

МОДЕЛЬ ЕНЕРГІЇ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ІНДУКЦІЙНИХ НАГРІВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Розвиток індукційних нагрівальних пристроїв в Україні стає популярним напрямком досліджень, судячи з патентів які видає УкрПатент, та пристроїв, які з'являються на ринку. За кордоном, зокрема в Росії, Казахстані вчені моделювали роботу індукційних нагрівальних приладів відмінної від розробленої авторами конструкції за допомогою пакетів прикладних програм типу MatLAB, ANSYS.

Розглянемо конструкцію індукційного нагрівального пристрою (рис. 1). Пристрій складається з таких основних елементів: індуктор 1, теплообмінник 2, тепло-електроізоляційна шпулька 3, на яку намотаний індуктор, які закриті електромагнітним екраном 4. Теплообмінник складається з циліндричної магнітопровідної ємкості 5 (зона 5), та металевого осердя 6 (зона 6), між якими утворюється простір, де проходить теплоносій (зона в5). В осерді виконані канали для входу та виходу теплоносія. Прилад з обох боків закритий кришками з патрубками 7.

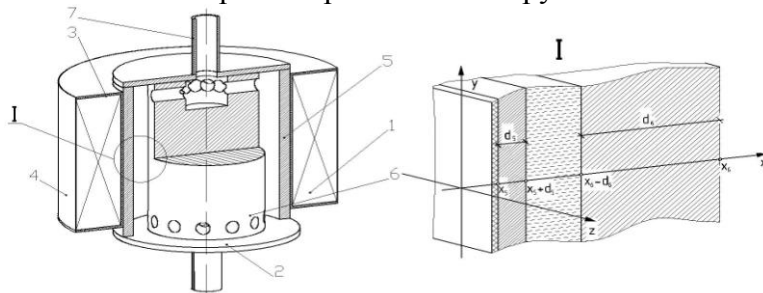


Рис. 1 - Схема індукційного нагрівального пристрою (позн. див. в тексті)

Для того щоб оцінити енергетичні характеристики запропонованого приладу необхідно знати його електричні параметри. Тому в даному розділі ми визначимо такі параметри як енергію магнітного поля в кожній зоні теплообмінника. Проведемо числове дослідження отриманих результатів з побудовою графіків та проведенням аналізу отриманих результатів, щоб в подальшому використати ці матеріали для виведення індуктивності системи.

Енергія магнітного поля визначається за формулою:

$$W_M = \frac{1}{2} \int_V \dot{H} \cdot \dot{B} dV = \frac{1}{2} \cdot \mu_0 \cdot \mu \int_V \dot{H} \cdot \dot{H}^* dV$$

де мають розмірності W_M - енергія магнітного поля, Дж; \dot{H} - напруженість магнітного поля, А/м; \dot{B} - магнітна індукція, Тл, μ_0 - магнітна проникність вакууму, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; μ - відносна магнітна проникність матеріалу.

Результуюча енергія магнітного поля в системі 5 є сумою трьох енергій розподілених по певних зонах, і має вигляд:

$$W_{MV} = \frac{1}{4} \cdot \mu_0 \cdot I_5^2 \cdot H_{me5}^2 \cdot \left[\frac{1}{k_5} \cdot \mu_5 \cdot I_5 \cdot \left| 1 - e^{-2 \cdot k_5 \cdot d_5} \right| + \frac{1}{k_B} \cdot \mu_B \cdot h_{B5} \cdot e^{-2 \cdot k_5 \cdot d_5} \left| 1 - e^{-2 \cdot k_B \cdot (x_5 + d_5 - x_6 + d_6)} \right| + \frac{1}{k_6} \cdot \mu_6 \cdot h_{56} \cdot e^{2 \cdot k_B \cdot (x_5 + d_5 - x_6 + d_6)} \left| 1 - e^{-2 \cdot k_6 \cdot d_6} \right| \right]$$

Отримано вираз для обчислення енергії магнітного поля в індукційних нагрівальних приладах, який враховує, як геометричні розміри теплообмінника так і фізичні властивості матеріалів з яких він виготовлений.