

選煤廠的洗煤工

重工業出版社

PDG

譯者例言

本書是根據蘇聯 *Металлургия* 1951 年所出版的、蘇聯技術科學碩士 *М. В. Циперович* 所著 *Мойщик углеобогатительной фабрики* 一書譯出的。

書中對煤的來源和形成、煤的可洗性研究、比重分離法、洗煤機的構造、操作制度、安全規則及生產檢查等均作了有系統的論述。

本書既以洗煤工為對象，故在不違背原文的原則下，力求譯文通俗易懂；譯者認為本書實為我國洗煤工目前不可多得的讀物，對從事洗煤工作的同志們，也有一定的參考價值。

書譯完後，除由孫維宜同志作過兩遍校閱外，又經張挽強工程師仔細校閱一次，不唯在技術上有所指正，在譯文上亦提供了不少寶貴意見，譯者謹在此深表謝意。此外，更望讀者提出意見和批評。

著者前言

在革命前的俄國，選煤的發展是很薄弱的。當時的選煤廠，主要集中在頓涅茨煤田。這是一些裝備很差的小型企業；所有工廠的總生產率不能超過360噸/時。

祇是在偉大的十月社會主義革命後，選煤才獲得了廣泛的發展。在斯大林五年計劃的年代裡，創建了強大的、用先進技術裝備起來的選煤工廠。每個工廠的生產率可達400噸/時以上。我們的機器製造廠製造着最完備的選煤機，操作過程的自動化廣泛地發展着。

爲提前並超額完成國家計劃、爲出產優良產品、爲減少廢品、爲維護並最充分地利用設備而鬥爭的社會主義競賽，是蘇聯人民經濟所有部門繼續發展的有力槓桿。選煤工廠的先進工人們——斯達哈諾夫——以及工程技術人員們，在改善選煤機技術操作過程的同時，在提高工廠質和量的工作指標上獲得了很大的成就。

選煤技術操作以及選煤機構造原理諸問題，已由著名的蘇聯科學家——Л. Б. 列文成 (Л. Б. Левенсон), П. В. 梁維柯 (П. В. Лященко), М. Ф. 奧汀 (М. Ф. Ортин), И. В. 維和夫斯基 (И. М. Верховский), В. И. 特魯列維奇 (В. И. Трушлевич) 等教授完全製定出來。

選煤工廠的複雜的現代的設備，需要熟練的監督與維護。因此，在設備上工作的人員們，應當完全掌握選煤的技術操作，善於知道選煤工廠的設備，並善於利用先進斯達哈諾夫的經驗。

在洗煤機上工作的洗煤操作者，是選煤工廠工人們的主要職業，這本書就是專爲這些工作者們而寫的。

寫稿時，作者在勞動組織方面所用的極有價值的指示和材料，是 А. М. 米哈里丘克 (А. М. Михайчук) 工程師所提供的，作者謹向他表示深深的謝意。

著者序

在現代，煤在一系列工業部門中已獲得廣泛的應用。

用大量的煤製作焦炭的冶金工業，是煤的最大消耗者。動力工業和運輸部門，同樣也是煤的大量消耗者。

冶金工業上所用的煤，必需是不燃雜質含量很少的優質煤。

礦物質就是這些不燃雜質，使用以前，必須將它從煤中除去。

這些雜質可用選煤法從煤中除去。

所以將這些多餘的雜質從煤中分出，是選煤的主要任務；這些雜質的存在，會減低煤的品質和價值，且對一定的工業目的（比方對煉焦）是不適合的。

用於煉焦的煤，若灰分過多，對人民經濟的虧損很大。

在開採煤的地方選煤時，即減少由煤田帶來的灰分的情況下，可以免除對矽石的非生產運輸。

選煤過程中降低煉焦煤中的灰分，可以提高煤的價值，因為用選過的煤所煉出的焦炭，其中所含的灰分降低，非常有利地表現在用這種焦炭熔煉生鐵的價值上。

對冶金工業的企業說，用於煉焦的煤，它所含的灰分需不高於7—8%，確不高於1.5—1.7%。

使用低灰分焦炭煉鐵時，會減少焦炭在煉鐵時的單位消耗係數。高爐焦炭的灰分對煉鐵的影響，表現在以下諸方面：

1. 焦炭灰分增大時，因為減低了其中的可燃物質以及由於多除灰分造渣時所附加的熱量消耗，所以增大它在煉鐵時的單位消耗；2. 焦炭中灰分每增百分之一，將使熔劑（必需加入高爐配料的物質）消耗量增大；3. 灰分增大，會降低高爐的生產率。

焦炭中灰分每增百分之一，煉鐵時將引起：

甲、焦炭消耗量增大2.2%；乙、熔劑消耗量增大3%；丙、高爐生產率降低2—2.5%。

選煤時，矽石和中煤中所含的一部分硫，可順便與礦物雜質一同除去。

煉鐵時，焦炭中含硫量每增百分之一：

甲、焦炭消耗量增大17%；乙、礦石消耗量增大2.8%；丙、熔劑消耗量增大3.7%；丁、高爐生產率降低15%。

因此，去除煤中所含的上述雜質，可以大大降低煉鐵的費用。這種降低生鐵費用的耗費，遠較選煤的花費大得多。

根據上面所說，煤的洗選是具有很大的人民經濟意義的。

目 次

著者前言

著者序

第一章 對煤的認識	(1)
簡述煤的來源和形成	(1)
煤的最主要的物理性質和化學性質	(3)
第二章 選煤廠	(6)
第三章 煤的洗選	(20)
比重分離法	(20)
煤的組成成分和它的可洗性的研究	(22)
煤的難洗程度的判定	(32)
產品的可能回收率及其品質的判定	(34)
根據所規定的產品品質以判定洗選的結果	(36)
實際所得結果與理論結果的比較	(37)
第四章 洗煤機的構造	(38)
洗煤機的作用原理	(38)
洗煤機的分類	(40)
洗煤機的構造	(41)
洗煤機的零件	(48)
洗煤機的自動化	(50)
第五章 洗煤機的技術操作制度	(54)
篩選的操作過程和洗煤機的操作	(54)
各種篩選程序	(57)
篩選過程中的水	(63)
洗煤機的計算要素	(64)
第六章 工地組織	(65)
洗煤工的職責和任務	(65)
洗煤機的調整和工作制度的改變	(66)
洗煤工們的斯達哈諾夫勞動法	(69)
安全操作規則	(73)
設備的修理及其塗油	(74)
第七章 生產檢查	(79)
參考文獻	(82)

第一章 對煤的認識

簡述煤的來源和形成

含灰分小於40%的可燃礦物質，叫做煤(褐煤和煙煤)及無煙煤。含灰分大於40%的可燃礦物質，通常叫做頁岩。

所有固體可燃礦物質，都是由過去生長在陸地上的植物演變而來的。

石炭紀時期所生長在湖沼地帶的植物——大樹、灌木叢以及菌藻等枯死後落入澤地中，一部分腐朽並完全分解，而另一部分被水和淤泥遮蓋，且全未破壞地保留下來。

這種植物質雖未遭受破壞，但因受到深刻的變化而變成一種或多或少的單一物質。這種物質便叫做泥煤。泥煤生成的過程，就在現代還發生着。

煙煤以相似的方式形成，但它形成的過程很長。

往古的植物與現代的植物很少相似。石炭紀和它相鄰的各個地質紀的氣候遠較現今的氣候炎熱和潮濕；森林無比的茂密和高大。樹木很快地成長，但同樣很快地死亡而落入湖沼中，這種湖沼在當時很多。

在現代，認為煤是經過下述變化過程生成：靜水(湖水)表面被一層根源動植物的殘體所遮蓋，這層殘體達到某一厚度時落於湖底，經過很長時期以後，這些殘體堆成一種大塊物質。

淤積的沙礫、粘土和石灰質同樣滲入這種大塊物質中。地上植物的殘體，因在水中與空氣隔絕，受特種細菌作用而加速分解。高大的樹木，從岸上落入這種分解的物質中，它們又被形成的物質所遮蓋，從而同樣遭受分解。

木材的成分含碳(C)到50%，含氧(O)到43%。當木材受到上述分解時，分解物質逐漸被碳質所富化(含碳量逐漸增高)，由於脫氧作用而變成碳酸氣(CO_2)和水(H_2O)。因為在這個過程中，氧的消耗多於植物內氧和碳的消耗，故大量的碳質被積餘下來。

因此，碳化過程愈長，煤中含碳量也就愈高。

植物質演變成煤，可分為四個階段：

1. 泥煤形成期；
2. 褐煤形成期；
3. 煙煤形成期；
4. 無煙煤形成期。

這幾種可燃礦物質的分類，是按照它們的含碳量和一系列的物理化學性質而分的。

參與形成各種煤的植物，它們的最重要的組成部分，是下列一些尚未完全研究出來的、極為複雜的有機化合物：孢子、木質纖維、蛋白質、樹脂、蠟質和醚質。

植物質的碳化程度，可能隨其外部條件而不同。在充分與氧接觸下，能够分解的物質即發生分解，終於所有的分解產物都變成碳酸氣 (CO_2)、水 (H_2O) 及礦物殘渣。

當與空氣不完全接觸時，發生腐朽，分解的產物變成黑色物質，叫做腐植土或腐植質。

腐植質(腐植土)的形成層阻止空氣進入稍形分解的物質的下層，從而進入下面過程——腐植質變成泥煤，由於氧化作用，而分出碳酸氣 (CO_2) 及水 (H_2O)；分出量的多寡，主要視其含氧量的多寡而無一定。

假若原生植物含有油脂和蠟質，且受水的作用而分解，其所經的過程不同——最後就變成一種含氧很富的蘆葦煤。

假若煤在形成時，其中含有大部分藻類、水生植物及微生物(浮在海洋上的動植物)，就變成一種腐泥煤。

形成的腐泥物質，由於地質因素——上部岩層的壓力、地層向地心深處陷落時所生的高溫以及各種物理化學變化的影響而變成褐煤。大部碳化作用參與氧化過程較短時，就形成煙煤。

形成煤的條件，也能決定它的埋藏性狀。煤通常成層狀埋於地下。煤層厚度各不相同。在頓巴斯，煤層厚度約為1.0—1.5公尺。在庫茲涅茨煤田，它可達數十公尺。

岩石埋藏的這種形狀叫做層，它們的走向為平行狀，當厚度不大時，面積分佈很廣。煤層可分為水平層、緩斜層和陡斜層(圖1和圖2)。

礦物煤通常不是以單層埋於地殼中，而是成統狀，就是說，許多煤層彼此成平行狀，且彼此被無煤沉積的頁石層分開。



圖 1 水平層

煤成統狀埋於地下，是由於造山過程中，地殼部分陷落和隆起的互相交錯而發生的。

水平層或緩斜層上部的頁石層叫頂板，在煤層下部的——叫底板。

對陡斜層說，這些頁石層叫做上盤和下盤。



圖 2 緩斜層 (甲) 及陡斜層 (乙和丙)

煤的最主要的物理性質和化學性質

煤是一種複雜物質，這種物質的成分中包括很多尚未完全研究出來的化合物。

煤有兩種物質組成：有機化合物和無機化合物。

煤的有機物質的化學成份異常複雜，但它的元素成分，即是說，煤的有機物質中各個化學元素的含量，並不難用適當的分析法測出。

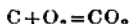
表 1 中列出的是某些燃料的元素成分。

燃料的元素成分

表 1

燃料名稱	碳 C	氫 H	氧 O	氮 N
木材.....	50	6.0	43.0	1.0
泥煤.....	59	6.0	33.0	2.0
褐煤.....	69	5.0	25.0	0.5
煙煤.....	82	5.0	12.5	0.5
無煙煤.....	95	3.0	2.0	痕跡

碳是煤的主要成分，從燃料觀點來看煤，它的品質的好壞，主要決定於碳分。與空氣充分接觸，使煤燃燒，它就按下面的反應變成碳酸氣 (CO_2)：



反應過程中，放出大量的熱。當空氣不充足時，不能完全燃燒，此時碳按反應方程式變成一氧化碳 (CO)：



煤的有機物質中的含碳量，依據它們的碳化(註) (Углеродизация) 程度而多寡不一，可由75—80到95—97%。

(註) 被碳飽和的程度叫做碳化。

煤中除含有有機物質外，還含有無機組成部分——各種水分，礦物雜質，硫質以及其他種種物質。所有這些雜質是燃料的廢物，它可降低燃料的發熱量和技術操作價值。

煤中礦物雜質的含量，可根據一定試料重量的煤於燃燒後所得的殘渣測出。這些殘渣叫做灰分。因為礦物雜質是一種廢物，所以必須把它們除去。

煤的礦物雜質組成部分與煤的可燃部分使之互相分離的工作，叫做選煤。選煤是用機械方法進行的，但用這種方法並不能將所有礦物雜質全部除去。

煤的礦物組成部分，有各種不同的根源，可把它們分成兩類——甲類和乙類。

在甲類中含有在採掘時由頂板和底板滲入煤中的矸石塊。這類雜質是煤的外來灰分。

在乙類中所含的礦物雜質是和煤的有機部分結合在一起的。這些礦物雜質是形成煤的組成部分，因而叫它為內在灰分。

用機械方法洗選，可以將甲類雜質分離。乙類中所含的雜質，是不可能用機械方法使它與煤分離的。

不論把煤當作燃料，或當作冶金原料，煤中的硫是有害無利的。硫在煤中成鐵化合物（黃鐵礦）、硫酸鹽硫及有機化合物的形態存在着。

煤中的無機硫，可隨礦物雜質同時分離除去。至於硫的有機部分怎樣除去，雖然蘇聯科學家們在解決這個問題上作了很多的努力，目前還未解決。毫無疑問，在不久的將來，這個課題一定會得到解決的。

按照物理組織，煤可分成各種不同的組成部分。

根據許多科學家多年來的工作規定：煙煤的各種組織主要可歸納為四類，即：鏡煤、暗煤、亮煤和天然木炭。

鏡煤（витрен）——有光輝，像樹脂狀的易碎體，經擊打而成為不規則形狀的顆粒，呈貝殼狀斷口。

暗煤（люрен）——不透明，純體時全無光輝，是煤中的最硬組成部分。

亮煤（жарен）——很少有一定組織。它實為暗煤和鏡煤的混合物。亮煤的性質係介於鏡煤與暗煤之間。

天然木炭（фюзен）的外觀酷像木炭。這是柔硬、易於破壞的物質，由碳化的殘體組成，通常成薄葉層夾於煤的其他組織之間。

暗煤所含的礦物雜質較鏡煤所含的多。亮煤所含的灰分居於暗煤與鏡煤之間。天然木炭的灰分含量最大。

表2中所列的數字，是頓巴斯一種瓦斯煤的各種組成部分的灰分、硫和揮發物質的近似數據。

瓦斯煤各種組成部分的性質

表 2

名 稱	含 量		%
	灰 分	硫	揮 發 物 質
天然木炭.....	23.57	21.40	17.34
暗煤.....	1.73	2.14	43.26
鏡煤.....	1.58	1.97	46.25
煤.....	6.40	0.60	38.20

所以煤的質量不全一樣，它是礦物雜質含量很不相同的各種組成的混合物，而且它們的物理性質也互不相同，顯然可製定一種洗選法，以便將這些組成部分互相分離。這樣一來，就能大大提高煤的價值。這種洗選法（岩石分類法）——將煤分成組成部分——在工業上還未得到解決，但對它說，想着，會有偉大的將來。

第二章 選煤廠

選煤在選煤廠內進行。

現代的選煤廠是用大量的機械裝備起來的。進行洗選的洗煤機，僅是選煤廠全部設備的一小部分。

圖 3 所表示的，是選煤廠選煤時的操作程序。

由圖可以看出，自礦井運來的原煤，先在帶有篩眼為 50 公厘的篩子上進行篩分。

選取這種粒度來分級，是根據東方選煤會議的決議。篩上品須進行揀矸工作，將看得見的矸石除去。

用人力揀出的大於 50 公厘的煤粒，在錘式破碎機內破碎到 50 公厘後，把它混入篩下品中。50—0 公厘的煤粒，在進行洗選前，把它篩分為兩級——50—12 公厘和 12—0 公厘。大塊煤粒進入大塊粒度洗煤機中，而把 12—0 公厘的煤進行除塵。

在一種特製的設備內（在氣體除塵機內和離心除塵機內），將 12—0 公厘煤粒中的煤塵（0.5—0 公厘）除去。粒度為 12—0.5 的煤，入小塊粒度洗煤機中進行洗選。

每一個洗煤機中，分出三種產品：精煤，中煤和洗渣。

大塊粒度（難洗煤）洗煤機所分出的中煤，在錘式或錘式破碎機內軋破後，把它混入小塊粒度洗煤機所分出的中煤中，然後再把它送入監督洗煤機進行洗選。

因為從洗煤機選出的精煤是用水帶出的，所以必須脫水。初步脫水是在脫水篩中進行；最後脫水是在脫水倉內或離心機內進行。

脫過水的精煤，可運往用戶。

假若精煤運作煉焦使用，那麼把它在籠型粉煤機或錘式破碎機內粉碎；假若它含的灰分不大，可將 0.5—0 公厘的煤塵加入破碎後的精煤中。

監督洗煤機分出的中煤，可作為鍋爐燃料。把洗煤機分出的洗渣，運往廢石場。

在工廠的脫水篩中由洗選產品所脫出的水，含有一些細小煤粒。這些細小煤粒是當煤在通過工廠的各種設備時形成的，它與沒有完全除去的煤塵混在一起而形成煤泥。

在將洗過的水再度運往洗選設備前，必須盡可能地把煤泥由水中完全除去。煤泥的處理程序示於圖 4。

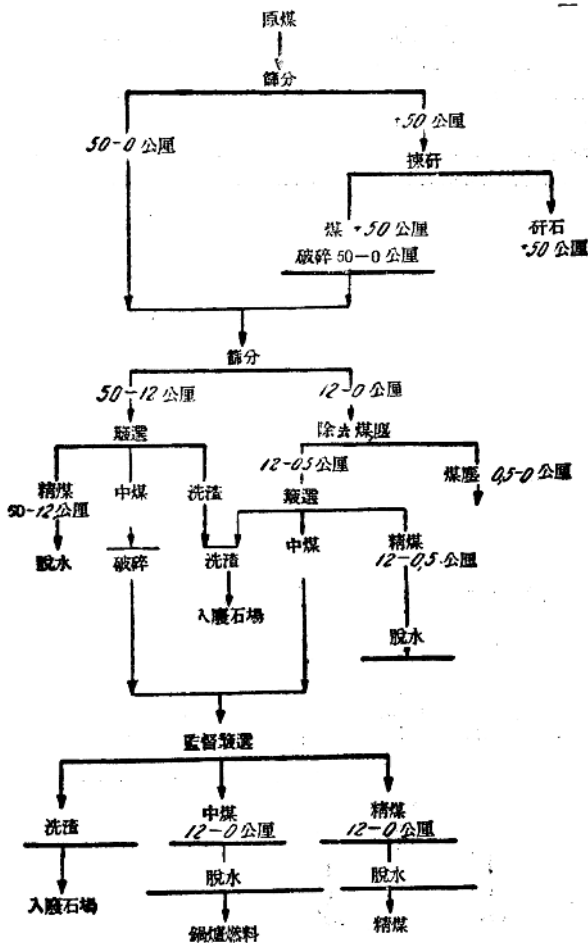


圖 3 選煤廠的品質程序

使循環水澄清，將沉積的煤泥進行洗選或把它當作動力燃料使用。把煤泥水從脫水篩的下面導入沉澱池或機械濃縮池。

由沉澱池分出的溢流水，可用泵把它注回洗煤機，循環使用。濃縮後的煤泥，首先經過作為輔助濃縮的濃縮漏斗而入煤泥篩。

煤泥篩中所分出的粗煤泥（粒徑為1—0.5公厘），假若含的灰分不高，可將它混入由洗煤機所分出的精煤中，並與精煤一同送入離心機中脫水。

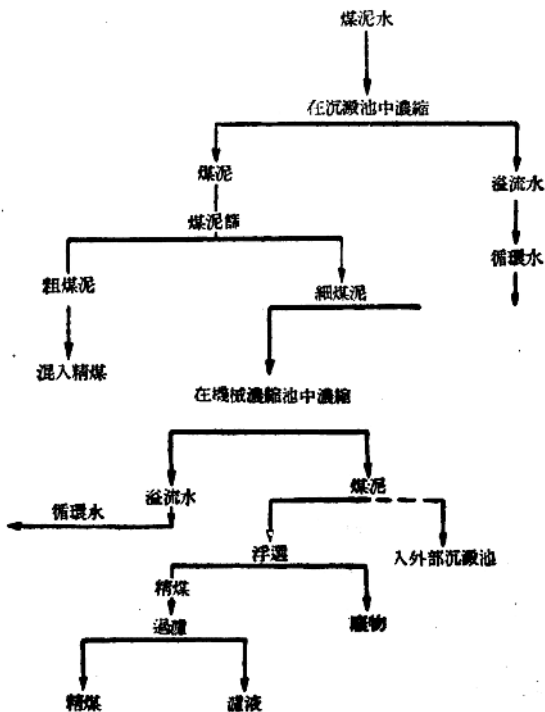


圖 4 煤泥的處理程序

把細煤泥（煤泥篩的篩下品）送入機械濃縮池中進行濃縮。將濃縮池所分出的溢流水打回洗煤機循環，而把濃縮過的煤泥導入浮選。

浮選所得的精煤，在真空過濾機或其他脫水篩中進行脫水後，與洗煤機所得的精煤混在一起。一部分煤泥篩篩下品，導入外部煤泥沉澱池。

由上面的程序可以看出，在選煤廠中，爲了完成上述的處理過程，應當裝置複雜的以及各式各樣的設備。

下面將敘述一些作爲輔助過程（破碎、篩分和脫水）的主要機械和設備。

選煤廠的破碎操作，是爲了得到一定粒度以便盡可能地將矸石和煤分離爲目的。

在破碎過程中，實際上不可能將大粒結塊完全分成煤與矸子，這只不過是一種或多或少的粗分罷了。

爲了藉破碎能夠盡可能地將煤的結塊變成純煤和矸石的混合物，就是說，把結塊分離開來，必須記着關於洗選的一條主要規則——“不作任何多餘的破碎”。

用輥式破碎機、錘式破碎機及籠型粉煤機，破碎篩洗大塊煤時所分出的中煤。

破碎中煤的錘式破碎機，示於圖 5。

破碎機是由外殼 1 及其中按有圓盤 3 的轉軸 2 所組成的。圓盤上鑲有圓孔，圓孔中鑲有連結鋼錘 5 的鐵心 4。

當軸轉動時，因受離心力的作用，鋼錘取輻射方向旋轉。

經過加煤器由上面所供給的煤，落入轉速很大的鋼錘上。因受鋼錘的作用，煤被擲於欄板 6 上，由於衝擊而被粉碎。

多次往復的衝擊，把煤粉碎到被棒篩 7 的篩孔所控制的一定粒度，棒篩 7 的篩孔決定了粉碎的粒度。

除破碎外，篩分在選煤廠中同樣具有重大的意義，這可由圖 3 的品質程序中很清楚地看出來。

按照粒度的大小將煤分離，叫做篩分。篩分時所用的篩子，均帶有一定尺寸的篩眼。

篩分可分爲預備階段——當將篩分後所得的原料送入洗選時——和輔助階段——當篩分是爲了將灰分含量小於或大於小塊等級的大塊煤（篩上品）分離時。

因此，將原煤篩分爲兩種等級——大於 50 公厘的粒度和小於 50 公厘的粒度——是輔助篩分；洗選前，將已破碎到 50 公厘的煤分爲兩級即 50—12 公厘和 12—0 公厘，是預備篩分。

洗選以後，將洗過的煤與水分離的過篩，同樣可屬於輔助篩分。

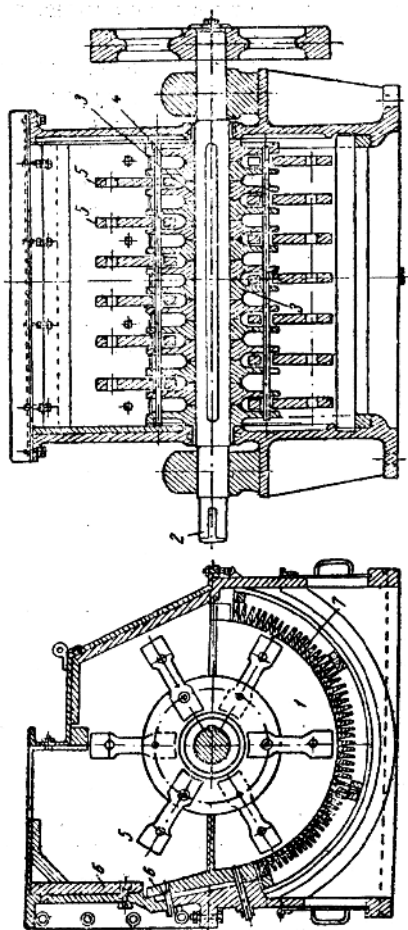


圖 5 破碎中煤和頁岩的鏈式破碎機

1—外殼；2—轉軸；3—頂蓋；4—鐵心；5—滾錘；6—襯板；7—棒部

煤篩的篩板是由鋼板作成的，而篩網則是由銅絲或黃銅絲作成的。

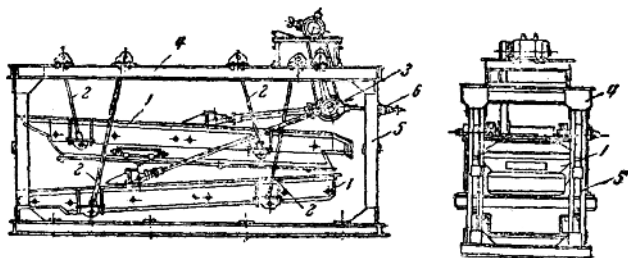


圖 6 BKT 式快速搖動篩

1—篩框；2—吊桿；3—軸；4—篩架；5—支柱；6—消振彈簧

讓我們來看一些選煤廠中最常用的篩子。

作為預備篩分，或將煤分成機器等級（即將煤分成符合於大塊粒度和小塊粒度洗煤機所要求的粒度等級一譯者）所用的平面搖動篩，有下列幾種：BKT 式快速搖動篩、PYP 式吊式萬能篩和 AP 式消振篩等等。

BKT 式快速搖動篩（圖 6），是由兩個上下對置的篩框 1 懸在吊桿 2 上組成的。每一個篩框受偏心軸 3 的作用而作往復運動。軸的軸頭置於球軸承內，而軸承的外壳則用吊桿 2 連於篩架 4 上。這些外壳用消振彈簧 6 連結於篩框的垂直支柱 5 上。

AP 式消振篩，是由兩個篩框串聯而成。這些篩的其他各部分，與 BKT 式篩沒有區別。

除平面搖動篩外，為了將煤分選成機器等級，有用轉筒篩者。

轉筒篩示於圖 7。

轉筒篩由衝孔的鋼板或由金屬絲網製成。

進入轉筒篩的煤，於轉筒旋轉時，因受摩擦作用而稍形上升。上升後，因受重力作用煤又下降。此時，有賴於轉筒的傾斜度，煤得漸次向前滑進。因為轉筒旋轉不已，所以煤能經過全部轉筒篩。

這種轉筒篩的特點，是構造簡單、易於按裝、動力消耗量不大。

轉筒篩的主要缺點是：不如在平面篩中所分出的等級完善，且分出的粒度很大；在篩分過程中易於將煤磨碎。

轉筒篩分為圓筒式和錐形式兩種。

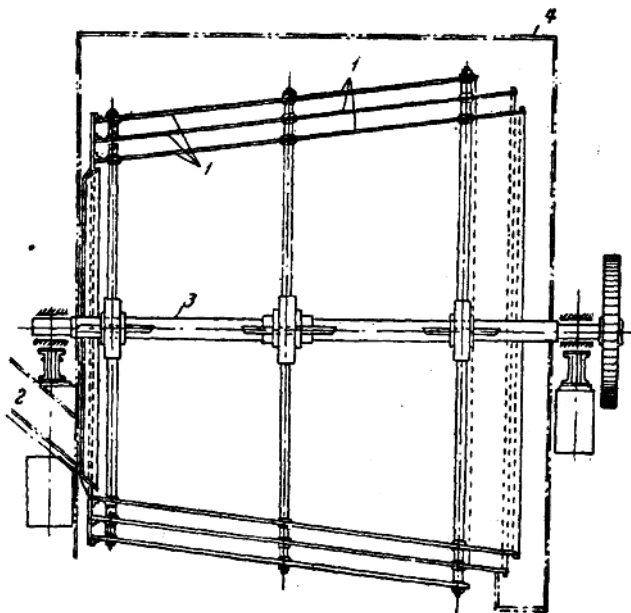


圖 7 轉筒篩

1—轉筒篩壁；2—裝煤槽；3—轉筒軸；4—外罩

錐形轉筒篩的錐度為 $3-5^{\circ}$ 。轉筒的轉速不大。當轉筒旋轉時，它所產生的離心力不應大於煤粒的重力；與此相反，煤粒將會貼於轉筒的壁上，而與轉筒一起旋轉，致使篩分失去作用。

爲了使煤脫水，用有迴轉振動篩及 BKT 式快速搖動篩。

輔助操作在選煤的過程中起着很大的作用。洗選前將煤除塵、濕選所得產品的脫水以及煤泥的處理，也屬於這種輔助操作。

爲了除去煤塵，可用百葉窗式除塵機和離心除塵機。百葉窗式除塵機示於圖 8。