

УДК 621.3

В.С.ГЛАДКОВ, канд.техн.наук, НТУ «ХП»;

О.А.ГУЧЕНКО, НТУ «ХП»;

О.В.ШЕСТЕРІКОВ, НТУ «ХП»

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНЕ ОЧИЩЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Описано розроблений теоретично обґрунтований і експериментально підтверджений енергозберігаючий електрофізичний спосіб екологічно чистої фільтрації трансформаторної олії в неоднорідному електричному полі, створеному спеціальною просторовою системою електродів типу «квадрупольна лінза».

Energy-saving electrophysical method of environmentally clean filtration of transformer oil in nonuniform electrical field that was created by special spatial electrode system of the «quadrupole lens» type is described. The method was developed, theoretically substantiated and experimentally.

Вступ. Основними причинами розробки методів електрофізичного фільтрування вуглеводневих рідин різного характеру (насамперед, трансформаторного масла) є такі:

- існуючі методи очищення трансформаторного масла базуються на нагріванні останнього та вакуумуванні вологи з подальшим осадженням домішок на сорбентах;
- процес нагрівання та вакуумування масла потребує значних енерговитрат;
- сорбенти після осадження на них домішок потребують регенерування (спалення домішок, які просочені маслом) чи утилізації, але в обох випадках відбувається значне забруднювання навколишнього середовища.

Дія неоднорідного електричного поля на вологу та домішки в трансформаторному маслі веде до концентрації і осадження їх на електродах і для цього потрібно на порядок менше енергії, тобто процес осадження вологи та домішок стає малоенерговитратним. Осаджена волога та домішки змиваються з поверхонь електродів маслом, і ця суміш знову подається до зони

осадження. Цей процес повторюється до повної утилізації (брикетування) домішок, тобто він стає екологічно чистим, бо відсутня необхідність в екологічно небезпечному регенеруванні (утилізації) сорбентів.

При розробці електрофізичних методів фільтрації трансформаторного масла вирішальне значення має вибір системи електродів, яка б забезпечувала створення неоднорідного електричного поля для ефективного осадження вологи та домішок у робочій зоні фільтра.

У [1] показано, що найбільш привабливою з точки зору створення об'ємно-просторової структури неоднорідного поля в робочій зоні фільтра є система типу «квадрупольна лінза».

Розв'язання задачі. На лабораторному макеті квадрупольної лінзи (див. рис. 1) було проведено експериментальні дослідження дії електричного поля на краплі вологи та частки твердих домішок, які імітувалися (для візуального спостереження) відповідно сумішшю етилового спирту з дистиллятом, підфарбованою чорнилом, та диспергованим вугіллям. На рис. 2 наведено загальний вигляд лабораторного макета з джерелом живлення.

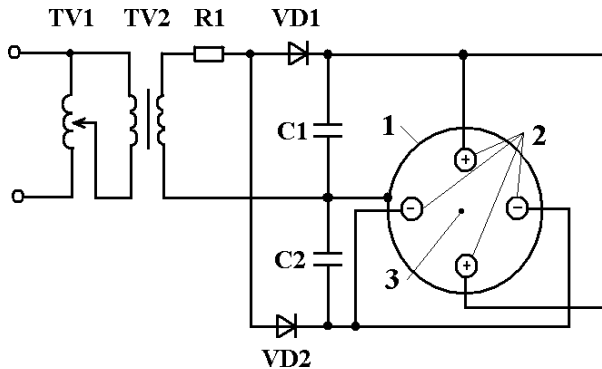


Рисунок 1 – Електрична схема макета для дослідження фільтрувальних властивостей квадрупольної лінзи: В – вимикач, Т1 – лабораторний автотрансформатор, Т2 – підвищувальний трансформатор, С1 – робочий конденсатор, V1, V2 – випрямні високовольтні діоди, С2 – вихідний конденсатор, R1, R2 – струмообмежувальні резистори, kV – кіловольтметр, 1 – випробувальна чашка, 2 – електроди квадрупольної лінзи, 3 – трансформаторне масло

Зважаючи на те, що напруженість електричного поля в об'ємі масла, що прилягає до повздовжньої осі макета, має дуже невеликий вплив на забруднення є доцільним розташувати в цьому місці по осі ізоляційний трубопровід, який в подальшому використовувати для підведення неочищеного масла (див. рис. 3).

Враховуючи, що зона дії електричного поля повинна охоплювати найбі-

льший об'єм рідини, що обробляється (без суттєвого зниження напруженості електричного поля в його центральній частині), для електрофізичної фільтрації запропоновано систему модернізованої квадрупольної лінзи з 8-ма електродами, які розміщуються у металевому корпусі, що має нульовий потенціал. У такій системі краплі вологи та частки домішок збираються не тільки в проміжках між електродами, а також в проміжках між електродами та металевим корпусом (див. рис. 3).

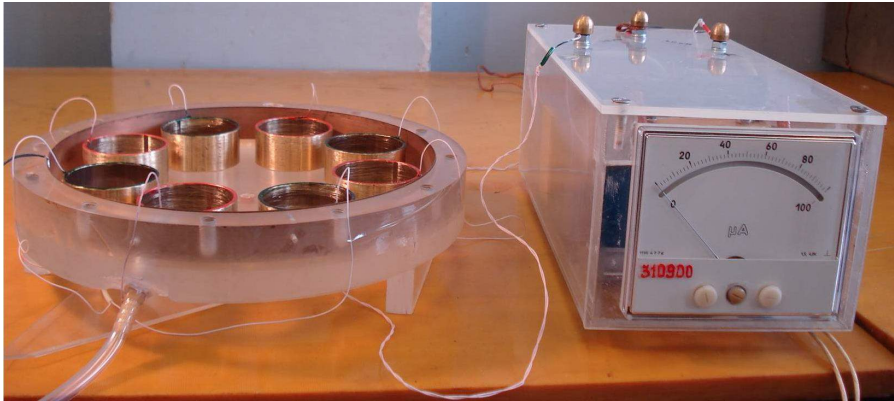


Рисунок 2 – Лабораторний макет з системою електродів типу «квадрупольна лінза» і джерелом живлення

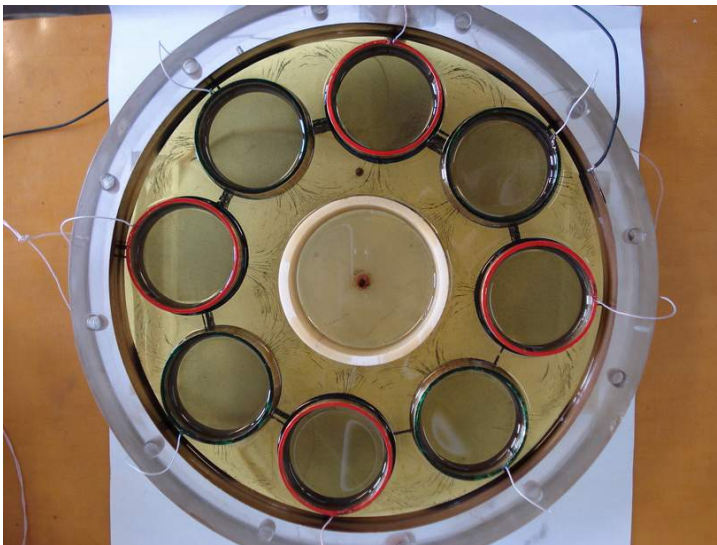


Рисунок 3 – Модернізована квадрупольна лінза із зібраними в проміжках частками домішок

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень руху крапель вологи та твердих домішок в неоднорідному електричному полі розроблено енергозберігаючий електрофізичний спосіб фільтрації трансформаторного масла різного ступеня забруднення на базі системи електродів типу «квадрупольна лінза», який може бути застосовано для фільтрації вуглеводневих рідин різного характеру [2].

Схему розробленого електрофізичного способу фільтрації наведено на рис. 4.

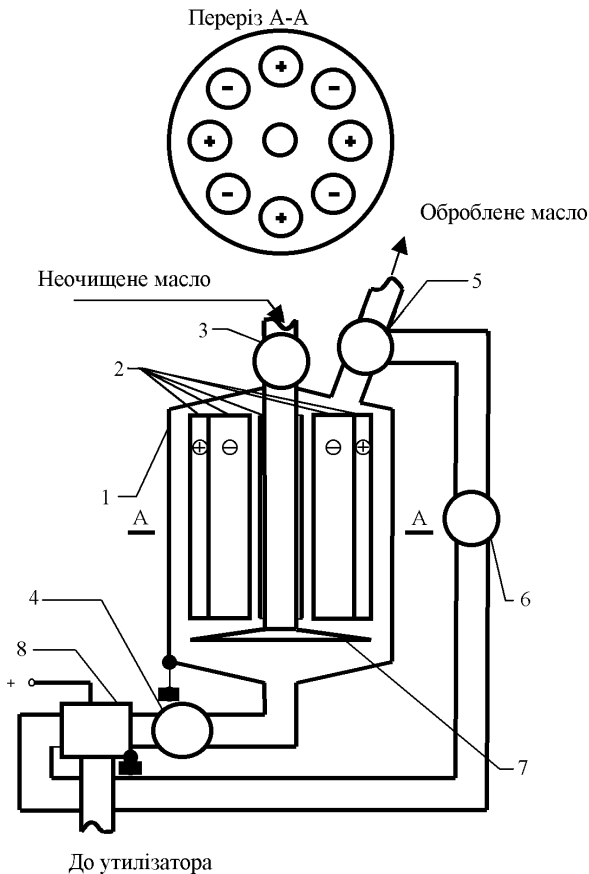


Рисунок 4 – Схема електрофізичного способу фільтрації трансформаторного масла:
 1 – корпус, 2 – електроди, 3,4 – кран, 5 – кран реверсний, 6 – насос, 7 – відбивач-розпорошувач сітчастий, 8 – коагулятор

Вихідне трансформаторне масло по трубі (див. рис. 4), відбиваючись від п. 7, проходить через систему електродів п. 2, на які подано напругу. При

цьому краплі вологи коагулюють і під дією ваги осідають на дно корпусу п. 1, а частки забруднень під дією поля вилучаються до міжелектродних проміжків, де можуть утворювати містки, чи осідати на поверхнях електродів або (після укрупнення) на дно. Довжину електродів вибрано з урахуванням швидкості потоку масла та прикладеної напруги так, щоб усі краплі вологи та частки забруднень встигали осідати на дно або на електродах за час проходження масла крізь фільтр. Через певний час необхідно вологу та забруднення, що осіли на дно та електроди, вилучити з об'єму з метою перешкодження їх негативного впливу на ефективність фільтрації. Для цього закривається кран п. 3, кран п. 5 переводиться в положення очищення об'єму, відкривається кран п. 4, відключається напруга з електродів п. 2, подається напруга на коагулятор п. 8 і вмикається насос п. 6. Масло, яке знаходиться в корпусі п.1, під дією насоса (п. 6) змиває усю вологу та забруднення з електродів і дна корпусу і проходить через коагулятор п. 8. У коагуляторі під дією електричного поля з масла виділяється волога та домішки, які транспортуються до утилізатора, а очищене масло залишається у корпусі п. 1. Після цього система очищення вологи та забруднень вимикається в зворотному порядку, і вмикається система фільтрації вихідного масла.

Висновки. Процес фільтрації трансформаторного масла в запропонованому та розробленому електрофізичному способі відбувається без вакуумування, а відфільтровані волога та домішки утилізуються без осадження на сорбентах. Тобто, цей процес є малоенерговитратним та екологічно чистим.

Список літератури: 1. *Гладков В.С., Ваврів Л.В., Гученко А.А., Шестеріков А.В.* К вопросу о выборе системы электродов для электрофизических устройств электрической обработки трансформаторного масла // Вестник НТУ «ХПИ». – 2007. – № 34. – С. 35-38. 2. *Гладков В.С., Гученко О.А., Хайло В.Я., Шестеріков О.В.* Електрофізичний метод фільтрування вуглеводневих рідин // Тези І(16) НТК «Стан та перспективи розвитку військової системи метрологічного забезпечення ЗС України зразка 2011 року». – Харків, 2008. – С. 39.

Надійшла до редколегії 07.04.2009.