



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

223938

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
F 04 D 29/28

(22) Přihlášeno 16 04 82
(21) (PV 2751-82)

(40) Zveřejněno 28 01 83

(45) Vydáno 15 11 85

(75)
Autor vynálezu

JERIE JAN prof. dr. ing. DrSc., HANUS DANIEL ing., PRAHA

(54) Oběžné kolo stupně odstředivého kompresoru pro vysoké tlakové poměry

1

Vynález se týká oběžného kola stupně odstředivého kompresoru pro vysoké tlakové poměry, opatřeného lopatkami, počínajícími v axiální vstupní části pracovního kanálu kola a končícími na výstupním průměru kola radiálně nebo částí mírně zahnutou dozadu, a vytvořené ze dvou částí.

Odstředivé kompresory pro vysoké tlakové poměry v jednom stupni se vyvinuly všeobecně tak, že mají rotorové lopatky, přecházející plynule z axiálního záběrníku do vlastní radiální části oběžného kola. Za ním je zařazeno rozváděcí kolo. Takové provedení stupně je vhodné pro nejvyšší obvodové rychlosti a umožňuje dosažení vysokých tlakových poměrů, přesahujících běžné hodnotu 4. Nevýhodou je skutečnost, že adiabatická účinnost takového stupně odstředivého kompresoru je obvykle o 4 až 7 % nižší než adiabatická účinnost osového kompresoru navrženého pro shodný tlakový poměr a hmotnostní tok.

Snahy o odstranění uvedené nevýhody jsou dosud neúspěšné. Souvisí to s nerovnoměrností proudu, který se u popsáných stupňů odstředivých kompresorů pozoruje na výstupu z oběžného kola. Proud vytékající z oběžného kanálu je rozdělen na oblast s nižší rychlostí při podtlakové straně oběžné lopatky, takzvaný úplav, a na oblast s vysokou rychlostí při přetlakové straně lopatky, takzvaný paprsek. Pokusy o zlepšování účinnosti spočívají v takových úpravách tvaru oběžných lopatek a meridiálního profilu oběžných kol, které snižují tlakové gradienty na podtlakové straně lopatek. Do radiální části se zařazují mezilopatky, konec radiální části lopatek se zakřivuje "dozadu" nebo se napřimuje celá oběžná lopatka. Těmito úpravami se ovšem zvyšuje tření v kanálu oběžného kola a snižuje schopnost lopatek předávat práci protékající vzdušině, nebo se usiluje o zlepšení rovnoměrnosti výstupního proudu zvýšením radiální složky výstupní rychlosti z kola, tj. zvětšením "střechovitosti" kola.

223938

Uvedené nedostatky odstraňuje podle vynálezu oběžné kolo stupně odstředivého kompresoru pro vysoké tlakové poměry, opatřené lopatkami, počínajícími v axiální vstupní části pracovního kanálu kola a končícími na výstupním průměru kola radiálně nebo částí mírně zahnutou dozadu a vytvořené ze dvou částí. Jeho podstata spočívá v tom, že úhel tečny ke střední čáře profilu druhé lopatky v jejím náběžném bodě je o 2 až 25° větší než úhel tečny ke střední čáře profilu první lopatky v jejím odtokovém bodě, měřeno vůči axiálnímu směru. Podle dalšího znaku vynálezu je druhá lopatka proti první lopatce úhlově natočena proti směru rotace oběžného kola o úhel menší než 360°, dělených dvojnásobným počtem lopatek druhé části oběžného kola, přičemž úhel je měřený mezi náběžným bodem profilu druhé lopatky a odtokovým bodem profilu první lopatky. Konečně podle posledního znaku vynálezu je počet druhých lopatek celým násobkem počtu prvních lopatek.

Základní výhodou je odstranění příčiny zvýšených ztrát, které v oběžných kolech dosavadních provedení nastávají a projevují se ve výstupním proudu jeho rozdělením na úplav a paprsek.

Podstata vynálezu je blíže vysvětlena na příkladu podle připojeného výkresu, kde na obr. 1 je nakreslen meridiální řez oběžným kolem a na obr. 2 je nakreslen rozvinutý válcový řez A-A oběžným lopatkováním na průměru menším než je vnější průměr axiální záběrníkové části.

Jak patrně z obr. 1, je na hřídeli 3 nasazena první část 1 oběžného kola a druhá část 2 oběžného kola, jejichž vzájemná poloha je zajištěna kolíky 4. Proti axiálnímu posunutí na hřídeli 3 jsou obě části 1, 2 zajištěny maticí 5. Odtokové hrany lopatek 10h první části 1 oběžného kola a náběžné hrany lopatek 20h druhé části 2 oběžného kola leží v obecných rotačních plochách, jejichž vzájemná vzdálenost x je obecně funkcí radiální polohy A-A a může nabývat hodnot kladných, nulových i záporných.

Na obr. 2 je uveden válcový rozvinutý řez lopatkováním oběžného kola tvořeného dvěma sousedními lopatkami 6, 6' první části 1 oběžného kola a dvěma sousedními lopatkami 7, 7' druhé části 2 oběžného kola. Lopatky 6, 6' první části 1 oběžného kola jsou opatřeny odtokovými body 8, 8' a lopatky druhé části 2 oběžného kola jsou opatřeny náběžnými body 2, 2'. Střední čáry 10, 11 profilů lopatek první a druhé části oběžného kola jsou definovány jako geometrické místo středů kružnic vepsaných do příslušných profilů. t_1 značí tečnu ke střední čáře 10 profilu lopatky první části 1 oběžného kola v odtokovém bodě 8, t_2 značí tečnu ke střední čáře 11 profilu lopatky druhé části 2 oběžného kola v náběžném bodě 2. q_1 a q_2 jsou přímky rovnoběžné s osou rotace oběžného kola vedené body 8 a 2. β_1 je úhel mezi přímkou q_1 a tečnou t_1 , β_2 je úhel mezi přímkou q_2 a tečnou t_2 . α_1 a α_2 jsou úhlové rozteče mezi dvěma sousedními profily prvních lopatek 6 a 6' a druhých lopatek 7, 7'. φ je úhlové natočení náběžného bodu 2 profilu lopatky druhé části 2 oběžného kola vůči odtokovému bodu 8 profilu lopatky první části 1 oběžného kola.

Při průtoku první částí 1 oběžného kola je spojeno předávání energie pracovní látky lopatkami se zakříváním proudu a s urychlením a následujícím zpomalením proudu na vypuklých stranách profilů lopatek první části 1 oběžného kola. To vede, jak je známo, k nárůstu tloušťky mezní vrstvy, které před odtokovým bodem 8 profilu lopatek dosahuje obvykle meze stability a vytváří za profily oblast se sníženou rychlostí proudu. V ní se spojuje s tekutinou z mezní vrstvy, vznikající na vypuklé straně profilu lopatek, která je však v celém rozsahu profilu stabilní. Střední směr proudu za lopatkami první části kola je přitom odchýlen od axiálního směru přímkou q_1 o větší úhel, než je úhel β_1 tečny t_1 . Výhodných podmínek z hlediska účinnosti kola se dosahuje dle vynálezu tím, že lopatky druhé části 2 oběžného kola mají úhel β_2 tečny t_2 ke střední čáře 11 profilu v náběžném bodě 2 proveden větší, než je úhel β_1 tečny t_1 ke střední čáře 10 v odtokovém bodě 8 profilu lopatky první části 1 kola.

Musí tedy platit: $\beta_2 > \beta_1$.

Dále se dle vynálezu dosahuje příznivých podmínek průtoku kolem tím, že se náběžné hrany 2 druhých lopatek 7 druhé části 2 kola natočí proti směru rotace kola vůči odtokovým hranám 8 lopatek 6 první části 1 kola o úhel ψ menší než polovina úhlové rozteče α_2 lopatek druhé části 2 kola.

Musí tedy platit: $\psi < \frac{\alpha_2}{2}$.

Přitom může být provedení obou částí kola vázáno podmínkou

$$\sigma_1 = \sigma_2,$$

kdy mají obě části kola stejný počet lopatek, nebo může mít druhá část počet lopatek dvojnásobný i vícenásobný, takže platí:

$$\sigma_2 = \frac{1}{K} \sigma_1$$

kde $K = 1, 2, 3, \dots$

Jiným provedením oběžného kola odstředivého kompresoru, například přesunutím dělicí roviny mezi první a druhou částí kola blíže ke vstupu do první části 1 nebo naopak blíže k výstupu z druhé části 2 kola, umístěním odtokových hran lopatek první části 1 kola na kuželovou nebo jinak tvarovanou rotační plochu, než v příkladu na obr. 1 a 2 je naznačeno, i další tvarové úpravy provedení, například uspořádání lopatek na společném neděleném rotoru, nemění nic na podstatě vynálezu, jak byla příkladem objasněna.

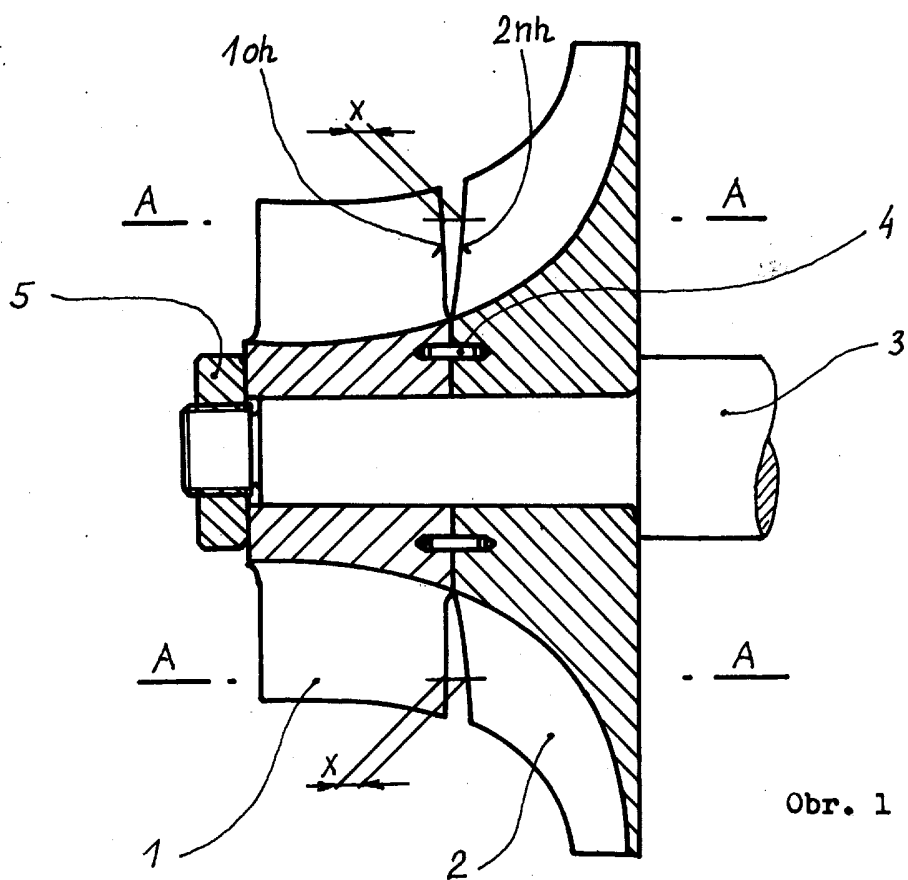
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Oběžné kolo stupně odstředivého kompresoru pro vysoké tlakové poměry, opatřené lopatkami, počínajícími v axiální vstupní části pracovního kanálu kola a končícími na výstupním průměru kola radiálně nebo částí mírně zahrnutou dozadu, a vytvořené ze dvou částí, vyznačené tím, že úhel (β_2) tečny ke střední čáře (11) profilu druhé lopatky (7) v jejím náběžném bodě (9) je o 2 až 25° větší než úhel (β_1) tečny ke střední čáře (10) profilu první lopatky (6) v jejím odtokovém bodě (8), měřeno vůči axiálnímu směru.

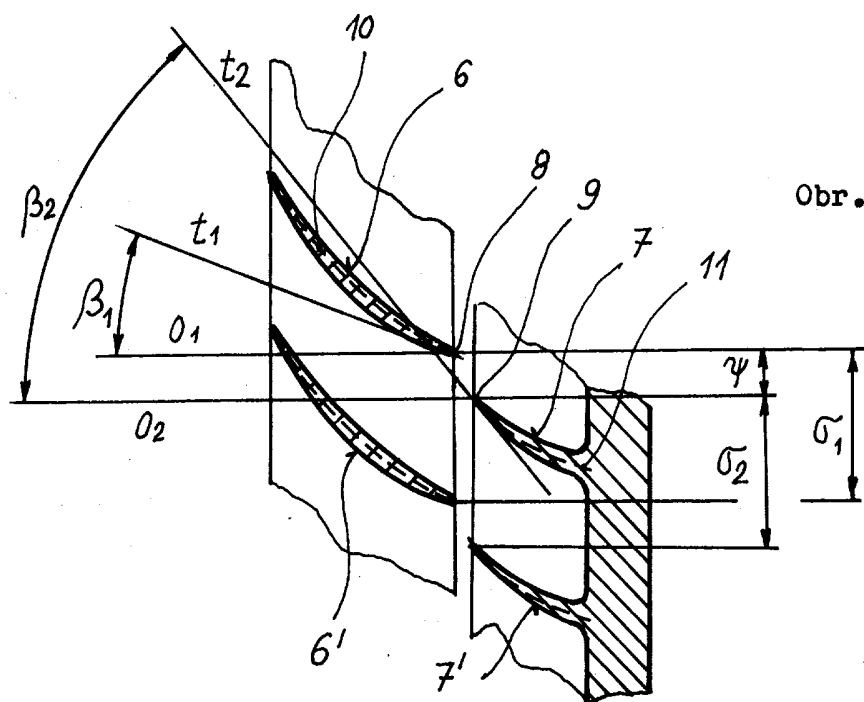
2. Oběžné kolo podle bodu 1, vyznačené tím, že druhá lopatka (7) je proti první lopatce (6) úhlově natočena proti směru rotace kola o úhel (ψ) menší než 360°, dělených dvojnásobným počtem lopatek druhé části (2) oběžného kola, přičemž (ψ) je měřený mezi náběžným bodem (9) profilu druhé lopatky (7) a odtokovým bodem (8) profilu první lopatky (6).

3. Oběžné kolo podle bodů 1 a 2, vyznačené tím, že počet druhých lopatek (7) je celým násobkem počtu prvních lopatek (6).

1 výkres



Obr. 1



Obr. 2