

Винахід відноситься до галузі енергетики та електротехніки і може бути використаний при розробці систем охолодження обмоток електричних машин.

Відома система охолодження статорних обмоток гідрогенераторів (див. книгу Обнаружение дефектов гидрогенераторов. / Под ред. Л.Г.Мамиконянца и Ю.М.Элькинда. - М.: Энергоатомиздат. 1985, с.146-148) включає стрижні у вигляді пустотілих та суцільних провідників, причому всередині пустотілих провідників циркулює дистильована вода. Головними недоліками цієї системи охолодження є місцеві перегрівання стрижнів із-за незадовільної якості дистилату, підвищеного вмісту CO_2 і O_2 , утворення відкладень всередині пустотілих провідників. Великий вплив на якість роботи цієї системи має також надійність з'єднання гумових шлангів з пустотілими провідниками, в яких часто з'являються тріщини та несучільності. Крім того, при експлуатації стрижні, що мають у своєму складі закупорені провідники, не діагностуються, так як контроль здійснюється тільки для всієї гідролінійної гілки обмотки статора. Ці та інші недоліки висвітлені в розділі "Дефекты систем непосредственной охлаждения обмоток статора гидрогенераторов" на с.150-152 цієї ж книги.

В якості найбільш близької по технічній суті вибрана система охолодження статорних обмоток електрогенератора (див. книгу Коррозия под действием теплоносителей, хладагентов и рабочих тел: Справочное издание. Под ред. Л.М.Сухотина. - Л.:Химия. Ленинградское отделение, 1988. с.205-207), що має у своєму складі стрижні обмотки у вигляді сукупності пустотілих або поперемінно розміщених пустотілих та суцільних провідників. Недоліками цієї системи охолодження є ерозія та корозія матеріалу провідників при циркулюванні через них охолоджуючої води, а також поява відкладень, які здатні викликати з часом перекриття прохідного перерізу пустотілих провідників. Це, в свою чергу різко збільшує температуру обмотки навіть при появі одного непрохідного провідника. У випадку ж появи двох і більше непрохідних пустотілих провідників температура обмотки може значно перевищити допустиму температуру ізоляції. В свою чергу перегрівання погано охолоджуваної частини стрижня обмотки приводить до руйнування міжвиткової ізоляції. Далі аварійна ситуація розвивається в напрямі появи вібрації, що приводить до руйнування пазової ізоляції стрижня, а також до пробивання на корпус та виходу генератора з ладу. Вчасно запобігти такому перебігу подій заважає неможливість контролю температурного стану в окремих провідниках, так як у штатних системах охолодження температура контролюється тільки у спільному для груп провідників колекторі. Ліквідація наслідків такої аварії займає тривалий проміжок часу та потребує значних коштів. Це пов'язано серед іншого і з тим, що треба замінювати всю систему охолодження, де з'явилися непрохідні провідники.

В основу винаходу поставлено задачу створення системи охолодження статорних обмоток електрогенератора, в якій нова конструкція пустотілих провідників дозволила б забезпечити ефективність, надійність, простоту виготовлення та заміни окремих провідників при одночасному забезпеченні герметичності та тривалого ресурсу роботи.

Поставлена задача вирішується тим, що в системі охолодження статорних обмоток електрогенератора, що має у своєму складі стрижні обмотки у вигляді сукупності пустотілих або поперемінно розміщених пустотілих та суцільних провідників, згідно з винаходом, пустотілі провідники виконано у вигляді теплових труб, зони випаровування яких введено всередину обмоток електрогенератора, а розміщені зовні обмоток зони конденсації теплових труб встановлено крізь ущільнення в теплообмінник-конденсатор, який має вхід та вихід для приєднання до напірної водяної магістралі та зливної магістралі, причому зони конденсації теплових труб можуть бути споряджені пристосованим до умов природної конвекції оребренням та встановлені у навколишньому повітрі, а також зони конденсації теплових труб можуть бути споряджені пристосованим до умов вимушеної конвекції оребренням та встановлені у повітряному потоці навколишнього повітря.

Виконання системи охолодження статорних обмоток електрогенератора із стрижнями обмотки у вигляді сукупності пустотілих або поперемінно розміщених пустотілих та суцільних провідників, причому пустотілі провідники виконано у вигляді теплових труб, зони випаровування яких введено всередину обмоток електрогенератора, а розміщені зовні обмоток зони конденсації теплових труб встановлено крізь ущільнення в теплообмінник-конденсатор, який приєднано до напірної водяної магістралі та зливної магістралі, причому зони конденсації теплових труб можуть бути споряджені пристосованим до умов природної конвекції оребренням та встановлені у навколишньому повітрі, а також зони конденсації теплових труб можуть бути споряджені пристосованим до умов вимушеної конвекції оребренням та встановлені у повітряному потоці навколишнього повітря, дозволяє забезпечити ефективність за рахунок високої теплопередаючої здатності теплових труб, що дає змогу отримати оптимальну робочу температуру провідників і, відповідно, обмотки електрогенератора, причому однаково рівномірну для всіх провідників і всієї обмотки внаслідок дії властивості термостабілізації випаровувально-конденсаційних систем, до яких відносяться теплові труби. Надійність забезпечується за рахунок високої надійності складових системи охолодження, а саме теплових труб. Так як ця система при реалізації винаходу будується із окремих автономних теплових труб, то складання її не викликає будь-яких утруднень, в тому числі, наприклад, і заміна, при необхідності окремих теплових труб. Герметичність та тривалий ресурс роботи системи охолодження статорних обмоток електрогенератора визначається високою надійністю конструкції за рахунок її простоти та великим ресурсом роботи (на рівні 20 років і більше) окремих теплових труб, а також добре відпрацьованою технологією виготовлення теплових труб.

Технічна суть та принцип дії запропонованої системи охолодження статорних обмоток електрогенератора пояснюється кресленням.

На кресленні зображена система охолодження статорних обмоток електрогенератора у розрізі. Система охолодження статорних обмоток електрогенератора включає в себе пустотілий провідник у вигляді теплової труби, зона випаровування якої 1 встановлена у корпусній ізоляції стрижня 2. Поряд з нею через шар електроізоляції 3 знаходиться суцільний провідник 4. В теплообміннику-конденсаторі 5 крізь ущільнення 6 встановлено зону конденсації теплової труби 7. Теплообмінник-конденсатор приєднано до напірної водяної магістралі 8 та зливної магістралі 9.

Система охолодження статорних обмоток електрогенератора працює наступним чином. На початку роботи електрогенератора теплота, що виділяється в розміщених у корпусній ізоляції 2 та ізольованих один від одною ізоляцією 3 провідниках 1 та 4, нагріває теплоносії теплової труби в зоні випаровування 1. Теплоносії в теплових

трубах випаровується або кипить і переносить підведений при генеруванні електричної енергії тепловий потік в теплообмінник-конденсатор 5. Тут теплоносій теплових труб внаслідок охолодження зовнішньої поверхні зони конденсації 7 теплових труб водою, яка подається в теплообмінник-конденсатор 5 із напірної магістралі 8 і зливається з нього у зливну магістраль 9, конденсується і повертається в зону випаровування 1 теплових труб. Напірна магістраль 8 і теплообмінник-конденсатор 5 не мають електричного зв'язку між собою, а ущільнення 6 перешкоджає витіканню води із теплообмінника-конденсатора 5 при функціонуванні запропонованої системи. Описаний замкнутий випаровувально-конденсаційний цикл буде повторюватися на всьому протязі виділення теплоти в провідниках 1 та 4, і, відповідно, її відводу у теплообміннику-конденсаторі 5.

Виготовлена та випробувана модель фрагмента системи охолодження статорних обмоток електрогенератора, що мала у своєму складі омичний нагрівач-імітатор тепловиділення в провідниках статора електрогенератора, який монтувався на зоні випаровування теплової труби та на суцільному провіднику. Складений через електроізоляційну прокладку блок: зона випаровування теплової труби-суцільний провідник були вмонтовані в імітатор корпусної ізоляції відповідної форми у вигляді композиції: епоксидна смола - дрібно порізнана слюда. Конденсаційна ділянка цієї теплової труби крізь ущільнення була введена в теплообмінник-конденсатор, приєднаний до водяної напірної та зливної магістралей.

В результаті проведених випробувань було встановлено:

- на кожному рівні потужності нагрівача встановлювався відповідний температурний режим корпусної ізоляції, суцільного провідника та теплової труби, що контролювався;

- цей температурний режим (а відповідно і температурний режим провідників і корпусної ізоляції стрижня електрогенератора) можна регулювати за допомогою витрати охолоджуючої води і/або її температури в напірній магістралі;

- робота та температурний стан корпусної ізоляції стрижня, суцільного провідника та теплових труб контролюється і регулюється за допомогою системи охолодження, яка у свою чергу контролюється і регулюється за допомогою параметрів охолоджуючого середовища (температурний режим, швидкість руху в теплообміннику-конденсаторі при застосуванні води в якості охолоджуючого середовища або температури та швидкості руху потоку крізь оребрену зону конденсації теплових труб при застосуванні у якості охолоджуючого середовища повітря).

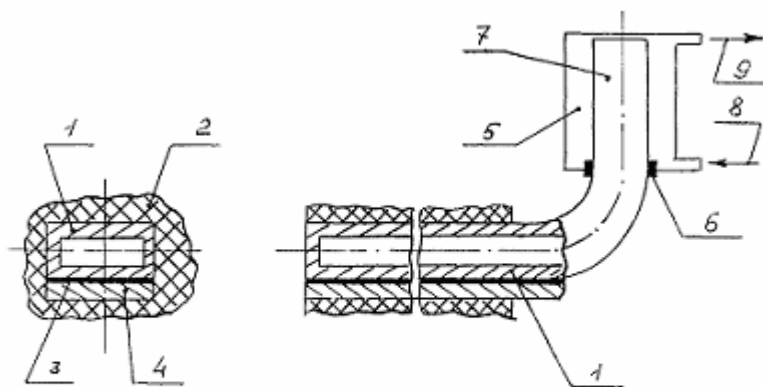


Fig.