

斜槽选煤情报资料之一

国外斜槽分选机选煤

煤炭工业部选煤科技情报中心站

一九八四年七月

前 言

斜槽分选机是近年来研制成功的一种新型选煤设备，具有系统简单、投资少、见效快、收益大等优点，广泛用于洗选劣质煤。

为便于交流和推广这项选煤新工艺、新设备，由煤炭部选煤科技情报中心站负责组织编辑出版斜槽分选机选煤技术专辑（共两册）。专辑中的外文资料由徐顺民同志翻译，关守仁同志校对，陈运康、郝金荣同志负责编辑出版。

此外，本专辑还得到煤科院唐山分院、兴安煤矿选煤厂、河北柳江煤矿、辽宁老虎台矿选煤厂、四川都江煤矿、福建上京煤矿、河北井陘三矿选煤厂等单位的大力支持，在此表示感谢。

煤炭工业部选煤科技情报中心站

一九八四年七月

《国外斜槽分选机选煤》

目 录

- 1、用 KHC 型斜槽分选机洗选劣质煤的新工艺..... (1)
- 2、新型逆流式重力分选机..... (19)
- 3、逆流分选的理论要素..... (26)
- 4、提高斜槽分选机的工作效率..... (32)
- 5、采用逆流式斜槽分选机单段和两段工艺流程洗选劣质煤..... (36)
- 6、斜槽分选机工作区几何尺寸的最佳化..... (39)
- 7、洗选粗煤泥用改进型斜槽分选机的试验..... (40)
- 8、赫拉姆卓夫斯克选煤厂采用 KHC—54 型斜槽分选机洗选煤泥..... (42)

用 KHC 型斜槽分选机洗选 劣质煤的新工艺

A·P·莫良夫柯等

前 言

苏联规定, 1976~1980 年间煤炭产量将增加到 7.9~8.1 亿吨, 与此同时, 改进工艺技术, 改善煤炭质量。

苏联煤炭工业的发展主要是依靠开采工艺先进的大型露天煤矿投产。

对乌拉尔、库兹巴斯、乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦及其它用露天开采的煤田的采矿地质条件进行了研究, 其结果表明, 很大部分煤炭储量集中在薄煤层和有夹矸层的煤层中。例如, 在库兹巴斯煤田, 薄煤层的煤炭储量约占 35%, 而急倾斜煤层的储量占 42% 以上。

在现有露天开采工艺和现代机械化水平条件下, 从薄煤层中可采出 48~50% 的煤炭。

迄今为止, 可采煤层和夹层的劣质煤中, 有大量煤炭都随同剥离矸石被排弃掉了。所谓劣质煤是指在 2~5 米与 0.1~2 米厚的煤层全部开采以及厚煤层挑顶挑底等过程中所获得的煤炭。

库兹巴斯、爱基巴斯图兹煤田诸露天矿和《阿格连斯克》露天矿剥离矸石中的煤炭损失相当可观。在许多露天矿的可燃体损失占煤炭总产量的 10~15%。

考虑到露天采煤的蓬勃发展和中、薄煤层开采量的增加, 预期露天矿的总煤炭损失将会急剧增加。

为了降低煤炭损失, 1952~1954 年在乌拉尔、库兹巴斯、中亚各露天矿曾采用了溜洗槽处理劣质煤的洗选工艺。首批季节性的洗选厂在契良宾斯克煤田的露天矿投入了生产。在这些洗选厂中采用原矿水力冲涮并用水力输送到洗选设备中去。

建设《科尔金诺》洗选厂(年处理能力为 278.5 万吨, 精煤产量为 48.5 万吨/年)的实际投资为 185 万卢布; 建设《克拉斯诺谢立斯克》矿洗选厂(年处理能力为 70 万吨, 精煤产量为 10.3 万吨)的投资为 73.7 万卢布; 建设《巴图林斯克》№1 洗选厂(年处理能力 50 万吨, 精煤产量为 9.3 万吨)的投资为 34.1 万卢布。

契良宾斯克矿区各洗选厂的工作经验表明, 从劣质煤中可以分选出灰分为 25~30% 的商品煤。每吨商品煤可盈利 6~7 卢布, 因为原料煤是露天矿的部分剥离矸石, 也就是说, 这类劣质煤的开采、运输费用都算入剥离和开采成本。因此, 尽管所建的洗选厂

并不完善,洗后矸石中还有带煤损失,但却仍然是盈利很多的。

由于露天开采量的急剧增加和煤炭损失,特别是细粒级煤的损失在不断上升,为了最大限度地回收可燃体和采用更为完善的洗选设备,研究劣质煤洗选新技术的必要性就提到议事日程上来了。

根据许多指示文件,固体燃料精选研究所在1974年曾研究了洗选露天矿高灰可燃体的可能性并研制了用逆流式重力分选机洗选劣质煤的新工艺,还试验了洗选D—150毫米级劣质煤用的KHC—108型斜槽分选机。

逆流分选的理论基础

由于机采产量(在许多情况下不包括选择性开采)日益增长和在工业上应用更为贫脊的矿物资源,所以必须改善洗选工艺和研制在原理上完全新型的高效率选煤机械。利用普通的重力方法洗选劣质煤是不适宜的。

在劣质煤中含有大量容易泥化的矸石时,采用重介质选势必导致工艺流程复杂化,此外,介质也难以回收。加之,商品煤的产率较低(占处理量的15~30%),更使分选过程费用变得昂贵。

采用跳汰选也是不适宜的,因为低比重和中间比重级含量不超过50%时跳汰选的效率急剧下降。而当原煤中的矸石含量很高时,跳汰机的处理能力就剧减。固体燃料精选研究所曾研制了各种逆流式重力分选机。其中有许多已用于工业。这类分选机的共同点乃是在这类分选机中都建立有相逆作用的力场系,例如与重力场相对的其它力场或方向与重力场呈一夹角的力场。相互竞争的各个力场都造成各自的输运分选产品方向,因此才实现了逆流分选。

为了对逆流式分选机工作区内的质量交换过程进行数学分析,以采用固定形式的分选过程模型为宜(图1)。

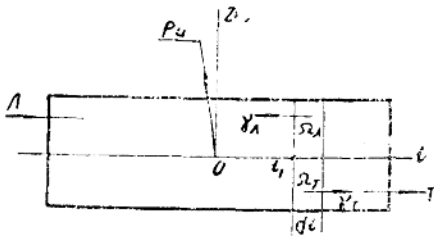


图1 逆流式分选机的分选过程模型

不考虑每个具体分选机工作区的几何形状和尺寸,可以把逆流分选机视为两个互相作用的分选产品输送流系统。假设输送高比重物料流T在下方,方向向右,而低比重物流II在上方,向左运动(图1)。

在分选槽内以入料点为原点作坐标系(l, z)。可见,入料流 P_u 在坐标原点0分成两个支流 r_{T0} 和 r_{II0} 。 $(r_{T0}$ 和 r_{II0} 分别为高、低比重物料流的颗粒质量与坐标原点

入料颗粒质量之比)。显然, $r_{T0} + r_{II0} = 100\%$ 。

现在我们来分析研究一下分选机内坐标为 l_1 和长度为 $d l$ 的某一段。在这段槽体有中 Ω_T 和 Ω_{II} 两个充满分选介质和物料的空间,而且在这两个空间之间进行着强烈的质量交换。在此选定区间内, r_T 和 r_{II} 分别是通过这两个空间的总物料流 P_u 在各自方向上的相应部分。在 $d l$ 区间,从一个空间转入另一个空间的部分物料量为 dr ,它表示含密度为 ρ 颗粒的各级 drp 之总和:

$$dr = \int_{\rho_{\min}}^{\rho_{\max}} dr \rho \cdot d\rho \quad (1)$$

对于每一个既定比重级来说都有两股颗粒流： $dr\rho_{Tn}$ ——从 Ω_n 区转入 Ω_T 区的给定密度的颗粒数和 $dr\rho_{nT}$ ——向相反方向转移的颗粒数。

$$\text{显然 } dr\rho = dr\rho_{Tn} + dr\rho_{nT} \quad (2)$$

存在着一个密度 ρ_0 ，对它来说：

$$dr\rho_{Tn} = -dr\rho_{nT} \quad (3)$$

ρ_0 为分选机特定区段（坐标为 l_1 ）的分选比重，它在其它区段可能不一样。如果在坐标为 $l_2 > l_1$ 的区段，分选比重 $\rho_{02} > \rho_{01}$ ，则中间密度（ ρ ）颗粒在第一区段（ l_1 ）主要是下沉（转入 Ω_T 区），而在第二区段（ l_2 ）则《上浮》，从而产生中间比重级的循环。它们一边从原料中积聚起来，一边以相同的或然率转入轻、重产品。如果对上述区段来说， $\rho_{02} > \rho_{01}$ ，那么在 l_1 区段内，中间比重的颗粒则《上浮》，而在 l_2 区段内则《下沉》。因此，在这两种情况下都有最终产品受污染的潜在可能。

由此可见，在研制逆流式分选机时，工作区各段的分选比重差应当尽可能达到最小。

应当指出，对于给密度的颗粒来说，参与质量交换的物料量 $dr\rho$ 应当与其浓度 rc/r_{11} 和密度差 $\rho - \rho_0$ 成正比。

类似的推论也适用于按粒度大小 X 分的各个级别。这时 $dr\rho_X$ 将与某个函数 $\lambda(X, S)$ 成反比，该函数可以评定颗粒接触到 Ω_n 与 Ω_T 间界面的平均路程。 S 为上述两空间的接触面积，这就可以写成：

$$\frac{dr\rho_X}{dl} = K \frac{r\rho_X(\rho - \rho_0)}{r_n \lambda(X, S)} \quad (4)$$

在0至 l 范围内积分（4）式后就可获得在 l 长度内未转入本级产品中去的重物料剩余浓度 $r_{\rho_X}^{\text{OCT}}$ 。实际上，在研究分析重物料由 Ω_n 区转入 Ω_T 区的条件下，该值表征出轻产品受 ρ_X 物料的污染情况：

$$r_{\rho_X}^{\text{OCT}} = r_{\rho_X 0} \times e^{-\frac{K(\rho - \rho_0)}{r_n \cdot \lambda(X, S)} l} \quad (5)$$

显然，上式指数的绝对值越大，分选效率就越高。

分析式（5）指数的各项可得出下述关系。

密度差 $\rho - \rho_0$ 越大，污染物的剩余浓度就越小，

轻物料含量 r_n 越大，重物料向本级产品的转移就越困难，

颗粒尺寸 X 和接触面越小，它们从 Ω_n 区转入 Ω_T 区必须迁移的距离 $\lambda(X, S)$ 就越长。

在所有情况下，为了达到最终产品的给定污染指标，可以选定所需要的逆流式分选机分选区长度。

逆流式重力分选机可用于洗选露天开采的动力煤和劣质煤，也可用来加工处理矿井和选煤厂排出的矸石。如果分选物料在分选机中逗留时间短，分选比重又易于调整，那么这种分选机可以用于洗选极易泥化的煤。

采用价廉、高效、工艺流程简单的分选机，就可能对开拓掘进过程中的劣质煤和统采煤进行加工洗选。

露天矿季节性洗选厂的生产经验表明，即使洗选灰分高达70%的剥离矸石，仍然可以盈利。

在1974年，固体燃料精选研究所试验了一种用逆流式重力分选机洗选劣质煤的新工艺。这种分选机可以加处理大量高灰和不合格的煤，而且洗后矸石产品中可燃体损失很小。

从劣质煤中回收可燃体的可行工艺方案推荐如下：用CⅢ—15型螺旋分选机分别洗选 $>13(25)$ 毫米和 $<13(25)$ 毫米机选级煤；用CⅢ—15型分选机洗选 $>13(25)$ 毫米机选级煤，用KHC型斜槽分选机洗选 $<13(25)$ 毫米级；用KHC型斜槽分选机洗选不分级劣质煤。

上述劣质煤洗选工艺方案都经过了实验室、半工业性和工业性试验。

1974年6月在东西伯利亚煤炭生产联合企业赫拉姆卓夫斯克选煤厂进行了用CⅢ—15型分选机洗选克麦罗沃煤炭生产联合企业格拉莫捷茵露天矿《红山》下部煤层煤的试验。入料为 >13 毫米级中等可选性煤。

洗选劣质煤的经验表明，在选定的分选机工作制度下可获得灰分为10.3~12.3%的精煤和灰分为78~81.9%的矸石。精煤中 >1800 公斤/米³级的污染量为0.4~0.9%，矸石中 <1500 公斤/米³级的损失量为0.1~3.8%。精煤和矸石中1500—1800公斤/米³级含量分别为2.7~5.0%和1.4~6.8%。所得数据证明，用螺旋分选机洗选劣质煤的效率很高。

进一步的试验表明，尽管CⅢ型和C BⅢ型螺旋分选机的工艺指标很高，但采用斜槽分选机洗选劣质煤更适宜，因为它的结构简单，工作可靠（没有旋转和振动部件）。

1974年~1975年期间，在契良宾斯克煤炭联合企业的四座季节性洗选厂进行了斜槽分选机样机试验和劣质煤水介质逆流洗选工艺流程的试验。

固体燃料精选研究所研制的这种从劣质煤中回收可燃体工艺，作为主要原理之一，是以物料在各准备工序和洗选过程中湿法加工的时间最短为前提的。这可以大量减少次生煤泥，改善洗水平衡，使煤炭损失达到最少。

KHC型斜槽分选机

由于输送轻、重物料的两个相向运动的输送流间在分选机工作区全部接触面上的相互作用，在斜槽分选机中用倾斜上升流进行逆流重力分选的原理才能得以实现。

斜槽分选机为一个矩形断面，与水平成 $46\sim54^\circ$ 夹角的密封长槽体（图2）。

在槽体中部装有给料溜槽，它把斜槽分选机分割成矸石段（下段）和精煤段（上段）。每段上盖上各装有一个丝杠调节机构，它们与槽体内装有“^”字形横隔板的调节板相联。调节板可确保分选机槽体内必要的断面，而调节板上的横隔板造成槽内长

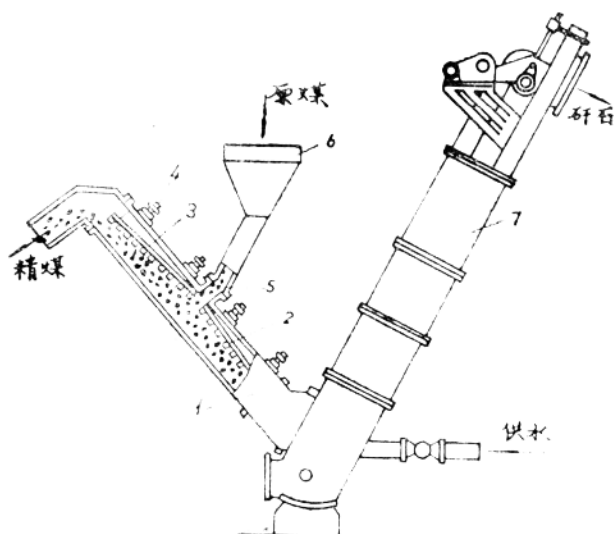


图2 KHC型斜槽分选机

- 1—槽体；2—矸石段调节板；3—精煤段调节板；4—调节板位置调节机构；
5—入料口；6—入料漏斗；7—脱水斗子提升机。

度方向和宽度方向上交变的介质流速度场，从而保证矸石与煤炭在工作区内的最佳分选条件。调节板用胶皮与上盖板相联，以防止大颗粒物料和分选介质流进入调节板与上盖板之间的非工作区。分选机的下部用法兰和过渡溜槽与矸石脱水提升机相联，上部则转入精煤排卸溜槽。

KHC型斜槽分选机按以下方式进行工作：入选原料连续不断地沿着入料溜槽给入分选机中部，与此同时分选介质（水）流以给定速度通过提升机下部进入分选机底部。重产品落入与迎着进水方向运动着的贴底料层，轻产品则由介质流向上带出分选机溢流口。

在连续给料和分选的过程中，槽体内存在着上升物料流和下降物料流，它们占据着斜槽的一定断面。

隔板附近为流速局部增加区，同时又是多次重复的物料高度松散区。这样，输送重颗粒的下降流周期性地松散、密实并把轻颗粒从本介质中挤入上升流区。其结果，在分选机工作区的全部长度上实现了主要是按比重进行的逆流分选过程。

KHC型分选机对分选精度和产品污染率产生根本影响的主要分选过程调节参数有七种。

分选机的倾角决定分选区的物料松散程度。在洗选窄分级块煤时，倾角应当比洗选不分级煤和不脱泥煤时为大。对于每种具体情况来说，斜槽的斜角应当在按装前选定好。

精煤段和矸石段上、下槽体断面尺寸的四个参数乃是调正工作制度的主要调节参

数。它们确定着分选机矸石段和精煤段的最大通过能力和最佳处理能力下的吨煤相对用水量。

调节分选过程的操作参数是给进矸石段的水量和同原煤一起进入槽体的水量。前一种水量决定着矸石段的流体速度场。后一种（加上前一种）水量则决定着精煤段的流体速度场。这两股水量应当与精煤和矸石两段的通过能力相适应，两者之间也要适应，以保证工作区内给定分选比重恒定。

如果入料稳定，即最大波动不超过平均入料量的 $\pm 10\%$ ，则分选就可能控制在一般的正常用水量 $3.5 \sim 4 \text{ 米}^3/\text{吨}$ 。不然，分选就要控制在处理能力略有富余的制度下，以便在个别情况下的最大负荷不超过分选机的通过能力。这时，视入料波动程度，用水量应当提高到 $5 \sim 6 \text{ 米}^3/\text{吨}$ 。

固定燃料精选研究所研制了四种规格的斜槽分选机，用于块煤、末煤的分级洗选和不分级洗选。其技术特征如下：

	KHC—54	KHC—104	KHC—58	KHC—108
原煤处理能力，吨/时				
最低	25	50	50	100
最高	75	150	150	250
用水量， $\text{米}^3/\text{时}$	$3.5 \sim 5.0$	$3.5 \sim 5.0$	$3.5 \sim 5.0$	$3.5 \sim 5.0$
最大入选粒度，毫米	40	50	100	150
槽体尺寸， 米				
长 $\times$ 宽 $\times$ 高	$5.3 \times 0.5 \times 0.4$	$5.3 \times 1.0 \times 0.4$	$5.3 \times 0.5 \times 0.8$	$5.3 \times 1.0 \times 0.8$
机 重 公斤	1900	3200	3200	3600

KHC型斜槽分选机的进一步完善应从如下两方面进行：强化分选过程，设计由若干规格的精煤段和矸石段组成的分节组合式分选机。

KHC型斜槽分选机最初是作为一种洗选末煤的简易高效分选设备来研制的。但是，斜槽选煤过程的理论研究和工艺研究表明，它们的应用范围可以广得多。

当KHC型斜槽分选机内的分选过程调节恰当时，就能出现主要按比重进行分选的情况。

克拉斯诺勃罗德斯科露天矿劣质煤的洗选结果如表1。试验结果表明，使处理能力增加1倍以上，不会导致洗选指标发生明显变化。

尽管煤中末煤和微细颗粒含量很大，但各次试验的分选精度还都很高。污染总量在 $3.0 \sim 4.8\%$ 之间波动。分选质量指标接近理论可能值。

为了更充分地说明斜槽分选机中的分选过程，详细分析了诸次试验中的一个试验结果。

表2为3号试验（见表1）的选煤结果。

从表2数据可见，所有粒度，包括 $0 \sim 0.5$ 毫米级都发生分选。

在KHC型斜槽分选机中主要是按比重进行分选。各粒级的分选比重变化不大。这

乃是斜槽选煤的一个特点。这一点从工业性生产的数据中也可以观察到。

表 1

试验号	原 煤		用水量, 米 ³ /时			精 煤		矸 石		煤 泥		分 选 比 重 (公斤/米 ³)	污染总量* (%)
	入料量 吨/时	灰分 (%)	矸石段	原煤	吨原煤 产率 (%)	灰分 (%)	产率 (%)	灰分 (%)	产率 (%)	灰分 (%)			
1	2.9	31.6	14	6	6.9	40	7.2	27.9	69.9	32.1	28.7	—	—
2	2.9	34.7	20	6	9.0	39.6	10.2	27.8	88.3	32.8	18.5	—	—
3	3.2	36.1	19	6	7.8	40.7	11.6	28.4	91.3	30.9	17.7	19.6	3.6
4	3.2	30.0	17	6	7.2	41.7	10.2	22.5	86.0	38.5	17.9	1.80	4.8
5	4.2	27.0	18	8	6.2	39.1	9.6	17.3	87.4	43.6	18.6	1.84	3.0
6	5.2	28.7	19	9	5.1	40.3	11.2	19.5	86.3	40.2	18.4	1.78	3.8
7	5.6	29.1	19	10	5.2	43.0	11.2	19.8	88.0	27.2	18.6	1.87	4.2
8	6.2	30.3	19	11	4.8	49.5	12.3	21.3	88.4	29.2	18.4	1.84	4.7

* 污染总量按去泥精煤和矸石总产率计算。

表 2

粒级 (毫米)	精 煤		矸 石				入 料		分 选 比 重 (公斤/米 ³)	污染 总量 (%)
	产率, %		灰分 (%)	产率, %		灰分 (%)	产率 (%)	灰分 (%)		
	占本级	占全级		占本级	占全级					
>13	2.1	0.8	11.2	46.7	13.4	92.9	14.2	88.3	1.82	0.8
6—13	7.7	3.1	12.4	28.0	7.9	91.2	11.0	69.0	—	—
3—6	12.0	4.9	10.0	10.7	3.0	89.7	7.9	40.3	18.5	1.6
1—3	48.0	19.5	11.3	10.6	3.0	89.2	22.5	21.7	1.98	3.2
0.5—1	20.8	8.6	12.0	1.7	0.5	89.2	9.1	16.2	—	7.2
0.5	9.4	3.8	13.4	2.3	0.6	82.9	4.4	22.9	—	6.8
煤 泥	—	—	—	—	—	—	30.9	17.7	—	—
0—25	100.0	40.7	11.6	100.0	28.4	91.3	100.0	36.1	1.96	3.6

契良宾斯克煤田各厂的劣质煤洗选

该煤田38%的煤为露天开采, 并且大部分用于电站喷粉燃烧。劣质煤灰分为55~70%, 不作为动力用煤。

从1952年起在露天煤矿采用季节性溜洗槽洗选厂处理劣质煤。

工艺流程包括水力冲刷原料煤(劣质煤), 水力运输, 斗子捞坑脱泥脱水, 溜洗槽

洗煤，精煤用筛机进行一次脱水、二次脱水和堆放在具有疏水设施的贮煤场。开始几年，运入贮煤仓的入洗物料灰分为50~60%，后来开始处理灰分为65~70%的劣质煤。这就可加工处理露天矿开采出的全部劣质煤。在科尔金诺洗选厂利用含煤7~8%的矸石和劣质煤一起作为原料。

目前，契良宾斯克煤炭生产联合企业各露天矿洗选厂每年可从劣质煤中回收一百多万吨煤炭，约占各露天矿煤炭总产量的10~13%。

在1973年，契良宾斯克煤田各露天矿洗选厂从灰分为63%的原料煤中获得平均灰分为28.3%的商品煤93.4万吨，占利润额的24.4%。

1952~1975年间共处理了8000万吨劣质煤，从中获得1500多万吨商品煤。

在20年的生产期间，煤和矸石的性质有了很大的变化并反映到了洗选过程之中。因外来物污染造成商品煤质量降低，所以要求改善分选工艺。

正如研究结果表明，在水力冲淘和运输条件下，如果劣质煤灰分降到3%，煤炭损失可达商品煤的20%。此外，还形成大量煤泥，其中大部分在循环水中循环。入洗原料煤在斗子捞坑内和固定筛上不能有效地进行脱泥、脱水。

1974年科尔金诺露天矿洗选厂开始改进劣质煤洗选工艺。

在工艺流程中安装了一台KHC—104型斜槽分选机（图3）。该分选机是根据固体燃料精选研究所的图制作的，用它代替了ЯСК—1型淘汰盘。斜槽分选机的处理能力达70吨/时，入选粒度为0~3毫米，灰分为40~45%。在两个季度的生产期间，KHC—104型斜槽分选机保证得到了灰分为21~25%的商品煤。用淘汰盘洗选时，精煤平均灰分为26~28%。

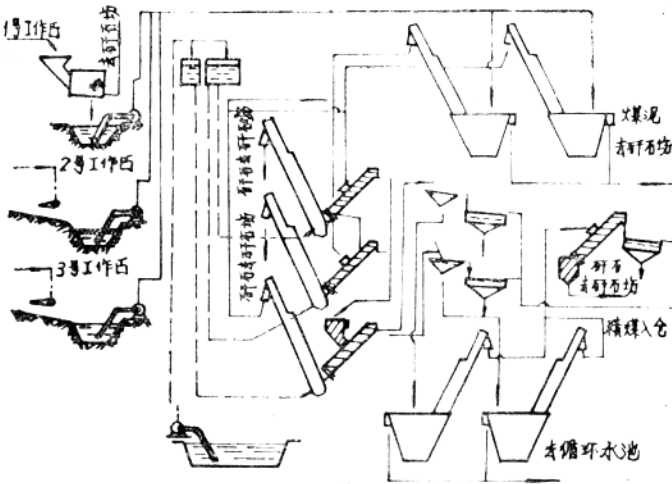


图3 科尔金诺露天矿洗选厂改进后的流程

KHC—104型斜槽分选机洗选劣质煤煤泥的效果很好，可以转而进行KHC—108型斜槽分选机的工业性试验，以洗选粒度达150毫米，灰分达70%的劣质煤。

第一台KHC—108型斜槽分选机安装在《巴图林斯克》露天矿的1号洗选厂。该

在1974年应用斜槽分选机以前曾对该厂的工作进行了抽样检查并据此计算出数质量流程图(图4)。

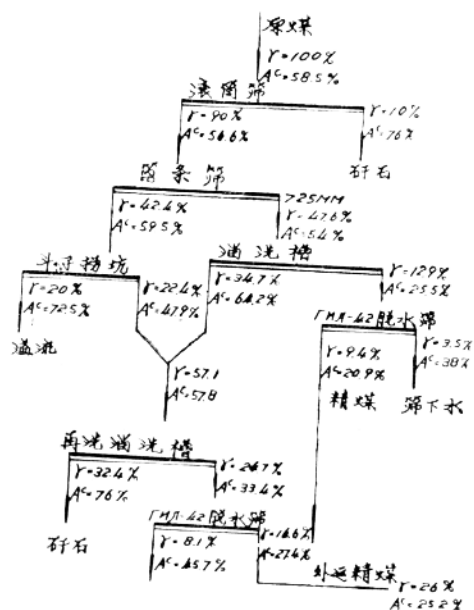


图4 《巴图林斯克》露天矿
1号洗选厂工艺流程图

在斜槽分选机的使用过程中,矸石灰分提高到了72~76%,这就减少了煤炭损失。1974~1975年冬季,巴图林斯克露天矿1号、2号洗煤厂转为只用斜槽分选机选煤。为使生产能力有余地,采用了两台KHC型斜槽分选机平行工作的流程。1975年取消了斗子捞坑。改进后的流程如图5所示。

原料以煤浆形态进入洗选厂。在受料仓内装有平板条缝筛预先脱除随原煤带进厂内的余水。洗精煤经平面筛、ΓЦЛ—42型脱水筛脱水后用皮带输送机送往商品煤贮煤场。洗后矸石用ЭО—8型提升机提出后用水力运输至排矸场。

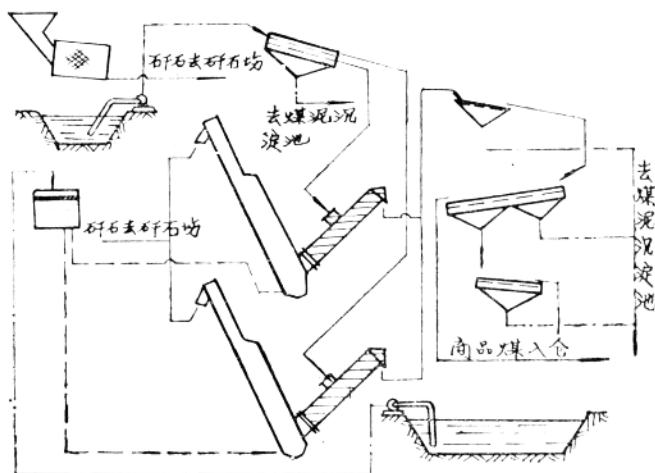


图5 《巴图林斯克》露天矿2号洗选厂改进后的流程

表 3 所列巴图林斯克露天矿 1 号洗选厂 KHC 型斜槽分选机的采样结果。两台斜槽分选机的矸石分别取样, 其结果表明, 矸石的质量实际上相同, 灰分为

77~82%。这就证明矸石中的煤炭损失减少了，为企业额外增加了精煤产率。

巴图林斯克露天矿2号洗选厂采用类似的流程，生产初期就获得了良好的指标，见表4。

在2号洗选厂曾进行了各粒度级的扩大采样检查。

采样结果表明，KHC—108型斜槽分选机能均匀地洗选各粒度级，包括0~3毫米级的煤。

表 3

采样号	灰 分 ， %			
	总精煤	矸 石		原料煤
		25~100毫米	0~25毫米	
		1*斜槽	2*斜槽	
1	24.6	76.9	75.8	65.8
2	26.0	77.9	77.4	63.0
3	25.5	78.1	77.3	57.4
4	24.3	86.1	81.4	59.2
5	20.5	76.5	75.8	55.5
6	24.0	79.7	79.0	58.9
7	19.9	80.7	79.1	57.3
8	23.7	81.5	81.4	67.8

表 4

采样号	灰分， %		
	精煤	矸石	原料煤
1	24.9	75.6	64.9
2	25.8	75.3	53.9
3	29.3	73.6	65.9
4	30.8	77.1	67.7
5	29.8	76.2	62.7
6	28.3	78.5	63.1
7	28.0	81.5	68.1
8	27.0	76.9	65.0
9	29.8	78.9	64.4

图 6 (以图表形式) 表示溜洗槽和斜槽分选机精煤各比重级的关系。

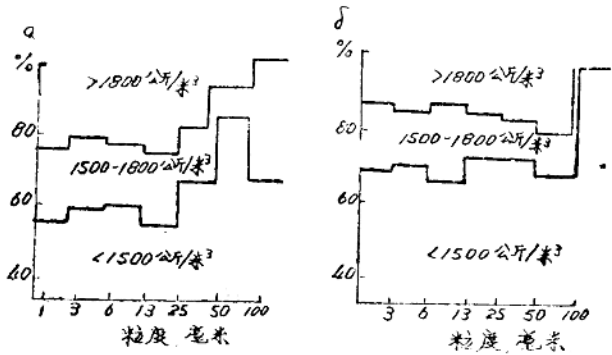


图 6 溜洗槽 (a) 和斜槽分选机 (b) 精煤各比重级关系图

科尔金诺露天矿洗选厂——它是契良宾斯克煤田最大的一座洗选厂，其年处理能力超过了50万吨商品煤。该厂有两套相同的平行关系。每个系统有两台溜洗槽，六台脱水提升机和两台筛子，有从筛下煤泥水中额外回收细粒级煤的流程。

1975年，有一个系统改用斜槽分选机，考虑到原料量大、质量波动也大，所以采用了这样的流程：原料给入一台 KHC—108型斜槽分选机，使其超负荷运行并出最终矸

石。第一台分选机的精煤进第二台斜槽分选机再选，第二台分选机的矸石返回第一台分选机再选。

对溜洗槽系统和斜槽系统的入料及选后产品进行了平行采样检查，结果见表5。

表5

采样号	斜槽, 灰分(%)			溜洗槽, 灰分(%)		
	原料	精煤	矸石	原料	精煤	矸石
1	56.0	29.7	78.8	44.6	31.6	80.2
2	64.2	26.4	75.9	44.6	32.6	79.8
3	48.2	28.1	74.0	36.9	27.5	74.4
4	52.3	31.2	80.2	38.8	33.9	73.4
5	—	40.1	76.3	—	39.4	77.1
6	62.4	39.8	77.5	44.0	34.3	74.8
7	61.0	29.0	76.1	43.1	35.6	76.3
8	58.0	32.9	80.0	42.1	33.4	79.8
9	—	35.6	82.0	—	34.4	78.5
10	—	36.4	82.6	—	30.0	82.8
11	—	34.5	79.9	—	33.8	76.6
12	—	29.8	77.3	—	32.3	74.6
平均	—	32.6	78.4	—	33.2	77.4

槽分选机的商品煤经固定筛和振动筛脱水后送往贮煤场，而矸石则返回前两台主选机进行回选。1、2号主选机的矸石则用水力输送到水力排矸场。

《克拉斯诺谢尔斯克》露天矿的洗选厂——它是按类似巴图林斯克露天矿1号和2号厂的设计方案建设的，在1959年投产。同前面讲过的洗选厂的区别是：它的能力更大，工艺流程中有两套由四台溜洗槽组成的平行系统。

1974年在第一套系统中安装了一台KHC—108型斜槽分选机。从工作面采出的原料煤用水力运输到洗选厂的篦条筛上。>40毫米级筛上品直接进斜槽。筛下品经斗子捞坑脱水并用斗子提升机送进同一台斜槽。采样检验（表7）表明，斜槽分选机能保证获得给定质量指标的精煤。矸石灰分无变化。

表7

采样号	灰分, %		
	精煤	矸石	原料煤
1	27.8	66.3	61.2
2	30.4	74.9	63.2
3	28.0	67.7	60.8
4	31.6	72.2	65.7
5	30.7	69.4	60.6
6	30.2	68.8	56.3
7	24.6	71.3	60.8

从表5数据中可见，溜洗槽系统的精煤平均灰分比斜槽系统高出0.6%，而矸石灰分却低1%。而斜槽分选机的入料灰分要比溜洗槽的入料灰分高。

表6为两系统各产品的污染比较数据。由此表数据可见，斜槽分选机的精煤污染量要比溜洗槽少2~6%，而矸石中的煤炭损失量又少2.4~3%。

为了全部转用斜槽选，采用了两台KHC—108型斜槽分选机主选、一台再选的劣质煤洗选流程。原料煤用水力运输到两个斗子捞坑并从中提出后沿倾斜明溜槽进入1号和2号主选斜槽的受料漏斗。两台主选斜槽选后煤同洗水一起流入第三台斜槽分选机（再选）的受料漏斗。3号斜

由于篦条筛筛上品含水量很多，所以多余的水量随原料煤进入斜槽，增加了精煤的矸石污染量。1974~1975年检修期间，在该厂安装了两台KHC—108型斜槽分选机。

根据新的流程，斗子捞坑的浓缩料（0—40毫米）给进1号斜槽分选机，而篦条筛筛上品（1—150毫米）进2号斜槽分选机。

中亚煤炭生产联合企业安格连斯克露天矿

劣质煤洗选工艺的改进

安格连斯克露天矿开采《维尔赫尼》和《莫希内》两个煤层群。

《维尔赫尼》煤层群是一为若干夹石层分隔、煤层厚度不等且互相靠得很近的煤层群。1953年以前，在安格连斯克露天矿，《维尔赫尼》煤层的煤实际上没有开采，而是与剥离矸石一起直接排弃。露天矿的全部开采损失超过了30%，而对维尔赫尼来说则是100%。

从1954年起洗选厂投产，开始处理灰分58~60%的劣质煤。采用溜洗槽，出精煤和矸石两种产品。

入选的B₂号褐煤中含有30%以上的大块可见矸石。由于煤炭强烈失水，所以煤质很脆。矸石为极易泥化的粘土质。

1972年，卡拉干达煤炭科学研究所曾对该露天矿的质量特性和已投产洗选厂的洗选效果进行了研究。研究结果确定：用溜洗槽洗选时，矸石中的煤炭损失达17%，此时的矸石灰分为63.13%。

1974年开采了约250万吨劣质煤（露天矿的生产能力为390万吨煤）。洗选厂处理了120万吨劣质煤，获得32万吨精煤。剩余部分排弃到矸石场。根据远景规划，安格连斯克露天矿1980年的年产量为1000万吨。劣质煤产量将达到4~5百万吨。

要处理这么多劣质煤，就要提高洗选厂的处理能力，改进工艺流程，减少矸石中的可燃体损失。

为此，固体燃料精选研究所于1974年用螺旋分选机和斜槽分选机进行了选煤研究。研究结果很好，可以推荐采用KHC—108型高效逆流式斜槽分选机洗选劣质煤的选煤工艺。

1975年中亚煤炭联合企业的中央机修厂制造了一台KHC—108型斜槽分选机（固体燃料精选研究所图纸）并安装在洗选厂的流程中，取代了溜洗槽。

在生产过程中，KHC—108型斜槽分选机在洗选加工各种原料煤时工作可靠。入料灰分为25~43%。

尽管原料煤组成的波动很大，洗水浓度高，KHC—108型斜槽分选机洗选0~150毫米级原料时能确保得到合格精煤（矸石灰分为75~80%）。精煤和矸石的污染量为4.5~5%，矸石中的可燃体损失不超过6.1%（表8）。

斜槽分选机在生产期间暴露了现有工艺流程的缺陷。这些缺陷限制了斜槽分选机的处理能力。改用提升能力大的脱水提升机就可以提高洗选厂的处理能力，并可获得50多万吨精煤。为扩大洗选厂的处理能力，计划安装第二套KHC—108型斜槽分选机工艺系统。

采用斜槽分选机可以简化洗选厂的工艺流程，改善操作条件，省去部分工艺设备（溜洗槽和脱水提升机各两台）。1975年生产出精煤36.5万吨。因矸石中的可燃体损失减少而额外获得4.5万吨精煤。采用KHC—108型斜槽分选机后的年经济效益为22万卢布。

表 8

粒 级 (毫米)	精 煤			矸 石			入 料		*污染总量 (%)
	产率, %		灰 分 (%)	产率, %		灰 分 (%)	产 率 (%)	灰 分 (%)	
	占本级	占入料		占本级	占入料				
100—150	8.2	5.6	14.1	8.9	2.8	86.0	8.4	38.1	0.4
50—100	16.5	11.2	17.0	33.6	10.8	84.8	22.0	50.3	2.8
25—50	10.6	7.2	18.8	32.0	10.2	82.1	17.4	55.9	5.8
13—25	11.9	8.1	16.4	14.7	4.7	73.0	12.8	37.2	6.4
6—13	17.4	11.8	17.8	4.9	1.6	64.5	13.4	23.4	11.0
3—6	17.8	12.1	18.3	1.4	0.5	60.1	12.6	20.0	11.6
0—3	17.6	12.0	21.0	4.5	1.4	76.2	13.4	26.8	—
0—150	100	68.0	18.0	100	32.0	80.6	100	38.0	6.4

* 各粒度级的污染总重均以1500公斤/米³为分界比重计算。

库兹巴斯劣质煤洗选工艺

库兹涅茨煤田克麦罗沃煤炭生产联合企业有17座露天矿开采缓倾斜、倾斜和急倾斜煤层。煤炭(Л、Г、CC和T牌号)作为动力用煤。喷粉燃烧,沸腾层燃烧用煤占60%,民用煤占26~28%。1974年的煤炭灰分为12.3%,个别露天矿为5.7~17.0%。

原煤灰分低,其原因是:根据现有回采工艺规定开采5~25米的厚煤层,煤炭分别装运,煤层清理得比较干净。

曾委托固体燃料精选研究所、库兹涅茨选煤科学研究所、库兹巴斯煤矿设计院研究采用洗选克麦罗沃煤炭生产联合企业所属露天矿劣质煤的新工艺。

目前,在开采急倾斜煤层的露天矿中,限定厚度的煤层的开采量仅占3~4%。随着露天开采的发展,越来越多的薄煤层也要开采,煤炭损失将会急剧增加。

为研究降低露天开采时煤炭损失的可能性,固体燃料精选研究所在麦克罗沃煤炭生产联合企业的露天矿进行了0—25和0—150毫米级劣质煤的工业性试选。

目前,根据固体燃料精选研究所和库兹巴斯煤矿设计院研制的工艺已完成了《莫霍夫斯克》和《克拉斯诺勃罗德斯克》露天矿洗选厂的设计工作。采用KHC—108型斜槽分选机作为洗选厂的主要洗选设备。

《莫霍夫斯克》露天矿1974年的年生产能力为100万吨。洗选厂的原料基地是“舒夫罗沃依”,“波雷萨耶夫斯克”II号、“红山”、“塞契夫斯克”I、II和IV号等煤层的劣质煤。

1976—1979年莫霍夫斯克露天矿的劣质煤产量为90~110万吨。随着开采工作的发展和克拉斯诺果尔斯克煤层产量增加,必需进行加工洗选的煤炭将增加到150万吨。

在《莫霍夫斯克》露天矿条件下,以建设季节性洗选厂(流程中加有中间贮煤场)最为适宜(图7)。