

УДК 66.086.2

ОЧИЩЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ОЛИВИ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ

Назаренко І.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-11-52

Анотація – в роботі розглянуто особливості очищення трансформаторної оливи в біжучому електричному полі.

Ключові слова – трансформаторна олива, очищення, електрод, електричне поле.

Постановка проблеми. Трансформаторна олива є рідким діелектриком, що отримується шляхом перегонки нафти. Діелектричні властивості трансформаторної оливи знаходяться в прямій залежності від ступеня його зволоження і забруднення різними домішками: чим більше в маслі вологи і механічних домішок, тим нижче його електрична міцність. У ремонт поступають пошкоджені трансформатори, що знаходилися в роботі тривалий час, тому олива в них буває зазвичай настільки сильно зволоженою і забрудненою, що повторно використовувати її можна тільки після очищення і сушки. Очищення трансформаторної оливи від механічних домішок, що містяться в ній, і вологи зазвичай проводять за допомогою спеціальних апаратів - центрифуги і фільтр-преса. Процес очищення в таких апаратах є дуже енерговитратним. Тому застосування менш енерговитратних технологій є актуальним завданням. До таких технологій відноситься очищення діелектричних рідин в електричному полі, зокрема в біжучому. [1,2,3].

Аналіз останніх досліджень. Використання біжучого електричного поля в пристроях очищення діелектричних рідин має суттєві переваги: достатньо високий ступінь очищення; відсутність накопичення частинок домішок на електродах; відсутність потреби зупинки процесу для розвантаження вловлених частинок домішок.

Для підвищення ефективності роботи таких пристроїв потрібно зменшувати відстань між електродами та діаметр циліндричних електродів. Як показано в роботі [4], при цьому збільшується сила, що діє на поляризовану в електричному полі частинку. В міжелектродному просторі системи циліндричних електродів поле сили, що діє на час-

тинку в електричному полі, неоднорідне. Особливо ця неоднорідність має місце поблизу електродів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). В статті поставлена задача провести аналіз поля сил поблизу поверхні електродів, що створюють біжуче електричне поле, і визначити можливість затримки частинок домішок на електродах.

Основні матеріали дослідження. Біжуче електричне поле створюється за допомогою рядів циліндричних електродів, на які подають багатофазну, зокрема, трифазну напругу.

Для опису електричного поля таких систем електродів був застосований метод комплексного потенціалу з конформним перетворенням областей [4]. Були отримані рівняння що описують поле сили [5].

$$\left. \begin{aligned} \vec{F} &= A \cdot \frac{B}{D} \cdot \frac{\bar{D} \cdot \bar{C} - \bar{H} \cdot \bar{B}}{(\bar{D})^3}; \\ z &= \frac{h}{\pi} \sum_{k=1}^n \ln(\varpi - a_k) + \frac{h}{\pi} \sum_{i=1}^m \ln(\varpi - c_i); \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$B = \frac{dW_{\varpi}}{d\varpi} = \frac{1}{\pi} \left(\sum_{k=1}^n \frac{U_{1(k-1)} - U_{1k}}{\varpi - a_k} + \sum_{i=1}^{m-1} \frac{U_{2i} - U_{2(i+1)}}{\varpi - c_{i+1}} + \frac{U_{1n} - U_{21}}{\varpi - c_1} \right); \quad (2)$$

$$C = \frac{d^2W_{\varpi}}{d\varpi^2} = -\frac{1}{\pi} \left(\sum_{k=1}^n \frac{U_{1(k-1)} - U_{1k}}{(\varpi - a_k)^2} + \sum_{i=1}^{m-1} \frac{U_{2i} - U_{2(i+1)}}{(\varpi - c_{i+1})^2} + \frac{U_{1n} - U_{21}}{(\varpi - c_1)^2} \right); \quad (3)$$

$$D = \frac{dz}{d\varpi} = \frac{h}{\pi} \left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{\varpi - a_k} + \sum_{i=1}^m \frac{1}{\varpi - c_i} \right); \quad (4)$$

$$H = \frac{d^2z}{d\varpi^2} = -\frac{h}{\pi} \left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{(\varpi - a_k)^2} + \sum_{i=1}^m \frac{1}{(\varpi - c_i)^2} \right); \quad (5)$$

де F - сила, що діє на поляризовану частинку в електричному полі, Н.

A - параметр, що характеризує поляризацію частинки, Н·м/В².

W - комплексний потенціал, В;

z - функція, що конформно відображає верхню півплощину комплексної площини ϖ на багатокутник;

h - розмір міжелектродної області (відстань між рядами електродів), м;

a_k, c_i - параметри функції, що відображає;

U - потенціал електродів, В.

Топологія поля сил відповідно рівнянням (1)...(5) будувалась за допомогою програмних засобів MATLAB. Діюче значення потенціалів на електродах приймалось таким, що дорівнює 1 В. Співвідношення розмірів міжелектродної області -1.

Побудовані на рис.1, рис. 2 складові поля сил показують, що Y- складова сили в міжелектродній області має однаковий знак, тому завдяки цій складовій, частинки домішок будуть рухатись вздовж рядів електродів в зону вивантаження з технологічного блоку.

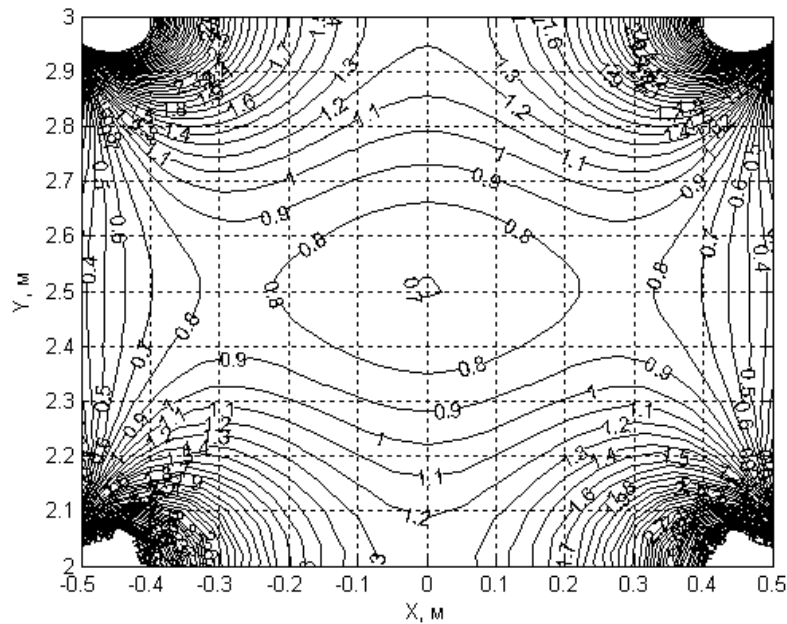


Рис. 1. Поле Y- складової сили, що спрямована вздовж рядів трифазних електродів

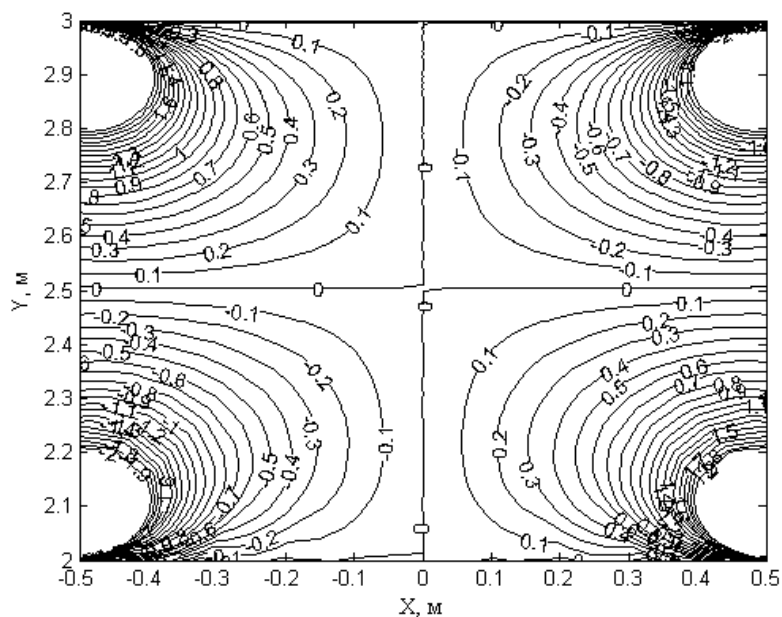


Рис. 2. Поле X- складової сили, що спрямована перпендикулярно

рядом трифазних електродів

X- складова сили при русі растинки вздовж рядів електродів (вздовж координати Y) змінює знак і тому при певних значеннях сили, може бути осадженою на електрод (рис. 3).

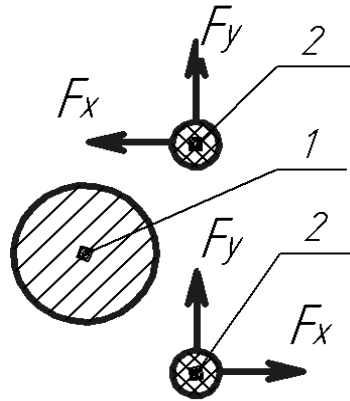


Рис. 3. Сили, що діють на частинку поблизу електроду: 1 - електрод; 2 - частинка

Для оцінки можливості осадження частинки на електрод потрібно розглянути поле сили поблизу електроду (рис.4, рис. 5).

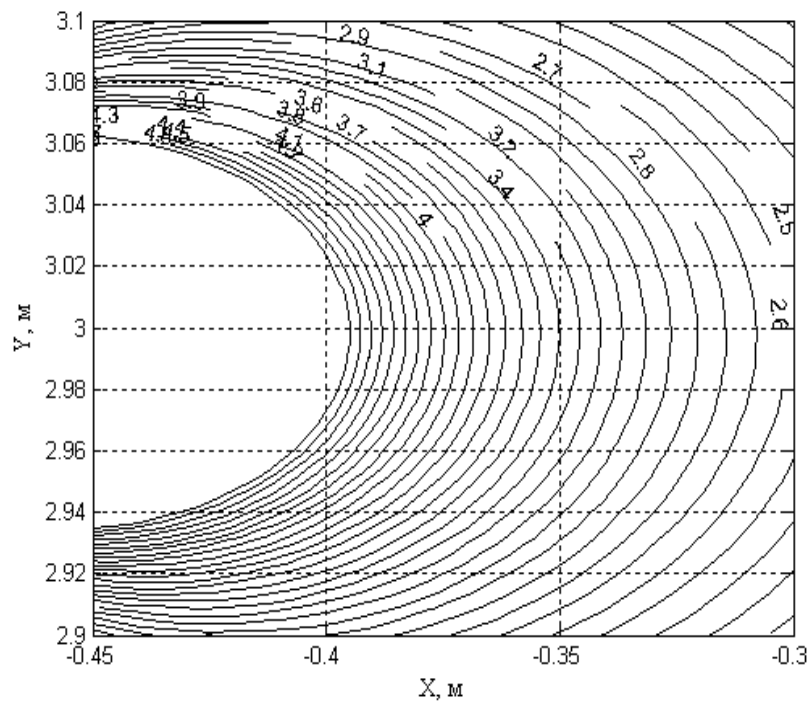


Рис. 4. Поле Y- складової сили, поблизу електрода

Середнє значення Y - складової сили поблизу електрода складає 3,8 Н.

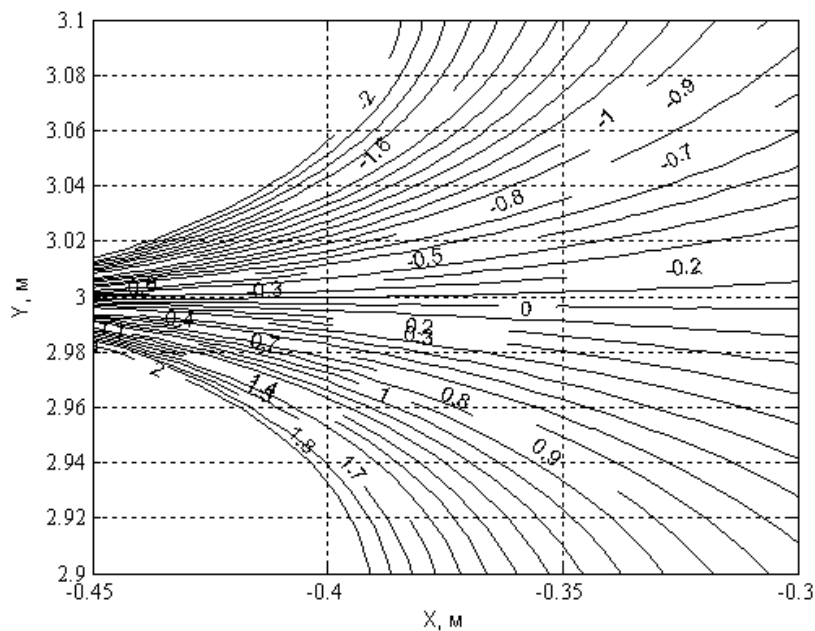


Рис. 5. Поле X - складової сили, поблизу електрода

Середнє значення X - складової сили поблизу електрода складає 0,8 Н.

Висновки. Аналіз величини та напрямку X та Y - складових сили показує, що умови, при яких частинка може затриматись на поверхні електрода, відсутні. Тобто при русі частинки під дією Y - складової сили біжучого поля вздовж електродів X - складова сили відхиляє частинку, що набігає від електрода, а потім повертає її до початкового напрямку руху.

Література:

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

2. Пат. 94810 Україна, МПК В 01D35/6. Спосіб електричної очистки діелектричних рідин / *І. П. Назаренко, В. А. Дідур* (Україна). - № а 200911592; заявл. 13.11.2009 ; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 11.

3. *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.

4. Назаренко І.П. Теоретичні дослідження взаємодії електричного поля з діелектричними суспензіями в багатоелектродних системах / І.П. Назаренко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь, 2012. - Вип. 12, т. 1. - С. 35-45.

5. Лаврентьев М.А. Методы теории функции комплексного переменного / М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат.- М.: Наука, 1987. – 740 с.

ОЧИСТКА ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Назаренко И.П.

Аннотация – в работе рассмотрены особенности очистки трансформаторного масла в бегущем электрическом поле.

PURIFICATION OF TRANSFORMER OIL IN ELECTRIC FIELD

I. Nazarenko

Summary

In work the features of purification of transformer oil are considered in the moving electric field.