

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ З УРАХУВАННЯМ КРИТЕРІЇВ ЯКОСТІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ

Лашко Ю.В., Чорний О.П., Сидоренко В.М.

Кременчуцький державний політехнічний університет
apch@polytech.poltava.ua

Principles of construction of the systems of intellectual defense of electric motor on the basis of indexes of energy transformation quality are considered in work. The structure of such system of defense allows conducting the analysis and estimation of operating condition and dynamics of development of emergency situation with the engine shutdown on the pre-emptive principle.

Вступ. Виникнення аварійних режимів роботи, що призводять до пошкоджень, серйозних аварій та виходу з ладу електричних машин, пов'язані з порушеннями нормальної роботи усієї системи електроприводу чи її частини та супроводжуються певним недостатнім відпуском енергії споживачам, недопустимим погіршенням її якості або руйнуванням основного обладнання [1, 2]. Першопричини виникнення ненормальних режимів роботи та аварій бувають різноманітними, але у своїй більшості являються результатом своєчасно не визначених та не усунених дефектів обладнання, незадовільного проектування або ремонту, монтажу та експлуатації. Зазначені причини, відносно електродвигунів (ЕД), можна узагальнити та умовно класифікувати на три взаємопов'язані групи: умови експлуатації, якість ремонту, якість умов зберігання та транспортування.

Зазначені групи в цій класифікації в певній мірі охоплюють та визначають експлуатаційні режими роботи електричної машини. Знання реального поточного режиму роботи ЕД, виявлення динаміки його розвитку, виражені через показники, що характеризують фізичний стан ЕД формують групу певних критеріїв які можуть бути покладені в основу систем захисту електричних машин та систем електроприводу.

Мета роботи. Метою роботи являється обґрунтування принципів побудови нового класу систем інтелектуального захисту електричних машин на основі аналізу множини діагностичних ознак, які характеризують її відображають її режим роботи.

Матеріал і результати досліджень. До експлуатації ЕД висовується ряд вимог, серед яких передбачаються заходи, що пов'язані з їх (ЕД) захистом від різновиду факторів які можуть привести до аварії. Типи захисту, що використовуються на практиці мають свої властивості, а до пристроїв, що їх реалізують висовуються ряд вимог, які залежать від призначення захисту та інших умов (відповідальності обладнання, встановлення тощо) [1, 2].

У загальному випадку, задачами систем захисту являються: визначення пошкоджень, їх ідентифікація та відпрацювання власно захисту за певним алгоритмом (схемою) з метою збереження на певному рівні функціонування непошкодженої частини об'єкту, що захищається.

Розглядаючи мережу живлення, ЕД, системи захисту як елементи електроенергетичного комплексу й враховуючи особливості його функціонування, слід відмітити два важливі недоліки, які властивості існуючим системам захисту: спрацювання за фактом здійснення події – пошкодження будь-якої частини ЕД та не врахування його дійсного/поточного стану.

Серед шляхів усунення цих недоліків слід відмітити можливість реалізації захисту за упереджувачим принципом [3, 4, 5] через безперервний контроль із екстраполяцією та оцінюванням параметрів, що забезпечує раннє (передаварійне) визначення потенціальних пошкоджень (дефектів, що розвиваються) об'єкта, і прогнозування їх еволюції. Мета раннього визначення дефектів полягає в тім, щоб виграти достатній запас часу для детальної діагностики та вироблення відповідних дій, які не потребують застосування та виконання надзвичайних мір щодо захисту об'єкта [3, 4].

У даному контексті необхідно виділити наявність таких ненормальних режимів - по суті аварійних - при яких захист а ргіогі не визначає пошкодження й відповідно не ідентифікує його, та не спрацьовує, а двигун продовжує працювати в такому небезпечному режимі.

У якості прикладів небезпечних режимів, при яких існуючі захисти "безсилі", можна навести наступні. Безпека надструмів, яка являється слідством ненормальних режимів роботи ЕД, визначається, в основному, їх тепловим впливом. Тепло, що виділяється в машині (наприклад, перевантаження, порушення вентиляційного режиму тощо) йде на нагрів обмоток, слідством якого являється або короткочасний, або у найгіршому випадку тривалий їх (обмоток) перегрів. Одним із небезпечних наслідків такого режиму є обвуглювання ізоляції, коли в результаті перевантаження електродвигуна, наприклад, обумовленого заклинюванням механізму, що обертається, по обмотці статора протікає струм, який перевищує номінальний, але не достатній для плавлення проводу.

Не менш небезпечним джерелом ненормальних режимів являється підвищена вібрація яка може бути викликана порушеннями протікання електромагнітних та електромеханічних процесів. З іншого боку, сама вібрація є джерелом серйозних ушкоджень і аварій [6, 7].

Небезпека вібрації електромагнітного та механічного характеру [6, 7] пов'язана з виникненням ексцентриситету ротора (можливість появи резонансу), асиметрії поля ротора (однобічного притягання ротора), нерів-

номірного його нагрівання, ненормальною роботою підшипникового вузла та пов'язана з надмірним підвищенням температури, витоком змащення, ростом опору при обертанні і збільшенням моменту рухання.

Результатом підвищеної вібрації є загальний розлад роботи машини, який включає ослаблення пресування активної сталі, руйнування зварених швів, порушення щільності з'єднань, розхитування й ослаблення кріплень, руйнування деталей внаслідок втоми матеріалу і контактної корозії, зниження газової щільності, прискорений знос ізоляції, підвищені втрати і нагрів підшипників, розлад роботи й зношення контактних кілець і шіткового апарата тощо [6, 7].

Важливість виявлення кола зазначених ненормальних і небезпечних режимів роботи електрообладнання, критеріїв оцінки властивостей та ефективності захисту не підлягає сумніву.

Перспективним шляхом удосконалення систем захисту являється напрямок, що розвивається в КДПУ – новий клас систем інтелектуального захисту (ІЗ) [5, 8]. Під інтелектом ІЗ [8] слід розуміти наявність у неї системи управління алгоритмічним і програмним забезпеченням, що дозволяє вирішувати задачі інтелектуального характеру шляхом цілеспрямованого перетворення зовнішньої інформації та відповідних знань. Характерними рисами інтелекту ІЗ є її спроможність до ефективного функціонування в технологічній обстановці, що постійно змінюється та можливість легко перестроюватися з вирішення одного класу задач на інший.

Такими задачами являються [8]:

- ідентифікація та аналіз ситуації;
- виконання прогнозу розвитку аварійних процесів (ситуацій) у двигуні;
- виявлення та розпізнання скритих схем розвитку відмов;
- виконання синтезу та оцінки можливих варіантів, вибір найкращих тощо;
- обчислення показників якості перетворення енергії (ПЯПЕ).

Загальна структура системи ІЗ наведена на рис. 1. Особливістю архітектури такої системи є наявність, серед інших, блоку "Показники ЯПЕ" (показники якості перетворення енергії) [9].

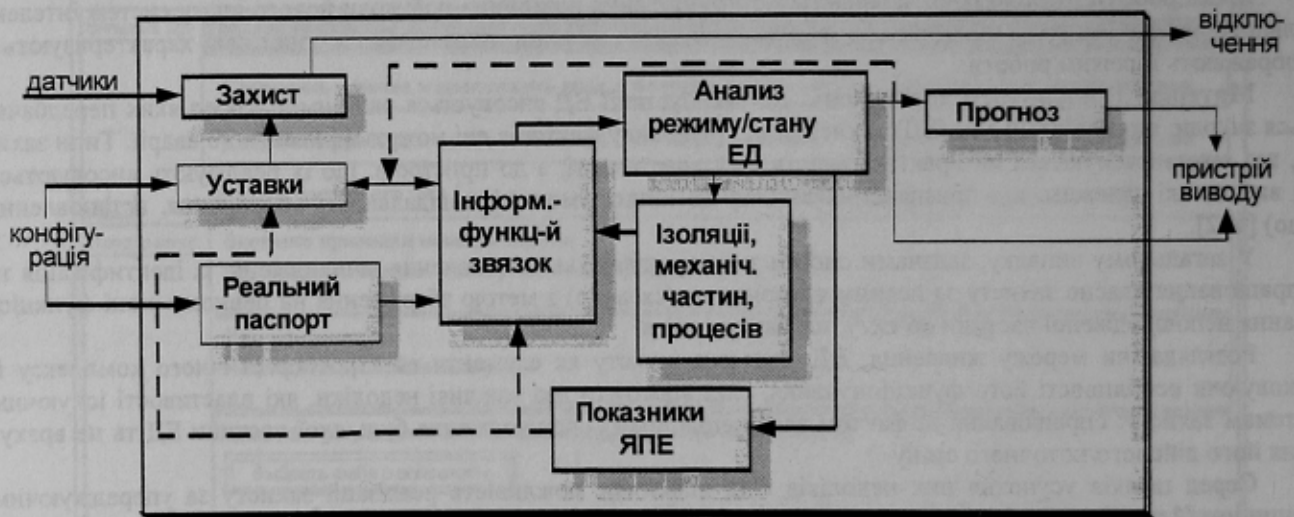


Рисунок 1-Загальна структура системи ІЗ

Необхідність застосування комплексу ПЯПЕ як критеріїв для оцінки захищеності ЕД, обумовлена причинами викладеними вище та базується на природних фізичних процесах, що протікають у машині – її призначені – перетворенні електричної енергії в механічну. Беручи до уваги, що перетворення енергії супроводжується проявленням множини чинників різного характеру й природи, обумовлює цілий комплекс ПЯПЕ [9], серед яких, наприклад, можна виділити:

- показник енергетичних утрат (коефіцієнт ефективності використання споживної потужності). Цей показник може характеризувати машину як загалом, так і пофазно;
- показник імперативних утрат, який характеризує стан ізоляції машини;
- показник вібрацій електричної машини, що характеризує рівень і частотні складові вібрацій із визначенням їх природи (електромеханічної або електромагнітної);
- показники нерівномірності струмовим завантаженням фаз і нерівномірності тепловиділення в обмотках. Вони відображають якісну сторону процесу перетворення енергії;
- показник, який характеризує несиметрію магнітної системи ЕД та пов'язаний із вібраційними характеристиками ЕД;
- показник, який відображає погіршення вібраційних характеристик.

Наведена група є складовою частиною показників, що входять до складу системи ІЗ. Ця група показників без особливих труднощів виражається математичними співвідношеннями, має числові визначення та складає певну частину математичного й алгоритмічного забезпечення відповідного пристрою.

Уведення показників якості перетворення енергії в систему захисту ЕД із зворотними зв'язками (пунктирні лінії) дозволяє підвищити ефективність як самого (пристрою) захисту, так й ефективність захисту ЕД та системи електроприводу.

Висновки. Синтезована система захисту дозволяє з урахуванням індивідуальних особливостей ЕД проводити аналіз і оцінку робочого режиму та динаміку розвитку аварійної ситуації з його відключенням за опережуючим принципом, що надає можливість своєчасно виявити небезпечні порушення в роботі агрегату, вивести його з роботи та провести діагностику. Виконання зазначених робіт, у свою чергу, реалізує принцип «вихід у ремонт за технічним станом» та забезпечує суттєве зниження витрат на проведення ремонтних робіт.

Система захисту реалізується на мікропроцесорній елементній базі, потребує мінімальну кількість інформації, що поступає з первинних пристроїв (датчики напруги і струмів) та початкової конфігураційної інформації (для завдання реального паспорту машини та уставок).

ЛІТЕРАТУРА

1. Федосеев А.М., Релейная защита электрических систем. Учебник для вузов. М., «Энергия», 1976.- 560с.
2. Чернобровов Н.В., Релейная защита, изд.5-е. М., «Энергия», 1974
3. Булычев А.В., Гуляев В.А., Расширение функций систем релейной защиты. Межвузовская научно-техническая конференция «Электроснабжение. Новые технологии», Россия, Вологда, 2002
4. Бойко В.С., Лашко Ю.В., Черный А.П., Живора В.Ф., Веласко Х.А. Об уровнях и путях совершенствования защит высоковольтных синхронных двигателей. Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету Вип. 3/2003 (20), 205-211 с.
5. Лашко Ю.В., Черный А.П., Концепция построения интеллектуальных защит асинхронных двигателей. Сборник научных трудов Кременчугского государственного политехнического института: Выпуск 1/2001 (10). - Кременчуг: КГПУ, 2001, 221-226 с.
6. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и надежность электрических машин. М., «Выш.шк.», 1988.- 232с.
7. Гемце Р.Г. Неисправности ЭМ. Л., Энергоатомиздат, 1989.- 235с.
8. Лашко Ю.В., Черный А.П. Критерии принятия решения в интеллектуальных защитах асинхронных двигателей: Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету Вип. 2/2003 (19) 34-39 с.
9. Родькин Д.И., Черный А.П., Мартыненко В.А., Обоснование критериев качества преобразования энергии в электромеханических системах, Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету Вип. 1/2003 (18) 80-85 с.

Надано до редакції:
Рекомендовано до друку:

29.10.2003
д.т.н., проф. Киба С.П.