

Изобретение относится к крупным электрическим машинам, в частности к турбогенераторам.

Известны статоры турбогенераторов, на внутренней поверхности которых установлены продольные стяжные ребра с наштампованным на них сердечником [1]. Продольные стяжные ребра приварены к корпусу. Их цилиндрические концы с резьбовой нарезкой выходят за торцы нажимных фланцев, скрепляющих сердечник в осевом направлении с помощью крепежных гаек.

Сегменты сердечника, изготавливаемые из листов электротехнической стали, имеют целый ряд не выходящих за пределы ГОСТа отклонений: по толщине листа, короблению листов, серповидности и т.д. При шихтовке сердечника эти отклонения, суммируясь по длине, образуют местные утолщения, которые при жестких нажимных фланцах приводят к неравномерному нагружению продольных стяжных ребер. Эта неравномерность достигает 15-25%. Повышение же нагрузки на отдельные продольные стяжные ребра приводит к обрыву цилиндрических концов с резьбовой нарезкой и последующему тяжелому ремонту статоров с расшивкой и заменой продольных стяжных ребер.

При работе турбогенератора магнитное поле сердечника наводит в контурах "продольные стяжные ребра - сердечник - нажимные фланцы" циркуляционные токи, вызывающие нагрев, удлинение и электроэрозию цилиндрических концов продольных стяжных ребер, особенно в тех зонах, где их концы через нажимные фланцы электрически замкнуты на сердечник. В наиболее нагруженных продольных стяжных ребрах это приводит к появлению трещин в местах эрозии и последующему их разрушению. Кроме того, удлинение продольных стяжных ребер от нагрева приводит к потере давления запрессовки сердечника.

Поскольку продольные стяжные ребра предназначены для сварки с корпусом, их изготавливают из стали, не обладающей высокой упругостью. Их короткие цилиндрические концевые части с нарезкой, предназначенные для взаимодействия с крепежными гайками, практически не имеют никакой упругости. И если отдельные стяжные ребра получают нагрузку, большую расчетной, происходит "протечка" металла и удлинение, также приводящее к уменьшению давления запрессовки сердечника и, как следствие, к вибрации, истиранию изоляции обмотки, электрическому пробое стержней и аварийному останову турбогенератора.

Таким образом, основные недостатки указанной конструкции [1] следующие:

неравномерная нагрузка на продольные стяжные ребра, протекание циркуляционных токов по продольным стяжным ребрам, неудовлетворительные механические и упругие свойства стяжных конструкций, приводящие к распрессовке сердечника, что в целом снижает надежность работы статора электрической машины.

Наиболее близким к заявляемому является статор электрической машины [2], содержащий шихтованный сердечник, нажимные фланцы, корпус с продольными ребрами, на которые наштампованы листы сердечника, и стяжные шпильки с крепежными гайками. Стяжные шпильки в прототипе установлены в средней части сегментов (в "спинке") и снабжены корпусной изоляцией.

Устройство [2] не требует жестких нажимных фланцев и позволяет в определенной степени скомпенсировать неравномерность нагрузки на стяжные конструкции из-за местных утолщений сердечника.

Однако, стяжные шпильки, помещаемые в "спинку" сердечника статора, т.е. в зоне сильного переменного магнитного поля, должны быть выполнены из немагнитной стали, которая не обладает свойствами высокой упругости, так же как и сталь продольных стяжных ребер, предназначенная для сваривания с корпусом. Поэтому в прототипе, так же как и в устройстве [1], упругое состояние сердечника в осевом направлении оказывается недостаточным.

Кроме того, в прототипе не устранены недостатки, связанные с токовыми наводками в продольных ребрах корпуса статора.

И, наконец, расположение стяжных шпилек в "спинке" сердечника статора уменьшает полезное сечение магнитопровода, что приводит, из-за увеличения потерь, к ухудшению электромагнитных характеристик электрической машины, т.е. к снижению КПД.

В основу изобретения положена задача создания такой конструкции статора электрической машины, которая позволила бы улучшить электромагнитные характеристики и повысить надежность работы статора электрической машины за счет улучшения упругих свойств стяжных конструкций сердечника.

Для решения поставленной задачи в статоре электрической машины, содержащем шихтованный сердечник, нажимные фланцы, корпус с продольными ребрами, на которые наштампованы листы сердечника, стяжные шпильки с крепежными гайками, согласно изобретению, продольные ребра выполнены полыми и в них помещены стяжные шпильки, выполненные из высокопрочной упругой стали.

Целесообразно, чтобы упомянутые шпильки по крайней мере в двух местах по длине были заземлены относительно полых продольных ребер корпуса, например, с помощью прокладок из формообразующего материала.

Предпочтительно также, чтобы между нажимными фланцами и крепежными гайками были установлены" изолирующие прокладки, а стяжные шпильки были снабжены корпусной изоляцией.

Таким образом, изобретение позволяет улучшить электромагнитные характеристики: снижает индукцию магнитного поля и ее пульсацию во времени в "спинке" сердечника из-за отсутствия в "спинке" сердечника стяжных шпилек, снижает плотность вихревых токов, так как разрывается контур "продольные ребра - сердечник - нажимные фланцы" и отсутствуют стяжные шпильки в "спинке" сердечника; так что уменьшение потерь в сердечнике, в свою очередь, повышает КПД электрической машины. Изобретение повышает надежность работы электрической машины, так как улучшение

электромагнитных характеристик статора снижает его нагревание, а также использование для стяжных шпилек высокопрочной упругой стали дает сердечнику упругую связь и предохраняет стяжные шпильки от разрушения.

На чертежах представлены:

фиг.1 - статор турбогенератора, продольный разрез,

фиг.2 - фрагмент поперечного сечения статора (сечения А-А фиг.1) без обмотки,

фиг.3 - фрагмент поперечного сечения статора в увеличенном масштабе (вид 1 фиг.2).

Статор электрической машины (фиг.1, 2) содержит корпус 1 и сердечник 2 с обмоткой 3. На приваренных к корпусу 1 полых продольных ребрах 4 нашитованы пакеты сегментов 5 с вентиляционными промежутками 6 между ними. Сердечник 2 зажат между нажимными фланцами 7 посредством стяжных шпилек 8 и крепежных гаек 9. Между фланцами 7 и сердечником 2 установлены нажимные пальцы 10. Лобовые части обмотки 3 закреплены на кронштейнах 11 нажимных фланцев 7 с помощью бандажей 12.

Стяжные шпильки 8 (фиг.3), выполненные из высокопрочной упругой стали, снабжены корпусной изоляцией 13 и в двух местах по длине заземлены относительно продольных ребер 4 прокладками 14 из формообразующего материала. Между нажимными фланцами 7 и крепежными гайками 9 установлены изоляционные прокладки 15.

Порядок сборки статора следующий. Пакеты сегментов 5 сердечника 2 шихтуются на полые продольные ребра 4. С торцов сердечника 2 устанавливаются нажимные пальцы 10 и нажимные фланцы 7. С помощью, например, зонтичного пресса сердечник 2 сжимается с торцов до расчетной длины. Стяжные шпильки 8 нагреваются, например, с помощью электрического тока, до температуры, которую допускает изоляция 13, примерно до 130°C, устанавливаются и затягиваются крепежные гайки 9, после чего давление пресса снимается.

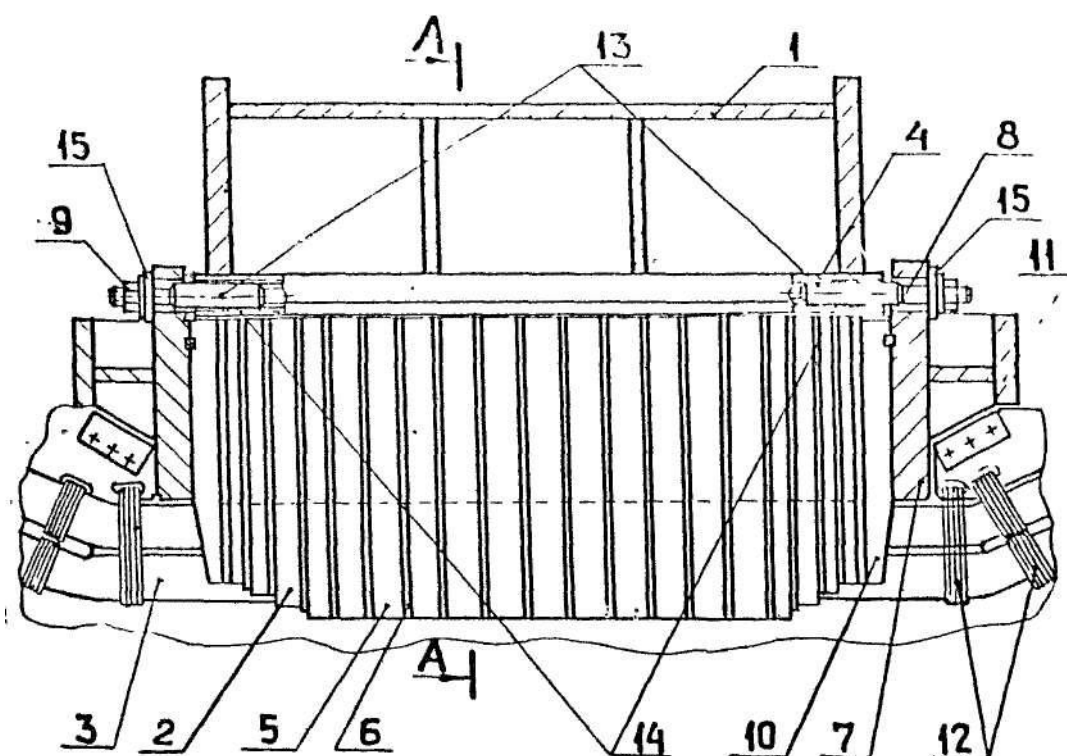
Устройство работает следующим образом.

При нагревании стяжные шпильки удлиняются и в горячем состоянии на них устанавливаются крепежные гайки. При остывании стяжные шпильки 8 сжимаются (укорачиваются) и приобретают напряженное состояние. После снятия давления пресса шпильки создают эффект "натянутых струн". Сердечник приобретает упругую связь. При работе электрической машины сердечник нагревается сильнее, чем стяжные шпильки, из-за разницы температур стяжные шпильки получают дополнительное растягивающее усилие. После останова электрической машины и ее остывания стяжные шпильки возвращают сердечник в первоначальное упругое состояние.

Так как стяжные шпильки удлиняются и сжимаются равномерно по длине, сердечник также получает равномерную (однородную) запрессовку по длине и усилия на резьбовые концы шпилек распределяются более равномерно.

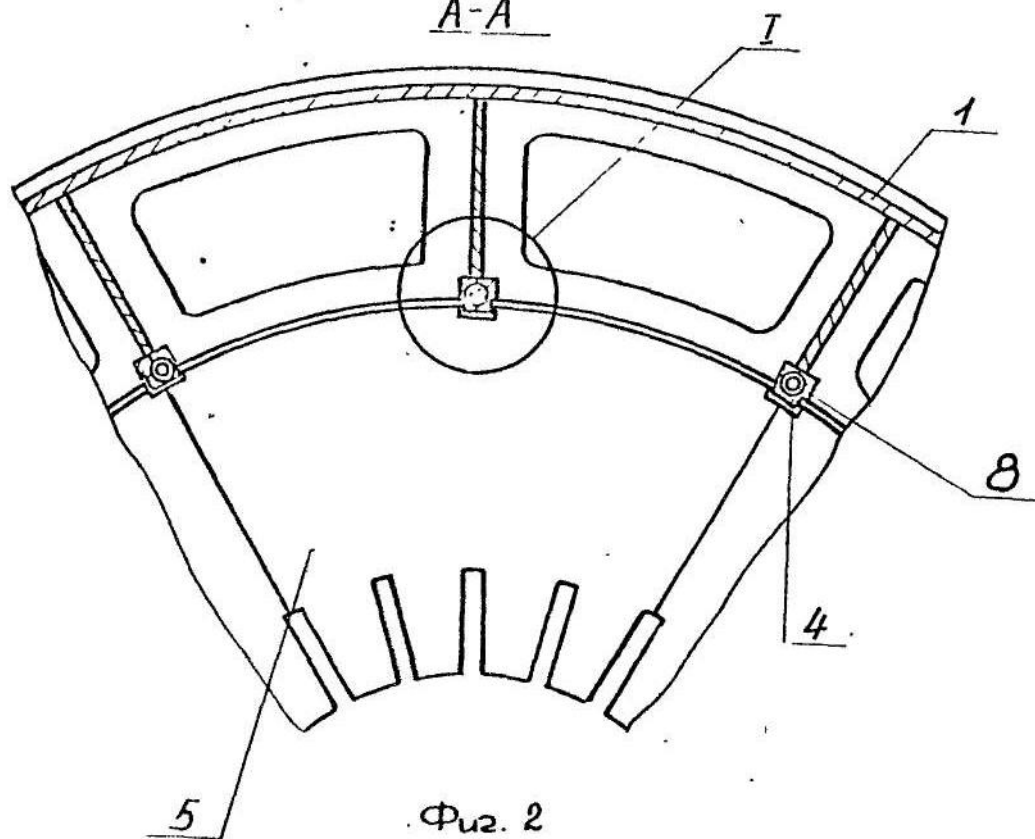
При работе электрической машины магнитное поле сердечника наводит токи в контурах "продольные ребра - сердечник -нажимные фланцы". Для разрыва цепи стяжные шпильки 8 изолируются от корпуса изоляцией 13 и от нажимных плит изоляционными прокладками 15.

При работе электрической машины от электромагнитной возбуждающей силы сердечник и корпус вибрируют. Вибрация передается и на стяжные шпильки, поэтому, чтобы колебания последних не пришли в резонанс, стяжные шпильки в нескольких местах по длине заземлены прокладками из формующегося материала, например, типа "препрег", который при термообработке обмотки в статоре полимеризуется и затвердевает.



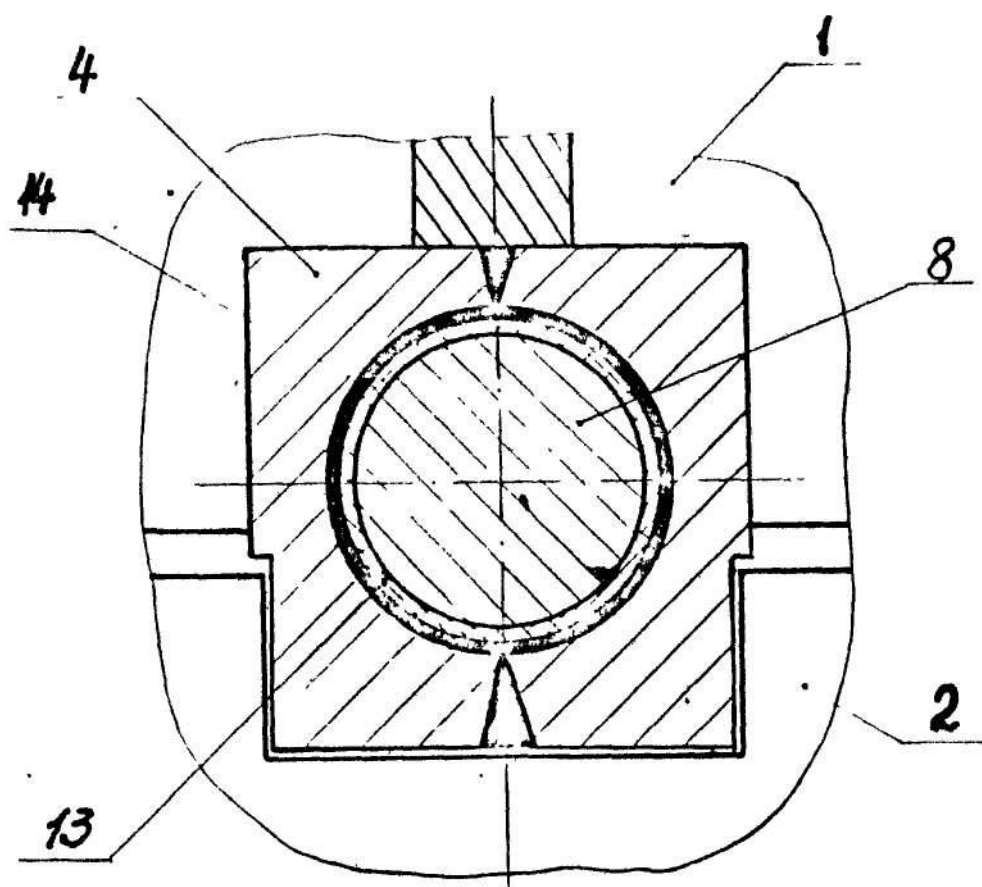
Фиг. 1

A-A



Фиг. 2

I



$\Phi_{12.3}$