

— 建筑材料生产国外經驗 —

波兰人民共和國水泥生产

В. И. 薩达林 著 关 桂 儼 譯

建筑材料工業出版社

建筑材料生产国外經驗

波蘭人民共和国水泥生产

(工艺与設備特点)

В. И. 薩达林 著

关 桂 儼 譯

关桂儼译

波蘭人民共和国水泥生产

1957年2月北京第一次印刷

1957年8月第一版

587×1002 1/32 32开 印张1.5 字数10,000 定价0.40元

5700号

工业部出版

北京印刷厂

建筑材料工业出版社

В. И. САТАРИН: ПРОИЗВОДСТВО ЦЕМЕНТА В ПОЛЬСКОЙ
НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ
(ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ)
ПРОМСТРОЙИЗДАТ (МОСКВА-1956)

波蘭人民共和國水泥生產

關桂儼譯

1957年8月第一版

1957年8月北京第一次印刷555冊

787×1092· $\frac{1}{32}$ 29,000字·印張1 $\frac{1}{2}$ ·頁插12個·定價(10) 0.42元

北京市印刷一廠印

新華書店發行

書號 0079

建築材料工業出版社出版(地址:北京市復興門外南禮士路)

北京市書刊出版業營業許可証出字第094號

目 录

序言.....	4
先进的生产流程.....	7
在燒結篦子机上生产熟料.....	27

序 言

波蘭自从人民政权建立以来，已有許多装备有新型現代化設備的水泥工厂投入生产。与此同时，一些技术装备水平不高的老企業也仍在进行生产。这两种水泥工厂的产量，自然是大相悬殊的，其水泥的年产量变动于5~45万吨之間。

在水泥工業中，湿法生产佔优势。以1954年为例：佔总产量85%以上的产品，是由采用湿法生产并設有迴轉窯的水泥工厂产出的。采用干法生产的仅有兩座工厂：波德戈罗德茨克工厂和奥勃尔的“皮亞斯特”工厂。前者設有六台什涅依捷尔(Шнейдер)型立窯，其直徑为2.6公尺，高10公尺；后者采用燒結篦子机煅燒熟料。

主要設備的生产技术指标很不相同：目前进行生产的窯，既有2×30公尺的旧窯，也有長为150公尺，直徑为3.6/3.3公尺的迴轉窯；而水泥磨，不仅有容积为17.2立方公尺的，也有2.6×12公尺，容积为69立方公尺的現代化的磨机。

1954年，窯的平均利用率为0.88，磨机的平均利用率为0.73。

窯的日产量，如按其容积計算，平均为835公斤/立方公尺；采用湿法生产时，其日产量介于500~800公斤/立方公尺之間，而采用干法生产时，其日产量介于1000—1100公斤/立方公尺之間。

可用如下的数据來說明新窯的产量：3.6/3.3×150公尺窯的产量为21~22吨/小时(燒成帶与預熱帶的直徑为3.6公尺)；3.3/3.6×115公尺窯的产量为15吨/小时(碳酸鹽分解

帶與燒成帶的直徑為 3.3 公尺；裝有料漿噴濺裝置的 3.2×64 公尺窯的產量則為 12~13 噸/小時。

磨機每立方公尺容積的單位產量，視粉磨細度、磨機的結構和技術狀態，以及熟料的易碎性能等條件的不同而異，並變動於每晝夜 4~10 噸/1 立方公尺之間。

應當着重地指出：波蘭水泥工業的產品質量都是相當高的。這一點可從下列事實得到證明：在 1954 年所生產的水泥中，“350”號者佔總產量的 30%，“250”號者佔 64%，而低標號者總共只佔 6%。

這裡應該指出：由於波蘭和我國在試體的製備和試驗上的方法不同，因此比較水泥的強度標準是十分困難的。波蘭是採用軟練砂漿試驗水泥；他們把試體製成 $4 \times 4 \times 16$ 公分的小方柱體，先進行抗折試驗，然後用此試驗所餘下的兩個斷塊進行耐壓試驗。

大致我們可以認為：波蘭標準的“250”號水泥相當於按着我國國定全蘇標準進行試驗所得的“350~400”號水泥，而波蘭的“350”號水泥則與我國的“500”號水泥有着同等的價值。

還應當指出：一般所測定的水泥標號，其強度性能在實際上經常超過標準要求的 10~20%。

波蘭水泥的主要品種是波特蘭水泥，但也生產少量的礦渣波特蘭水泥（約 3%）和特種快硬水泥（0.2%）。

波蘭人民共和國正在加速地建設新的水泥工廠。

例如，在列約維茨已經在建設裝備有三台 $3.3/3.6 \times 115$ 公尺窯的水泥工廠；在維日比茨正建設着有兩台 $3.6/3.3 \times 150$ 公尺窯的水泥工廠；在奧勃爾正建設着有四台帶料漿噴濺裝置的 3.4×64 公尺窯的水泥工廠（“奧德拉”工廠）。

而在格罗紹維茨正在組織生产快硬水泥。

正处于建設过程中的“維克Ⅱ”工厂的年产量达70万吨熟料；华沙(热拉尼)的矿渣波特蘭水泥工厂的年产量达50万吨熟料等。此外，現有的一些企業也正在扩建。

結果，使波蘭的水泥产量急剧地增加：預計到1960年水泥的产量將比現在增加0.8倍。

先进的生产流程

波蘭水泥工業新建成的工厂中采用了有效的工艺流程，它們的特点將在叙述各类工厂的生产流程时加以闡明。

1954年的最后一个季度，“列約維茨 II”工厂已經部分投入生产，該厂裝有三台迴轉窑，其尺寸为 $3.3 \times 3.6 \times 115$ 公尺(干燥帶为 3.6 公尺)。每台窑的日产量为 350 吨，因此工厂的日产量按熟料計算，即为 1050 吨。

原料系采用本地的泥灰岩(采石場直接靠近工厂)和从海勒穆城区运来的白堊。

制成的熟料的組成如下：

燒失量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	矽酸率	鋁氧率	KH	游离 CaO
0.21	22.48	5.35	2.73	67.58	0.58	0.04	2.7	1.9	0.94	0.42

粉磨細度以篩余表示：在 200μ 篩上的篩余为 0.2%，在 80μ 篩上的篩余为 6%。

料漿的水分为 45%。根据初步計算，水分为 45% 的生料，其燒成耗热量不应超过 1600 仟卡/公斤熟料。全部水泥的标号在 350 号*以上。

工厂的主要車間(圖 1)集中为三个区段：第一个区段由燒成車間、煤粉制备工段及立式料漿池与臥式料漿池工段組成。第二个区段主要为裝有桥式抓斗吊車的原料、熟料、石

* 此处及以后所指之水泥标号均为波蘭标准。

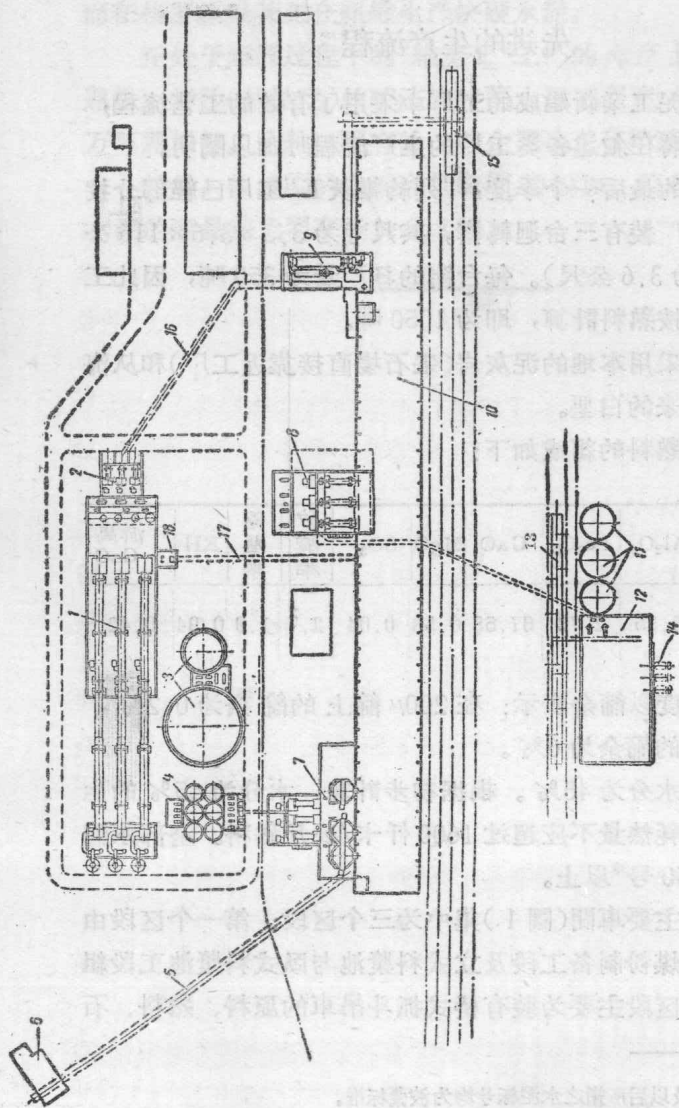


圖 1 “列約維茨”水泥工厂

1—糖成車間；2—煤磨工段（設三台“季拉克斯”（Тиракс）型磨機）；3—用機械攪拌與空氣攪拌的圓形儲料池；4—立式攪拌池；5—由采石場向工廠輸送泥灰岩的通廊；6—滾式破碎機工段（破碎泥灰岩）；7—淘泥機與生料磨工段（粉磨泥灰岩與白堊）；8—水泥磨工段；9—煤球工段；10—原料、熟料、煤和礦渣的聯合儲庫；11—水泥庫；12—包裝工段（設“弗盧克斯”（Флюкс）型包裝機）和成裝水泥的倉庫；13—鐵路站舍（用于往車皮中裝載成裝水泥）；14—向汽車中裝載成裝水泥的設備；15—翻車機；16—已烘干的原煤的輸送通廊；17—向儲庫中輸送熟料的通廊；18—熟料破碎機

膏和煤的联合儲庫。与儲庫相接的是原料粉磨、水泥粉磨及原煤烘干工段。儲庫的另一側鋪設着設有翻車机的密佈的鐵路卸車綫。第三区段系由水泥庫、包裝工段和成裝水泥的裝車設備所組成。

該厂臥式儲漿池設有机械設備，它的直徑为 35 公尺，深为 6.5 公尺，容积为 5000 立方公尺(圖 2)。

料漿池的机械設備不停地運轉；实际操作証明，这种型式的料漿池較矩形料漿池好得多，它能使料漿非常好地保持在悬浮状态中。

格罗索維茨工厂也設有与上述相类似的料漿池。兴建中的“維克Ⅱ”熟料工厂所設置的料漿池，其直徑为 40 公尺，容积更大，能容納 6000 立方公尺的料漿。

在格罗索維茨工厂，料漿池的頂盖是制成薄壳拱頂式的，我們認為这是一項非常正确的技术措施。該拱頂的結構为鋼筋混凝土構架式的，構制得相当好。建筑物周圍的側壁几乎完全鑲着玻璃。

这里应当指出，無論是“列約維茨Ⅱ”工厂或是其他兴建中的工厂，其鋼筋混凝土工程的質量都很高。同时工厂的全部建筑物与構筑物主要都由鋼筋混凝土筑成。窑的支座采用鋼筋混凝土框架式結構筑得非常漂亮。

但是，在臥式料漿池的上面并不一定都有頂盖。例如：“維克Ⅱ”工厂所建筑的料漿池，是全部露天的。

显然，設置容积大的圓形料漿池能够使料漿池的个数减少，并且使建筑費用也大大降低。

軟質泥灰岩和白堊在三座帶有提升机的淘泥机中和三台直徑为 2.4 公尺、長 8.8 公尺并帶有 500 馬力电动机的磨机

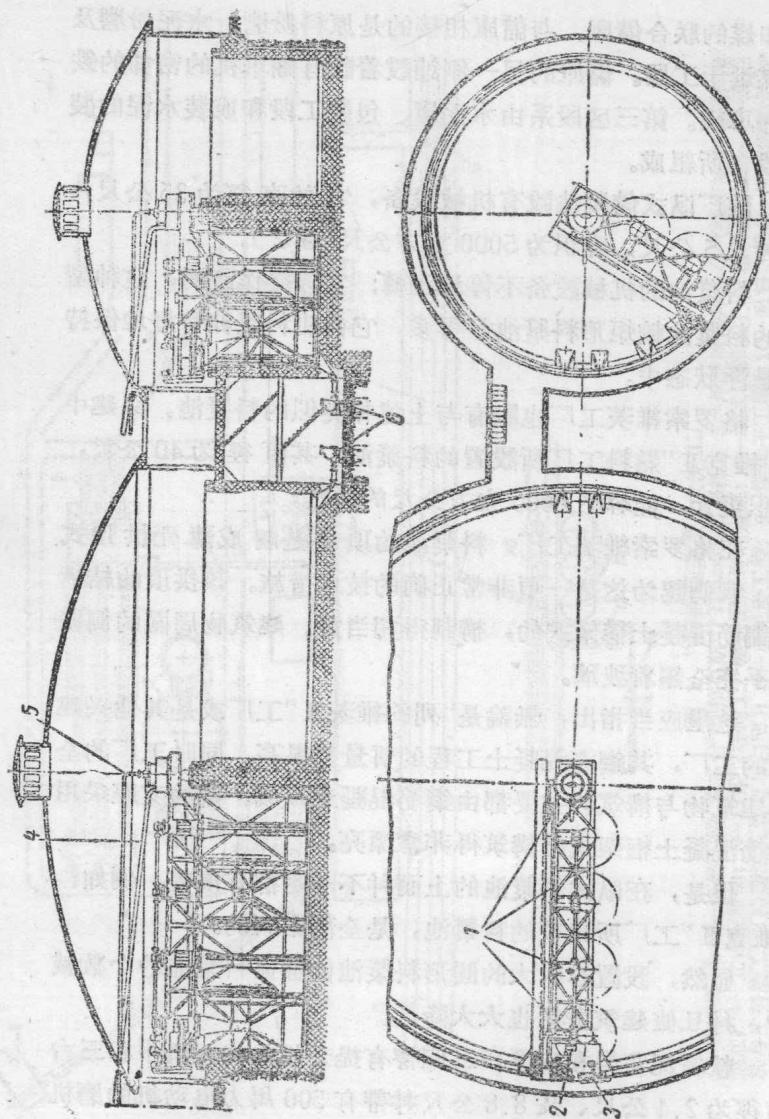


圖 2 臥式料漿池

1—攪拌機；2—攪拌機的傳動裝置；3—天車攪拌架的傳動裝置；4—料漿輸送管；5—壓縮空氣管；6—料漿抽出泵

中粉磨。从淘泥机出来的料漿，其細度在 900 孔/平方公分篩上的篩余为 6%，在 4900 孔/平方公分篩上的篩余为 10%。

过去曾經規定料漿須通过 振动篩，但是，在實踐中証明，振动篩并不适用。因为由不銹鋼制成的孔徑为 1~2 公厘的振动篩經常被堵塞，从而使物料不能通过，并使篩子破裂。

因此在工艺流程中，不再采用振动篩，而使料漿直接从淘泥机进入磨机。即使这样，每台磨机的产量也达到 150~200 吨/小时(在 4900 孔/平方公分篩上的篩余为 1.5%)，而設計产量为 61 吨/小时(在同样的篩上，其篩余为 7%)。

工厂中所設的“斯米得特”(Смидт)型迴轉窯在燃料消耗量上非常經濟，作業良好，無杂音而且結構非常坚固。

該窯虽然沒有專用的沉塵室和窯尾电气收塵器，但是烟囪中所逸出的廢气几乎完全不含灰塵(在廢气中看不到灰塵，即冒白烟)。这种效果是由于裝設過濾預热器而获得的。過濾預热器系設置在窯的冷端。其寬度約为 600 公厘(六組式)。各組裝着許多拉希环(环的直徑为 100 公厘，所構成的柱形中空筒的長度为 110 公厘，壁厚为 10 公厘)。据推测，在過濾預热器中此种拉希环將达 2700 个。過濾預热器中部孔系封閉的。過濾預热器的端板上裝設有篦条。

料漿通过過濾預热器之后即进入鏈条帶。鏈条系按螺旋綫形式懸掛的，在下部構成一个直徑約 1.2~1.4 公尺的圓形断面。

物料通过鏈条帶之后，即进入六格式热交换器。該热交换器的隔板是由耐热鋼制成許多單独的構件，其寬約为 400~500 公厘。这些構件用螺栓固定在窯体上和热交换器的中

央部分上。在用螺栓固定时要考虑到在温度条件发生变化时結構不致發生变形。

进入热交换器的气体，其温度不超过 900° （用热电偶記錄）。

圖 3 所表示的系裝設在窯冷端的热利用裝置。

在窯体中，在過濾預热器和热交換器末端之間，設有十个取样孔，通过这些取样孔可以定时取样以測定其水分。

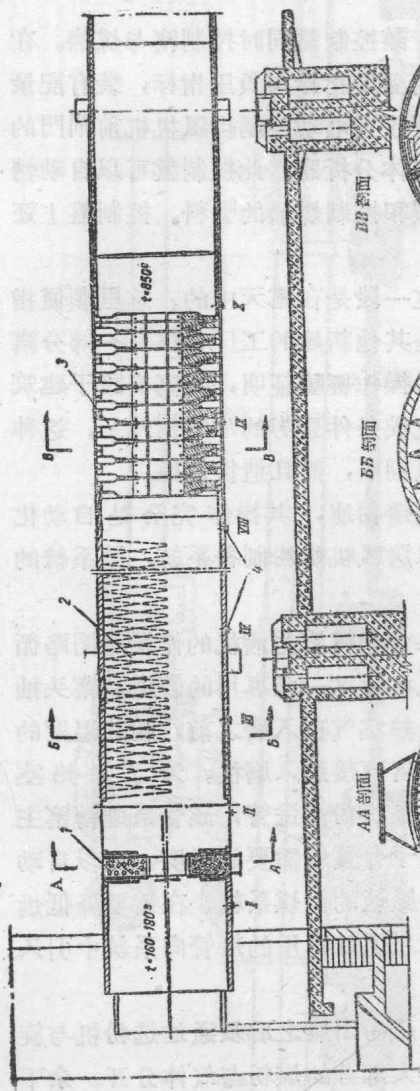
从取样孔中所取出之試样的分析結果如下：

取 样 孔 編 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
試样的水分(%)	45	44	41.5	32.5	30	24	21	18.5	12	4

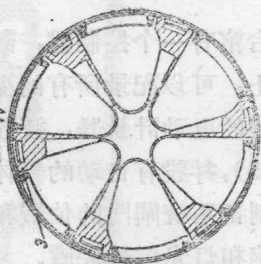
由此可以看出，从過濾預热器中的第一个和第二个取样孔取出的料漿，其水分仅改变 1%。这說明：这种過濾預热器的作用并不在于蒸發水分，而是預热物料和除去廢气中所帶的灰塵。

在窯中裝設这种過濾預热器作为向飞灰現象作斗争的一种工具。無疑地，是一个有效的措施，同时还能降低用于煅燒的燃料消耗量。因此，無可怀疑，如果在所有的窯中，其設備的結構以及气流运动的速度均容許的話，采用此种热利用裝置（過濾預热器、鏈条和热交換器）均系合理的。

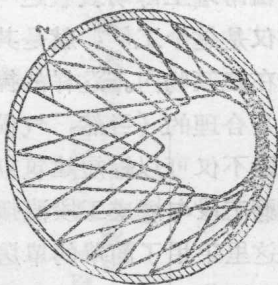
廢气的温度一般为 $160\sim 180^{\circ}$ ，有时温度还要低一些。排風机前的負压不超过 $70\sim 75$ 公厘水柱。窯（圖 4）每 $65\sim 70$ 秒轉一圈。窯的电动机的功率为 $40\sim 60$ 仟瓦。該窯轉数的变化平稳。迴轉窯的轉数与料漿喂料机的轉数是联动



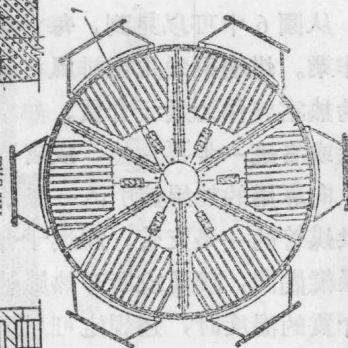
BB 剖面



BB 剖面



AA 剖面



的。

每台窯有一个控制盤，該控制盤同时控制窯与煤磨。在控制盤上，可以記錄所有的温度指标与負压指标，裝有記錄入窯料漿的电动計量器，还設有电动控制排風机机前閘門的裝置(圖5)，并設有自动的气体分析器。此控制盤可以自动轉換煤粉制备系統閘門的位置和控制煤磨的喂料。控制盤上还裝有音响和灯光信号裝置。

窯由冷端至傳动裝置这一段是在露天中的。这里順便指出，不仅是这个工厂，就是其他新建的工厂也仅有一部分窯体是設在建筑物內。这样的操作經驗証明，將窯安設于建筑物之外是合理的（当然，气候条件恶劣的地区例外）。这种燒成工段不仅可以縮短建筑期限，而且造价低廉。

煤磨工段与燒成工段直接相連，其操作完全是自动化的。在这里采用了簡單的單送風机煤粉制备系統，該系統的作叶十分可靠。

从圖6中可以見到，每台迴轉窯与磨机的作業是閉路循环作業。煤磨系采用由排風机通过一条專用的管道从窯头抽出的热空气作为烘干介質。热空气在入磨之前，視其温度的高低或者进一步再加热，或者直接送入磨机。为了加热空气，向專用的热風爐引入一条煤粉輸送管，該管系迴轉窯主要供煤管的一条支管。視烘干介質所需要的温度，可以自动地操縱閘門，接通或断开热風爐的供煤系統。在需要降低烘干介質的温度时，还規定可以通过專用的接管向系統中引入冷空气。

被水汽潤湿的空气連同煤粉出磨之后須通过选粉机与旋風分离器，在此二裝置中使大部分的煤粉与气体分开。余下

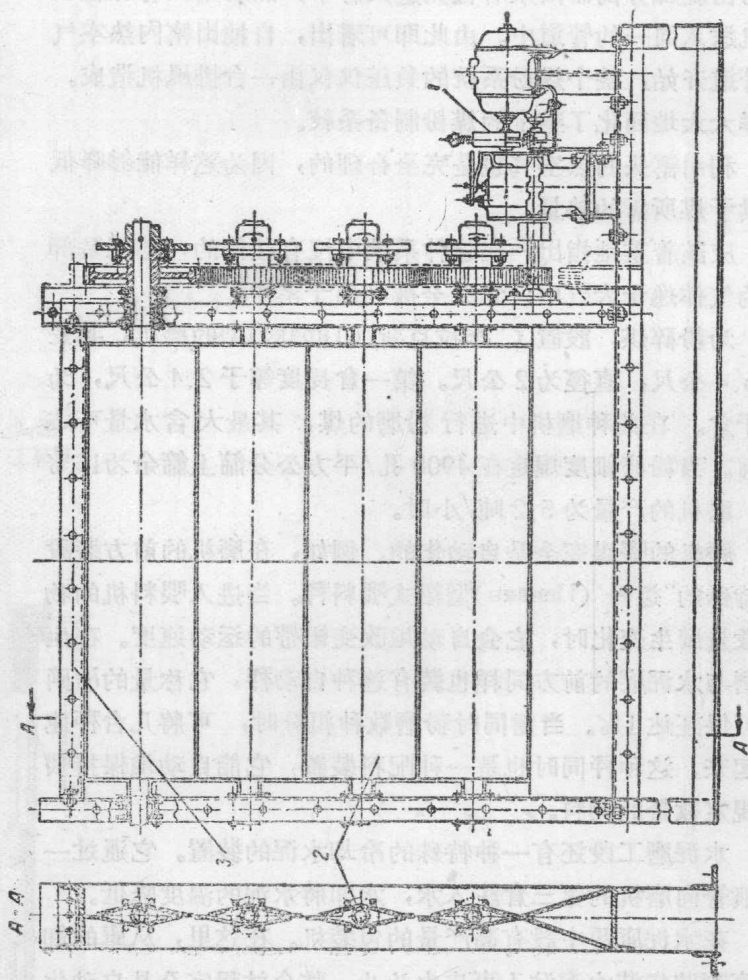


圖 5 迴轉密的自動閘門

1—傳動裝置；2—百叶欄板；3—框架

的部分煤粉，則随同气体被窑的排風机通过管道鼓入窑中。煤粉由旋風分离器出来后首先进入倉中，然后用双管螺旋喂料机送入同一的管道中。由此即可看出，自抽出窑內热空气的管道开始，整个煤粉系統的負压仅仅由一台排風机造成。这样大大地簡化了整个的煤粉制备系統。

利用窑头的热空气也是完全合理的，因为这样能够降低为烘干煤所需的热量。

應該着重地指出，在这种系統中沒有任何的，甚至是部分的气体逸于大气中；它完全被利用于窑中。

为粉碎煤，設置了“季拉克斯”(Тиракс)型的磨机，其長为6.4公尺，直徑为2公尺。第一倉長度等于2.4公尺，为烘干倉。在此种磨机中进行粉磨的煤，其最大含水量可达12%。当粉磨細度規定在4900孔/平方公分篩上篩余为15%时，磨机的产量为5.2吨/小时。

磨机的喂煤完全是自动化的。例如，在磨机的前方裝設了特殊的“边丹”(Пендан)型裙式喂料秤。当进入喂料机的物料数量發生变化时，它会自动地改变裙帶的运动速度。在生料磨与水泥磨的前方同样也裝有这种自动秤，它称量的准确度可保証达1%。当需同时粉磨数种組分时，可將几台秤連鎖起来。这种秤同时也是一种配料裝置，它能自动地保持喂入規定数量的物料。

水泥磨工段还有一种特殊的冷却水泥的裝置。它通过一个噴管向磨机的第三倉注入水，水即將水泥的温度降低。

在水泥庫房中設有高产量的包装机。在这里，从庫的卸料直到將袋装水泥送入車皮中为止，整个过程完全是自动化的。