

高等学校教学用书

硫酸盐工业机械装备

下 册

М. Я. 薩波日尼科夫 И. А. 布拉文 著

建筑工程出版社

內容提要 本書系根据蘇聯國立建築材料書籍出版社出版的М. Я. 薩波日尼科夫和И. А. 布拉文合著的矽酸鹽工業機械裝備1955年修訂增補第二版譯出。原書由蘇聯高教部高等工業學校教育司審定為高等工業學校教科書。

原書評閱者：1) 莫斯科化工機械制造學院化工機械設計和計算教研組：教授、技術科學博士З. Б. 坎托羅維奇；副教授、技術科學碩士В. А. 米勃科夫；Н. И. 拉斯卡佐夫；技術科學碩士П. М. 西堅科。2) 教授、技術科學博士Н. А. 柯朱林。

本書譯成上下兩冊，上冊已於1957年12月出版。此下冊自第三篇開始，內容包括選分（篩分、選粉、水洗）設備；空氣和煙氣的收塵設備；喂料機和配料設備；配制粉料、料漿和陶瓷泥漿的機器；矽酸鹽工業企業中專業車間的運輸；磨和干燥機的特殊機械裝備等六篇。

本書可作為高等學校中矽酸鹽專業的教学參考書，同時也可供矽酸鹽工業中的工程技術人員參考。

原本說明

書名 МАШИНЫ И АППАРАТЫ СИЛИКАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

著者 М. Я. Сапожников И. А. Булавин

出版者 Государственное издательство литературы по строительным материалам

出版地點及年份 Москва—1955

矽酸鹽工業機械裝備

下冊

李德春譯

1959年6月第1版

1959年6月第1次印刷

4,565冊

850×1168 $1/32$ • 165千字 • 印張6 $5/16$ • 插頁3 • 定價(10) 1.05元

建築工程出版社印刷廠印刷

• 新華書店發行

• 書號：1574

建築工程出版社出版（北京市西郊百萬莊）

（北京市書刊出版業營業許可証出字第052號）

目 录

第三篇 选分（筛分、选粉、水选）设备

（М.Я.薩波日尼科夫）

第一章 概論	(5)
§ 1. 选分的用途	(5)
§ 2. 选分方法及其机器的分类	(6)
第二章 平面筛	(8)
§ 1. 板筛和網筛	(8)
§ 2. 篦条筛	(12)
§ 3. 平面摇动筛	(15)
§ 4. 迴轉摇动式偏旋（偏心）筛	(20)
§ 5. 振动筛	(23)
第三章 筒筛	(34)
§ 1. 筒筛的构造	(34)
§ 2. 筒筛的計算	(37)
第四章 风力选粉（选分）的机器	(42)
§ 1. 概論	(42)
§ 2. 风选理論	(42)
§ 3. 选粉机（析尘器）的构造	(46)
第五章 水选机和洗料机	(50)
§ 1. 概論	(50)
§ 2. 水选的理論基础	(50)
§ 3. 水选机	(54)
§ 4. 水力机械水选机	(56)
§ 5. 浮选机	(63)
第六章 磁选设备	(64)
§ 1. 磁选概論	(64)
§ 2. 磁选机的构造	(67)

第四篇 空气和烟气的收尘设备

(М. Я. 薩波日尼科夫)

第一章 概論	(72)
第二章 离心式旋风收尘器	(72)
第三章 袋式收尘器	(76)
第四章 电收尘器	(78)
§ 1. 电收尘器的操作原理	(78)
§ 2. 管式电收尘器	(80)
§ 3. 平板式电收尘器	(81)
第五章 烟气的湿式收尘设备	(83)

第五篇 喂料机和配料设备

(И. А. 布拉文)

第一章 概論与喂料机及配料机的分类	(85)
第二章 盘式喂料机	(86)
§ 1. 喂料机的构造和操作	(86)
§ 2. 盘式喂料机的計算	(90)
第三章 槽式喂料机	(91)
第四章 筒式喂料机和配料机	(92)
§ 1. 定量給料和自动調节的喂料机	(92)
§ 2. 筒式配料机	(95)
第五章 带式喂料机	(96)
§ 1. 箱式喂料机 (配料喂料机)	(96)
§ 2. 喂石料用的板式喂料机	(100)
§ 3. 具有韌性帶子的容积喂料机	(102)
§ 4. 带式計量喂料机	(102)
第六章 斗式計量配料机	(105)
§ 1. 移动式配料机	(105)
§ 2. 自动配料机	(105)

第七章	自动秤	(109)
第八章	散粒状物料用的皮带秤	(113)

第六篇 配制粉料、料浆和陶瓷泥浆的机器

(И.А.布拉文)

第一章	概論和混合机的分类	(115)
第二章	連續作业的螺旋式混合机	(116)
§ 1.	單軸混合机	(116)
§ 2.	双軸混合机	(118)
第三章	間歇作业的混合机	(123)
§ 1.	帶有曲拐 (Z-型) 桨叶的混合机	(123)
§ 2.	高速輪碾式混合机	(125)
第四章	配制悬浮液、混合陶瓷泥浆和釉 泥用的桨式攪拌机	(129)
§ 1.	水平桨式攪拌机	(129)
§ 2.	液态泥浆和釉泥用的行星式攪拌机	(132)
§ 3.	桨式攪拌机功率的計算	(133)
第五章	旋桨式(螺旋式)攪拌机	(134)
§ 1.	攪拌机的装置和作业	(134)
§ 2.	旋桨式攪拌机轉数与功率的計算	(137)
第六章	水泥料浆的攪拌机	(138)
§ 1.	粘土攪碎机	(138)
§ 2.	用空气攪拌的起重機式攪拌机	(141)
§ 3.	气流攪拌机	(144)

第七篇 矽酸盐工业企业中专业車間的运输

(М.Я.薩波日尼科夫)

第一章	制磚工厂专业車間的运输	(147)
§ 1.	概論	(147)
§ 2.	把帶磚坯的坯架(托板)往升降机上放置的移放机	(147)
§ 3.	鏈式升降机	(151)

§ 4. 框式升降机	(153)
§ 5. 十层架板小車	(157)
§ 6. 下降机	(158)
§ 7. 旋轉小車	(160)
§ 8. 把磚坯移放到隧道干燥室小車上的机械化装备	(160)
第二章 特种风动运输	(163)
§ 1. 风动螺旋泵	(163)
§ 2. 仓式风动泵	(168)
§ 3. 风动输送槽 (风动流槽)	(171)
§ 4. 料浆风动泵	(174)
§ 5. 普罗哈設計的风动卸料装置	(175)

第八篇 窑和干燥机的特殊机械装备

(И. А. 布拉文)

第一章 立窑的加料和卸料装置	(177)
第二章 迴轉窑的料浆喂料机	(180)
第三章 干燥机的板带式运输器	(181)
§ 1. 板带式运输器的装置	(181)
§ 2. 运输器的搖籃	(182)
第四章 多层干燥机的輥式运输器	(183)
§ 1. 六层干燥机的机械装备	(183)
§ 2. 运输器傳动装置的計算	(188)
第五章 隧道式干燥机和窑的电力傳遞車	(191)
§ 1. 电力傳遞車的构造	(191)
§ 2. 傳送車电动机功率的計算	(193)
第六章 推車器	(194)
§ 1. 概論	(194)
§ 2. 液压式推車器	(195)
§ 3. 吊式小車的鏈式推車器	(200)
参考文献	(203)

第三篇 选分(篩分、选粉、 水选)設備

第一章 概 論

§ 1. 选分的用途

制造各种建筑材料所用的原料，在大多数情况下是不均一的，并且是由大小不同的料块、顆粒或粉状微粒所組成。但在物料加工时，必須把混合料分离(选分)为各个級別(部分)，在每个級別中，料块(顆粒、微粒)的大小不能超出一定的范围。在許多情况下，也需要从所加工的物料里分出外来的杂质或夹杂物。

如果需要制备一定品級的产品，則选分可以作为独立作业，当选分过的物料供以后工艺作业使用时，則作为輔助作业。

选分的用途如下：

- 1) 从供破碎用的物料里分离出大小超过該破碎机最大容許尺寸的料块；
- 2) 分离出尺寸小于該加工阶段所要求的料块；
- 3) 从粉碎过的产品中分离出尺寸超过所要求的顆粒；
- 4) 把要粉碎的物料按粒度分为若干級別，这在由各种粒度的顆粒按一定比例配成混合料(配合料)时是必要的；
- 5) 从有用矿物中除去外来杂质，以提高原料中有价值部分的含量。例如，当开采高岭土时，要把它进行加工，即同时除去会降低其質量的石英、長石及其他矿物。这种过程称为原料的精选；
- 6) 从原料里分离出夹杂物，这类夹杂物的存在会降低产品的質量，或者对机器的工作产生有害的影响。

§ 2. 选分方法及其机器的分类

物料的筛分、选粉和水选可以用机械的、风力的、水力的和磁力的方法进行。

1. 机械选分（筛分）是借助安装着网筛、板筛、篦条的机器来进行。要得到两种或数种粒度不同的粒级，则采用筛分。所要得到的级数决定于被加工物料所通过的板筛（网筛）数目。如果板筛的数目为 n ，则得到的级数为 $n + 1$ 。

物料的机械选分（筛分）顺序，决定于板筛或网筛的位置。筛分可分为：a) 由细级到粗级，б) 由粗级到细级和в) 综合筛分。

当由细级到粗级筛分时（图128a），原料倒在筛孔最小的板筛（网筛）上，然后进入中等尺寸筛孔的板筛上，最后，到筛孔最大的板筛上。当由粗级到细级筛分时（图128б），上层的筛孔最大，而下层的最小。当综合筛分时（图128в），要选分的混合料先倒在中等尺寸筛孔的板筛上。在第一个板筛上通过筛孔的料块（颗粒），进到位于其下而筛孔最小的板筛上，此时，大尺寸的料块进入具有最大筛孔的第二个板筛上。

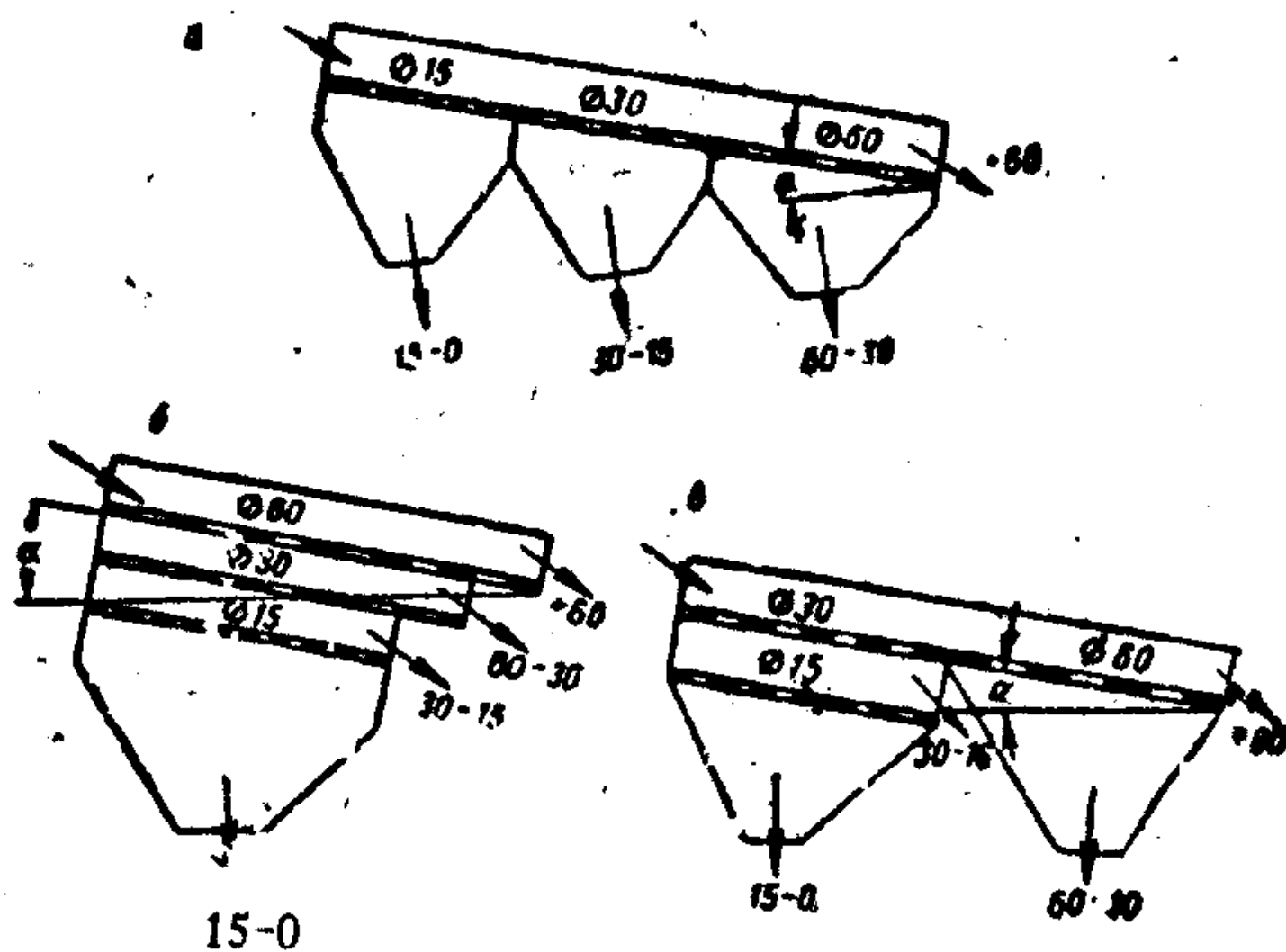


图 128 筛分流程

从操作观点来看，由細級到粗級的篩分流程十分簡單，因为沒有特別的困难即可将选分过的物料沿着相应的貯料槽送走。同时，篩子的看管及其修理都很簡便。所述流程的最大缺点是最大的料块倒在篩孔最小的板篩上，也就是倒在最不坚固的板篩上，并且使篩子很快的磨損。此外，当把混合料倒在篩孔最小的板篩上时，粗块遮盖住部分篩孔，使細級难以分离。

在建筑材料工业中，使用最广的二次篩分流程，得到最好的效果，因为在这种情况下物料的粗块不会妨碍中級和細級部分的分离。这种流程的缺点是，需要設置輸送各个級別到各貯料槽去的附屬斜槽和流嘴。

綜合流程本身的优点和缺点相比使它居于中間地位。

需要篩分的物料块，只有在它們的尺寸小于篩孔的尺寸或是在接近篩孔尺寸的范围內的情况下，才能通过板篩或網篩的篩孔。在大多数情况下，篩子是在物料运动的方向安装成一定的傾斜角。这就更多地減小那些可以通过板篩或網篩篩孔的顆粒的尺寸。

所有通过篩孔的物料顆粒，就称为篩下产品，而所有未通过篩孔的大尺寸顆粒，称为篩上产品。

当其尺寸較篩孔尺寸小一些的全部顆粒都經過篩孔篩出时，即可認為这是最好的篩分。但是实际上，有一部分篩下物料块总是被阻滯在篩面上，并和篩上产品一道帶走。篩分效率可以用篩分时篩下产品的产量对原产品中尺寸小于篩孔尺寸的顆粒实际量之比来表示。由此可知，篩子的篩分質量系数 η 如下：

$$\eta = \frac{B}{A}, \quad (299)$$

式中：A——原产品中篩下級別顆粒的实际量；

B——通过篩網的篩下級別顆粒之量。

篩分質量（效率）受到下列諸因素的影响：

a) 物料的水分 在大多数情况下，篩分的效率随着物料水分的增多而降低；

6) 篩面上物料层的厚度 物料层太厚, 以及相反, 物料层的厚度不足, 都会降低篩分質量;

Б) 振幅 振幅应当選擇得能在振動時使物料強烈的分離。振幅应当隨着物料粒度的增大而增大。

2. 物料 (按粒度) 的風選是以物料在空氣流中的選分為基礎的: 顆粒是在重力或離心力、或這些力的共同作用以及其他力的影響下沉降。

3. 物料 (按粒度) 的水選是以在水介質中呈懸浮狀態的、大小和比重不相同的顆粒 (粒子) 的沉降速度差異為基礎的。

4. 磁選用來從所加工的物料里分離出混雜在产品中的含鐵雜質, 或是用來分離偶然落入所加工原料中的金屬物品。磁選是以落入磁場區的金屬顆粒對磁鐵的吸引力為基礎的。

建築材料工業所用的篩分和選分機器可按下述方式分類:

1) 篩子: а) 平面固定篩; б) 平面可動篩, 這類篩子又可分為: 搖動篩和振動篩; в) 迴轉篩——筒篩或角柱形篩;

2) 風選機: а) 水平氣流式; б) 垂直氣流式; в) 顆粒在上升氣流和離心力作用下運動的;

3) 水選機械與裝備: а) 圓錐水選機、室式水選機、水力機械水選機; б) 搖床;

4) 磁選機: а) 干式磁選機; б) 濕式磁選機。

第二章 平面篩

§ 1. 板篩和網篩

篩子的工作部分是篩板或篩網, 需要篩分的物料經過篩板或篩網進行篩選。

按板篩的構造可以分為粗級篩分用的篦條篩, 以及中級和細級篩分用的鑽孔平板篩。

篦條篩是由以一定距離平行排列的鋼條 (篦條) 所製成。鋼

条間的距离系根据应当通过篩格的物料块尺寸来决定。

平板篩(图129a)通常制成帶有圓形篩孔,很少帶有在冲孔机上冲击出長方形縫隙状篩孔或方形篩孔。这类篩子系供中級和細級篩分之用。在大多数情况下,篩孔系排列成棋盘式。这就为篩分創造了良好的条件。

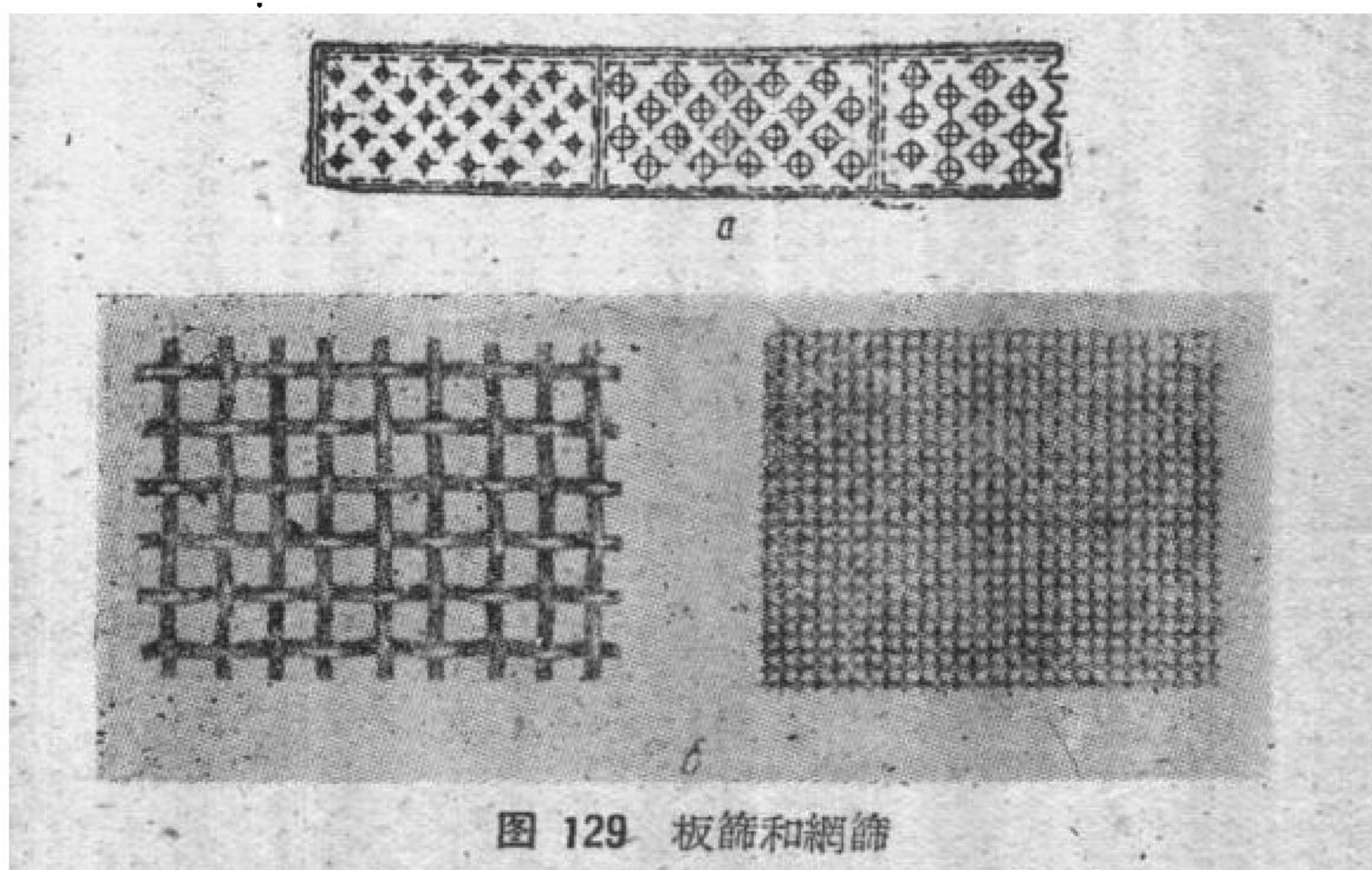


图 129 板篩和網篩

板篩上的圓形篩孔可以使我們有可能得到更为均匀的物料;并且鑽成圓形篩孔也最簡便。

为了使物料块不致塞住,篩板的厚度应当小于篩孔直徑。

織網篩(图129b)通常用以进行細級篩分。它們是由标准金屬綫網所制成。織網篩的优点是: a) “有效”篩分面积(篩孔的总面积)較大—达到篩網总面积的70%; b) 有可能进行最細級的篩分(篩孔的淨空尺寸在由2.5公厘到40微公尺范圍內)—ГОСТ 3584-53。

現有三种不同表示篩孔尺寸的篩制:

1) 全苏篩制(ГОСТ3584-53), 按此篩制, 篩網是用篩孔边長的淨空尺寸(以微公尺表示)来表示。例如, 009号篩相当于边長为90微公尺的篩孔;

2) 德国篩制, 按此篩制, 篩網是用1平方公分面积里的篩

孔数来表示。此时，筛号是按1公分长里面的筛孔数来决定。例如，70号筛是在1平方公分面积里的筛孔数为4,900时，每1公分长里面有70个筛孔；

3) 英美筛制，按此筛制，筛网是用“网目”数来表示，网目数相当于每1英寸长里面的筛孔数。例如，180网目的网筛，就是说在1英寸长里面具有180个筛孔，而在1公分长里面大约有72个筛孔。这就大致相当于德国筛制的1平方公分面积里有4,900筛孔的筛网，以及苏联筛制的009号筛网。

苏联筛制最为方便，按此筛制可以立刻确定通过任何一个筛网的颗粒尺寸。

表35列出所述三种筛制的规格。

筛 网 的 简 明 规 格

表 35

苏 联 筛 制		德 国 筛 制			英 美 筛 制	
筛 号	筛 孔 边 长 (微米)	筛 号	筛 孔 边 长 (微米)	每1平方公分 面积里的 筛孔数	网目数	筛孔边长 (微米)
2.5	2,500	1	6,000	1	4	5,330
2.0	2,000	3	2,000	9	10	1,980
1.0	1,000	6	1,002	36	20	890
05	500	12	490	144	40	400
025	250	24	250	576	60	230
016	160	40	150	1,600	80	160
01	100	60	102	3,600	120	110
009	90	70	88	4,900	180	85
008	80	80	75	6,400	200	70
0071	71	90	66	8,100	—	—
0063	63	100	60	10,000	240	60
005	50	—	—	—	—	—
004	40	—	—	—	—	—

为了进行物料的筛分，必须使其沿着筛网移动。到达一定的时候，使运动的速度增大，可以改善筛分质量，反之，一开始就以某种临界速度进行，则降低筛分质量，这是由于颗粒会从筛孔旁边滚过所致。

当直径为 d 的球形颗粒以速度 v 沿筛网（筛孔尺寸为 D ）运动时（图130），可以把颗粒运动的轨迹 OO_1 看作是抛物线，写成下列关系式：

$$x = vt; \quad y = \frac{gt^2}{2}, \quad (300)$$

按照图示，式中

$$x = D - \frac{d}{2}; \quad y = \frac{d}{2}. \quad (301)$$

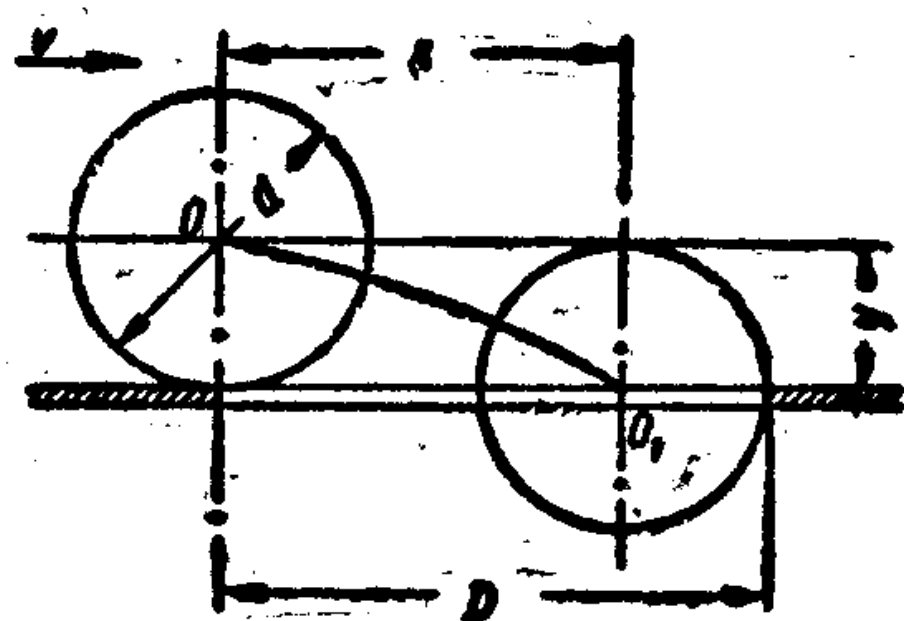


图 130 计算颗粒速度示意图

颗粒自由沉降的时间为：

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{d}{g}}. \quad (302)$$

把 x 和 t 值代入(300)式，则得：

$$v = \left(D - \frac{d}{2}\right) \sqrt{\frac{g}{d}}. \quad (303)$$

当然，在 $D = d$ 时，颗粒不能通过筛孔。实验表明，尺寸大约等于 $0.8D$ 的颗粒才能通过尺寸为 D 的筛孔：

$$d = 0.8D; \quad D = \frac{d}{0.8}. \quad (304)$$

把求得的 D 值代入(303)式，则得：

$$v = \left(\frac{d}{0.8} - \frac{d}{2}\right) \sqrt{\frac{g}{d}} = 2.36 \sqrt{d} [\text{公尺/秒}]. \quad (305)$$

表36列出颗粒的极限速度值与颗粒尺寸的关系。

颗粒极限速度与其尺寸的关系

表 36

d (公尺)	v (公尺/秒)	d (公尺)	v (公尺/秒)
1×10^{-4}	0.0236	2×10^{-3}	0.105
2.5×10^{-4}	0.0375	5×10^{-3}	0.167
5×10^{-4}	0.0530	0.01	0.236
1×10^{-3}	0.0747	0.05	0.530
		0.1	0.747

(305) 式是对水平篩網導出的。对于傾斜篩網，速度当然要小些，因为此时通过篩孔的顆粒尺寸減小所致。

能以通过傾斜篩網篩孔的最大尺寸的顆粒，按下列方程式求出（图131）：

$$d = D \cos \alpha - e \cdot \sin \alpha, \quad (306)$$

式中： d —— 顆粒的最大尺寸；
 D —— 篩孔尺寸；
 e —— 鋼板（金屬綫）的厚度，一般取其等于 $0.625D$ ；
 α —— 篩板（篩網）的傾斜角。

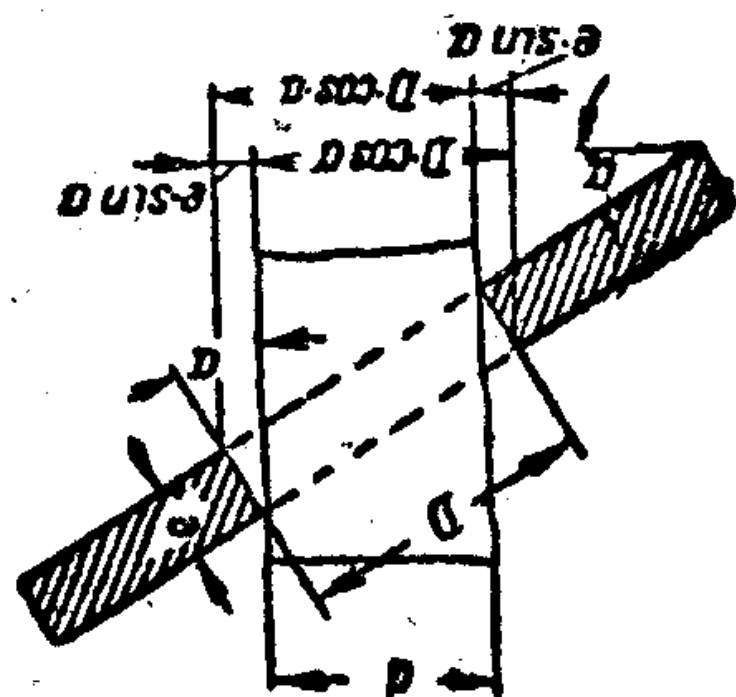


图 131 計算通过篩網的顆粒最大尺寸的示意图

例如，当篩孔直徑 D 等于 1 公厘，
 $e = 0.625D$ 公厘，傾斜角为 15° 时，
顆粒尺寸应当減小到：

$$d = 1 \times \cos 15^\circ - 0.625 \times 1 \times \sin 15^\circ = 0.803 \text{ 公厘},$$

也就是大約減小 20%。在这种場合下，极限速度从 0.0747 公尺/秒（参閱表 36）減到 0.067 公尺/秒，也就是減小 12%。

§ 2. 篦条篩

篦条篩可分为固定的和可动的两类。

固定篦条篩是由一些單个的平行固定的篦条所組成，或者是把它傾斜地安装成 $30-50^\circ$ 的角度用来篩分，或者是作为擋住特別粗大物料块的篦子板。

搖动式篦条篩-喂料机（图 132）是由两个悬掛在拉杆 3 和 4 上的單独篦条系統 1 和 2 所組成。篦条的运动是由安装在主軸 7 上的偏心輪 5 和 6 产生的，偏心輪彼此互成 180° 的角度。这样，每一个篦条系統都产生往复运动，从而保證了篩分。

篦条篩系沿着物料的运动方向傾斜地安装成 $15-20^\circ$ 的角度。

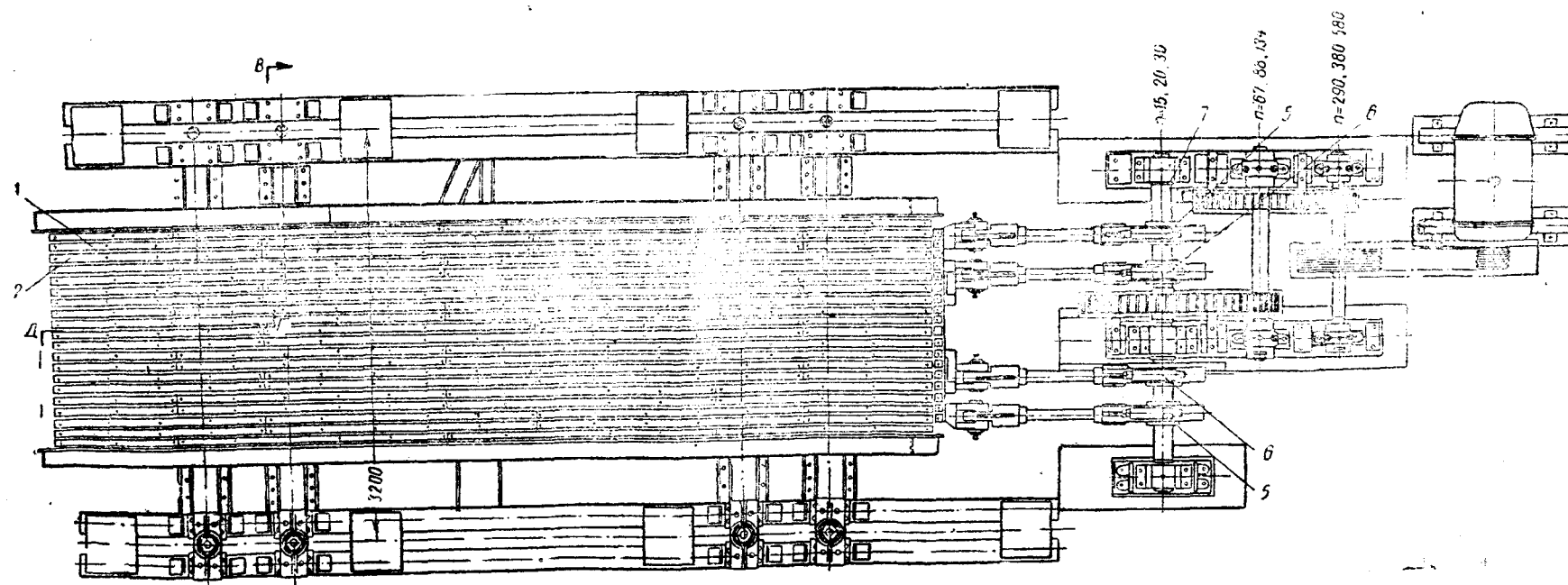
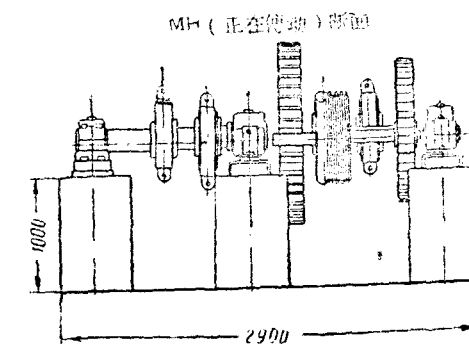
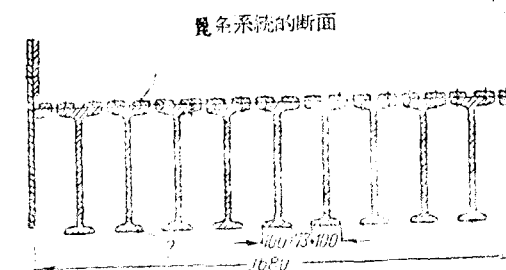
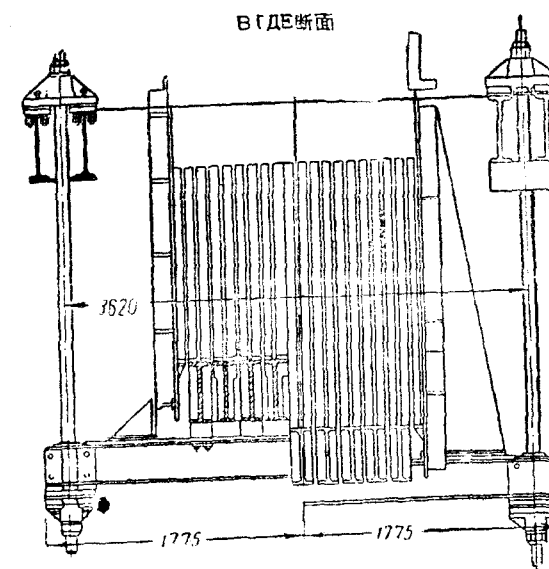
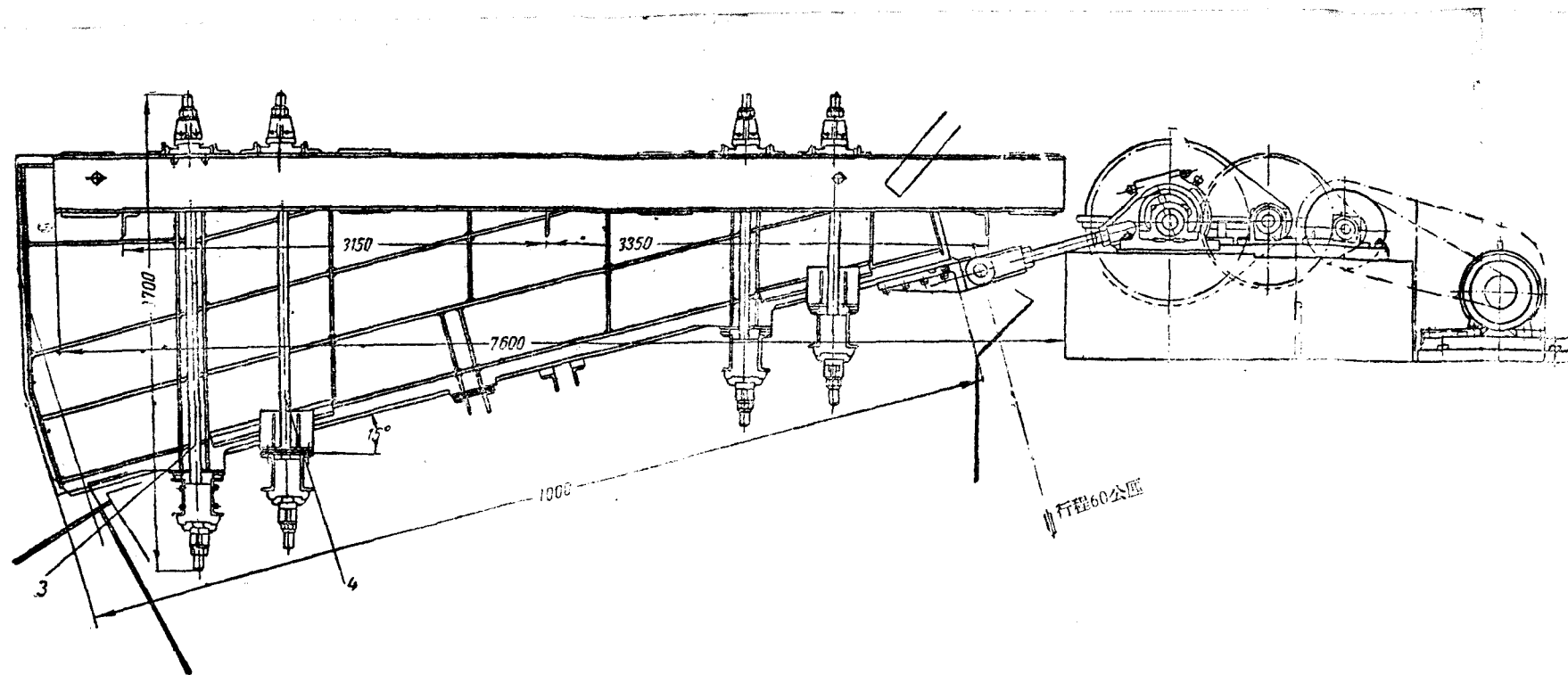


图 132 摇动式篦条筛

当篦条間的縫隙寬度为2—100公厘时，篦条篩的生产能力相应地为25—300吨／小时。当生产能力为300吨／小时时，所需的功率为18仟瓦。

在建筑材料工业中，篦条篩-喂料机主要是用于水泥厂，这种篩子在水泥厂中用作大型顎式破碎机的喂料机，同时又是篩子，用来除去那些尺寸小于破碎机排料口尺寸的物料块。

§ 3. 平面搖动篩

平面搖动篩的工作是以重力跟慣性力和摩擦力的相互作用为基础的。当板篩（網篩）作往复运动时，篩板上的物料块或者是处于相对的靜止状态（当板篩以較小的加速度运动时），或者相反，而是沿着篩子移动（当板篩的加速度足够大时）。毫无疑问，如果物料块不能沿着板篩作相对的移动，就不会产生任何篩分作用。因此，篩子应以一定的加速度运动，在这种加速度下，可以产生相对的移动。篩子的加速度使物料块运动，直到由这加速度产生的物料块的慣性力等于物料块在篩板上的摩擦力时为止。因此，能使物料块运动的必要加速度，按下述方式来求得。

現在我們討論处于水平篩網上的物料块的运动（图133）。篩網的加速度以 a 表示，物料块的重量以 G 表示。那么作用于物料块上慣性力 P_u 如下：

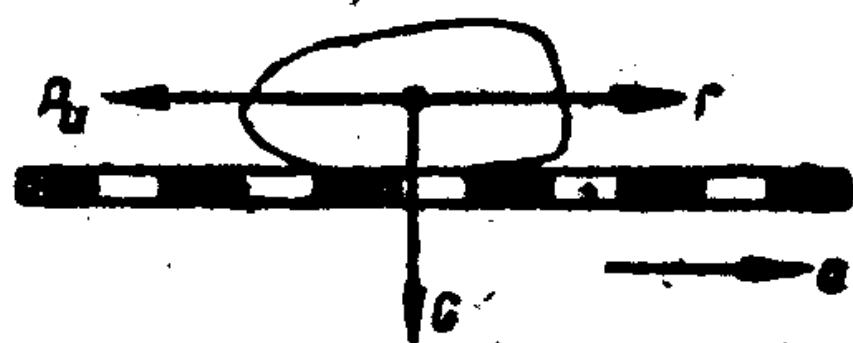


图 133 計算最大加速度的示意图

$$P_u = ma = \frac{G}{g} a, \quad (307)$$

式中： g ——自由落体加速度。

能使物料块运动的慣性力大小系用物料块与篩板之間的摩擦力 F 来决定：

$$E = Gf, \quad (308)$$

式中： f ——靜摩擦系数；

从而