

МАТЕМАТИЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ І СТРУКТУРА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ В ВАКУУМНОМУ ВИМИКАЧІ.

Томашевський Я.М.

Науковий керівник – Ковальова Ю.В., канд. техн. наук, ст. викладач

Математичне подання поля ґрунтується на наступному визначенні: векторне поле – пропозиція чи необмежений простір, в кожній точці якого визначено один або кілька векторних параметрів, що володіють властивостями просторової безперервності разом зі своїми першими і другими просторовими похідними. В електромагнітному полі векторними параметрами є магнітна індукція B , напруженість магнітного поля H , напруженість електричного поля E , вектор електричного зміщення D . Об'ємна структура вектора поля розділяється на: 1) потенційну структуру потоків, що розходяться з деякої області простору і сходяться в інших областях або йдуть в нескінченність; 2) вихрових структур, замкнених в просторі потоків.

Поле можна позначити умовним вектором F

$$\vec{F} = \vec{F}^I + \vec{F}^B \quad (1)$$

Потенційна структура не містить вихрових потоків, тому її ротор дорівнює нулю: $\text{rot}\vec{F}^I = 0$, а вектор можна представити градієнтом скалярного потенціалу ϕ_F як інтеграл від дивергенції вектора F .

У вихрової компоненти відсутні джерела векторів, тобто дивергенція вектора F дорівнює нулю, і вектор можна замінити ротором векторного потенціалу A_F як інтеграл від шуканого вектора.

В теорії полів відсутність витоків вектора означає, що якщо охопити деяку малу область простору замкнутою поверхнею, то сумарний потік вектора через цю поверхню буде дорівнює нулю.

Електромагнітне поле виникає внаслідок існування котушок зі струмом, постійних магнітів, елементів конструкції пристрою, виконаних з феромагнітних або діелектричних матеріалів із залишковою намагніченістю або поляризованістю.

Електромагнітне поле буває постійним і змінним. Спростують допущення для пристрою з конкретними матеріалами та конкретної геометричної конструкцією визначаються діапазоном швидкості зміни (частотою) параметрів електромагнітного поля в цьому пристрої. Внаслідок цього існують статична, стаціонарна, квазістаціонарна електромагнітне поле і електромагнітне випромінювання.

У статичному полі відсутні рухомі електричні заряди, намагніченість постійна, не існує струмів, деталі електромагнітного пристрою нерухомі.

Стаціонарне поле має на увазі також незмінність у часі, але при цьому наявність постійних струмів при тому ж відсутності механічних переміщень.

Квазістаціонарне поле є змінним у часі, створюється за рахунок змінних струмів або за рахунок переміщення елементів конструкції, проте швидкості зміни параметрів малі, що дозволяє знехтувати хвильовою складовою поля.

Саме квазістаціонарне поле характерно для теорії електромеханічних апаратів. Поширення електромагнітного поля в них мається на увазі миттєвим при частотах порядку 50 Гц.

Моделювання здійснювалося в режимі перехідного процесу з нелінійною кривою намагнічування феромагнітних блоків (початкова магнітна проникність $\mu=300$, насичення при індукції 2,5 Тл), представленій на рис. 1. Така характеристика матеріалу властива більшості електротехнічних сталей. За часовий інтервал моделювання був прийнятий напівперіод синусоїди струму промислової частоти (0,01 с) - максимальний час, за яке повинно відбуватися успішне відключення струму короткого замикання вимикачем.

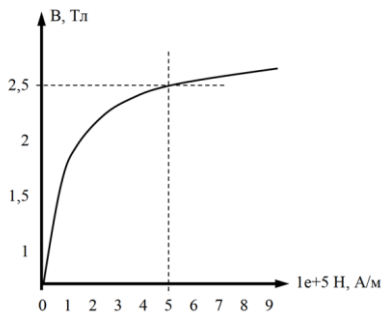


Рисунок 1 – Крива намагнічування феромагнітних блоків

Таким чином, при моделюванні не розглядалося процес руху одного з контактів. Тобто, розглядався випадок, коли дуга горить протягом усього півперіода синусоїди струму. Такий режим є найбільш важким, оскільки падіння напруги на дузі максимальне, що сприяє більшому розігріву анодної плями.