

HUAGONG SHEBEI JIANXIU GONGYI

化工设备检修工艺

下 册

A.Я. 沙皮罗 著

刘 建 勋 译

中国工业出版社

本書闡述化工机械和設備检修工艺的基本問題。

書中着重介紹了检修标准机器：压缩机、泵、离心机、过滤器、粉碎机、破碎机、轉鼓炉、炼胶机、压延机、攪拌机和压机等磨損零件的修复工艺和装配及檢驗方法。单独討論了容器式化工設備和管式化工設備的检修、試驗等問題。

本書为化学、冶金、造紙、食品和制葯工业工作人員的工作指南，也可以作为工业大学和中等技术学校机械系学生的参考書。

本書最后由北京化工学院刘学义同志作了技术校訂。

А. Я. ШАПИРО
ТЕХНОЛОГИЯ
РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ
ГОСХИМИЗДАТ ЛЕНИНГРАД 1958

• • •
化工設備检修工艺

下 册

刘 建 勋 譯

*
中国工业出版社出版（北京东黄城根路10号）

（北京市書刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华書店經售

*
开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $6^{7/8}$ ·字数179,000

1962年1月北京第一版·1962年1月北京第一次印刷

印数0001—4,720·定价（10—7）1.10元

*
統一書号：15165·177（化工—8）

81.18

233

: 2

下 册 目 录

第二篇 化工机械及设备的检修

第五章 压缩机的检修	5
活塞压缩机的检修	5
迴轉压缩机和真空泵的检修	28
水环式机器的检修	35
第六章 离心式机器的检修	45
离心泵的检修	45
送风机的检修	54
离心式鼓风机和压缩机的检修	62
离心机的检修	68
第七章 轉筒式机器的检修	78
概論	78
轉筒过滤机和圆盘过滤机的检修	79
球磨机的检修	84
迴轉炉和轉筒干燥器的检修	96
第八章 破碎机的检修	107
概論	107
顎式破碎机的检修	107
鏈式破碎机的检修	114
第九章 塑性材料加工机器的检修	119
液压机的检修	119
混合机、压炼机和压延机的检修	134
螺杆式机器的检修	151
第十章 减速机和传动机头的检修	155
第十一章 化工设备的检修	171
设备检修的基本任务	171
检修前的准备、清理和故障	174
容器式焊制设备的整体损伤和变形的检修	185
鑄制设备的检修	188
容器式设备的試驗	192

管式设备（热交换器等）的检修.....	193
精馏塔的检修.....	202
鍋和釜的检修.....	207
参考文献.....	218

81.18

233

: 2

下 册 目 录

第二篇 化工机械及设备的检修

第五章 压缩机的检修	5
活塞压缩机的检修	5
迴轉压缩机和真空泵的检修	28
水环式机器的检修	35
第六章 离心式机器的检修	45
离心泵的检修	45
送风机的检修	54
离心式鼓风机和压缩机的检修	62
离心机的检修	68
第七章 轉筒式机器的检修	78
概論	78
轉筒过滤机和圆盘过滤机的检修	79
球磨机的检修	84
迴轉炉和轉筒干燥器的检修	96
第八章 破碎机的检修	107
概論	107
顎式破碎机的检修	107
鏈式破碎机的检修	114
第九章 塑性材料加工机器的检修	119
液压机的检修	119
混合机、压炼机和压延机的检修	134
螺杆式机器的检修	151
第十章 减速机和传动机头的检修	155
第十一章 化工设备的检修	171
设备检修的基本任务	171
检修前的准备、清理和故障处理	174
容器式焊制设备的整体损伤和变形的检修	185
鑄制设备的检修	188
容器式设备的試驗	192

管式设备（热交换器等）的检修.....	193
精馏塔的检修.....	202
鍋和釜的检修.....	207
参考文献.....	218

第二篇 化工机械及设备的检修

第五章 压缩机的检修

活塞压缩机的检修

活塞压缩机是复杂的难检修的机器。工作机构的往复运动一般借连杆-曲柄机构完成，这样的运动造成了连杆螺栓、阀片及其他零件的疲劳损伤逐渐增长的先决条件，并引起气缸的鼓肚形磨损、活塞销和十字头销子等的椭圆变形，因此，检修和检验的工作量比检修高速均衡离心式和迴转式压缩机大。

采用很广的压缩机结构，大部分都是由图94中所示基本部件组成的。

在压缩机的操作过程中，压缩机的许多基本零件不断被磨损。主轴承轴瓦的孔在磨损的地方成为椭圆形，连杆头的轴瓦磨损得更厉害。

主轴颈和曲柄颈磨损和失去正确的几何形状是曲柄的典型损伤。如果不按时停车检修，由于

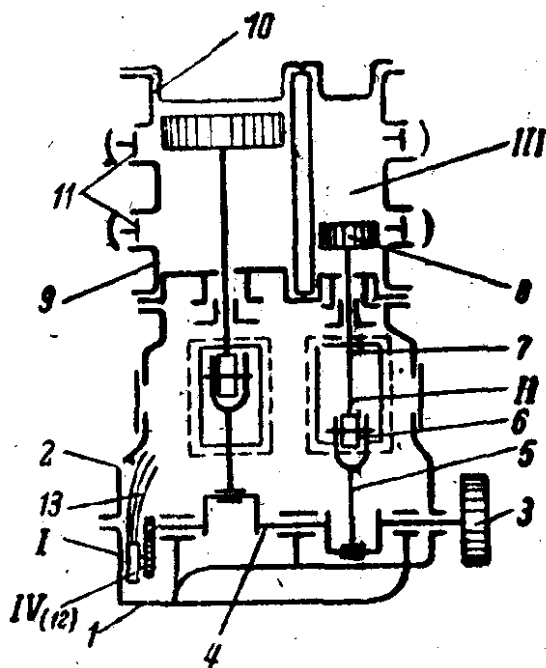


图 94 2P—20/8双段空气
压缩机简图

I—曲轴箱-机身(1—2)；
II—运动件(飞轮3、曲轴4、
连杆5、十字头6、活塞杆7
和活塞8)；III—缸体，带缸
盖和阀门的分部件(9、10、
11)；IV—润滑系统，包括油
泵12、油管13

連結零件磨損太大，機器內便產生撞擊聲，並且形成裂紋（主要是在軸頸與曲柄頰相接點）。

連杆螺栓把連杆頭和瓦蓋連接起來，它在循環變向載荷的作用下逐漸被拉長^①。連杆除了連杆頭上的軸瓦磨損以外，它還受到彎曲和扭曲作用，因此其軸線的直線性常被破壞。

十字頭的滑板和機身的平行導軌在變化載荷下也被磨損。

活塞杆通過填函密封的地方磨損，並在活塞力的作用下變彎（圖95），同時填函的導向環及填料也被磨損。

活塞環則是貼氣缸鏡面的側

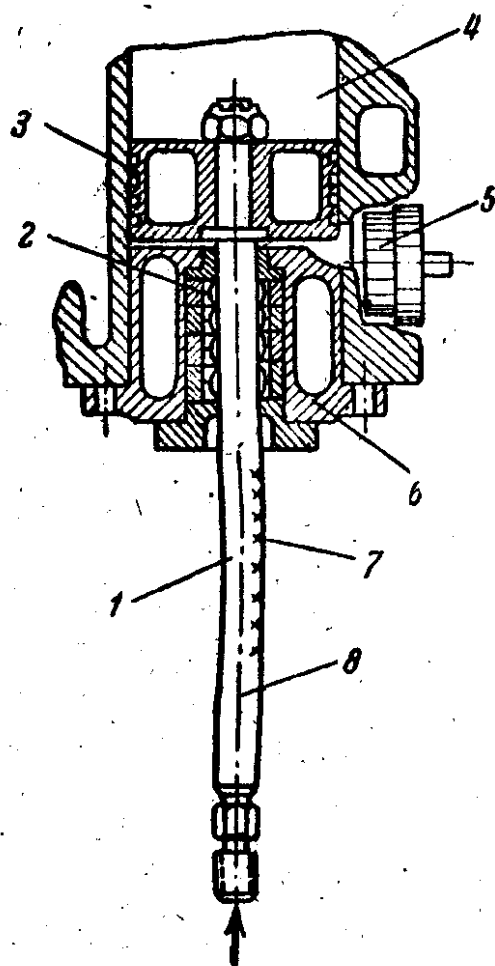


圖 95 活塞杆的彎曲和磨損
1—縱向彎曲；2—填函；3—活塞；
4—氣缸；5—閥門；6—缸蓋；7—
彎活塞杆被填函磨損的地方；8—活
塞杆

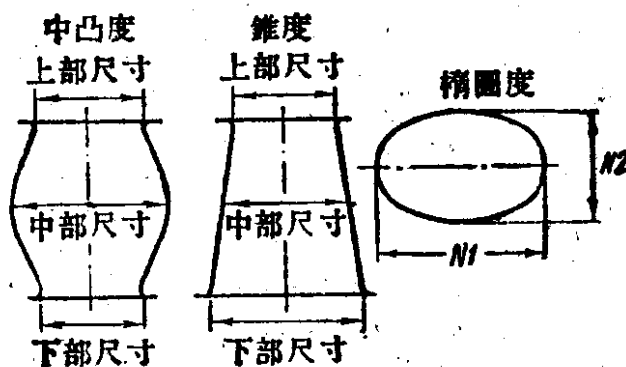


圖 96 氣缸因磨損造成的典型變形

表面以及貼活塞環槽壁的端面磨損，最后是失去其一部分彈性，不能再將活塞封嚴。

活塞的損傷程度根據活塞環槽的損壞情況來判明，有時候根

① 使用中的連杆螺栓，其最大允許相對伸長不應超過0.2%。不管螺栓的情況如何，它的最大使用壽命只限於 $\frac{9 \cdot 10^6}{n}$ 小時（式中 n ——軸每分鐘的轉數）。

据活塞杆孔的损伤情况来判明。

气缸由于活塞环的研磨及由于在高压压缩温度下表面的腐蚀，逐渐被磨损，并失去本身正确的圆柱形（图96）。

阀片和弹簧是阀门装置中最易损坏的零件，由于阀门在工作中受的是动力载荷，所以它们在操作过程中常常失去本身的弹性和损坏。

在中間冷却器及气缸体水夹套的换热面上会逐渐形成一层污垢，它使工作能力降低，此外，由于温度补偿不够，使管子在管板中的固定逐渐松动。

所有这一些，还远沒有把压缩机在正常运转中其最重要零件的所有损伤完全包括进去。根据使用寿命，这些零件可以分为以下三类：

I. 易损坏的可更换零件：阀片、阀门弹簧、填函环或填料、活塞环。

II. 使用较长时期才损坏的零件：连杆螺栓（可更换），十字头销子（可更换），连杆的轴瓦（可更换或修复），主轴承的轴瓦（可修复）。

III. 使用寿命长的零件（不可更换的零件）：曲轴（可修复），连杆（可修复）^①，活塞杆（可修复），十字头滑板（可修复），机身的平行导轨（可修复），气缸（可作检修加工），活塞（可作检修加工）。

根据这三类磨损零件的使用寿命，规定压缩机的检修主要分为三级。

小修（前译为日常检修） 根据压力比、压缩气体性质及其侵蚀性、污染性等每工作700~1500小时后进行一次。

这一级检修主要是更换第一类零件，以及少量的加工并调整

① 连杆是压缩机中特别重要的零件，所以其使用寿命的限制可以与实际情况无关。高压压缩机连杆，其使用寿命为 $\frac{25 \cdot 10^6}{n}$ 小时（式中 n ——轴每分钟的转数）。

(“对口調整”) ① 第二类零件。更換和調整工作所需的拆卸、裝配和檢驗工作量很大，因此，根據機器的尺寸，需停車 1~2 晝夜。2P—20/8 壓縮機的小修勞動量為 50~80 工時，較大型的壓縮機高達 100~120 工時。

在某些化工企業中，第一級檢修又分為：1 號小修或檢查（每 500 小時進行一次），2 號小修（每 750~1000 小時進行一次），3 號小修（每 1500~2000 小時進行一次）。

中修 每 3000~5000 工時進行一次。除更換第一類零件以外，還更換或修復第二類零件（例如，連杆螺栓和十字頭銷子、軸瓦），有時候還加工一部分第三類零件。標準停車時間達 3~6 晝夜，勞動量為 200~300 工時。

大修 每 18000~30000 工時進行一次，包括把機器全部拆開，更換和修復第一、二、三類零件，此時的工作不僅應保證結合處的公隙和公盈，同時應尽可能恢復基本零件的公稱尺寸。

大修的停車時間從 8 晝夜到 15 晝夜，取決於機器的結構及尺寸，勞動量為 300~600 工時。

根據上述檢修之間的運轉時間定額，得出壓縮機檢修周期的下列公式：大—小—小—小—中—小—小—小—中—小—小—小—大。

在小修（每工作 300~500 小時後至少進行一次）之間的期間內，應進行檢查，這時的拆卸工作只限於取下機身觀察孔上的蓋子、閥門等密封零件的蓋子，檢查的目的是檢驗部件及零件彼此之間的固定情況及更換潤滑劑。

對於壓縮機來說，除第四章所講的對初步故障檢查的一般要求以外，還必須做出所有氣缸每個腔體的檢修前的示功圖。

在許多情況下，分析示功圖能極明確地確定機器最重要部件（分配閥、活塞環、減速機等）的工作故障的種類。

① 原文“СНЯТИЕ НАТЯГОВ”是指撤去上、下半軸瓦之間對接口的墊片或銑削對接面來使上、下半軸瓦併攏些的方法——譯者注。

作故障检查时，分析多段机器的示功图起着重要的作用；这时除了上述部件的操作特性以外，由示功图还能了解中间冷却器、集油器及管路的故障。所以，在所有大压缩机站都规定得有分析示功图的计划期限，在检修以后也要再作示功图分析。

下面我们介绍活塞压缩机各个最重要零件应用的检修方法。

曲轴。查明轴颈磨损的方法是用千分尺测量每个轴颈的三个横截面中每个截面内的两条垂直直径。用装在机器曲轴箱上的千分表头也可以确定变形。直径为80~120毫米的轴颈，其椭圆度、锥度和中凸度的报废标准^①在0.06~0.07毫米的范围内，这相当于变形大小为轴颈直径的 $\frac{1}{1500}$ ，修理后允许的这种变形不应超过0.03~0.04毫米。

磨损和车削造成的轴颈直径的最大减小限于公称直径的3%。直径已减小到极限的轴颈，可以用敷焊和用压配合或焊接法装上套筒（壳筒）的方法修理。

修好的曲轴还应符合下列要求：

- 1) 主轴颈的脉动不超过每米长0.03~0.05毫米；
- 2) 曲柄颈轴线对曲轴轴线的平行度不应超过每米长0.2毫米；
- 3) 主轴颈和曲柄颈轴线间的距离应相同，精确度为0.5毫米；
- 4) 曲柄颈的偏斜（即不平行度）不应超过活塞行程的 $\frac{1}{10000}$ 。

除了可以用检修加工消除的轴颈的自然表面磨损以外，轴在轴颈、圆根和曲柄颈处也可能遭受整体损伤；这种损伤对于机器的继续使用是危险的。这种损伤可以用熔焊法（第三章介绍的方法）修理。

^① 亦即轴应该进行修理（车削、磨削等）时的变形的绝对大小。

主軸承。軸承的損傷表現為軸瓦的工作面，即載荷表面被磨損，由於這種磨損，軸和軸瓦間的間隙加大。

活塞式壓縮機工作時受動力性載荷，這促使形成裂紋、襯層剝落等這一類的損傷。

在大多數情況下，壓縮機（除小型高速機器以外）都採用滑動軸承，其軸瓦分為兩半，襯層是澆掛上的巴比合金（Б 83、Б 16、Б 10）。

如果發現了軸瓦磨損，但襯層還沒磨漏或剝離，則修理工作只限於恢復最適宜間隙。

磨損深度 i 未超過襯層的公稱厚度 s 的 $\frac{1}{2}$ 時，可以只限於調整——“對口調整”。取去墊在軸瓦結合面間的一部分墊片，便可使軸和軸瓦間的間隙重新達到標準值 a 最適宜。如果襯層磨損很大 ($i \geq \frac{s}{2}$)，只有當在安裝或前一次大修中墊上的一疊墊片的厚度 b (圖 97) 大於 $\frac{s}{2}$ 時，才能用對口調整的方法。

當最初的一迭墊片的厚度 b 小於 $\frac{s}{2}$ 時，可以用對口調整的

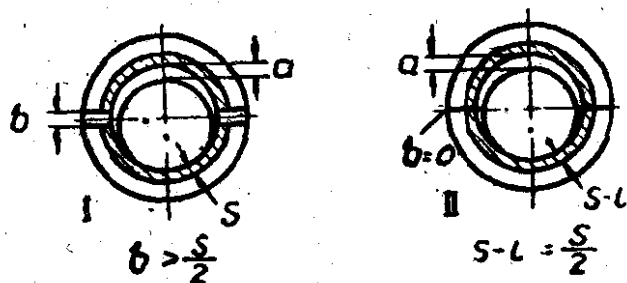


圖 97 用對口調整的方法修理軸承

I — 部件的標準狀態；II — 用對口調整的方法修復部件的最後的情況

方法補償的軸瓦和軸的總磨損深度只限於墊片的實際厚度。必須特別說明，這種修理方法是不完善的，因為對口調整將會使孔變成橢圓，因而使端軸頸的潤滑條件惡化。所以，撤去墊片（或銑削接合面）

的對口調整修理方法只能用於機器的小修。這時候，為了保證曲軸的軸線的直線性及其對曲軸箱支承面或對曲軸箱與機身的結合面的平行性，必須刮削軸瓦。在立式的機器中，由於對口調整後曲軸的軸線降低，使余隙重新分配（在雙動壓縮機中），從而

对生产不利，或者使余隙加大，致使容积效率相应降低（在单动机器中）。所以，用对口调整法修理轴承后，一定要检查余隙并进行调整。

在轴瓦磨损很深的时候，以及在损伤较严重的所有情况下，便要重新浇挂衬层和镗削轴瓦。

为了节省巴比合金并改善轴瓦的使用条件，现在有把轴瓦衬层公称厚度从3~5毫米降低到1~2毫米的趋势，这就迫使我们去寻求防止因轴磨损而要过份加厚衬层的方法。

轴颈直径允许减小3%（经许多次重车以后），这使衬层厚度要相应地加大轴直径的0.015。例如，轴颈直径为80~120毫米时，衬层应加厚1.2~2毫米。所以，熔下了已磨损的衬层以后，最好在轴瓦内面用熔焊或钎焊法焊上衬瓦（图98），以减小其直径。

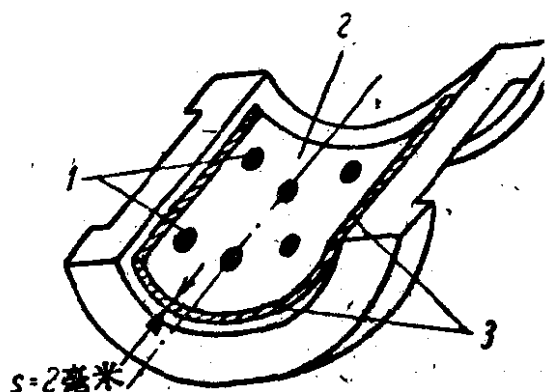


图 98 减小衬层厚度用的衬瓦

1—直径为12~16毫米的点焊；
2—钢衬瓦；3—沿边缝焊

浇挂了衬层的轴瓦，上下两

半装在一起并垫上垫片以后，再进行镗孔。由于前面所說的原因，垫片的总厚度 b 应稍大于巴比合金衬层厚度的一半。轴瓦的孔，在车床上（或用手工具）镗削到直径 d' ，并且：

$$d' = d + a - z$$

式中： d ——轴颈的修理直径（实际直径）；

a ——轴瓦和轴颈间的最适宜间隙，等于轴的直径的0.0010~0.0015；

z ——直径的刮削余量，精密镗孔时为0.1~0.2毫米，一般镗孔时为0.3~0.4毫米。

镗好的轴瓦，按照轴颈或“假轴”进行粗刮（Ⅲ2级）。在部件装配时，再进行调整。

必须指出，在许多情况下，在镗削重新浇挂了衬层的轴承时

(为了正确调整气缸余隙) 必须移动镗孔中心。例如, 在立式的机器中, 如果修理时没有恢复曲轴轴颈的公称直径, 重新浇挂了衬层的轴瓦的镗孔中心应提高:

$$h = \frac{d - d'}{2}$$

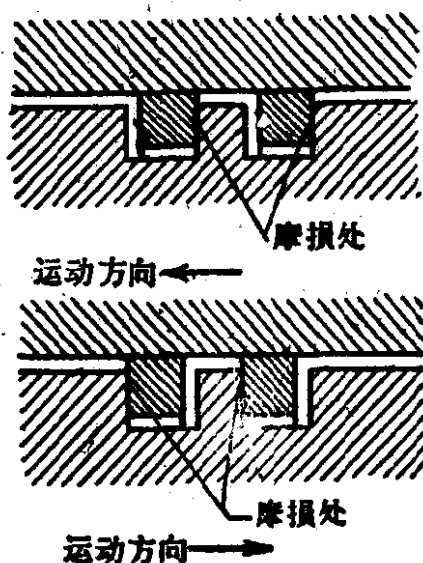
式中: d ——轴颈的公称直径;

d' ——轴颈的实际直径(重新车削以后)。

这种情况下轴承镗孔的划线技术在许多活塞机器检修手册^①中均有介绍。

活塞。活塞主要磨损的部位是活塞环槽的端面(图99)和圆柱形外表面。

磨损造成的活塞环槽的加宽用加大新换上的活塞环的高度的



方法补偿, 这时, 活塞的修理工作即在于消除磨损表面上偶然的擦伤。根据随气缸磨损而加大的活塞与气缸之间的间隙大小, 决定活塞是否报废更换。气缸与活塞之间的公称间隙在 $(0.001 \sim 0.002) D_H$ 的范围内。作为报废根据的极限间隙可以取为公称间隙的2倍, 亦即 $(0.002 \sim 0.004) D_H$ 。

图 99 活塞上的活塞环槽的磨损

由于磨损或变形所造成的超过了 $0.001 D_H$ 的活塞椭圆度也可以作为报废的根据。

在许多情况下, 活塞并无缺损而只根据磨损和镗缸造成的气缸内的极限间隙来更换活塞, 显然是不经济的。有一个工厂采用下述办法在镗缸后已可以不更换活塞。

煤气压缩机的气缸镗孔并磨光到直径平均为207毫米; 活塞

^① Н. Жуков. Практика ремонта корабельных поршневых механизмов. Вoenмаш, 1934, стр. 142.

直径约为 202.5 毫米，亦即它在气缸内形成的间隙已超过了允许值，即等于 $207 - 202.5 = 4.5$ 毫米，或约为 $0.022D_H$ ，而不是 $0.001 \sim 0.002D_H$ 。在这个活塞上的活塞环槽之间再另外车出沟槽（图100），将这些沟槽挂上锡并浇挂上巴比合金 B 83。将这样修补的活塞车光以后，其直径约达到 206.8 毫米，亦即在气缸内将达到标准间隙（0.2毫米），即 $0.001 D_H$ 。

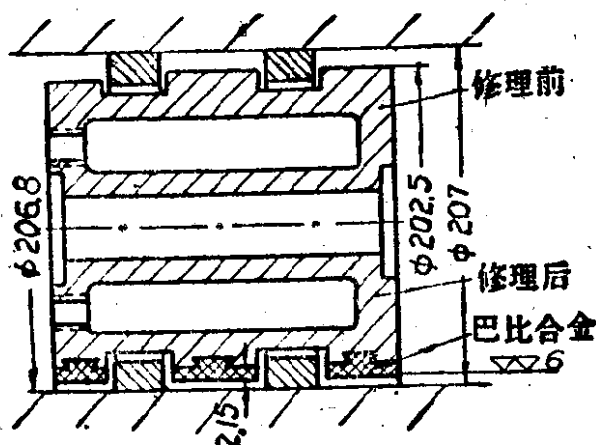


图 100 加巴比合金层修理活塞

活塞环。压缩机的这种零件应该可靠地把气缸腔隔开（在活塞两边）。为了达到这个目的，活塞环侧表面和气缸镜面之间应封严，活塞环端面和与它接触的活塞槽环形平面之间也要封严。

对活塞环的结构和材料提出了一系列要求：

1. 保证活塞沿气缸运动时活塞环紧压在气缸镜面上所需的弹性。

2. 活塞环沿周边均匀地贴合在气缸镜面上，保证标准的压强 ($q \approx 0.5 \sim 1$ 公斤/厘米²)。

3. 活塞环端面应垂直于它的外圆柱面。该端面应与活塞上活塞环槽的端面贴合，有很小的均匀的间隙 ($\frac{A_3}{III_3}$ 配合)。

4. 活塞环内表面和活塞之间有 0.2~0.3 毫米的不变的间隙。

苏联生产的压缩机，采用有简单切口（斜切口或阶梯形切口）的开口活塞环（图101）。

这种活塞环的材料是密致的优质铸铁，例如 CЧ21-40。

活塞环的基本尺寸可在下列范围内近似地选择：

$$\text{径向厚度 } S = \frac{D_H}{20 \sim 30}$$