



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

212540

(11) (B1)

(22) Přihlášeno 28 09 79
(21) (PV 6585-79)

(51) Int. Cl.³
H 02 K 1/08

(40) Zveřejněno 31 08 81

(45) Vydáno 15 08 84

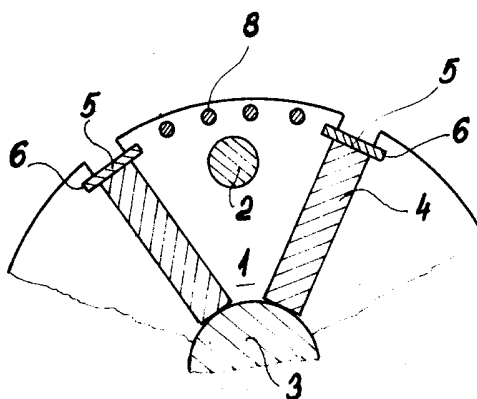
(75)

Autor vynálezu

MEZÍRKA MILAN ing., PAVLOVSKÝ HUGO ing. CSc., ŠKODA KAREL ing., BRNO

(54) Rotor elektrického stroje s vyjádřenými póly

Účelem vynálezu je odstranění namáhání pólů stroje na ohyb způsobené odstředivými a jím podobnými silami, zvláště tam, kde jsou póly sestavené ze segmentů. Tohoto účelu se dosahuje tím, že póly, podepřené ze strany rotoru, jsou v axiálním směru staženy předepjatými stahovacími prvky zakotvenými ve stahovacích bočnicích společných pro všechny póly, a uspořádaným na kružnici, jejíž poloměr je větší než poloměr kružnice, na níž leží těžiště pólů, přičemž jsou rovněž dány podmínky, jež musí velikost axiální stahovací síly splňovat, aby předepjaté stahovací prvky plnily svůj účel.



obr. 5

Vynález se týká rotoru elektrického stroje s vyjádřenými póly, zejména rotoru s vysokými hodnotami namáhání pólů na ohyb odstředivými silami a silami jím podobnými.

Magnetické obvody rotorů elektrických strojů točivých jsou sestaveny buď z plechů, a to jak celistvých, tak i dělených na segmenty, nebo jsou sestaveny z jednotlivých prvků z plného materiálu, případně jsou tvořeny kombinací obou provedení, jako je tomu u strojů s permanentními magnety. Póly vytvořené samostatně bývají ke jhu rotoru upevněny pomocí rybin nebo T-hlav po celé délce, či jsou připevněny pomocí šroubů. Rybina nebo radiálně uspořádané šrouby zachycují odstředivou sílu působící na pól, zatímco svorníky či šrouby procházející pólem v axiálním směru jen stahují pól v kompaktní celek. Jsou známa rovněž provedení, výhodná např. u listěných rotorů s permanentními magnety, u nichž jsou plechy s permanentními magnety staženy mezi bočnice ve tvaru mezikruhových kotoučů. Odstředivá síla se pak třením přenáší na tyto nosné bočnice. Jednotlivé póly vytvářejí mezi bočnicemi nosníky namáhané vlastní odstředivou silou na ohyb. Tomuto ohybovému namáhání se čelí vyztužením rotoru tuhými rozměrnými trávci zakotvenými v bočnicích, mezilehlými zděřeními, bandážemi a různými podpěrami k omezení průhybu. Nosné trávce zaujímají značnou část objemu rotoru na úkor magneticky aktivních částí. Tato řešení tedy vedou k poměrně hmotným konstrukcím s vysokou spotřebou materiálu převážně málo elektricky i magneticky využitého. Přitom dosažitelné parametry mnohých strojů jsou často omezeny právě dosažitelnou tuhostí rotorového systému.

Uvedenou problematikou řeší rotor elektrického stroje podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že póly podepřené ze strany rotoru jsou v axiálním směru staženy předepjatými stahovacími prvky zakotvenými ve stahovacích bočnicích společných pro všechny póly, a uspořádanými na kružnici, jejíž poloměr je větší než poloměr kružnice, na níž leží těžiště pólů, přičemž velikost axiální stahovací síly je dána větší z obou hodnot stanovených ze vztahů.

$$S \cdot f > Q_{\max}$$

$$S \cdot R > M_{q\max}$$

kde f je součinitel tření mezi stavebními prvky pólů, zejména plechy, $Q_{\max}$ je největší hodnota posouvající síly v radiálním směru, R je radiální vzdálenost mezi těžištěm pólu a osou stahovacího prvku a $M_{q\max}$ je největší hodnota momentu namáhajícího pól na ohyb.

Takto provedené póly mají dostatečnou tuhost i při zatížení značnými odstředivými silami za rotace a nemůže dojít k vzájemnému posunutí jednotlivých stavebních prvků pólů. Svorník procházející pólem není určen k přenosu ohybových namáhání, ani na to není dimenzován, nýbrž pouze na přenos předepínací tahové síly potřebné k vyvození dostatečně vysokého tlaku mezi stavebními prvky rotoru. Takto vyrobený listěný pól je schopen odolávat ohybovému namáhání jako by byl z masivního materiálu. Po celé délce pólu působí konstantní moment opačného smyslu než moment způsobený vlastní odstředivou silou pólů. Tím se zruší ohybové namáhání pólu a potlačí ohybová deformace. Tlak mezi plechy též zajišťuje způsobilost listěného pólu přenášet posouvající síly a tudíž i odstředivé síly na nosné bočnice.

Příklady provedení rotoru podle vynálezu jsou zobrazeny na výkresech, na nichž na obr. 1 je znázorněn teoretický průběh sil podél pólu předepjatého stahovacím prvkem, obr. 2 ukazuje část rotoru v axiálním řezu, kde předpětí je vyvozeno nýty, na obr. 3 je část axiálního řezu rotorem se svorníky jako stahovacími prvky a obr. 4 představuje část radiálního řezu rotorem s permanentními magnety a na obr. 5 je radiální řez pólem podle obr. 1.

Teoretický základ je patrný z obr. 1. Pól 1 rotoru elektrického stroje představuje z mechanického hlediska nosník délky L zatížený při otáčení rovnoměrným spojitým zatížením Q od odstředivé síly. Posouvající síla Q má největší hodnotu $Q_{\max} = 0,5 G \cdot L$ na koncích pólu

1. Ohybový moment M_Q má největší hodnotu $M_{Qmax} = 0,125 G.L^2$ uprostřed délky L pólu 1. Pro zamezení nebezpečného namáhání pólu 1, musí být stahovací prvek 2 umístěn ve vzdálenosti R nad těžištěm T příčného průřezu pólu 1 směrem k vnějšímu povrchu rotoru a předepnut silou splňující následující podmínky:

a) Axiální stahovací síla S , která stahuje pól 1 musí vytvořit mezi plechy, či jinými konstrukčními prvky pólu 1, třecí sílu F , jež je větší než největší hodnota posouvající síly Q v radiálním směru

$$F = S \cdot f > Q_{max}$$

kde f je součinitel tření mezi konstrukčními prvky pólu 1.

b) Moment M_S axiální stahovací síly S k těžišti T příčného průřezu pólu 1 musí být větší než největší hodnota ohybového momentu M_Q

$$M_S = S \cdot R > M_{Qmax}$$

Při splnění těchto podmínek bude i za rotace působit mezi jednotlivými konstrukčními prvky pólu 1 všude jen tlakové napětí a nemůže dojít k deformaci pólu 1 účinkem odstředivých sil. Na pól 1 bude působit moment s tendencí vyvolat průhyb směrem k ose rotoru, tento průhyb však bude znemožněn opěrem pólu 1 na hřídeli stroje. Na stojícím stroji má moment prohýbající pól 1 směrem ke hřídeli 3 konstantní hodnotu rovnou momentu M_S axiální stahovací síly S vzhledem k těžišti T příčného průřezu pólu 1 po celé jeho délce L . Za rotace je tento moment roven rozdílu $M_S - M_Q$ obou momentů zatěžujících sil a jeho rozložení podél pólu 1 je znázorněno na obr. 1 svisle šrafovanou plochou. Moment vyvolaný předpjatým stahovacím prvkem 2 tak nejen ruší za provozu vzniklý ohybový moment zatěžující pól 1, ale zajišťuje polohu pólu 1 na rotoru. Velikost stahovací síly S tedy nemůže být hodnota nahodilá, je dána vlastní konstrukcí rotoru a provozními podmínkami.

Praktickým příkladem provedení rotoru podle vynálezu je rotor s permanentními magnety. Na hřídeli rotoru 3 jsou umístěny jednotlivé póly 1 složené z plechových segmentů. Prostory mezi póly 1 jsou vyplněny permanentními magnety 4, které jsou v dané poloze zajištěny klíny 5 zapadajícími do drážek 6 v pleších sousedních pólu 1. Tyto plechy jsou staženy předpjatými stahovacími prvky 2 zakotvenými ve stahovacích bočnicích 7, po jedné na každém čele rotoru, společnými pro všechny póly 1. Stahovacími prvky 2 mohou být svorníky, nýty, lze k tomuto účelu využít i tyčí 8 tlumícího vinutí apod.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Rotor elektrického stroje s vyjádřenými póly, zejména rotor s vysokými hodnotami namáhání pólů na ohyb odstředivými silami a silami jim podobnými, vyznačující se tím, že póly (1) podepřené ze strany od osy rotoru jsou v axiálním směru staženy předpjatými stahovacími prvky (2) zakotvenými ve stahovacích bočnicích (7) společných pro všechny póly (1), a uspořádanými na kružnici, jejíž poloměr je větší než poloměr kružnice, na níž leží těžiště pólů (1), přičemž velikost axiální stahovací síly je dána větší z obou hodnot stanovených ze vztahů

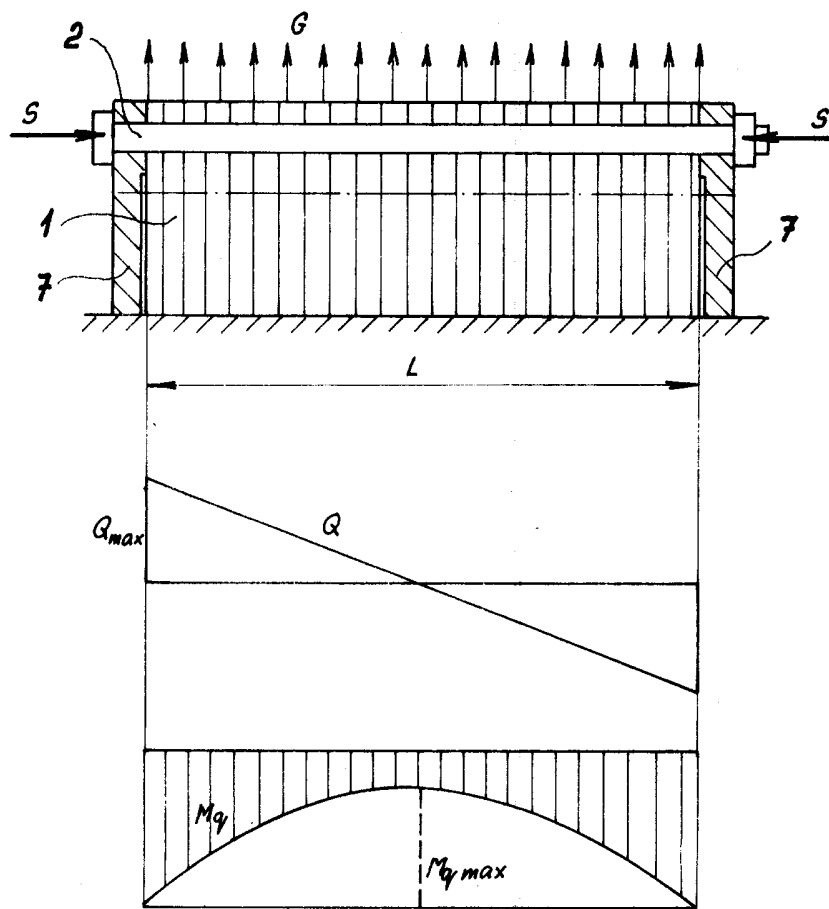
$$S \cdot f > Q_{max}$$

$$S \cdot R > M_{Qmax}$$

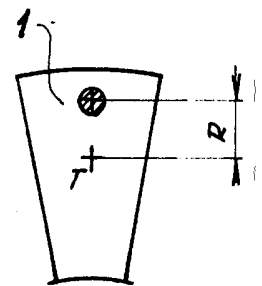
kde f je součinitel tření mezi stavebními prvky pólů (1), zejména plechy, Q_{max} je největší hodnota posouvající síly v radiálním směru, R je radiální vzdálenost mezi těžištěm pólu (1)

a osou stahovacího prvku (2) a M_{qmax} je největší hodnota momentu namáhajícího pólu (1) na ohyb.

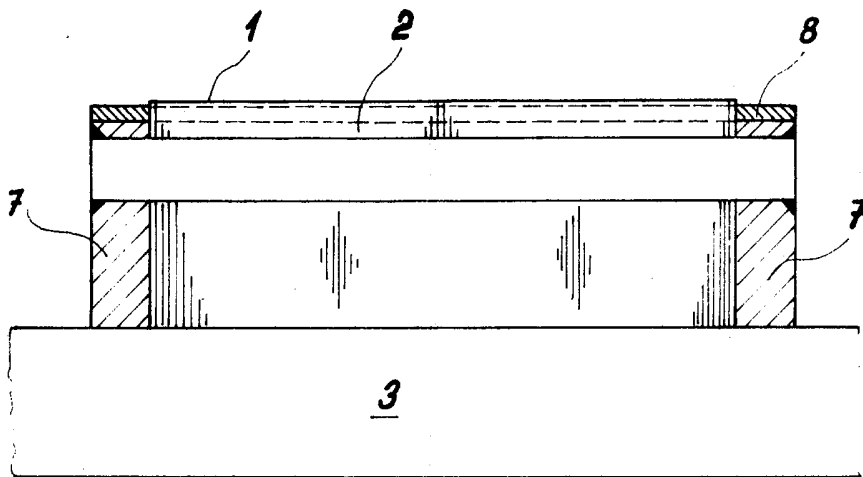
2 listy výkresů



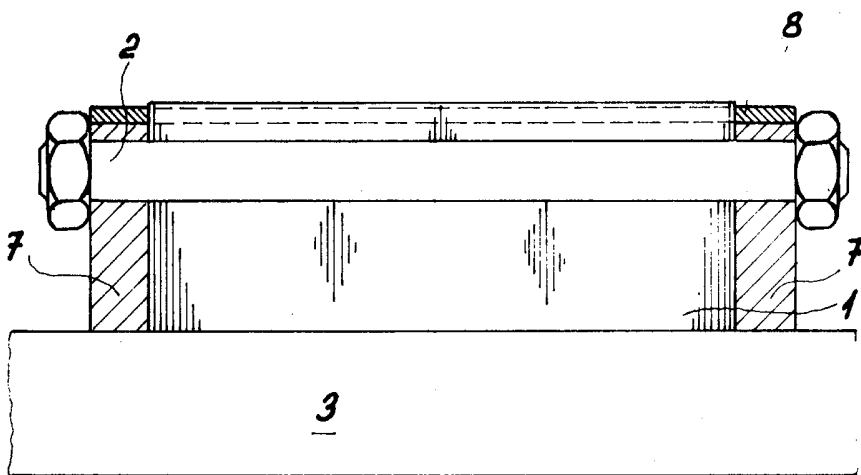
obr. 1



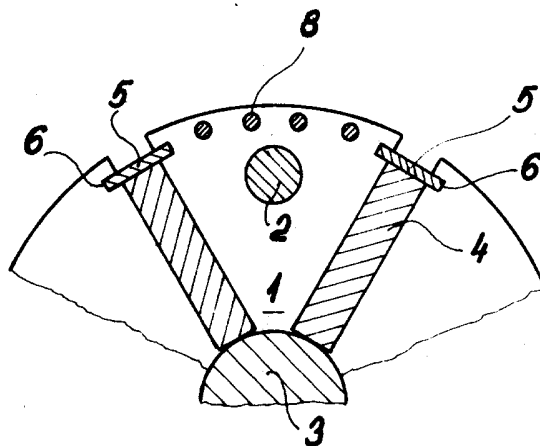
obr. 2.



obr. 3



obr. 4



obr. 5