

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

254112

(11) B₁

(51) Int. Cl.⁴

H 02 K 1/28

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 19 05 83
(21) PV 3552-83
(89) 1101969, SU

(40) Zveřejněno 16 10 85
(45) Vydáno 25.07.88

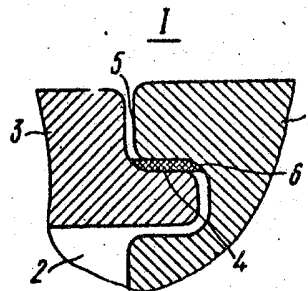
(75)
Autor vynálezu

CHUTORECKIJ GARRI MICHAJLOVIČ,
FRIDMAN VLADIMIR MARKOVIČ,
ZAGORODNAJA GALINA ALEXANDROVNA,
VARTANIAN GURGEN PETROVIČ,
GALAJ ALEXEJ ARCHIPOVIČ, LENINGRAD (SU)

(54)

Rotor elektrického stroje

Řešení se týká rotoru elektrického stroje s podélnými ventilačními, cívkovými a dalšími drážkami. Cíl řešení - zvýšení provozní spolehlivosti rotoru vyloučením poškození hřídelu třecí únavou. S tímto cílem v rotoru, mající hřídel s podélnými ventilačními drážkami, jsou drážky zčásti po délce uzavřeny klíny, přičemž mezi opěrnými plochami klínu a plochami hřídelu uloženy izolační vložky z ftoroplastu vyztuženého skelnou tkaninou.



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

Заявлено: 30.11.81

Заявка: № 3359141/24-07

МКИ³: Н 02 К 1/28

Авторы: Г.М.Хуторецкий, В.М.Фридман, Г.А.Загородная,
Г.П.Вартаньян и А.А.Галай

Заявитель: Ленинградское электромашиностроительное объединение
"Электросила" имени С.М.Кирова

Название изобретения: РОТОР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Изобретение относится к электромашиностроению и касается узла ротора электрической машины с продольными вентиляционными, обмоточными и другими пазами, в частности вопросов прочности его вала.

В турбогенераторах для крепления обмотки ротора и закрытия вентиляционных пазов используются клинья, которые при вращении ротора, особенно в крупных двухполюсных турбогенераторах, имеющих большие диаметры ротора и высокую частоту вращения, нагружаются центробежными силами, вызывающими в них значительные механические напряжения. Вследствие этого указанные клинья выполняются металлическими, из материалов с высокими механическими свойствами, например, из стали, титановых сплавов, дюралюминия, бронзы.

Известен вал ротора электрической машины, имеющий пазы, закрытые цельными клиньями, концы которых выведены на торцевую поверхность точки ротора, где осевые напряжения отсутствуют (1).

Недостатки такого вала ротора заключаются в необходимости выполнения цельного клина на всю длину бочки ротора, что представляет значительные технологические трудности, так как для современных турбогенераторов длина бочки достигает 6-8 м, а также невозможности применения таких клиньев для вентиляционных пазов, которые по крайней мере с одного торца бочки ротора не могут быть выведены в зону, где отсутствуют осевые напряжения.

Наиболее близким к изобретению является ротор электрической машины, преимущественно турбогенератора, имеющий вал с хвостовиком, на наружной поверхности которого расположены продольные вентиляционные пазы, закрытые металлическими клиньями. В известной конструкции ротора длина каждого клина меньше длины паза, так что в одном пазу ротора устанавливается несколько клиньев (2).

Недостатком известного ротора является наличие фреттинг-эффекта между опорными плоскостями вала и клиньев, вызывающего фреттинг-коррозию и фреттинг-усталость, которые в свою очередь вызывают повреждение вала.

При вращении вал ротора испытывает знакопеременные изгибные напряжения, вызванные действием веса и изменяющиеся с частотой вращения ротора. Величины этих напряжений относительно невелики и могут представлять опасность при наличии геометрических концентраторов напряжения (галтелей, кольцевых канавок) и при возникновении фреттинга колебательного относительного движения между контактирующими поверхностями. Влияние этих факторов усиливается по мере возрастания единичной мощности турбогенератора, то есть с увеличением массы и длины ротора.

Явление фреттинга применительно к паре вал ротора - клин заключается в колебательном перемещении (проскальзывании) клина относительно вала по контактной поверхности поджатия клина к валу центробежными силами клина и обмотки. Под действием знакопеременных изгибных нагрузок, возникающих в валу ротора от веса, происходит знакопеременная осевая деформация волокон вала, которая для крупных турбогенераторов на длине в один метр может составлять 20-40 мкм. Указанные деформации вала вызывают возникновение знакопеременной осевой силы трения на поверхности контакта вала с клином, обусловленной контактным давлением между валом и клином. Осевая сила трения вызывает в клине осевые знакопеременные деформации того же направления и частоты, что и деформация вала. Величина деформации клина возрастает от нуля (у его торца) до максимального значения (у середины длины клина). Таким образом, на части длины клина вблизи его торцев (или на всей длине при относительно малой длине клина) величина деформации клина меньше величины деформации вала, то есть происходит проскальзывание клина относительно вала. Взаимные перемещения клина и вала вызывают износ контактирующих поверхностей (фреттинг-износ), а также возникновение микротрещин (фреттинг-коррозию), которые могут привести к образованию макротрещин, и, при неблагоприятных обстоятельствах, - к повреждению вала у торцев клина (фреттинг-усталости). Такие разрушения, связанные с явлением фреттинг-эффекта, имели место в практике электромашиностроительных фирм.

Исследование фреттинг-эффекта показало, что большое значение на усталостную прочность оказывают характеристики материала трущихся пар, причем наиболее неблагоприятным для вала ротора является использование в качестве материала клиньев сталей. Более успешным в ряде случаев является применение цветных металлов (бронзы, меди, дюралюминия), причем материалы с меньшей твердостью обладают, как правило, меньшей повреждающей способностью. Применение более прочных, а следовательно, и более твердых материалов для клиньев диктуется необходимостью обеспечения их достаточной прочности при действии центробежных сил. Однако в любом случае наличие перемещающихся друг относительно друга металлических поверхностей снижает усталостную прочность вала ротора, что особенно нежелательно для двухполюсных роторов большой длины и массы.

Цель изобретения - повышение эксплуатационной надежности путем исключения повреждения вала из-за фреттинг-усталости.

Поставленная цель достигается тем, что в роторе электрической машины, имеющем вал с хвостовиком, на наружной поверхности которого расположены про-

дольные вентиляционные пазы, закрытые металлическими клиньями, между опорными поверхностями клиньев и вала установлены изоляционные прокладки из фторопласта, армированного стеклотканью.

На фиг.1 изображен вал ротора с вентиляционными пазами; на фиг.2 - сечение А-А на фиг.1; на фиг.3 - узел I на фиг.2.

Вал 1 ротора в хвостовике имеет продольные вентиляционные пазы 2, выполненные для поступления охлаждающего газа в лобовые части обмотки ротора. Вентиляционные пазы 2 с целью направленной подачи газа закрыты по наружной поверхности на части длины клиньями 3.

Сущность предлагаемого изобретения состоит в том, что для предотвращения фреттинг-коррозии и связанного с ней возможного усталостного разрушения вала между опорными поверхностями 4 клиньев 3 и 5 вала 1 установлены изоляционные прокладки 6 из фторопласта, армированного стеклотканью.

Аналогичным образом может быть выполнен узел крепления клина к валу в обмоточных, демпферных и других пазах, выполняемых в роторах электрических машин.

В процессе работы турбогенератора вал ротора испытывает знакопеременные изгибные нагрузки и осевую деформацию, вызванные весом. Деформация вала приводит к возникновению на поверхности его контакта с клином осевой силы трения, вызывающей в клине осевую знакопеременную деформацию того же направления и частоты, что и деформация вала, и изменяющуюся по длине клина от нуля (у его торцев) до наибольшего значения (у середины). В результате этого возникает проскальзывание клина относительно вала на всей его длине или на части длины, то есть фреттинг-эффект, вызывающий фреттинг-износ и фреттинг-коррозию. Установка прокладок из материала, более мягкого, чем клин, например из фторопласта, обеспечивает устранение интерметаллического контакта и, следовательно, процесса образования микросварок (мостиков сварки), которые появляются на ранних стадиях фреттинг-коррозии между металлическими поверхностями при их проскальзывании и которые могут привести к повреждению вала вследствие фреттинг-усталости.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Ротор электрической машины, имеющий вал с хвостовиком, на наружной поверхности которого расположены продольные вентиляционные пазы, закрытые металлическими клиньями, отличающийся тем, что, с целью повышения эксплуатационной надежности путем исключения повреждения из-за фреттинг-усталости, между опорными поверхностями клиньев и вала установлены изоляционные прокладки из фторопласта, армированного стеклотканью.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Energy International 1978, № 246, № 6378, с. 11.
2. Титов В.В. и др. Турбогенераторы. Расчет и конструкция. "Энергия", с. 238-240, 244-245.

РЕФЕРАТ РОТОР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Изобретение касается узла ротора электрической машины с продольными вентиляционными, обмоточными и другими пазами.

Цель изобретения - повышение эксплуатационной надежности ротора путем исключения повреждения вала из-за фреттинг-усталости.

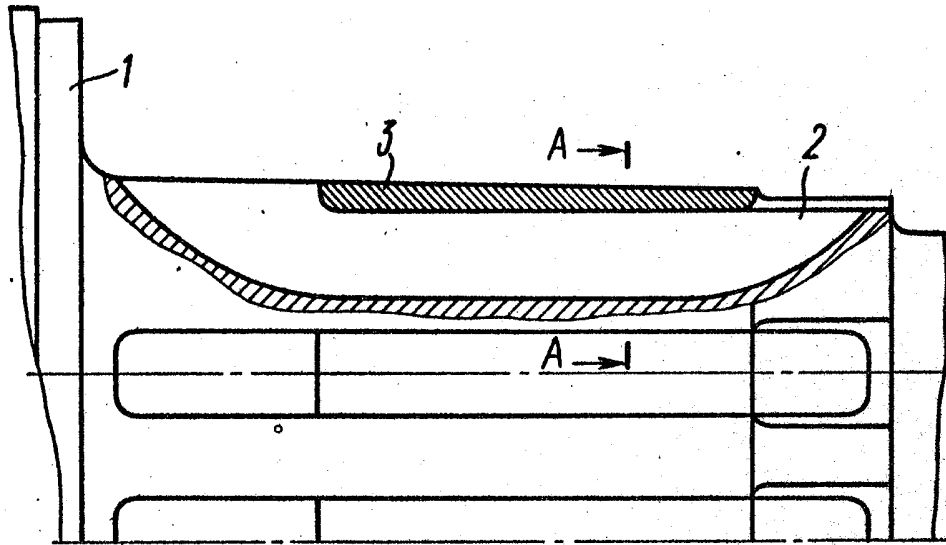
С этой целью в роторе, имеющем вал 1 с продольными вентиляционными пазами 2, пазы 2 на части длины закрыты клиньями 3, причем между опорными поверхностями 4 клиньев 3 и поверхностями 5 вала 1 установлены изоляционные прокладки 6 из фторопласта, армированного стеклотканью.

Признано изобретением по результатам экспертизы, осуществленной Государственным Комитетом СССР по делам изобретений и открытий.

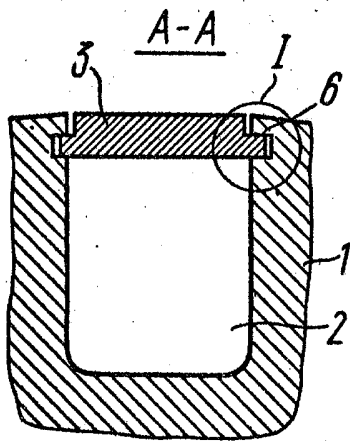
1 чертёж

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

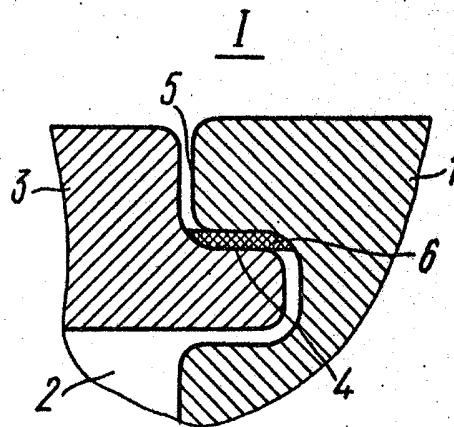
Rotor elektrického stroje, mající konec hřídelu, na něhož povrchu jsou podélné ventilační drážky, uzavřené kovovými klíny, vyznačující se tím, že mezi opěrnými plochami klínů a hřídelu jsou umístěny izolační vložky z ftoroplastu, vyztuženého skelnou tkaninou.



ФИГ.1



ФИГ.2



ФИГ.3