



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 01 12 78
(21) (PV 7949-78)
(89) 134 025, DD
(32) (31) (33) Právo přednosti od 27 12 77
(WP H 02 K/202 940) DD

(40) Zveřejněno 30 07 82
(45) Vydáno

- 9. IV. 84

(11) 218 866
B1

(51) Int. Cl.³ H 02 K 15/1

(75)

Autor vynálezu

HELFRIED JOHN ing.,
STENDER JÖRGEN dipl.ing.,

DŘÁŽDANY (DD)

(54)

Způsob impregnování vinutých uzlů velkých elektrických strojů

Vynález se týká způsobu impregnování vinutých uzlů velkých elektrických strojů a výroby rotujících elektrických strojů.

Cílem je vysoce kvalitní, racionálně získané impregnování vinutých statorů a rotorů nebo jednotlivých vinutých svazků jádra, při odstranění problémů zpracovatelnosti nebo ztrát v důsledku zbylé impregnační pryskyřice, podmíněné technologií.

Úkol spočívá v úplném naplnění všech dutých prostor v drážkách impregnační pryskyřicí bez použití vakua nebo tlaku, přičemž impregnační pryskyřice nemá zůstat v nádobách.

Podle vynálezu částečně otevřené drážky se zaplní nasypáním vysoce reaktivní syntetické pryskyřice, tvrdé při pokojové teplotě, v drobně zrnitém stavu a při pomalém otáčení uzly se shora zahřívají do želatinování syntetické pryskyřice. Naplnění syntetické pryskyřice a ohřev se opakuje, pokud se drážky nenaplní syntetickou pryskyřicí. Syntetická pryskyřice, stékající v kapkách, se zachycuje v ředidle a užije se pro konečné rozstříkování.

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY				0 1 6 7 7 4 0 8 1 202 940	0 8 1 202 940	0 8 1 202 940	0 8 1 202 940
PV. 4949-78.		CAS.					
		OSOB./POŠTA					
PŘÍL.				UTVAR	REF	VYŘIZ	

НАЗВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ пропитки обмотанных узлов больших электрических машин

Область применения изобретения

Изобретение касается пропитки обмотанных узлов больших динамо-электрических машин с открытыми пазами, которые закрываются пазовыми клиньями. Это в частности роторы или пакеты сердечника ротора и статоры или пакеты сердечника статора, которые можно вращать в ренском колесе. По смыслу это применимо также в узлах с полуоткрытыми пазами, в роторах, обмотка которых укреплена бандажами, и в узлах, пазы которых закрываются пропускающими смолу пазовыми затворами, например, из фасонных деталей из филаментных стеклонитей.

Характеристика известных технических решений

Высококачественным способом пропитки является пропитка под давлением в вакууме. Технические затраты на этот способ - вакуумированный резервуар для пропитки под давлением, грубый и точный вакуумные насосы, резервуар для пропитки, охлаждающее устройство для резервуара для пропитки - велики, особенно в том случае, если способом сплошной пропитки должны быть пропитаны готовые, снабженные обмоткой пакеты сердечников, ротор и статор. Затраты возрастают вместе с ростом размеров машин, так что способ сплошной пропитки имеет хозяйственные ограничения из-за стоимости установок.

Кроме того должно быть активировано значительно больше пропиточной смолы, чем впитывается подвергающимся пропитке узлом, так что из-за ограниченной жизнеспособности смолы необходима многократная пропитка узлов.

Значительно меньшие технические затраты требует вращательная пропитка (прокатывание при погружении), при которой частично погруженный узел прокатывается в открытой пропиточной ванне. При этом активированное количество пропиточной смолы

также меньше, чем при сплошной пропитке, так что проблемы жизнеспособности могут быть решены меньшим числом пропиток. Однако степень заполнения узлов пропиточной смолой является неудовлетворительной: смола низкой вязкости позволяет хорошее проникновение в полость паза до основания паза, однако при дальнейшем вращении значительные количества смолы выливаются из паза. Смолы высокой вязкости, наоборот, недостаточно проникает в узкие полости пазов. В обоих случаях при пропитке погружением полностью покрывающая пазы и подпитывающая смола препятствует, в зависимости от вязкости, улетучиванию мельчайших пузырьков воздуха в пазе.

Наряду с погружением из DE-AS 1613195 известно также капание пропиточной смолы на боковую поверхность обмотанного пакета сердечника, так что пропиточная смола проникает в пазы через отверстия в пазовых затворах или через промежутки между пазовыми затворами.

Однако этот способ не пригоден для больших машин, в частности для машин с профильной обмоткой, так как полное заполнение пазов пропиточной смолой так же не гарантировано, как и при погружении без вакуума, и так как должно быть активировано большое количество пропиточной смолы, которая не проникает во внутрь, а стекает и частично образует толстые наслоения на пакете сердечника, которые подвергают опасности существование необходимого воздушного зазора и препятствуют отводу тепла.

И, наконец, также известно нагнетание с помощью специальных устройств высокореактивной пропиточной смолы в снабженные обмоткой пазы через сквозные отверстия в пазовых клиньях, спускные полосы, прокладки и вставки, причем пакет сердечника продолжает вращаться медленно, и непосредственно после этого при более высокой скорости вращения весь пакет сердечника необходимо покрыть пропиточной смолой методом разбрызгивания (патент ГДР № 103348). Однако при этом возникают трудности, связанные с осуществлением герметизации находящихся под давлением сопел в отверстиях пазовых затворов, и управление затруднительно и трудоемко.

Цель изобретения

Целью изобретения является высококачественная и рациональная пропитка обмотанных узлов больших электрических машин, при устранении проблемы жизнеспособности или потерь из-за обусловленной технологией остающейся пропиточной смолы.

Изложение сущности изобретения

Техническая задача изобретения состоит в полном заполнении всех полых пространств в пазах пропиточной смолой, не применяя вакуум или давление, причем пропиточная смола не должна оставаться в сосудах.

Согласно изобретению, задача решается способом, по которому используют готовые обмотанные узлы, пазы которых после установления обмотки сначала закрываются неполностью пазовыми клиньями. Таким образом частично открытые пазы при наклоне плоскости паза относительно горизонтали на 45° со шлицем паза наверх, заполняются посредством подачи высокореактивной синтетической смолы с низким поверхностным натяжением, которая при комнатной температуре твердая и имеется в мелкозернистом виде. При этом узел медленно поворачивают дальше, так что шлиц паза выходит наверх и в зоне паза нагревается. Это вызывает быстрое размягчение и расплавление, так что смола под действием силы тяжести стекает на основание паза преимущественно по каплям между элементом обмотки и отодвинутыми заслонками. Здесь смола распределяется по дну паза и полностью заполняет паз снизу вверх до тех пор, пока имеется проникающая в паз смола. Первоначально имеющиеся в пазах воздушные включения вытесняются смолой наверх и улетучиваются через капиллярные каналы, которые еще не заполнены смолой. Скорость вращения узла и нагрев так согласованы между собой и со свойствами смолы, что последняя застывает, прежде чем может вылиться большое количество смолы. Этот шаг способа - заполнение пазов и нагрев повторяется во время одного оборота и/или во время нескольких оборотов. Оказалось, что благодаря этой

многошаговой пропитке пазы полностью от дна до шлица заполняются пропиточной смолой. При этом стекающая или капающая пропиточная смола улавливается сосудом с жидкостью. Затем пазы, в зависимости от требуемой прочности, полностью закрываются другими пазовыми затворами. Целесообразным способом узел при более высокой скорости вращения покрывают путем разбрызгивания собранной и растворенной синтетической смолой и, наконец, вся синтетическая смола полностью затвердевает при нагревании.

Неполное закрытие пазов происходит целесообразно посредством пазовых клиньев 5 см длиной, которые вдвигаются на расстоянии 3 см. В узлах с большой нагрузкой центробежной силой или циклической нагрузкой после заполнения пазов синтетической смолой, при необходимости при повышенной температуре узла, уже вдвинутые пазовые клинья продвигаются дальше, пока не соприкоснутся друг с другом и для полного закрытия паза дополняются другими пазовыми клиньями. Пазовые клинья имеют на внутренней стороне продольные пазы.

Подача синтетической смолы происходит простым путем посредством дозированного внесения в неполностью обмотанные пазы, может также происходить посредством внесения при наматывании дна паза и между слоями обмотки и, в особенности в качестве дополняющего наслаивания (верхней) поверхности, посредством вихревого напыления.

В зависимости от обстоятельств может быть целесообразным связывание при комнатной температуре твердых синтетических смол для подачи посредством растворителей с низким пределом кипения.

Благоприятный способ нагревания синтетической смолы состоит в переносе тепла из обмотанного, прежде нагретого узла.

Также возможно вызвать нагревание синтетической смолы посредством переноса тепла вследствие облучения инфракрасными лучами, причем применяют синтетическую смолу, специально подобранную для нагревания инфракрасными лучами, особенно эпоксидную смолу, к которой примешивают до 20 % мелкодисперсного, электрически изолирующего пигмента темного цвета.

Благоприятно то, что стекающая каплями или вытекающая во время пропитывания узла синтетическая смола улавливается в ванне растворителя, в частности в этилгликоле, при этом растворяется и вследствие этого мгновенно охлаждается, и что этот раствор синтетической смолы применяется для заключительного нанесения покрытия разбрызгиванием.

Пример осуществления изобретения

На примере осуществления изобретения следует объяснить целесообразную форму изобретения.

Аксиально аэрируемый ротор однофазного тягового электродвигателя переменного тока с изоляцией на основе синтетических смол с термостойкостью класса F пропитывается эпоксидной смолой. Ротор поворотом размещается своими обоими концами вала на двух опорах в роликах. Пазы ротора неполностью закрыты пазовыми клиньями 5 см длиной, которые имеют продольный паз на внутренней стороне и состоят из связанного синтетической смолой слоистого пластика, таким образом, что между пазовыми клиньями имеется соответственно расстояние в 3 см.

В качестве пропиточной смолы применяют высокореактивную эпоксидную смолу с низким поверхностным натяжением в жидком состоянии и 15 % мелкодисперсного пигмента. Она при нагреве отвердевает, твердая в неотвержденном состоянии при комнатной температуре и в мелкозернистом виде. Она находится в воронкообразном баке с вибрационным транспортирующим устройством над ротором и может извлекаться через шланг с соплом и запором, управляемым рычагом. В то время как нагретый до 80°C ротор поворачивается редукторным двигателем посредством ролика на кронштейнах подшипника со скоростью 0,75 оборотов в минуту, на поднимающейся стороне ротора в соответственный паз, который находится примерно под углом 45° к наивысшему положению ротора входит смола в промежутках между затворами пазов, где она тотчас расплавляется вследствие теплоемкости ротора.

Вносят много эпоксидной смолы, так что она попадает даже на пакет сердечника. Потом пазы, снабженные смолой, проходят область, в которой происходит следующее нагревание эпоксидной смолы посредством инфракрасного излучателя. Вследствие темной пигментации смола нагревается быстро и становится низковязкой, так что она распределяется аксиально через продольные пазы пазовых клиньев и радиально глубоко проникает в пазы через каналы между элементом обмотки и сдвинутыми заслонками, и там снизу заполняет все узкие полые пространства. При этом с пакета сердечника стекает расплавленная эпоксидная смола. По истечении 20 секунд эпоксидная смола желируется, так что несмотря на увеличивающийся наклон пазов вниз она не изменяет больше свое положение. После этого нижняя половина пазов, т.е. дно пазов полностью заполнено смолой, в то время как верхняя зона пазов еще свободна от смолы. При следующем обороте к пазам опять подводится таким же образом смола, которая вследствие нагрева расплавляется и заполняет следующую зону пазов. Пазы пропитанны примерно на три четверти. При третьем обороте и наполнении пазов смолой это продолжается до тех пор, пока сам паз полностью и без свободных пространств не пропитается смолой, в то время как область между пазовыми затворами свободна от смолы. Время пропитки до этой стадии составляет примерно 260 сек.

Дополнение пазовых клиньев для полного закрывания паза в выбранном примере не происходит.

Прочность пазовых клиньев, несмотря на неполное закрытие пазов (около 65 % от общей длины паза) даже при максимально возможных нагрузках центробежными силами используются полностью. Деформирование обмотки между пазовыми затворами при обмотке, пропитанной эпоксидной смолой, произойти не может.

Во время пропитывания с боку стекающая каплями эпоксидная смола улавливается в баке с этилгликолем под ротором. При этом капли эпоксидной смолы тотчас растворяются в этилгликоле и принимают его температуру, так что они не желируются. Бак имеет боковой отсос, так что предотвращается поднятие легко воспламеняющихся паров к инфракрасному излучателю. Растворенную эпоксидную смолу применяют, чтобы для дополнения пропитки

провести заключительное нанесение покрытия внутренней стороны ротора. Для этого она посредством пистолета-распылителя разбрызгивается на вращающийся ротор со скоростью 20 оборотов в минуту. Растворитель испаряется на еще теплой поверхности, так что наконец вся пропитка состоит из одной и той же эпоксидной смолы, которая затем в печи отвердевает до единого покрытия.

Пропитка, согласно изобретению, придает обмотке высокую механическую прочность, улучшает электрические свойства, способствует хорошему отводу тепла из проводников и защищает обмотку и пакет сердечника от вредных влияний окружающей среды.

Такая пропитка достигает качества вакуумной пропитки и в сравнении с ней требует незначительных технических затрат.

В сравнении с вакуумной пропиткой и вращательной пропиткой при пропитке отдельных статоров нет потерь пропиточной смолы, так как применяют столько, сколько войдет в ротор и используется даже стекающая каплями пропиточная смола.

При этом затраты времени значительно меньше, чем при вакуумной пропитке.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ пропитки обмотанных узлов больших электрических машин, по которому пазы при применении клиньев для закрытия пазов, включающих промежуточные пространства для прохода пропиточного средства, при комнатной температуре наполняются твердой, отвердевающей при нагреве синтетической смолой, отличающийся тем, что частично открытые пазы при наклоне плоскости паза относительно горизонтали на 45° со шлицем паза вверх наполняются посредством подачи высокореактивной синтетической смолы с низким поверхностным натяжением в мелкозернистом виде, что узел медленно вращают дальше так, что положение пазов становится круче, причем проникшая синтетическая смола нагревается выше своей точки плавления, а число оборотов узла и нагрев так согласованы с синтетической смолой, что после четверти поворота начинается желирование или процесс отверждения, что подача и нагревание во время оборота и/или во время нескольких оборотов узла повторяют так часто, пока все пазы полностью не заполнены синтетической смолой, и что, наконец вся синтетическая смола посредством нагревания полностью отвердевает.

2. Способ пропитки по пункту 1, отличающийся тем, что для неполного закрытия пазов пазовые клинья 5 см длиной вдвигаются на расстоянии 3 см.

3. Способ пропитки по пункту 2, отличающийся тем, что в узлах с высокой нагрузкой центробежной силой и циклической нагрузкой после наполнения пазов синтетической смолой, при необходимости при повышенной температуре узла, уже вдвинутые пазовые клинья продвигают до соприкосновения друг с другом и для полного закрытия паза дополняются другими пазовыми клиньями.

4. Способ пропитки по пункту 1, отличающийся тем, что применяют затворы паза, имеющие на внутренней стороне продольный паз.

5. Способ пропитки по пункту I, отличающийся тем, что подача синтетической смолы происходит путем обсыпания неполностью обмотанных пазов.

6. Способ пропитки по пункту I, отличающийся тем, что уже при обматывании синтетическую смолу вносят на дно паза и между слоями обмотки.

7. Способ пропитки по пункту I, особенно также по пункту 6, отличающийся тем, что поверхностное нанесение покрытия происходит посредством вихревого напыления.

8. Способ пропитки по пункту I, отличающийся тем, что при комнатной температуре твердая синтетическая смола для подачи связывается растворителем с низким пределом кипения.

9. Способ пропитки по пункту I, отличающийся тем, что нагрев синтетической смолы происходит посредством переноса тепла из обмотанного, прежде нагретого узла.

10. Способ пропитки по пункту I, отличающийся тем, что нагрев синтетической смолы вызывается облучением инфракрасными лучами.

11. Способ пропитки по пункту 9, отличающийся тем, что применяют синтетическую смолу, специально подобранную для нагрева инфракрасными лучами, особенно эпоксидную смолу, с добавлением до 20 % мелкодисперсного, электрически изолирующего пигмента темного цвета.

12. Способ пропитки по пункту I, отличающийся тем, что стекающая каплями или вытекающая во время пропитки узла синтетическая смола улавливается в ванне с жидкостью.

13. Способ по пункту 8, отличающийся тем, что стекающая или капающая смола улавливается в ванне с растворителем, в частности с этилгликолем, при этом она растворяется и вследствие этого почти молниеносно охлаждается, и что на узел, вращающийся с повышенной скоростью наносится разбрызгиванием растворенная синтетическая смола и нагревается затем для затвердевания.

АННОТАЦИЯ

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY				202 840 Došlo 8. V. 81	016774	Čj.
PV		ČAS.				
		OSOBY/POŠTA				
PŘÍL	ÚTVAR	REF	VYŘÍZ			

Изобретение касается способа пропитки обмотанных узлов больших электрических машин и касается изготовления вращающихся электрических машин.

Целью является высококачественная, рационально получаемая пропитка обмотанных статоров и роторов или отдельных обмотанных пакетов сердечника, при устранении проблем жизнеспособности или потерь из-за обусловленной технологией остающейся пропиточной смолы.

Задача состоит в полном наполнении пропиточной смолой всех полых пространств в пазах без применения вакуума или давления, причем пропиточная смола не должна оставаться в сосудах.

Согласно изобретению частично открытые пазы наполняются посредством посыпания высокореактивной, твердой при комнатной температуре синтетической смолой в мелкозернистом виде, и при медленном вращении узлов нагреваются сверху до желатинизации синтетической смолы. Наполнение синтетической смолой и нагревание повторяют, пока пазы не наполнятся синтетической смолой. Стекающая каплями синтетическая смола улавливается в растворителе и используется для заключительного обрызгивания.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob impregnování vinutých uzlů velkých elektrických strojů, u nichž se drážky za použití klínů pro zakrytí drážek, včetně mezilehlých prostor pro průchod impregnačního prostředku, při pokojové teplotě plní tvrdou syntetickou pryskyřicí, vytvrzovanou při ohřevu, vyznačený tím, že částečně otevřené drážky se při naklonění roviny drážky vzhledem k horizontále o 45° , se štěrbinou drážky nahoru, plní přiváděnou vysoce reaktivní syntetickou pryskyřicí s nízkým povrchovým napětím v drobně zrnitém stavu, a uzel se pomalu otáčí dále tak, že poloha drážek se stáčí, přičemž proniklá syntetická pryskyřice se nahřívá nad svůj bod tavení a počet otáček uzlu i ohřev jsou se syntetickou pryskyřicí sladěny tak, že po čtvrtotáčce nastává želatinace nebo proces vytvrzování, že podávání a ohřev během otáčení a/nebo během několika otáček uzlu se opakuje tak často, pokud nejsou všechny drážky zcela zaplněny syntetickou pryskyřicí a nakonec se všechna syntetická pryskyřice při ohřevu úplně vytvrdí.
2. Způsob impregnování podle bodu 1, vyznačený tím, že syntetická pryskyřice spojí vrstvenou plastickou hmotu drážkových klínů a drážky jsou částečně zakryty tak, že drážkové klíny o délce 5 cm se zasouvají ve vzdálenosti 3 cm.
3. Způsob impregnování podle bodu 2, vyznačený tím, že v uzlech s vysokým zatížením odstředivou silou a cyklickým zatížením po zaplnění drážek syntetickou pryskyřicí, v případě potřeby při zvýšené teplotě uzlu, se již zasunuté drážkové klíny posunou, až jsou vzájemně v dotyku a pro úplné zakrytí drážky se doplňují dalšími drážkovými klíny.

4. Způsob impregnování podle bodu 1, vyznačený tím, že syntetická pryskyřice se rozděluje axiálně přes vnitřní podélné drážky drážkových klínů.
5. Způsob impregnování podle bodu 1, vyznačený tím, že syntetická pryskyřice se podává obsypem částečně vinutých uzlů.
6. Způsob impregnování podle bodu 1, vyznačený tím, že se syntetická pryskyřice již při ovíjení zavede na dno drážky a mezi vrstvy vinutí.
7. Způsob impregnování podle bodu 1, vyznačený tím, že při pokojové teplotě tvrdá syntetická pryskyřice se pro přívod spojí s ředidlem s nízkým bodem varu.
8. Způsob impregnování podle bodu 1, vyznačený tím, že se syntetická pryskyřice ohřívá prostřednictvím přenosu tepla z vinutého, předem ohřátého uzlu.
9. Způsob impregnování podle bodu 1, vyznačený tím, že ohřev syntetické pryskyřice se vyvolá ozářením infračervenými paprsky.
10. Způsob impregnování podle bodu 9, vyznačený tím, že syntetickou pryskyřicí je speciálně vybraná pro ohřev infračervenými paprsky, zejména epoxydová pryskyřice s přísadou až 20 % jemně dispergovaného, elektricky izolujícího pigmentu tmavé barvy.
11. Způsob impregnování podle bodu 1, vyznačený tím, že syntetická pryskyřice, stékající v kapkách nebo vytékající během impregnování uzlu, se zachycuje ve vaně s tekutinou.
12. Způsob impregnování podle bodu 8, vyznačený tím, že stékající nebo kapající syntetická pryskyřice se zachycuje ve vaně s ředidlem, zejména s etylglykolem, přitom se ředí, a v důsledku toho se bleskurychle ochlazuje, a na uzel, otáčející se zvýšenou rychlostí, se nanáší rozprašováním zředěná syntetická pryskyřice a poté se ohřívá pro vytvrzení.

Uznáno vynálezem na základě výsledků expertízy, provedené Úřadem pro vynálezectví a patentnictví, Berlín, DD.