



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2011130908/07, 24.11.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.11.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
23.12.2008 DE 102008064495.1(43) Дата публикации заявки: **27.01.2013** Бюл. № 3(45) Опубликовано: **27.03.2014** Бюл. № 9(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **EP 1050949 A1, 08.11.2000. RU 36586 U1, 10.03.2004. SU 1746478 A1, 07.07.1992. RU 2231195 C1, 20.06.2004. RU 2291545 C2, 10.01.2007. RU 2258295 C2, 10.08.2005. EP 1455433 A1, 08.09.2004. DE 1488657 A1, 12.06.1969. FR 1350043 A, 24.01.1964.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **25.07.2011**(86) Заявка РСТ:
EP 2009/065737 (24.11.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/072499 (01.07.2010)

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"**

(72) Автор(ы):

**МЕММИНГЕР Оливер (DE),
ШЕБЕРЛЬ Фридрих (DE),
ШЕНБАУЭР Норберт (DE),
ШТЕГНЕР Йоханн (DE),
ДАННЕР Роберт (DE),
ДРАБЕР Юрген (DE),
ФРИДЛЬ Даниэль (DE),
ФОГЕЛЬ Анатоли (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

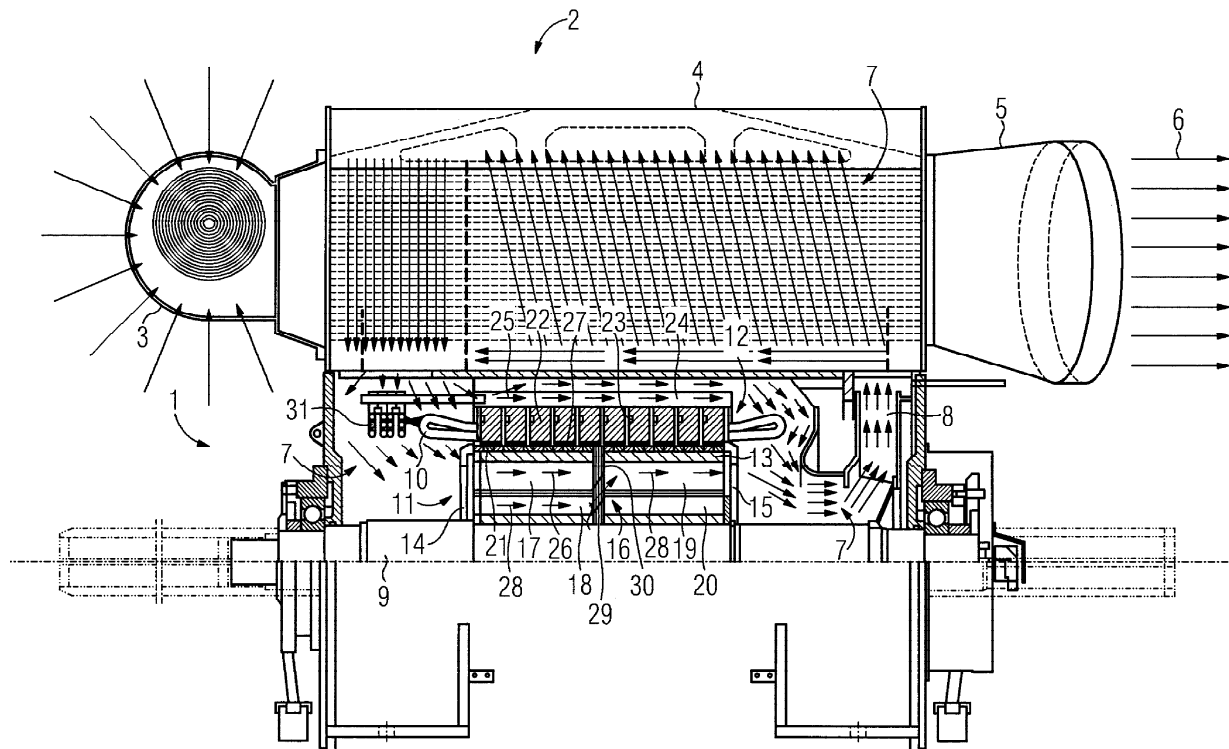
СИМЕНС АКЦИЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ (DE)**(54) ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА С НЕСКОЛЬКИМИ ОХЛАЖДАЮЩИМИ ПОТОКАМИ И СПОСОБ ОХЛАЖДЕНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к электрической машине с несколькими охлаждающими потоками и способу охлаждения. Монтаж электрической машины и, в частности, генератора на постоянных магнитах должен быть упрощен без потерь качества охлаждения. Электрическая машина включает в себя статор (12), который снабжен каркасом (22) для обмотки и в котором имеется, по меньшей

мере, один радиальный шлиц (23) для охлаждения, и ротор (11), в котором также имеется, по меньшей мере, один радиальный шлиц (16) для охлаждения. Каркас (22) для обмотки статора (12) снабжен на своей наружной боковой поверхности несколькими проходящими в осевом направлении ребрами (24) охлаждения, по которым может вводиться проходящий в осевом направлении первый охлаждающий поток (25). Кроме того,

по меньшей мере, один радиальный шлиц (16) для охлаждения ротора, воздушный зазор (27) между ротором и статором, по меньшей мере, один радиальный шлиц (23) для охлаждения и в осевом направлении по осевым ребрам (24) охлаждения статора. 2 н. и 5 з.п. ф-лы, 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2011130908/07, 24.11.2009**(24) Effective date for property rights:
24.11.2009

Priority:

(30) Convention priority:
23.12.2008 DE 102008064495.1(43) Application published: **27.01.2013 Bull. 3**(45) Date of publication: **27.03.2014 Bull. 9**(85) Commencement of national phase: **25.07.2011**(86) PCT application:
EP 2009/065737 (24.11.2009)(87) PCT publication:
WO 2010/072499 (01.07.2010)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**MEMMINGER Oliver (DE),
ShEBERL' Fridrikh (DE),
ShENBAUEhR Norbert (DE),
ShTEGNER Jokhann (DE),
DANNER Robert (DE),
DRABER Jorgen (DE),
FRIDL' Daniehl' (DE),
FOGEL' Anatoli (DE)**

(73) Proprietor(s):

SIMENS AKT'sIENGEZELL'ShAFT (DE)**(54) ELECTRICAL MACHINE WITH MULTIPLE COOLING FLOWS AND COOLING METHOD**

(57) Abstract:

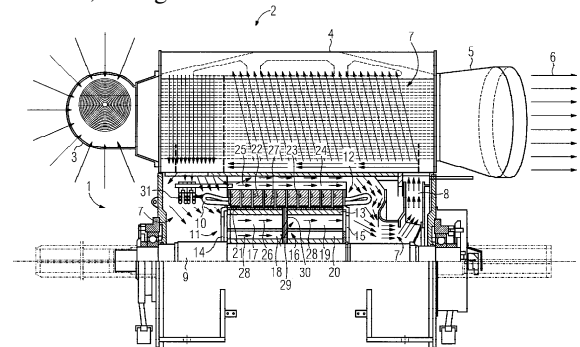
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: electrical machine includes a stator (12), which has a winding support (22), which has at least one radial cooling slot (23), and a rotor (11), which likewise has at least one radial cooling slot (16). The winding support (22) of the stator (12) has on its outer lateral surface a number of axially running cooling ribs (24), along which an axially running first cooling flow (25) can be directed. Furthermore, the rotor (11) has axially running first cooling ducts (17), which open out into its at least one radial cooling slot (16), such that a second cooling flow (26) through the axial first cooling ducts (17) of the rotor (11), the at least one radial cooling slot (16) of the rotor (11), the air gap (27) between the rotor and the stator and the

at least one radial cooling slot (23) can be directed in the axial direction along the axial cooling ribs (24) of the stator.

EFFECT: easier mounting without loss in quality of cooling.

7 cl, 1 dwg



Настоящее изобретение касается электрической машины, включающей в себя статор, снабженный каркасом для обмотки, в котором имеется по меньшей мере один радиальный вентиляционный шлиц, и ротор, в котором также имеется по меньшей мере один радиальный вентиляционный шлиц. Кроме того, настоящее изобретение

касается способа охлаждения такой электрической машины. У электрических машин для отвода тепла от ротора и статора часто как ротор, так и статор снабжены проходящими радиально шлицами для охлаждения. Если эта электрическая машина представляет собой так называемый генератор на постоянных магнитах, то монтаж постоянных магнитов в соответствующие карманы ротора является сравнительно сложным, если в роторе имеются многочисленные радиальные вентиляционные шлицы. Однако чтобы иметь возможность гарантировать достаточный отвод тепла, до сих пор мирятся с повышенной сложностью монтажа. Так, до сих пор генераторы на постоянных магнитах изготавливаются с одинаковым количеством радиальных шлицов для охлаждения статора и ротора, которые обеспечивают равномерный отвод тепла. Ротор со своими шлицами для охлаждения служит при этом в качестве радиального вентилятора. Такой генератор известен, например, из EP 1050949A1.

Из DE 1488657 известны снабженные пазами листы для электрических машин с проходящими в осевом направлении охлаждающими каналами. Отдельные пазы для обмотки имеют форму поперечного сечения, адаптированную к их соответствующему положению относительно охлаждающих каналов, а также их контурам, таким образом, что все соответствующие отдельным пазам минимальные значения высоты ярма имеют по меньшей мере приблизительно одинаковую величину.

В EP 1455433 A1 описан турбогенератор с охлаждением ротора, у которого охлаждающее средство может перемещаться различными путями.

Задача настоящего изобретения заключается, таким образом, в том, чтобы уменьшить сложность монтажа электрической машины и, в частности, электрической машины с ротором, возбуждаемым от постоянных магнитов. Кроме того, должен быть указан способ, с помощью которого возможен эффективный отвод тепла от электрической машины, имеющей удобную в монтаже конструкцию.

В соответствии с изобретением эта задача решается с помощью электрической машины по п.1 формулы изобретения.

Кроме того, в соответствии с изобретением предлагается способ охлаждения электрической машины по п.5 формулы изобретения.

Предпочтительным образом в соответствии с настоящим изобретением два охлаждающих потока, которые обеспечивают особенно эффективный отвод тела от статора, соответственно взаимодействуют. В частности, статор не только получает от ротора предварительно нагретую охлаждающую среду, а дополнительно охлаждается «не бывшим в употреблении» охлаждающим средством по осевым ребрам охлаждения с помощью другого охлаждающего потока.

Ротор пронизан только одним единственным радиальным шлицом для охлаждения. В общем случае у предлагаемой изобретением электрической машины может быть предусмотрено меньше радиальных шлицов для охлаждения в роторе, чем в уровне техники, так как дополнительный осевой охлаждающий поток обеспечивает дополнительный отвод тепла. Все же особенно предпочтительным является один из вариантов осуществления, предусматривающий только один единственный радиальный шлиц для охлаждения в роторе, так как постоянные магниты могут тогда без затруднений вставляться в ротор соответственно с торцевых сторон и заливаться.

Кроме того, осевые первые охлаждающие каналы ротора находятся с одной стороны шлица для охлаждения, осевые вторые охлаждающие каналы (со своими центральными осями) относительно оси ротора в радиальном направлении ниже
 5 первых охлаждающих каналов, а осевые третьи охлаждающие каналы на радиальной высоте первых охлаждающих каналов с другой стороны шлица для охлаждения, так что третий охлаждающий поток может направляться отдельно от второго охлаждающего потока через вторые охлаждающие каналы, шлиц для охлаждения и радиальные охлаждающие каналы. При этом в качестве ограничительной точки
 10 радиальной высоты (относительно оси ротора) охлаждающего потока рассматривается центр охлаждающего потока. Предпочтительным образом путем смены плоскостей охлаждения может быть обеспечен отвод тепла также от расположенной ниже по потоку части ротора с помощью «не бывшего в употреблении» или, соотв., еще не нагретого охлаждающего средства.

Дополнительно к этому может быть предусмотрен четвертый охлаждающий поток, который вводится в ротор на радиальной высоте второго охлаждающего потока, в роторе перенаправляется на радиальную высоту ниже второго охлаждающего потока и выходит из ротора а этой более низкой радиальной высоте. Благодаря этому уже
 20 нагретый поток охлаждающего средства направляется по определенному осевому пути в направлении вала, где он вряд ли уже должен будет справляться с задачами охлаждения. Тогда в этой осевой области задачи охлаждения может выполнять третий охлаждающий поток.

В одном из вариантов осуществления ротор возбуждается постоянными магнитами.
 25 При этом, как правило, возникает наибольшая часть потерь в статоре. Тем более позитивным является действие предлагаемого изобретением высокоэффективного охлаждения статора.

Кроме того, ротор может включать в себя напорный диск, в котором имеются
 30 отверстия для вторых или третьих охлаждающих каналов, каждое из которых меньше, чем поперечное сечение второго или третьего охлаждающего канала. С помощью этих отверстий можно устанавливать надлежащим образом соотношение расхода охлаждающих каналов, не уменьшая охлаждающие каналы в роторе в поперечном сечении.

Особым образом статор может быть снабжен пакетом сердечника, а ребра
 35 охлаждения могут быть образованы за счет того, что каждый отдельный лист имеет выступающие наружу продолжения. Благодаря этому можно очень простым способом изготавливать пакет сердечника статора с наружными ребрами охлаждения, потому что ребра охлаждения уже «отштампованы» на пакете сердечника.
 40 Альтернатива могла бы заключаться в том, чтобы приваривать наружные ребра охлаждения к пакету сердечника статора. Однако приваривание представляет собой дополнительный рабочий шаг, которого можно избежать.

Теперь настоящее изобретение будет пояснено более подробно с помощью
 45 прилагаемого чертежа, на котором показано частичное поперечное сечение предлагаемого изобретением генератора с постоянными магнитами.

Изложенные ниже более подробно примеры осуществления представляют собой
 предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения.

На фигуре показан генератор 1, снабженный охладителем 2. Охладитель 2 включает
 50 в себя вентилятор 3, предназначенный для всасывания охлаждающего воздуха, который он вдувает в теплообменник 4. Воздух течет оттуда через выпускные патрубки 5 наружу. Тем самым задается наружный циркуляционный контур

охлаждения.

Теплообменник 4 посредством наружного циркуляционного контура 6 охлаждения охлаждает внутренний, замкнутый циркуляционный контур 7 охлаждения. Привод внутреннего, замкнутого циркуляционного контура 7 охлаждения осуществляется с помощью установленного на валу вентилятора 8, который смонтирован на стороне В вала 9 генератора 1. Внутренний циркуляционный контур охлаждения проходит, начинаясь от вентилятора 8, через теплообменник и проникает на стороне А (приводная сторона) генератора в пространство лобовой части обмотки. Там он обтекает лобовую часть 10 обмотки, а также схему 31 обмотки, и затем протекает через ротор 11 и статор 12, как будет ниже поясняться более подробно. Наконец, охлаждающее средство (в частности, воздух) протекает сквозь пространство лобовой части обмотки на стороне В (неприводная сторона) генератора и снова достигает установленного на валу вентилятора 8 или, соответственно, соответствующего вентилятора с приводом от постороннего двигателя.

Ротор 11 включает в себя пакет 13 сердечника, на торцевых сторонах которого расположены напорные диски или напорные кольца 14 и 15. В своем осевом направлении ротор 11 разделен на две части радиальным шлицом 16 для охлаждения. Этот шлиц 16 для охлаждения здесь образуется проставкой с шайбами 29.

Ротор 11 включает в себя также проходящие в осевом направлении охлаждающие каналы, осевые центры которых лежат на двух соосных цилиндрах. Ниже радиальное расстояние от центральной оси охлаждающего канала до оси вала 9 будет называться радиальной высотой этого охлаждающего канала. В соответствии с настоящим примером ротор 11 включает в себя, таким образом, первый охлаждающий канал и в радиальном направлении ниже него, то есть на меньшей радиальной высоте, второй осевой охлаждающий канал 18. С правой стороны радиального шлица 16 для охлаждения, который делит ротор посередине, на той же радиальной высоте, что и первый охлаждающий канал 17, находится третий охлаждающий канал 19. В радиальном направлении ниже него также на той же радиальной высоте, что и второй охлаждающий канал 18, находится четвертый охлаждающий канал 20. В пакете 13 сердечника в специально предусмотренных для этого карманах расположены распределенные в окружном направлении постоянные магниты. Эти магниты вставлены с двух торцевых сторон в ротор и залиты также с двух торцевых сторон. Так как в роторе 11 имеется только один средний радиальный шлиц 16 для охлаждения, вставление магнитов и заливка осуществляются соответственно просто.

Статор 12 включает в себя в качестве каркаса для обмотки пакетом 22 сердечника, который пронизан многочисленными проходящими радиально шлицами 23 для охлаждения. На наружной боковой поверхности пакета сердечника на пакете 22 сердечника отформованы проходящие в осевом направлении ребра 24 охлаждения. Ребра 24 охлаждения отходят в форме звезды от статора 12 и могут быть приварены к пакету сердечника. Альтернативно каждый отдельный лист пакета 22 сердечника имеет выступающие наружу продолжения, так что при составлении пакета отдельные листы образуют ребра 24 охлаждения.

В соответствии с изобретением внутренний циркуляционный контур охлаждения включает в себя по меньшей мере два различных охлаждающих потока. Первый охлаждающий поток 25 проходит по боковой поверхности статора исключительно в осевом направлении. С помощью этого потока, который снабжается практически без поглощения тела почти непосредственно теплообменником 4, эффективно охлаждаются осевые ребра 24 охлаждения статора. В конце стороны В этот первый

охлаждающий поток 25 используется также для того, чтобы охлаждать лобовую часть обмотки.

Второй охлаждающий поток 26 снабжается охлаждающим средством или, соотв., охлаждающим воздухом, которое/который в расположенном со стороны А
 5 пространстве лобовой части обмотки уже охладил лобовую часть 10 обмотки и схему 31 обмотки. Этот второй охлаждающий поток проникает через расположенное со стороны А напорное кольцо 14 в первый охлаждающий канал 17 ротора 11. У радиального шлица 16 для охлаждения в середине ротора второй поток 26
 10 охлаждающего средства направляется в радиальном направлении наружу. Он распределяется в осевом направлении по всему воздушному зазору 27 между ротором 11 и статором 12. Оттуда он, так как напорные кольца 14 и 15 имеют несколько больший диаметр, чем пакет сердечника ротора вместе с постоянными
 15 магнитами 21, вытесняется в радиальном направлении наружу через шлицы 23 для охлаждения статора. На наружной поверхности статора второй охлаждающий или, соответственно, воздушный поток 26 соединяется с первым воздушным потоком 25. Второй воздушный поток 26 обеспечивает, таким образом, охлаждение изображенной на фигуре части ротора и внутренней части статора по всей его осевой длине. Второй
 20 охлаждающий поток 26 проходит, таким образом, по существу Z-образно. Он течет сначала в осевом направлении, затем в радиальном направлении и, наконец, снова в осевом направлении. Вместе с линейным первым охлаждающим потоком может, таким образом, осуществляться достаточный отвод тепла от статора 12, даже если ротор снабжен только одним радиальным шлицом 16 для охлаждения, а не
 25 множеством таких радиальных шлицов.

Опционально, как в изображенном на фигуре примере, может быть предусмотрен третий охлаждающий поток 28, который со стороны А втекает во вторые охлаждающие каналы 18 через напорный щит 14. В радиальном шлице 16 для
 30 охлаждения ротора 11 находится проставка. В настоящем примере в качестве проставки применяются три шайбы 29. Шайбы 29 выполнены разными и снабжены выемками 30 в смещенных друг относительно друга положениях. Благодаря этому третий охлаждающий поток 28 в радиальном шлице 16 для охлаждения вытесняется на
 35 фигуре вверх в третьи охлаждающие каналы, которые находятся справа от шлица 16 на большей радиальной высоте, чем вторые охлаждающие каналы 18. Наконец, третий охлаждающий поток 28 выходит из третьих охлаждающих каналов 19 через расположенный со стороны В напорный щит 15. В напорном щите 15 для этого предусмотрены отверстия, размер которых выбран так, что сопротивление третьего
 40 охлаждающего потока 28 не слишком мало, и второй охлаждающий поток 26 также имеет достаточный расход. После отверстия в напорном щите 15 третий охлаждающий поток 28 объединяется с первым и вторым охлаждающим потоком 25, 26 в расположенном с торцевой стороны пространстве генератора 1 перед установленным на валу вентилятором 8. Третий охлаждающий поток 28 направляется
 45 таким образом в первой части ротора (левая сторона на фиг.) через более холодную область (область вблизи вала) ротора. При этом он почти не поглощает тепло. С правой стороны ротора он затем направлен вверх и служит там для эффективного охлаждения правой части ротора. Левая половина этой части ротора охлаждается, как
 50 пояснено выше, первично вторым охлаждающим потоком 26.

Предлагаемый изобретением принцип охлаждения с помощью двух отделенных друг от друга охлаждающих потоков может быть сформулирован в отношении своего принципа действия следующим образом: предлагаемая изобретением электрическая

машина или, соотв., предлагаемый изобретением способ охлаждения выполнен так, что можно изготовить ротор машины и, в частности, генератора на постоянных магнитах, снабдив его только одним радиальным, расположенным посередине шлицом для охлаждения. При обычной конструкции только одного единственного шлица для охлаждения ротора было бы недостаточно для отвода потерь при Z-образной вентиляции. С помощью предлагаемой изобретением конструкции именно благодаря только одному единственному расположенному посередине шлицу для охлаждения может быть без больших сложностей обеспечено точное позиционирование постоянных магнитов ротора и их длительная защита от коррозии (простая двусторонняя заливка). Чтобы гарантировать достаточное охлаждение, пакет статора для дополнительного отвода тепла снабжен осевыми ребрами. Проходящие в осевом направлении ребра подвергаются охлаждению по замкнутому циклу с помощью принудительного воздушного течения установленного на валу вентилятора. Магниты ротора, область воздушного зазора, а также часть статора подвергаются охлаждению по замкнутому циклу с помощью другого охлаждающего воздушного потока, который создается расположенным в роторе посередине радиальным шлицом для охлаждающего воздуха. При необходимости существует возможность создания третьего охлаждающего воздушного потока за счет пониженного давления установленного на валу вентилятора и отверстий в расположенном со стороны В напорном диске ротора. Путем смены плоскостей охлаждающих каналов в области радиального шлица для охлаждения в середине пакета ротора обеспечивается, чтобы вторая половина ротора также могла снабжаться «холодным» охлаждающим воздухом. Это дополнительное охлаждение служит для отвода тепла от магнитов второго пакета ротора. Из предлагаемого изобретением принципа охлаждения вытекают следующие, частично уже упомянутые преимущества: с одной стороны, может быть достигнута экономия затрат на изготовление, так как ротор должен изготавливаться только из двух частичных пакетов, а, например, не из десяти частичных пакетов. Кроме того, может быть обеспечена полная защита от коррозии применяемых постоянных магнитов путем надежной заливки соответственно заливочной массы с торцевых сторон ротора. Наконец, несмотря на собственно недостаточное радиальное охлаждающее течение, достаточное охлаждение статора может быть достигнуто за счет осевого оребрения.

Формула изобретения

1. Электрическая машина, включающая в себя
 - статор (12), который снабжен каркасом (22) для обмотки, в котором имеется несколько радиальных шлицов (23) для охлаждения, и
 - ротор (11), в котором имеется один единственный радиальный шлиц (16) для охлаждения, при этом
 - каркас (22) для обмотки статора (12) снабжен на своей наружной боковой поверхности несколькими проходящими в осевом направлении ребрами (24) охлаждения, по которым может вводиться проходящий в осевом направлении первый охлаждающий поток (25), и
 - ротор (11) снабжен проходящими в осевом направлении первыми охлаждающими каналами (17), которые впадают в его радиальный шлиц (16) для охлаждения, так что
 - второй охлаждающий поток (26) может вводиться через осевые первые охлаждающие каналы (17) ротора (11), радиальный шлиц (16) для охлаждения ротора, воздушный зазор (27) между ротором (11) и статором (12), несколько радиальных

шлицов (23) для охлаждения статора (12) и в осевом направлении по осевым ребрам (24) охлаждения статора (12), и при этом

- осевые первые охлаждающие каналы (17) ротора (11) находятся с одной стороны шлица (16) для охлаждения, осевые вторые охлаждающие каналы (18) в радиальном направлении ниже первых охлаждающих каналов (17), а осевые третьи охлаждающие каналы (19) на радиальной высоте первых охлаждающих каналов (17) с другой стороны шлица (16) для охлаждения, так что третий охлаждающий поток (28) может направляться отдельно от второго охлаждающего потока (26) через вторые охлаждающие каналы (18), шлиц (16) для охлаждения и третьи охлаждающие каналы (19).

2. Электрическая машина по п.1, причем ротор (11) возбуждается постоянными магнитами (21).

3. Электрическая машина по п.1 или 2, причем ротор (11) снабжен напорным кольцом (15), в котором имеются отверстия для вторых или третьих охлаждающих каналов (18, 19), каждое из которых меньше, чем поперечное сечение второго или третьего охлаждающего канала.

4. Электрическая машина по п.1 или 2, причем каркас (22) для обмотки снабжен пакетом сердечника, а ребра (24) охлаждения образованы за счет того, что каждый отдельный лист имеет соответствующие выступающие наружу продолжения.

5. Электрическая машина по п.3, причем каркас (22) для обмотки снабжен пакетом сердечника, а ребра (24) охлаждения образованы за счет того, что каждый отдельный лист имеет соответствующие выступающие наружу продолжения.

6. Способ охлаждения электрической машины, включающей в себя статор (12), снабженный каркасом (22) для обмотки, и ротор (11), путем

- охлаждения ребер (24) охлаждения на наружной боковой поверхности каркаса (22) для обмотки статора (12) с помощью проходящего в осевом направлении первого охлаждающего потока (25), и

- охлаждения ротора (11) и статора (12) с помощью второго охлаждающего потока (26), который вводится в ротор (11) в осевом направлении, в роторе (11) перенаправляется в радиальном направлении, выходит из ротора (11) в радиальном направлении и затем направляется в статоре (12) в радиальном направлении, а также проходит дальше по наружной боковой поверхности статора (12) в осевом направлении, при этом ротор (11) охлаждается третьим охлаждающим потоком (28), который вводится в ротор (11) в радиальном направлении ниже второго охлаждающего потока (26), внутри ротора (11) направляется на радиальной высоте второго охлаждающего потока и выходит из ротора (11) отдельно от второго охлаждающего потока (26) на радиальной высоте второго охлаждающего потока.

7. Способ по п.6, в котором четвертый охлаждающий поток на радиальной высоте второго охлаждающего потока (26) вводится в ротор (11), в роторе (11) направляется на радиальную высоту ниже второго охлаждающего потока и выходит из ротора (11) на этой более низкой радиальной высоте.