

建材情报资料

总第8019号

综合类

苏联建筑材料有关企业 节约能源实例

(建材节能专题报告之五)

建材部技术情报标准研究所

1980年8月



前 言

建材工业是以窑炉设备为主，耗能比较多的部门之一，因此降低燃料和原料以及电能消耗就十分重要。本资料选译了苏联建筑材料工业有关企业近年来节约能源方面的经验，供我国建材各有关企业参考。

目 录

1. 莫斯科建筑材料工业总局所属企业节约原料、材料和燃料—能源的经验 (1)
2. 乌克兰建筑材料企业节约燃料—电能资源情况 (2)
3. 砖瓦企业节约能源经验 (8)
4. 油毡厂节约燃料和电能的经验 (5)
5. 汽车运输企业节能经验 (5)
6. 生产工艺自动化与节约能源的关系 (7)
7. 燃料油喷雾过程自动调节体系 (8)
8. 隧道窑的燃料油配量输送体系应用经验 (11)

莫斯科建筑材料工业总局所属企业节约原料、 材料和燃料—能源的经验

降低产品的材料用量、利用生产废料、节约原料、材料和燃料—电能资源是发展国民经济的重要条件。

莫斯科建筑材料工业总局每年需耗用2百万吨水泥、33万吨金属、95万米³木材、9亿5千万千瓦、小时电能、135万吨燃料。总局编制了节约材料和燃料—电能资源的技术—组织经济综合措施并正在实施。

在制作钢筋混凝土构件的过程中掺入了各种有效的化学增塑剂。利用飞灰和炉渣制砖和混凝土。编制并推广技术先进的有依据的水泥耗用定额，改进对混凝土强度的观测，改善水泥的受料、保管和运输。提高拌制混凝土骨料的质量、配料的自动化、推广混凝土混合料的蒸汽加热。所有这些措施都是收到显著效果的保证。

节约电能措施为：采掘场的破碎—粉磨设备改用生产效率较高的设备，散装材料使用气动运输取代螺旋输送；成材下脚料线路的机械化，推广无接触的合理线路以便自动控制运输—堆栈工艺，采用新工艺锚固预应力钢筋；对水泥容量增减的观测实行自动化，钢筋混凝土构件电热处理时保持等温调节的自动化等等。

实践证明，节约燃料的根本保证为：建筑材料用气体进行干燥时要用燃料直接燃烧而无中间介质；陶土制品码放在传送带上时要紧凑密实，用废锅炉作二次热媒设备干燥悬浮状态下的砂料。

钢筋混凝土构件七厂是莫斯科建材总局各企业中的节约材料典范。1976~1978年间，由于使用了有效的化学剂、调整了水泥的受料、保管和运输、推广了共振性平板振动器等项措施，共节约水泥7354吨。在励行节约、生产高度文明化和推广新技术运动中，这个企业是莫斯科建材总局系统中的先进单位之一。

莫斯科石材加工企业是生产废料再利用运动的倡导者。大理石和花岗石废料可用于制作公共与文化设施建筑物高级地面板。大理石碎屑可制作马赛克混凝土板用以装饰建筑物立面。

别斯库德尼考夫斯克第一建筑材料与结构联合企业利用废油代替太阳油改善粘土的膨胀性能，利用黄铁矿灰渣作为生产陶粒时的粉料。莫斯科石棉保温材料联合企业利用石棉水泥板边脚料和化铁炉逸出物生产矿棉。石棉水泥废板块可用于制作高质量人行道铺面板。牛皮纸袋打成泥浆状可代替部分石棉用于制作石棉水泥板。矿棉和矿棉制品废料可制作接缝用的密封带。

“建筑塑料”联合企业广泛利用等外原料作辊压地漆布的基料。1978年共生产6百万米²用量大的辊制漆布和120米²“孕乙烯”压制装饰板，其尺寸为500×500mm。

列宁玻璃厂利用玻璃废料生产高质量装饰板—“玻璃硅石板”。

综合措施的实施使得莫斯科建材总局所属各企业在1976~1978年间共节约水泥7万2千吨，金属10万8千吨，木材20万8千米³，电能6千1百90万千瓦、小时，燃料47万1千吨。

乌克兰建筑材料企业节约燃料—电能资源情况

降低电能、燃料和原料的消耗是建筑材料工业部门本职工作的主要任务之一。在建材行业，每年都举行全苏的和加盟共和国的观摩赛，以便合理利用原材料、燃料—电能资源。逐年都有越来越多的企业、车间、班组和工人成为观摩赛的积极参加者。

乌克兰加盟共和国建材部所属企业参加1979年观摩赛的人数为145000名厂人、工程技术人员和干部。参加这次比赛的企业共节约燃料37200吨，电能3360万千瓦、小时。

创造发明人员提出节约燃料、电能和原料资源的建议共8896条，其中付诸实施的已有7682件。例如，在制作石棉水泥板的过程中，在制板机的毡面上经常出现粒状杂质，造成板面裂纹，大部分板都需重新压制，致使机器的生产效率降低3%，提高了废品率，从而也就增加了电能的消耗。基辅陶土制品厂的工人建议：在环形轴上，在毡的横向断面拉上一根线，用它去掉多余的杂球。这项建议已在六台机器上采用。现在返工现象减少，仅一个月时间就节约1800千瓦、小时电能。

这一企业还在石棉水泥管生产工艺线上利用热工设备的废气来提高传送装置的热功能。在压力降低和蒸汽耗量减少的情况下，保证传送装置具有高而稳定的温度。所得经济效果为2532卢布。

另外，创造发明人员还建议：利用制管厂的三台热风机的余热加热冷凝水。这项建议的经济效果为5976卢布/年。

乌克兰玻璃联合企业广泛开展了节约燃料—电能资源竞赛。在提高窑炉的热工性能方面取得了一定成绩。

1976~1978年，赫尔松玻璃制品厂在节约燃料—电能资源方面共采取措施30多项。例如，制作斑纹玻璃时，利用废气加热预热器（一年可节约燃料300吨）；延长玻璃熔窑使用年限（每台可节约燃料400吨）；在饰面材料车间建立水冷体系取代气冷（可节约电能20.9万千瓦、小时）等等。

尔沃夫陶瓷厂实行了节约燃料物质奖励制度。在卫生陶瓷车间，由于煅烧方法得当而节约天然气一千多米³。这就等于多生产160米²饰面瓷砖，或等于一年完成400天的工作量。

这个企业还提出了10项关于降低废品率，增加优质产品数量、节约原料、燃料和电能资源方面的建议。1976~1978年间，这个企业共节约燃料7850吨，比原定指标多617吨。

在生产陶瓷制品的各工厂内，早已有系统地推广了关于降低燃料消耗方面的技术组织措施。在尔沃夫陶瓷厂、哈尔科夫瓷砖厂、和斯拉维扬斯克陶瓷制品联合企业内实现了高效能自动化瓷砖生产工艺线。建材部所属各陶瓷企业在最近六年期间由于掌握了新技术和新工艺，所以生产立面用瓷砖的燃料消耗降低6公斤/平方米，饰面瓷砖一降低0.02公斤/平方米，铺地用瓷砖一降低0.13公斤/平方米，耐酸制品一降低2公斤/吨，管道一降低18公斤/吨，纪生制品一降低34公斤/吨。

1979年参加观摩赛的13个部属企业优胜者之中，有5个是墙体材料和胶凝材料企业。

乌克兰墙体材料总局各企业积极参加观摩赛，推广新技术、新工艺和合理化建议，从而

一年可节约电能1400万千瓦、小时；热能21000大卡；燃料19580吨。

德聂伯建材联合企业得了头等奖。参加观摩赛人数1440人。98条合理化建议已经实施了93条。所得经济效益为121600卢布/年。较好的建议有：巴浦洛格勒墙体材料厂真空过滤池的水净化工艺过程的改造(节约电能1200千瓦、小时)；粘土烘干机的改进(节约燃料600吨/年)等等。

莫吉连斯克制管厂在观摩赛中得到了锦标。这个厂原订节约燃料计划为120吨/年，实际完成723吨/年；节约电能超计划3.5倍多。

克里米亚建材联合企业、阿尔明斯克建材厂、一年之内采纳8项关于节约燃料—电能和原材料资源方面的建议，所得经济效益为29600卢布。这个企业还为汽车司机、汽车式起重机司机和挖掘机司机举办了使用内燃机节约经验交流会。在修理技术方面，主要注意力应集中在燃料—控制机具的完好率上。

刻赤建材厂实行的许多技术组织措施可为其它同类工厂所采用：编制并推广的粉煤灰制砖生产工艺线(可节约燃料197.4吨/年)；对 $\varnothing 2.5 \times 40$ 米回转窑煅烧带进行改造，烧1米³陶粒可降低燃料消耗5%；工厂各车间使用其它型号的电灯泡取代白热灯泡(可节约电能15000千瓦、小时)。

乌克兰非金属材料工业总局为了提高燃料—电能资源的利用率而采取了一系列有效的措施：推广和掌握花岗岩块穿孔掘进用的联动机组，以减少热切削机具(烧液体燃料)的使用；天然石块的采掘先进技术，包括采掘场开采计划的制定和降低起吊—运输机具用的燃料消耗等等。

以阿尔捷姆命名的伏罗希洛夫格勒唐瓷厂是乌克兰卫生技术工业部门的先进企业。这个厂提出251条合理化建议，共节约燃料3429吨，黑色金属型材462吨。

卢茨克油毡厂在1978年全苏观摩赛中得了二等奖，因为它完成的节约燃料—能源指标好。例如，在制毡机的传动装置上安置了比较经济和经久耐用的“几利斯托”变换器，取代了电动变换器，从而节约电能360万千瓦、小时，所得经济效益为82100卢布。

顿涅茨保温材料厂是聚合物材料工业系统的先进企业。节约措施随处可见。例如，提高熔炉内原材料标位的高度，用废气预热炉料等措施都可大大降低电能消耗。

总之，各企业在寻觅节约燃料—电能资源方面涌现出越来越多的革新能手和合理化建议者。

砖瓦企业节约能源经验

近年来，苏联建筑材料工业部门所属砖瓦企业对节约燃料——电能甚为关注。积极采取措施，效果显著。

1. 苏联阿克曼斯克水泥瓦联合企业为了降低燃料消耗，制定了一系列保证节约燃料——能源的技术组织措施：用三碳金属薄板改进回转窑煅烧带内衬；封严窑尾；在燃料喷雾器风道设置移动式紊流制阻器；在冷却带设置阻板；对回转窑出料口进行改造，增强自然通风。为了节约电能，已将吸尘通风机的陈旧电动机加以更新。为了节约热能，打算使蒸压釜的放汽自动化，甚至也可利用回转窑废气加热料浆池取代蒸汽。

由于采取上述措施，这个企业于1979年超额节约3600吨燃料，130万千瓦、小时电能。

2. 乌克兰菲奥多西雅建筑材料厂，为了节约能源决定采用现代设备更换陈旧的设备，提

高热力设备的功率、完善工艺过程、推广码砖密放机、以及石灰窑改烧液体燃料等项措施。

改建了制砖车间的成型工段：建立流水作业线，配备高效能的粘土加工与成型设备，如CMK-218型碾碎机、CMK-102型磨细辊压机，CMK-133型真空压力机和CMK-127型自动码砖机。这样，就保证了所加工的粘土物料具有较高的质量。

此外，这个厂还推广了供热工序自动调节仪，配备了流量计，制定了热力设备工作制度。

装有两台ДКБФ4/13型锅炉的锅炉房改烧液体燃料，增加了设备的有效利用率。随着新锅炉房的投产使用，大大提高了文明生产程度。

隧道式干燥窑的引火道由固体燃料改烧液体燃料。仅这一项措施即可节约8100卢布。与此同时，还改善了车间的卫生条件，消灭了看管热力设备用的重体力劳动。

充分利用余热可节约燃料——电力资源。例如，烧液体燃料的引火道废气可以用来加热水；采用隧道式电窑炉煨烧马约里卡陶土构件时，所安装的热交换器就可以利用电窑炉砖砌体的热量。

制砖时，在粘土内掺入废煤渣沫和焦炭粉。采取这一措施可使制品在干燥和煨烧时的燃料消耗单位定额降到8.6公斤，从而可节约燃料208吨。

3. 燃料消耗与粘土砖孔洞率的关系。

苏联阿尔玛塔建筑工业科学研究设计院对燃料消耗与环窑煨烧的粘土砖孔洞率的关系进行了研究。为此，卡拉干达市第一砖厂制作了5种孔洞率(13~33%)的制品。绘制了煨烧不同孔洞率制品时环窑的热平衡表，测定了煨烧1000块砖的燃料耗用量。

应该指出，在粘土原料内掺入选煤废渣沫(渣沫的最低发热量为3000千卡/公斤)可以大大节约燃料用量(见表)。

砖的孔洞率 (%)	尺寸为260×120×65毫米的一块砖料 (公斤)			废煤渣掺入量 (公斤)	由于掺废渣沫 而节约的燃料 (公斤)	煨烧1000块砖 燃料用量 (公斤)
	人 窑	绝对干燥	煨 烧 后			
13	3.83	3.522	3.367	522	134.23	116.1
22	3.43	3.157	3.019	468	120.84	104.9
27	3.21	2.955	2.825	438	102.63	98.7
30	3.1	2.834	2.709	420	108	95
33	2.95	2.712	2.593	402	103.37	91.2
实心砖	4.4	4.048	3.87	600	154.28	132.3

上表列举了煨烧粘土砖燃料消耗与其孔洞率的关系，以及由于原料内掺入废煤沫而节约的燃料。

对表内数据进行分析表明，煨烧掺煤沫的多孔砖，其燃料消耗可以随着孔洞率的增加而成比例地降低。例如，煨烧1000块孔洞率为10%的砖，耗用燃料120公斤。煨烧1000块孔洞率为20%、30%和40%的砖，燃料耗用量相应地为108、95和83公斤。也就是说，每增加10%的孔洞率，燃料消耗平均降低12~13公斤。

由此可见，每个墙体陶土制品企业，在生产过程中，在节约燃料的同时，可以降低其材料用量。

油毡厂节约燃料和电能的经验

白俄罗斯加盟共和国奥西波维奇油毡厂积极参加全苏节约原料、燃料——电能资源观摩评比。全厂广泛开展了节约能源竞赛。

1978年共节约1200吨燃料，200万千瓦、小时电能。超额311000卢布。所有的超计划产品都是用节约的燃料——电能资源完成的。具体完成额为：电能节约3327000千瓦、小时或4.87%（计划为3%）；热能——4.3%（计划为3.3%）；燃料——1686吨，或3.66%（计划为3.4%）。1978年电能用量没有超过限额。

为了完成所规定的义务，奥西波维奇油毡厂曾制定36项技术——组织措施，总的经济效益为：燃料——1558吨、热能——7300大卡、电能——214万7千千瓦、小时、纤维原料——161吨。

所有技术组织措施已全部完成。利用烧开冷凝水时蒸汽的回收热量来加热工艺用水以便节约热能，改建工艺用制作木屑工段，切断木屑供应槽的供热系统——可节约659大卡，使用金属板作锅炉废汽加热器的护板，以减少空气的吸入量——可节约444吨燃料。

改变净化水的抽水工艺流程——可节约87万2千千瓦、小时电能；集油槽泵送的自动化——可节约18万4千千瓦、小时电能；采用泵送方法输送料浆——可节约9万千瓦、小时电能；改进破布切碎机——可节约50吨原料。

在全苏观摩比赛期间，奥西波维奇油毡厂共提出22项合理化建议，实现了13项，共计节约128吨燃料、118万千瓦、小时电能。

产品质量管理综合体系，以及在企业内采纳的节约燃料、热能——电能的奖励制度——这两项措施意义重大。它将促使更彻底地挖掘节约原料、材料、燃料和电能的潜力。

汽车运输企业节能经验

许多企业，其中包括建筑材料工业企业，都用汽车运输原料和制品。克麦罗沃省汽车运输基地的工作人员为了降低运输成本和油料用量采取了许多措施。

提高汽车使用效率和降低运输成本最有效的方法之一就是利用拖车。库兹巴斯建筑运输公司总结了某些汽车场广泛使用KPA3-256型大型载重汽车组成的汽车列车的经验。这种大型载重汽车附有CII-2-12型拖车。拖车是由IIC-1305半拖车和1596延伸车架组成。汽车列车的载重量为24吨。

组装汽车时，为了配置拖车而对工艺进行了一系列改进：加固了拖拉固定架的横梁；装置了付油箱了，传力箱11和齿轮机油泵10（图1）。为了配置传力箱而改变了消音器的主管形状。油泵上设有回流阀可使拖车车身在起升过程中保持中间状态。气阀5与传力箱相接。设置油管2、8、13和空气管道是为了保证拖车车身起升系统的运转，旋塞7用于操作拖车的起升机具。

使用带CII-2-12拖车的KPA3-256型汽车列车可降低运输成本1.5倍，提高货运量1.6倍和劳动生产率60%、节油约70%。

克麦罗沃省汽车纵队中心加油站于1977年取得了显著效果。中心站内设有油库、加油点

和停车台。

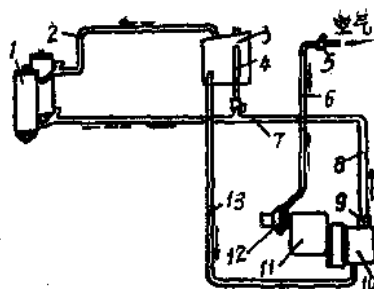


图1 汽车列车车身起升液压系统

1——升降缸；2、4、8、13——油管；3——油箱；5——气阀；6——空气管道；7——旋塞；
9——回流阀；10——齿轮机油泵；11——传力箱；12——气动箱(车身起升时，运转油料和空气；车身放下时，运转油料和空气)

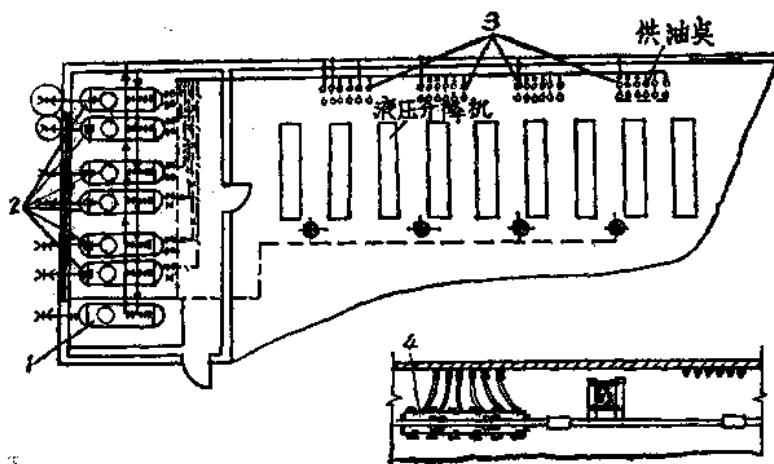


图2 汽车中心加油站

1——废油集油池；2——鲜油储油池；3——供油点；4——停车台

油库(图2)位于采暖房间，内设6个储油池2和一个集油池1。储油池2内的油料来自于加油车上的储油罐，沿着固定在油库外墙上的软管流入。集油池1内的废油是由管道沿线的漏斗汇集而来。储油池内的沉淀物亦流入集油池内。储油池油面要用提升式管状指示器测定。

储油池2内的油量占容量的70~80%，其余空间填充压缩空气。集油池1内的废油唧入汽车储油罐进行再生处理。

供油点3位于汽车供油区段的墙壁上。油料由油库沿软管流入中心加油站的4个供油点。每个供油点都设有6种油料用的6个出油口。每个出油口的端头都有一个半扇对轮与回流阀相接。

停车台本身就是一个焊接框架，上面置有6个带输油软管的鼓轮。用4对滚轮将停车台沿专用车道——双丁字梁移到供油点的墙壁旁边，距地面高度1.5米处。停车台可由人工移向任意供油点。每个带输油软管的鼓轮在出油口都设有喷油枪。而在入油口设有半扇对轮，与回流阀相联。

软管入油口上的专用半扇对轮能与每个供油点管道上同样的半扇对轮迅速相接。不用时,要将鼓轮上的软管入油口挂在站台的挂钩上。

中心加油站供油程序为:空气由空压机进入储油池,使油内造成剩余压力。在压力下,油料沿管道流入供油点。为了便于汽车加油,可将停车台推向指定供油点。软管入油口的半扇对轮要与供油点管道的相应的半扇对轮相接。油料沿着鼓轮软管进入出油口处的喷油枪。喷枪扳机受压时,油料在压力下进入汽车的受油管道系统。

在室温不低于 $+10^{\circ}\text{C}$ 、油库储油池用蛇形管加热油料使油温保持在 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的条件下,汽车中心加油站就能顺利地得到应用。

在汽车管理企业内建立中心加油站可以提高汽车使用的文明程度、减轻服务人员的劳动强度、节约油料用量和杜绝废油耗损(滤后再用)。实践证明,使用中心加油站的经济效果每年可达2千卢布。

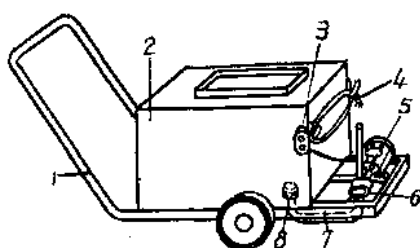


图3 汇集废油用的机械化的移动式集油器

别洛沃市克麦罗沃——乌高尔联合企业巴恰特斯克汽车基地制作并采用了机械化的移动式废油集油器。这一移动式集油器本身就是一个小车。车上安有油泵6,由电动机5牵引。用吸管将油泵和集油器2相接。吸管附有过滤器8。用电缆4将电动机等电网相联。电动机设有开关3。

输油时,电缆放在专用支架上。储油器放在车库外面。车库内仅仅设有受油口。工人将小车推到油箱下面。由此,油料自行流入。然后将小车推向储油器的受油口。电缆要与电网接通。喷油机头插入受油口,并用油泵唧送油料。

采用移动式集油器可以改善修理工的劳动条件,节约废油11.5吨/年。经济效果为1500卢布/年。

生产工艺自动化与节约能源的关系

建筑材料工业所属陶土制品生产企业是施工单位所需建筑材料的主要供应基地。它的产品占墙体材料生产总量的40%。然而,生产陶土制品时,劳动强度、机械化程度低,效率也低。所以,这些企业近年来最重要的任务是进行技术改造。

生产自动化就是提高效率的手段。它必须首先保证降低劳动消耗。“胜利”联合企业所属自动化制砖厂1978年生产1000块砖耗用4.2人工、小时;而该企业所属的3号车间,年产3千7百万块实心砖,每生产1000块砖耗用7.9人工、小时。劳动消耗比自动化制砖厂几乎高一倍。

所以,我们的第一个任务是提高生产效率。这一问题解决了,工人的劳动性质也会随之改变;工人的主要任务是操纵机器和维修设备。

第二个任务是降低产品的材料用量。“胜利”联合企业自动化制砖厂1978年生产1000块

砖的材料费用为15.5卢布。它比3号车间（采用隧道式干燥箱进行烘干、轮窑煅烧）生产实心砖时的材料费用低2倍。由此可见，生产工艺的自动化是与大量增加动力装备密切相关。在新建厂，这个指标高达51.4千瓦、小时/1人工、小时。

3号车间生产1000块砖耗用电能81.1千瓦、小时。它比自动化生产工艺线电能耗用量高2.7倍以上。这种状况要求人们，不论在新厂设计过程中，以及在投产使用以后，都要综合考虑降低能源消耗问题。自动化制砖厂生产1000块砖的燃料用量为165.7公斤。它明显地展示了，在宽槽式隧道窑内用快速传送干燥箱热处理制品的优越性。3号车间生产1000块砖的燃料用量为327公斤。由此可见，在陶土制品的生产实现自动化的同时，要解决提高原材料资源的利用问题。

生产工艺的机械化和自动化同样与劳动基金储备的增长密切相关。要相应地增加设备维修使用费，它是制品成本中最大的支出项目之一。所以，如果3号车间于1978年用在这方面的费用为16.5%的话，那么自动化制砖厂为39.7%（见表）。应该指出，整个下属企业的设备维修使用费用都在增加。降低这些费用的基本措施是：备用件供应单位要专业化；增加制品产量；采用先进的方法维修设备。

支 出 项 目	“胜利”联合企业生产陶土制品用的资金消耗情况(%)	
	3 号 车 间	自 动 化 制 砖 厂
原 材 料	28.4	15.5
工艺用的燃料	13.4	6.2
工艺用的电能	2.7	6.7
社 会 保 险 费	17.1	8.6
设备维修使用费	16.5	39.7
其 他	21.9	23.3

上述分析表明，用现代设备装备陶土墙体材料工业企业可以大大提高劳动生产率，克服下属企业在发展中的某些不足，并能保证施工单位得到高质量墙体材料。

燃料油喷雾过程自动调节体系

烧重油的窑炉和锅炉，其燃料油喷流的燃烧强度和燃烧程度直接取决于油滴的大小。油滴大会导致燃料油滴的燃烧时间大于燃料油停滞在燃烧室内的时间。所以，燃料雾化的不充分是产生不完全燃烧的原因。

过分散化，不利于混合气的形成。因为油滴很快失速，并被气流吞没。燃料油分布在喷嘴附近，形成混合气体。进入喷嘴内的混合气体流量不一定符合要求。这也能导致燃料的不完全燃烧。由此可以肯定，结构不同的燃烧室都有其自己的油滴最优光谱。

燃料的雾化质量决定于它的稠度、表面张力和运动粘度。稠度对雾化的影响最小，它仅制约喷流的射程。稠度对于不同等级的重油来说，相差不大。所以，对它所起的影响可以不加考虑。

表面张力系数对雾化过程影响极大。但是，等级不同的油料表面张力值的差额不超过7~8%。加热时，表面张力变化不大。所以，调节待喷油料的表面张力是不适宜的。

燃料的运动粘度对雾化质量影响最大。粘度力矩不仅影响分散过程，而且能决定喷流的

速度断面和喷流的能量损失。喷嘴在压力低于25公斤/厘米²的情况下喷雾时，油料粘度的影响起着主导作用。由此可以得出结论：对油料粘度进行观测和自动调节是必要的。

现在是根据进入喷嘴的燃料油温度观测粘度。同时，建筑材料工业企业烧油的窑炉和锅炉，所用不同等级燃料油的粘度—温度指标也各不相同。当燃料油保持恒温状态下，它在雾化前的粘度不保持在规定的水平面上，就会降低燃料的燃烧经济指标。

乌克兰水力工程科研所研制了液体燃料运动粘度变流器。并以此为基础，建立了待喷油料流动工序自动调节体系。这一体系能使所用的喷嘴喷出的油料具有适宜的运动粘度（不管所烧燃料的等级及其粘度—温度性能如何）。

燃料油运动粘度变流器是按照桥接液压平衡线路进行操作的。变流器(图1)由两个相等的层流1、4节流阀和两个相等的湍流2、3节流阀组成。节流阀1-4与桥接测量线路相联接，层流节流阀和湍流节流阀布置呈交叉状。桥缝线路测量对角线已接上压差计5。

桥接液压线路的平衡条件式类似于电桥接线路的平衡条件式：

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3 \quad (1)$$

其中 $Z_1 Z_2 Z_3$ 和 Z_4 ——节流阀1-4的液压阻力相应为 $\frac{\Pi_s \cdot C}{M^3}$

在这种情况下，按电阻推类法，取压力落差 ΔP 与通过节流阀的液体流量 Q 比率值作为液阻值，即：

$$Z = \frac{\Delta P}{Q} \quad (2)$$

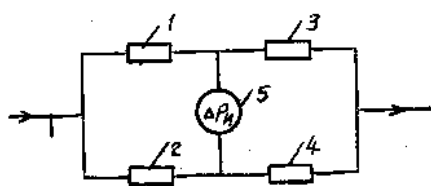


图1 液桥原理图

1、4—层流节流阀；2、3—湍流节流阀；5—压差计

层流节流阀液阻值是根据 Π_s (Пуазейль) 公式和哥根巴赫 (Гасенбах) 校正值而定：

$$Z_1 = Z_4 = \frac{128 l \mu}{\pi d_l^4} + \frac{16 m \rho Q_B}{\pi^2 d_l^4} \quad (3)$$

而湍流节流阀液阻值是根据别尔努里 (Бернули) 方程式换算的：

$$Z_2 = Z_3 = \frac{8 \rho Q_B}{\alpha^2 \pi^2 d_T^4} \quad (4)$$

其中： l_l 和 d_l ——层流节流阀的长度和直径(米)；

d_T ——湍流节流阀的直径(米)；

m ——哥根巴赫校正值;
 α ——湍流节流阀耗量系数;

μ, ρ ——运动粘度和液体稠度; $\Pi_1 \cdot c; \frac{K\Gamma}{M^3}$;

Q_B ——变流器每个支管液体的体积耗量 $\frac{M^3}{C}$

根据公式(3)和(4)得出公式(1)为:

$$\frac{16l\pi}{d_n^4}V = \left(-\frac{1}{\alpha^2 \pi^2 d_T^4} - \frac{2m}{\pi d_n^4} \right) Q_B \quad (5)$$

其中: $v = \mu / \rho$ ——液体的运动粘度, $\frac{M^2}{c}$

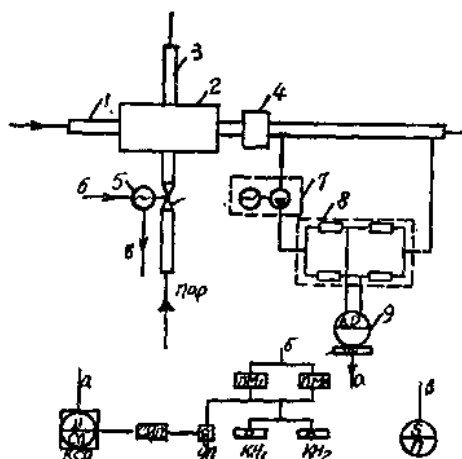


图2 燃料油运动粘度自动调节原理图

1-输油管; 2-换热器; 3-蒸汽管道; 4-过滤器; 5-操作机械; 6-调节器; 7-变流器受油站; 8-运动粘度一次变流器; 9-压差计; a-由压差计到二次变流器之间的管线; b-由磁力启动器到操作机械之间的管线; b-由操作机械到调节仪准备指示器之间的反馈线路。

既然保持液体粘度恒定值是我们要解答的课题, 那么在求出节流阀的几何尺寸时, 要根据方程式(5)换算成: 当运动粘度值是已知数、通过变流器的液体耗用量是任选数值的情况下, 桥接液压线路必须是平衡的。

运动粘度值与平衡值有偏差会导致在桥接液压线路图的测量对角线上出现压力落差:

$$\Delta P_H = Z_1 Q_B - Z_2 Q_B \quad (6)$$

根据方程式(3)、(4)和(5), 将方程式(6)改成:

$$\Delta P_H = \left(-\frac{8}{\alpha^2 \pi^2 d_T^4} - \frac{16m}{\pi^2 d_n^4} \right) Q_B^2 \rho \epsilon \quad (6a)$$

其中 $\varepsilon = \Delta v / v_P$ — 运动粘度与平衡值之间的相对偏差。此时，桥接液压线路是平衡的。

燃料油待喷体系操作原理是根据流向喷嘴的油料在换热器加热的情况而定。

运动粘度调节方式示于图 2。部分加热油料过滤后汇入受油站(受油站内设有 H ω -20 型专门的齿轮式量油泵和嵌有减速器的电传动装置)，然后流入变流器。此时，通过桥接液压线路来保持燃料油的恒定体积耗用量。如上所述，节流阀的几何尺寸应选择成：当运动粘度值是已知数和燃料的体积耗用量是恒定的情况下，桥接液压线路的测量节流阀没有压差存在。

提高运动粘度会在测量节流阀上出现规定值的正压差，降低运动粘度会改变压差符号。带 ИМ 型电感量标的压差计与液压线路测量节流阀相衔接。这种压差计出示压差符号和压差值，并将其载入自动记录仪的 КСД $_2$ 型微分—变压测量图上。

用指示器将二次变流器调节仪具调到运动粘度值的允许范围以内。一旦由于燃料成分和耗用量发生变化(或其他原因)而使得油料运动粘度值超出允许极限时，二次调节仪就会通过脉冲断流器给反向磁性启动器发出信号。采用磁性启动器控制 ИМ-2/120 型电动操作机具的转动方向。操作机具可以使蒸汽线上的调节器移向任意方向。从而改变着燃料油的加热程度。采用遥控指示器固定调节器部位。

线路可运用自动调节和远距控制两种方法进行操作。自动保持运动粘度的恒定值可保证燃料油具有适宜的雾化程度、降低油料消耗、强化燃烧过程和提高成品质量。

隧道窑的燃料油配量输送体系应用经验

多年来，液体燃料配量输送体系广泛地应用在立陶宛加盟共和国建材部所属陶土墙体材料和排水管道的各生产企业内，逐步地得到了改进，并为不同类型的隧道窑(长 60 米、75 米和 105 米、宽 1.7 米、配备有 16 个和 22 个喷油嘴的窑体；长 120 米、宽 3 米、配备有 50 个喷油嘴的窑体)提出了新方案。

隧道窑炉用的燃料油配量输送体系(СДПТ)按组合原理设置。优点是：易于由通用的量油泵组成燃料油配量输送体系以适用于不同类型的煨烧窑。根据这一原理设置的 СДПТ 体系的主要机件是量油泵机组(БДН)。量油泵机组由 6~12 个齿轮泵和 1 个共用的可调节电传动装置组成。不同类型的隧道窑所使用的量油泵机组数量也各不相同，它取决于喷油嘴的数量及其布置形式。有 16 个喷油嘴从侧面供热的短窑(75 米长)配备两个 БДН 机组就够了。有 22 个喷油嘴从侧面供热的窑体(105 米长、1.7 米宽)必须设置 3~4 个 БДН 机组。有 50~60 个喷油嘴的大型窑体(宽度在 3 米和 3 米以上)要配备 5~6 个 БДН 机组。

配备 БДН 机组数量过多，就会增加 СДПТ 体系的投资费用，也会降低其安全性。但是，如果为了降低这一体系的投资费用而减少 БДН 机组数量，那么也会使得煨烧带调温曲线的柔曲性有所损失。

СДПТ 体系的质量和安全性在很大程度上取决于隧道窑旁 БДН 机组座落的部位。所有的 БДН 机组都设置在煨烧带外面的同一地点时，就会大大延长“泵—喷嘴”之间输油管的长度。而输油管的每节长度介于几米到 10 几米。这样，就要为铺设输油管而需要耗用大量管道，从而增加了 СДПТ 整个体系的投资。例如，有 22 个喷嘴的隧道窑(105 米长)约需 300 米钢管。输

油干管长，燃料油会迅速冷却。而且在不同区段，冷却度也不均一。这样，就会造成喷油不均的现象。所以，对于具体窑炉来讲，БДН机组必须设置在泵—喷嘴之间输油管长度最短和温度冷却均一的部位。

图1为БДН机组的2个布置方案油料流动图。密布式БДН机组的H ω 型齿轮量油泵用铰链法固定在总导管的专用阀上。采用直流电动机通过蜗轮减速器启动量油泵。这样的量油泵机组使用方便，因为铰链固接可以迅速断开，而且易于更换报废泵。苏联热绝缘材料材料研究所试验厂研制的密布式БДН机组示于图2。

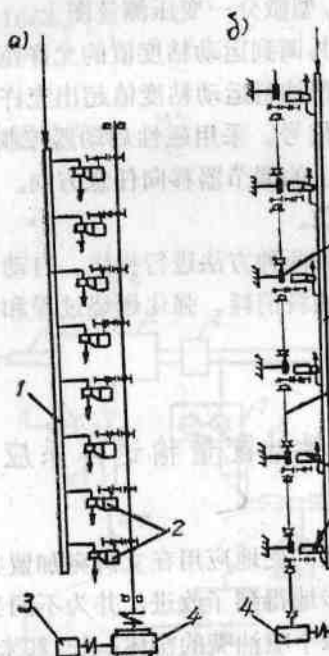


图1 БДН机组布置图

a) 密布式；б) 带中间轴的

1-燃料油干管；2-量油泵；3-电动机；4-减速器；5-带轴承的支座；6-中间轴

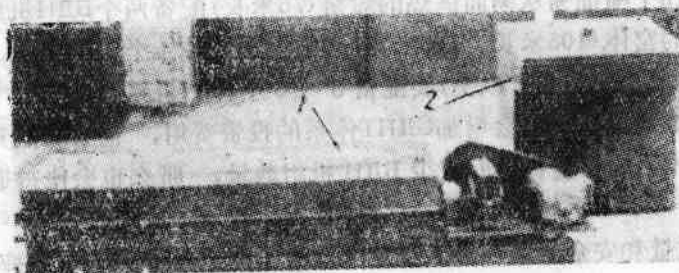
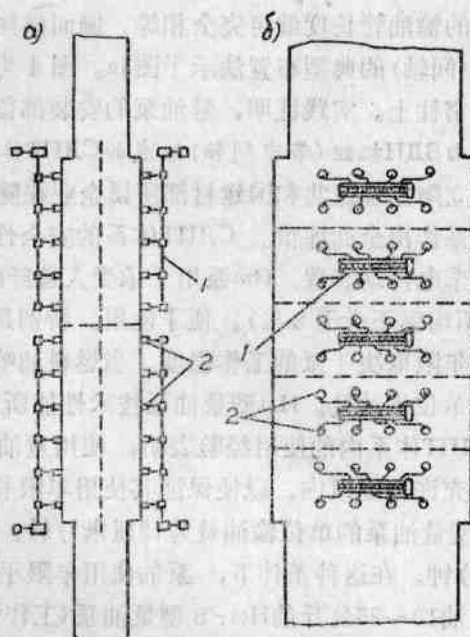


图2 密布式БДН机组

1-由10台H ω -12H型量油泵组成的机组；2-操纵合

图3 隧道窑用的БДН机组布置图

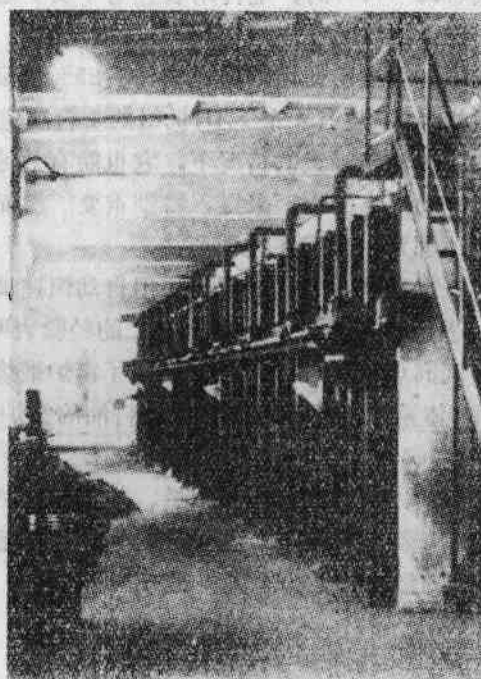
а) 侧面供热、带中间轴的；б) 上面供热、密布式的。
1-БДН机组；2-燃料油喷嘴



密布式БДН机组可以通用于侧面供热和上面供热的各种隧道窑。上面供热的隧道窑所使用的密布式БДН机组布置示于图3。正如图3所示，这种布置法有效地缩短了泵—喷嘴之间输油管的长度。

这种布局的БДН机组用于侧面供热的隧道窑时，效率低。因为窑内喷嘴置于煅烧带侧面，一般来说，都布置成一排，间距大。所以，编制的另一方案(图1, б)带有中间轴。这一方案与上一方案不同之处：它没有设置机组框架。泵与泵之间的扭矩由中间轴传递。

量油泵之间的间距不限，可根据喷嘴距离而定。要使量油泵尽可能地接近喷嘴。这样，



泵一喷嘴之间的输油管长度就可完全相等。侧面供热的隧道窑煅烧带内设置了22个喷油嘴，其量油泵（带中间轴）的典型布置法示于图3a。图4为CDPT体系全貌。量油泵的管线要延伸到喷嘴上方的窑柱上。实践证明，量油泵的安装部位最好高出燃料油喷嘴的水平面。

图4 由BDH机组（带中间轴）组成的CDPT体系，设置在侧面供热的隧道窑上

近年来，立陶宛加盟共和国建材部所属企业在隧道窑内采用CDPT体系所积累的经验有助于对这一体系作出全面评价。CDPT体系的安全性和使用年限取决于它的主要机件——齿轮量油泵和可调节电传动装置。 $H\omega$ 泵用于承受人造纤维绳。这种绳的耐磨性能高，称量准确度也高（输油不均率不大于3%）。便于使用。特别是许多泵同时开动时更是如此。

泵的使用年限取决于泵的工作强度。当燃料油喷嘴喷油效率在规定范围以内时，它便取决于量油泵的单位供油量。 $H\omega$ 型量油泵技术性能所允许的工作强度为10~35转/分钟。 $H\omega$ 型量油泵在CDPT体系内的使用经验表明，使用重油作燃料时，量油泵的单位输油量最好保持在原始参数允许范围以内，以便保证其使用年限长久。

$H\omega-12H$ 型量油泵的单位输油量为12厘米³/转、每小时耗油10~25公斤时，其工作强度为14~35转/分钟。在这种条件下，泵的使用年限平均为4~5年。单位输油量为8厘米³/转、每小时耗油10~25公斤的 $H\omega-3$ 型量油泵（工作强度为56~140转/分钟时）使用年限不超过2年。燃料油的纯度和质量对量油泵的使用年限是有影响的。所以，必须重视燃料油的过滤净化。

可调节电传动装置是CDPT体系中的中心环节。它是在周围介质的温度达40℃和40℃以上，空气被矿物粉尘和含硫化合物气体所污染的条件下进行工作的。经验证明，保证电传动装置的安全和使用年限长久是工作条件适宜、应用得法的结果。铺放优质保温层、用冷空气吹洗电动机、将供油机组移入工作条件适宜的房间等项措施的采用，均可大大延长量油泵的使用年限。可以确认，电传动装置的功率安全系数为1.6~1.8时，其使用年限（3~4年）是可以保证的。安全系数太低（1.2~1.4）时，电传动装置易于发生过热现象。这样，就会在一年之内报废。

现在，立陶宛加盟共和国各企业所使用的隧道窑，有25%都配备了CDPT体系。推广这一体系所用的基建投资费用相当低（装有4个BDH机组的1台隧道窑只需8千~1万卢布），而且使用安全。在温度和油压波动相当大的情况下，它也能有效地保持窑炉供热制度的稳定。这一点对于热能供应基地功率小的小厂来说，特别重要。然而，大多数配备有CDPT体系的隧道窑，到目前为止，还都采用人工遥控调节法。

仅有达乌拉格陶瓷厂实行自动调节煅烧过程。采用自动恒速调温仪控制隧道窑（配备有CDPT体系）煅烧带。这种仪器已应用多年。达乌拉格厂的经验表明，自动调温仪和CDPT体系配合使用安全可靠、精确度高（不少于 $\pm 10^\circ\text{C}$ ）、保证了窑炉煅烧带能够实行自动调温。这再次说明，只有采用了CDPT体系才能使燃烧高粘度燃料油的窑炉煅烧带实现自动调温制度。

经验证明，采用CDPT体系，可以改善产品质量、提高机组效率、降低产品的单位耗油量。在并排放置的几个隧道窑上采用CDPT体系可以减少一半煅烧工人。年产1千8百万块砖的隧道窑采用CDPT体系时的经济效果为1万~2万卢布/年。

（本资料由郝紫莹编译）