

Полезная модель относится к области электромашиностроения и может быть использовано о турбогенераторах с газовым, в том числе с воздушным охлаждением.

Известна конструкция токовывода обмотки статора электрической машины с воздушным охлаждением [Титов В.В., Хуторецкий Г.М. и др. Турбогенераторы, Расчет и конструкция. Под ред. Н.П. Иванова и Р.А. Лютера. Л., "Энергия", 1967, с. 184]. Конструкция имеет токоведущий стержень изолированный стеклослюдинитовой изоляцией, закрепленный относительно изоляционной опорной плиты коробки выводов с помощью крепежных элементов. Такая конструкция применяется для электрических машин малой и средней мощности.

Недостаток такого токовывода заключается в невозможности его применения в электрических машинах большой мощности, так как корпусная изоляция в такой конструкции воспринимает непосредственно усилия короткого замыкания, которые могут быть значительными и недопустимыми для упомянутой корпусной изоляции.

Известна конструкция токовывода обмотки статора турбогенератора с водородным охлаждением [Хазан СИ. Турбогенераторы. Повреждения и ремонт. Под ред. П.И. Устинова, Изд. 2-е. М., "Энергия", 1971, с. 99, рис. 3-1 3в], содержащая один токоведущий стержень с нанесенной стеклослюдинитовой изоляцией, закрытой изоляционным кордовым слоем, при этом на кордовый слой, обработанный по конической поверхности, устанавливается металлическая опорная втулка. Для равномерного распределения электрического поля в корпусной изоляции установлены специальные конденсаторные прокладки, последняя из которых заземлена на корпус. Эта конструкция обладает стабильными диэлектрическими и механическими характеристиками.

Недостатками описанного токовывода являются конструктивная и технологическая сложность, трудоемкость изготовления, неремонтопригодность корпусной изоляции, громоздкость конструкции. Последнее делает нецелесообразным применение данного токовывода в электрических машинах с большим количеством выводов, так как это привело бы к значительному увеличению габаритов самой электрической машины.

Известен токовывод турбогенератора с водородным охлаждением [Хазан СИ. Турбогенераторы. Повреждения и ремонт. Под ред. П.И. Устинова. Изд. 2-е. М., "Энергия", 1971, с. 99, рис. 3-13г], содержащий токоведущий стержень с фланцем, герметично закрепленным с одной стороны относительно упомянутого стержня, при этом упомянутый стержень герметично закреплен относительно фарфорового корпуса, который, в свою очередь, через резиновые уплотнительные прокладки закреплен к корпусу статора. Такой токовывод конструктивен, технологически прост.

Недостатками этой конструкции является ее неустойчивость к динамическим нагрузкам при внезапных ударных коротких замыканиях в электрической машине на шинпроводах. Также как и все вышеописанные аналоги, конструкция громоздка, а следовательно применение ее в конструкциях электрических машин со значительным количеством выводов, где обмотки статоров имеют три параллельные ветви и более, нецелесообразно, как например в турбогенераторах с косвенным воздушным охлаждением большой мощности типа ТА 120-250 МВт.

Известен токовывод обмотки статора электрической машины [1], который принят нами за прототип, так как он содержит несколько токоведущих стержней по числу параллельных ветвей в фазе, проходящий через полость втулки, которая закреплена к корпусу электрической машины и имеет цилиндрические выступы относительно опорного фланца. Однако в прототипе токоведущие стержни изолированы друг относительно друга витковой изоляцией, заключены все вместе в общую корпусную изоляцию и закреплены в таком виде в полости металлической втулки с помощью клиньев. Такая конструкция достаточно устойчива к динамическим нагрузкам, компактна, однако наличие общей корпусной изоляции для нескольких токоведущих стержней делает токовывод неремонтопригодным в условиях эксплуатации при повреждении витковой или корпусной изоляции. Наличие массивной металлической втулки (заземленной) в мощных электрических полях вблизи корпусной изоляции вызвало необходимость создания сложной противокоронной защиты изоляции, нарушение которой делает неработоспособным токовывод в длительной эксплуатации.

Следовательно конструкция прототипа сложна и недостаточно надежна. Кроме того, большой вес токовывода усложняет монтаж и демонтаж токовывода в эксплуатации и ремонте.

Таким образом, недостатками прототипа являются низкая технологичность и ограниченная надежность конструкции.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования токовывода обмотки статора электрической машины, в котором упрощением конструкции обеспечивается повышение технологичности и надежности в эксплуатации, снижается вес, повышается ремонтопригодность, снижается себестоимость.

Поставленная задача решается тем, что в токовыводе обмотки статора электрической машины, содержащем токоведущие стержни по числу параллельных ветвей, принадлежащих началу или концу фазы обмотки статора, имеющие витковую и корпусную изоляцию, проходящие через полость втулки, снабженной цилиндрическими выступами и закрепленной к корпусу статора, согласно изобретению, функцию витковой изоляции токоведущих стержней в полости втулки выполняет газ, корпусной изоляцией является газ, находящийся в промежутке между токоведущими стержнями и втулкой, и сама втулка, выполненная из электрически и механически прочного материала, на цилиндрических выступах которой установлены заглушки с равномерно расположенными относительно оси токовывода отверстиями, в которых установлены токоведущие стержни, закрепленные распорными элементами, выступающими за поверхность заглушек, при этом заглушки и распорные элементы также выполнены из электрически и механически прочного материала.

Между распорными элементами и токоведущими стержнями, а также между распорными элементами и заглушкой могут быть установлены уплотнительные элементы.

Таким образом, в отличие от прототипа, токоведущие стержни закреплены в данной конструкции в заглушке в отдельности и отизолированы друг относительно друга по длине токовывода изолирующим газообразным охлаждающим агентом, например воздухом, в местах крепления в заглушках -изоляционными

промежутками между отверстиями заглушки и изоляционными барьерами упомянутых распорных элементов, выступающих за поверхность заглушек. От корпуса токоведущие стержни отизолированы, в отличие от прототипа, газом и втулкой, выполненной из высокопрочного электрического материала, например, стеклопластика.

Автономная изолировка газом каждого токоведущего стержня повышает надежность токовывода, упрощает конструкцию и технологию его изготовления, повышает технологичность сборки и ремонта. Отсутствие в токовыводе крепежных, распорных и других металлических деталей повышает надежность его работы за счет исключения коронирования, значительно снижает общий вес токовывода.

На фиг. 1 показан токовывод, продольный разрез; на фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - продольный разрез токовывода для одной параллельной ветви (частный случай конструктивного исполнения); на фиг. 4 - вариант крепления токоведущего стержня к заглушке.

Токовывод обмотки статора электрической машины 1 (фиг. 1), размещенный на корпусе статора 2, содержит токоведущие стержни 3 по числу параллельных ветвей принадлежащих началу или концу фазы обмотки (в данном примере конкретного выполнения фаза обмотки имеет три параллельные ветви, как частный случай, токовывод может быть использован на одну параллельную ветвь (см. фиг. 3), проходящие через полость 4 втулки 5. Токоведущие стержни 3 закреплены в отверстиях 6 заглушек 7, расположенных на концах цилиндрических выступов 8 втулки 5 с помощью распорных элементов 9, выполненных, например, в виде конических втулок с торцами 10, выступающими за поверхность заглушек 7. В распорных элементах 9 размещены уплотнительные элементы 11. Между отверстиями 6 имеются перемычки 12.

Токовыводы обмотки статора электрической машины нулевые и фазные размещаются на корпусе 2 статора электрической машины и могут быть взаимозаменяемы.

В турбогенераторах с полным воздушным охлаждением единичной мощностью 120-250 МВт для обеспечения оптимальных вибромеханических и тепловых нагрузок прибегают к разделению фазы на параллельные ветви, чтобы каждая параллельная ветвь обмотки находилась в ряду предпочтительных рабочих (фазных) напряжений (например 10,5; 15,75 кВ) и значений номинальных токов (2000 - 3000 А), при оптимальных плотностях токов 0,1 - 0,2 А/мм². Таким образом количество выводных шин в электрических машинах такого типа увеличено в 3 раза (см. фиг. 1, 2) для трехфазной системы обмотки статора. Отдельная параллельная ветвь, включающая группу последовательно включенных стержней (при схеме соединений фаз обмотки в "звезду"), заканчивается нулевыми и фазными токовыводами, т.е. принадлежащими началу или концу фазы в зависимости от направления вращения турбины, нулевой вывод может оказаться под фазным напряжением, фазный под нулевым. В соответствии с изобретением размещение 3-х стержней или η стержней в одном токовыводе сократит количество выводов и уменьшит габариты электрической машины.

При работе электрической машины корпусная изоляция подвергается непрерывному воздействию рабочего фазного напряжения определенного линейным напряжением на выводах. Поэтому в предлагаемой конструкции втулка 5 с заглушками 7 и распорными элементами 9 выполняется из электрически и механически прочного материала, например из стеклопластика. Закрепление же токоведущих стержней 3 на определенном (расчетном) расстоянии от внутренней поверхности втулки 5 внутри полости 4, заполненной газом, и расчетное расстояние от упомянутой внутренней поверхности втулки 5 до заземленного корпуса 2 позволяет создать надежную и экономичную корпусную изоляцию токовывода 1 при минимальных габаритах токовывода и незначительной ее стоимости (функцию корпусной изоляции может выполнять воздух, азот и т.д. плюс стеклопластик расчетной толщины). При этом напряженность электрического поля в корпусной изоляции токовывода 1 находится ниже порога коронирования, следовательно, полупроводящее покрытие в предложенной конструкции изоляции исключается. Одновременно токи утечки от оголенного стержня 3 до заземленного корпуса 2 как в продольном, так и поперечном направлении практически равняются нулю. Функцию витковой изоляции каждой параллельной ветви до мест закрепления стержня 3 в заглушках 7 выполняет газ (воздух, азот), в местах закрепления функцию витковой изоляции выполняют изоляционные перемычки 12 между отверстиями 6 заглушки 7 и изоляционные барьеры обеспечиваемые распорным элементом 9, таким образом, что торцы 10 выступают над поверхностью заглушки 7. При нормальной работе электрической машины перемычек 12 достаточно, так как напряжение каждой полуфазы практически не отличается. Однако при пробое одной из ветвей на "землю", на витковую изоляцию воздействует напряжение

$U_{\phi} = U_{\text{л}} / \sqrt{3}$, именно в этом случае используется изоляционный барьер распорного элемента 9. Одновременно конструкция токовывода позволяет в различных режимах работы электрической машины тепловые перемещения токоведущего стержня 3, обладающего значительным коэффициентом теплового расширения относительно заглушки 7, жестко соединенной с корпусом 5, выполненных из стеклопластика, коэффициент теплового расширения которого почти в 3 раза меньше меди, из которой выполнен упомянутый токоведущий стержень 3. Герметизация токовывода между токоведущими стержнями 3, распорными элементами 9 и заглушками 7 осуществляется с помощью уплотнительных элементов 11. Таким образом, предложенный токовывод обмотки статора электрической машины отличается повышенной технологичностью и надежностью в эксплуатации, имеет простую конструкцию и сравнительно небольшой вес

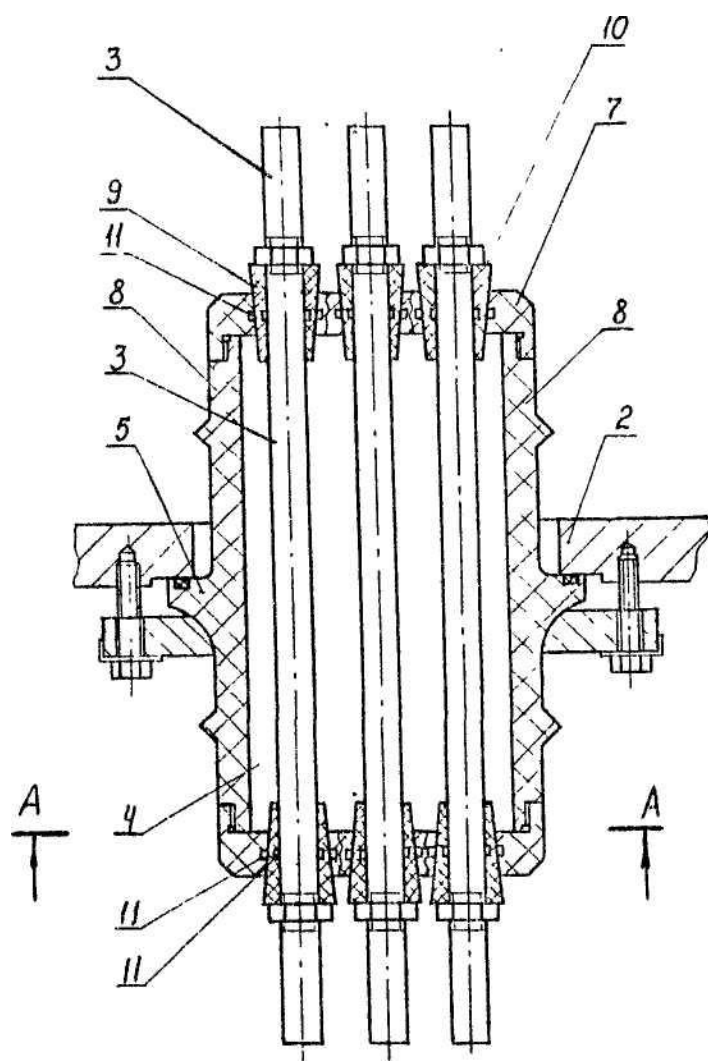
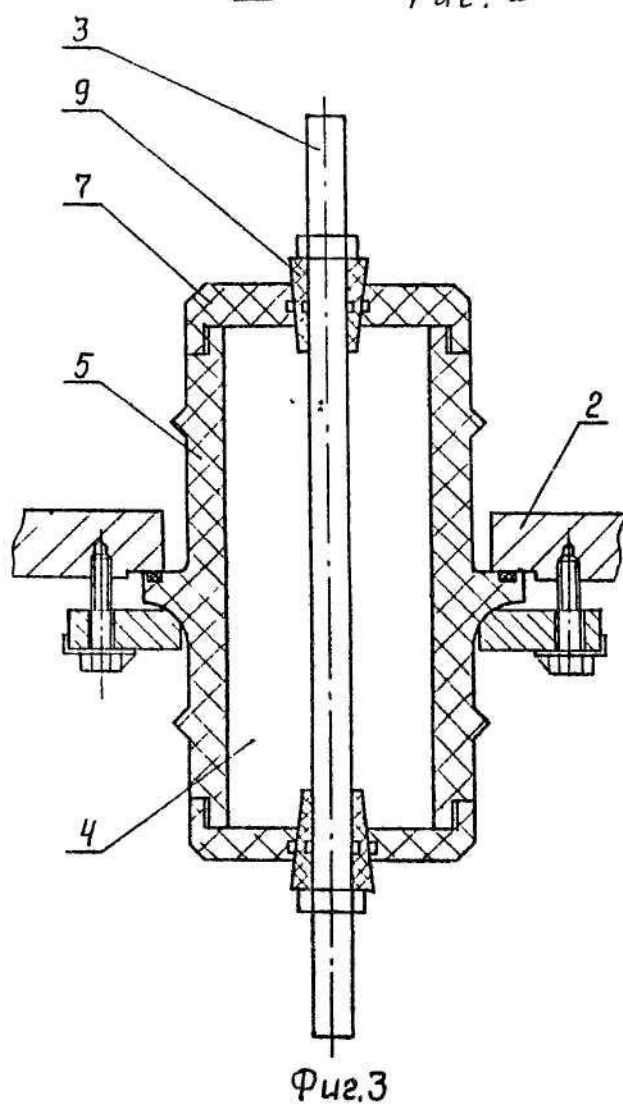
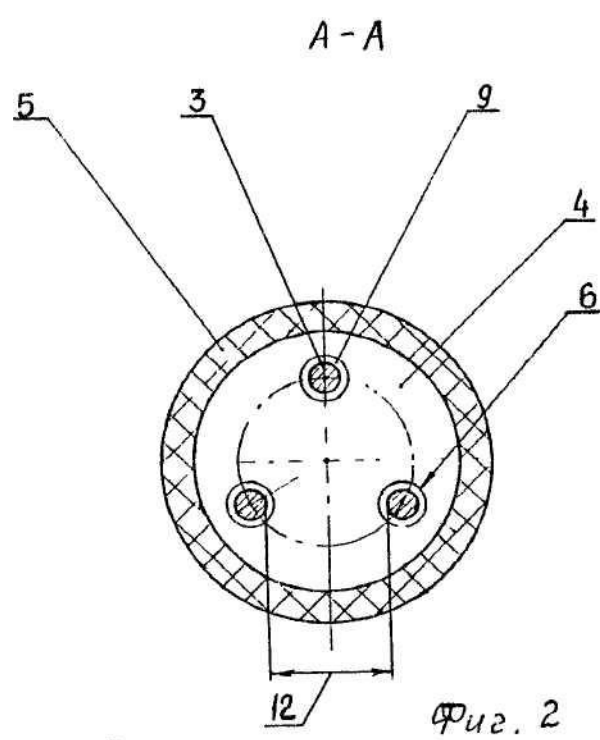


Fig. 1



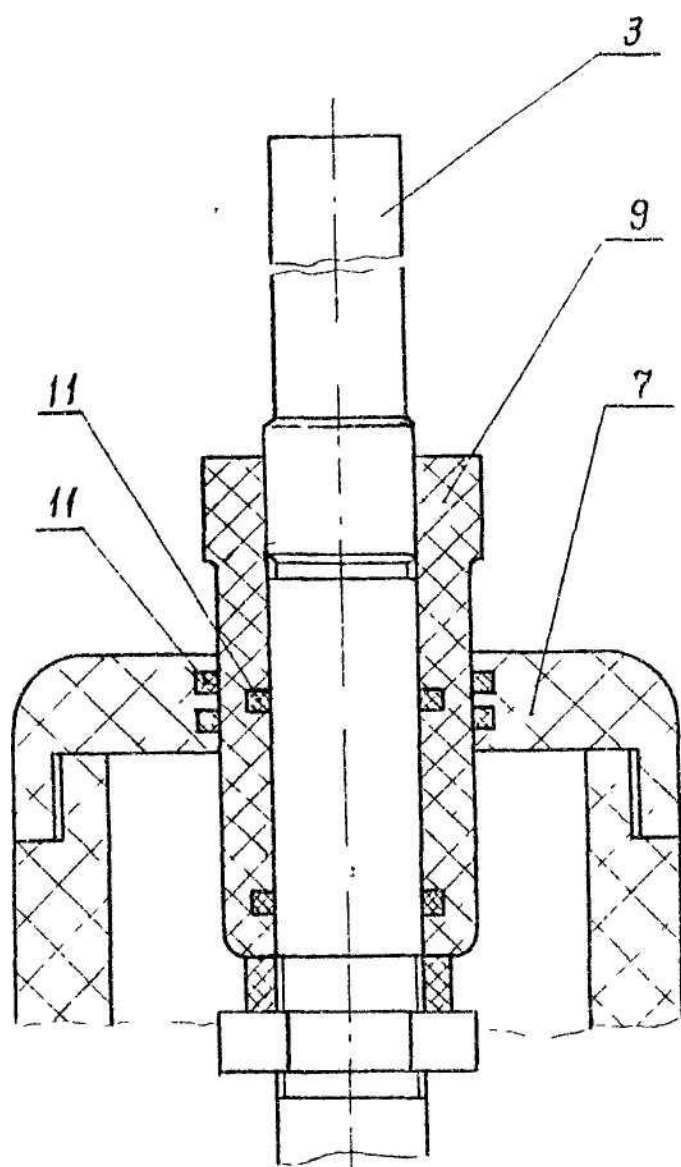


Fig. 4