

波多尔斯克 水泥厂迴轉窯的改建

E. C. 柯瓦廖夫

З. Л. 洛巴克 著

計 其 达 譯

建筑材料工業出版社

波多尔斯克 水泥厂迴轉窯的改建

Е.С. 柯瓦廖夫 З.Л. 洛巴克著

計 其 达 譯

楊南如 毛文傑 校

內 容 簡 介

波多尔斯克水泥工厂的工作人员在1953年改建了兩台L斯密特脫1及L米阿格1型的迴轉窯。改建的結果使窯的產量增加了30—40%，提高了設備的平均利用率，降低了電力和工業燃料的消耗。在改建過程中，把機組的主要部件和零件加以統一並使之近代化，這樣，就大大便利了機組的管理，改進了輔助設備。

這本小冊子由工廠總工程師E.C. 柯瓦廖夫同志及技術科科長З.Л. 洛巴克同志所執筆，其中詳細地敘述了所作改建的實質、準備和組織工作，以及廠內所進行的各項改進。

這本小冊子可供廣大的水泥工業工作者參考。

Е. С. КОВАЛЕВ З. Л. ЛОБАК
РЕКОНСТРУКЦИЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ НА
ПОДОЛЬСКОМ ЦЕМЕНТНОМ ЗАВОДЕ
ПРОМСТРОЙИЗДАГ (МОСКВА—1954)

波多尔斯克水泥厂迴轉窯的改建

計其達 譯
楊南如 毛文傑校

1957年4月第一版 1957年4月北京第一次印刷 1,055冊

787×1092. 1/32·31,000字·印張·1 3/4·插頁8·定價(10)0.36元

北京市印刷一廠印

新華書店發行

書號0060

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

前言

1. 改建前窖的特征 6
2. 窖的改建 9
3. 窖改建的总结 33

前 言

改建煅燒水泥的迴轉窯是水泥厂改进主要生产設備的有效措施。

改建后的迴轉窯生产熟料之多是不可比的。国内許多水泥厂改建后窯的工作經驗証明，改建后窯的生产能力提高25—40%或更多。根据最保守的計算，四台改建窯所生产的熟料量，相当于沒有改建的五台窯可能生产的熟料量。

在改建工作的过程中，根本改变了設備大修的方法，創造了新的快速的工作方法，这些方法不仅可以用于迴轉窯的改建，也可以用于破碎及粉碎机組的大修。

在建筑材料工業当前的任务中，改建迴轉窯并成功地掌握革新了的机組，實質上就是为完成及超額完成發展苏联国民經济第五个五年計劃而进行的斗争，是为执行十九次党代表大会关于增加水泥产量的指令而进行的斗争。

在动手改建迴轉窯时，波多尔斯克水泥厂的工作人員力圖在不增加設備能力的情况下提高現有設備的熟料产量。

波多尔斯克水泥厂的1号迴轉窯是“斯密德特”型式的，于1911年安裝，2号迴轉窯是“米阿格”型式的，于1930年安裝，至1953年为止，未曾作过重大的改建。

这两台窯的外形差別不大。窯的構造是把燒成帶作为其中的主要部分。过去都認為窯的生产率主要决定于燒成帶。

然而迴轉窯的生产率还与傳热面积及气体与物料間的平均温度差成比例，主要的热量是在物料进入燒成帶之前在所謂各个准备帶中傳給物料的。在各个准备帶中，料漿的水分被蒸發，高嶺土核(粘土中的)分解，碳酸鈣及碳酸鎂分解，生成最初的复化物，

以及物料在进入燒成帶以前受到預热。这样在燒成帶中只是完成生料的煅燒过程，生成矽酸鈣及鋁酸鈣、并放出热量。是否可以認為，窯的一切操作指标好像就决定于物料在燒成帶所进行的过程呢？当然不是。在迴轉窯中綜合地进行着許多过程。这些过程相互决定着窯的产量和熟料的质量。

当窯改建时，改变窯結構的意义正是要使机組的每一部分保証被处理的物料在进入下一过程之前，按其物理和化学的特性来说，要准备得最好。

因此，当改建波多尔斯克水泥厂1号窯及2号窯时，我們改变了窯的外形，增加了燒成帶的長度及干燥帶（窯的冷端）的直徑。随着燒成帶長度及干燥帶直徑的加大，傳热面积增加了，在干燥帶及燒成帶中进行的过程加强了，也提高了窯的产量并相应地降低了燃料的單位消耗量。改变窯干燥帶的直徑能够在这段中多掛鍊条而使物料的蒸發面积大为增加。这所以必要，是因为用工厂采石場原料配成的料漿的水分很高，在个别情况下当流动度（按 МХТИ ТН-2 流动仪）为40—50公厘时，水分达55%。这种現象是由于波多尔斯克当地高鎂原料的物理性能而引起的。

窯的改建工作是借中央水泥机械修理厂及本厂工作人員的力量完成的。

1. 改建前窑的特征

我們工厂“斯密特脫”型的1号窑(圖1)及“米阿格”型的2号窑(圖2)改建前为铆接胴体,兩窑各長70公尺,有短的扩大的燒成帶。每一台窑都安置在五个基座上,有敞开式的轉筒冷却机。傳动裝置安裝在第二第三基座之間,1号窑以敞开的齿輪傳动,2号窑以減机速傳动。

自收塵室出来的飞灰經出灰口用人工卸出。兩台窑均在自然通風下操作。

表示窑改建前特征的主要数据列在表中*。

表

指 标 名 称	1 号 窑 (斯密特脫)	2 号 窑 (米阿格)
窑身長度, 公尺	70	70
筒体段节的長度, 公尺	2.4	2.0
窑身鋼板厚度, 公厘		
热 端	25	25
冷 端	22	22
燒成帶窑身直徑, 公尺	3.1	3.5
燒成帶窑身長度, 公尺	9.6	12.0
窑身其余部分的直徑, 公尺	2.7	3.0
鍊条帶的長度, 公尺	10	10.2
鍊条長度, 公尺	1.7	2.2
鍊条数量 根	628	714
鍊条重量(帶脚), 公斤	9600	14100

* 根据水泥科学研究院在1953年窑改建前所測定的数据列出。

續表

指 标 名 称	1 号 窑 (斯密特脫)	2 号 窑 (米阿格)
鍊条加热面积 平方公尺	182	267
悬挂方法	自由悬挂	自由悬挂
鍊条帶离窑尾的距离, 公尺	2	3.9
冷却机型式	敞开轉筒式	敞开轉筒式
長度, 公尺	22	22
直徑, 公尺	2.0	2.3
窑的轉速, 轉数/分	1.2	0.8
廢气溫度, 度	368	512
收塵室負压, 公厘水柱	18	17
一次風压力, 公厘水柱	433	400
入窑空气量, 立方公尺	12000	12000
烟囱高度, 公尺	70	70
烟囱直徑(底部外徑)公尺	3.4	3.4
窑的产量, 吨熟料/小时	7.0—7.2	8.7—9.2
标准燃料的單位消耗量, 公斤/吨熟料	352	325

窑改建前第一燒成車間的操作情况不好, 窑的小时产量很少达到計划定額, 1号窑的最高产量是7.2吨, 定額是7.5吨, 2号窑的产量达8.9—9.2吨, 有时还要低一些, 而定額是9.5吨。

窑的工作令人不能滿意的主要原因之一, 是窑的直徑和長度不能适应(1号窑是 $3.1/2.7 \times 70$, 2号窑是 $3.5/3.0 \times 70$)。因此, 物料在干燥帶及碳酸鹽分解帶中預热得不够。結果, 看火技师常常被迫放慢轉, 降低了熟料的产量, 增加了燃料消耗量。

除此之外, 窑的机械狀況也不好: 筒体、托輪的磨損很大, 1号窑的傳動装置陈旧, 帶黃油潤滑系統的托輪軸承、鼓風机及螺旋式喂煤机也都陈旧了, 所有这些情况常常造成意外的停車,

破坏了窑的热工制度，恶劣地影响到窑的产量。保持所要求的窑的热工制度之所以困难，还由于没有足够的控制计量仪表。

由于可换零件，辅助设备和备用设备的型式不一，使窑的管理及修理极为困难。因此当窑改建时，我们尽量使机件及零件统一，并为窑装备了控制计量仪表。

这样，窑的改建是基于下列主要的原因：

窑结构上存在着严重的缺陷，阻碍窑的生产能力的提高；

必须更换磨损的窑筒体，并且要将一些不完善的机件换成新式的（1号窑的传动机构，1号窑及2号窑的托轮）；

必须统一可换零件（滚圈、托轮、轴承、齿轮等），辅助设备和备用设备（鼓风机、电动机、计量器、料浆喂料器、出灰器等），并为窑装置新的设备及控制计量仪表。

2. 窖的改建

國內的水泥廠在最近2—2.5年內在改建迴轉窖，提高窖的產量方面積累了豐富的經驗。以斯大林命名的格魯吉亞水泥廠的工作人員改建了三台迴轉窖，整頓了窖的操作制度，使窖的產量比原設計能力提高了45%。列寧格勒，勃洛青斯克，里日斯克的水泥工作者也獲得了很大的成就。

在我們動手改建我們的迴轉窖之前，這些先進企業的經驗已經在許多小冊子中，各個雜誌論文中以及一些宣傳畫中總結出來，這大大地減輕了我們的任務。

仔細的了解改建施工組織及掌握改建後迴轉窖的效果，使我們事先能預見到許多問題，避免了許多錯誤。

迴轉窖改建的施工組織

為了加速窖的改建，工廠派遣了30名左右自己的優秀的工人、工程師及技術員，受中央水泥機械修理廠波多爾斯克工區支配。

在派遣的人員中有：工廠的副總機械師И. П. 內爾科夫同志，他在改建時擔任工程主任，有總機械師室結構師B. A. 科諾夫同志、有鉗工、電焊工及吊索工等。

工廠技術科副科長、有經驗的機械工程師Ф. П. 阿里魯也夫同志也編制在內，對工區工作進行技術監督。

又撥出兩輛C-80型拖拉機，“揚瓦列茨”五噸汽車式起重機，汽車、千斤頂，絞車設備，必須的工具及裝置，統交中央水泥機械修理廠使用。

除了主要的工作隊之外，土建車間（車間主任А. И. 巴赫捷阿羅夫），供水車間（車間主任И. Т. 柯洛包夫），電氣車間

(总动力师 А. И. 季莫費也夫) 及机械車間 (車間主任 С. Г. 阿里雅林斯基) 全体人員也積極地参加了工作。

在工作队之間展开了社会主义竞赛。

土建人員承担了大量的工作。必須建筑金屬的工作架，打掉旧的并建筑新的基础，在每一个基础上要打眼，改建沉塵室及修复热烟室，В. К. 哈尔拉尼且夫工作队很短的时间內出色的完成了任务。不仅是只是这一个小队，还可以举出許多我們的同志精確的無可非議的工作的例子。

鑄工 А. Ф. 法苏里亞波夫及 Н. С. 雷日可夫也在制造半截离合器，鑄制托輪及其它零件的工作中完成了定額的 170—180%。机械車間工長 М. И. 穆尔辛諾夫始終及时地保證供应工作队以必需的鑄工制件：各种鍛件，絞車裝置及工具。

电工晝夜值班，不停頓地为安裝工服务，从未發生过因工地照明不良，鉚具的供电不及时或修理鉚具，起重机构损坏而造成的停工現象。电气設備中的一切缺陷都很快消除了。

工厂的党組織監督着机組改建工作的执行情况，在党的會議上不止一次地提出关于改建工作进行情况的問題。社会主义工作任务的完成，工作队或个别工作者的成績都定期地在牆报上予以表揚。在“閃电”上把所有落后于工作日程表的現象置于批評的火力之下，揭發落后的原因及一切阻碍改建工作的原因。

第一燒成車間的党組織和职工委员会对特別重要的工段的工作进行实际檢查，把所有發現的缺点提到了这一工作队或那一工作队的會議上来討論，拟定克服缺点的具体措施。所有这些促进了改建工作的順利完成。

*

*

*

審的改建工作是考虑到第一燒成車間的大小进行的。

在一号窑和二号窑之間建筑了一座輔助的金属工作架(圖3),上面安裝了鉄軌,可以使特殊安裝的小車运行。金属工作架的总重量达 60 吨。工作架上的鉄軌从窑热端(窑头)穿过牆一端的通道引出車間。車間出口处筑有斜台,窑筒体段节及其他設備均沿斜台运上。

窑筒体段节及設備靠 10 吨的傳动卷揚机及滑輪系統,复滑輪及滑輪組搬动。窑筒体段节用兩輛 C—80 拖拉机推向斜台。还筑有特殊的斜桥台用来放下拆除的旧段节:为拆卸 2 号窑,筑在車間东北牆的通道附近,为拆除一号窑,筑在車間西南牆的通道附近。

窑筒体段节的全部安裝(联接、中心綫校正,焊接)工作,在停窑之前,在輔助的金属工作架上完成(工作架位于兩台窑的中間)。

窑的改建工作划分为准备工作及基本工作兩类。凡能在停窑前完成的工作属于第一类,而归第二类的就是改建工作本身。一号窑改建的准备工作,从 1953 年 8 月 8 日开始到 1953 年 10 月 8 日結束。

准备工作的特点是这样的,由于窑身全部更換,可以在停窑之前將新的窑筒体段节拉到輔助工作架上,在架上就接成三段,完全校好它們的几何中心綫,而后將全部接縫焊好。

在停窑前也制造好了准备安裝的新的喂煤設備:高压鼓風机及轉輪式下料机。

停窑之后,旧的窑筒体不拆火磚就切断成十二段,沿脚手架送到斜台上运出車間。同时,將大牙輪及旧的傳动裝置等拆除。然后,安裝新的托輪;將三段新的窑筒体順序运到窑体下的工作架上,將其滾圈安放在托輪上,接起来,然后焊好。在这之后,

完成其余的一些工作。并且在1号窑的减速机安裝完工之前，需將2号窑冷端新筒体拉到輔助工作架上并联接起来。这是因为1号窑的减速机在兩台窑之間佔据了相当大的地方，妨碍2号窑窑身新筒体在輔助工作架上的运送。

1号窑改建的所有主要工作在1953年12月下半月完成，在消除一些缺陷及在各处平台上安裝好金屬的安全裝置之后，1号窑便驗收投入生产了。

2号窑改建的准备工作在1954年2月1日到26日間进行。进行的程序和1号窑一样。只是开始时我們在窑下，从窑头到沉塵室筑了为安設工作架的桁架，因为在2号窑下料漿池的盖子是未曾預計到要承受外加荷重的。

1954年2月26日准备工作全部完成，开始拆卸窑身。2号窑的拆卸及安裝工作較為复杂，因为必須要利用旧的窑筒体。

推开窑头，在热端下面安裝了起重机，并从第一号第二号托輪处开始在輔助工作架上鋪上板，架上放置截下的長21公尺的一段窑身。

窑头帶有滾圈的長2.2公尺的一段筒体（这一段不更換），截下后托到一号窑前的平台上。

而后从放置在輔助工作架上的旧的热端上截去旧的錐形筒体（長3.3公尺），而余下的窑筒体段节沿中間的脚手架运向新的錐形筒体，接好后將其焊上。之后，在二号滾圈及傳动大齒輪之間筑了工作架。把由旧筒体和新的錐形筒体焊好的窑的热端的一段窑身放到此工作架上。其次將三段帶有滾圈的新的窑筒体段节拖到中間的（輔助）脚手架上，放在第二号托輪对面，將其联接起来。此后，將放在十号窑前平台上的帶有滾圈的窑头筒体段节拖向新的筒体段节，接上并焊好。这样，在輔助工作架上已經放

置有 16 公尺長的一段窯體——窯的新熱端的大部分。

在此同時，拆除了窯舊的一號二號托輪，把基礎打掉到需要的高度，安裝了新的托輪架，裝置好托輪。之後將 16 公尺長的一段筒體運到 2 號窯的工作架上，裝好第二號滾圈，將這一段筒體與在二號托輪與大牙輪間的筒體段節接好，校正幾何中心綫後，將所有接縫焊好。這樣，窯的新的熱端便全部裝置完成。

拆除窯的冷端部分按以下方式进行。在窯身下用枕木堆成架子然後拆除窯冷端的密封裝置；把放在車間東北牆的裝修通道之 5 公尺長的窯筒體截開，然後沿斜橋台運出車間。

之後，順次拆除帶有四號五號滾圈的所有的冷端部分的窯筒體段節（靠近傳動裝置位於三號輪帶下面的段節除外）。截下三號滾圈下的舊筒體段節（滾圈仍留在原地）。將三號滾圈下長 7.2 公尺的窯筒體段節運到該處，在其下面安置千斤頂，把窯筒體放在枕木架上。然後拆掉三號四號及五號托輪，將基礎修建到需要的高度，安好新的托輪座，將托輪全部裝好。

在此之後，將輔助工作架上直徑為 3.75 公尺的冷端的窯筒體段節放到軌道上，這是在 1 號窯減速機安裝工作結束前就裝配好了的，將窯的冷端段節推入事先擴大了的收塵室口中 3 公尺。其次把留下的錐形筒體放到軌道上，然後和窯冷端的擴大部分及縮小部分（三號及四號托輪之間）联接起來。然後裝配好，校正，並加固五號四號及三號滾圈，砌好襯料，掛好鍊條，並且裝好窯冷端的密封裝置（按照亞美尼亞工廠的型式）。

在這一段時間中我們修理了傳動裝置，大齒輪翻轉了 180°，修理了窯的冷卻機，安裝了沉塵室的機械出灰裝置及新的高壓鼓風機。

在修理窯的傳動裝置的工作中，包括配制新的較大的傳動軸

及新的軸瓦，搪好主動齒輪軸承外殼的孔，修理并校正減速機的加油系統。

在修理窯的冷卻機時，消除了冷卻機外殼上的彎曲現象，修理了托輪，更換了揚料裝置及熱端的下料管，在熱端裝置了加固圈，檢查了傳動裝置及減速機。

1954年4月24日2號窯驗收投入生產。

這樣，在1號窯及2號窯改建工作中的特點是廣泛地應用了絞車裝置及金屬工作架，使有可能輕易地完成了笨重的窯身縱向或橫向的搬運工作。

絞車工作隊在準備、裝配及拆卸工作中使用的這些方法，現在已經是大家都知道了。我們不必創造新的方法。我們可以採取而且也採取了勃洛青斯克，格魯吉亞及其它許多水泥廠的經驗，他們成功地進行了這一類機組的改建工作。

很希望指出一點，在我們工廠車間的條件下，將新段節滾上輔助工作架，拆卸、截開及搬運窯體舊的部分，都是極其困難的。事情是這樣，運轉中的窯和輔助工作架上正在裝配中的新窯體之間的距離，不超過1—1.5公尺，而且那里空氣的溫度達到50°，但是工廠的和中央水泥機械修理廠的工作人員都順利地完成了放在他們面前的任務。

窯的新的型式

在窯改建的準備過程和在進行過程中，對設計中的決定有或多或少的改變。這主要是由於想要統一各個機器零件及設備部件的規格，以及必須要消除設計中某些不妥當的地方。例如，在原設計中僅僅是更換部分段節和托輪。而在改建中，1號窯全部換成22公厘厚的新段節，全部採用焊接。2號窯的窯體更換了72%，

这里利用了窑冷端直径3公尺的旧段节及良好地保留下来的热端直径3.5公尺的段节。在铆接的段节与焊接的段节连接的地方，将旧段节连接处铆接的接口板截去，将接缝焊住。窑的全部托轮都更换成新的。

两台窑的新的形式与设计有显著的差别。

按照设计，1号窑改建后的尺寸应该是2.7/3.1/2.7/3.48/2.9×70公尺，转速是每分钟两转以下，2号窑的尺寸是3.0/3.5/3.0/3.75/3.2×70公尺，转速是每分钟一转。

改建后窑的产量应该是每小时13.5吨熟料，标准燃料消耗量应该降低到0.271公斤/每公斤熟料。

实际上两台窑预备带（冷端）的直径扩大到3.75公尺，热端的直径扩大到3.5公尺，窑体中间部分（传动装置处）的直径，1号窑是3.1公尺2号窑是3.0公尺。

这样，改建后两台窑的形式如下列所示。

1号窑（图4）。窑热端的直径为3.5公尺，长2.08公尺（窑头长4.1公尺的这一部分不算在内，这一部分的直径是3.1公尺）。窑冷端的直径为3.75公尺，长32.8公尺（与沉尘室联接的一部分不算在内，由于后者尺寸小，这段筒体直径只得减小到3.2公尺）。

介于窑冷端和热端之间的一段，长13.7公尺，直径3.1公尺。改建后的窑整个尺寸如下：3.1/3.5/3.1/3.75/3.2×70公尺。

2号窑（图5）。窑热端的直径为3.5公尺，长21.6公尺（窑头部分除外，这部分的直径是3.0公尺）窑冷端的直径为3.75公尺。长33.5公尺的窑体中间部分的直径为3.0公尺，长14.6公尺。

改建后窑的尺寸如下：3.0/3.5/3.0/3.75×70公尺。

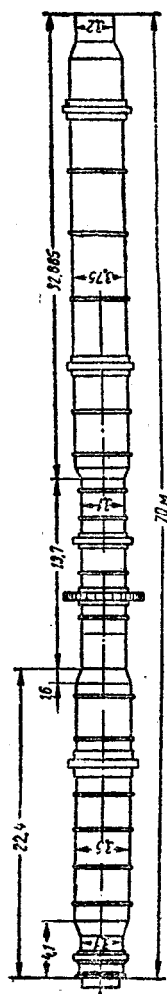


圖 4 改建后的1号密

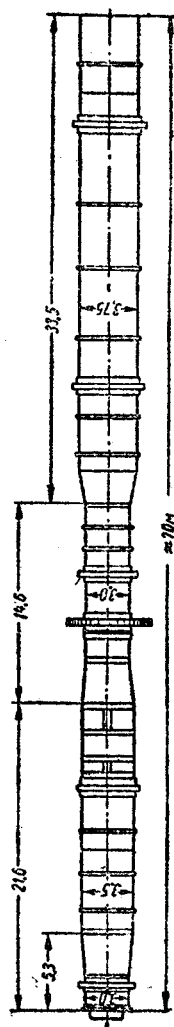


圖 5 改建后的2号密