

选 机 械

252-7

297-2

# 选 煤 机 械

苏联 M.B. 齐彼罗維奇著

于 尔 鉄譯

煤炭工业出版社

## 內 容 提 要

本書是从“选煤厂设备”一書摘譯的，略去了原書中除尘、煤泥回收、浓缩设备和辅助设备等部分，因为这些部分已出版有專門的書籍。选譯了与我国选煤厂设备大致相同的破碎机、筛分机、选煤机和脱水设备四章。这样更適合我国目前的需要。

本書按照选煤工艺作业的順序叙述。首先討論了破碎设备——破碎机和筛分机，然后是选煤机械——分选机、跳汰机、溜洗槽、风力选煤机、浮选厂设备以及选后产品脱水设备等。也說明了某些机械和装置的生产量和传动功率的計算方法；对每种类型的机械列举了技术規格及运行的基本知識。主要介紹苏联常用的机械，也簡單介紹了其他国家选煤厂所使用的某些设备的构造和規格。

本書可供选煤厂的机械工程技术人員及选煤科学研究工作者閱讀，也可供大专院校的选煤和选矿专业师生参考。

М.В.Цаперович

ОБОРУДОВАНИЕ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Металлург Свердловск 1958

根据苏联国立黑色有色金屬科技書籍出版社1958年版譯

1332

选 煤 机 械

于 尔 鉄譯

\*

煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业营业許可証出字第081号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

\*

开本  $850 \times 1168$  毫米  $\frac{1}{32}$  印张  $9 \frac{7}{8}$  字数168,000

1950年1月北京第1版 1960年1月北京第1次印刷

統一書号：15085·995 印数：0,001—3,000册 定价：1.50元

# 目 录

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 緒、論             | 3   |
| 第一章 破碎机         | 6   |
| 1. 破碎概述         | 6   |
| 2. 破碎机的分类       | 7   |
| 3. 圓錐破碎机        | 8   |
| 4. 輥式破碎机        | 11  |
| 5. 滾筒破碎机        | 17  |
| 6. 錘碎机          | 20  |
| 7. 鼠籠破碎机        | 32  |
| 第二章 篩分机         | 37  |
| 1. 篩分概述         | 37  |
| 2. 篩板与篩网        | 38  |
| 3. 篩分机的有效工作系数   | 42  |
| 4. 篩分机的分类       | 43  |
| 5. 平面搖动篩        | 45  |
| 6. 振動篩          | 78  |
| 7. 平面篩生产量的計算    | 93  |
| 8. 滾筒篩          | 99  |
| 9. 滾軸篩          | 101 |
| 10. 电 热 篩       | 103 |
| 第三章 选煤机械        | 106 |
| 1. 选煤机械的概述      | 106 |
| 2. 用矿物悬浮液选煤的分选机 | 106 |
| 3. 水介質跳汰机       | 132 |
| 4. 洗煤用溜洗槽       | 202 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 5. 风力分选机 .....      | 213 |
| 6. 浮选设备 .....       | 229 |
| 第四章 选后产品的脱水设备 ..... | 251 |
| 1. 概說 .....         | 251 |
| 2. 脱水筛 .....        | 252 |
| 3. 脱水仓 .....        | 256 |
| 4. 离心机 .....        | 258 |
| 5. 真空过滤机 .....      | 285 |
| 6. 干燥设备 .....       | 296 |

## 緒 論

选煤是由几种加工作业组成的过程，煤经过这个过程的加工之后，提高最终产品中可燃物的含量，相应地降低矿物杂质含量并排掉杂质。经过选后的产品叫做精煤。

在选煤厂中，煤的加工作业可分为工艺作业和辅助作业两类。凡能从可燃物含量较低的物料中分离出可燃物含量较高的物料的作业，都属于工艺作业。为了实现这个目的，须按预先研究确定的适当大小，用破碎方法将原煤颗粒打碎，然后用筛分、分级和精选的方法将煤粒同杂质分开。脱水和煤泥回收、除尘和集尘等，也应当算做工艺作业。

辅助作业包括：给料、卸料以及包括水力运输和风力运输在内的各种形式的厂内运输。

加工煤的工艺作业的顺序称为选煤流程。选煤流程分为质的和量的两类；可用图来表现它们。选煤的质量流程表明原料煤和各项作业中所有各产物的质量特征。选煤数量流程表明各项作业中所有各产物的数量。

如果在选煤流程图中用假设的符号表示工艺流程和技术设备，那么这种图就称做设备联系图。为了获得低灰分精煤，要视原料煤质量之不同，分别选用较复杂的或较简单的选煤流程。随着对于炼焦煤质量要求的提高，必须提高其精选深度，因而就须采用极为复杂的加工流程。

我们来研究一下精选中等难选炼焦煤的选煤厂的质量流程（图1）。在这个流程中，原煤在筛孔为50~100毫米的筛子上预先筛分。筛孔尺寸视选煤厂所采用的分级宽度而定，而分级

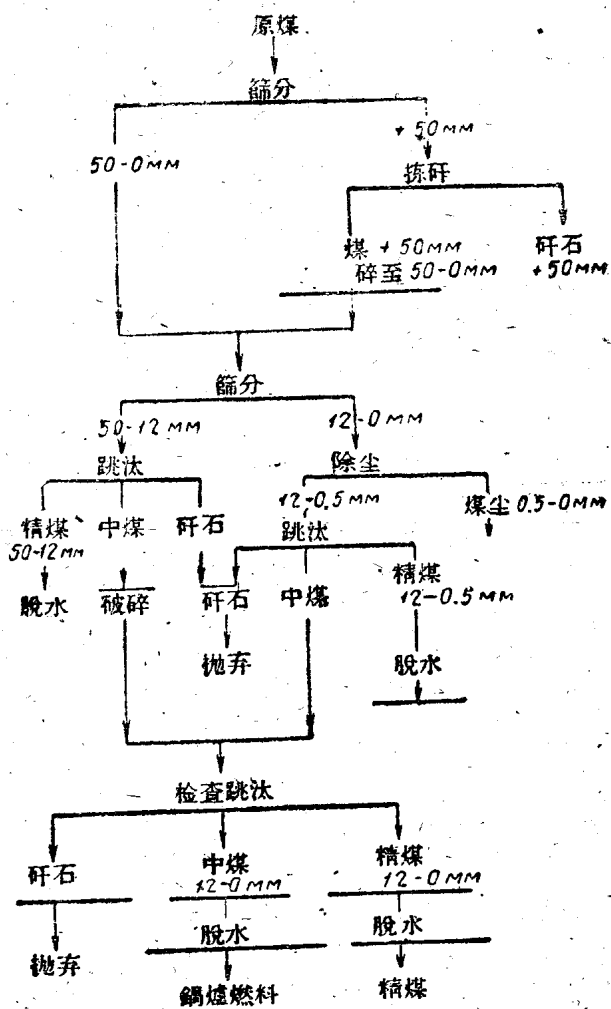


图1 精選煉焦煤的質量流程图

寬度取決於對所處理的煤的研究結果。通常是用齒輥破碎機或圓錐破碎機將篩上物破碎到小於50毫米，然後與篩下物摻合到一起。將完全破碎到-50毫米的原煤，送入配煤工段相當的煤倉中。

在配煤工段，通過配煤裝置將各礦井的煤炭送到集煤運輸機上，由此將配好的混合煤送入選煤的主廠房。在選煤廠的主廠房中，選分前將煤炭分級，就是用特設的篩分機分成各種級別。一般經過篩分後得到兩級煤：50~12毫米及12~0毫米二級。由12~0毫米級煤中脫掉0.5~0毫米煤塵，這是用百葉窗式或離心式除塵機作干法除塵，或是用脫泥篩作濕法脫泥。按煤塵灰分的高低以及選後煤總的灰分平衡關係，可將0.5~0毫米煤塵直接摻入選後產品中，或是經過選分後摻入。

通常選煤機生產三種產物：精煤、中煤及矸石。矸石送入捨矸場。中煤經再選後，作為鍋爐燃料使用。而各種粒度的精煤則摻合一起，經最終破碎後送去煉焦。

在選煤廠中，生產過程的所有主要作業，都是借助於所謂的工藝設備來完成。屬於這類的設備有：破碎機、篩分機、精選機械、除塵和集塵機械與裝置以及脫水和濃縮用機械。除了主要工藝設備之外，還要使用各種輔助設備，如：皮帶運輸機、金屬運輸機、提升機、給料機、泵、扇風機、壓風機、真空泵及其它等等。借助於輔助設備將第一類機械聯繫起來，這樣就實現了全部過程的綜合機械化。

蘇聯學者里亞申柯(В.П. Лященко)、列文松(Л.Б. Левенсон)、奧爾廷(М.Ф. Ортин)、維爾霍夫斯基(И.М. Верховский)等教授在選煤設備的設計方面曾做了許多工作，他們提出了精選機械、篩分機和破碎機的理論。國立煤礦機械製造實驗設計院、國立焦化工廠設計院及全蘇選煤科學研究所列寧格勒分所

等設計机构，完成了大量的选煤机械設計工作。

## 第一章 破 碎 机

### 1. 破碎概述

煤块是含有大量可燃物和頁岩的炭質粒状混合物。因此选煤的第一道工序就是将煤块破开，也就是用破碎方法将炭質顆粒同頁岩顆粒分离开。这样看来，破碎是用机械方法克服粒子間的內聚力，而将固体物破开并形成新表面的过程。經過破碎后希望得到这样的煤炭和頁岩的顆粒混合物，即是其中的每个顆粒不是純淨的煤就是純淨的矸石。然而如此完全的分离实际上是是不可能實現的。

經過破碎后，通常得到由低灰分顆粒、高灰分顆粒以及在破碎时沒有解离的顆粒（即高灰分包裹体或夹层与煤致密結合而成的夹矸煤）所組成的混合物。所以精选时分离出来的不仅是低灰分的煤粒和高灰分的矸石粒，同时还有夹矸煤。后者应当进行二次破碎及再选。

可見，在选煤厂中，破碎的基本作用是准备精选用的煤炭。在焦化工厂中，作为煤炭准备車間組成部分的选煤厂，其选后煤的最終破碎也是一項重要作业。这时破碎粒度一般是不得超过3毫米。

为了便于运输而进行的煤炭預先破碎，是破碎的輔助作用。

在破碎时会使煤产生显著的粉碎和尘化現象。这样将使精选过程复杂化，所以应当遵循切乔特（Г.О.Чертот）教授的規則：“不得有任何过度的破碎”。由這項規則出发，在作选煤厂設計之前，須对煤炭进行詳細研究，以便确定适当的破碎

围和破碎阶段。

在选煤实践中，常采用两段破碎：粗碎（碎至100~50毫米）和細碎（碎至10~12毫米）。在每段破碎之前要篩分，以避免已經产生的粉煤的过粉碎。經過分选后，由块煤中选出的中煤，以及在选难选煤时所得到的精煤，要破碎并再选。合格精煤在送去炼焦之前，要經過最后的破碎。

用于預先破碎的破碎机是：滾筒式、輥式（带齿）和圓錐式。为了破碎选后的夹矸煤，使用錘碎机和光輥或槽輥破碎机，以及鼠籠破碎机。錘碎机和鼠籠破碎机也用于最終破碎。

## 2. 破碎机的分类

破碎范围由1000至100~50毫米算做粗碎，由120至25毫米是中碎，由50至5~2毫米是細碎，大約到0.1毫米或更細些，算是粉碎。粗碎、中碎和細碎通常是破碎干料；粉碎常在水介質中进行，但也可干磨，例如振动磨矿机即是干磨。

用于破碎的破碎机械有多种样式。按照列文松教授提出的分类，可以将这些机械分为六类：

1) 顎式破碎机。这种机器是用搖动的光面顎板或槽面顎板，周期性地将块状物料压碎；

2) 圓錐破碎机。它是用旋轉的圓錐連續地将块状物料打碎；

3) 輥式破碎机。在这类机器里，物料是在旋轉的圓筒表面之間連續地受到压挤及部分磨碎作用。在齿輥机中，在装有牙齿的旋轉圓筒面間，物料連續地受到劈碎及部分挤压作用；

4) 滾筒破碎机。是在滾筒內用导向叶片将煤抬高后，依靠其落下时的力量打碎；这样进行破碎时，比其它各种破碎机的破碎选择性都更为明显；这就意味着比較易碎的物料(煤)破碎

程度大，而較硬物料（与煤伴生的頁岩）的破碎程度小；

5) 打击式破碎机。如錘碎机，鼠籠式破碎机；

6) 滾筒式磨矿机。是利用在滾筒內自由运动的球或棒的冲击作用进行磨矿。

在焦化工厂的煤炭准备車間和选煤厂中，最常采用的是：圓錐破碎机、輥式破碎机、滾筒破碎机、錘碎机以及鼠籠破碎机。

### 3. 圓錐破碎机

煤炭洗选前預先破碎用的圓錐破碎机(图2)，是由迴轉的碎矿圓錐3和固定的机壳1組成。机壳上部呈錐形，里面复有带稜角的錳鋼衬板2。圓錐体紧紧地裝在垂直軸4上，并且复以鋼制带稜角的衬板5。在机壳上部裝有十字架6，并复有盖板7。垂直軸悬吊在十字架上，成絞連接。軸的下端是插在一个偏心的长套筒8中，套筒繞鋼制垂直軸套13旋轉，并且是坐在破碎机的机壳上。中空偏心套筒的旋轉，是由一对齒輪10与12及軸9帶动。由于中空偏心套筒的轉动，使軸4的旋轉面成圓錐形。在偏心套筒的一次轉动中，碎矿錐体順次接近破碎机机壳內部表面上的各点一周，使煤在工作室中受到挤压。

圓錐体的搖擺幅度决定于套筒的偏心率，并且可由12.5毫米調节到50毫米。平均碎矿比是3~4。圓錐破碎机环形給料口的最大寬度B能够代表所有其它参数的基本尺寸。

在近代設計的圓錐破碎机中，偏心套筒摩擦部分的潤滑，是使用油泵11强迫液体油循环。油泵是随着破碎机的起动力一同开始工作。泵将油压入偏心套筒里面的沟槽內，充填在摩擦表面所夹空間中。

烏拉尔重型机器制造厂出品的圓錐破碎机，具有生产量

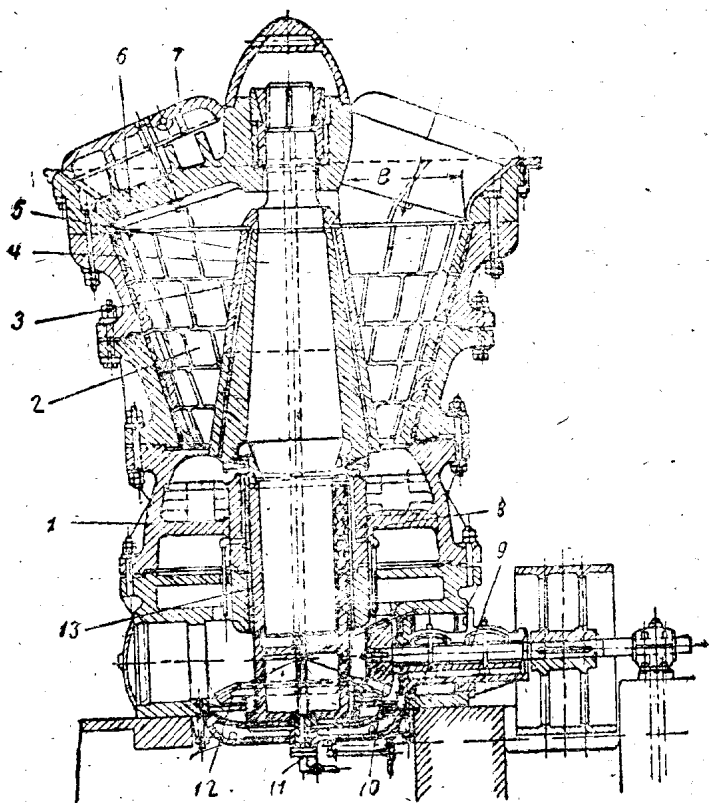


图 2 圆锥破碎机

- 1—机壳；2—衬板；3—迴轉碎矿圆锥；4—垂直轴；5—条形圆锥衬板；  
6—十字头；7—盖板；8—偏心套；9—水平轴；10—齿轮；11—油泵；  
12—齿轮；13—垂直轴套。

大，工作可靠以及运行安静等特点。圆锥破碎机的简要技术规格如表 1 所载。

圆锥破碎机的技术规格

表 1

| 給料口宽度,<br>毫米 | 給料縫宽度,<br>毫米 | 生产量<br>(按給料量計)<br>吨/时 | 偏心軸轉速,<br>轉/分 | 电动机功率,<br>瓩 |
|--------------|--------------|-----------------------|---------------|-------------|
| 300          | 50—80        | 65—120                | 177           | 50          |
| 400          | 70—105       | 110—160               | 170           | 70          |
| 500          | 90—130       | 140—225               | 158           | 75          |
| 900          | 125          | 365                   | 125           | 175         |

圆锥破碎机的小时生产量可据下式計算

$$Q = \frac{0.34\mu\gamma nrD_n d}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2} \text{ 吨/时,}$$

式中  $\mu$ ——松散系数 ( $\mu=0.25\sim0.50$ );

$\gamma$ ——煤的比重, 公斤/立方厘米;

$n$ ——偏心套筒每分鐘轉数;

$r$ ——偏心率, 厘米;

$D_n$ ——固定圆锥体的下部直径, 厘米;

$d$ ——破碎后煤块的尺寸, 厘米。

圆锥破碎机偏心套筒最合适的轉数等于:

$$n = 655 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2}{S}},$$

式中  $\alpha_1$ ——内锥体的母綫与垂直綫所成夹角;

$\alpha_2$ ——外锥体的母綫与垂直綫所成夹角;

$S$ ——在排料縫处圆锥体一个冲程的距离, 厘米;

$n$ ——内锥体每分鐘轉数。

破碎机的电动机所需功率可用下式計算

$$N = \frac{\sigma^2 n D_n (D^2 - d^2)}{550000 E} \text{ 馬力,}$$

式中  $\sigma$  —— 变形应力, 公斤/平方厘米;

$D$  —— 給入煤块的最大直径, 厘米;

$d$  —— 破碎后煤块的最大直径, 厘米;

$D_n$  —— 固定圓錐体的下部直径, 厘米。

圓錐破碎机只用于破碎大块煤和硬煤(例如基捷洛夫煤), 所以它在煤炭准备作业中的应用是有局限性的。处理易碎物料的选煤厂最好是安設齿輥式或滾筒式破碎机。

#### 4. 輥式破碎机

輥式破碎机的破碎, 是在两个水平安装并相向旋轉的光輥或齿輥間进行。这时煤炭因受到挤压和劈裂作用而产生破碎。破碎程度視輥子間所夹縫隙寬度而定。

在輥式破碎机中, 有一个輥子 1 的軸綫是放在固定的支点 2 上, 另一个輥子的軸頸 3 是放在活动支点 4 上, 后者可沿承重的台架滑动(图 3)。利用圓柱形彈簧或螺旋彈簧 5 将可动的輥子压到另一个輥子上。固定支点与沉重的台架是一整体。輥子由两部分組成: 里面是鑄鉄的, 外面是用硬錳鋼制造的可以替换的零件(輥衬)。由电动机經三角皮帶輪直接带动一个輥子, 同时經過齿輪将这个輥子的轉动传递給另一个輥子。

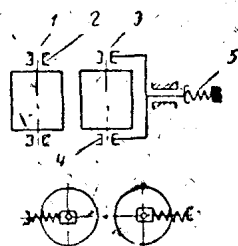


图 3 輥式破碎机的示意图

1—輥子軸綫; 2—輥軸支点; 3—軸頸; 4—輥軸的可动支点; 5—螺旋狀彈簧。

对于比較脆的和中等硬度的物料(例如煤炭), 宜采用以劈裂作用为主的齿輥机破碎。这种破碎机輥子直径与輥子所夹縫

隙尺寸之比可取:

$$\frac{D}{d} = 2.5 \sim 2.25.$$

輥子直径与入料煤块直径間的关系載入表 2 中。

送入破碎机的煤块尺寸与輥徑之間的关系 表 2

| 輥 徑:<br>毫米 | 破碎后煤块<br>尺寸, 毫米 | 送入破碎机的煤块最大尺寸, 毫米 |      |      |
|------------|-----------------|------------------|------|------|
|            |                 | 最有利尺寸            | 允許尺寸 | 可能尺寸 |
| 1200       | 150             | 450              | 550  | 750  |
| 1200       | 120             | 400              | 450  | 550  |
| 900        | 100             | 350              | 400  | 450  |
| 900        | 60              | 200              | 250  | 300  |
| 600        | 40              | 100              | 125  | 175  |

最常用于煤炭选前破碎的双齿輥破碎机, 是由装在軸 7 上的齿輥 3 組成(图 4)。軸是放在装有青銅軸瓦的軸承 9 中, 后者固定在焊制的金屬台架 10 上。为了保护破碎机不致被偶然落入的金屬物件损坏, 有一个輥子的軸承上帶有彈簧 2, 用以承受在破碎物料时产生的力量。电动机的轉动是經過帶动槽輪 1 的三角帶及齿輪 11 传递給主动軸。主动軸經齿輪 8 与 4 帶动从动輪。輥子被帶有受煤口 6 的外壳 5 所封閉。

齿輥的工作面是由一些鑄有齿的圓环組成(图 5), 或是將圓筒形齿板用螺釘固定到两个六方輪的側面上(图 6)。

破碎夹矸煤采用槽輥破碎机(图 7)。这种破碎机由两个圓筒形輥子組成, 輥子表面是間隔起伏的槽状沟; 輥子相向旋轉, 抓取物料并将其破碎。

双齿輥破碎机有两种类型: 轉数 25~50 轉/分的慢速型及 140 轉/分的快速型。前一种的用途是破碎硬煤和无烟煤, 或是

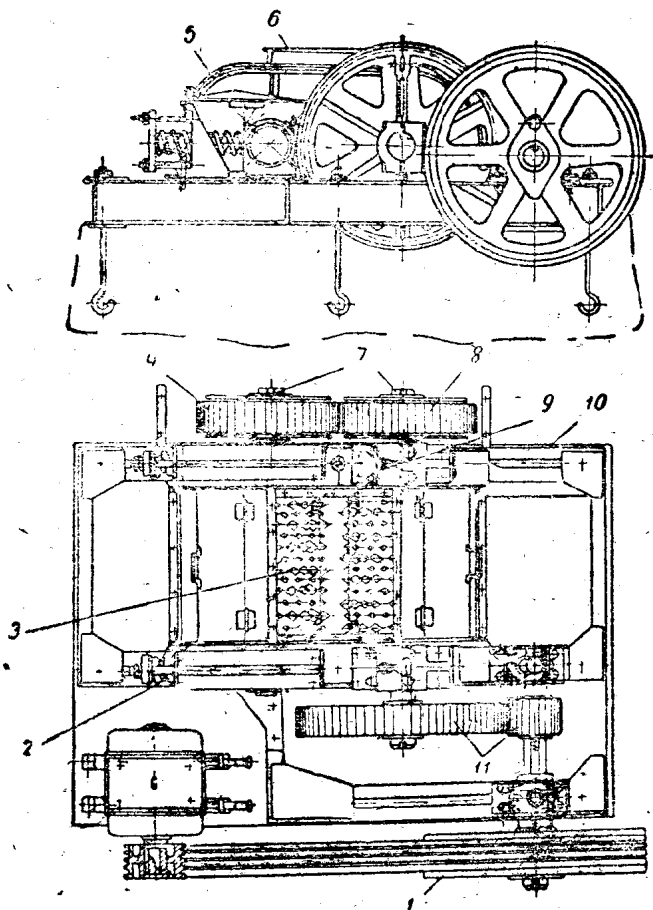


图4 颚式破碎机

1—传动轮；2—弹簧；3—齿圈；4—齿轮；5—外壳；6—受煤口；  
7—轴；8—齿轮；9—轴承；10—焊接的台架；11—传动齿圈。

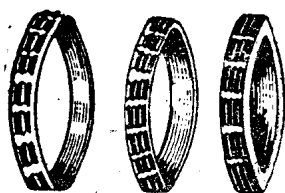


图 5 环形衬板

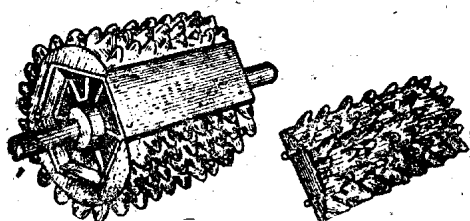


图 6 带有可换齿板的齿辊

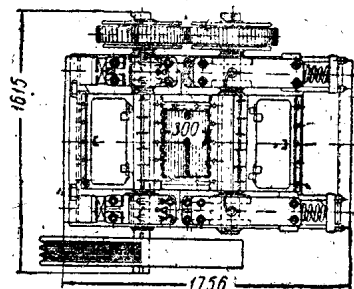
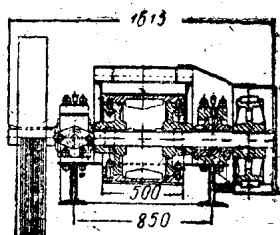
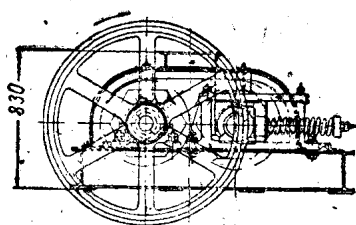


图 7 槽辊破碎机