

255203



**ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY**

(22) Přihlášeno 03 11 83

(21) PV 8099-83

(40) zveřejněno 16 07 87

(45) Vyřáno 15 11 88

(11) **(B1)**

(51) Int. Cl.⁴

H 02 K 9/197

H 02 K 9/19

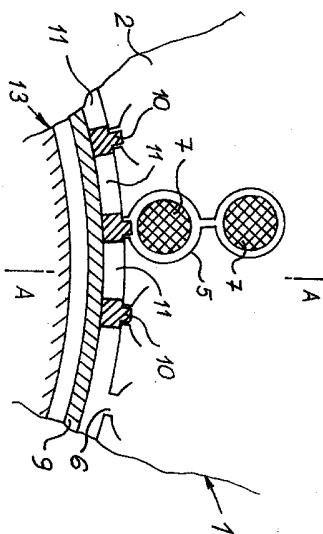
(75)

Autor vynálezu

ALEXA KAREL, ČESKÁ u Brna, SIEGL MILAN dr. ing. CSc., BRNO,
KOTRBA VÍT ing., HRUŠKY

(54) **Stator elektrického stroje točivého**

Řešení se týká statoru elektrického stroje točivého, zejména vysokootáčkového homopolárního stroje, s kapalinovým chladicím okruhem, opatřeného jednak v polouzavřených drážkách jeho svazku plechů pracovním vinutím s čely, vystupujícími z obou čelních stran svazku plechů a obtékajícími chladicí kapalinou, a jednak u vrtání svazku plechů válcovitou membránou pro hermetické oddělení kapalinového chladicího okruhu statoru od rotoru stroje. Účelem je docílit zintenzivnění odvodu tepla z tepelně namáhaných aktivních částí statoru i rotoru, včetně zlepšení poměrů tepelného namáhání membrány, čehož se dosáhne tím, že mezi vrtáním svazku plechů a vnějším povrchem membrány jsou u obou čelních stran svazku plechů vložena distanční tělesa, rozmístěná v tangenciálním směru statoru v odstupu od sebe, vymezující mezikruhové chladicí kanály, a v podélném směru statoru uspořádaná alespoň v části délky svazku plechů.



Vynález se týká statoru elektrického stroje točivého, zejména vysokootáčkového homopolárního stroje, s kapalinovým chladicím okruhem, opatřeného jednak v polouzavřených drážkách jeho svazku plechů pracovním vinutím s čely, vystupujícími z obou čelních stran svazku plechů a obtékanými chladicí kapalinou, a jednak u vrtání svazku plechů válcovitou membránou pro hermetické oddělení statoru od rotoru stroje.

U tepelně velmi využitých elektrických strojů točivých, například vysokootáčkových strojů homopolárního typu, se využívá přímého chlazení aktivních částí magnetického obvodu statoru chladicí kapalinou, přičemž v pracovní vzduchové mezeře stroje se u vrtání statoru umísťuje tenkostěnná válcovitá membrána, která slouží pro hermetické oddělení kapalinového chladicího okruhu statoru od rotoru stroje. Pokud je tato membrána provedena z kovu jako elektricky vodivého materiálu, vznikají v ní při chodu stroje indukované vířivé proudy, které vyvolávají značné přídavné tepelné ztráty, jež se spolu s hlavními tepelnými ztrátami z aktivních částí magnetického obvodu statoru a rotoru musí odvést z prostoru stroje, což se ve svém důsledku nepříznivě projevuje na celkových výstupních parametrech a provozních vlastnostech elektrického stroje točivého uvažovaného typu. V případě, že je válcovitá membrána provedena jako nekovová z elektricky nevodivého materiálu, nedochází sice v tomto případě u užívaných stávajících řešení elektrických strojů k absolutnímu zvýšení v nich vznikajících tepelných ztrát, avšak vlivem poměrně nízkých hodnot měrných tepelných vodivostí dosahuje při přestupu tepla z rotoru do statoru stroje vnitřní válcovitý povrch membrány neúměrně vysokých teplot, nepříznivě působících na její tepelně mechanické vlastnosti, zejména pak na její tvarovou stálost, což opět zapříčiňuje výrazně nižší možnou výkonou využitelnost známých provedení elektrických strojů točivých.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny u statoru elektrického stroje točivého podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že mezi vrtání svazku plechů a vnějším povrchem membrány jsou u obou čelních stran svazku plechů vložena distanční tělesa, která jsou v tangenciálním směru statoru rozmístěna v odstupech od sebe, vymezující mezikruhové chladicí kanály, a v podélném směru statoru jsou uspořádána alespoň v části délky svazku plechů.

Vložením distančních těles mezi vrtání svazku plechů statoru a vnější povrch válcovité membrány v podélném směru statoru buď přes celou délku svazku plechů statoru, nebo alespoň v jeho části, se vhodným rozměrem jejich odstupu v tangenciálním směru statoru vymezí optimálně dimenzované mezikruhové chladicí kanály, umožňující docílení výrazně vyšší průtokovou rychlost chladicí kapaliny, čímž dojde ke zřetelně intenzivnějšímu ochlazení vnějšího povrchu membrány i aktivních částí magnetického obvodu statoru. Tato skutečnost pak bude mít za následek snížení tepelného gradientu mezi membránou a rotorem stroje a tedy zrovnoměrnění tepelného zatížení statoru i rotoru a tím vzhledem k možnosti zvýšení jejich přípustného tepelného namáhání i vyšší výkonovou využitelnost elektrických strojů točivých ve stejných uvažovaných zastavovacích rozměrech při zajištění jejich vysoké funkční spolehlivosti a záruce dlouhodobé provozní životnosti. Za výhodné lze pokládat zejména takové provedení distančních těles mezi vrtání svazku plechů statoru a vnějším povrchem válcovité membrány a jejich prostorové uspořádání v podélném směru statoru, které jsou vytvořeny jako lišty o profilu tvaru písmene T, jež se vnější stranou pásnice opírají o vnější povrch membrány a vnitřními stranami pásnice o vrtání svazku plechů statoru a které jsou svými stojinami uloženy v otevřených drážkách svazku plechů statoru a jejich volnými čelními stranami zasahují nejvýše do úrovně vnitřní hrany otevření drážek, vymezující přechod do vnitřního prostoru polouzavřených drážek svazku plechů statoru pro uložení pracovního vinutí, z důvodu zamezení případného poškození tohoto vinutí. Takto provedená distanční tělesa, která sama o sobě přispívají k vyztužení uložení válcovité membrány u vrtání statoru, vymezují zcela jednoznačně shodně tělesně vytvořené axiální chladicí kanály, které v případě natočení drážek v podélném směru statoru například o jednu drážkovou rozteč budou upraveny ve tvaru mnohochové šroubovice. Těmito kanály pak bude chladicí kapalina s ohledem na zmenšený průtočný profil ještě vyšší rychlostí a tím bude docházet k maximálně možnému odnímání tepla jak z povrchu válcovité membrány, tak i ze statoru a rotoru stroje.

Na připojeném výkrese je znázorněn příklad provedení statoru elektrického stroje točivého podle vynálezu, kde na obr. 1 je zobrazen magnetický obvod statoru s válcovitou membránou u jeho vrtání v částečném příčném řezu a obr. 2 ukazuje též magnetický obvod statoru podle řezu A-A, vyznačeném na obr. 1.

Stator 1 elektrického stroje točivého podle vynálezu, například vysokootáčkového stroje homopolárního typu, který je z důvodů potřeby vysokého magnetického, elektrického i tepelného využití aktivních částí jeho magnetického obvodu opatřen kapalinovým chladicím okruhem, má v polouzavřených drážkách 5 jeho svazku 2 plechů uloženo pracovní vinutí 7, jehož čela 8, vystupující z obou čelních stran 4 svazku 2 plechů statoru 1, jsou obtékána chladicí kapalinou. U vrtání 3 svazku 2 plechů je uspořádána tenkostěnná válcovitá membrána 9 pro hermetické oddělení kapalinového chladicího okruhu statoru 1 od prostoru rotoru 13 stroje, která může být vytvořena buď z elektricky nevodivého materiálu přiměřeně vhodné mechanické únosnosti a měrné tepelné vodivosti, nebo i z elektricky vodivého materiálu, kdy s ohledem na její tepelné mechanické vlastnosti je třeba její tloušťka volit tak, aby byla pokud možno vždy menší, než je hloubka vniku indukovaných vířivých proudů, což povede k minimalizaci úrovně ztrát od vířivých proudů. Pro zajištění zvýšené průtočné rychlosti chladicí kapaliny a tím i co nejintenzivnějšího obvodu tepla z aktivních částí statoru 1 a účinného ochlazování vnějšího povrchu membrány 9, souvisejícího s potřebným obvodem tepelných ztrát, vzniklých v rotoru 13 stroje, jsou u statoru 1 elektrického stroje točivého podle vynálezu vrtáním 2 jeho svazku 2 plechů a vnějším povrchem válcovité membrány 9 u obou čelních stran 4 svazku 2 plechů vložena distanční tělesa 10, která jsou v tangenciálním směru statoru 1 rozmístěna v odstupech od sebe, vymezujících mezikruhové kanály 11, a která jsou v podélném směru statoru 1 uspořádána s ohledem na vyvození potřebné průtočné rychlosti chladicí kapaliny buď přes celou délku svazku 2 plechů statoru 1, nebo alespoň ve vymezené části jeho délky.

Jak je naznačeno na obr. 1, k výhodným patří takové provedení distančních těles 10, která jsou vytvořena jako lišty o profilu tvaru T, jež se opírají vnější stranou pásnice o vnější povrch membrány 9 a oběma vnitřními stranami pásnice o vrtání 3 svazku 2 plechů, přičemž stojinou lišt jsou umístěna v otevřeních 6 drážek 5 svazku 2 plechů statoru 1 tak, aby jejich volnou čelní stranou zasahovala nejvýše do úrovně vnitřní hrany otevření 6 drážek 5 z důvodů zamezení případného mechanického poškození izolace pracovního vinutí 7. Pokud budou takto provedená distanční tělesa 10 ve tvaru lišt uspořádána v otevřeních 6 drážek 5, natočených například o alespoň jednu drážkovou rozteč, vymezí se jimi mezikruhové chladicí kanály 11 ve tvaru mnohochoché šroubovice, čímž se vzhledem k jejich zmenšenému profilu v porovnání s axiálně vedenými mezikruhovými chladicími kanály 11 zajistí zvýšená průtočná rychlost chladicí kapaliny a odvod tepla z aktivních částí rotoru 13, statoru 1 a stejně tak i odnímání tepla z vnějšího povrchu membrány 9 se co nejvíce zintenzivní.

Pro zajištění průtoku chladicí kapaliny kapalinového chladicího okruhu statoru 1 elektrického stroje točivého podle vynálezu jak v mezikruhových chladicích kanálech 11, tak i v prostorech v okolí čel 8 pracovního vinutí 7 s co nejmenším hydraulickým odporem, je výhodné provést napojení mezikruhových chladicích kanálů 11 na kapalinových chladicích okruh u vnějšího povrchu svazku 2 plechů statoru 1 prostřednictvím alespoň jednoho do nich zaústěného radiálního chladicího kanálu 12, vytvořeného ve střední části svazku 2 plechů, jak je například schematicky znázorněno na obr. 2, kde je pro názornost šipkami vyznačen možný směr průtoku chladicí kapaliny, která je z prostoru u vnějšího povrchu svazku 2 plechů statoru 1 přiváděna do radiálního chladicího kanálu 12 a z něj je rozváděna do mezikruhových chladicích kanálů 11, ze kterých potom u obou čelních stran 4 svazku 2 plechů vystupuje a ve směru k vnějšímu povrchu svazku 2 plechů obtéká čela 8 pracovního vinutí 7. Podle charakteru prostorového rozložení tepelného namáhání aktivních částí magnetického obvodu statoru 1, rotoru 13 i vnějšího povrchu membrány 9 lze však provést směr průtoku chladicí kapaliny i opačný.

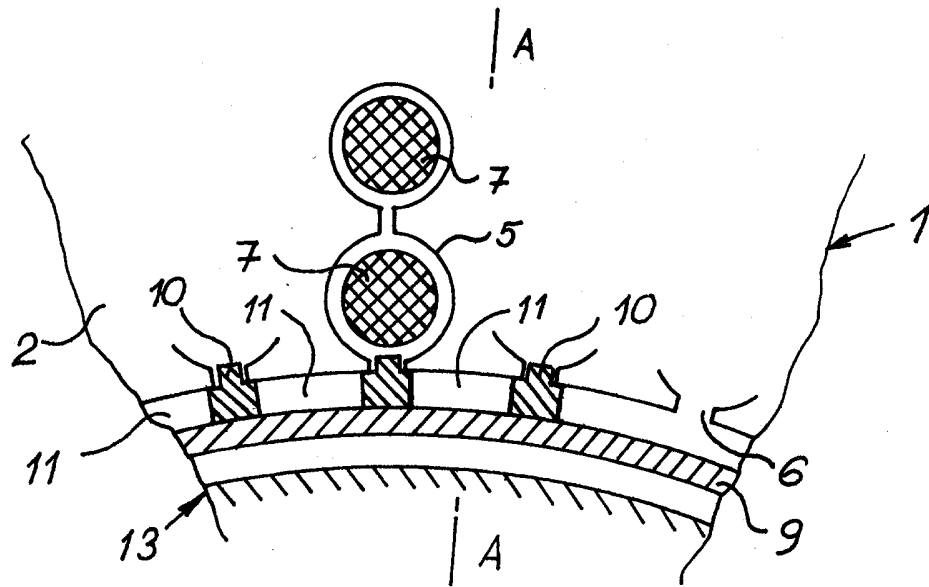
Vytvoření radiálního chladicího kanálu 12 a jeho zaústění do mezikruhových chladicích kanálů 11 je výhodné s ohledem na zabezpečení tepelné symetrie zejména u výšce tepelně využívaných vysokootáčkových elektrických strojů točivých homopolárního typu, opatřovaných toroidní budicí cívkou, uspořádanou uprostřed svazku 2 plechů statoru 1, která u statoru 1 podle vynálezu může být uspořádána přímo v radiálním chladicím kanále 12 a obtékáním chladicí kapaliny nejintenzivněji ochlazována.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

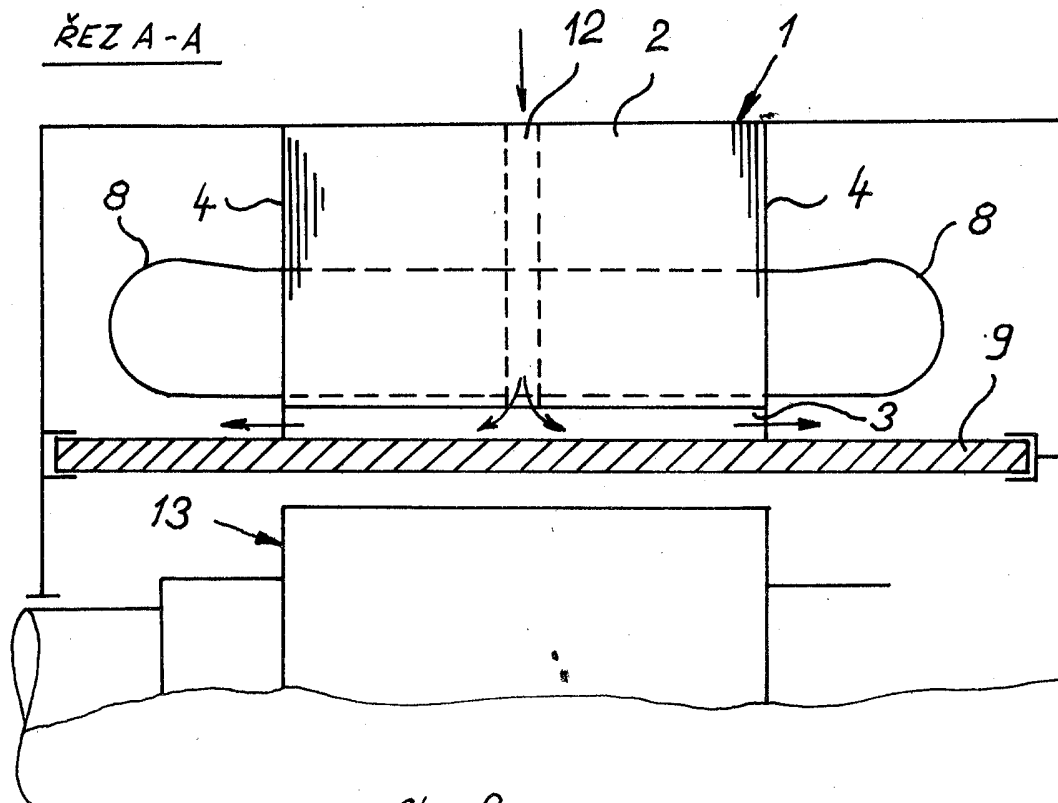
1. Stator elektrického stroje točivého, zejména vysokootáčkového homopolárního stroje, s kapalinovým chladicím okruhem, opatřeným jednak v polouzavřených drážkách jeho svazku plechů pracovním vinutím s čely, vystupujícími z obou čelních stran svazku plechů s obtékanými chladicí kapalinou, a jednak u vrtání svazku plechů válcovitou membránou pro hermetické oddělení statoru od rotoru stroje, vyznačující se tím, že mezi vrtáním (3) svazku (2) plechů a vnějším povrchem membrány (9) jsou u obou čelních stran (4) svazku (2) plechů vložena distanční tělesa (10), která jsou v tangenciálním směru statoru (1) rozmístěna v odstupech od sebe, vymezujících mezikruhové chladicí kanály (11), a v podélném směru statoru (1) jsou uspořádána alespoň v části délky svazku (2) plechů.

2. Stator podle bodu 1, vyznačující se tím, že distanční tělesa (10) jsou provedena jako lišty o profilu tvaru písmene T, které se vnější stranou pásnice opírají o vnější povrch membrány (9) a vnitřními stranami pásnice o vrtání (3) svazku (2) plechů, přičemž stojinou lišt jsou uspořádána v otevřeních (6) drážek (5) svazku (2) plechů a zasahují čelní stranou nejvýše do úrovně vnitřní hrany otevření (6) drážek (5) svazku (2) plechů.

3. Stator podle bodu 1, vyznačující se tím, že do mezikruhových chladicích kanálů (11) je zaústěn alespoň jeden radiální chladicí kanál (12), vytvořený ve střední části svazku (2) plechů.



Obr. 1



Obr. 2