

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ

Назаренко І. П.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто особливості очищення трансформаторної оливи в електричному полі. Отримано умови, які забезпечують очищення оливи біжучим електричним полем в неперервному режимі.

Постановка проблеми. У багатьох електричних апаратах олива використовується як основний діелектрик для підвищення електричної міцності. Крім того, в трансформаторах олива - це основне охолоджуюче середовище, а у високовольтних масляних вимикачах - засіб гасіння дуги. Величина деяких показників і загальний стан трансформаторної оливи характеризують зміну режиму роботи апаратів і їх справність.

Коли мова заходить про відпрацьовану трансформаторну оливу, то зазвичай встає питання про регенерацію і подальше використання за призначенням. Трансформаторна олива відрізняється від інших видів технічних олив - наприклад, від моторних - кращим очищенням і меншою кількістю домішок. Тому достатньо високих результатів можна досягти навіть простим механічним очищенням. Найбільш поширені способи регенерації оливи для повторного використання: фільтрація; відцентрове очищення; коагуляція; адсорбція; іонно-обмінний метод; хімічні методи. Ці методи ресурсо- та енергоємні. Тому актуальна розробка нових методів регенерації трансформаторної оливи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для очищення діелектричних рідин (нафтопродуктів, рослинних олій, біопалив, та інших) може застосовуватись електричне поле великої напруженості. У роботах [1] показано, що ефективна очистка рідин може бути отримана завдяки організації в робочій зоні електросепаратора біжучого електричного поля, що створюється багатофазною системою електродів, які розташовуються рядами. Дослідження роботи таких пристроїв показало їх ефективність при очищенні і сепарації соняшникової олії [2]. Особливістю процесу очищення соняшникової олії в біжучому електричному полі є велика концентрація домішок та достатньо великий їх розмір (десятки мкм). Домішки трансформаторної оливи мають значно менші розміри, тому, як показано в роботі [3], потрібно зменшувати відстань між електродами та їх діаметр, що приводить до підвищення ефективності очищення.

При зменшенні міжелектродної області суттєве значення приймає розподіл електричного поля та відповідно поля сил поблизу електродів.

Мета статті. Робота направлена на отримання умов, які забезпечують очищення трансформаторної оливи біжучим електричним полем в неперервному режимі на підставі дослідження поля сил поблизу електродів.

Основні матеріали дослідження. Очищення оливи електричним полем забезпечується силами (рис. 1), які діють на поляризовану частинку з боку

біжучого поля та пульсуючого поля [3]:

$$F_n = \frac{(\epsilon_1 - \epsilon_2)(\sigma_1 + 2\sigma_2) + \left(\frac{\sigma_1}{\omega} - \frac{\sigma_2}{\omega}\right)\left(\frac{\sigma_1}{\omega} + 2\frac{\sigma_2}{\omega}\right)}{(\epsilon_1 + 2\epsilon_2)^2 + \left(\frac{\sigma_1}{\omega} + 2\frac{\sigma_2}{\omega}\right)^2} \times 4\pi\epsilon_2 R^2 \text{grad } E^2;$$

$$F_b = \frac{(\epsilon_1 - \epsilon_2)\left(\frac{\sigma_1}{\omega} + 2\frac{\sigma_2}{\omega}\right) - (\sigma_1 + 2\sigma_2)\left(\frac{\sigma_1}{\omega} - \frac{\sigma_2}{\omega}\right)}{(\epsilon_1 + 2\epsilon_2)^2 + \left(\frac{\sigma_1}{\omega} + 2\frac{\sigma_2}{\omega}\right)^2} \times 4\pi\epsilon_2 R^2 \text{grad } E^2, \quad (1)$$

де F_n - сила пульсуючого поля, Н;
 F_b - сила біжучого поля, Н;
 ϵ - діелектрична проникність частинки, Ф/м;
 $\epsilon\epsilon$ - діелектрична проникність середовища, Ф/м;
 $\sigma\sigma$ - питома електропровідність частинки, Ом-м;
 $\sigma\sigma$ - питома електропровідність середовища, Ом-м;
 ω - частота, Гц.
 R - радіус частинки, м;
 E - напруженість електричного поля, В/м.

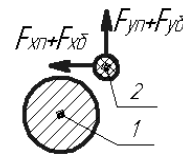


Рисунок 1- Сили, що діють на частинку поблизу електроду: 1 - електрод; 2 - частинка

Для розрахунку поля сил плоских та циліндричних електродів застосовано метод комплексного потенціалу [4]. Візуалізація поля сил здійснювалась за допомогою програмних засобів MATLAB (рис. 2...рис. 5).

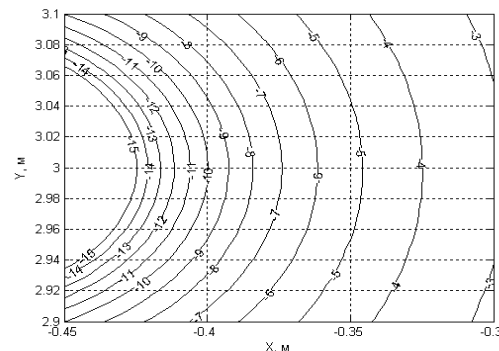


Рисунок 2- X- складова сили пульсуючого поля

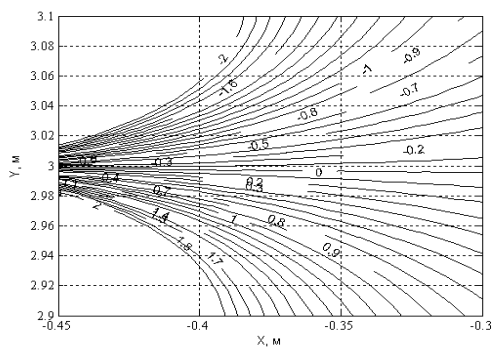


Рисунок 3- X- складова сили біжучого поля

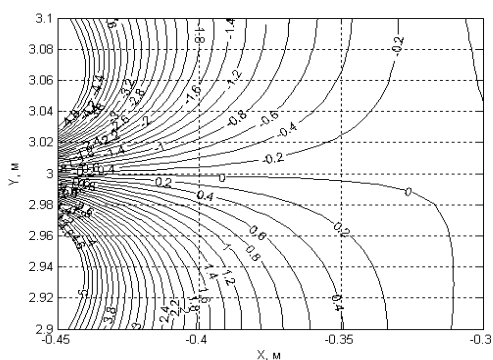


Рисунок 4- Y- складова сили пульсуючого поля

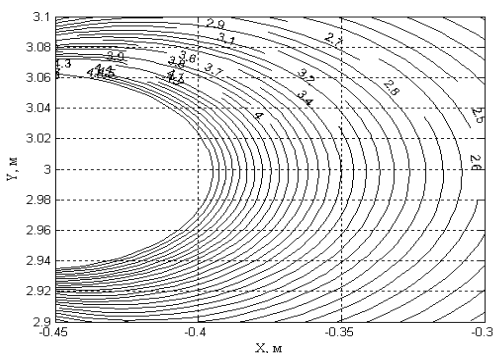


Рисунок 5 - Y- складова сили біжучого поля

Аналіз X - складових сил пульсуючого та біжучого полів показує, що їх сумарне значення має негативну величину у всій області поблизу електроду. Сума Y - складових сил має позитивне значення у всій області. Таким чином траєкторія руху частинки спрямована до електроду. Після досягнення поверхні електроду частинка під дією тангенціальної компоненти Y - складової сумарної сили рухається вздовж поверхні електроду і відривається від нього з протилежного боку.

Висновки. Умовою ефективного очищення трансформаторної оливи біжучим електричним полем в неперервному режимі є перевищення Y - складової сили біжучого поля над Y - складовою сили пульсуючого поля на поверхні електроду.

Список використаних джерел

1. Эфендиев О. Ф. Электроочистка жидкости в пищевой промышленности / О. Ф. Эфендиев. – М.: Пищевая промышленность, 1977. –149 с.

2. Назаренко І. П. Сепарація діелектричних суспензій в біжучому електричному полі / І. П. Назаренко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Редкол.: Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін. – К., 2010.- Вип.148.- С. 117-122.

3. Назаренко И. П. Очистка и сепарация слабопроводящих суспензий в бегущем электрическом поле / И. П. Назаренко // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 16–17 окт. 2013 г.). В 3 т. Т. 3. / РУП "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства"; редколлегия: П. П. Казакевич (гл. ред.), С. Н. Поникарчик. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. – С. 51– 58.

4. Миролубов Н. Н. Методы расчета электростатических полей / Н. Н. Миролубов, М.В. Костенко, М.Л. Левинштейн, Н. Н. Тиходеев. – М.: Высшая школа, 1963. - 415 с.

Аннотация

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ

Назаренко И. П.

Рассмотрены особенности очистки трансформаторного масла в электрическом поле. Получены условия, которые обеспечивают очистку масла бегущим электрическим полем в непрерывном режиме.

Abstract

THE APPLICATION OF ELECTRIC FIELDS TO REGENERATE

I. Nazarenko

The features of purification of transformer oil in an electric field were considered. The conditions which ensure purification of the oil moving electric field in the continuous mode were obtained.