

采矿新技术介绍

低速轴流式扇风机

(BOK1.5及BOKД1.5型)

苏联 依·阿·拉斯根著

煤炭工业出版社

И. А. Раскин
ТИХОХОДНЫЕ ОСЕВЫЕ ВЕНТИЛЯТОРЫ
ВОК 1.5 И ВОКД 1.5

Углетехиздат Москва 1957

根据苏联国立煤矿技术书籍出版社1957年版译

727

采矿新技术介绍
低速轴流式扇风机

(ВОК 1.5 及 ВОКД 1.5 型)

裴毓华译

*

煤炭工业出版社出版 (社址: 北京东长安街煤炭工业部)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 084 号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 $1\frac{1}{8}$ 插页 3 字数 17,000

1958 年 7 月北京第 1 版 1958 年 7 月北京第 1 次印刷

统一书号: 15035·456 印数: 0,001—4,000册 定价: (10)0.20元

目 錄

引 言	2
直径 1.5 公尺扇风机的用途及技术性能	3
BOK1.5-28/120及BOKД1.5-35/300型扇风机的 主要参数	8
扇风机的构造	14
轴承温度检查系统	25
扇风设备	28

引 言

苏联許多煤矿采用負压 250—300 公斤/公尺² 及用风量 50—60 公尺³/秒的通风制。在最近 15—20 年中，这些煤矿使用以下两种型式的扇风机进行通风：B 型軸流式扇风机（直径 1.2；1.4；1.8 公尺）及叶聶斯特-格尔舍尔离心式扇风机（直径 1.45 公尺）。但是，这两种扇风机已不能适合于现代的技术水平，其主要缺点是經濟性低及运行上的可靠性不够。使用 B 型及叶聶斯特-格尔舍尔扇风机的扇风設備，其效率都不超过 64—67%，这比更为优良的扇风机所达到的水平要低 10—15%。頓涅茨煤田所用的軸流式扇风机轉子的平均寿命不超过 3—4 年，即仅达所要求的寿命的数分之 1。軸流式扇风机发出的噪音（110—120 分貝）对于矿内工人及附近村鎮居民都有不良影响。

本書講述煤炭及金屬采矿工业大量使用的新型矿山扇风机，即直径 1.5 公尺的 K-06 型低速軸流式扇风机，并介紹其主要技术数据。此种扇风机将取代直径 1.2—1.8 公尺的 B 型扇风机及直径 1.45 公尺的叶聶斯特-格尔舍尔扇风机。K-06 型扇风机的結構經頓巴斯国立煤矿机器設計院根据以茹闊夫斯基命名的中央流体动力学研究院的流体动力示意图設計而成，并由煤矿机器制造总局的阿尔杰莫夫斯克工厂掌握其工业生产。

直径 1.5 公尺扇风机的用途及技術性能

采用直径 1.5 公尺的 K-06 型扇风机进行煤炭工业及金属采矿工业小型及中型矿井的主要通风。

规定制造以下两种扇风机：单級扇风机及兩級扇风机。这两种扇风机的能力相应地为 28 及 35 公尺³/秒，它們的代字（在煤炭工业方面）为 BOK 1.5-28/120（表示 K-06 型单級軸流式扇风机，額定能力 28 公尺³/秒，靜压 120 公斤/公尺²，直径 1.5 公尺）及 BOKД 1.5-35/300（表示 K-06 型兩級軸流式扇风机，能力为 35 公尺³/秒，靜压为 300 公斤/公尺²）。

直径 1.5 公尺扇风机的主要技术数据列于表 1 內。

表 1

参 数 名 称	BOKД 1.5-35/300 型 兩級扇风机	BOK 1.5-28/120 型 单級扇风机
能力 (公尺 ³ /秒)	13—55	11—47
靜压 (公斤/公尺 ²)	114—330	60—150
需要功率 (瓩)	40—180	20—85
轉速 (轉/分)	980	980
圓周速度 (公尺/秒)	77	77
效率	0.6—0.77	0.6—0.725
机械部的重量 (不包括电气设备 及輔助裝置) (公斤)	6900	5700
通风机的主要尺寸, 包括傳动軸 及擴散裝置 (公厘):		
长	7257	6757
高 (按擴散裝置計算)	1915	1915
寬 (按扇风机計算)	1860	1860
轉动部分的迴轉力矩 (公斤公尺)	625	320

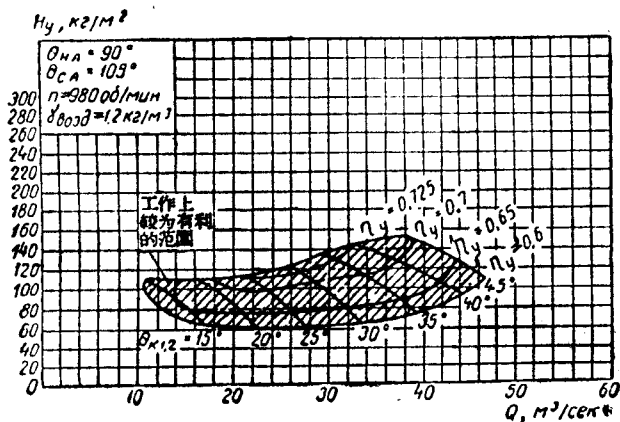
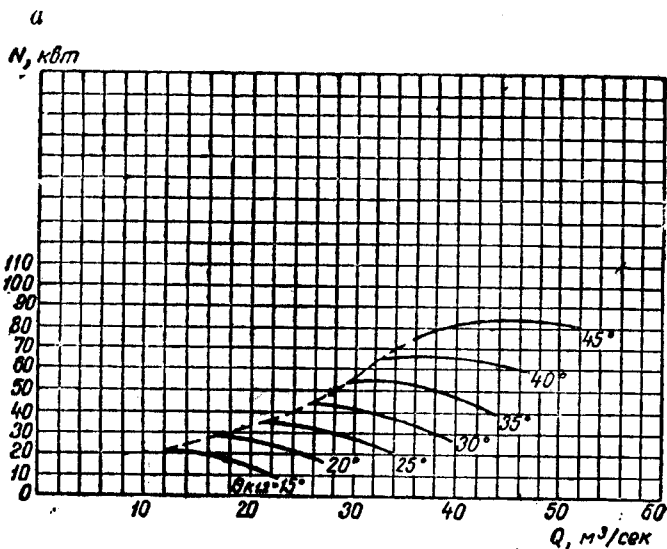
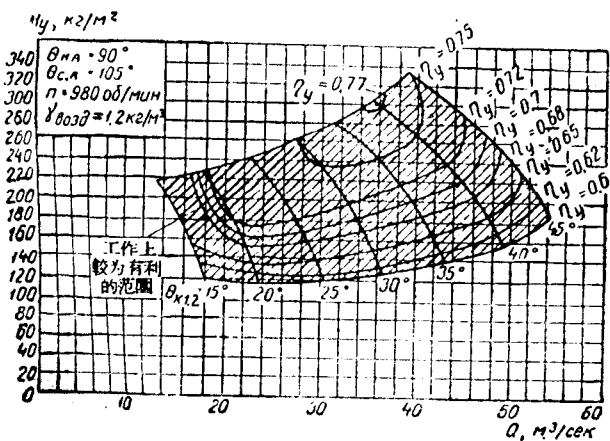
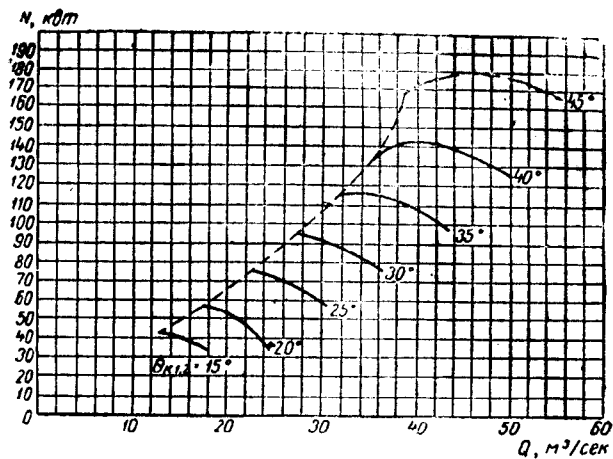


图1 转速 $n=980$ 转/分时 扇风机的特性曲
 a—BOK1.5-28/120型单级扇风机; 6—BOK1.5-35



离心机的特性曲线

6—BOKД1.5-35/300型两级离心风机

表內所指的980轉/分为最大的轉速。直径 1.5 公尺扇风机有可能使用730轉/分的轉速，使用此种轉速时的主要数据列于表 2 內。

表 2

参 数 名 称	ВОВД 1.5-35/300型 兩級扇风机	ВОВ 1.5-28/120型 單級扇风机
轉速 (轉/分)	730	730
能力 (公尺 ³ /秒)	10—41	7—35
靜压 (公斤/公尺 ²)	63—183	33—83
需要功率 (瓩)	16.5—74.5	8.5—35
效率	0.6—0.77	0.6—0.725
圓周速度 (公尺/秒)	57.3	57.3

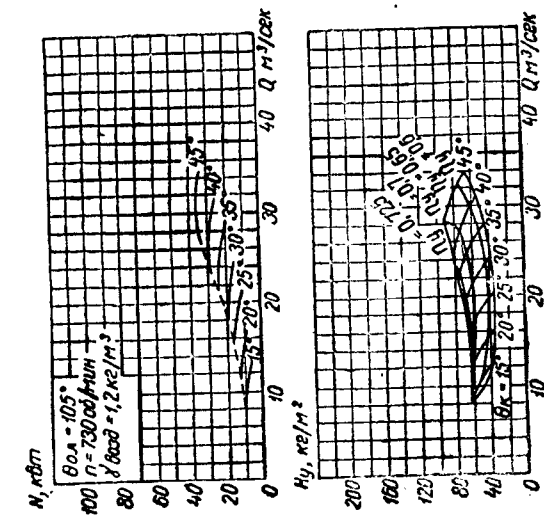
ВОВ 1.5-28/120及 ВОВД 1.5-35/300型扇风机的空气动力特性示于图 1 及 2 內。

为了确切說明直径 1.5 公尺扇风机的使用范围，表 3 內示有 B 型軸流式及叶聶斯特-格尔舍尔离心式扇风机的能力及压力与 ВОВ 1.5-28/120及 ВОВД 1.5-35/300 型扇风机的比較数据。

表 3

扇 风 机	直 径 (公尺)	級 数	能 力 (公尺 ³ /秒)	靜 压 (公斤/公尺 ²)	扇风设备的 最大效率
B-VII	1.2	1	9—26.5	111—203	0.65
B-VII	1.2	2	10—27.5	100—360	0.675
ОДВ	1.4	2	10.5—29.5	61—220	0.675
B-VII	1.8	1	20—57	111—203	0.65
B-VII	1.8	2	23—62.5	100—360	0.675
叶聶斯特-格尔舍尔	1.45	1	23—44	350以內	0.64
ВОВ 1.5-28/120	1.5	1	11—47	60—150	0.725
ВОВД 1.5-35/300	1.5	2	13—55	115—330	0.77

а



б

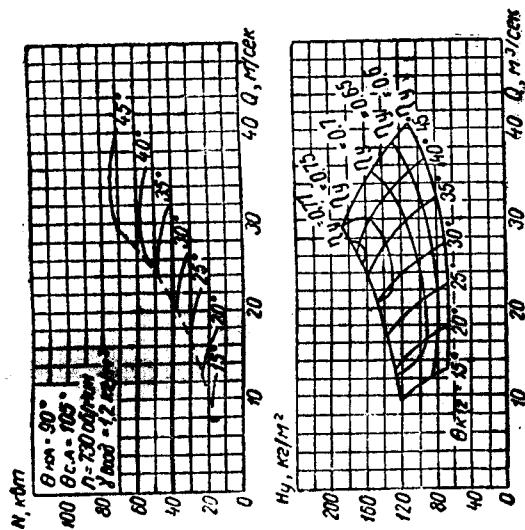


图 2 轉數 $n = 730$ 轉/分時扇風機的特性曲線

а—BOKI.5-28/120型單級扇風機； б—BOKA.1.5-35/300型兩級扇風機。

由表3可以看到, BOK1.5-28/120及 BOKД1.5-35/300 型扇风机实际上較直径1.2及1.4的B型軸流式扇风机及部分地較直径1.8公尺的B型軸流式扇风机的使用范围更为广闊, 同样也超过直径1.45公尺叶聶斯特-格尔舍尔扇风机的使用范围。

煤炭工业部推荐采用此种扇风机代替上述的四种扇风机。利用新型扇风机的較高效率可达到节约电能10—15%, 并可根本改进扇风机的运用指标。

对于苏联煤矿通风制所作的分析表明BOK1.5-28/120及 BOKД1.5-35/300 型扇风机足可保証全部矿井的40—50%的通风, 而成为矿山主要通风用扇风机中采用最为普遍的扇风机。

BOK1.5-28/120 及 BOKД1.5-35/300 型 扇风机的主要参数

气体动力設計。 BOK1.5-28/120 及 BOKД1.5-35/300 型扇风机系按照 K-06 型的气体动力設計制成 (即表示采用弯曲的旋叶及抽象直径0.6的輪体)。此种設計經中央流体动力学研究院于1948—1949年編成^①。目前認為 K-06 型設計为祖国設計的軸流式扇风机中最进步的。

单級扇风机的流动部分由进口汇流风道、工作輪、整流装置及扩散装置构成。

^① K-06型扇风机的設計人为 A. P. 布舍利、H. M. 茹麻諾布、A. B. 依凡諾夫、K. A. 烏沙柯夫及 E. H. 尤金等同志。

兩級扇風機的流動部分由進口匯流風道、第一級工作輪、中間導向裝置、第二級工作輪、整流裝置及擴散裝置構成。

兩級扇風機風輪輪緣的形狀示於圖 3 內。

工作輪由直徑 900 公厘的圓筒形輪體及 12 個彎曲的旋葉構成。旋葉固定在輪體上可能有 8 種定位角：10、15、20、25、30、35、40 及 45°。風輪的轉動方向與旋葉中部的剖面（即位在 $R=0.4 \times D=0.4 \times 1500=600$ 公厘處的剖面）間所形成的角作為安裝角。

風輪的旋葉為彎曲的有型旋葉，其扭角約為 20°。旋葉成向上漸窄的梯形。旋葉的構造示於圖 4 內。

工作輪旋葉端部與機殼間的間隙規定為 1—4 公厘，約占旋葉長度的 0.3—1.3%。較小的間隙值可使扇風機的壓頭得到增高。

配置在工作輪間的中間導向裝置的用途是進行從第一級風輪中出來空氣的整流並將其導至第二級風輪。這個導向裝置由 22 個非彎曲的有型葉片組成。這些葉片與風輪的轉動平面成 90° 的角固定起來。

設在第二級風輪前面的整流裝置，其功用是減小扇風機出口處空氣流的正切速度。這個整流裝置由 9 個非彎曲的有型葉片構成，後者與風輪的轉動平面成 105° 的角。

扇風機裝有圓錐形階級式擴散裝置，其長度等於風輪直徑的 1.55 倍，用以將速度壓頭變為靜壓頭。擴散裝置的外部胴體成圓錐形，其擴展角為 10°11'，內部胴體為圓筒形。

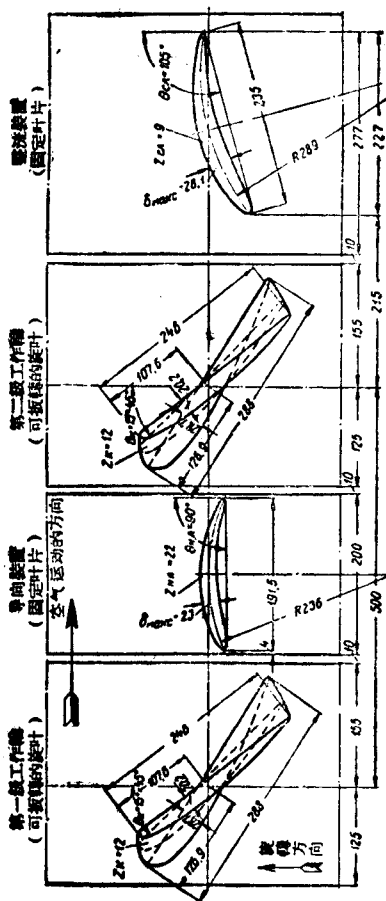


图3 四极离心风机叶片及叶片配置示意图

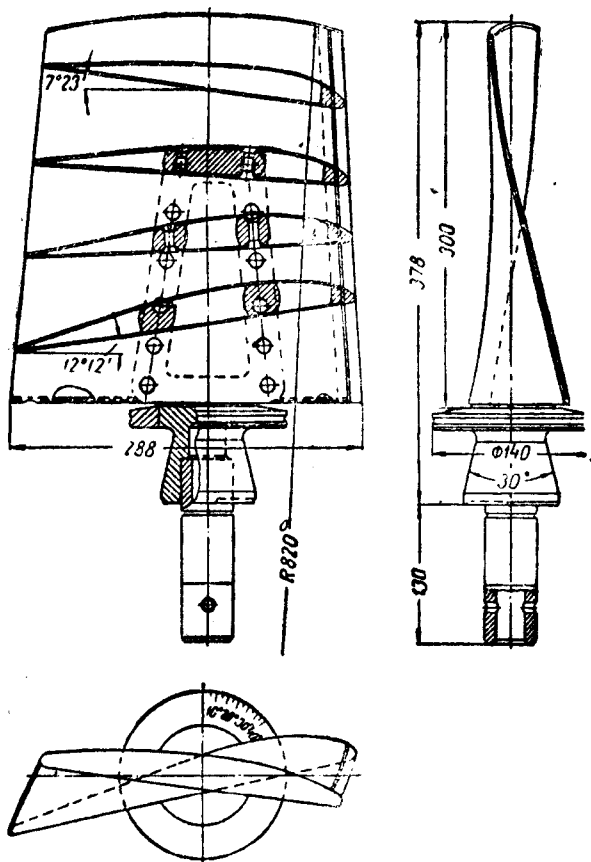


图 4 工作轮的旋叶

圓周速度。設計 BOK1.5-28/120 及 BOKД1.5-35/300 型扇風機時，會面臨如下的任務：使此種類型的軸流式扇風機的強度及運用的可靠性均較已有類型的軸流式扇風機有所提高。

軸流式扇風機工作上不甚合乎理想的基本原因之一，應該說是它的圓周速度過高——達 94 公尺/秒。

在此速度下會產生很大的靜荷載及動荷載，而後者則是個別的零件發生早期磨耗及破損的根源，

大量礦井的經驗表明，扇風機在較低的圓周速度下工作時，其可靠性及壽命均將有所提高。

英國采礦工業也有類似的經驗。數年前英國礦山用的軸流式扇風機曾使用 90—100 公尺/秒的圓周速度。在此情況下，常常發生事故，主要是工作輪旋葉發生破損。以採用強度較高的材料的方法來防止旋葉破損的嘗試未能獲得成效，只是在大大降低圓周速度後（採用高壓頭的气体動力設計後才成為可能），扇風機才能很成功地達到工作上可靠與穩定。目前英國廠家製造的軸流式扇風機，其圓周速度均不超過 70—75 公尺/秒。

我國及外國使用具有較低圓周速度的軸流式扇風機好的一面的經驗已經用在 BOK1.5-28/120 及 BOKД1.5-35/300 型扇風機的設計上。這兩種扇風機的圓周速度取為 77 公尺/秒，即較成批生產的 B-УПД 及 ОДБ 型扇風機的 94 公尺/秒的速度低 18%。

雖然速度降低了，但是 BOKД1.5-35/300 型扇風機仍能造成達 330 公斤/公尺² 的靜壓，足可保證用風量達 50—60

公尺³/秒的矿井的通风。这所以成为可能，是由于K-06型扇风机有着较高的压头。K-06型扇风机经济工作范围内的最大压力系数 $\bar{H}_r=0.48$ ，而B型扇风机则仅为0.38。

由于速度的降低，扇风机重要零件上的作用力约减小20%，因而与提高其机械强度的同时又能根本削减其重量。

圆周速度降低时，其工作中的噪音即随之而减小。扇风机所造成噪音的强度级可依下列公式^①计算：

$$L = \bar{L} + 60 \lg u + 20 \lg D - \beta - \Delta L_{r.a.},$$

式中 L ——与扇风机类型有关的抽象的噪音强度级，对于K-06型扇风机 $\bar{L}=12-18$ ；

u ——扇风机的圆周速度（公尺/秒）；

D ——工作轮的直径（公尺）；

β ——表现噪音播散条件的数值（对于矿山用扇风机， $\beta=20\lg r+14$ ，式中 r 是与出口的距离）；

$\Delta L_{r.a.}$ ——在消音装置内噪音的衰减值（装有消音装置时）。

当圆周速度由94降到77公尺/秒时，噪音强度级将减弱8分贝（公式内的第二项），这约略相当于减小生理上的噪音感受度三分之一。

调节系统 祖国及外国制造的矿山用现代的轴流式扇风机，大都是利用调整工作轮旋叶的方法进行调节。这种方法可以保证能力及压力变化的广大范围。K-06型扇风

① E.Я.尤金：“中央流体动力学研究所设计的K-06型轴流式扇风机”。工业空气动力学，1955年文集№6。

机压力上經濟調節的深度 $\frac{H_{\max} - H_{\min}}{H_{\max}} = 0.64$ ，而等效孔

的波动范围 $\frac{A_{\max}}{A_{\min}} = 4.5 - 5$ 。

矿山用大型扇风机利用調整风輪旋叶的方法进行其能力的分段調節，实感过于拙笨，并将造成电能的过量损失。在此情形下，可用調整导向装置叶片的方法对其能力进行精确的补充調節。风輪直径等于 1.8 到 3.6 公尺的 K-06 型扇风机也采用此种調節方法。

对于上述扇风机（直径 1.5 公尺的）利用調整工作輪旋叶的方法来調節其能力，可保証达到 ± 2.5 公尺³/秒的精度。因为計算矿井的用风量，实际上不可能超过 $\pm (1.5 - 2.5)$ 公尺³/秒的精度，因之扇风机上加設为了进行精确調節的装置，而使其复杂化，是不适宜的。因此，BOK 1.5-28/120 及 BOKД 1.5-35/300 型扇风机在构造上都只采用扳轉工作輪旋叶的調節方法。为了簡化調節风輪旋叶的过程起見，特裝有快动閉止器，可于 20—30 分鐘內将扇风机的全部 24 个旋叶調整完毕。

扇風机的构造

直径 1.5 公尺的軸流式扇风机（图 5，6）由下列主要部件組成：轉子 1、外壳 2、前支座 3、后支座 4、傳動軸 5、匯流筒 6、前流綫体 7、扩散裝置 8、机架 9、潤滑系統 10 及其它部件。

