

Oblik kućice i glavčine aksijalnih kompresora

Ing. STANISLAV PEJOVIĆ, asistent Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

D.K.: 621.51—154:621—215=861

U ovom članku se određuju prečnici kućice i glavčine višestepenih aksijalnih kompresora uvođenjem bezdimenzijskog protoka. Ukazan je put za proračun aksijalne komponente brzine kad su poznati prečnici kućice i glavčine. Na kraju je dat brojni primer.

UVOD

Prolaskom kroz kompresor gas se sabija a specifična težina mu raste. Ako se želi da osna komponenta brzine ostane nepromenjena moraju se protočni preseki smanjivati ka izlasku. Smanjenje protočnih preseka može se ostvariti: 1) povećanjem prečnika glavčine pri stalnom prečniku kućice; 2) smanjivanjem prečnika kućice pri nepromenjenom prečniku glavčine; 3) povećanjem prečnika glavčine i prečnika kućice, što je slučaj kod kompresora s konstantnim Mahovim brojem. Ako bi prečnici kućice i glavčine ostali isti kroz sve stupnjeve, osna brzina bi se smanjivala ka izlasku iz kompresora usled smanjenja specifične zapremine gasa.

POSTAVLJANJE PROBLEMA

Stepen sabijanja gasa na izlasku r -tog stupnja dat je proizvodom stepena sabijanja prvih r stupnjeva, tj.

$$\Pi_{ru} = \frac{p_r}{p_1} = \Pi_1 \Pi_2 \dots \Pi_r = \prod_{i=1}^r \Pi_i, \quad (1)$$

gde je p , pritisak na izlasku r -tog stupnja, p_1 pritisak na ulasku u kompresor, $\Pi_1, \Pi_2, \dots$ stepeni sabijanja prvog, drugog, ..., stupnja, a $\prod$ oznaka za proizvod.

Ako je osna dužina stupnja mala u odnosu na radijalnu širinu strujnih kanala, onda je promena zapreminskog protoka usled sabijanja gasa određena jednačinom politrope

$$\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_r} = \Pi_{ru}^{1/n} \quad (2)$$

$\dot{V}_1$ je zapreminski protok na ulasku u kompresor, $\dot{V}_r$ je zapreminski protok na izlasku r -tog stupnja. n je izložilac politrope.

Iz jednačine kontinuiteta

$$\dot{V}_r = A_r c_r = \frac{d_{cr}^2 \pi}{4} (1 - m_r^2) c_r, \quad (3)$$

gde je $A_r = d_{cr}^2 \pi (1 - m_r^2)/4$ protočni presek, d_{cr} prečnik kućice, $m_r = d_r/d_{cr}$ odnos prečnika glavčine i kućice, c_r osna komponenta brzine a indeks n znači da se sve veličine odnose na izlazak r -tog stupnja, — sledi

Adresa autora: ing. Stanislav Pejović, Beograd, Stojana Novakovića 35

Članak primljen 13. V 1961. g.

$$m_r = \sqrt{1 - \frac{4 \dot{V}_r}{d_{cr}^2 \pi c_r}}$$

ili, prema (2),

$$m_r = \sqrt{1 - \frac{4 \dot{V}_1}{d_{cr}^2 \pi c_r} \Pi_{ru}^{-1/n}} \quad (4)$$

Izložilac politrope je s politropiskim stepenom korisnosti vezan izrazom

$$\eta_{pol} = \frac{n}{n-1} \frac{x-1}{x}, \quad (5)$$

gde je x izložilac izentropne.

Rešenje za slučaj $c_r = c_1 = \text{const.}$ i $d_r = d_1 = \text{const.}$ — Uvođenjem bezdimenzijskog protoka

$$\dot{V}_{lc} = \frac{4 \dot{V}_1}{d_{cr}^2 \pi c_r} \quad (6)$$

i smenom izložioca politrope iz (5) u (4), dobija se

$$m_r = \sqrt{1 - \dot{V}_{lc} \Pi_{ru}^{\left(\frac{x-1}{x \eta_{pol}} - 1\right)}} \quad (7)$$

Ako se obeleži

$$y = \Pi_{ru}^{\left(1 - \frac{x-1}{x \eta_{pol}}\right)} \quad (8)$$

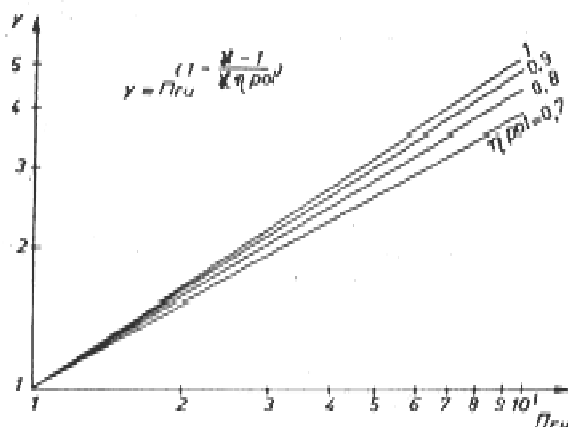
onda (7) prelazi u

$$m_r = \sqrt{1 - \frac{\dot{V}_{lc}}{y}} \quad (9)$$

Za slučaj vazduha ($\gamma = 1.4$) za razne vrednosti politropiskog stepena korisnosti jednačina (8) je prikazana na sl. 1, u logaritamskoj razmeri i može se iskoristiti za očitavanje y . Ukoliko se želi veća tačnost, dijagram se lako može nacrtati u većoj razmeri.

Ako su stepeni sabijanja stupnjeva isti, $\Pi_1 = \Pi_2 = \dots = \Pi_s = \text{const.}$ onda je prema (1) $\Pi_{ru} = \Pi_1^r$ i jednačina (8) prelazi u

$$y = \Pi_1^r \left(1 - \frac{x-1}{x \eta_{pol}}\right) \quad (10)$$



Sl. 1 — Veličina y zavisi od stepena sabijanja i politropnog stepena korisnosti.

Dijagram na sl. 1. može se i sada iskoristiti za određivanje y , samo prethodno treba sračunati $\Pi_{ru} = \Pi_r$.

Rešenje za slučaj $c_u = c_v = \text{const.}$ i $d_u = d_v = \text{const.}$ — Kada se u jednačini (4) smeni $d_u = d_v/m$, uveće bezdimenzijski protok

$$\dot{V}_u = \frac{4 \dot{V}_1}{a^2_{v1} \pi c_v} \quad (11)$$

i iskoristi veza (8), dobija se

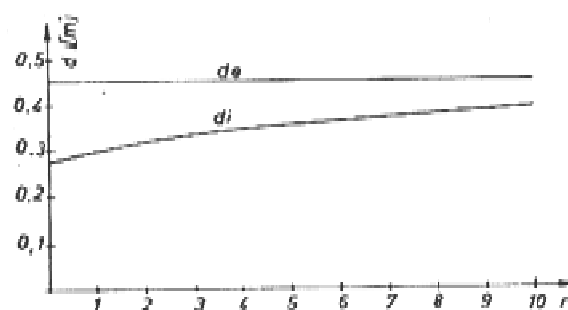
$$\frac{1}{m} = \sqrt{1 + \frac{\dot{V}_u}{y}} \quad (12)$$

I u ovom slučaju se može upotrebiti dijagram na sl. 1. ili jednačina (10) za slučaj istog stepena sabijanja po stupnjevima.

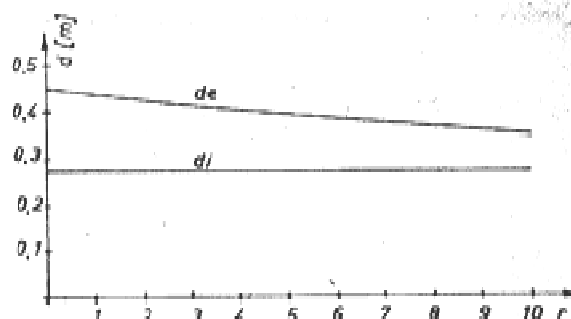
Rešenje za slučaj $d_u = \text{const.}$ $d_v = \text{const.}$ ($m = \text{const.}$) — Vodeći računa o jednačinama (5) i (8) iz (4) sledi

$$c_v = \frac{4 \dot{V}_1}{a^2_{v1} \pi (1 - m^2) y} \quad (13)$$

gde se y kao i ranije može uzeti iz dijagrama na sl. 1. ili sračunati prema jednačini (10) za slučaj istih stepena sabijanja po stupnjevima.



Sl. 2 — Promena prečnika glavčine pri stalnom prečniku kućice (primer)



Sl. 3 — Promena prečnika kućice pri stalnom prečniku glavčine (primer)

OPSTE RESENJE

Ako su i prečnik glavčine i prečnik kućice promenljivi, onda zakon promene jednog određuje promenu drugog a pri datom zakonu promene osne brzine.

Kada je određena promena prečnika kućice, upotrebiće se jednačina (9), samo treba voditi računa o promeni bezdimenzijskog protoka i sračunavati ga prema jednačini (6) za svaki posmatrani presek za koji se određuje prečnik glavčine, y se uzima iz dijagrama na sl. 1. ili se sračunava prema jednačini (8).

Pri određenom zakonu promene prečnika glavčine upotrebiće se jednačina (12), ali se mora sračunavati bezdimenzijski protok prema (11), y se određuje kao u prethodnom slučaju.

PRIMER

Odrediti prečnik glavčine (kućice), ako je stepen sabijanja $\Pi_s = 1,17$ isti za sve stupnjeve, protok na ulasku prvog stupnja $\dot{V}_1 = 10 \text{ m}^3/\text{sec}$, osna brzina stru-

Tabl. 1

r	y	$1 - m^2$	m^2	m	$d_i = m d_e$
0	1	0,628	0,372	0,610	0,2745 m
1	1,106	0,568	0,432	0,658	0,296
2	1,224	0,513	0,487	0,699	0,314
3	1,353	0,465	0,535	0,732	0,330
4	1,496	0,420	0,580	0,762	0,343
5	1,655	0,380	0,620	0,788	0,355
6	1,830	0,344	0,656	0,810	0,364
7	2,023	0,310	0,690	0,832	0,375
8	2,240	0,281	0,719	0,849	0,382
9	2,478	0,254	0,746	0,864	0,389
10	2,740	0,230	0,770	0,878	0,395

Tabl. 2

r	y	$1/m^2 - 1$	$1/m^2$	$1/m$	$d_e = d_i/m$
0	1	1,690	2,690	1,640	0,450 m
1	1,106	1,529	2,529	1,591	0,437
2	1,224	1,382	2,382	1,546	0,424
3	1,353	1,250	2,250	1,500	0,412
4	1,496	1,130	2,130	1,460	0,401
5	1,655	1,022	2,022	1,423	0,391
6	1,830	0,924	1,924	1,389	0,381
7	2,023	0,835	1,835	1,355	0,372
8	2,240	0,755	1,755	1,326	0,364
9	2,478	0,683	1,683	1,300	0,357
10	2,740	0,617	1,617	1,271	0,349

janja $c_a = 100$ m/s, prečnik kućice $d_c = 0,45$ m (glavčine $d_i = 0,2745$ m) stalne vrednosti za ceo kompresor, politropiski stepen korisnosti $\eta_{pol} = 0,8$ ($\chi = 1,4$ za vazduh)?

Za slučaj $d_c = \text{const.}$ jednačina (6) daje bezdimenzijski protok $V_{1c} = 4 \cdot 10 / 0,45^2 \cdot \pi \cdot 100 = 0,628$ a izraz (8) dobiva oblik $y = \Pi_{\pi}^{0,643}$. Kada se sračuna y , iz (9) se nalazi $m = d_i/d_c$ odakle sledi d_i . Tok proračuna za kompresor sa 10 stupnjeva dat je u tabl. 1 (Sl. 2).

Za slučaj $d_i = \text{const.}$ jednačina (11) daje bezdimenzijski protok $V_{1i} = 4 \cdot 10 / 0,2745^2 \cdot \pi \cdot 100 = 1,69$, a prema (12) sračunaće se $1/m = d_c/d_i$ odakle sledi d_c . Proračun je dat u tabl. 2 (sl. 3).

LITERATURA

N. M. Obradović, Aksijalni kompresori, Beograd 1959.

S U M M A R Y

THE SHAPE OF THE HUB DIAMETER AND OUTSIDE DIAMETER OF THE AXIAL FLOW COMPRESSOR

Ing. Stanislav Pejović, Assistant at the Faculty of Mechanical Engineering of the University of Beograd

In the article there is a method of calculating the hub diameter and outside diameter of the mul-

tistage axial compressors using dimensionless flow quantities. It is also possible by this method to calculate the axial component of velocity if the hub diameter and outside diameter are given. The method is illustrated by a numerical example.

(S. P.)