

利用振动磨生产 胶凝材料和建筑制件

Л.Д.叶 尔 晓 夫 合著
О.П.卡什彼罗夫斯卡雅



建 筑 工 程 出 版 社

引 言

苏联第六个五年计划期间建筑规模是很大的，因此要求生产大量的胶凝材料，砌墙材料和屋面材料；为了大量地生产这些材料，必须广泛利用各种地方原料。

原料和成品的细粉磨是生产胶凝材料工艺过程中的一个主要工序。当用石灰和其他各种地方原料生产低标号胶凝材料时，细粉磨具有极重要的作用。但是，目前物料的细粉磨机械的效率低，而且物料粉磨得越细，粉磨效率就越低。

根据П·А·列宾捷尔院士的理论，固体表面都有一些缺陷和细小的裂隙。随着粉磨的进行，表面上的大部分缺陷和细小的裂隙逐渐消失，物料颗粒好象“脱去一层壳”。继续粉磨“脱了壳”的物料颗粒，电能消耗是很大的；然而，在研磨体多频率振动作用下，这种物料颗粒却容易粉磨。振动磨在某种程度上是符合这一原理的。从这一观点看来，在物料的超细粉磨方面，用振动磨代替球磨机 and 管磨机，即用振动粉磨代替冲击研磨粉磨，是技术上的一个进步。

振动磨轻便，耗电量较小因此它可以应用于砖瓦厂、硅酸盐厂、冶金厂、电站，以及生产各种地方胶凝材料的其他企业里。

振动磨还可用来再次粉磨水泥成品，以提高水泥的强度。

目前，工业中已经采用了M-200型振动磨，这种磨机暂时还不是完善的细粉磨设备，它的生产能力还很低。因此，在继续研究M-200型振动磨的同时，对容积为400、1000升和容积更大的振动磨，对水平方向振动磨、共振磨、离心磨、气流磨和其他磨机亦正在进行研究。

目 录

引 言

M-200型振动磨的结构.....	(1)
振动粉磨装置工艺流程.....	(3)
地方胶凝材料的生产.....	(12)
砌墙大块磚和澆注瓦的生产.....	(36)
用振动磨以湿法和干法粉磨水泥.....	(41)
生产檢驗.....	(45)
参考文献.....	(52)

M-200型振动磨的结构

M-200型振动磨(图1)用于以干法或湿法粉磨物料, 它的组成部分有: 机体, 振动器, 弹性联轴节、电动机和机架。

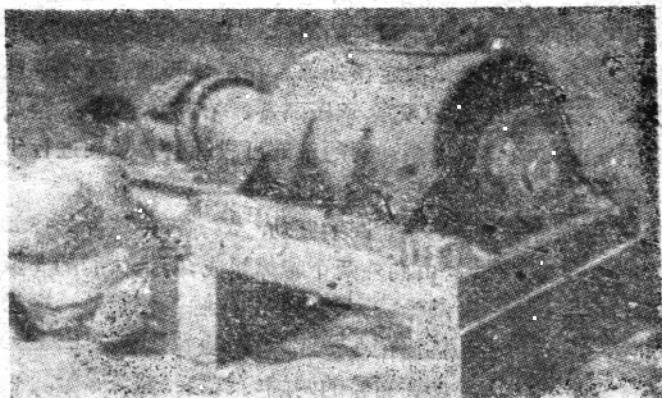


图1 M-200型振动磨外形图

技术性能

机体

容积	200升
每分钟振动次数	1500和3000
允许振幅(不大于)	3毫米

电动机

型式	A 62-4
功率	14瓩
每分钟转速	1450

不平衡力矩	140—175公斤/厘米
研磨体重量	740公斤
弹簧以下部分重量	340公斤
振动磨总重量(带电动机, 不带研磨体)	700公斤
外形尺寸	
长	1930毫米
宽	980毫米
高	1360毫米

振动磨机体是一个水平放置的筒体, 筒体容积为200升, 在筒体底部焊接有法兰盘以固定振动器。在机体两侧有两个平行放置的支架, 支架上有销以安放承压弹簧。在机体上部有装卸料口。根据定货人的要求, 振动磨的下部可设卸料口以便进行干法粉磨, 或安装水龙头以进行湿法粉磨。

为使磨机机体和研磨体作圆周振动, 设有每分钟振动1500—3000次的振动器。振动器由内外两个管体组成, 两管体间的间隙通过冷却水; 此水用以冷却轴承和与研磨体接触的外管体。振动器是借弹性联轴节和电动机连接在一起的, 联轴节是直径为105×65毫米的胶皮夹布管, 胶皮夹布管的两端用箍圈和套筒卡紧。

振动磨内物料的粉磨是借助于各种尺寸的钢球和钢段进行的, 钢球和钢段是用ШХ6、ШХ15、ШХ9 滚珠轴承钢(ГОСТ 801-47)淬火到硬度 $R_c=57$ 制成的。轴承上的滚珠和滚柱, 不合格的和已磨损的(这些都是轴承修理厂的废料)都可用作振动磨的研磨体。用任何耐磨钢, 只要淬火到硬度不低于 $R_c=57$, 都可制造研磨体; 甚至用冷硬铸铁, 只要能保证需要的强度, 也可制造研磨体。

M-200型振动磨应用的研磨体应具有下列尺寸: 钢球直径为8—16毫米, 钢段直径为8—16毫米, 长度为直径的1.0—1.5

倍。所用研磨体的尺寸不应相同,因为在这种情况下,研磨体的研磨效率会降低,此外经过一定时间即需要更换一次全部研磨体。

因此,应当按相等的重量比例采用几种不同尺寸的研磨体,例如:直径为14—16公厘的钢球用33%,直径为11—13毫米的钢球用33%,其余的钢球直径为8—10毫米。同时随着研磨体的被磨损,还要加进直径最大的研磨体。

当粉磨砂子、砂混合物、矿渣和其他难研磨的物料时,振动磨机体逐渐磨损。为了延长机体的寿命,机体内壁装有可更换的保护板(图2)。

参照M-200型振动磨,莫尔达维亚苏维埃社会主义共和国地方工业设计院设计了一种将振动器放在磨机机体外面的BMH-200型振动磨。它的技术性能和M-200型基本上没有区别:容积——200升,电动机功率——14瓩,不平衡力矩——175公斤/厘米,机体振动频率——1450次/分;振幅——4.5毫米。

振动粉磨装置工艺流程

振动磨可以间歇作业,也可以连续作业。

当M-200型振动磨间歇作业时,应预先将应粉磨的物料干燥(使剩余水分含量降低到2%),并且预先粉磨使粒度达到2毫米。砂子不需要预先粉磨,将砂子在筛孔直径为2.5毫米的筛子上过筛,筛去其中的大颗粒和杂质。将准备好的物料送进料仓或者用人工直接送进振动磨,送入量为60升。将装卸料口关上进行粉磨,粉磨延续时间为10、20、30分钟,或更长,时间的长短取决于所要求的粉磨细度和物料的种类。粉磨好的物料从下面的卸料口卸出。

在M-200型振动磨间歇作业时,其生产能力很低(每小时粉

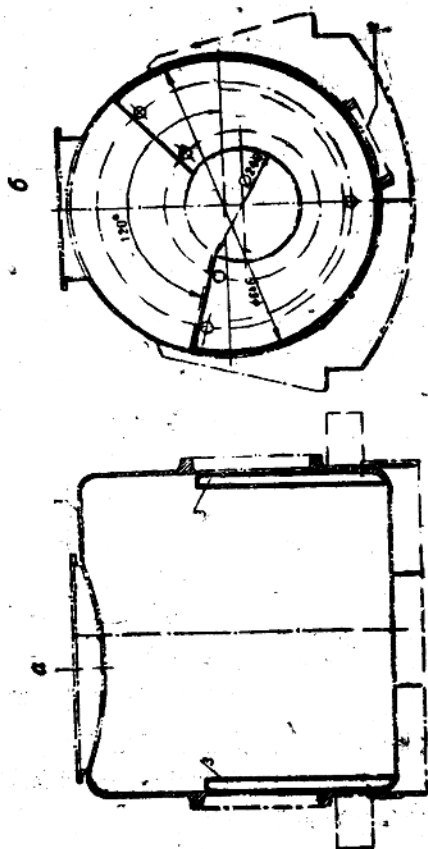


图 2 M-200型振动磨断面图

a—纵断面; 6—横断面; 1—机体; 2—卸料口; 3—保护板

磨45—120升物料)，可是电耗却相当大。在粉磨过程中，振动磨内形成颗粒极细的物料，它们妨害进一步粉磨余下的颗粒较大的物料，这也是极大的缺点。因此，用间歇粉磨法制造胶凝材料，是不完善的，并且也是不经济的。间歇粉磨法主要应当用来对某些难磨的物料（石墨、特种硬质合金，有机染料和其他）进行超细粉磨。

为了使振动磨连续生产，可借助抽风机将粉磨好的物料吸出（此时振动磨是负压操作的），或借助鼓风机将粉磨好的物料吹出（此时振动磨是正压操作的）。使粉磨好的物料自由排出磨机（开路式自由卸料操作法），也能使磨机连续操作。此时磨机的装料口和卸料口的位置是斜对角的位置。

苏联建筑材料工业部所属全苏建筑材料细粉磨科学研究所（ВНИИТІСМ）设计了一种正压操作的粉磨装置，其组成部分如下（图3、4）：喂料装置、M-200型振动磨、选粉机、旋风分离器、中间料仓、自动卸料阀和高压鼓风机。磨机上上部有三个开口：一个口进料，第二个口进空气，粉磨好的物料则自第三个口被空气流带出。

原料由提升机或输送机送进受料装置3，受料装置由两个受料仓组成，每个容积为90分米³。这样就可以将两种组份同时喂入磨机共同粉磨。受料仓的结构是焊接的，仓壁是铁板的。为了防止喂入大颗粒物料卡住配料机，在受料仓的上部装有保护筛。没有保护筛不允许进行生产。为了防止原料堵塞，在两个料仓的下部各设两个搅动器（位置是一上一下），搅动器是由起动配料机的减速机借链条传动的。

料仓中的物料经过容积配料机2进入振动磨，配料机是机械传动的，其作用是使原料均匀地喂进振动磨。调整配料机，可改变整个配料装置的生产能力，并且可使两种组份按不同比例喂入。

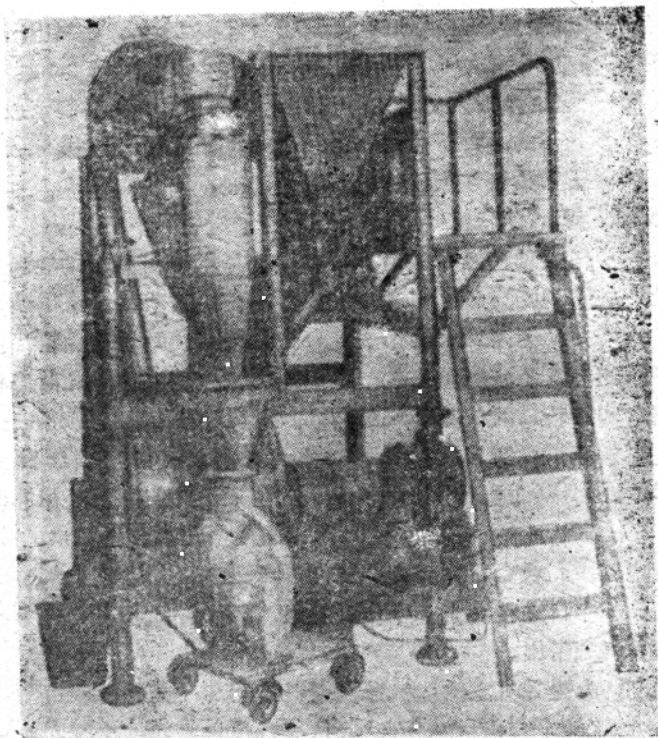


图 3 振动粉磨装置（生产流程如第三号示意图）外形图

磨机（例如，85份砂子，15份石灰）。配料机是圆筒型（格子型的），容积为 2.0分米^3 ；配料机用电动机（1.7瓩，1420轉/分鐘）經過蝸輪減速機（減速比為20:5）、曲柄和棘輪機構傳動的。

由于研磨体作强烈的圆周循环运动，物料分布于振动磨的整个机体內，填充于研磨体之間的空隙中，并且一部分物料分布在研磨体的表面上。鼓风机4造成的空气流将粉磨好的物料从研磨体面上吹起。为了避免把未粉磨好的物料吹起来，在磨机中研磨

体表面上的空间中安置一个隔板，隔板把研磨体上的空间分成两个仓：受料仓（窄的，物料经过受料仓进入磨机）和粉磨仓（宽的，粉磨好的成品从此仓被吹出磨机）。

上述振动粉磨装置的鼓风机为5*离心式高压鼓风机（工作轮的直径为500毫米，生产能力为850立方米/小时，压力为500毫米水柱，电动机功率为2.8瓩，每分钟转数为2,880）。

空气流和粉磨后的物料的混合物进入选粉机7，大颗粒物料从气流中分离出来，返回振动磨继续粉磨。

采用的选粉机是开路式的（图5）。空气携带着粉磨后的物料，经管7进入选粉机，速度为15—25米/秒。大颗粒物料撞击到反击锥体6上，其速度减低。然后，大颗粒物料随空气进入锥体的扩大部分，在重力作用下脱离空气流，向下落，沿锥体5壁滑下，经返料管1返回磨机继续粉磨。有些大颗粒物料来不及脱离空气流，被空气流带到选粉机的上部。选粉机的上部有导向叶片4，它们与选粉机的中心线成一定角度。空气在叶片的作用下形成强烈的涡流，粗颗粒物料在离心力的作用下被抛到内锥体2的内壁上，然后沿壁滑下，经返料管1返回磨机继续粉磨。细颗粒

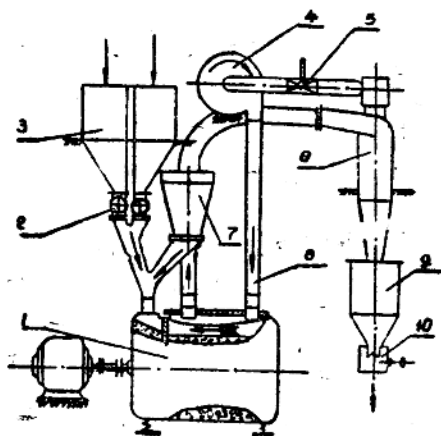


图4 振动粉磨装置的第三号示意图

1—M-200型振动磨；2—配料机；3—原料仓；4—高压鼓风机；5—节流阀；6—旋风分离器；7—选粉机；8—空气进磨管；9—中间料仓；10—自动卸料阀

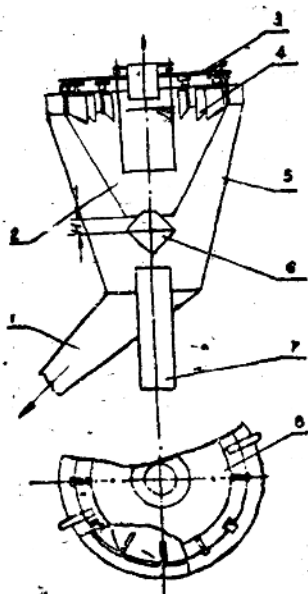


图 5 空气通过型选粉机的简图

1—大颗粒物料返磨管；2—内锥体；3—上盖；4—导向叶片；5—外锥体；6—反击锥体；7—进料管；8—调整环

粒（成品）则随空气流自选粉机进入旋风分离器沉降下来。转动叶片（转动角度可达 60° ）改变内锥体和反击锥体间的距离 H ，以调整选粉机。转动角度在 30° 时，所得成品的细度最细。内锥体和外锥体是铁板焊接的。选粉机的上盖 3 ① 用螺栓固定，它是可以取下的。转动调整环 8 ②，同时调整所有导向叶片位于所要求之角度，调整环上有表示角度的刻度。

成品的粉磨细度取决于选粉机导向叶片的位置，改变叶片的角度是用选粉机上部的调整环 8 ③ 进行的。粉磨细度也取决于选粉机中空气流速度。调整空气流速度（调整范围为 $15-25$ 米/秒），是用节流阀进行的。速度降低则成品变细。

空气和细颗粒物料（粉磨成品）出选粉机进入旋风分离器 6，在旋风分离器内细颗粒物料脱离空气流。旋风分离器是 LH-15 型的（气体净化科学研究所 НИИОГАЗ 的规格）。旋风分离器的直径为 250 毫米，入口空气流速约为 17 米/秒。旋风分离器的进风管正

① 原书为 8，恐系印刷错误。——译者

② 原书为 3，恐系印刷错误。——译者

③ 原文为 3，恐系印刷错误。——译者

切地焊接在旋风分离器的圓筒部分，与水平面成 15° 角。旋风分离器內有內管，它焊有导向下方的右螺旋。空气和物料的混合物沿切綫方向进入旋风筒，在圓柱部分迴轉，成品的顆粒在离心力作用下被拋向外壁，滑下落到中間仓9內，在自动卸料閥10上聚集成层；然后經過自动卸料閥落入包装容器（紙袋、木箱等），或者輸送給用戶。已除去物料的淨空气自旋风分离器經鼓风机再返回振动磨。此时粉磨装置是閉路式的。

要改变振动磨的喂料量，可移动配料机上的專門螺栓（沿曲柄槽移动）。这样，減速机軸每迴轉一周，棘輪可旋轉1—5齿，喂料量与棘輪每次的旋轉齿数成正比。改变喂料量的方法还有：改变配料机筒体的分格容积，或在分格內裝置隔板，配料机改用其它轉数的电动机。

喂料量（校准配料机）是根据称量2—3分鐘內通过配料机的物料重量而測得的①。三次称得重量的平均值即喂料量。

磨机內研磨体面至机体上盖之間的距离表示磨机內物料的充滿情况。操作制度稳定时，此距离在生产过程中不会改变。研磨体面升高，表明装料过滿。那么，必須減少喂料量。

粉磨石灰灰渣混合物时（0060号篩篩余为2—5%，用塔瓦罗夫比表面积測定仪測得之比表面积为4,500—5,000厘米²/克），粉磨装置的生产能力約300公斤/小时。欲取得上述操作制度，选粉机各調整裝置的位置应为：节流閥打开 60° — 80° ，在直徑为115毫米的管道中，空气流速为20—25米/秒（此时整个系統的流体阻力，不算节流閥，为300—450毫米水柱）；选粉机的內錐体和反击錐体間的距离为20毫米；导向叶片与放射方向成 20° — 30° 角。

图6所示是按第1号示意图操作的振动粉磨装置，其組成部

① 原文为Изменяются(改变)，恐系Измеряется(測量)之誤，現按Измеряется譯出。——譯者

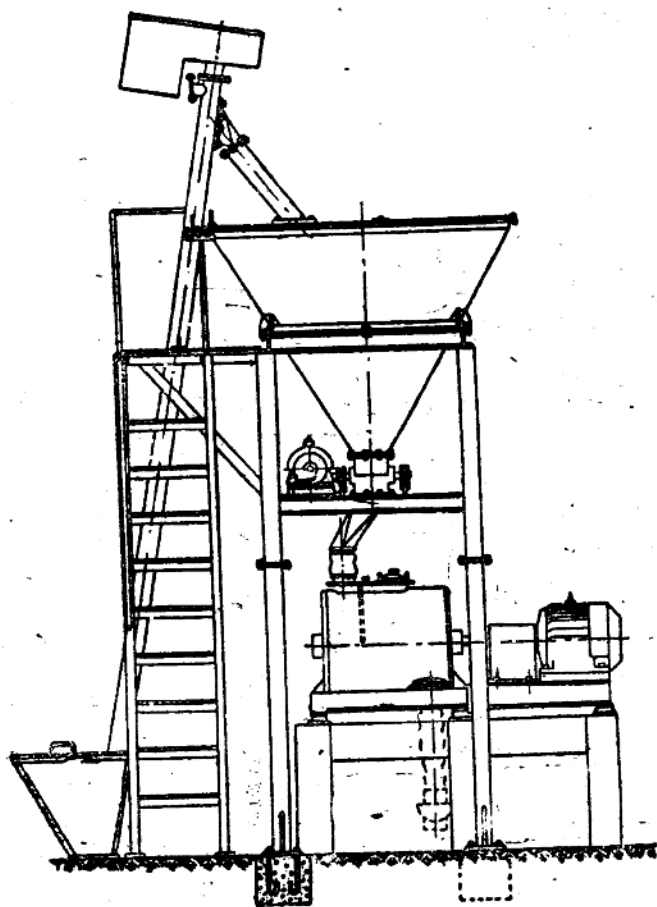


图 6 振动粉磨装置（按第 1 号示意图）

分如下：两个料仓（石灰和混合材料各用一个），两个分格式配料机，M-200型振动磨（入料口和卸料口成对角线方向相对）和成品仓。配料机和振动磨结构与第3号装置相同。第1号粉磨装置和第3号粉磨装置相比，前者的小时产量较高，但产品的粒度较粗。

乌克兰苏维埃社会主义共和国建筑材料工业部设计机构「乌克兰工业设计院（Укрпромпроект）」完成了设有两台M-200型振动磨的标准设计（图7）和带有一台和四台振动磨的初步设计（表1）。

基希涅夫市地方水泥厂以5台BMH-200型磨机上下彼此相連地安装成串联机组。

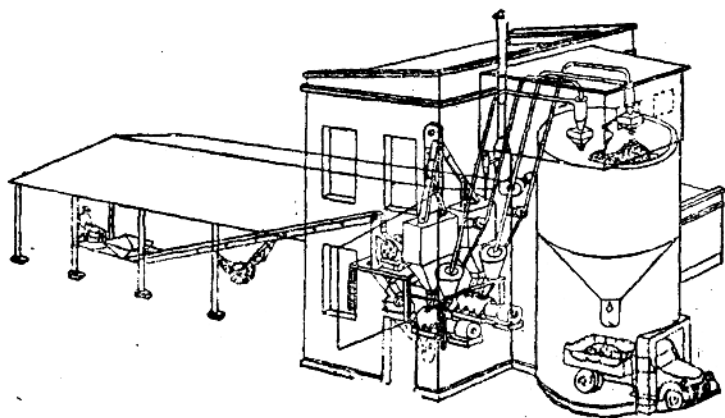


图7 设有两台振动磨的粉磨装置的全景图

振动磨串联组的每班生产能力为6吨，平均每个磨机的小时生产能力为150公斤。这种装置生产石灰矿渣水泥，粉磨细度为0060筛余7%。

乌克兰工业设计院设计的粉磨装置的技术经济指标

表 1

指 标	单 位	一台磨机	两台磨机	四台磨机
生产能力:				
每年(两班制生产)	吨	1,250	2,500	5,000
每小时	吨	0.225	0.45	0.90
工人数量		4	4	4
电动机总功率	瓩	34	69	120
粉磨装置的大约价值	万卢布	13	28	60
粉磨 1 吨产品的成本:				
200标号的	卢布	125	114	105
100标号的	卢布	102	92	83

振动磨还可以以湿法粉磨某些物料，如水泥、石灰砂子混合物、石灰矿渣混合物和其他等。经验证明，湿法粉磨的成品细度较干法更细。原因是水具有分散作用。

目前应用湿法振动粉磨效果最好的有两个工业部门：钢筋混凝土建筑制件工厂（粉磨波特兰水泥）和热压灰砂瓦工厂（粉磨石灰和砂子）。湿法粉磨波特兰水泥以及石灰和砂子的混合物，可间歇操作，也可连续操作。湿法粉磨时，M-200型振动磨的生产能力为800—1,200公斤/小时。

地方胶凝材料的生产

所谓《地方胶凝材料》，基本上指的是用石灰、石膏和其他大量的各种各样地方原料（矿渣、炉渣、烧粘土、砂藻石、蛋白土和其他）制成的标号为25—150的胶凝材料。

由于胶凝材料的粉磨细度和其中石灰含量的不同，其成份和

标号的变化范围是很大的。地方胶凝材料可用于制备抹灰和砌墙用砂浆、低标号混凝土,也可用于制造砌墙石材和其他建筑制件。

对原料的要求

用石灰制造的地方胶凝材料的质量,在很大程度上,取决于所用石灰的种类和性质。目前石灰混合胶凝材料的国家标准(ГОСТ2544-44)规定,生产地方胶凝材料可用粉磨的生石灰,也可用熟石灰。

用生石灰生产胶凝材料时,应特别注意石灰的消化速度和石灰内是否含有过烧的石灰颗粒,过烧的石灰颗粒的消化速度极慢。采用含过烧颗粒的石灰,会使制件产生裂缝,体积发生变化,强度急剧下降。

石灰的消化速度取决于石灰的种类、品级和粉磨程度。国家标准(ГОСТ1174-51)规定,块状生石灰按消化速度分为三类:消化速度快的(10分钟以内),消化速度中等的(10—30分钟)和消化速度慢的(30分钟以上)。低镁石灰、镁质石灰和高镁石灰相比,如果其他条件均相同,低镁石灰的消化速度最快。但是,当原料中粘土质成份过高时,和石灰石的煅烧温度不均匀,尤其是温度过高从而使石灰中过烧石灰的含量增高时,低镁石灰的消化期可能比镁质石灰、甚至高镁石灰的消化期更长。

在所有情况下,石灰粉磨得越细,消化就越快。因此,生产中采用的石灰必须是质量良好、消化快、煅烧正常的,同时石灰应当粉磨得极细,使石灰在和水、混合、制件成型时(制件送去蒸炼前)全部彻底消化。

块状生石灰能很快地吸收空气中的水份和二氧化碳,变为质量低劣,价值极小的所谓《粉末》状石灰;这种《粉末》状石灰是氢氧化钙粉末和碳酸钙粉末的混合物,这种石灰不适宜用来生产

地方胶凝材料。因此，块状石灰应尽快地用于生产中；如果必须储存时，也必须存放在仓库内严防受潮。存放石灰的仓库应当有房盖，将石灰堆成长条形堆，堆的高度为数米；这样只有外层石灰消化，消化后的石灰外层能保护下面的石灰不消化。在这种情况下，生产上需用石灰时，应取中部的石灰，勿破损石灰堆的外壳。

輪窑的爐渣（窑渣） 磚瓦厂輪窑的灰渣質量主要取决于煨燒磚瓦用的燃料的种类和質量。所用粘土的成份（首先是含砂程度），对爐渣的質量也有一定影响。褐煤、泥煤和高灰份燃料的爐渣，与低灰份煤、短火焰煤（无烟煤）的爐渣相比，用前者为原料生产的胶凝材料的标号較高。几个磚瓦厂輪窑窑渣的化学成份列于表 2。

窑 渣 的 化 学 成 份 (%)

表 2

窑 渣	燒 失 量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃
APIL ^① 煤	11.34	55.75	10.15	5.18	0.57	9.17	1.77	4.71
褐 煤	17—36	36—58	10—14	3—7	0.5	3—6	0.80	1.9
泥 煤	3.35	51.12	20.75	14.27	—	6.95	0.62	2.57

爐渣（窑渣）按其本身的化学性質属于人造水硬性混合材。爐渣的活性取决于燃料的种类，活性是用石灰吸收法測定（ГОСТ 6269-54），1克爐渣吸收石灰的量为45—150毫克。但是，爐渣的活性对石灰爐渣水泥的質量沒有显著影响。俄罗斯共和国建筑科学研究院和中央建筑材料科学研究院进行的研究实验表明，用磚瓦厂輪窑窑渣（燃料燃燒后的残余物）生产的水泥，可用于制备砌墙砂浆和制造砌墙石材。

① APIL (Антрацит рядовой с штыбом)——含有煤粉的无烟煤原煤。——譯者