

苏联卡拉干达盆地煤矸石 综合利用的途径

П. М. Трухин 等

在卡拉干达盆地已堆积的矸石数量为：在矸石山有 4200 万吨，在矸石场有 5200 万吨。每年要加 2900 万吨煤矸石，其中包括 400 万吨选煤矸石。由于《东方》中央选煤厂、卡拉干达第二重力选煤厂在 1980 年开工，加之拟建《哈萨克斯坦》中央选煤厂，所以煤矸石的数量还要增长 450 万吨。为堆放煤矸石需占用良田 5 百万公顷。同时又形成了大量的烟气、粉尘以及其他有害物质，以致污染环境。每贮存和运输 1 吨煤矸石需化费逾 40 戈比（就整个盆地来说，每年化费 4.5 百万卢布以上）。

在采煤过程中，在坑道掘进时要产生矿岩（有 25—40% 纯岩石即粉砂岩和砂岩；60—75% 混杂煤的岩石）。在选煤时，可分选出矸石：大块的一直径超过 0.5 毫米（在重介质选矿或在跳汰机选矿时）；小块的一直径小于 0.5 毫米（浮选时）。

卡拉干达盆地煤矸石研究结果表明，这种有价值的次生矿物原料适合制取各种建筑材料和制品（诸如多孔烧结料、砖、筛面板材等）。根据岩石分析资料称，煤矸石是由无机和有机组分组成。属于前一种的有砂岩、粉砂岩以及彼此胶结的粘土页岩。在它们的不同比例的成分中包括石英、水云母、粘土颗粒、长石、铁的氢氧化物、碳酸盐等，它们的粒度大小由 0.01 到 0.3 毫米不等。据分析，在选煤矸石中含粘土颗粒 59.7—78.8%，铁硫化物 0.3—3.2%，碳酸盐 0.1—1.6%。有机组分乃是一些炭化纤维和植物残片（大小由 2 到 5 毫米）以及选矿过程中未分离的煤。对选煤矸石用 X 射线相分析测定，碳（7.07；10.19 Å），石英（4.25；3.34；1.81 Å），方解石（3.01；2.08 Å），高岭石（7.07；3.56；2.79；2.34 Å）以及水云母（4.43；2.89 Å）。

业已确定，选煤矸石的质量最稳定（表 1）。从该表可见，它们的灰分为 67.4—81.6%，而灰分的主要成分是 SiO_2 (53.1—62.9%)， Al_2O_3 (23.4—28.4%) 和 Fe_2O_3 (3.8—6.4%)。矸石中碳的含量介于 9.0—22.4% 之间，从而测定它们的燃烧热为 674—2053 千卡/公斤。从上述矸石中分离出的液态和气态化学产物在以前已有过阐述*。上述化学成分煤矸石属于半酸性原料，适于制取各种建筑材料和制品。

表 1 卡拉干达盆地选煤厂的特征

企 业	工业分析			元素组成, %				砂分的化学成分, %					燃烧热 Q ^a , 千卡/公斤	
	W ^a	A ^a	V ^a	C ^a	H ^a	N ^a	S ^a _{总量}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO		TiO ₂
《卡拉干达》中央选煤厂	1.3	69.1	44.7	19.5	1.9	0.4	1.3	53.1	28.4	6.2	2.8	1.3	1.2	1759
《萨布尔汉》中央选煤厂	2.0	77.9	46.6	11.8	1.4	0.2	1.6	57.3	28.0	5.8	1.8	1.1	1.0	1055
以科斯科命名矿井的重力选煤厂	1.8	67.4	48.0	22.8	1.9	0.4	0.6	57.8	26.9	5.0	1.6	1.4	1.0	2053
《萨兰斯克》重力选煤厂	1.7	69.1	37.9	21.5	1.8	0.6	2.1	58.3	25.6	5.6	1.8	1.3	0.9	1948
以十月革命50周年命名38号矿井的重力选煤厂	1.6	70.5	45.7	18.1	1.7	0.3	0.7	58.7	25.8	4.7	3.0	1.0	0.90	1506
以十月革命50周年命名37号矿井的重力选煤厂	2.1	81.9	48.1	10.8	1.2	0.3	0.4	62.9	23.4	4.8	1.2	1.7	0.9	984
《卡拉干达》矿井选煤厂	2.4	80.7	57.1	9.7	1.2	0.2	0.1	60.5	26.0	6.4	1.1	1.2	1.0	674
《马伊库杜克斯克》矿井的选煤厂	1.9	81.6	56.1	9.0	1.3	0.1	0.2	61.5	28.0	3.8	1.1	1.0	1.0	779
Кармк重力选煤厂	1.3	67.7	39.6	22.4	1.9	0.1	1.0	56.6	27.0	5.6	2.8	1.8	0.7	1992
《东方》中央选煤厂*	2.2	78.4	54.6	12.3	—	—	2.2	58.7	26.9	5.7	3.4	1.5	0.9	1081
* 标型样品														

* 标型样品

* Мельничук А.Ю., Зеленский В.П.—《选矿与压团》, 1978, №7, с.10

用以制取建筑材料的原料的重要特征是其熔化度，而这种熔化度是根据灰分的化学成分进行评价或是依据 ГДР—ДІN 51730 工业定额方法在 MHO—2 型加热显微镜下加以确定。从表 2 中可以看出，选煤矸石像粘土原料一样，其耐火度是各不相同的。《卡拉干达》中央选煤厂、以十月革命 50 周年命名的 38 号矿井重力选矿厂和《卡拉干达》矿井的选煤厂的矸石都可以列入耐火原料。《萨布尔汉》中央选煤厂的煤矸石具有最大的熔化度范围(60℃)，因而它在生产多孔烧结料时乃是矸石烧结过程稳定性的充分条件。

表 2 选煤矸石的熔化度

选 煤 矸 石	温 度 °C		
	开始变形温度 t_1	软化温度 t_2	熔化温度 t_3
《卡拉干达》中央选煤厂	1180	高于 1600	高于 1600
《萨兰斯克》重力选煤厂	1130	1540	1580
以十月革命50周年命名的 38号矿井的重力选煤厂	1160	1600	高于 1600
《卡拉干达》矿井选煤厂	1120	1590	高于 1600
《东方》中央选矿厂	1100	1550	1580
《萨布尔汉》中央选煤厂	1060	1420	1480

我们与燃料矿产研究所和全苏建筑材料与结构研究所一起对煤矸石是否适用于生产建筑材料这一点在实验室和半工业条件下进行了评价。研究结果证明，在采用塑造成型法制取空心砖时，用煤矸石造型完全符合要求。在炉料（配料）粒度不大于 0.5 毫米的条件下的操作湿度介于 18.5—20.5 % 之间。以煤矸石为基础的制品干燥 18—24 小时对其影响不大。制品按下述专门选择的制度进行了焙烧，即温度要均匀地升高达 950℃（升温速度为 35—40℃/时），在 950℃ 下等温风干 6—8 小时，再进一步升高温度达 1040℃（升温速度 50℃/时），以及在最终焙烧温度下风干 5—7 时。在氧化环境下得以实现的这种焙烧制度，以可保证制品中的有机组分完全烧尽。烧成的制品具有淡褐黄色而没有薄膜和盐类析出物，容重为 1560—1610 公斤/米³，吸水率 12.0—16.2 %，它们的挤压强度极限大于 300 千克力/厘米²。

卡拉干达制砖厂曾采用《萨布尔汉》中央选煤厂的选煤矸石进行制砖工业试验。将数量近 300 吨的两批矸石在搀合粉尘厂的干式球磨机上进行粉碎，粉碎粒度小于 0.5 毫米。卡拉干达墙体材料企业和阿克塔斯克制砖厂利用上述材料生产出 6 万多块空心砖。制品在环形炉中进行了焙烧。工业试验结果证明，制得的半缝砖压缩强度极限为 85—152 千克力/厘米²，容重 1390—1450 公斤/米³，吸水率 13—16%，抗冻能力为 15 个周期以上。应当指出，这些制砖厂的设备陈旧因而不能保证为制煤矸石砖所必须的工艺制度。例如，制品的焙烧制度不符合试验时所提出的上述要求，从而大大地降低砖的质量。

然而焙烧这些制品的燃料耗量较之现行的工艺定额降低了三至四倍。

试验结果还表明，有可能用卡拉干达煤矸石制得标号为 150、耐冻性不小于 15 周期的砖。

实验室及工业试验结果能为用选煤矸石制多孔烧结料的流程提供工艺（技术）参数，并能确定所得产品的质量。用《萨布尔汉》中央选煤厂选煤矸石制得的多孔烧结料，其强度为4至8.5千泊，堆比重由400至600公斤/米³。以这种碎料为基础可以制造标号不低于300号的轻质混凝土，而这种混凝土适于生产工矿企业的围护结构以及民用建筑的支承结构。

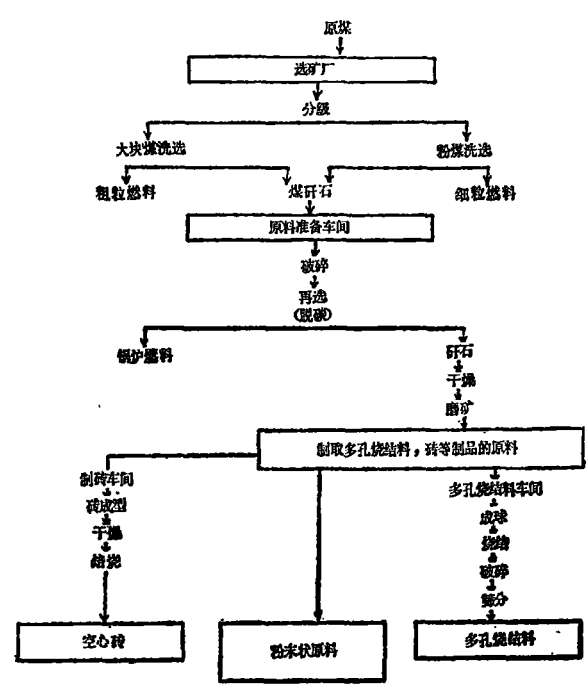
基辅建筑设计院完成了在《萨布尔汉》中央选煤厂建设工业试验装置的设计任务，该装置的生产能力为10万米³（从远景看，将达20万米³）。

由《卡拉干达煤矿》生产联合企业制定设计图并主持制砖厂的建设，该厂将利用《萨布尔汉》中央选煤厂的选煤矸石。这座年产25百万块砖的工厂，其大致成本为3百万卢布。使用选煤矸石制砖，一吨矸石的经济效果可达4卢布。

这就是说，随着《萨布尔汉》中央选煤厂的多孔烧结料装置及制砖厂的建设，将造成小废料的煤矿企业，从远景看，将可完全实现无废料的企业。

应当指出，尽管选煤工艺得到改进，但是含矸石的不能回收的可燃物质损失量仍然很大。与此同时，矸石中过量的可燃物质使制取建筑材料及制品的工艺复杂化。煤矸石的再选（在苏联及苏联以外的国家均有这种经验）有助于取得补充燃料以及有价值的二次矿物原料。

下面列出卡拉干达盆地选煤企业（《萨布尔汉》中央选煤厂以及正在建设的《东方》中央选煤厂等）的无废料工艺流程。



按照上述选煤流程，选煤厂应具备加工选煤矸石的辅助车间及其准备车间，并且还包括再选（脱碳）以分出附加燃料以及用于制取多孔烧结料、砖和其他有价值材料的优质、性能稳定的原料。在矸石再选时取得的燃料，可用作锅炉燃料。

经脱碳的矸石可以粉碎到必要的粒度且可用来在作为煤加工企业组成部分的诸车间中生产空心砖、多孔烧结料或是作为其他企业的备用原料。

由于矿物组分与有机组分在现有的煤矸石中的有利结合，而且又由于适于生产优质砖及多孔烧结料的粘土原料储量有限，所以采煤与选煤的矸石就成为制取建筑材料和制品的可靠来源。卡拉干达煤炭科学研究所提出在卡拉干达盆地用煤炭工业废料大规模生产多孔烧结料和砖。为此，必须在选矿废料的基础上建立年产760万立方米多孔烧结料的工厂。据此，就需要矸石550万吨。此外，还提出建设一座每年生产4亿万块砖的制砖厂，加工处理160万吨矸石。建设这两个企业的总预算费为125—127百万卢布，收回成本的平均期限为4—5年，预计每年可得利润2500—3000万卢布。

应当指出,所作出的决定乃是利用卡拉干达盆地煤矸石的可行方案中的一种。组织用煤矸石大规模生产多孔烧结料和砖的合理性和必要性应由建材部、煤炭工业部以及哈萨克苏维埃社会主义共和国计划委员会来决定。

有关利用煤矸石建议的实施,实际上有可能保障煤炭企业实现少废料生产,并过渡为无废料生产,且能弥补建筑材料及制品的原料的不足,从而有助于减少环境污染,改善自然界土壤及资源的利用。

俞永刚译自《Комплексное использование
минерального сырья》, 1980, N.1, 64—69
王凤岐校

利用氧化镍矿石熔渣生产水泥熟料

В. А. Пьянев В. Н. Черепанова

乌拉尔利用氧化镍矿石生产镍的工厂每年运往废石场的矿渣约 3 百万吨。关于可以利用这类矿渣作为水泥原料混合剂的问题早有报道。

有文献报道,认为可以利用从硫化物矿石中所得到的镍矿渣来作为水泥原料的成分。它们可以作为黄铁矿渣和废灰的代用品以不超过 4—7% 的量加入到水泥原料混合料中去。这类矿渣中氧化钙含量低(3—4%),因而不允许明显地降低炉料中碳酸盐组分的含量。

为了用湿法生产水泥熟料,我们利用列日斯基镍厂废石场的矿渣进行了研究。

颗粒状的镍矿渣是一种粒度均匀的玻璃状细粒(小于 10 毫米)物质,这种矿渣不含别的包体,因而不需要补充破碎,运输方便,未结成团块,且化学成分固定,其化学成分为(重量%): SiO_2 42—49, Al_2O_3 10—14, $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 17—20, CaO 16—20, MgO 6—13, SO_3 0.8—1.0, TiO_2 0.5—0.7, Cr_2O_3 0.4—0.6, $\text{Ni} + \text{Co}$ 0.1—0.2。

氧化镍矿石的镍渣中最有利的酸性和碱性氧化物的比,使之能够用来配制正常矿物成分的波特兰水泥原料混合料,因为它部分的或者完全排除了铝硅酸盐组分(粘土)。同时,这种矿渣可完全代替铁质组分,并可降低石灰石的消耗量 2—6%。由于石灰石的化学成分不同,根据我们的计算,熟料中镍渣的含量可以从 5% 变化到 20%。

这次研究中所利用的原料的化学成分列于表 1。为了研究含镍渣炉料的工艺特性,我们对四种炉料进行了计算(表 2)。1 号炉料为由工厂的普通原料—石灰石、粘土和灰渣所组成的标准炉料;2 号炉料除灰渣外还含有镍渣。3 号和 4 号炉料是由两种组分(石灰石和镍渣)构成的,二者的区别只在于 KH 值(即分别为 0.90 和 0.95)。

对所研究的几种炉料料浆的工艺性能作了比较评价。对料浆的湿度、动力学稳定性和流动性进行了测定。随着镍渣加入炉料里,料浆的湿度降低了 2—4%。存放到 10 昼夜时,看