



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 01 12 78
(21) (PV 7956-78)
(89) 134 709, DD
(32)(31)(33) Právo přednosti od 27 12 77
(WP H 02 K/202 937) /DD/

(40) Zveřejněno 25 06 82
(45) Vydáno

- 9. IV. 84

(11) 218 869
B1

(51) Int. Cl.³ H 02 K 15/12

(75)

Autor vynálezu

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

(54)

Způsob impregnace vinutí rotorů velkých
elektrických strojů

Vynález se týká způsobu impregnace vinutí rotorů velkých elektrických strojů - a to výroby elektrických točivých strojů. Účelem vynálezu je vysoce kvalitní, racionálně dosažitelná impregnace vinutí rotorů nebo jiných točivých uzlů. Úkol spočívá v dokonalém zaplnění všech dutin v drážkách impregnační pryskyřicí bez použití tlaku a vakua. Při řešení jsou drážky ne zcela zakryty drážkovými klíny. Takto částečně odkryté drážky se otáčejí ve vaně v syntetické pryskyřici a za dalšího pomalého otáčení rotoru zahřívají shora do želatinování syntetické pryskyřice. Zaplnění syntetickou pryskyřicí a ohřev se opakuje tak dlouho, dokud se drážky zcela nezaplňují syntetickou pryskyřicí.

Při zvýšených otáčkách na rotor se stříkáním nanáší syntetická pryskyřice a nakonec všechna syntetická pryskyřice tuhne působením ohřevu.

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY				202 937 016777		Čj.
PV		CAS.		DOŠLO		
.....		OSOB./POSTA		8. V. 81		
PŘÍL	UTVAR	REF	VYŘÍZ			

Способ пропитки снабженных обмоткой роторов больших электрических машин

Область применения изобретения

Изобретение относится к пропитке снабженных обмоткой роторов больших динамоэлектрических машин с открытыми пазами, которые закрыты пазовыми клиньями. По смыслу оно применимо также к роторам с полуоткрытыми пазами, к роторам, обмотка которых закреплена посредством бандажей, к роторам, которые в качестве элементов для закрывания пазов имеют проницаемые для смолы детали из стеклошелка, а также к снабженным обмоткой пакетам сердечников роторов и статоров и к таким статорам, которые пригодны для пропитки путем их вращения в ванне с пропиточным средством.

Характеристика известных технических решений

Высококачественным способом пропитки является пропитывание 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 пазов 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. Смола 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. Получается неудовлетворительное качество, в особенности для машин высокого напряжения.

Наряду с погружением из DE-AS1613 I95 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 также не гарантировано, как и при погружении без вакуума, и так как должно быть активировано большое количество пропиточной смолы, которая не проникает вовнутрь, 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 специаль-

ных 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 № 103 348).

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 высококачественное и рациональное пропитывание снабженных обмоткой роторов больших электрических машин.

Изложение сущности изобретения

Техническая задача изобретения состоит в совершенно полном заполнении всех полых пространств внутри пазов пропиточной смолой без применения вакуума или давления.

В соответствии с изобретением задача решается при применении роторов, закрытых неполностью пазовыми клиньями.

Ротор при этом медленно вращают внутри пропиточной ванны, причем соответственно самые нижние пазы находятся полностью внутри жидкой синтетической смолы с пониженным поверхностным натяжением. В соответственно верхней области ротора проникая в пропиточной ванне внутрь пазов синтетическая смола нагревается. Это вызывает быстрое снижение вязкости, так что смола под действием силы тяжести течет ко дну паза. При этом она использует преимущественно каналы, которые возникают при сдвиге заслонки между элементом обмотки и стенкой паза. 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 ротора и нагрев так согласованы с пропитывающей смолой, что она желатинизируется прежде, чем большие количества могут вылиться за край паза. Эта стадия способа - заполнение пазов и нагрев - повторяется в течение нескольких оборотов ротора. Оказалось, что благодаря этой многошаговой пропитке пазы полностью от дна паза до его края заполняются пропиточной смолой. Затем пазы полностью закрываются пазовыми клиньями. Непосредственно после этого ротор при более высокой скорости вращения путем напыления покрывают синтетической смолой и вся синтетическая смола при помощи нагрева отвердевает.

Целесообразно, когда для неполного закрытия пазов с интервалом около 3 см вставляют пазовые клинья длиной около 5 см, и после заполнения паза синтетической смолой вставляют с обеих сторон дополнительные пазовые клинья вплоть до полного закрывания пазов.

Полезным является применение элементов для закрывания паза, которые на внутренней стороне имеют продольную канавку.

Масса подлежащей нанесению синтетической смолы может регулироваться смотря по обрабатываемому изделию посредством поддержания равномерной температуры пропиточной ванны.

Благоприятная форма нагрева синтетической смолы состоит в инфракрасном облучении, причем используют синтетическую смолу, специально согласованную с нагревом инфракрасными лучами, в частности эпоксидную смолу, смешанную с до 20-ю% мелкодисперсного, электрически изолирующего пигмента темного цвета.

В различных случаях пазы могут целесообразно оставаться неполностью закрытыми.

Пример осуществления изобретения

С помощью примера осуществления должна быть пояснена целесообразная форма изобретения.

Аксиально вентилируемый ротор однофазного тягового двигателя переменного тока должен быть пропитан эпоксидной смолой с термостойкостью класса F. Для этого используются приспособленная к форме ротора пропиточная ванна с охлаждающим устройством для приемки эпоксидной смолы и две подставки, в которые устанавливается в роликах ротор своими обоими выступающими концами вала. В пропиточную ванну впускают столько эпоксидной смолы, что ее уровень лежит на 2 см выше основания соответственно самого нижнего паза ротора. Температуру эпоксидной смолы поддерживают на уровне максимум 20 °C и при этом жизнеспособность эпоксидной смолы достигает 6 часов. Пазы ротора закрыты неполностью пазовыми клиньями длиной 5 см, установленными с интервалом в 3 см. Пазовые клинья состоят из связанного синтетической смолой слоистого материала и имеют на внутренней стороне продольную канавку для аксиального распределения эпоксидной смолы.

От двигателя со встроенным редуктором через ролик в кронштейнах подшипников вращают ротор со скоростью 0,75 оборота в минуту.

В качестве пропиточной смолы используется высокореактивная, отвердевающая в горячем состоянии эпоксидная смола с низким поверхностным напряжением с добавкой 15% высокодисперсного пигмента. Эпоксидная смола проникает в частично открытые части паза изделия и покрывает пакет сердечника ротора.

После полуоборота пазы проходят зону, в которой происходит концентрированный нагрев инфракрасным излучателем. Благодаря темной пигментации смола нагревается в течение нескольких секунд, и ее вязкость сильно снижается, так что она глубоко проникает в пазы, особенно через каналы между элементом обмотки и сдвинутыми заслонками, и здесь

снизу вверх заполняет также все узкие полые пространства. При этом эпоксидная смола стекает с пакета сердечника и через продольные канавки пазовых клиньев и полые пространства распределяется также в аксиальном направлении.

Примерно через 20 секунд эпоксидная смола желатинизируется, так что при наклоне паза она не может больше вылиться.

После этого нижняя половина пазов, т.е. дно пазов полностью заполнено смолой, в то время как верхняя зона пазов еще свободная от смолы.

При следующем обороте к пазам опять таким же образом подводится смола, которая вследствие нагрева становится еще более жидкой и заполняет следующую зону пазов. Пазы пропитаны примерно на три четверти. При третьем обороте и на-полнении пазов смолой это продолжается до тех пор, пока пазы полностью и без свободных пространств не пропитаются смолой. Пропиточная ванна может быть освобождена. Время пропитки до этой стадии составляет примерно 300 сек.

Дополнение пазовых клиньев для полного закрывания паза в выбранном примере не состоится. Прочность пазовых клиньев, несмотря на неполное закрытие пазов (около 65% от общей длины паза) даже при максимально возможных нагрузках от центробежных сил используется не полностью. Деформирование обмотки между закрывающими паз элементами при обмотке, пропитанной эпоксидной смолой, произойти не может.

Для дополнения пропитки обмотки включается последний шаг пропитки.

Для этого поверхность ротора при скорости 20 оборотов в минуту покрывают с помощью пистолета-распылителя той же самой эпоксидной смолой, однако с пониженной с помощью растворителя вязкостью. Непосредственно после этого вся эпоксидная смола внутри ротора и на роторе отвердевает в печи в монолитное соединение.

Соответствующая изобретению многоступенчатая вращательная пропитка обеспечивает обмотке высокую механическую проч-

ность, обуславливает хороший отвод тепла из проводников и защищает обмотку и пакет сердечника от вредного влияния окружающей среды. По качеству оно превосходит обычную вращательную пропитку, достигает свойств вакуумированной пропитки и требует зачастую таких же затрат, что и обычная вращательная пропитка. Время пропитки существенно меньше, чем при вакуумированной пропитке и едва ли выше, чем при обычной вращательной пропитке.

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

PV

CAS.

OSOB./POŠTA

PŘÍL

UTVAR

REF

VYŘIZ

08.V. 81

DOŠLO

016777

ČJ

Формула изобретения

- I. Способ пропитки снабженных обмоткой роторов больших электрических машин при использовании клиньев для закрытия пазов включающих, промежуточные пространства для прохода пропиточного средства, при котором соответственно нижнюю сторону ротора медленно поворачивают в пропиточной ванне из не содержащей растворителя, жидкой при комнатной температуре, твердеющей при нагревании синтетической смолы, отличающийся тем, что используется синтетическая смола с низким поверхностным натяжением, что проникающая синтетическая смола нагревается в соответственной верхней части ротора, причем число оборотов ротора и нагрев так согласованы с синтетической смолой, что она застывает, прежде чем паз вновь достигнет горизонтального положения, что пропитка и нагревание повторяют столь часто, пока все пазы не будут полностью заполнены синтетической смолой, что затем все пазы полностью закрывают клиньями для закрытия пазов, на ротор при повышенном числе оборотов наносят распылением синтетическую смолу, и наконец, вся синтетическая смола отвердевает с помощью нагрева.
2. Способ пропитки по п. I, отличающийся тем, что для неполного закрытия пазов с интервалом около 3 см вставляются клинья длиной около 5 см для закрытия пазов, а после заполнения паза синтетической смолой на обеих сторонах вставляются дополнительные запоры для пазов до полного закрытия пазов.
3. Способ пропитки по п. I, отличающийся тем, что используют запоры для пазов, имеющие на внутренней стороне продольный паз.
4. Способ пропитки по п. I, отличающийся тем, что массу подлежащей нанесению синтетической смолы на деталь ре-

8

гулируют изменением температуры пропиточной ванны

5. Способ пропитки по п. I, отличающийся тем, что повышение температуры синтетической смолы создают воздействием инфракрасного излучения.
6. Способ пропитки по п. 4, отличающийся тем, что используют специально согласованную с инфракрасным излучением синтетическую смолу, в частности эпоксидную смолу в смеси с до 20% мелкодисперсного, электрически изолирующего пигмента темного цвета.
7. Способ пропитки по п. I, отличающийся тем, что пазы остаются не полностью закрытыми.

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEV			
PV		ČAS.	
		OSOBY/POŠTA	
PŘIL	UTVAR	REF	VYRIZ

Číslo
016777
18. V. 81
došlo

Аннотация

Изобретение относится к способу пропитки снабженных обмоткой роторов больших электрических машин и касается изготовления вращающихся электрических машин. Целью является высококачественная, рационально достигаемая пропитка снабженных обмоткой роторов или соответственно других вращаемых узлов. Задача состоит в полном заполнении всех полостей в пазах пропиточной смолой без использования давления или вакуума. Для решения пазы неполностью закрыты клиньями для закрытия пазов. Открытые таким образом частично пазы вращаются через ванну синтетической смолы и при медленном дальнейшем вращении ротора нагреваются сверху до желатирования синтетической смолы. Заполнение синтетической смолой и нагрев повторяют до тех пор, пока пазы не будут полностью заполнены синтетической смолой. При повышенном числе оборотов на ротор наносят распылением синтетическую смолу и, наконец, вся синтетическая смола затвердевает при нагреве.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob impregnace vinutí rotorů velkých elektrických strojů za použití klínů uzavírajících drážky, mající meziprostory pro průchod impregnačního prostředku, přičemž příslušnou spodní stranu rotoru pomalu otáčí v impregnační vaně se syntetickou pryskyřicí s vysokou viskositou, kapalnou při laboratorní teplotě a tvrdnoucí při ohřevu, vyznačující se tím, že vnikající syntetická pryskyřice s malým povrchovým napětím, se zahřívá v příslušné horní části rotoru, přičemž otáčky rotoru a ohřev jsou sladěny se syntetickou pryskyřicí tak, že tato ztverdne než drážka znovu dosáhne vodorovné polohy, impregnace a ohřev se opakují tolikrát, dokud se všechny drážky zcela nezaplní syntetickou pryskyřicí, drážky se potom zcela zakryjí drážkovými klíny a na rotor při zvýšených otáčkách nanáší stříkáním syntetickou pryskyřicí a konečně všechna syntetická pryskyřice tuhne působením ohřevu.
2. Způsob impregnace podle bodu 1, vyznačující se tím, že se při neúplném zakrytí drážek s mezerami 3 cm vkládají klíny o délce 5 cm pro zakrytí drážek a po zaplnění drážek syntetickou pryskyřicí na obou stranách doplňkové drážkové závěry, až do jejich úplného zakrytí.
3. Způsob impregnace podle bodu 1, vyznačující se tím, že po zaplnění drážky syntetickou pryskyřicí se vkládají s obou stran doplňkové drážkové závěry s podélnou rýhou na vnitřní straně pro axiální rozložení syntetické pryskyřice.

4. Způsob impregnace podle bodu 1, vyznačující se tím, že množství nanášené syntetické pryskyřice na součást se reguluje změnou teploty impregnační vany.
5. Způsob impregnace podle bodu 1, vyznačující se tím, že zvýšení teploty syntetické pryskyřice se provádí působením infračerveného záření.
6. Způsob impregnace podle bodu 4, vyznačující se tím, že syntetická pryskyřice, zejména epoxidová pryskyřice ve směsi s do 20 % jemně disperzním, elektricky izolujícím pigmentem tmavé barvy, se speciálně sladí s infračerveným zářením.
7. Způsob impregnace podle bodu 1, vyznačující se tím, že syntetická pryskyřice drážky zcela zaplní, avšak drážky se zavírají jen z části.

Uznáno vynálezem na základě výsledků expertizy, provedené Úřadem pro vynálezeectví a patentnictví, Berlín, DD.