的焦炭强度和裂纹的影响，是非常必要的。

在小型成型钢杯中，插有带球形空心槽的套，它能压出呈双凸透镜形的 65×50 毫米制品。

螺旋成型机：为使各种煤料成型，也采用了连续式螺旋成型机，如图4。螺旋成型机由外壳4、螺旋6、成型头5及电气加热系统3（用于使设备的温度保持不变以适应需要成型的煤的预热速度）所组成。

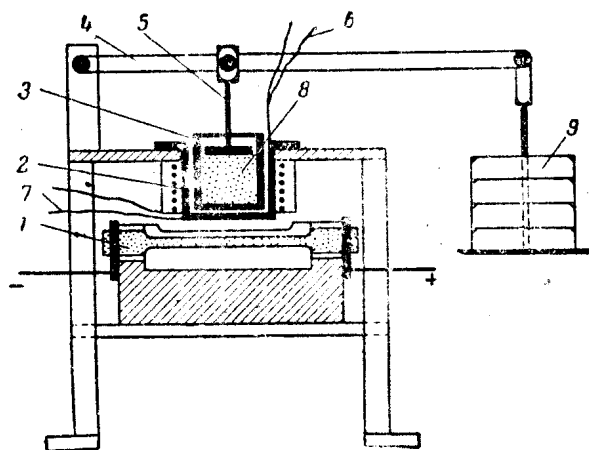


图3 小型成型设备

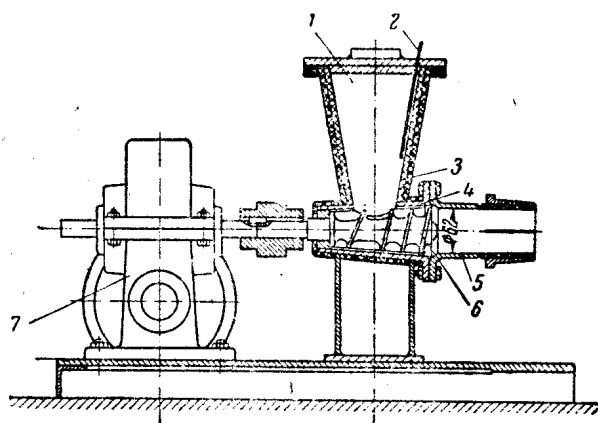


图4 螺旋成型机

1—装料槽；2—热电偶；3—电气加热系统；4—外壳；
5—成型头；6—螺旋；7—电动机

当螺旋推进器旋转时，其侧面挤压已软化的煤，并在既定的压力下将煤挤出，在螺旋的作用下，煤即能沿螺旋中心线逐渐向前移动，或随螺旋一起转动。为了防止待压制的煤料在螺旋推进

器的外壳中旋轉，設有專門的擋板，防止煤料繞螺旋中心綫旋轉。螺旋推進器外壳的端部設有圓柱形的成型頭。因此，在螺旋成型機中，預熱到膠質溫度（ $350\sim 420^{\circ}$ ）的煤，借螺旋機成型頭，連續不斷地變成直徑為60毫米的圓柱條，然後把它切成約等於其直徑長度的各塊。用這個方法成型的煤，借螺旋成型機變成致密而完整的膠質製品，這種製品由周圍到中心的軟化程度相同，其比重 $0.95\sim 1.03$ 公斤/分米³。

燒煉爐：壓制成型的煤料，以壓塊的形式送至豎爐（圖5）進行最終燒煉。壓塊放在帶密封蓋的、用不銹鋼制成的杯中，在密封蓋上堆放活性炭，以保護製品不受空氣的氧化。鋼杯放在預熱到 420° 的爐內的專門支架2上之後，用陶制蓋5蓋好。

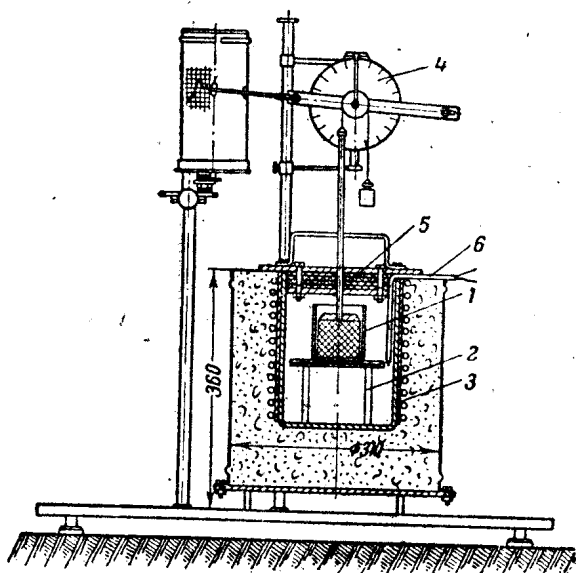


圖5 設有製品尺寸變化記錄裝置的燒煉爐

1—燒煉用鋼杯；2—放鋼杯用的支架；3—電氣加熱設備；
4—記錄裝置；5—陶制蓋；6—熱電偶

在製品燒煉過程中，為了控制爐溫的上升，採用鉻-鋁熱電偶6，它順爐壁置於不銹鋼管上。製品在豎爐工作空間的配置如

何，对制品本身有很大的影响，若配置得适当就能充分而均匀的受热。

用小型鋼杯制出的煤的制品（压块），在大多数情况下，是在实验室用普通臥式馬弗爐的鋼箱中烧炼的，且为了防止氧化，在烧炼前用活性炭填塞制品。

专门的记录装置4能够测定压块在爐内由成型温度进一步预热到700°时的体积变化情况。

在所述的烧炼爐内，制品温度一般升到700°。在制品由700°炼烧到1300°时，焦化物料中并不会生成附加的裂纹，而原来制品的形状也不会发生显著的变化。从研究中证明，焦化物料的温度由700°升高到1300°时，焦炭强度指标①也由6.5公斤·米/分米²提高到11公斤·米/分米²（图6）。

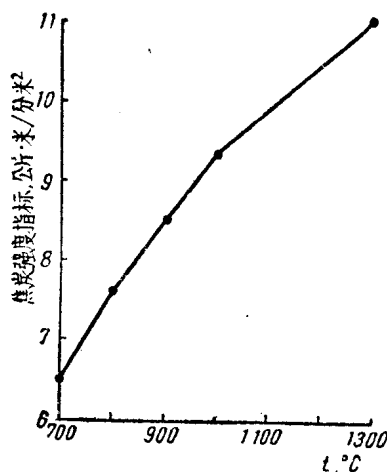


图6 焦炭强度与最终烧炼温度的关系（取布列英产地的Г₂煤为研究对象）

在最终烧炼温度为700°的情况下，制取的成型焦是十分坚

① 根据經E.M.塔液英修改过的C.M.梭斯科夫方法测定。

硬、牢固的，并不需要在炼焦过程中把它的最終烧炼溫度升得更高，因为冶炼物料在高爐中的下降过程会将其逐漸加热到 1500° 。

所制取的低温焦（ 700° ）含2~4%的揮发份，它們将在高爐爐胸中析出氢气；而氢气可以促进矿石的还原过程。

已成型的制品从 400° 烧炼到 700° ，根据所用煤料的胶質性質及制品尺寸，平均需要2.5~4小时。

三、成型燃料制取过程的物理化学特点

1. 煤預热到胶質状态阶段的研究

根据制取几何形状正确和規格不大的成型焦炭制品的可能性，研究了新的炼焦方法。因此，煤預热到胶質状态的情况，就起着重大作用。

高揮发份煤，在 $440\sim 470^{\circ}$ 时剧烈分解；而低揮发份煤则在 470° 以上时分解。

由两种类型的煤組成的煤料預热处理，可使在气煤分解过程中生成的揮发性焦油能部分逸出。可以預定，所生成的液体产品部分聚合后，使煤在溫度方面有很大稳定性。这样，就可以在較高溫度下分解气煤，从而使高低揮发份煤的剧烈分解溫度极限相近。

高揮发份煤預热时，可以减少由于成型制品烧炼过程开始阶段，气体析出量降低而使煤产生的膨脹性。

煤的軟化程度在制品成型过程中起重大作用。煤料在所規定的溫度范围（ $350\sim 420^{\circ}$ ）內变为胶質状态，开始成型。因此，預热的煤料可在 $1.5\sim 2$ 公斤/厘米²的压力下成型。

高揮发份煤預热到成型前軟化点的时间应尽量縮短，因为这些煤将迅速分解，而减少在胶質态时期所生成的熔融物質質量。

高揮发份煤的組成在預热时的变化与預热時間的关系示于图 7 曲綫 2。适于新炼焦方法的典型煤料根据所采用的曲綫图（见图 2）在轉筒內預热，然后再迅速地轉移至成型鋼杯中。在第二种情况下，在 20 分鐘的時間內預热到 380° ；在此溫度下，煤料还要保溫 15 分鐘，然后取出并迅速成型。所制取的成型制品在隔絕空气的条件下冷却。进行了在 380° 时将煤料保溫 25 和 45 分鐘的类似試驗。

在 380° 于轉筒中預热煤料*时其揮发份和硫份的变化 表 4

預热到 380° 的时间, 分	在 380° 下的 保溫時間, 分	S 的含量, 占 可燃基的 %	揮发份, 占 可燃基的 %	S 的损失占 原含量的 %	揮发份的损失 占原揮发份 的 %
—	—	2.03	33.5	—	—
20	15	1.97	29.2	3.0	12.9
20	25	1.85	27.2	8.4	18.8
20	45	1.64	25.3	19.2	21.0

* 混合煤的組成：季米特洛夫煤矿 №5/6 的 Γ_2 煤 50%，新戈魯包夫中央选煤厂的 Γ_2 煤 20%，《紅星》煤矿 ПС 煤 15%，依茲瓦里諾煤矿 №4 K 煤 15%。

用这种方式对成型燃料制品的揮发份和硫份进行了分析。

从图 7（曲綫 2）上可以看到，在 15 分鐘的保溫時間內，揮发份已从 33.5 降低到 29.2%，然后在同一溫度下进一步保溫时，繼續降低到 27.2 和 26.3%（表 4）。随着揮发份损失的同时，煤料成型能力降低了，因此用它所制得的制品更加疏松、不坚固。

所列举的資料証明，应尽快把煤料預热到胶質状态，为的是不損失煤料的粘結性能和揮发份。感到有兴趣的是，煤料在 380° 下保溫时，硫分的含量减少 0.39%（參见图 7 曲綫 3）。

大家知道，在炼焦过程中，甚至在溫度較低时，煤的硫化物也会发生質和量的变化。

从表 4 可看出，在煤預热时期的試驗中，发生大量硫逸出的現象。