

苏联中等专业学校教学用书

金属工艺学

下 册

B.A. 布塔洛夫 著

原重工业部工业教育司 译校

冶金工业出版社

苏联中等专业学校教学用书

金 属 工 艺 学

(下 册)

江苏工业学院图书馆
藏书章

B. A. 布塔洛夫 著
原重工业部工业教育司 译校

冶金工业出版社

本書系根据苏联国立黑色及有色冶金科技書籍出版社 (Металлургиздат) 出版的布塔洛夫 (В. А. Буталов) 所著《金屬工艺学》 (Технология металлов) 1952 年版譯出, 並根据 1953 年再版校訂。原書經苏联黑色冶金部教育司審定为冶金中等技术学校教科書。

本書分上下两冊出版。上冊內容包括金屬的冶炼和金相学基础; 下冊內容包括鑄工、金屬的焊接和切割、金屬压力加工和金屬切削加工。

В. А. Буталов: ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛОВ

Металлургиздат (Москва-1952)

金屬工艺学 (下册) 原重工业部工业教育司 譯校

1955 年 1 月第二版 1959 年 9 月第六次印刷 1,305 册 (累計 51,360 册)

$850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32} \cdot 193,000 \text{ 字} \cdot \text{印张} 7\frac{4}{32} \cdot \text{定价 } 0.82 \text{ 元}$

冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行 書号 0194

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 093 号

下 冊 目 錄

第三章 鑄工

§ 1 鑄工的意義和發展	219
§ 2 鑄型的製造	220
一次使用的和永久使用的鑄型	220
製型的材料	223
製型材料的試驗	224
型砂	225
型砂的準備	226
§ 3 製型操作法	229
手工製型	229
製地鑄型	231
刮板製型	232
型心的製造	233
鑄型的其他部分	235
半永久性鑄型和永久性鑄型	239
機器製型	240
§ 4 生鐵的鑄造	241
原 料	241
高質量生鐵的獲得	242
熔鐵爐的構造及其工作情形	242
獲得鑄鐵鑄件的爐料計算	250
銅的鑄造	252
有色金屬的鑄造	253
§ 5 特種鑄造方法	256
金屬鑄型澆鑄	256
離心澆鑄	259
壓力鑄造	261
鑄件的清理和檢驗	262
§ 6 鑄件的毛病及其預防方法	263
鑄孔	263
化學燒增和混和燒增	271
熱裂和冷裂	272
鑄件的其他毛病	273
防止鑄造車間的廢品	274

§ 7 設計模型的規則	276
§ 8 製型場地和澆鑄場地的規定	276
複習提綱	277

第四章 金屬的焊接和切割

§ 1 金屬的焊接及其意義	278
§ 2 焊接過程的本質和形式的分類	279
§ 3 電弧焊	281
電弧焊用的電焊機和裝備	282
焊條和焊藥	284
焊接的操作	285
自動電弧焊接	287
在保護氣層中的電弧焊接	289
安全技術	289
§ 4 電弧切割金屬	290
§ 5 氣 焊	291
過程的本質和應用的範圍	291
焊接用的氣體和液體燃料	291
氣焊和氣割的用具	292
焊接操作法	298
焊接鑄鐵和有色金屬的特徵	299
加壓氣焊	300
接觸焊接	301
焊接接頭的檢查	303
§ 6 金屬的氣割	304
過程的本質	304
氣割的裝備	306
氣割的操作	310
§ 7 金屬的噴焰加工	311
§ 8 斯達哈諾夫工作法	312
複習提綱	315

第五章 金屬壓力加工

§ 1 概 論	316
金屬壓力加工的各種形式	316
化學成分對黑色及有色金屬壓力加工的影響	317
§ 2 軋機和輔助設備	318
軋機的分類	318
輔助設備	320
軋機的主要部分	320

§ 3 縱向軋製、橫向軋製和旋進軋製的基本特性	323
普通軋製過程	323
軋輥的孔型設計和對軋輥形狀的要求	327
軋製技術操作過程的特性	329
管材的軋製	333
特種鋼的軋製特性	335
§ 4 拉延和拉延工具	336
拉延的技術操作	336
拉延過程中金屬的熱處理	340
§ 5 鍛造和熱衝壓	341
自由鍛造	341
自由鍛造的主要鍛工操作	346
熱衝壓	347
§ 6 金屬冷壓加工	348
冷衝壓	348
冷衝壓機器	351
§ 7 由有色金屬及合金壓製管材和棒材	353
壓製過程	353
製造管材和棒材的壓力機的特性	355
§ 8 軋製、鍛造、衝壓和拉延等的產品類型	358
§ 9 壓力加工產品的缺陷	358
非正常加熱時發生的缺陷	358
軋製、鍛造和衝壓時發生的缺陷	360
冷卻時發生的缺陷	362
§ 10 金屬熱壓加工車間的作業組織	363
複習提綱	364

第六章 金屬切削加工

§ 1 切削概論	366
§ 2 金屬切削過程	368
車刀的幾何形狀	368
切屑形成過程	369
切削過程	371
切削壓力	372
影響切削壓力的因素	374
刀具壽命	374
切削速度	375
§ 3 金屬切削機床	376
金屬切削機床的通性	377
切削傳動機構	377

附有背輪的塔輪和變速齒輪箱	378
走刀機構	379
§ 4 車 床	380
普通車床	380
六角車床和多刀車床	388
自動車床和半自動車床	389
平面車床、立式車床和軋輥車床	390
斯達哈諾夫車床工作法	394
§ 5 鑽 床	396
鑽床工作	396
鑽床的種類	398
工具及附件	400
§ 6 銑 床	402
銑床工作	402
銑床的種類	402
附件及工具	406
斯達哈諾夫銑床工作法	410
§ 7 鉋床和插床	412
鉋床工作	412
插床工作	416
鉋床和插床的切削速度及其切削壓力	417
鉋削功率	418
刀 具	419
§ 8 磨 床	420
磨床的種類	420
磨 料	425
磨削過程	427
修整磨輪用金剛石的代用品	428
§ 9 用軟工具加工硬金屬	428
陽極機械切削	428
電火花加工法	429
§ 10 在金屬切削機床上工作的技術保安	431
§ 11 鉗 工	433
鉗工的種類	433
孔的鉗工加工	436
複習提綱	439
參考文獻	440

第三章 鑄工

§1 鑄工的意義和發展

用鑄造方法製作機器零件和其他製件叫做鑄工，利用這種方法所得的製件就叫做鑄件。

鑄工是用把溶化了的金屬澆注在鑄型裡使之凝固的方法製造各種不同的金屬產品。它是機器製造業裡最重要的生產之一。在機器製造業裡，鑄件的製造佔所有各種操作過程的60—80%。用鑄造製作機件的方法和鍛造、衝壓相比比較便宜。用鑄造的方法可以製作出形狀很複雜的機件來，尤其是內空鑄件，它是不可能用鍛造、衝壓或用他種機械加工的方法從軋製或壓製材料中製造出來的。鑄件的重量沒有限制，能從幾克到數百噸。

人類在古時就知道了鑄造方法。在1194年的年鑑中就已經提到了俄國的鑄造工人。在依萬三世時俄國的砲（鑄造的青銅砲）在世界上被認為是最強大的；俄國技師鑄出的鐘也公認是最好的。

十九世紀俄國冶金學家 П. П. 阿諾索夫，А. С. 拉甫洛夫，Н. В. 卡拉庫茨基，А. К. 契爾諾夫的工作不但在蘇聯，而且在世界上奠定了鑄造科學的發展基礎。他們揭露了金屬結晶的過程、收縮孔的形成、鑄件內應力的產生及偏析現象等等問題的實質。

以後著名的俄國冶金學家 А. А. 巴依闊夫、М. А. 巴甫洛夫、В. Е. 格魯木—格爾日曼羅、В. Н. 黎平、Н. И. 別利亞耶夫、М. Г. 耶萬古洛夫、В. И. 克那別、В. С. 加夫里連科的工作對金屬鑄造科學的發展起了極大的影響。

在偉大的十月社會主義革命以後，金屬工藝特別是鑄工隨着國家的工業化已達極盛時期。

在戰後的斯大林五年計劃時期裡，發展機器製造業和造船業、鐵路運輸業和汽車運輸業、以及其他國民經濟部門的巨大高漲，更要求鑄件生產量的提高。早在五年計劃的第二個年度裡，蘇聯的鑄件生產量已在歐洲佔第一位了。

蘇聯的科學工作者和生產革新者在鑄造技術的發展事業上所起的作用是巨大的。

§ 2 鑄型的製造

一次使用的和永久使用的鑄型

如果鑄型是用型砂製成的，每次澆鑄後即行損壞，這種鑄型就叫做一次使用的鑄型。

金屬鑄型（或稱永久使用的鑄型）是由鑄鐵或鋼製成的，能承受多次澆鑄。它不僅能夠用來澆鑄有色金屬，還能澆鑄鐵和銅。

模型 製造一次使用的鑄型時要用模型。在大量生產中模型是由金屬製成的，因為多次的使用要求模型特別堅固。金屬模型可以保證鑄型的尺寸更為精確，也不經常需要修理，並且不像木製模型那樣容易變形。金屬模型是用鑄鐵、銅合金或重量較輕的金屬如鋁及其合金製成的。為了減輕重量和節省金屬消耗量，模型通常是製成空心的，但帶有堅固的肋骨。

金屬在鑄型裏凝固時要收縮，因此模型的尺寸要比工作圖上鑄件的尺寸大一個澆鑄金屬的收縮量。在製作模型時所使用的尺不是普通的尺，而是特殊的“收縮尺”，它比普通尺大一個收縮量，也就是大1%，1.5%，2%，這三種“收縮尺”足以用來製作所用各種合金的模型。

為了使模型容易從鑄型裡取出，金屬鑄型應有1/200的拔模斜度，木製模型有1/100的拔模斜度。需要切削加工的鑄件，其模型應作出加工裕量。鐵、鋼、青銅、鋁等鑄件的機械加工裕量可預先按圖表找出。

澆鑄鑄鐵用的木模型塗以紅色，澆鑄銅合金用的木模型塗以黃色，澆鑄鋼的木模型塗以藍色。模型端部的凸出部分叫做“型心符號”塗以黑色。型心符號是說明在鑄件上有空洞。這些空洞在鑄件裏是用型心造成的。模型上的型心符號是爲了在鑄型壁上得出凹處，作爲放入的型心的支點。

模型上塗以顏料和油漆是爲了防止它與潮濕的型砂接觸時吸收水分，並且防止模型變形和改變尺寸。模型表面塗了顏料以後比較光滑，不致使型砂粘附其上。

爲了防止木製模型的變形，模型不用一塊木材製作，而用很多塊木材十字交叉地製成。每兩塊相隣木材的紋理應當互成直角。製作木模用的木材應當很乾燥，也就是所含的水分不應超過10%。

模型有時用石膏，水泥或蠟製成。

在設計模型時應使鑄造工人能自由地將模型從型砂中取出，而不致損壞鑄型。爲了促使達到這一目的，模型具有拔模斜度，並製成可分開的幾部分。

爲了提高生產率，精簡製造鑄型的過程以及提高鑄件的精確度，使用模型板。模型板是一塊固定着一個或若干個帶有澆注系統的模型的金屬板（圖99）

模型板作成單面的和雙面的。在單面模型板上只有模型的一半，另一半固定在另外一塊板上。在雙面模型板上，模型的一半固定在模型板的一面，而另一半固定在模型板的另一面。

應用模型板在大批生產小型鑄件時尤其感到方便，因爲這樣可以節省放置模型及開澆注孔道（金屬液從這裡流進鑄型）的時間。所有安裝在一個模型板上的模型可以隨着模型板的升起，同時從型砂中起出。

砂箱 充填型砂用的特殊箱子（沒有底和蓋）叫做砂箱。

砂箱有鑄鐵的、鋼的、輕金屬的及木製的。鑄鐵砂箱非常沉重，使用不注意時容易損壞。焊接的鋼砂箱不易損壞，而且比鑄鐵砂箱輕。

鑄型可以在兩個或若干個彼此用銷子連接在一起的砂箱中製作。

鋁製砂箱非常輕便。它有時製成帶有合葉的分解式的。這些砂箱僅僅用來製出鑄型，而不參加澆注和起鑄件的過程，因此使用的期限較長。圖 100 即鋁製分解式砂箱。

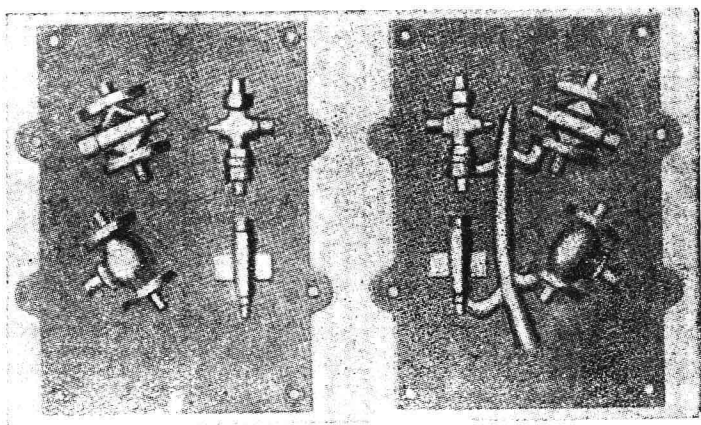


圖 99 雙面模型板

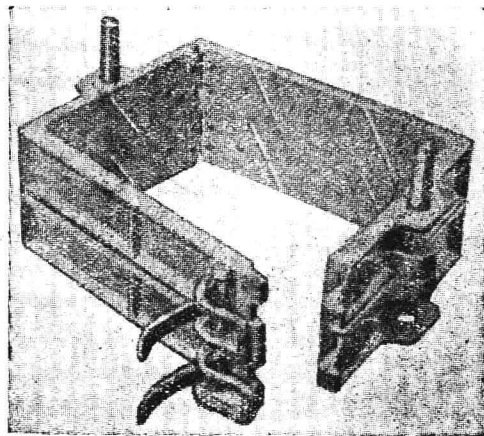


圖 100 鋁製分解式砂箱

製型工具 裝箱和起模所用的工具包括鐵鍬，砂篩，手動及風動春錘（春實砂箱中的型砂之用）。修整鑄型用的工具有平鋤、圓鋤、角鋤、壓杓、提鉤等。從鑄型中起出模型所使用的工具叫做拔模釘，其尾端或呈針狀或有螺紋。爲了增強鑄型的通氣性，在起模型以前用很長的通孔針在型砂中

扎氣孔。

模型周圍的鑄型彎角和四壁須用水蘸濕，使它有較高的強度，為此使用麻製的濕帚。爲了拂掃模型和鑄型的外部，使用鬃刷和馬尾刷。

分部製型時的模型分解部分和準備好的鑄型在合成前要用裝在鬆織布口袋中的石墨粉、石松子粉或木炭粉來撒上。

製型的材料

製型的材料主要應具有耐火性，通氣性，強度和塑性。

耐火性 製型材料與熔化的金屬接觸時不致熔化和結塊的性能，叫做它的耐火性。最容易找到而又便宜的製型材料是矽砂(SiO_2) 其耐火性足以澆鑄最難熔解的金屬和合金。矽砂中最有害的雜質是鹼，它作用於 SiO_2 時，如熔劑一樣與之化合成易熔的化合物（矽酸鹽），能燒結在鑄件內使鑄件不易清理。當澆鑄生鐵和青銅時，矽砂中有害的雜質不得超過 5—7%，而在鑄鋼時不得超過 1.5—2%。

通氣性 製型材料的通氣性能叫做它的通氣性。當型砂的通氣性不良時，在鑄件中可能形成鑄孔（通常爲球形）以致造成廢品。在對鑄件作進一步的機械加工以除去金屬的表面後，鑄孔才顯露出來。型砂顆粒間的多孔性，砂粒的形狀和大小，砂粒的均勻性以及其中粘土、水分的含量等均與型砂的通氣性有關。

圓型顆粒的型砂，其通氣性比尖形顆粒的要好。細小的砂粒夾雜在較大砂粒的中間同樣也降低型砂的通氣性，因爲這會降低多孔性，並形成細小曲折的通氣道阻礙氣體逸出。顆粒很細的粘土會把通氣孔堵住。多餘的水分也會堵塞通氣孔，並且在與澆鑄到鑄型中的熱金屬接觸時，它要蒸發成氣體，增加應從鑄型四壁逸出的氣體數量。

強度 製型材料在外力、（電動，金屬液的衝擊，在鑄型中澆入的金屬的靜壓力，澆鑄時的金屬和由鑄型內逸出氣體的壓力，金屬收縮時的壓力等等）作用下能保持其原有形狀的性能叫

做它的強度。

型砂的強度在一定限度內隨着濕度的增加而上昇。超過一定限度再繼續增加濕度，強度就要下降。當型砂混有粘土時（這種砂稱為“肥砂”）型砂的強度就會增加。肥砂所需的水分要比粘土含量少的型砂（“瘦砂”）多。型砂的顆粒愈細，形狀愈尖，它的強度就愈高。細密地長久攪拌型砂和粘土，可在砂粒之間得到一層很薄的黏合用的粘土。

塑性 型砂能易於做成模型的形狀並精確保持這個形狀的性能叫做它的塑性。塑性對於製造藝術的或複雜的鑄件尤其重要，因為在澆注金屬到鑄型中去時，須要複製出模型的極細小部分並保持其形跡。砂粒愈細小，四周圍繞的粘土層愈均勻，那末它把模型表面的細小部分充滿得愈好，把形狀保持得愈好。水分過多時，黏合用的粘土要變稀，強度就要顯著下降。

製型材料的試驗

製作重要的鑄型前，必須檢查型砂的質量。有經驗的製型工人常憑眼睛來斷定它是否能用，但並不一定成功。型砂的性能必須在備有適當儀器的專門實驗室裡加以確定。

(1) **通氣性** 用以下的方法檢查。使一定體積 V （厘米³）的空氣通過由要試驗的型砂所做的標準樣品，測出在壓力 P （厘米水柱高）下的通過時間 t （分）。

型砂的通氣性可按下一公式求出：

$$K = \frac{Vh}{ftP}.$$

採用 $V=2,000$ 厘米³，標準樣品的高度 $h=5.08$ 厘米，截面積 $f=20,24$ 厘米²，可精確的得出：

$$K = \frac{501.7}{tP}.$$

(2) **型砂的壓力強度** 可用以下方法求出。用要試驗的型砂做成高 5.08 厘米、直徑 5.08 厘米的圓柱體，使它在逐漸增大的載

荷下承受壓力，至樣柱破碎為止。樣柱破碎時的載荷被樣柱的截面積（20.24 厘米²）去除；就得出壓力強度。這個試驗所使用的樣柱與預先試驗通氣性時所使用的相同。

測出樣柱開始變形（變成鼓形）時的載荷，就可求得這樣的單位載荷，在此載荷下澆入鑄型的金屬重量就將使鑄型變形並使鑄件的尺寸不正確。

（3）型砂濕度的測定方法如下：在特殊的乾燥器中將稱好重量的一份型砂乾燥到一定的重量。這個方法很準確，但試驗的時間很長。在這段時間內車間裡的被試驗型砂可能改變濕度（失掉一部分水分）。因此近代利用特殊的儀器以快速（只需4—5分鐘）的方法來測定濕度，準確度達0.5%。把稱好重量的一份型砂盛在帶有網底的杯子裡，通以由電阻加熱到200°的乾燥空氣。水分很快就蒸發了，然後按重量之差確定型砂的濕度。

（4）含粘土的物質的含量用沉澱分取法求出。將50克很好乾燥過的試樣與水及苛性碱的熔液（475厘米³的水和25厘米³1%氫氧化鈉）相混合。容器用特殊的塞子蓋緊，搖動一小時後，使器內物沉澱。砂粒落在容器的底部，而含粘土的物質仍呈濁狀。將混濁的液體傾出，將淨水注入盛剩砂的容器中，繼續搖動再使它沉澱。這樣反覆多次直至沉砂上的水透明，也就是全部含粘土的物質都已除去為止。使洗淨的砂乾燥後加以稱量。按沉澱分取前後的重量差求出含粘土的物質的含量。

（5）砂的粒度按以下方法求得。在15分的時間內將沉澱分取後的乾燥砂50克篩過一套標準篩，然後求出每一篩裡的砂粒重量（以百分率計）。

型 砂

鑄件可以在濕砂型或在乾砂型中製成。濕砂型和乾砂型所用的型砂的成分不同。

濕砂型的型砂的塑性主要是靠濕度來保證。這時型砂中的粘土不應超過6%（通常是3—5%），因為它會減低型砂的通氣性。

濕砂型的強度可用舂得比較結實的方法增加。

乾砂型是由特殊的型砂製成的。用 $300-400^{\circ}$ 的溫度乾燥後鑄型可得到高的強度和通氣性。做乾砂型所用的型砂含有6—8%含粘土的物質。

在乾砂型中澆注金屬時逸出的氣體較少，因為這時沒有水蒸氣。很多重要的鑄件和大型藝術鑄件（如紀念碑、偉人像等）也由乾砂型製成。

製作鑄型用的矽砂成分是二氧化矽 SiO_2 （97%以上）和少量的 Al_2O_3 及 Fe_2O_3 。由於含有微量的 Fe_2O_3 ，這種砂的顏色幾乎是白的。它的耐火溫度非常高（能達 $1,700^{\circ}$ ），主要用來鑄鋼和做型心。我們所遇到的天然矽砂，它的顆粒大小不一。所謂“馬爾沙里特”（Маршалит）就是由最細的石英顆粒所構成的一種岩石。

矽砂是一種山砂，砂粒具有尖角，其所處的位置離地層表面愈深含粘土的物質的含量就愈少。

河砂可從河底得到或從舊的河床的沉澱物（已變成沖積層）中得到。河砂的砂粒總是圓形的。

河砂的顆粒不均勻，且含有大量的細小物和雜質。湖砂的顆粒比較均勻，所含雜質（石灰，氧化鎂）也較少。因氧化鐵而帶紅色的型砂有各種不同的粘土含量。型砂中的 CaCO_3 降低通氣性，因為製型材料要被分解 CaCO_3 時所產生的 CO_2 所充滿。當 CaCO_3 的含量很多時，型砂即無法使用；因為型砂與熔化的金屬接觸時分解出的 CO_2 會使型砂分裂。肥砂的耐火性（到 $1,200^{\circ}$ ）要比瘦砂弱（到 $1,300-1,500^{\circ}$ ）。

在自然界中所遇到的能夠滿足各種製型要求的砂子很少，因此型砂要用各種肥砂和瘦砂配合而成。砂砂和粘土的混合物按質量比普通砂要好，因為砂粒構造比較均勻且所含有害雜質較少。

型砂的準備

在現代化的鑄造車間裡，型砂製造方法的機械化對於大量鑄

造而言充分保證了全部準備過程的迅速完成。材料由配料工段到製型工段的運輸以及已製成的鑄型的運輸也都是機械化的。

型砂的烘乾在各部溫度均勻（約為 $100-110^{\circ}$ ）的爐中進行。溫度過高會使型砂中含粘土的物質失掉粘結性。

輥碎型砂團和混合製型材料時可用各種不同構造的滾磨機，圖101所示即為其中之一。在鑄鐵盤底上滾着兩個安在水平軸上的鑄鐵輪，利用鑄鐵輪的重量

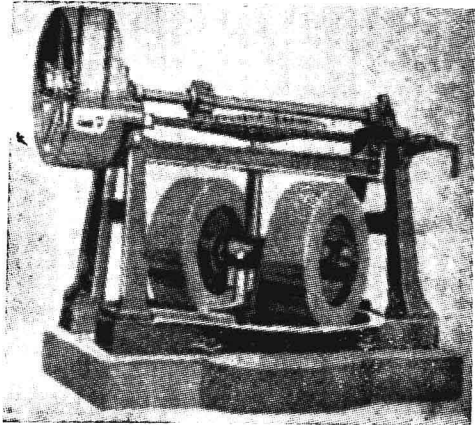


圖 101 上傳動的滾磨機

可將裝在盤內的型砂團輥碎。在每個輪子的後面跟有一塊刮板，使散在四周的型砂重新聚在輪子下部。還用這些刮板將輥碎的型砂經過盤壁上的出口刮出盤外。在輥砂時出口用擋板擋着。

為了分出較大的砂粒，型砂要用砂篩篩過。為了合併輥磨新用的製型材料和過篩的過程，使用附有多層砂篩的滾磨機（圖102）。材料由槽1進到安在水平軸3上的多層砂篩2裡，水平軸3由主軸4經過齒輪5、6的帶動而迴轉。細小的材料通過砂篩落下，不再落到滾磨機去磨成細末，此時滾磨機的生產率提高，而輥磨一定量所需砂子的能量消耗減低。當砂篩旋轉時，較大的砂團和砂粒被固定在砂篩內圓周上的彎曲的角鐵翅傳送到上部落至槽7裡，從這裡再落到滾磨機的鐵盤8上。在這裡用鐵輪9和10將它輥碎。為了減低鐵輪和盤底的磨損，它們用堅固耐磨的冷硬鑄鐵或鋼製成。

在垂直軸11的上端裝有一橫臂12。通過橫臂貫穿兩個曲軸13和14，在曲軸上安裝着鐵輪9和10，在這種裝置下，當輪下有金屬塊或石塊時輪子可自由上下活動，不致損壞與立軸11的連接。

輪 9 的位置接近中心，而輪 10 離中心較遠。因此可使鐵輪碾磨材料的面積更寬廣些。立軸 11 是由主軸 4 與圓錐齒輪 15 和 16 的傳動而旋轉的。刮板 17 和 18 沿着鐵盤的圓周運動，將碾磨的材料由四處收集到中間，然後將已碾好的材料經過槽 19 送到砂篩 2 中。滾磨機和砂篩都用鐵罩覆蓋以防止灰塵飛揚。

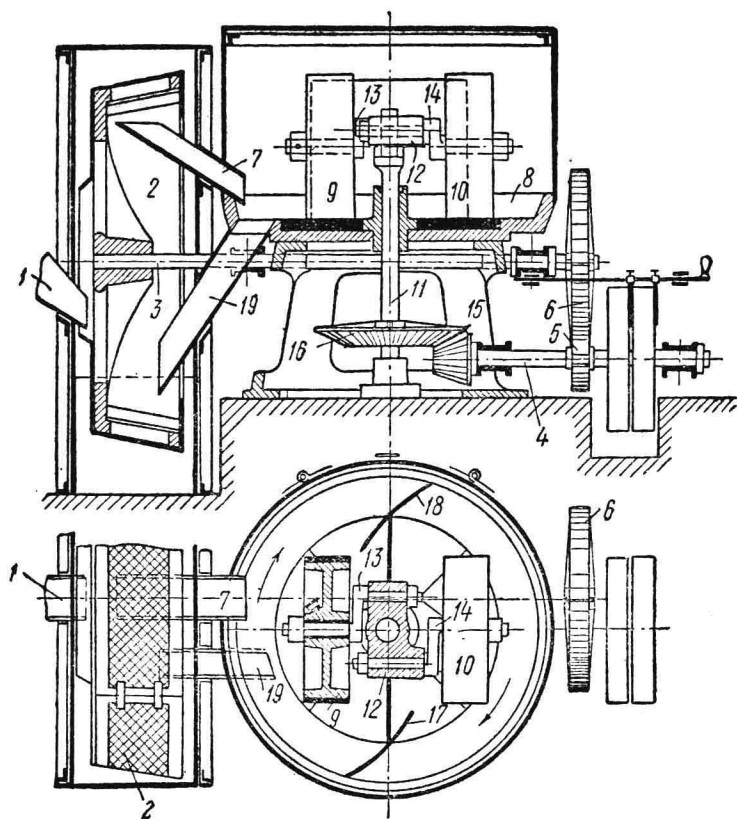


圖 102 附有多層砂篩的滾磨機

型砂在滾磨機下加工後即被壓實，且濕度不均，須在鬆砂機內得出需要的鬆散性和均勻的濕度。圖 103 所示為最常用的鬆砂機之一，它有兩個帶許多橫梁的圓盤，圓盤安裝在帶孔的鐵罩中