

оболонці, хвиль в рідині і власних частот коливань бульбашки і оболонки, що збігаються з відомими результатами.

Результати тестування показують, що розроблена математична модель адекватно описує трикомпонентну динамічну систему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григолюк Э.И., Селезов И.Т. Итоги науки и техники: Механика твёрдых деформируемых тел., Т.5, М.: 1973. – 272с.
2. Сташкевич А.П. Акустика моря. Ленинград: Судостроение, 1966 – 350.
3. Наугольный К.А., Рой Н.А. Электрические разряды в воде. М.: Наука, 1977. – 151.

УДК 621.3.042(088.8)

НАПРЯМ УДОСКОНАЛЕННЯ СТАТИЧНИХ ІНДУКЦІЙНИХ ПРИБРОЇВ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ СИСТЕМ З БАГАТОПЛОЩИННИМИ ТВІРНИМИ ПОВЕРХНЯМИ І МЕТОД ЇХ СТРУКТУРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Плахтир О.О., к.т.н., доцент

Миколаївський національний аграрний університет

Розглянуто особливості, засоби удосконалення та показники порівняльного аналізу варіантів конструкторсько-технологічних рішень електромагнітних систем з багатоплощинними твірними поверхнями статичних індукційних пристроїв.

Рассмотрены особенности, способы усовершенствования и показатели сопоставительного анализа вариантов конструкторско-технологических решений электромагнитных систем с многоплоскостными образующимим поверхностями статических индукционных устройств.

Основним типом електромагнітної системи (ЕМС) трифазних статичних індукційних пристроїв (СП) є асиметрична планарна з шихтованими магнітопроводами [1,2]. Такі магнітопроводи містять стрижні і ярма прямокутного перерізу (ЕМС малої потужності і початкових габаритів

середньої потужності) або вписаного в коло ступінчастого перерізу з пакетів електротехнічної сталі (ЕТС) різної ширини (ЕМС середньої і великої потужності). Названі ЕМС і магнітопроводи по показникам питомої матеріаломісткості, а також трудомісткості виробництва не задовольняють сучасним вимогам. Подальше удосконалення трифазних трансформаторів, реакторів і дроселів можливо на основі просторових магнітних симетричних ЕМС (СЕМС) [2-5]. Також, згідно [1-6], зниження технологічної матеріаломісткості і трудомісткості виробництва досягається виготовленням магнітопроводів способом навивки із стрічки або рулону ЕТС.

Просторові ЕМС відрізняються, згідно класифікації [5], типом конструкції і технології виготовлення магнітопроводів. Тип конструкції визначається напрямом магнітного потоку(радіальне, аксіальне) і формою перерізу (прямокутник, коло) стрижнів, наявністю і кількістю технологічних стиків, а також способом з'єднання стрижнів (трикутник, зірка). За типом технології СЕМС підрозділяються на шихтовані, шихтовано-пресовані, виті і комбіновані.

Представляється, що зіставлення СЕМС може бути виконане на основі двох груп показників і ознак (основних і допоміжних). Перша група може складатися з кількісних величин, що визначають технічні характеристики [4]. Другій групі повинні відповідати характерні особливості і ознаки технічного рівня, які визначають трудомісткість виготовлення, струм холостого ходу, додаткові втрати, а також функціональні можливості [3].

Величини першої групи можна визначити, керуючись [4], на основі комплексного показника якості:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i m_i , \quad (1)$$

де: q_i - відносний показник, який визначається відношенням однотипних i -х параметрів з номенклатури n основних показників функціональної і технічної ефективності нової розробки і умовно базового аналога порівнюваних

пристроїв електромеханіки; m_i - коефіцієнт вагомості i -го параметра, встановлений експертним методом, причому для n показників якості $\sum_{i=1}^n m_i = 1$.

Відповідно до [4], основними для СЕМС є показники об'єму і габаритних розмірів, питомої матеріаломісткості і вартості, коефіцієнта корисної дії (ККД), а також рівня відходів ЕТС.

Перший показник q_1 порівняння базового і порівнюваного варіантів можна визначити на основі коефіцієнта $K_{\text{ко}}$ використання геометричного об'єму [5] вказаних варіантів:

$$\left. \begin{aligned} q_1 &= K_{\text{коб}} / K_{\text{ко}} \\ K_{\text{ко}} &= \Pi_{\text{ac}} / \Pi_{\text{ко}} \\ K'_{\text{ко}} &= \Pi_{\text{ac}} / \Pi_{\text{гр}} \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

де: Π_{ac} - площа активних перерізів; $\Pi_{\text{ко}}$ - площа, обмежена контурним колом діаметром D_k ; $\Pi_{\text{гр}}$ - площа контуру габаритних розмірів b_r і l_r .

Варіант коефіцієнта (2) визначається особливостями об'єкту установки ($K_{\text{ко}}$ - в циліндричному корпусі; $K'_{\text{ко}}$ - у прямокутному блоці системи електроустаткування).

Загальним недоліком усіх варіантів СЕМС з прямокутним перерізом стрижнів, що наближається до кола, є невисоке значення коефіцієнта $K_{\text{ко}}$ ($K'_{\text{ко}}$).

Величина $K_{\text{ко}}$ ($K'_{\text{ко}}$) і компактність СЕМС можуть бути підвищені способом зменшення міжосьової відстані b_{oc} геометричних центрів перерізів стрижнів на основі нетрадиційних конфігурацій стрижнів, ярем і катушок обмотки, стінок обмотувальних вікон, що забезпечують паралельність [5].

Стрижні можуть бути виконані з витої розрізної заготівлі з тригранною утворювальною, а також з розрізних або сплюснутих витих концентричних заготівель.

Також відомі схеми, що характеризують СЕМС для СІП потужністю до 10000 кВА з тригранними внутрішніми контурами витих ярем і стрижнями з

витих елементів тригранної форми, а також з ідентичних прямокутних пластин (листів) ЕТС утворених поперечним розділенням стрічки (рулону) ЕТС.

Другий, третій і четвертий показники (q_2, q_3, q_4) можна визначити на основі окремих критеріїв оптимізації СПП (відповідно мінімумів маси, вартості і втрат) за наявності математичних моделей з ідентичними для усіх варіантів СЕМС керованими змінними. Вказані критерії, як правило, визначаються при проектних обмеженнях, що відповідають конкретним вимогам (наприклад, напруга короткого замикання U_k чи струм холостого ходу відповідно силового або вимірювального трансформатора).

Оскільки кожна з можливих принципових схем СЕМС може бути реалізована з різним числом стиків на фазу, величина струму холостого ходу при визначенні кількісних показників структурної оптимізації може не враховуватися. Наявність стиків повинна братися до уваги при виборі базового варіанту на стадії параметричної оптимізації конкретного СПП. Згідно, наприклад [1], активна і реактивна складові U_k залежать від електромагнітної потужності трансформатора s , частоти мережі f і співвідношення електромагнітних навантажень (щільності струму обмоток Δ і індукції стрижня B_c):

$$\left. \begin{aligned} U_{ка} &\equiv \sqrt[4]{\Delta^3} / \left(\sqrt[4]{S} \sqrt[4]{f^3 B_c^3} \right) ; \\ U_{кр} &\equiv b'_o \Delta / B_c ; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

де: b'_o - складова, що визначається розмірами котушок і ізоляційного проміжку в межах половини ширини b_o обмотувального вікна.

Із співвідношень (3) витікає, що залежні від керованих змінних і визначальні цільові функції q_2, q_3, q_4 математичних моделей СПП не повинні містити початкових даних, технічних вимог і електромагнітних навантажень.

Слід також відмітити, що порівняльний аналіз різних за конструкцією і просторовою формою елементів активної частини порівнюваних пристроїв електромеханіки однакового призначення, прийнято виконувати при дотриманні принципу електромагнітної еквівалентності [6]. Цьому принципу

відповідають ідентичність потужностей, електромагнітних навантажень, коефіцієнтів заповнення і вживаних матеріалів порівнюваних пристроїв. Позначеним вище вимогам до початкових даних, керованим змінним і цільовим функціям задовольняють математичні моделі трансформаторів [5, 6].

У вказаних моделях цільовими функціями оптимізації СЕМС є відносні коефіцієнти зміни маси K_M , вартості K_C і сумарних втрат K_P активної частини. У якості керованих змінних прийняті: відношення λ_0 висоти h_0 і ширина b_0 обмотувального вікна, відношення «а» діаметрів розрахункових контурних кіл з діаметрами D_H і D_B , а також центральний кут стрижня α_c :

$$\lambda_0 = h_0/b_0 \quad a = D_H/D_B .$$

При цьому реальні цільові функції (маси m_A , вартості c_A і суми втрат P_Σ) пов'язані з відповідними відносними коефіцієнтами залежностями, що містять характеристики матеріалів і коефіцієнт початкових даних і електромагнітних навантажень K_H .

Для усіх вказаних аксіальних СЕМС залежності m_A , c_A і P_Σ від λ_0 і a є унімодальними функціями, а α_c обмежується конструктивно і технологічно [5,6]. Тому показники q_i визначаються значеннями екстремумів K_M , K_C і K_P базового і досліджуваних варіантів при умовно і практично ідентичних в зонах екстремумів (мінімумів) вказаних функцій заздалегідь прийнятих енергетичних показників η і $\cos \phi_1$:

$$q_2 = \frac{K_{MЭб}}{K_{MЭ}} ; q_3 = \frac{K_{CЭб}}{K_{CЭ}} ; q_4 = \frac{K_{PЭб}}{K_{PЭ}} .$$

Рівень відходів ЕТС визначається коефіцієнтом:

$$q_5 = K_{ЭТСб}/K_{ЭТС} ,$$

де: $K_{ЭТСб}$ і $K_{ЭТС}$ - коефіцієнти відношення маси використаної сталі і маси непросоченого магнітопроводу базового і порівнюваного варіантів.

У другу допоміжну групу особливостей і ознак слід включити: число стиків на фазу; особливості розташування (наявність збігу) шарів сталі

стрижнів і ярем в площинах стиків; наявність і число пересічних площин стиків різних фаз; кількість складових елементів магнітопроводу і наявність серед них ідентичних, кількість одиниць технологічного оснащення, а також необхідність використання складного технологічного устаткування.

Відносні цільові функції також можуть бути використані для двохетапної параметричної оптимізації СІП. На першому етапі визначаються екстремальні значення і ті, які відповідають оптимальним співвідношенням розмірів при заданому критерії оптимізації. На другому етапі при фіксованих λ_{03} , a_3 , і α_c оптимізуються електромагнітні навантаження при заданих проектних обмеженнях.

Порівняльний аналіз варіантів СЕМС може бути виконаний на основі п'яти кількісних відносних показників СІП $q_{(i=1...5)}$ і щонайменше шести ознак технічного рівня конструкції і технології виробництва магнітопроводів. Універсальними, тобто незалежними від конкретних співвідношень електромагнітних навантажень і придатними для визначення показників q_i виходячи з оптимальних геометричних співвідношень кожної з існуючих СЕМС СІП, є відносні цільові функції у вигляді коефіцієнтів зміни маси, вартості і суми втрат, а також керовані змінні геометричної оптимізації: λ_0 , a , α_c .

ЛИТЕРАТУРА

1. Бальян Р.Х. Трансформаторы малой мощности / Р.Х. Бальян. — Л.: Судпромгиз, 1961. — 368 с.
2. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: Учеб. пособие для вузов. / П.М. Тихомиров. — 4-е изд. перераб. и доп. — М.: Энергия, 1976. — 544 с.
3. Плахтырь О.О. Варианты конструкций и классификация пространственных магнитопроводов трехфазных трансформаторов и реакторов // О.О. Плахтырь. — Електротехніка і електромеханіка. — 2002. — №3. — С.64-65.
4. Пентегов И.В. Новые конструкции трехфазных трансформаторов с ленточными магнитопроводами / И.В. Пентегов, С.В. Рымар,

А.В. Лавренюк и др. — вісник НТУ “ХП”. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. — Харків: НТУ “ХП”. — 2002. — №14. — С. 86-87.

5. Ставинский А.А. Зависимости массо-стоимостных показателей трехфазных пространственных трансформаторов с ромбическими катушками обмоток от геометрических соотношений активной части // А.А. Ставинский, О.О. Плахтырь, Р.А. Ставинский. — Электромашинобудування та електрообладнання. Міжвід. наук.-техн. зб. — 2002. Вип..58. — С.85-91.
6. Ставинский А.А. Сравнительный анализ материалоемкости вариантов трехфазных пространственных электромагнитных систем // А.А. Ставинский, О.О. Плахтырь. — Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: Наукові праці КДПУ. — Кременчук: КДПУ, 2003. — №2(19), том 1. — С.53-56.

УДК 621.314:536.74

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В УМОВАХ ЕЛЕВАТОРА

Хвоцан О.В., к.т.н., старший викладач

Миколаївський національний аграрний університет

Розглянуто схеми простого управління, диспетчерського управління, дистанційного автоматизованого диспетчерського керування елеваторами з датчиками рівня зерна та температури.

Рассмотрены схемы простого управления, диспетчерского управления, дистанционного автоматизированного диспетчерского управления элеваторами с датчиками уровня зерна и температуры.

Залежно від виду зв'язку і досконалості устаткування диспетчерське управління елеваторів влаштовують за різними схемами: просте управління, диспетчерське управління, дистанційне автоматизоване диспетчерське