

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

241470
(11) (B2)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 28 09 79

(21) (PV 6588-79)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 02 10 78
(10216/78) Švýcarsko

(40) Zveřejněno 16 07 85

(45) Vydáno 15 09 87

(51) Int. Cl.⁴
F 02 B 33/42
F 02 B 37/00

(72)

Autor vynálezu

FRIED REINHARD ing., NUSSBAUMEN; KUDERNATSCH GÜNTER ing.,
KLINGNAU (Švýcarsko)

(73)

Přihlašovatel

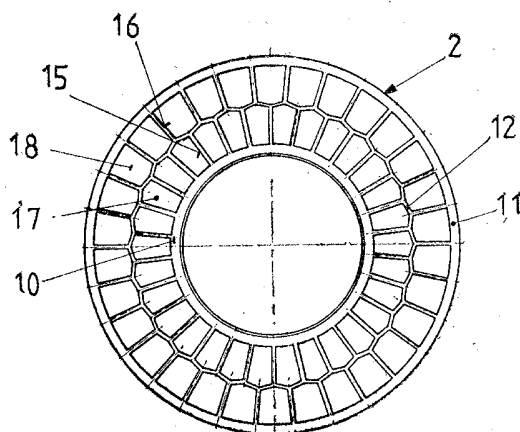
BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE, BADEN
(Švýcarsko)

(54) Víceproudový stroj s tlakovými vlnami plynů

1

Stroj je určen především pro přeplňovací pístové motory k přímé přeměně tlakových impulsů výfukových plynů na tlakové impulsy plicního vzduchu ve válcovém rotoru (2) s axiálními komůrkami. Rotor (2) je rozdělen nejméně jednou vloženou trubkou (12) alespoň na dva koncentrické proudy (13, 14). Radiální stěny (15, 16) komůrek (17, 18) sousedních proudů jsou přesazené ve směru obvodu o polovinu rozteče komůrek. Vložená trubka (12) je pilovitá nebo vlnitá. Řídící hrany (23, 27) přívodního a výstupního kanálu (19, 21) v čele vzduchové skříně (22) a plynové skříně (8) svírají s radiálou ostrý úhel, případně mají řídící hrany (28, 29) tvar písmene S.

2



Obr. 3

Vynález se týká víceproudového stroje s tlakovými vlnami plynů, s rotorem, jehož komůrkový prstenec je rozdělen nejméně jednou vloženou trubkou uspořádanou mezi trubkovým nábojem a krytem alespoň na dva koncentrické proudy, se skříní obklopující rotor, se vzduchovou skříní a plynovou skříní s kanály pro přívod a odvádění plyných pracovních médií.

Takové stroje slouží především k přeplňování spalovacích motorů, zejména Dieselo-vých. Plyn vycházející z motoru předávají v rotoru stroje svou energii plnicímu vzduchu a stlačují jej na plnicí tlak vhodný pro motor. Obecně je rotor rozdělen radiálními stěnami na axiální kanálky nebo komůrky, které mohou být zase rozděleny obvodovými stěnami v radiálním směru. Podle dělení v radiálním směru se rozeznávají jednoproudové a několikaproudové stroje.

Převážně používané jednoproudové stroje s tlakovými vlnami plynů vydávají hluk, který se konstruktéři snaží snížit jak pro stále se zostřující požadavky ochránců prostředí, tak v oprávněném zájmu veřejnosti.

K tomuto účelu již byla navržena různá řešení. Jeden z těchto návrhů podle švýc. patentu č. 398 184 spočívá v tom, že se výška komůrek rotoru, v nichž nastává výměna tlaků mezi plynými pracovními médii, rozdělí v radiálním směru vloženými trubkami ve tvaru kruhového válce ve větší počet kruhových proudů, aby se základní kmitočet zvukových kmitů přeložil nad horní práh slyšitelnosti lidského ucha. Zamýšleného účinku tím ovšem není dosaženo, neboť přitom dochází pouze k superpozici většího počtu kmitů stejného kmitočtu a základní kmitočet zůstává nezměněn.

Popsaná konstrukce má mimoto nedostatky z hlediska pevnosti. Následkem kruhového průřezu vložených trubek a stejné tloušťky stěn komůrek vznikají tepelná a odstředivá napětí, která působí deformace a nadměrné namáhání struktury rotoru.

Vynález odstraňuje tyto nedostatky a jeho podstata spočívá v tom, že v rotoru umístěném mezi vzduchovou skříní a plynovou skříní jsou radiální stěny komůrek sousedních proudů přesazené ve směru obvodu o polovinu rozteče komůrek.

Podle dalšího znaku vynálezu leží v řezu rotorem kolmém k jeho ose otáčení průsečíky os stěn vnějších komůrek a střednice vložené trubky ve větší radiální vzdálenosti od osy otáčení rotoru než průsečíky os stěn sousedních vnitřních komůrek se střednicí vložené trubky.

Vložená trubka může mít pilovitý nebo vlnitý průřez, přičemž komůrky rotoru mohou mít nestejnou šířku.

Podle vynálezu jsou účelné v plynové skříní v přívodních kanálech k rotoru upraveny dělicí stěny, kterými je proud plyného pracovního média rozdělen ve dva proudy rotoru.

Oba proudy mohou mít v rotoru stejn

velký volný průtočný průřez nebo v radiálním směru stejnou výšku. V plynové a ve vzduchové skříní leží podle vynálezu alespoň jedna z řídících, napříč k obvodu probíhajících hran přívodního a výstupního kanálu v rovině procházející mimo osu rotoru, a řídící, napříč k obvodu probíhající hrany přívodních a výstupních kanálů v oblasti každého z proudů rotoru mají tvar písmene S.

Průřez stěn komůrek rotoru se podle vynálezu postupně rozšiřuje na jejich přechodech ke krytu, trubkovému náboji a vložené trubce.

Stroj podle vynálezu je při provozu podstatně tišší než dosavadní stroje, v důsledku rovnoměrného rozložení napětí může být rotor lehčí a k jeho pohonu není třeba velkého příkonu.

Vynález je dále vysvětlen s odkazem na výkresy, na nichž znázorňuje obr. 1 podélný řez dvouproudovým strojem podle vynálezu, obr. 2 plynové a vzduchové kanály na přírubové straně skříně, obr. 3 rotor stroje v bokoryse podle obr. 1, obr. 4 výhodné vytvoření řídících hran vzduchové a plynové skříně, obr. 5 další výhodný tvar řídících kanálů, obr. 6 příčný řez stěnami komůrek a vloženou trubkou rotoru, obr. 7 další výhodný tvar vložené trubky rotoru, obr. 8 bokorys rotoru s nestejnou šířkou komůrek a obr. 9 tříproudový rotor.

Podle obr. 1 je ve skříní 1 uložen rotor 2 pevně spojený s hřídelem 3, který je otočně uložen ve dvou ložiskách 4, 5 a poháněn řemenicí 6.

Plyn, přicházející například ze spalovacího motoru, vstupují do plynové skříně 8 vstupním hrdlem 7, kde je proud plynu rozdělen dělicí stěnou 9 ve dva dílčí proudy. Rotor 2 sestává z trubkového náboje 10, krytu 11 a vložené trubky 12, které omezují vnitřní proud 13 a vnější proud 14. Z bokorysu rotoru podle obr. 3 je patrné, že trubkový náboj 10 a kryt 11 mají tvar kruhového válce, zatímco vložená trubka 12 má pilovitý průřez. Oba proudy 13, 14 jsou v obvodovém směru rozděleny radiálními stěnami 15, 16 v určitý, pro oba proudy stejný počet vnitřních komůrek 17 a vnějších komůrek 18, které jsou v obvodovém směru proti sobě přesazené o polovinu rozteče.

Rozdělením komůrek ve dva proudy se zvyšuje na dvojnásobek počet tlakových impulsů vyvolávajících hluk. Přesazením komůrek jednoho proudu oproti druhému o polovinu šířky komůrky, jak je patrné z obr. 3, dochází ke vzájemnému časovému posuvu tlakových impulsů přesně o polovinu periody. Interferencí, která tím vzniká, se zmenšuje amplituda základního kmitočtu. Na základním kmitočtu dochází tudíž k interferenci snižující amplitudu. Účinnost tohoto opatření závisí silně na spektru hluku, který tento rotor generuje. V realizovaných strojích přispívá intenzita základního

kmitočtu subjektivně i objektivně měřitelně nejsilněji ke hluku zatěžujícímu organismus. Podíl vyšších harmonických na vzniku hluku je poměrně nepatrný: již druhá harmonická je o 20 dB nižší než hluk, působený základním kmitočtem. Ve skutečnosti se však nepodaří úplně eliminovat základní kmitočet. To by bylo teoreticky možné jen v případě nekonečně malé výšky komůrek, protože výkyvy tlaku se mohou vzájemně ovlivňovat jen v bezprostředním okolí vložené trubky. Částice plynu, které mají v radiálním směru od sebe značnou vzdálenost, nejsou zahrnuty do interferenčního působení, protože vzhledem ke své vzdálenosti si nemohou předávat impulsy.

Poněvadž se vedle základního kmitočtu vyskytují i harmonické kmitočty a protože přesazením stěn komůrek jsou snižovány jen amplitudy základního kmitočtu a jeho lichých násobků, převládají ve zbývajícím spektru hluku jen sudé násobky základního kmitočtu.

Kruhová plocha, kterou zaujímají všechny komůrky včetně stěn, může být s výhodou rozdělena na oba proudy tak, aby měly stejnou výšku nebo stejnou plochu. Rozdělení se stejnými výškami je termodynamicky příznivější, zatímco rovnoploché rozdělení výrazněji snižuje hluk. Je-li tedy přednostním požadavkem snížení úrovně hluku, provede se rovnoploché rozdělení.

Radiálně vnitřní konce stěn 15 vnějších komůrek 18 vnějšího proudu 14 přecházejí v pilovitou vloženou trubku 12 v jejích radiálních vrcholech, zatímco radiálně vnější konce stěn 15 vnitřních komůrek 17 navažují na dno radiálních prohlubní vložené trubky 12. Stěny 15, 16 komůrek probíhají tedy mezi trubkovým nábojem 10, resp. krytem 11 a k němu směřujícími vrcholy pilovité vložené trubky 12. Obr. 2 ukazuje půdorys přírubové strany plynové skříně 8 v řezu II—II na obr. 1, v níž jsou uspořádány dva přívodní kanály 19 vysokotlakého plynu, plynové kapsy 20, které známým způsobem zvětšují provozní rozsah stroje pracujícího s tlakovými vlnami, a dva výstupní kanály 21 pro expandovaný výfukový plyn. Odpovídající kanály pro nasávaný vzduch, stlačený vzduch i kapsy jsou upraveny na přírubové straně vzduchové skříně 22 (obr. 1).

Přívodní kanály pro vysokotlaký plyn a kapsy jsou v radiálním směru přerušeny dělicími stěnami 9, 35. Tím je provedeno rozdělení a vedení plynného pracovního média ve dva proudy již před vstupem do rotoru 2. Podle obr. 2 jsou hrany kanálů 19, 21 i kapes 20 kolmé k obvodovému směru rotoru, tedy radiální a rovné. V případě, že jsou stěny 15, 16 komůrek 17, 18 rotoru 2 rovněž radiální a rovné, jako je tomu u provedení rotoru podle obr. 3, má to za následek, že se komůrky 17, 18 vnitřního a vnějšího proudu 13, 14 rotoru 2 otevírají náhle oproti pevným kanálům 19, 21 ve vzducho-

vé skříně 22 a plynové skříně 8 a průtočný průřez pak rychle vzroste. Rázové proudění plynu a vzduchu do rotoru 2, způsobené tímto náhlým zvětšením průřezu, vede k subjektivně nepříjemnějším hlukům, protože na základě tlakového profilu vznikají složky s vyššími kmitočty, o jejichž odstranění nebo alespoň zmírnění se konstruktéři snaží.

Jak ukázaly pokusy, je možno podíl hluku pocházející z tohoto zdroje snížit tím, že řídicí hrany přívodních kanálů 19 a výstupních kanálů 21 pro vzduch a plyn, probíhající napříč k obvodu nejsou radiální, nýbrž mají podle obr. 4 a 5 směr sečny nebo tvar zvlněné čáry, probíhající v podstatě radiálním směrem.

Řídicí hrana 23 (obr. 4) nízkotlakého plynového nebo nízkotlakého vzduchového kanálu je přímka a má vzhledem k válcovému krytu 11 polohu sečny, která neprotíná geometrickou osu rotoru 2 a svírá s radiálou 24 úhel 25, nebo polohu tečny k pomocné kružnici 26, jejíž střed leží na ose rotoru 2. Řídicí hrana 23 by mohla být přirozeně nakloněna oproti radiále 24 v opačném směru. Šikmá poloha řídicích hran 23 brání rázovému proudění vzduchu a plynu, protože průtočný průřez se otvírá postupně a tím se snižuje hluk.

Druhá ve směru otáčení rotoru 2 zadní řídicí hrana 27 má rovněž určitý sklon oproti radiále na příslušném místě, takže proudění plynu a vzduchu do komůrek 17, 18 rotoru 2 není tlumeno rázově, nýbrž postupně, což rovněž přispívá ke snížení hluku.

Jiný tvar řídicích hran, jehož účel rovněž spočívá částečně v tom, aby se postupným otevíráním a zavíráním průtočného průřezu snižoval hluk, je znázorněn na obr. 5. Jde přitom například o vysokotlaký vzduchový kanál. Tyto řídicí hrany 28, 29 jsou zvlněné do tvaru písmene S. Otevírající hrana 28 dává oproti řídicí hraně 23 podle obr. 4 v první fázi otevírání rychlejší vzrůst průtočného průřezu.

Mimoto působí tento tvar řídicích hran v akustickém ohledu stejně jako výše popsané vzájemné přesazení komůrek 17, 18. Do každé komůrky 17, 18 přichází totiž pracovní médium ve dvou stupních, posunutých proti sobě o polovinu rozteče, s výše popsaným interferenčním účinkem snižujícím hluk.

Vložená trubka 12 rotoru 2 znázorněného částečně na obr. 5 je na rozdíl od ostatních provedení ve tvaru kruhového válce. Nemá proto výhody rotorů s pilovitými a zvlněnými vloženými trubkami, týkající se pevnosti a provozu a uváděné v následujícím textu, avšak z akustického hlediska je jím rovnocenná.

Pilovitý tvar vložené trubky 12, popsáný v souvislosti s obr. 3, má oproti vložené trubce ve tvaru kruhového válce výhody z hlediska pevnosti. Ve válcové vložené trub-

ce vznikají při provozním zatížení značná ohybová napětí, jejichž špičkové hodnoty tahového napětí dosahují místy meze pružnosti materiálu rotoru 2, která je vzhledem k vysoké provozní teplotě poměrně nízká. Při pilovitém tvaru vložené trubky 12 podle obr. 6 a zvlněném tvaru podle obr. 7 nevznikají při maximálním provozním zatížení momenty v bezprostřední blízkosti přechodů stěn 15, 16 komůrky do příslušné vložené trubky 12. Dále se tím zmenšuje posun průsečíku 34 střednice vložené trubky 12 a stěny 16 komůrky, ke kterému dochází následkem těchto provozních zatížení, a tedy i roztažení krytu 11. Kryt 11 je tedy odlehčen, zato však trubkový náboj 10 přispívá silněji k nosné funkci. Z toho vyplývá rovnoměrnější rozložení napětí a tím lepší využití materiálu, což opět umožňuje menší tloušťku stěn. Další výhody, které z toho vyplývají, jsou menší moment setrvačnosti, podstatně nižší zrychlovací příkon i lehčí, a proto levnější pohonné prvky pro rotor 2.

Protože je volná délka stěn komůrek při rozdělení do několika proudů zmenšená, je i mnohem menší střídavé namáhání, vyvolávané rozdílem tlaků plynu mezi dvěma

sousedními komůrkami, takže i z tohoto důvodu může být tloušťka stěn komůrek menší. Zesílením stěn komůrek na přechodech v kryt, vloženou trubku a trubkový náboj jsou také silně snížena namáhání, vyvolávaná v těchto místech momenty vetknutí.

V rotoru znázorněném na obr. 8 jsou oba proudy rovněž odděleny pilovitou vloženou trubkou. Komůrky každého proudu mají pro dosažení rovnoměrnějšího a tudíž psychologicky lépe snesitelného spektra hluku nestejnou šířku. Přitom se střídá podle určitého vypočítatelného schématu jistý počet užších s jistým počtem širších komůrek. Stěny komůrek jednoho proudu jsou opět proti stěnám komůrek druhého proudu přesazeny ve směru obvodu alespoň přibližně o polovinu příslušné rozteče pro snížení hluku interferencí, jak bylo popsáno v předcházejícím textu.

Rotor podle obr. 9 je tříproudový s vloženými trubkami pilovitého průřezu. Radiální stěny komůrek jednoho proudu jsou přesazeny ve směru obvodu oproti stěnám komůrek sousedního proudu vzájemně o polovinu rozteče, takže stěny komůrek vnějšího proudu a vnitřního proudu, který končí na trubkovém náboji, leží na jedné radiále.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Víceproudový stroj s tlakovými vlnami plynů, s rotorem, jehož komůrkový prstenec je rozdělen nejméně jednou vloženou trubkou uspořádanou mezi trubkovým nábojem a krytem alespoň na dva koncentrické proudy, se skříni obklopující rotor, se vzduchovou skříni a plynovou skříni s kanály pro přívod a odvádění plyných pracovních médií, vyznačený tím, že v rotoru (2) umístěném mezi vzduchovou skříni (22) a plynovou skříni (8) jsou radiální stěny (15, 16) komůrek (17, 18) sousedních proudů (13, 14) přesazené ve směru obvodu o polovinu rozteče komůrek (17, 18).

2. Víceproudový stroj podle bodu 1 vyznačený tím, že v řezu rotorem (2) kolmém k jeho ose otáčení leží průsečíky os stěn (16) vnějších komůrek (18) a střednice vložené trubky (12) ve větší radiální vzdálenosti od osy otáčení rotoru (2) než průsečíky os stěn (15) sousedních vnitřních komůrek (17) se střednicí vložené trubky (12).

3. Víceproudový stroj podle bodu 2 vyznačený tím, že vložená trubka (12) má pilovitý průřez.

4. Víceproudový stroj podle bodu 2 vyznačený tím, že vložená trubka (12) má vlnitý průřez.

5. Víceproudový stroj podle bodu 1 vyznačený tím, že komůrky (17, 18) rotoru (2) mají nestejnou šířku.

6. Víceproudový stroj podle bodu 1 vyznačený tím, že v plynové skříni (8) jsou v pří-

vodních kanálech (19) k rotoru (2) upraveny dělicí stěny (9).

7. Víceproudový stroj podle bodu 1 vyznačený tím, že oba proudy (13, 14) mají v rotoru (2) stejně velký volný průtočný průřez.

8. Víceproudový stroj podle bodu 1 vyznačený tím, že oba proudy (13, 14) mají v radiálním směru stejnou výšku.

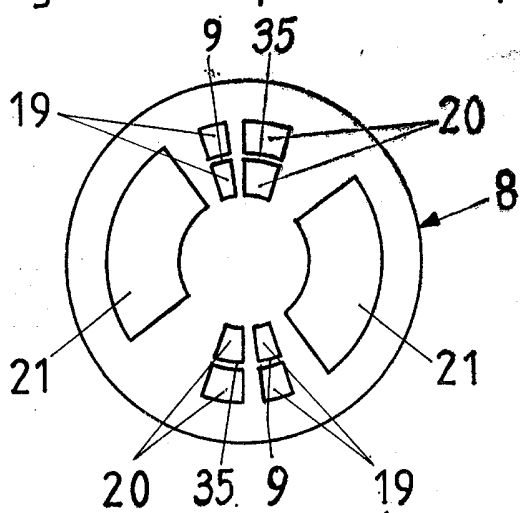
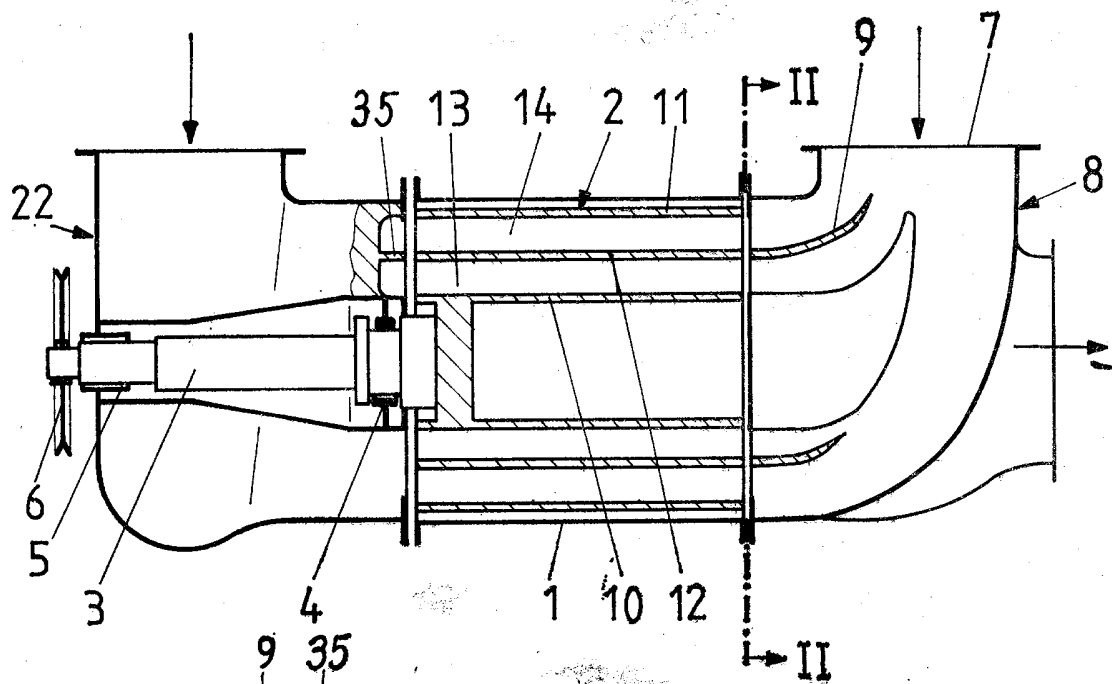
9. Víceproudový stroj podle bodů 7 a 8 vyznačený tím, že poloměr vložené trubky (12) je stejně velký jako vzdálenost můstků (35), kterými jsou rozděleny plynové a vzduchové kapsy (20), od osy otáčení rotoru (2).

10. Víceproudový stroj podle bodu 1 vyznačený tím, že v plynové skříni (8) a ve vzduchové skříni (22) leží alespoň jedna z řídicích, napříč k obvodu probíhajících hran (23, 27) přívodního kanálu (19) a výstupního kanálu (21) v rovině procházející mimo osu rotoru (2).

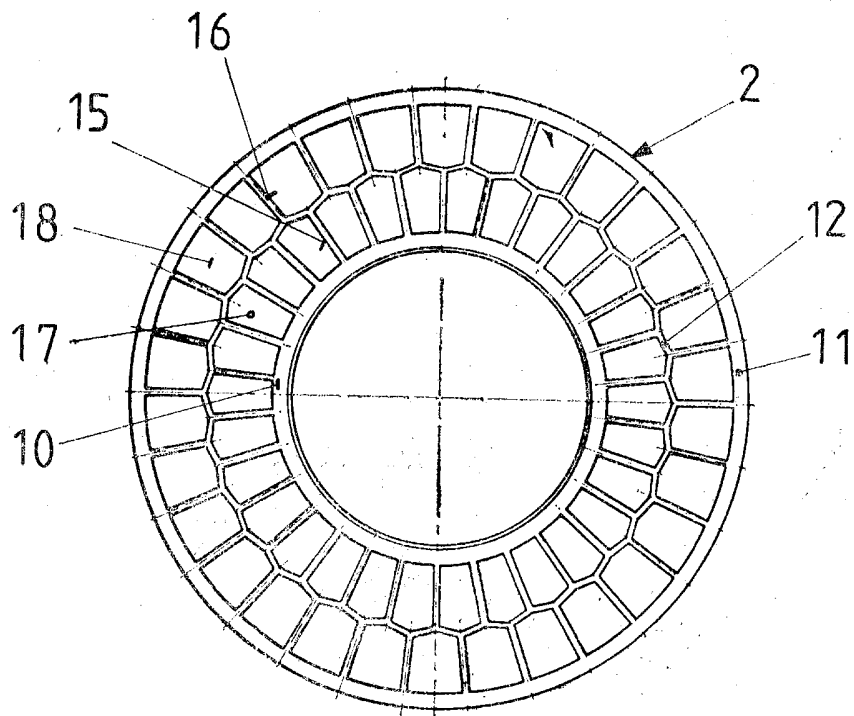
11. Víceproudový stroj podle bodu 1 vyznačený tím, že v plynové skříni (8) a ve vzduchové skříni (22) mají řídicí, napříč k obvodu probíhající hrany (28, 29) přívodních a výstupních kanálů (19), kanálů (21) v oblasti každého z proudů (13, 14) rotoru (2) tvar písmene S.

12. Víceproudový stroj podle bodu 7 vyznačený tím, že průřez stěn (15, 16) komůrek (17, 18) rotoru (2) se postupně rozšiřuje na jejich přechodech ke krytu (11), trubkovému náboji (10) a vložené trubce (12).

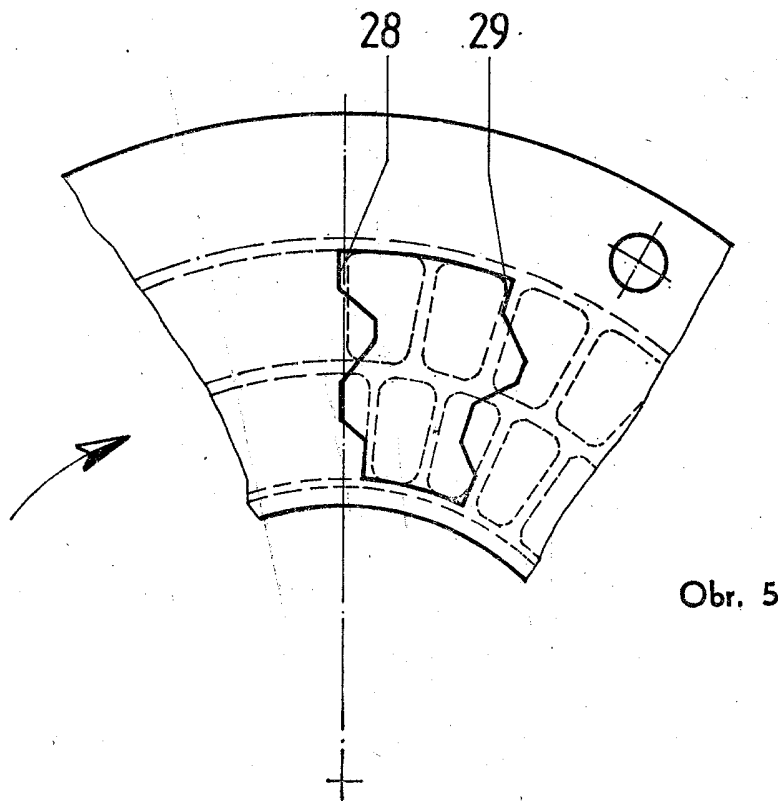
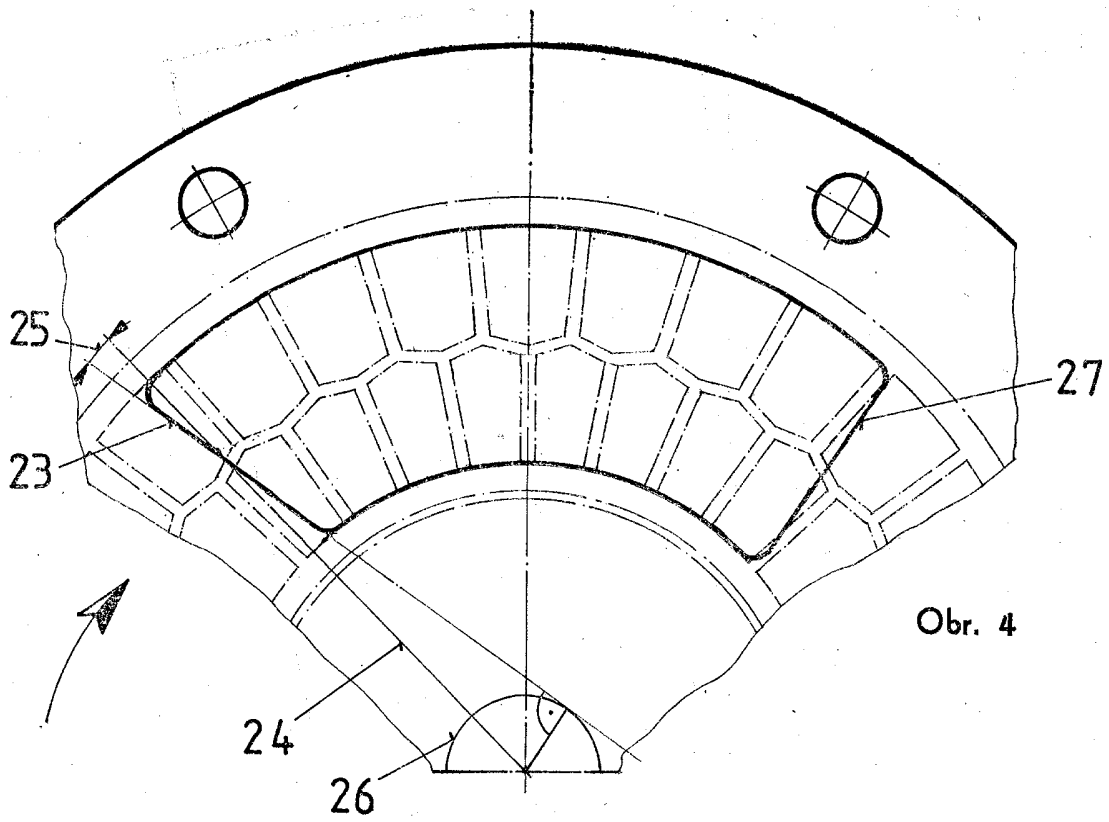
Обр. 1

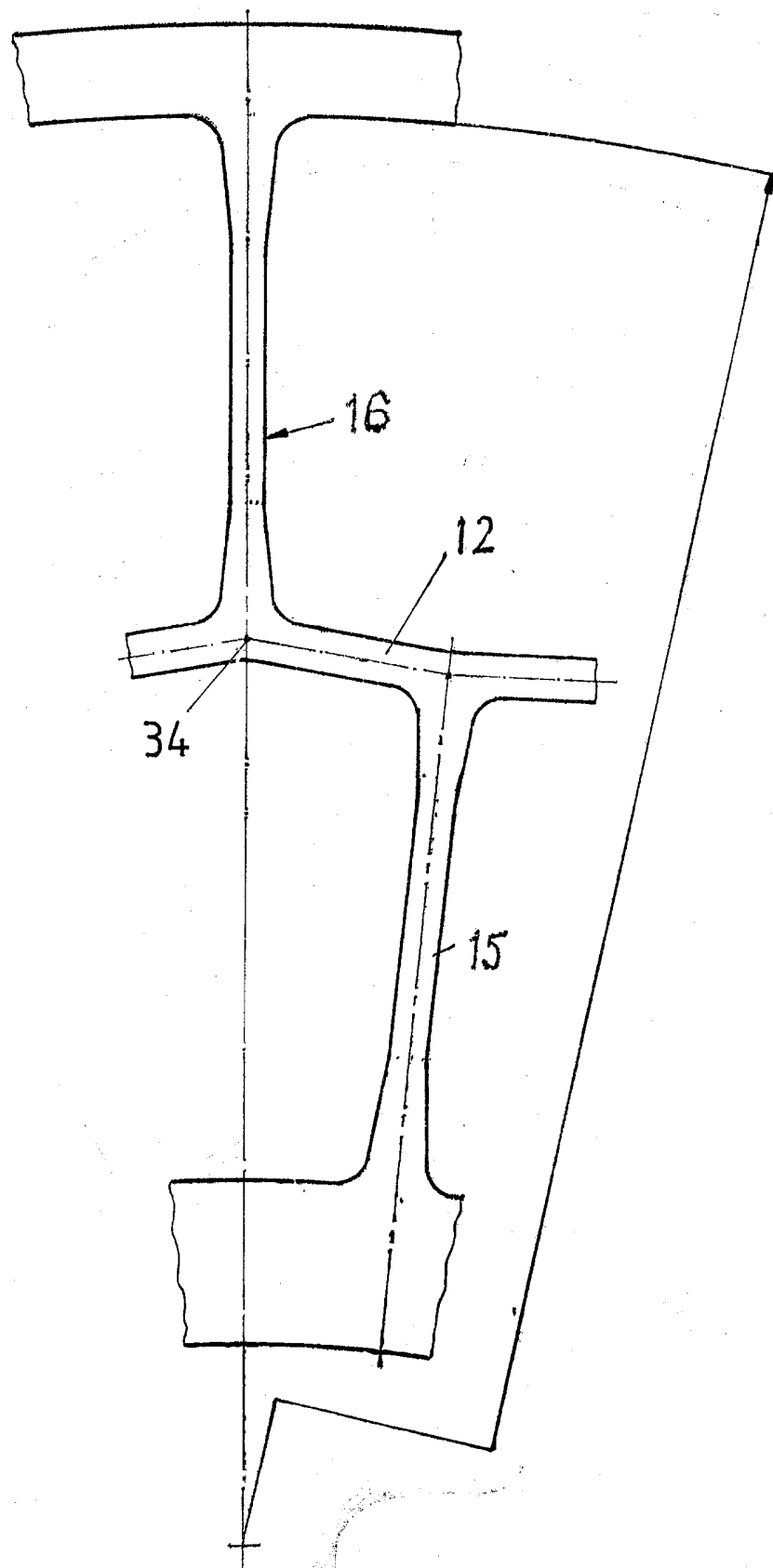


Обр. 2



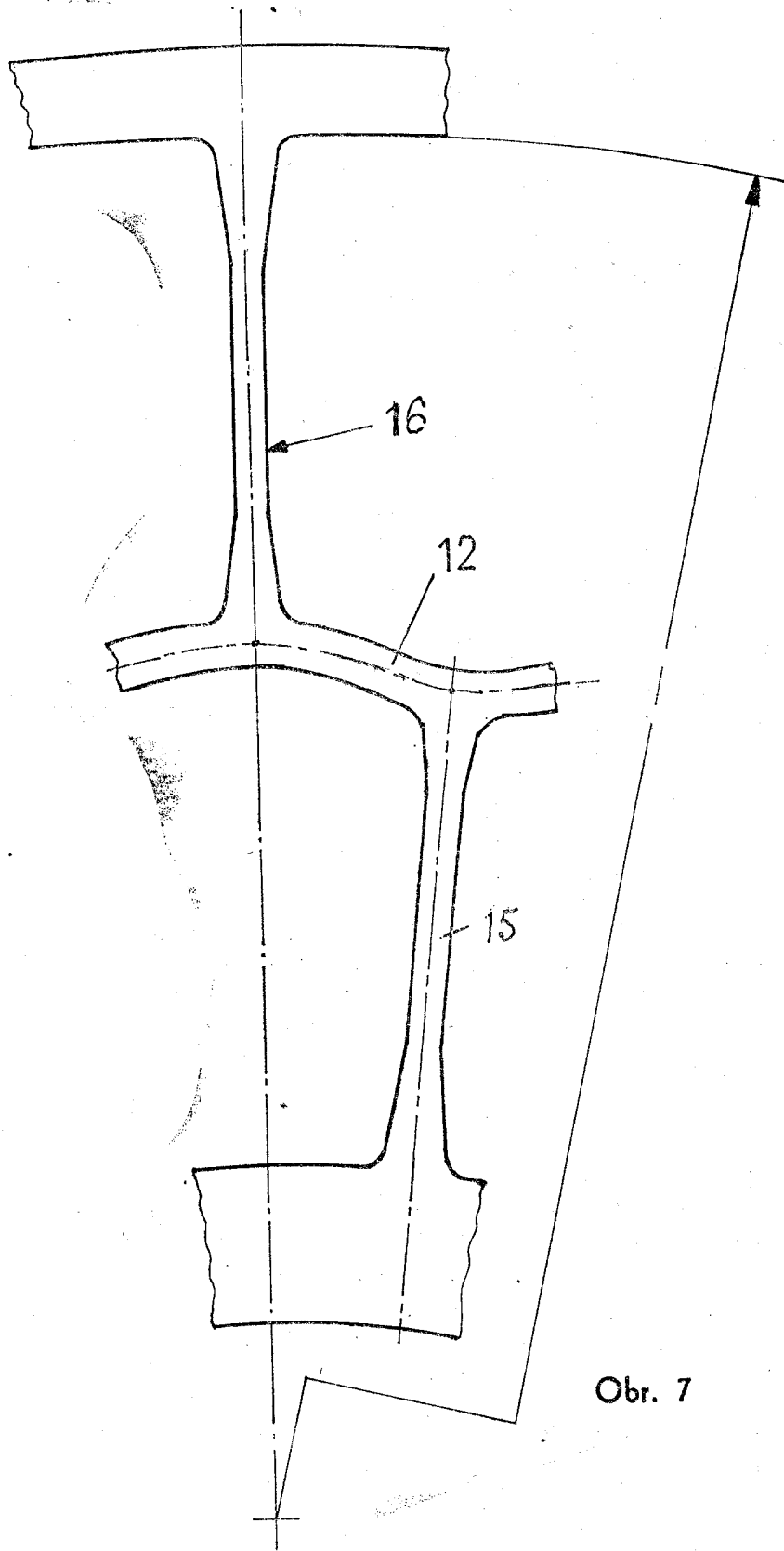
Obr. 3



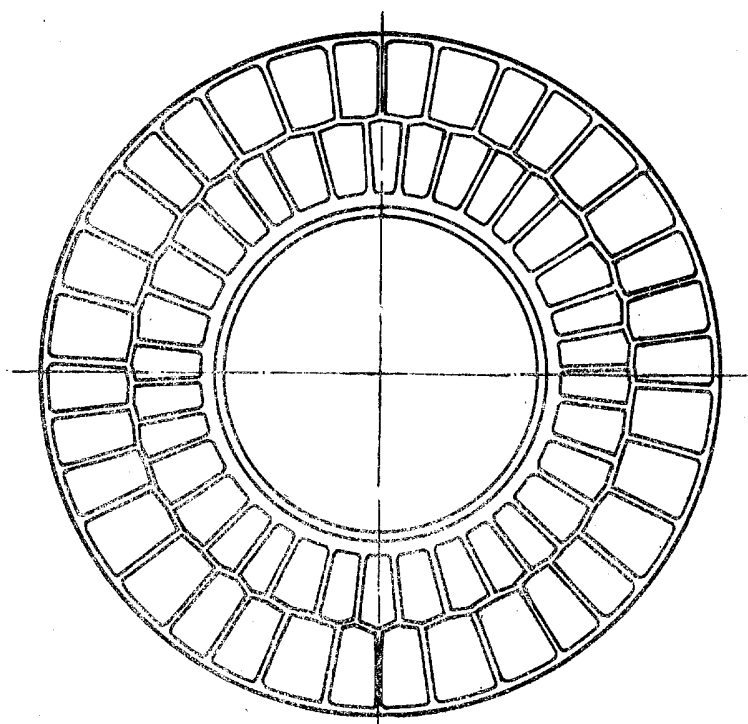


Obr. 6

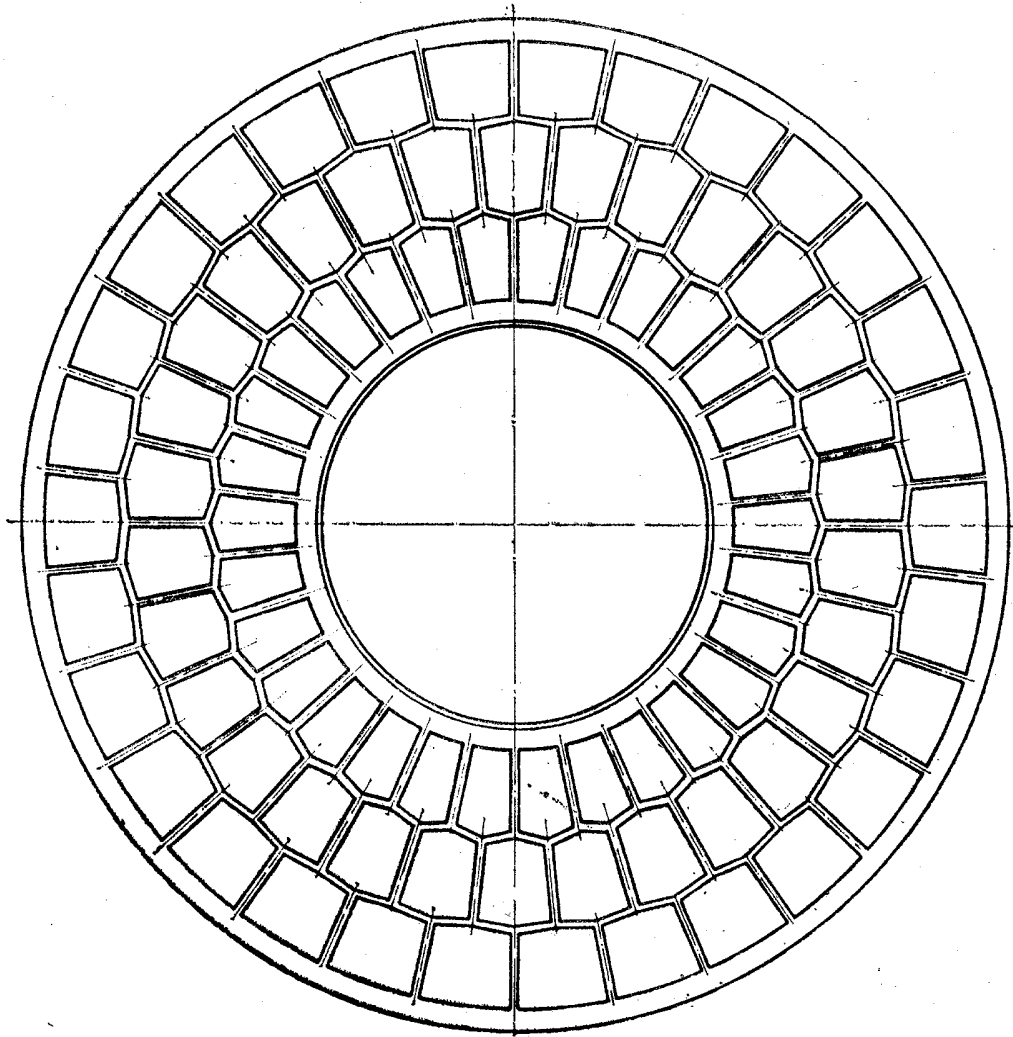
241470



Obr. 7



Obr. 8



Обр. 9