

ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОГО МАСЛА В ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНОЇ РІДИНИ

Єрохін Д.І., Єфименко В.С., студенти, Троценко Є.О., доц., к.т.н.
НТУУ «КПІ», кафедра техніки і електрофізики високих напруг

Вступ. Мінеральне масло, яке є продуктом переробки нафти використовується в якості основної ізоляційної рідини в маслонаповненому обладнанні (силових та вимірювальних трансформаторах, реакторному обладнанні, масляних вимикачах) вже більше ста років [1]. Тільки в трансформаторах в усьому світі знаходиться декілька мільярдів літрів мінерального масла [2, 3]. Незважаючи на те, що мінеральне масло має порівняно низьку вартість, є відмінним ізоляційним та охолоджувальним середовищем, в світі ведуться пошуки альтернативної ізоляційної рідини.

Мета роботи. На основі аналізу літературних джерел узагальнити причини, чому рослинне масло розглядається як альтернативна мінеральному маслу ізоляційна рідина.

Матеріали і результати досліджень. Першою причиною [2], чому в світі йде пошук альтернативного замінника мінерального (трансформаторного) масла є його низька здатність до розкладання мікроорганізмами. Це пов'язано з тим, що тиск на компанії-постачальники електроенергії відповідати суворим вимогам стандартів довкілля буде зростати і надалі, залишаючись однією з основних проблем цієї галузі промисловості.

Трансформатори (як і інше маслонаповнене обладнання) мають здатність до течі, яка може бути викликана дірами в пластинах радіатора або сталевих баках. Часто ця теча проявляється у вигляді невеликого капання, але іноді трапляється серйозна теча, яка може привести до катастрофічних наслідків – протіканню сотень літрів мінерального масла в довкілля і короткого замикання трансформатора. Теча призводить до забруднення ґрунту і ґрунтових вод, особливо критичними в цьому відношенні є прибережні області [3].

На відміну від мінерального, рослинне масло є більш екологічним. Наприклад, рослинне масло протягом 21 дня біологічно розкладається на 97,0-99,0%, а мінеральне (трансформаторне) масло – тільки на 25,2-30,0% [2, 4].

Другою причиною [2, 3] є те, що нафта не відноситься до відновлюваних ресурсів. А потреба в нафті збільшується не тільки як в сировині для вироблення палив (бензин, дизельне паливо) та масел (електроізоляційне масло, мастильна олія), але і як в джерелі цінної сировини для виробництва синтетичних каучуків, волокон, пластмас, миючих засобів, пластифікаторів, присадок, барвників та інших продуктів. Тобто запаси нафти потроху вичерпуються, і за різними оцінками вже на початку другої половини 21 століття людство зіткнеться з дефіцитом нафти. На відміну від мінерального масла, рослинне масло є продуктом, що виготовляється з рослинної сировини, яка відноситься до відновлюваних ресурсів.

До 1990-х років єдиним об'єктом застосуванням рослинних масел в якості електроізоляційної рідини розглядалися силові конденсатори, а вже з кінця

1990-х – і силові трансформатори [2, 3]. На даний час широко досліджуються такі електроізоляційні рослинні масла, як кукурудзяне, бавовняне, горіхове, маслинове, сафлорове, соєве, касторове, соняшникове та інші [2, 3]. Можна навести цілий ряд прикладів успішного застосування цих та інших масел в маслонаповненому обладнанні. По певним причинам в різних країнах перевага надається різним рослинним маслам. Наприклад, в Шрі-Ланка в якості альтернативної електроізоляційної рідини розглядається кокосове масло [5]. З характеристиками кокосового масла та заповненим ним розподільним трансформатором потужністю 160 кВА, напругою 33/0,4 кВ можна ознайомитися з [5]. Зрозуміло, що предметом аналогічних досліджень в Україні може стати соняшникова олія.

До інших переваг рослинного масла можна віднести високу електричну міцність – діелектрична проникність рослинних масел дорівнює 3,1 проти 2,2 у мінерального масла (узагальнені значення при температурі 25 °С [2]). Також рослинне масло можна вважати більш пожежобезпечною рідиною ніж мінеральне масло, оскільки воно має більш високу температуру запалювання (354-360 °С у рослинного масла проти 160-180 °С у мінерального масла [2]).

Але рослинне масло має і недоліки. Передусім необхідно зазначити, що рослинне масло має більш високу температуру застигання (-15...-25 °С у рослинного масла проти -40 °С у мінерального масла [2, 4]), що може привести до обмеження його застосування в холодному кліматі.

Висновки: Невід’ємні властивості мінеральних масел обумовили їхнє використання як електроізоляційної рідини в минулому столітті, і гарантують тривале використання ще в наступних десятиліттях. Однак, зараз можна виділити дві причини, чому необхідно шукати альтернативні електроізоляційні рідини – це низька здатність мінерального масла до біологічного розкладання та зростаючий попит на нафтопродукти, який може привести до серйозного дефіциту вже в середині 21-ого століття. У зв'язку з цим, частка маслонаповненого обладнання, заповненого альтернативними електроізоляційними рідинами в майбутньому буде збільшуватися.

Перелік посилань

1. Krause C. Power transformer insulation – history, technology and design // IEEE Transactions on dielectrics and electrical insulation. – 2012. – vol. 19. – no. 6. – pp. 1941-1947.
2. Oommen T.V. Vegetable oils for liquid-filled transformers // IEEE Electrical insulation magazine. – 2002. – vol. 18. – no. 1. – pp. 6-11.
3. Fofana I. 50 years in the development of insulating liquids // IEEE Electrical insulation magazine. – 2013. – vol. 29. – no. 5. – pp. 13-25.
4. Мендес Х.К., Рейс А.С.Г., Ногава Е.К., Ферра К., Мартинс А.Х.А.Л., Пассос А.К. Более рациональное использование растительного масла АВВ ВІОТЕМР в высоковольтных силовых трансформаторах // АББ Ревю. – № 3. – 2007. – С. 53-57.
5. Matharage B.S.H.M.S., Fernando M.A.R.M., Bandara M.A.A.P., Jayantha G.A., Kalpage C.S. Performance of coconut oil as an alternative transformer liquid insulation // IEEE Transactions on dielectrics and electrical insulation. – 2013. – vol. 20. – no. 3. – pp. 887-898.