

УДК 621.313

Довженко В.О.¹, Бібік А.О.², Шлянін О.О.³

¹ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-210м НУ «Запорізька політехніка»

³ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ОЦІНКА СЕЙСМОСТІЙКОСТІ І ВІБРОСТІЙКОСТІ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Сейсмостійкість і вібростійкість визначають надійність виробу і стійкість його до механічних впливів - вібрацій, землетрусів.

Розрахунок на вібростійкість і сейсмостійкість проведений на дослідному зразку трансформатора ТС-63/0,66-УЗ, з урахуванням вимог ДСТУ ГОСТ 17516.1-90 для групи М13 при впливі землетрусів інтенсивністю ІХ балів по ДСТУ Б.В.1.1-28: 2010.

Завданням розрахунку є визначення найбільш напружених зон, а також величини максимального наведеної напруги і результуючого переміщення.

Найбільш повну картину напружено-деформованого стану дають:

а) Наведені напруги по Мізесу, де враховується весь тензор напружень, а отримана приведена величина напружень порівнюється з допускаються напруженням.

Критерій Мізеса - це четверта теорія міцності.

$$\sigma_{\text{ред}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6 \cdot (\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{xz}^2)}, (1)$$

б) Сумарні переміщення:

$$U_{\text{нбл}} = \sqrt{u_x^2 + u_y^2 + u_z^2}, \quad (2)$$

де u_x , u_y , u_z – переміщення по напрямках загальної системи координат XYZ.

Розрахунок проводився методом кінцевих елементів з використанням програмного середовища ANSYS. Розрахункова схема (тривимірна модель) максимально наближена до реальної конструкції. Для моделювання обмоток трансформатора використовувався умовний матеріал, що забезпечує інерційні характеристики моделі. Модель закріплена в місцях кріплення болтів в опорних елементах. Згенерована сітка активної частини трансформатора представлена на рис. 1, а.

Після побудови геометричної моделі генерується сітка кінцевих елементів відповідно до розмірності моделі.

Результати розрахунку представляються графічно у вигляді ізоповерхонь на тривимірній моделі або у вигляді векторного уявлення з наведеною шкалою, в якій дається взаємне відповідність між кольором і цифровими даними.

Для визначення власних частот проводився модальний аналіз у діапазоні (0.5 ... 100) Гц. В результаті аналізу отримано спектр власних частот: 37,983; 47,184; 73,131; 81,957; 82,048; 82,1; 82,376; 82,516; 82,597; 82,599.

Форма коливань для частоти 37,983 у вигляді ізоповерхні і векторного уявлення показана на рис. 1,б.

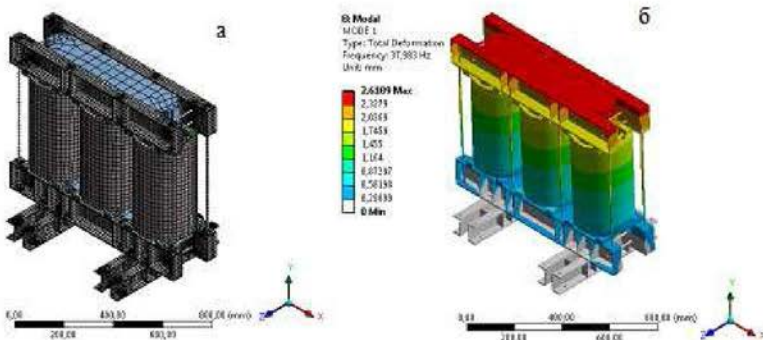


Рисунок 1 – Модель активної частини: а – модель активної частини; б – форма коливань для частоти 37,983 Гц.

Результати розрахунку на вібростійкість показали, що максимальна амплітуда переміщень активної частини досягла 1,146 мм, що менше допустимих 10 мм [1, табл. 3а], при цьому максимальні еквівалентні напруження в опорних елементах досягли 180 МПа. Таким чином, $\sigma_{\text{max}} < [\sigma]_s$.

Результати розрахунку на сейсмостійкість показали, що максимальне еквівалентне напруження в опорних елементах досягли 107 МПа, таким чином $\sigma_{\max} < [\sigma]_s$.

Результати розрахунків показали, що, трансформатор сейсмостійкий при впливі землетрусів інтенсивністю IX балів по ДСТУ Б.В.1.1-28: 2010 за установці над нульовою позначкою 70 м [2,3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования к механическим внешним воздействующим факторам.
2. ДСТУ Б В.1.1-28:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів від пожеж. Шкала сейсмічної інтенсивності.
3. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов [Текст] / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев. К., Наукова думка, 1988.