

ОГЛЯД ПРОБЛЕМАТИКИ ПОЯВИ УШКОДЖЕНЬ РОТОРІВ ГІДРОГЕНЕРАТОРІВ

Подорванов Д.С., магістрант, Гераскін О.А., к.т.н., доцент
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. Гідрогенератори є потужними електричними машинами зі специфічною конструкцією, що призначені для генерації трифазної електроенергії на гідро- та акумулюючих електростанціях. Накопичений досвід експлуатації гідрогенераторів показав, що їм, як і іншим електричним машинам, притаманні характерні види ушкоджень, що можуть призвести до аварійної зупинки і простою агрегатів і, як наслідок, значних економічних збитків підприємству.

Мета статті. Коротко проаналізувати причини появи ушкоджень роторів гідрогенераторів

Матеріали і результати досліджень. Ротори гідрогенераторів є одними з найважливіших елементів цих машин, і їх правильна робота є вирішальною для забезпечення ефективності та надійності роботи гідроелектростанцій. В статті розглянуто деякі з основних видів ушкоджень роторів гідрогенераторів та можливі причини їх виникнення [1].

Механічні напруження. Один з найпоширеніших видів ушкоджень роторів гідрогенераторів - це механічні пошкодження. Вони можуть виникати внаслідок різних факторів, таких як биття рухомих елементів машин, вібрація, корозія та інші. Перевищення допустимих значень вібрації або механічний дисбаланс ротора можуть призвести до пошкодження його конструкції. Також можуть відбуватися механічні ушкодження через неправильну експлуатацію, наприклад, при навантаженні, що перевищує допустимі значення.

Перегрів. Перегрів може бути наслідком недостатньо якісно виконаної або недосконалої системи охолодження, неправильного відводу тепла або збою в системі контролю температури. Перевищення допустимих значень температури може призвести до серйозного пошкодження ротора (рис. 1). Важливо регулярно перевіряти систему охолодження та забезпечувати оптимальні умови роботи гідрогенератора, щоб уникнути перегріву ротора. Вивчення впливу нестачі охолоджуючого агента дозволить визначити наслідки подібної проблеми та розробити заходи для її попередження.

Для діагностики нестачі системи охолодження ротора гідрогенератора можна використовувати різноманітні методи. Це можуть бути температурний моніторинг, аналіз параметрів охолоджувальної рідини, аналіз вібрацій та інші. Ці методи дозволяють виявити відхилення в роботі системи охолодження та своєчасно прийняти заходи для її відновлення [1].



Рисунок 1 – Перегрів листів електротехнічної сталі полюсного наконечника капсульного гідрогенератора потужністю 23 МВА внаслідок перегріву стержня демпферної обмотки

Корозія. Корозія в електричних машинах може утворитися з часом на поверхні будь-якого конструктивного елемента. Зазвичай в електричних машинах корозія відбувається без виділення анодних і катодних ділянок. Корозійну стійкість металевих матеріалів можна проілюструвати на т.з. діаграмах ізокорозії (рис. 2). Криві показують швидкість корозії 0,1 мм/рік у певній рідині при різних концентраціях і температурах. Ці діаграми дійсні лише для рідин у застійних умовах. Швидкість розповсюдження корозії може значно зрости в інших зонах [2].

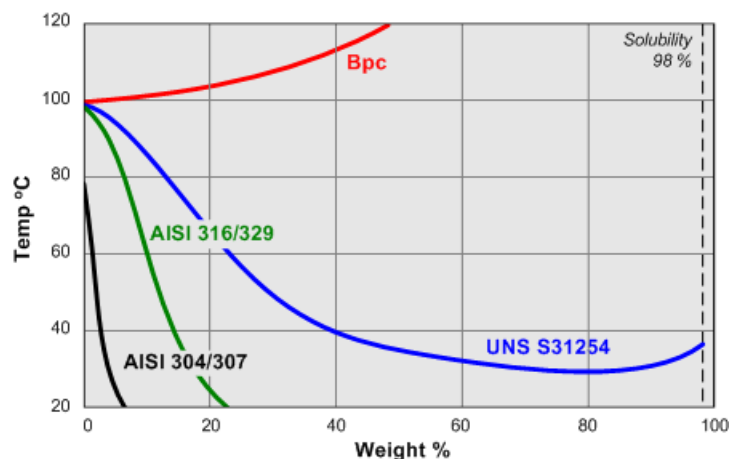


Рисунок 2 – Діаграма ізокорозії нержавіючих сталей у сірчаній кислоті [2]

Хімічну корозію можна розглядати як окислення, яке відбувається під дією сухих газів, часто при високих температурах (рис. 3). З іншого боку, електрохімічна корозія відбувається внаслідок електродних реакцій, часто у вологому середовищі, тобто мокра корозія [2].

Усі метали в сухому повітрі вкриті дуже тонким шаром оксиду товщиною близько 100 \AA (10^{-2} мкм). Цей шар утворюється внаслідок хімічної корозії за допомогою кисню повітря. При дуже високих температурах реакція з киснем повітря може тривати без обмежень, і метал швидко перетворюється на оксид [2].

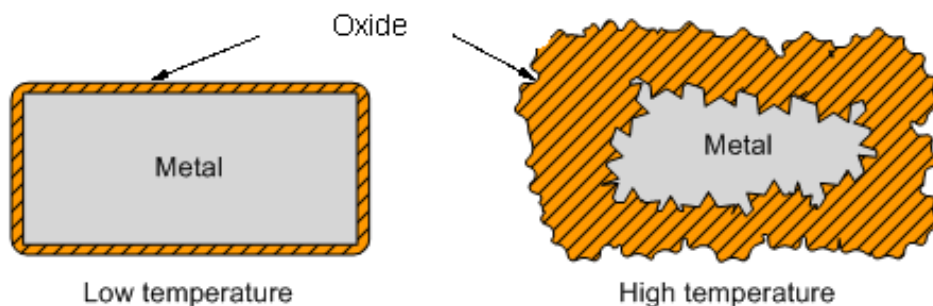


Рисунок 3 – Окислення металу при різних температурах [2]

Знос. Знос рухомих елементів електричних машин є додатковим фактором, який може спричинити ушкодження роторів гідрогенераторів. Постійна робота гідрогенератора під впливом високих механічних і температурних навантажень навіть на номінальній швидкості обертання може призводити до зношування контактних поверхонь елементів ротора. Це може призвести до втрати геометричності елементів ротора, зміни розподілу маси та дисбалансу. Регулярне обслуговування та контроль стану ротора можуть допомогти вчасно виявити та вирішити проблеми зносу [2].

Висновок. Роторам ГГ притаманні різноманітні види ушкоджень, включаючи механічні пошкодження, перегрів, корозію та знос. Для забезпечення ефективної та надійної роботи гідрогенераторів необхідно регулярно перевіряти стан роторів і проводити необхідні заходи для запобігання та виправлення виявлених ушкоджень.

Найбільш ушкоджуваними елементами роторів гідрогенераторів є обмотка, вал, колектор та підшипники. Поява ушкоджень може бути спричинена перегрівом, зносом, дисбалансом ротора або неправильною експлуатацією.

Перелік посилань

1. Експлуатація електроустановок: навчальний посібник / Г. Г. Півняк, А. В. Журахівський, Г. А. Кігель, Б. М. Кінаш, А. Я. Рибалко, Ф. П. Шкрабець, З. М. Бахор : за ред. академіка НАН України Г. Г. Півняка. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2005.

2. Corrosion of metals : веб-сайт URL: <https://xapps.xyleminc.com/Crest.Grindex/help/grindex/contents/Metals.htm> (дата звернення 25.05.2023).