

泵、压气机及通风机

增訂第二版

斯納敏斯基著

毛善培、严导俭译

机械工业出版社

出版者的話

泵、压气机和通风机广泛地用于許多工業部門之中，而特别是化学工業、食品工業和輕工業。

本書主要介紹的便是广泛用于这些部門之中的一些中小出量的活塞泵、离心泵以及压气机和通风机的作用、構造、裝置和操作的原理。

本書可作为企業部門及設計機構的工程技術人員的实用指南，也可作为工業院校學生的教学参考資料。

苏联 Г. М. Знаменский 著 ‘Насосы, компрессоры, Вентиляторы (Издание второе, дополненное и исправленное)’
(Гостехиздат Украины)

*

*

*

NO. 1696

1958 年 7 月第一版 1958 年 7 月第一版第一次印刷
787×1092 $1/32$ 字数 161 千字 印数 7:11/16 0,001—5,000 册
机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版
机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 1.20 元

目 次

第一版序言	6
第二版序言	7
第一章 泵——一种消耗能量的机器	9
泵在工業中的应用	9
泵的主要工作参变数	10
泵的理論功率消耗	11
泵的实际功率消耗	12
总效率分解为各分效率	12
第二章 活塞泵(往复泵)	14
活塞泵的分类	14
泵供送液体的理論(不計損漏)流量	22
泵在实际上輸出的液体流量	24
曲柄傳动泵的活塞的运动規律	26
活塞泵的出量曲綫圖	29
吸入过程中泵缸內的压力	34
排出过程中泵缸內的压力	41
活塞承受的压力和液体蒸汽的压力	45
泵的極限运轉数	46
管路的敷設規則	47
关于液缸的垂直布置	48
关于活塞行程的大小	49
泵浦安裝的高度	49
空气室的作用理論	51
空气室的配置	57
在泵浦启动时的空气室	59
閥的作用理論	60

1468324

閥上的負荷	64
閥下的出流系数	66
閥的阻力	67
閥的計算程序	69
活塞泵的示功圖	74
直接作用泵（直动泵）	76
活塞泵的零件	81
双作用活塞泵的計算示例	89
关于国产（苏联）的几种活塞泵的介紹	102
活塞泵的安裝和操作	106
对泵浦工作的監督	109
第三章 离心泵	110
离心泵的工作原理及其主要部分	110
工作輪的理論	115
关于叶片的形狀及数目	119
离心泵工作輪的計算	122
导流器	127
螺旋室	129
汽蝕	130
軸向压力	132
比例定律	134
离心泵的压头和出量的近似求法	135
高速率系数或比轉数	136
离心泵的特性曲綫	139
泵特性曲綫与管路特性曲綫的联合表示	143
离心泵的并联工作	144
活塞泵与离心泵的并联工作	145
根据特性曲綫选择离心泵以及泵的調节	146
离心泵主要零件的計算及选定	148
离心泵的安裝及操作的規則	151
离心泵工作中的弊病	154
国产（苏联）泵的規格	155

螺旋泵	166
第四章 应用在工业中输送液体用的其他设备	167
迴轉泵	167
压气升液器	170
鍾式泵	172
水噴流泵 (射流器)	173
噴射泵	173
第五章 压气机	175
热力学中的一些公式	175
往复式 (活塞式) 压气机中的理論压缩过程	176
功率消耗的決定	180
余隙空間 (有害空間)	181
充气度	184
活塞式压气机的輸气量	184
多級压缩	185
余隙空間中压力的平衡	189
配气机构	191
气体儲集器	192
压气机的調节	194
真空泵	195
苏联制造的某些往复式压气机的介紹	196
迴轉式压气机	199
透平式压气机	203
第六章 通風机	205
通風机的分类	205
通風机产生的压力	207
通風机消耗的功率	208
軸流式通風机	208
离心式通風机的構造	211
离心式通風机的作用和計算原理	214
附录	220

泵、压气机及通风机

增訂第二版

斯納敏斯基著

毛善培、严导俭译

机械工业出版社

出版者的話

泵、压气机和通风机广泛地用于許多工業部門之中，而特别是化学工業、食品工業和輕工業。

本書主要介紹的便是广泛用于这些部門之中的一些中小出量的活塞泵、离心泵以及压气机和通风机的作用、構造、裝置和操作的原理。

本書可作为企業部門及設計機構的工程技術人員的实用指南，也可作为工業院校學生的教学参考資料。

苏联 Г. М. Знаменский 著 ‘Насосы, компрессоры, Вентиляторы (Издание второе, дополненное и исправленное)’
(Гостехиздат Украины)

*

*

*

NO. 1696

1958 年 7 月第一版 1958 年 7 月第一版第一次印刷
787×1092 $1/32$ 字数 161 千字 印数 7:11/16 0,001—5,000 册
机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版
机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 1.20 元

目 次

第一版序言	6
第二版序言	7
第一章 泵——一种消耗能量的机器	9
泵在工業中的应用	9
泵的主要工作参变数	10
泵的理論功率消耗	11
泵的实际功率消耗	12
总效率分解为各分效率	12
第二章 活塞泵(往复泵)	14
活塞泵的分类	14
泵供送液体的理論(不計損漏)流量	22
泵在实际上輸出的液体流量	24
曲柄傳动泵的活塞的运动規律	26
活塞泵的出量曲綫圖	29
吸入过程中泵缸內的压力	34
排出过程中泵缸內的压力	41
活塞承受的压力和液体蒸汽的压力	45
泵的極限运轉数	46
管路的敷設規則	47
关于液缸的垂直布置	48
关于活塞行程的大小	49
泵浦安裝的高度	49
空气室的作用理論	51
空气室的配置	57
在泵浦启动时的空气室	59
閥的作用理論	60

1468324

閥上的負荷	64
閥下的出流系数	66
閥的阻力	67
閥的計算程序	69
活塞泵的示功圖	74
直接作用泵（直动泵）	76
活塞泵的零件	81
双作用活塞泵的計算示例	89
关于国产（苏联）的几种活塞泵的介紹	102
活塞泵的安裝和操作	106
对泵浦工作的監督	109
第三章 离心泵	110
离心泵的工作原理及其主要部分	110
工作輪的理論	115
关于叶片的形狀及数目	119
离心泵工作輪的計算	122
导流器	127
螺旋室	129
汽蝕	130
軸向压力	132
比例定律	134
离心泵的压头和出量的近似求法	135
高速率系数或比轉数	136
离心泵的特性曲綫	139
泵特性曲綫与管路特性曲綫的联合表示	143
离心泵的并联工作	144
活塞泵与离心泵的并联工作	145
根据特性曲綫选择离心泵以及泵的調节	146
离心泵主要零件的計算及选定	148
离心泵的安裝及操作的規則	151
离心泵工作中的弊病	154
国产（苏联）泵的規格	155

螺旋泵	166
第四章 应用在工業中輸送液体用的其他設備	167
迴轉泵	167
压气升液器	170
鍾式泵	172
水噴流泵 (射流器)	173
噴射泵	173
第五章 压气机	175
热力学中的一些公式	175
往复式 (活塞式) 压气机中的理論压缩过程	176
功率消耗的决定	180
余隙空間 (有害空間)	181
充气度	184
活塞式压气机的輸气量	184
多級压缩	185
余隙空間中压力的平衡	189
配气机构	191
气体儲集器	192
压气机的調节	194
真空泵	195
苏联制造的某些往复式压气机的介紹	196
迴轉式压气机	199
透平式压气机	203
第六章 通風机	205
通風机的分类	205
通風机产生的压力	207
通風机消耗的功率	208
軸流式通風机	208
离心式通風机的構造	211
离心式通風机的作用和計算原理	214
附录	220

第一版序言

本書旨在供应烏克蘭的若干工業部門，如食品工業、化學工業、輕工業的工厂的工程技術人員作为技術参考之用。此外，本書也可作为与上述工業相应的高等工業学校和專科學校的教本。考虑到在上述的工業部門中，活塞泵迄今还在广泛地应用，著者認為必需詳細地討論这种泵。例如，讀者在本書中可以找到活塞泵的系統計算，这种詳細的計算，据著者所知，在刊物中还不曾有過。

著者認為，在战后烏克蘭工業的恢复和进一步發展期間，本書有助于工程技術人員們比較快而又圓滿地解决有关泵和压气机的安裝与操作的問題。尤其是这些机器在許多工業部門中得到非常广泛的应用。

本書相当詳細地介紹了国产(苏联)的泵和压气机。在斯大林五年計劃的年代里，我們的机器制造事業在泵和压气机的設計和制造方面得到了巨大的成就。这种情况在本書中也反映出来了。

本書因限于篇幅，当然不可能对有关泵的作用理論和操作實踐，全面而詳尽的加以闡明。讀者可以从本書書末所列的文献中得到更多的知識。

著者对烏克蘭科学院通訊院士 苏霍梅尔(Г. И. Сухомел)教授給予本書的指示及精心的校閱表示感謝。

著 者

一九四七年一月

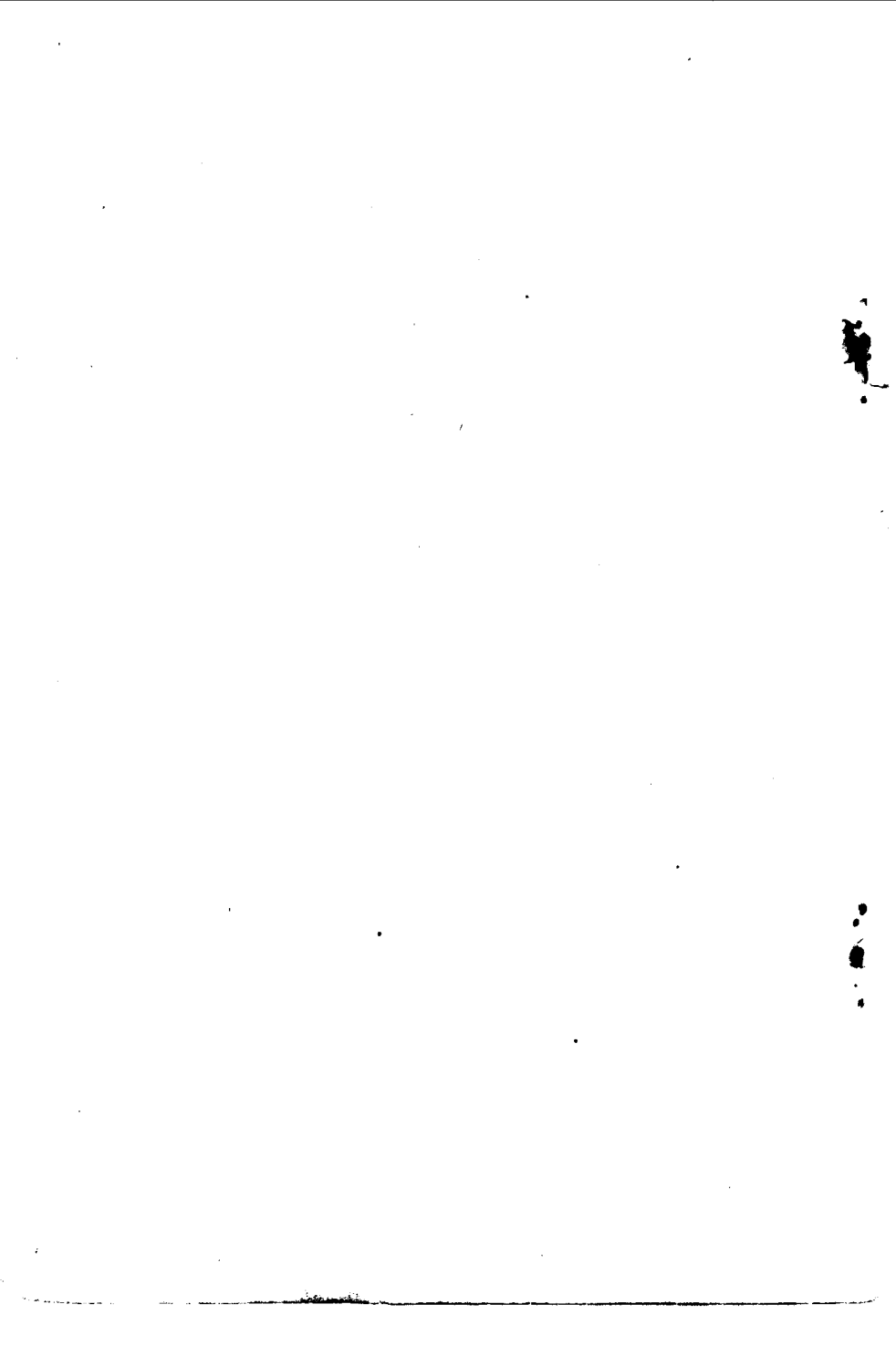
第二版序言

“泵和压气机”的第一版很快地售完了。这说明，读者对本书感到了兴趣，并且想必在工业以及高等和中等专业学校培养人材方面获得了一定的成效。

第二版有相当大的改进。其中关于离心式泵和通风机的篇幅增加了，对于国产（苏联）的泵和压气机，也罗列了一些比较全面的数据。全书重经审订，并在编辑上亦有所改进。

预料本书的第二版将要为工程技术人员、学生和教师们广泛地采用。

著 者



第一章 泵——一种消耗能量的机器

泵在工業中的应用

泵是一种輸送液体的机器。但是它不同于所謂戽斗机的地方是：戽斗机通常在大气压下輸送液体，而泵則是在高于大气压力下輸送液体。

目前，各种構造的泵（活塞式，离心式，迴轉式等）在工業上得到了广泛的应用。在沿管路輸送液体的时候，必須要使液体具有压头，以便把液体輸送到一定的高度和克服管路中的液体阻力，而在某些情况下还要克服管路兩端的压力差；要达到这一目的，便要采用泵。当傳給液体以必要的压头时，泵便消耗来自某种原动机的能量，而作出一定的功。因此，泵是一种消耗能量的机器，而其中部分的能量則傳遞給輸送的液体。在生产过程中，原材料、中間产品及成品都屬於液体的各种企業中，泵所起的作用特別大。当在工厂中輸送液体时，工厂中的泵就应当保証工厂的机械不間断地工作，同时还要使得泵所消耗的能量为最經濟。例如在近代制糖工厂中，往往就有三十多部以上的泵在工作，这些泵是消耗机械能和电能最多的机器。因此，在制糖工厂中，泵的工作在輸出量和節約能量消耗方面有着格外重要的意义。实践证明：如果考虑到每个个别情况的工作条件正确地選擇泵的型号，遵守泵的安裝規則，正常地保养和修理，就可以使得泵不間断地、正常地工作。在化学工業、食品工業以及某些其他的工業部門中，泵輸送

着具有完全不同的物理性質，化學性質和各種溫度的液體。有時這些液體還含有大量的固體物質。這些情況勢必使得泵的選擇和操作問題複雜化起來，但是，這些問題已經全部被解決了。

泵的主要工作參變數

選擇泵時，首先必須確定它的主要工作參變數，即：出量，計示壓力和功率的消耗。

泵在單位時間內所輸出的液體體積稱為泵的出量。通常出量都用字母 Q 來表示，而以公尺³/秒，公尺³/分或公尺³/小時，或公升/秒作為單位。以下我們採用公尺³/秒為 Q 的單位。

如果已知泵在單位時間內輸出的液體的重量 G 公斤/秒，則其單位時間內輸出的液體體積出量可按下式計算：

$$Q = \frac{G}{\gamma} \text{公尺}^3/\text{秒}, \quad (1)$$

式中 γ —— 每 1 公尺³ 液體的重量(公斤)。

泵浦升高液體克服管路中的液體阻力和管路兩端的壓力差的壓頭稱為計示壓頭(表壓力)。圖 1 所示為泵的裝置圖。泵 A 將液體自容器 1 輸送到容器 2。其時，泵提升液體的高度 $H_1 = Z_1 + Z_2$ ，需克服的高低兩容器間的壓力差為 $\frac{p_2 - p_1}{\gamma}$ ，吸入管 l_1 中的液體阻力為 $\Sigma h'_{w1}$ ，排出管 l_2 中的液體阻力為 $\Sigma h'_{w2}$ ，因此，泵產生的計示壓力頭為：

$$H = H_1 + \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \Sigma h'_{w1} + \Sigma h'_{w2}. \quad (2)$$

如果高低兩容器中的壓力相同，例如發生在敞口容器中，那麼公式(2)中的 $\frac{p_2 - p_1}{\gamma}$ 一項消失。

吸入管和排出管的液體阻力是需要分別決定的，因為兩

种管的直径和其中的流速一般都不相同。为了决定液体阻力，可利用下列公式：

$$\sum h_w = \frac{v^2}{2g} \left(\lambda \frac{l}{d} + \zeta_1 + \zeta_2 + \dots + \zeta_n \right), \quad (3)$$

式中 v ——管中的流速
(公尺/秒)；

g —— 9.81 (公尺/秒²)；

λ ——管中的摩擦系数；

l ——管长(公尺)；

d ——管径(公尺)；

ζ ——局部阻力系数。

系数 λ 和局部阻力系数 ζ ，根据各种公式和图表决定，这些图表可在有关的手册[●]中找到。

泵的功率消耗决定于它的出量，计示压头和泵工作的经济效果。功率 N 大多用马力表示，有时也用仟瓦计。

泵的理论功率消耗

设泵的出量为 Q 公尺³/秒，计示压头高低为 H 公尺，则泵所

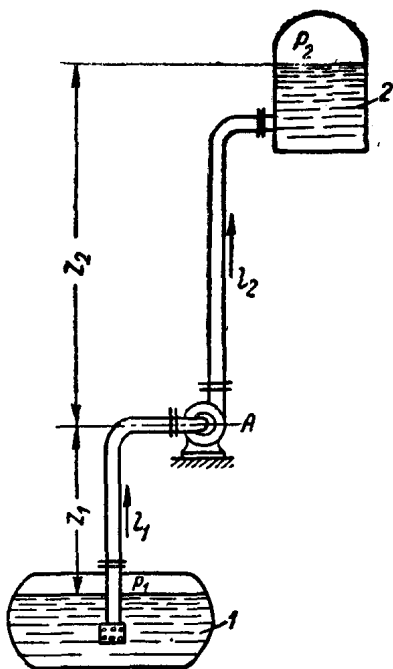


图1 泵的装置图。

● 例如，在苏联机器制造百科全书第一卷第一册第四章中的若干表格。

作的功,显然等于:

$$E = QYH \text{ 公斤公尺/秒}, \quad (4)$$

因此泵消耗的理論功率为:

$$N_r = \frac{E}{75} = \frac{QYH}{75} \text{ 馬力}。 \quad (5)$$

泵的实际功率消耗

由于許多原因,泵消耗的总功总大于理論的数值,这些原因将在下面討論。泵所消耗的总功以 E_e 表示; $E_e > E$ 。比值 $\frac{E}{E_e} = \eta$ 称为泵的总效率。自总效率的式中可得:

$$E_e = \frac{E}{\eta} = \frac{QYH}{\eta}。$$

因此泵中总功率的消耗为:

$$N = \frac{E_e}{75} = \frac{QYH}{75\eta} \text{ 馬力}。 \quad (6)$$

总效率分解为各分效率

为了判断各种影响总效率的原因,必須將总效率分解为各个分效率。泵消耗的总功率超过了理論功率,这是因为: 1) 液体通过泵时有液体阻力; 2) 液体通过泵机构时有一些漏失; 3) 泵机构中的摩擦。

我們用 h_w 表示泵中克服液体阻力的压头大小; 当泵的工作考虑到内部液体阻力时:

$$E_r = QY(H + h_w)。 \quad (7)$$

比值 $E: E_r = \eta_r$ 称为液阻效率,因而:

$$\eta_r = \frac{QYH}{QY(H + h_w)} = \frac{H}{H + h_w}。 \quad (8)$$

通常通过泵机构(泵筒或泵缸,工作輪等)的液体数量較之泵的实际輸送量为多。比值 $Q: Q_0 = \eta_0$ 称为体积效率。