

7343
壓縮機

製造工藝學

別里雅科夫、噶里茨基合著



機械工業出版社

壓縮機製造工藝學

別里雅科夫、噶里茨基合著

中央第一機械工業部
設計總局第二設計分局譯



機械工業出版社

1954

出版者的話

本書敘述壓縮機製造方面的機械加工車間和裝配車間內的各種工藝特點，並對工藝規程設計時應有的各種技術-經濟要求作了系統的說明。此外，在製造壓縮機零件的各種工藝規程上也有詳細的記載；最後一章並涉及裝配工作的工藝規程。

本書為壓縮機製造廠內工藝技師的讀物，也是一般機器製造工業專科學校學生的參考書。

蘇聯 В. И. Беляков и В. А. Галицкий 著 'Технология компрессоростроения' Машгиз 1952 年第二版)

* * *

書號 0571

1954 年 10 月第一版第一次印刷 精裝 0,001—2,500 冊

787×1092 $\frac{1}{18}$ 369 千字 16 $\frac{5}{9}$ 印張

機械工業出版社(北京盛甲廠 17 號)出版 機械工業出版社印刷廠印刷

新 華 書 店 發 行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號

定價 33,000 元(甲)

目 次

原序	6
緒論	7
1 壓縮機的分類	7
2 壓縮機的生產特徵	16
第一章 壓縮機製造方面工藝規程設計上的技術經濟原則	18
1 壓縮機製造的發展方向	18
2 擬製壓縮機工藝規程與設計工藝裝備上所需的勞動量	19
3 根據壓縮機每批生產量決定工藝規程中採用特種夾具和 特種工具的裝備程度	20
4 壓縮機的製造成本及減低成本的方法	21
第二章 壓縮機製造方面組零件與零件的統一化	24
壓縮機設計上標準化的例子	24
第三章 壓縮機零件機械加工採用的機床	33
1 普通的金屬切削機床	33
2 特種金屬切削機床	34
第四章 生產工藝計劃	57
1 零件的工藝路線(車間分工)	57
2 路線的工藝規程	58
3 操作方面的工藝規程	60
4 裝配的工藝規程	60
5 特殊的及標準的夾具、工具明細表	62
6 產品的勞動量綜合明細表	63
7 機床設備的分類	64
8 機器(產品)工藝說明卡	66
9 工藝規程的標準化	66
10 製定壓縮機流水生產工藝計劃的原則	69
第五章 壓縮機零件加工面的精度和質量	72
1 公差的分類及其製定的程序	72
2 製造壓縮機所採用的公差與配合	73
3 工序間的餘量	73
4 壓縮機上主要零件和組合件的公差與配合的範例及其製訂的方法	75
5 加工面質量的基本要求	79
6 壓縮機製造中所採用的光潔度等級	80
7 工藝因素對表面光潔度的影響	85

第六章	往復式壓縮機的機架、曲軸箱、機體和機身的製造	87
1	機架、曲軸箱、機體、機身的用途及要求	87
2	壓縮機主要基本零件按工藝特性的分類	90
3	材料、毛坯熱處理	90
4	壓縮機主要基本零件(機架、曲軸箱等)的機械加工	92
第七章	壓縮機曲軸的製造	111
1	曲軸的用途和要求	111
2	曲軸按工藝特徵的分類	111
3	曲軸的材料、鍛製和熱處理	115
4	曲軸的機械加工	116
5	曲軸機械加工用的夾具和工具	145
第八章	壓縮機連桿的製造	149
1	連桿的用途和要求	149
2	連桿按工藝特徵的分類	149
3	連桿的材料、自由鍛、模鍛及熱處理	151
4	連桿的機械加工	152
5	連桿機械加工用的夾具及工具	168
第九章	壓縮機活塞的製造	176
1	活塞的用途及要求	176
2	活塞按工藝特徵的分類	178
3	活塞材料	178
4	活塞的機械加工	179
5	活塞機械加工用的夾具及工具	194
第十章	壓縮機活塞環的製造	199
1	活塞環的用途及要求	199
2	壓縮機活塞環按工藝特徵的分類	199
3	製造活塞環用的罐狀鑄坯的材料、加工餘量及熱處理	200
4	活塞環的機械加工	201
5	活塞環加工用的夾具及工具	207
第十一章	壓縮機氣缸的製造	212
1	氣缸的用途及要求	212
2	氣缸按工藝特徵的分類	213
3	氣缸的材料、毛坯及熱處理	214
4	第一工藝組氣缸的機械加工	215
5	第二工藝組氣缸的機械加工	218
6	第三工藝組氣缸的機械加工	221
7	第四工藝組氣缸的機械加工	223
第十二章	壓縮機進氣閥和排氣閥的製造	231

1 閥的用途和對它的要求.....	231
2 閥片主要零件按工藝特徵的分類.....	232
3 環狀片式閥的材料及其熱處理.....	233
4 閥片的製造.....	236
5 閥用彈簧的製造.....	238
6 閥座的製造.....	238
7 閥片昇高限制器的製造.....	239
第十三章 壓縮機軸承瓦的製造	241
1 軸承瓦的用途和對它的要求.....	241
2 軸承瓦按工藝特徵的分類.....	241
3 壓縮機軸承瓦的材料.....	241
4 壓縮機軸承瓦的機械加工.....	243
5 軸承瓦澆鑄巴氏合金法.....	254
6 軸承瓦加工用的夾具和工具.....	257
第十四章 壓縮機的裝配	260
1 壓縮機裝配的特點.....	260
2 裝配的構件.....	261
3 機身和曲軸箱部件的裝配.....	263
4 氣缸部件的裝配.....	265
5 運動部件的裝配.....	269
6 十字頭型壓縮機的總裝配.....	279
7 無十字頭壓縮機的裝配.....	281
中俄名詞對照表	290

原 序

擺在蘇聯國民經濟面前的任務，是需要增加各種型式及各種用途的壓縮機之產量，以及掌握各類新型如氟利安、高壓等壓縮機的製造。同時還必需不斷改進所製成機器的品質，及減低製造成本。

這些任務，可在壓縮機製造工廠內採用新的先進的零件加工法，利用聯動及特種機床，以及流水作業組織某些型式機器的大批生產，及其他方法來順利地解決。此外，壓縮機的標準化及零件和組合件的統一化，在壓縮機製造上，也同樣具有重要意義的。

本書包羅着各種往復式壓縮機在製造廠方面的經驗總結，於編著中又參考了其他機器製造部門對壓縮機製造上足可採用的各種熟練工藝規程。

本書中詳細地敘述了成批生產小功率、中等功率壓縮機，及單件生產大型和特種機器方面所採用的主要機件製造上之各種工藝規程。在零件按工藝特徵分類方面，以及擬訂機械加工標準工藝規程方面，亦曾予以注意。

在本書之第二版中個別章節已作了修改。

作者彙編本書時，主要利用了壓縮機製造廠中的實際資料，以及參攷屬於機械製造和儀器製造部的化工機械研究院 НИИХИММАШ 所擬訂的標準工藝規程，及其他一系列的有關著述。

本書供工廠工藝技師、設計師及專科大學學生之用。

本書第一、三、四、七、八、十、十三章為噶里茨基 (Б.А. Галицкий) 所著，二、五、六、九、十一、十二、十四及緒論為別里雅科夫 (Б.И. Беляков) 所著。

作者歡迎讀者對本書內容提出意見，信件請寄至國立機器製造出版社 (Машгиз 莫斯科, 12, Третьяковский проезд, 1)。

緒 論

1 壓縮機的分類

氣體壓縮機特別是空氣壓縮機廣泛地應用在蘇聯國民經濟之各個部門中。壓縮機應用於建築、採煤、採礦、機器製造、化學工業、冶金工業、氧炔銲接工業、遠距離輸送氣體、冷卻設備及其他用途。

在壓縮機廣闊的生產能量範圍中，對最高氣體壓力，已要求到 1000 大氣壓以上，因此就得製造種類繁多的壓縮機。

下列特徵，奠定了壓縮機分類的基礎：

- 1) 壓縮氣體的種類；
- 2) 生產量及壓力；
- 3) 壓縮機的構造形式。

壓縮機視其機件壓縮氣體之原理分為往復式、離心式及旋轉式機器。

上述三組壓縮機各有其使用範圍，但在國民經濟中的普及程度，各有不同。

由於往復式壓縮機組在壓力及生產量方面，能得到最廣泛的範圍，故採用得最多。

壓縮機內工作氣缸的中心線所處的位置，是確定往復式壓縮機構造方式的主要特徵。根據這一特徵，往復式壓縮機分為臥式、立式、直角式、V 式及 W 式。臥式機器大部分為單氣缸雙動式；立式——有二個或二個以上的氣缸，分單動式或雙動式；V 式，W 式——多氣缸，大部分為單動式。

V、W 式氣缸的排列，基本上用於生產量不大的快速行程機器上。最近在要求壓縮機特別輕便的情況中，以及移動的壓縮機裝置中開始採用 V 式和 W 式氣缸的排列，亦被應用於中等生產量的機器中。

在壓縮機製造的實際情況中，8 大氣壓力的立式壓縮機，可造至生產量為 50 公尺³/分的。生產量大的壓縮機一般製成臥式。

直角式機器主要用在馬達壓縮機上，該機具有水平向的低壓氣缸及垂直向的高壓氣缸。蘇聯最近已開始製造生產量為 100 公尺³/分、氣缸位置為直角形的空氣壓縮機。這種形式的壓縮機之優點為具有平衡性及沒有笨重的基底。

往復式壓縮機按曲拐-連桿機構之構造，分為十字頭型及無十字頭型二種。

機器的主要基本零件（機架、曲軸箱、機體）的構造特點，應作為壓縮機按工藝特徵來分類之基礎。其他零件如：氣缸、活塞、連桿，大都歸納到統一化的組合件之內，且可應用到各種型式的壓縮機上去，由於這一原因，它們按理不能表示出往復式壓縮機的主要工藝特點。同時，某些零件之構造，在一系列的情況下亦影響機械加工及裝配的工藝特性。這是指差動往復式壓縮機而言。但不管機架或曲軸箱的構造如何，

所有的差動往復式壓縮機都應劃入個別工藝組內。

下列三個特徵可以確定基本零件的構造:

- 1) 氣缸中心線之位置(臥式、立式、直角式、V及W式);
- 2) 曲拐-連桿機構之裝置(十字頭型及無十字頭型);
- 3) 氣缸之數量及構造(分離的氣缸或氣缸體)。

根據上述往復式壓縮機組之見解,可劃出下列各型作為工藝上的代表。

(1) 用刺刀型或叉型機架並帶有十字頭的臥式壓縮機

圖 1 中所示之雙級壓縮雙動式 2BГ 型空氣壓縮機(工作壓力為 8 大氣壓,生產量為 $100 \text{公尺}^3/\text{分}$)可以作為本型壓縮機之典型。低壓氣缸及高壓氣缸並列安裝在帶有十字頭導軌之叉型機架上。低壓氣缸之直徑為 900 公厘,高壓氣缸之直徑為 530 公厘。壓縮機之軸上有二個配置成 90° 角度的曲拐,軸之中間部分與同步電動機轉子相配合。

本型壓縮機機械加工上之工藝特點,主要和小批生產條件下製造大尺寸零件時相仿。低壓氣缸的鑄件重 4390 公斤,高壓的重 2385 公斤。壓縮機設備的總重量,約為 22 噸。

(2) 有機身、曲軸箱及氣缸體並帶有十字頭的立式壓縮機

圖 2 係 2P 型立式雙作用與雙級的壓縮機。

壓縮機的主要規格: 生產量—— $20 \text{公尺}^3/\text{分}$; 空氣工作壓力——8 大氣壓; 轉數——500 轉/分; 活塞行程——200 公厘; 第一級氣缸直徑——400 公厘; 第二級——230 公厘。連桿-曲拐的機構裝置在巴氏合金澆鑄的滑動軸承上。連桿有叉型的頭。十字頭係鍛造的,可以拆開的。潤滑——用油泵循環式。電動機的傳動係用扁皮帶或三角皮帶作媒介。

附有十字頭導軌的機身及整塊鑄造的氣缸體的加工,是這種型式壓縮機的特徵。這種立式壓縮機的生產量為 $20 \text{公尺}^3/\text{分}$,製造時是成批生產的。

(3) 用機體與插入氣缸套的無十字頭的立式壓縮機

圖 3 為 200 B-10/8 型立式壓縮機。主要規格如下: 生產量—— $10 \text{公尺}^3/\text{分}$; 空氣作壓力——8 個大氣壓; 轉數——720 轉/分; 活塞行程——200 公厘; 第一級氣缸直徑——350 公厘; 第二級——200 公厘。重量——1450 公斤。

主要基本零件係整塊鑄造的盒形機體。就構造來講,該鑄件係單牆的,牆壁上有大直徑的,長度與壁厚相同的孔,作為放置曲軸支座之用; 在另外的孔中又鑄出同中心的凸圈數個,作為鑲氣缸套之用。曲軸連同滾柱軸承及軸承座一起裝配入孔中,隨後調整軸中心線,再加以緊固。此種壓縮機的結構,規定採用模鍛之連桿,活塞銷係滑動型。連桿軸承之潤滑是由曲軸直接傳動的齒輪油泵供油的。氣缸由連桿在曲軸箱內

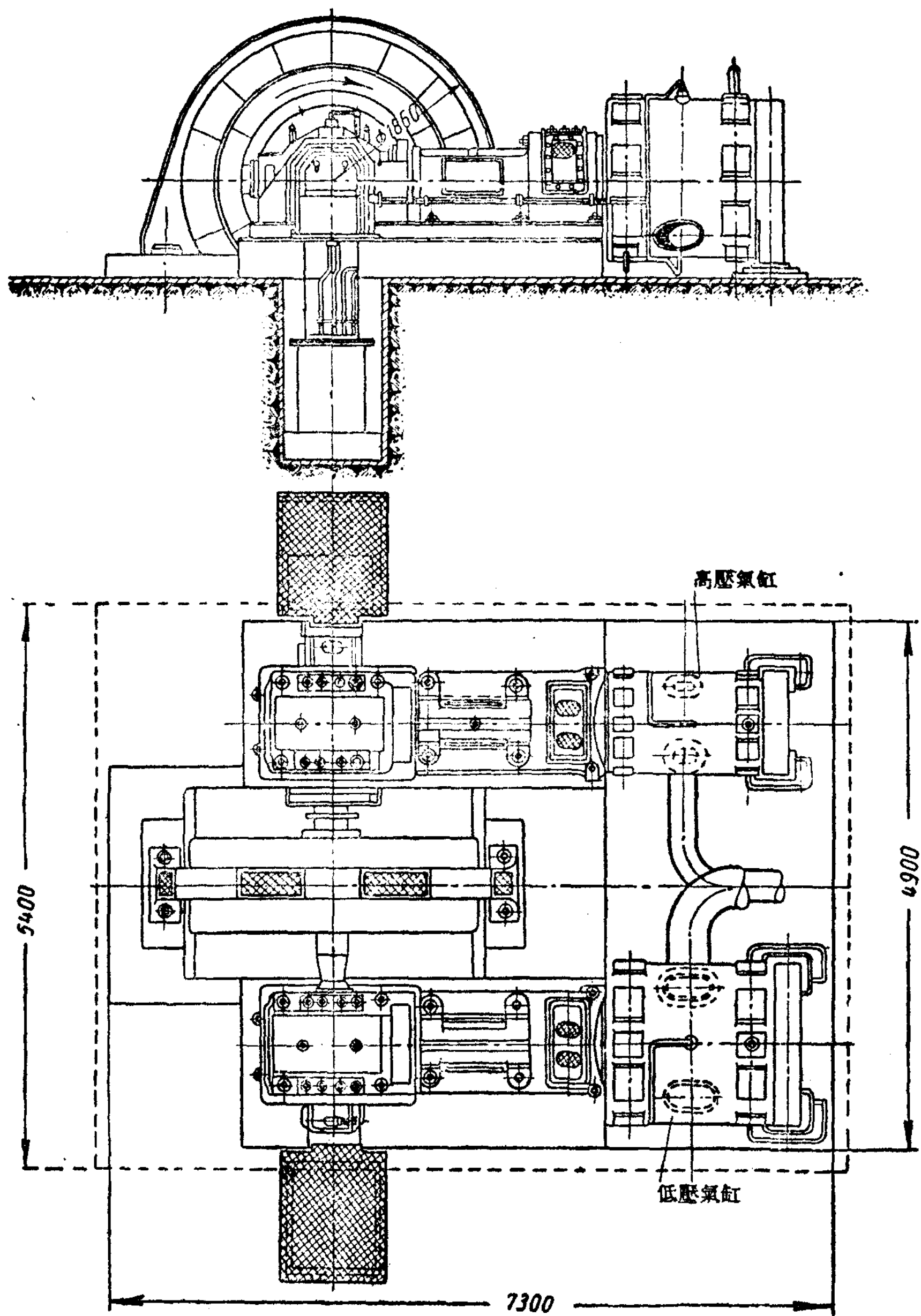


圖1 用叉型機架帶有十字頭的臥式壓縮機

所激濺起的油來潤滑。吸氣及排氣閥均係標準型環片。管形圓柱體之空氣冷却器裝置在機體之側邊。

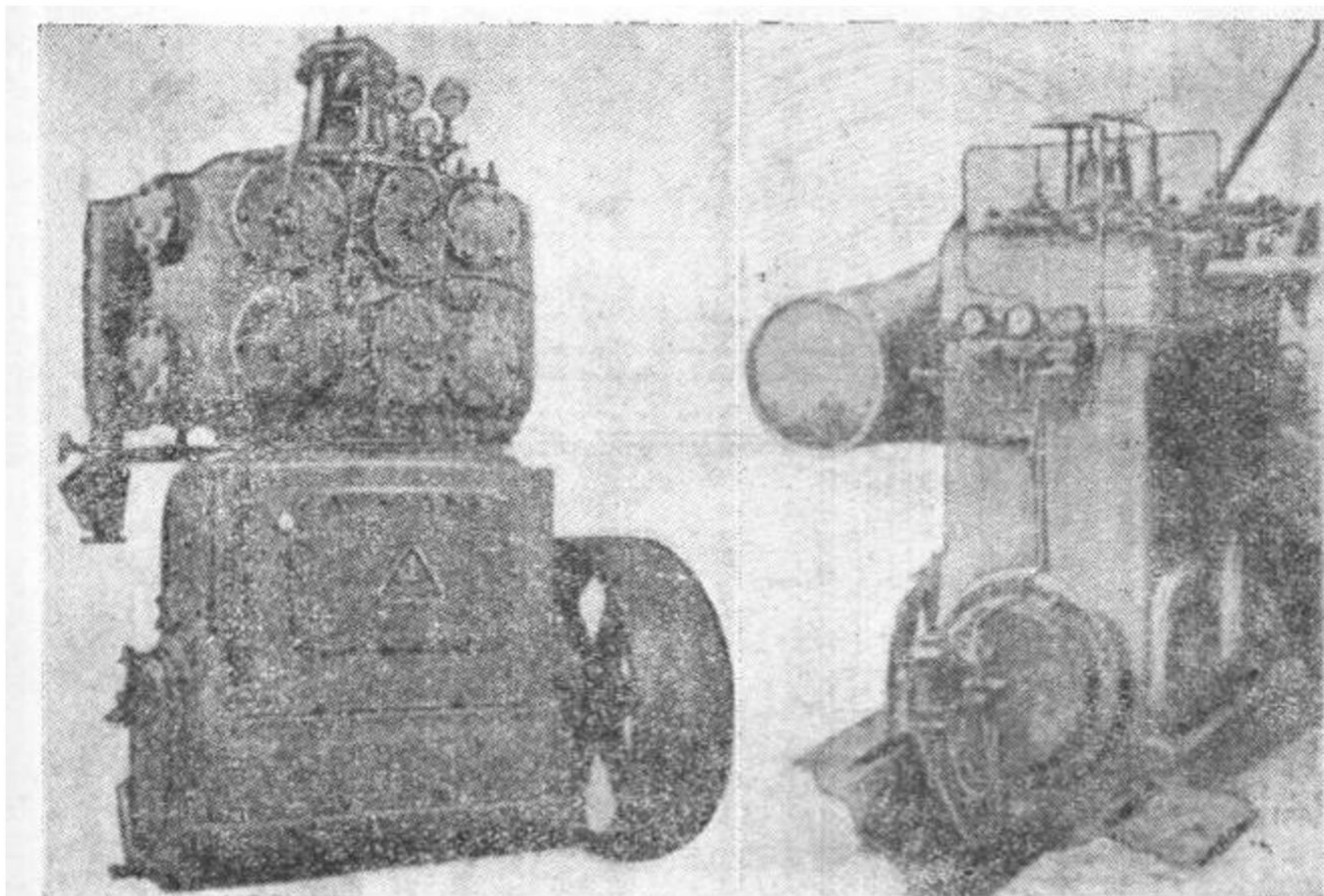


圖 2 2P型立式帶有十字頭的空氣壓縮機

圖 3 200B-10/8型壓縮機

這種型式壓縮機機械加工之顯著特點，是在整塊澆鑄的帶有插入氣缸套之機體的製造方面。這類機器的製造是採用特種及聯動機床，組織了主要零件流水機械加工方法，進行大批生產的。

(4) 有曲軸箱及氣缸體的無十字頭的立式壓縮機

圖 4 所示之 2AB-15 型雙氣缸氨壓縮機，係屬於這種型式之壓縮機。其規格如下：當轉速為 480~720 轉/分時，每小時冷氣生產量為 50~75 標準千卡。氣缸直徑——150 公厘；活塞行程——140 公厘。

2AB-15 型壓縮機有下列幾種構造上之特點：

- 1) 封閉的曲軸箱係在吸入壓力下工作，曲軸箱兩面二個蓋子係作裝配連桿底部大頭之用。
 - 2) 氣缸二隻，鑄成氣缸體狀，每面有吸氣及排氣接口各一。
 - 3) 曲軸有曲拐兩個，互成 180° 角。
 - 4) 工形斷面之模鍛連桿。
 - 5) 活塞為穿通的筒狀活塞，在活塞上有吸氣用的窗口，及滑動式的活塞銷。
 - 6) 閥係自動的片形閥；吸氣閥裝在活塞之頂部，排氣閥裝在氣缸蓋上，用緩衝彈簧頂住。
 - 7) 曲軸的油封用薄膜式（Мембранное уплотнение），且有摩擦金屬圈及封油圈。
- 圖 5 所示之 2ФВ-6.5 型立式雙氣缸氟利安壓縮機，亦可作為這類壓縮機之另一

個例子,但是係小型尺寸的。

這種壓縮機之主要規格如下:氣缸直徑——67.5 公厘;活塞行程——50 公厘;壓縮機軸轉速——600 及 850 轉/分;冷氣生產量每小時為 2800 及 4000 標準卡;根據轉數軸的功率為 1.08 及 1.53 仟瓦。電動機用三角皮帶傳動壓縮機。

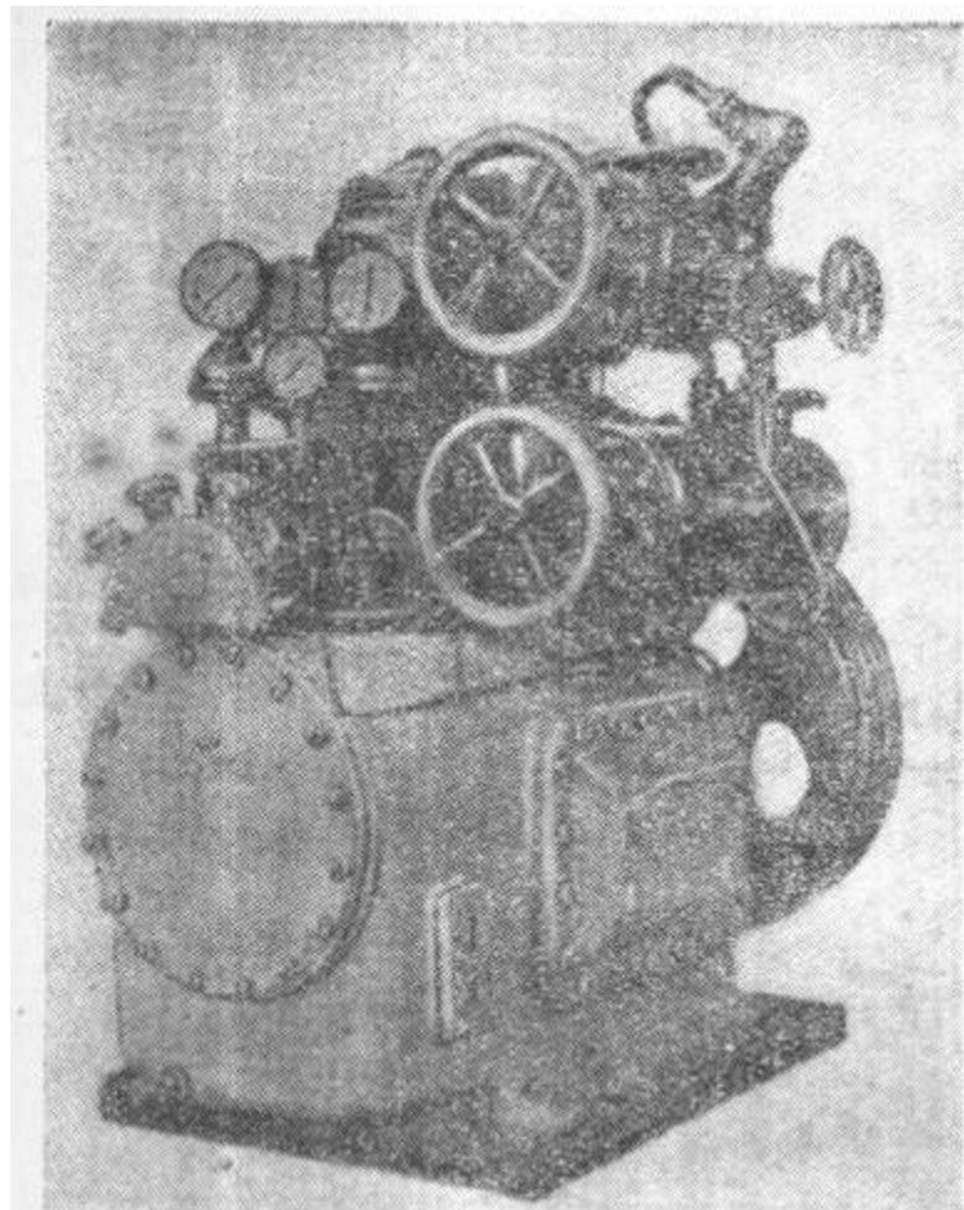


圖 4 2AB-15型氨壓縮機

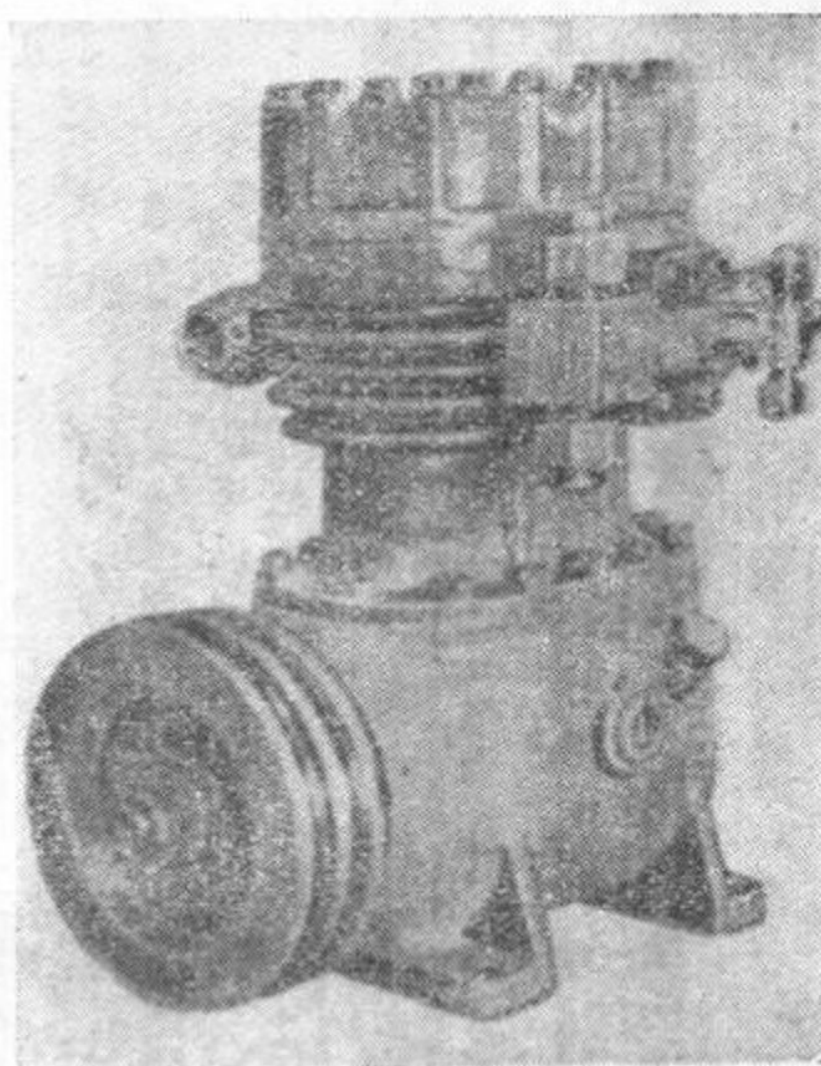


圖 5 2ΦB-6.5型立式壓縮機

2ΦB-6.5 型壓縮機用封閉式鑄鐵曲軸箱,該箱在吸入壓力下工作。這種壓縮機之氣缸,鑄成整個氣缸體式,上部鑄有空氣冷却式散熱片,並有管接頭二個,一個作吸氣用,一個作排氣用。壓縮機的軸用 45 號鋼模鍛製成,該軸係雙支座之雙曲拐軸,曲拐二個互成 180° 角。後主軸承用滾珠軸承,前面的用滾柱軸承。連桿用 40 號鋼模鍛製造;其斷面為工字形,連桿上部的小頭是不可分離的,下部的大頭是可以分離的,在小頭中有壓入的青銅襯套,大頭中有澆鑄的巴氏合金。活塞用鋁合金製成筒狀,頂部並不穿通;活塞銷是滑動式的,活塞上有二個活塞環及一個油環。吸氣閥及排氣閥係帶片自動式的,閥片材料用 Y10A 鋼。

曲軸的油封用隙封式 (Сильфонное уплотнение),並帶有摩擦金屬圈。曲拐-連桿機構及氣缸可用激濺法散佈的油來潤滑。

在 2ΦB-6.5 型壓縮機構造上,連桿-活塞組(即連桿、活塞、活塞銷、活塞圈)均採用‘莫斯科’牌小型汽車發動機的構造方式。

(5) 直角式壓縮機

圖 6 係直角式空氣壓縮機。有縱向和橫向位置的氣缸各一隻,這種壓縮機外國製造廠有十種類型:生產量由 11.5 至 94 公尺³/分,壓力為 7 個大氣壓。轉數有三種等級,

300, 375 及 500。第一級氣缸的尺寸自 298 至 900 公厘，第二級氣缸的尺寸自 203 至 368 公厘。

這種壓縮機採用單曲拐曲軸，支點之間距離不大。

這種壓縮機上附有能量調整器數個，該項調整器係根據變動電壓而工作，支座軸承採用雙行自定平位輻射滾柱軸承。這種型式壓縮機的特徵，是在帶有二個十字頭的直角式機架的加工。

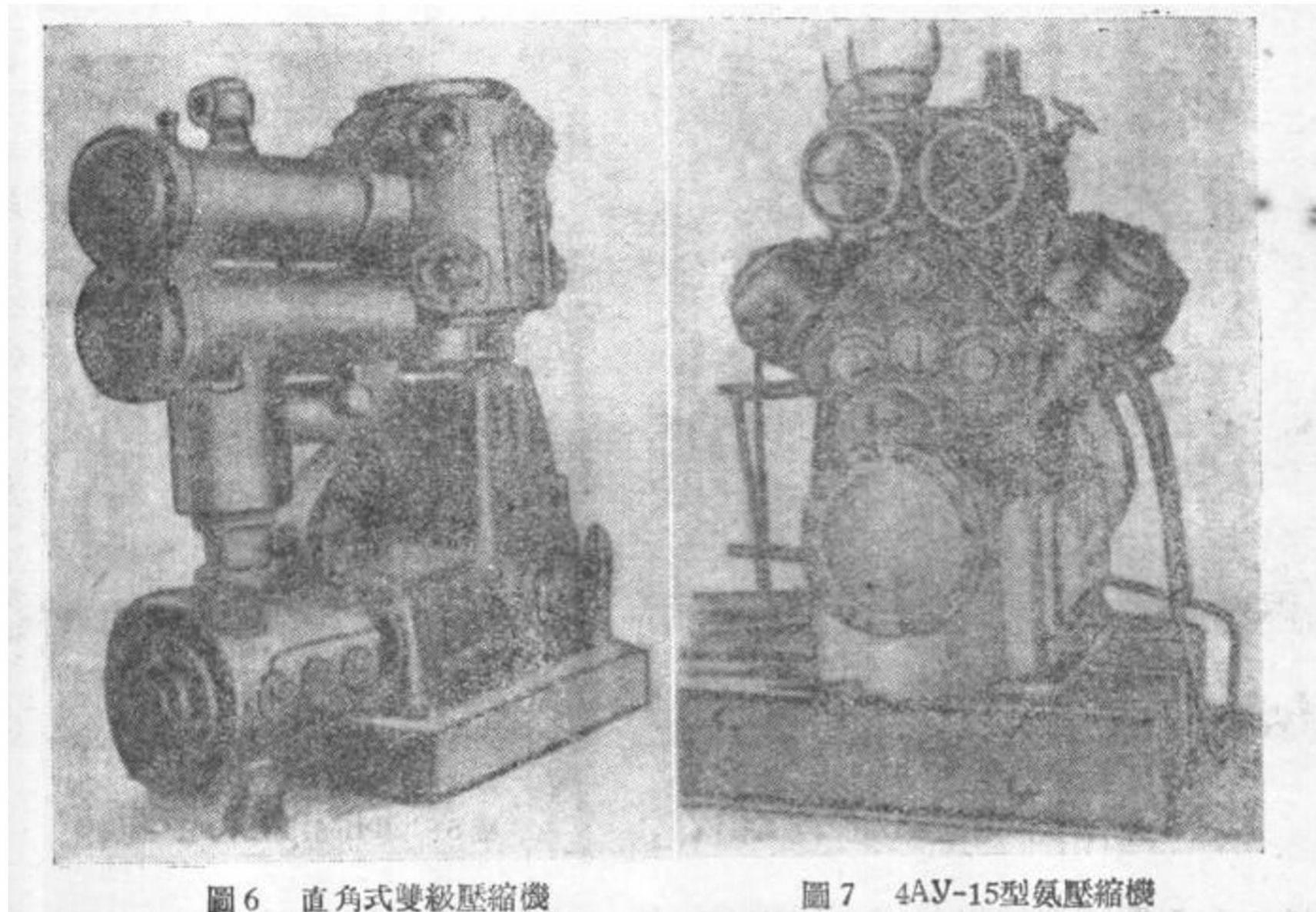


圖 6 直角式雙級壓縮機

圖 7 4AY-15 型氨壓縮機

在蘇聯的工廠中，馬達壓縮機的生產，採用了這種直角型的機器，垂直的氣缸是高壓的，水平的氣缸是低壓的。

(6) 有曲軸箱及氣缸體的 V 形壓縮機

圖 7 係 4AY-15 型單級氨壓縮機，其規範如下：

轉數為 480~720 轉/分時，每小時冷氣生產量為 100~150 標準仟卡；氣缸直徑——150 公厘；活塞行程——140 公厘。這種壓縮機的氣缸鑄成二個體，每一個體中有二個氣缸。鑄鐵曲軸箱在吸入壓力下工作，被垂直的隔板隔成二部——曲拐部分及潤滑機構部分。曲軸上有互相配置成 180° 角之曲拐兩個。軸之主軸承是滾柱形的。活塞是筒形直流式的，活塞上有四個活塞環及一個油環。工字形斷面的連桿用模鍛製造，連桿下部的大頭有可拆開的軸承蓋，上部的小頭是整個的。在下部的大頭內置有澆鑄了巴氏合金的鋼軸瓦，在上部的小頭內裝有壓入的青銅襯套。閥係環片形自動式的。吸入閥裝在活塞的頂部，排出閥裝在氣缸的內蓋上。曲軸的油封用薄膜式，並帶有摩擦金屬圈及封油圈。

4AY-15 型壓縮機是具有同樣氣缸、活塞及連桿的氨壓縮機機組中的基本機器。

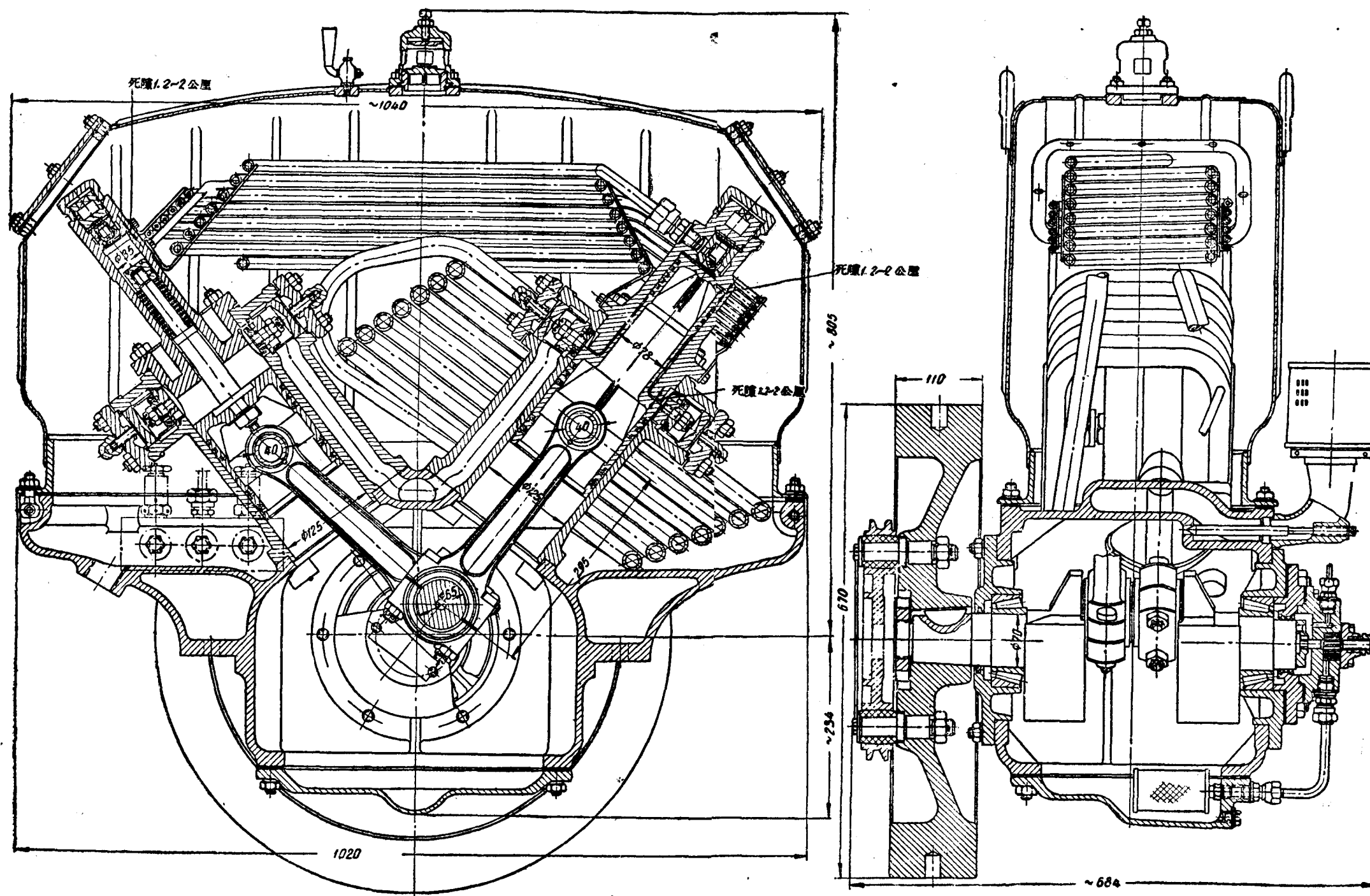


圖 8 1BV 高壓縮機

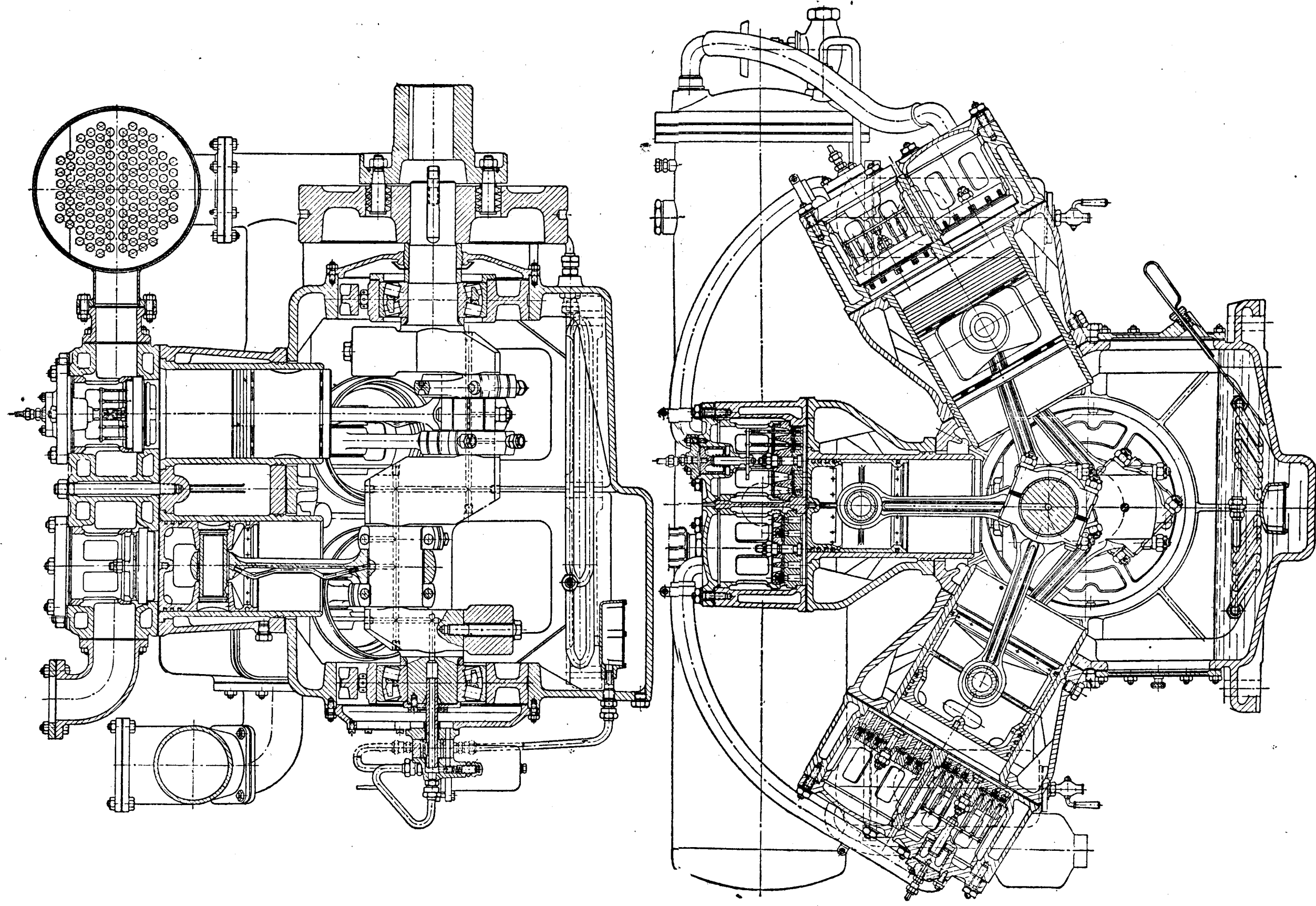


圖13 160B-20/8型空氣壓縮機的橫截面和縱截面圖

變更這類壓縮機的轉數及氣缸個數可得二種類型尺寸的壓縮機，生產量由 50 至 150 標準仟卡/時。這類壓縮機的零件大都有共同相似之處（如連桿、活塞、活塞環、氣缸閥、油泵、油封及其他配件）因此這些零件可以組成大批生產。

(7) 用差動活塞的 V 形壓縮機

（圖 8，見 13 頁）生產量 $50 \text{ 公尺}^3/\text{分}$ ，壓力 150 大氣壓、三級壓縮、水冷式 1BY 型空氣壓縮機，可以作為這類壓縮機的例子。四個組合的氣缸配置成 V 字形：在第一線上是第一級及第二級的二個氣缸，在第二線上是第一級及第三級的二個氣缸，因此，用二個差動活塞來實現三級壓縮作用。

第一、二、三級氣缸之直徑相應地為 125、78、35 公厘；活塞行程——100 公厘；壓縮機轉數——600 轉/分。

這種壓縮機的曲軸上有一個為二根連桿合用的加長的曲拐頸，曲軸支持在曲軸箱前後蓋內的二個錐形滾柱軸承上。

1BY 型係移動式壓縮機，裝於雙軸拖車上，用 ГАЗ-MM 汽油發動機通過減速器帶動。

這種型式壓縮機的特徵是在構造複雜的曲軸箱的加工，及多級式（差動）活塞的加工。

(8) W 形壓縮機

圖 9 所示係 160B-20/8W 型壓縮機。

該機主要規範如下：生產量—— $20 \text{ 公尺}^3/\text{分}$ ；空氣工作壓力——8 大氣壓；轉數——720 轉/分；第一級氣缸數量——4 個，直徑 270 公厘；第二級氣缸數量——二個，直徑 200 公厘；活塞行程——160 公厘；壓縮機軸所需功率——140 仟瓦；壓縮機重量（不連電動機）——2800 公斤。

160B-20/8 型壓縮機在構造上是一種三排成對的氣缸互相配置成 60° 角，單動式

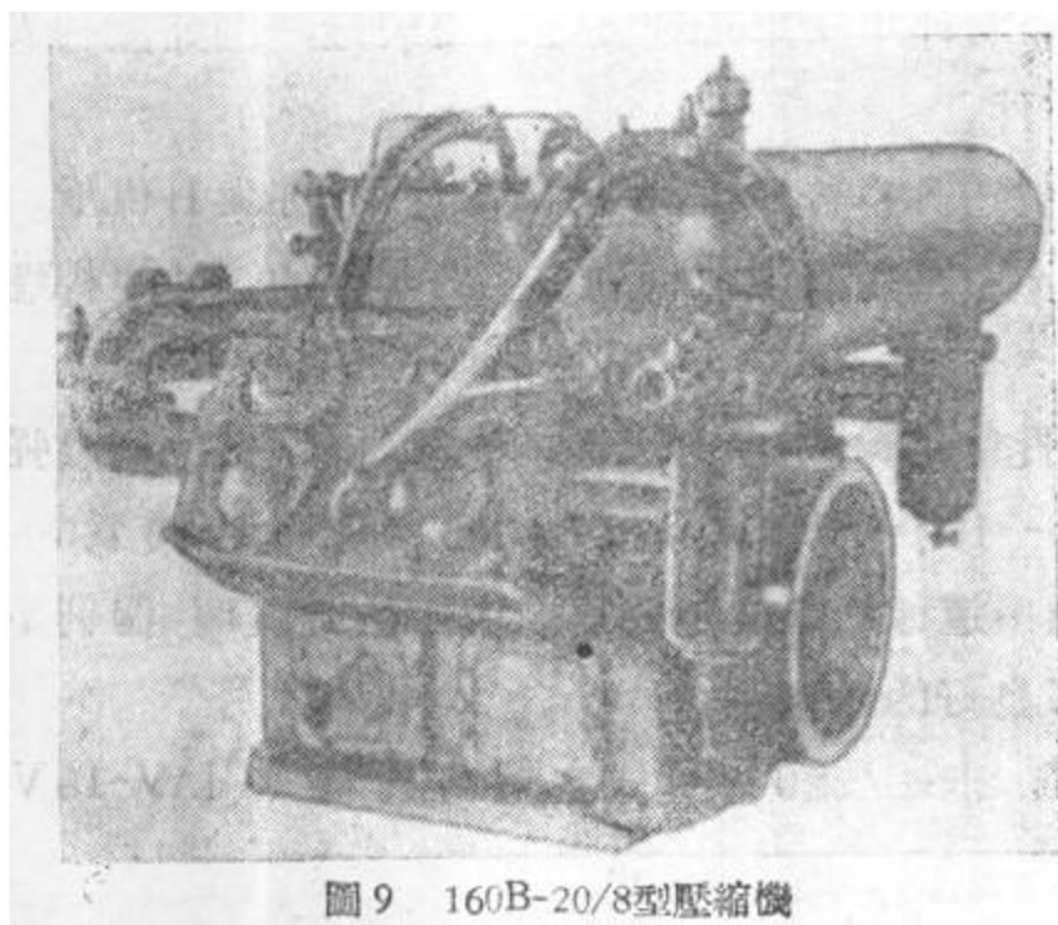


圖 9 160B-20/8 型壓縮機

雙級六缸的機器。這種壓縮機的主要基本零件是結構牢固的鑄鐵曲軸箱，箱上裝着所有其他的組件。曲軸箱水平向的孔中，裝置着一個雙曲拐的軸，該軸在二個自定平位輻射滾柱軸承中旋轉的，軸承裝置在特種支座內。

在軸的各曲拐頸上裝置着第一級上二根連桿的大頭，及第二級上一根連桿的大頭。各氣缸體均裝置在曲軸箱之上部，並用雙頭螺栓旋

緊，第二級氣缸體的裝配位置是垂直的，二個第一級氣缸體的裝配位置是傾斜的，與壓縮機之垂直中心線成 60° 角。

各氣缸體上裝有一閥室，每個閥室內有吸氣閥二個及排氣閥二個。

所有的閥均係環片形自動式的。閥室與中間冷却器之間用管子相連接。

圖 13 係 160 B-20/8 型壓縮機的縱、橫向截面圖。

W形壓縮機除有上述的在曲軸箱上另加氣缸體的形式外，另有一種型式，其機體係整塊鑄造，機體中鑲有氣缸套。

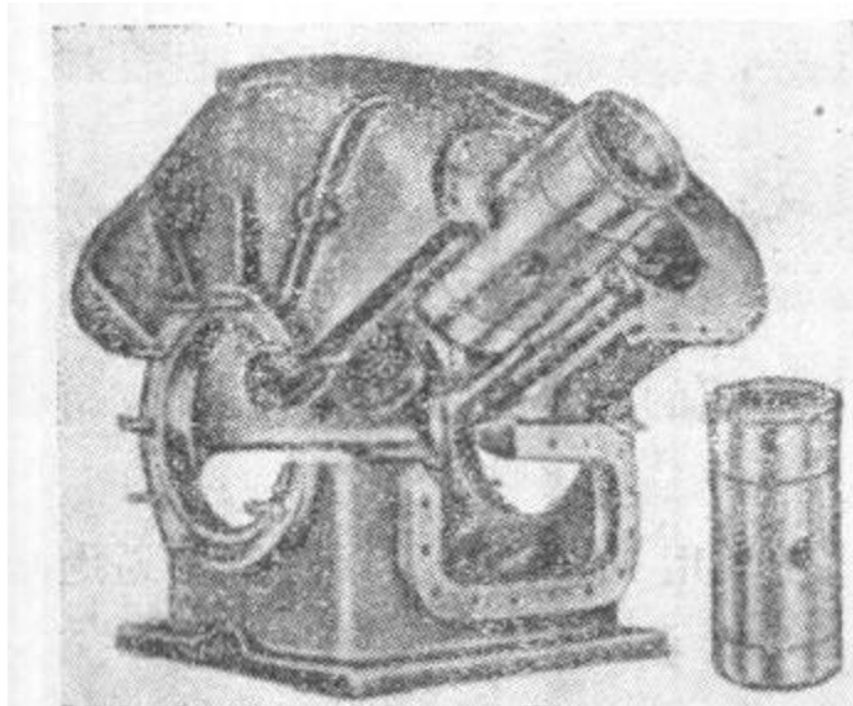


圖10 六氣缸W形壓縮機機體

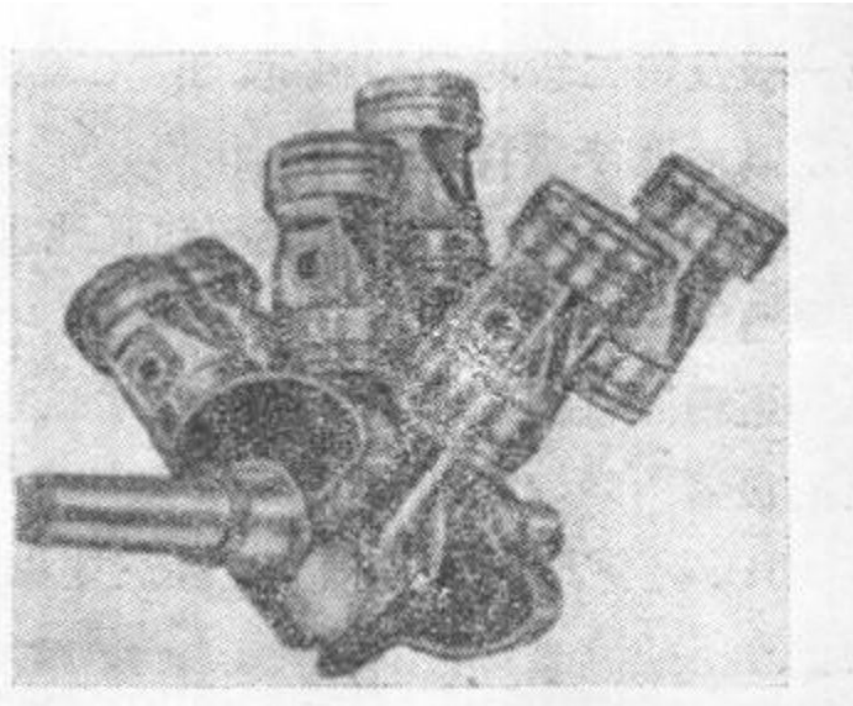


圖11 W形壓縮機的運動機構

圖 10 表示這種構造之六氣缸壓縮機的機體外貌。

圖 11 係W形壓縮機的運動機構。曲軸的二個曲拐互相配置成 180° 角，各曲拐頸上平行地裝置着三個連桿。

2 壓縮機的生產特徵

製造壓縮機有下列各項特徵：有多種不同的構造形式；曲拐-連桿機構、氣缸組及其他組上各種零件的表面加工要求高級的準確度和高級的光潔度；及各種不同的生產規模。

空氣壓縮機之大零件（機身、曲軸箱、機架、氣缸）是用普通灰生鐵鑄造的。如按工作條件要求用密度高的材料，則重要的零件須採用特種合金鑄鐵製造，例如氟利安冷氣壓縮機上的氣缸、曲軸箱及其他零件。

由於近年來氟利安冷氣壓縮機的製造日益普遍，合金鑄鐵的應用，亦與日俱增。

合金鋼及高級合金鋼在壓縮機製造中是用來製造特別重要的零件的，如：連桿螺栓、活塞銷、閥片及其他各種零件。

高强度鑄鐵是製造壓縮機零件的貴重材料，它具有很高的機械性能（抗拉極限強度 $40\sim 65$ 公斤/公厘²；抗彎極限強度 $60\sim 130$ 公斤/公厘²；在 $l=300$ 公厘時，撓度為 $5\sim 7$ 公厘）。伏龍芝工廠自 1950 年以來應用這種材料製造閥座及閥上的彈簧座，個別型類的高壓氣缸及其他各種零件，得到了良好的效果。

下面表 1 係壓力高至 220 大氣壓的 2P-3/220 型立式空氣壓縮機和 4AY-15V 型氮壓縮機的主要材料消耗定額對比。