



УДК 621.3:665.335.5

DOI: 10.31388/2220-8674-2020-1-28

## ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ВОЛОГИ НА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РИЦИНОВОЇ ОЛІЇ

Назаренко І.П., д.т.н., проф.

ORCID: 0000-0001-6365-6777

Діденко О.В., аспірант

ORCID: 0000-0002-9652-169x

Лобода О.І., к.т.н.

ORCID: 0000-0003-1532-3366

Дубініна С.В., інженер

ORCID: 0000-0002-2029-8989

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені  
Дмитра Моторного*

e-mail: ettp@tsatu.edu.ua

*Постановка проблеми.* Рицинова олія являє собою цінний продукт завдяки своїм фізико-хімічним властивостям. Якість готового продукту (олія касторова технічна ГОСТ 6757-96) [1] окрім таких ознак, як колір, прозорість, щільність залежить від електрофізичних показників (питомий опір, діелектрична проникність, тангенс кута діелектричних втрат та інші).

Рицинова олія є одним з основних видів олій, які не висихають. Її широко застосовують в медицині, лакофарбовій промисловості, кабельних покриттях, парфумерії, при виробництві пластмас та металообробці.

В останній час рицинову олію широко використовують в електротехнічній, авіаційній та поліграфічній промисловості. Дослідження корисних властивостей касторової олії проводились в галузях мастильно-змазуючих матеріалів [2] та використання касторової олії в якості біодізелю [3]. Рицинова олія є унікальна по своєму хімічному складу, в якій на рицинову кислоту приходиться до 90% і більш усіх жирових кислот, тому вона являє собою важливу стратегічну сировину. Велике застосування рицинова олія знайшла в машинобудуванні, хімічній промисловості, медицині, радіоелектроніці, косметології та інших галузях народного господарства.

Рицинова олія відрізняється своєю високою діелектричною проникністю, що дозволяє використовувати її в якості рідкого діелектрика при пропиті ізолюючого паперу, виробництві конденсаторів, кабелів та інших цілей.

Для отримання якісного продукту олія підлягає очищенню. Існуючі традиційні методи очищення (фільтрація, відстоювання та інші) не дозволяють отримати якісний продукт або є енерго та



ресурсовитратними. Тому розробка нових електротехнологій очищення рицинової олії від рослинних домішок є актуальною науково-технічною задачею.

Технологія очищення рицинової олії в електричному полі вміщує додавання до рицинової олії невеликої кількості води (1...2%) для гідратації фосфатидів, вилучення гідратованих фосфатидів, інших домішок та випарювання надлишкової води в електричному полі. Вода та домішки погіршують якість та діелектричні властивості рицинової олії. Тому якість очищення олії та вміст води залежать від ступеня вилучення як домішок так і води.

*Аналіз останніх досліджень.* Процес очищення рослинних олій спрямований на видалення домішок, які переходять з сировини в олію в процесі пресування речовини зветься рафінацією. До домішок відносяться частки мезги та жиру, мінеральні, гідратовані фосфоліпіди та інші [4]. Вплив електричного поля на жирні кислоти було досліджено [5,6] та серед відомих методів очищення рослинних олій, таких як відстоювання, фільтрування, центрифугування, гідратація та інші можна виділити очищення олій в електричному полі багатоелектродних систем [7,8,9,10]. При цьому способі очищення на електродах, під дією електрофоретичної сили та тепла [11,12] утворюються парогазові бульбашки, які рухаються на поверхню рідини разом з домішками, а потім видаляються механічними або іншими способами. Головними умовами стійкого протікання процесу електроочищення є висока напруга на електродах (до 5 кВ), підвищена температура олії (60-80<sup>0</sup>С), додавання до олії 1,5 – 2% води [11].

Додавання до рицинової олії води з метою гідратації фосфатидів значно погіршують її діелектричні властивості. Тому дослідження цих властивостей рицинової олії є важливим завданням для забезпечення якісного процесу очищення в електричному полі.

*Формулювання мети статті.* Виявлення впливу води та температури на питомий опір очищеної та свіжевижатої рицинової олії.

*Основна частина.* В ході експерименту було використано свіжевижату рицинову олію, очищену рицинову та олію з вмістом води 1, 1,5 та 2%.

Лабораторна установка (рисунок 1) складалась з: регулятора напруги ВУП -2М для подачі постійної напруги 100В на електроди вимірювальної камери; мікроамперметру Ф195 для вимірювання сили струму, який протікав через рицинову олію; коаксіальної вимірювальної камери, діаметри електродів якої склали 34 та 26 мм, висота 54 мм. Значення напруги вимірювались мультиметром DT9208A.



Рис. 1 Лабораторна установка

Рідина поступово підігрівалась інфрачервоним підігрівачем ІКЗ від 20 до 90<sup>0</sup>С. Значення температури олії вимірювались універсальним мультиметром DT-838.

В дослідженнях було використано очищену рицинову олію ГОСТ 18102-95 та свіжовижату рицинову олію. Для отримання стійкої емульсії олія – вода використовувався змішувач Homognizer type MPV-302. Досліджувались емульсії з вмістом води 0 (чиста олія), 0,5; 1; 1,5; та 2% води.

У ході експериментальних досліджень олію заливали в вимірювальну камеру та вмикали інфрачервоний підігрівач. Через кожні 20<sup>0</sup>С на електроди вимірювальної камери подавалась постійна напруга 100 В і знімалися показники сили струму, який проходив через рицинову олію.

За результатами дослідження отримано залежності струму, який протікає через рицинову олію, від вмісту води та температури (рисунок 2).

На підставі цих залежностей розраховано питомий опір рицинової олії в камері за формулою:

$$\rho = 2\pi \frac{U}{I} \cdot \frac{L}{\ln \frac{D_2}{D_1}} \quad (1)$$

де,  $U$  – напруга на електродах вимірювальної камери, В;

$I$  – сила струму, А.

$\rho$  – питомий опір рицинової олії, Ом·м;

$L$  – довжина вимірювального стакану, мм (54 мм);

$D_2$  – діаметр зовнішнього електроду вимірювальної камери, мм (34 мм);

$D1$  – діаметр внутрішньої вимірювальної камери, мм (26 мм).

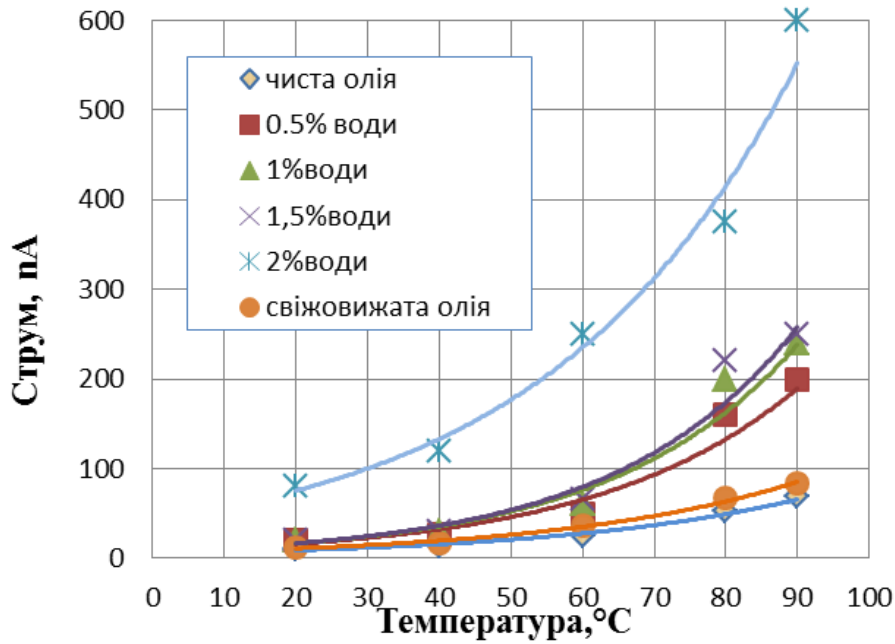


Рис. 2 Залежності струму від температури при різному вмісту води

За результатами розрахунку отримані залежності (рисунок 3).

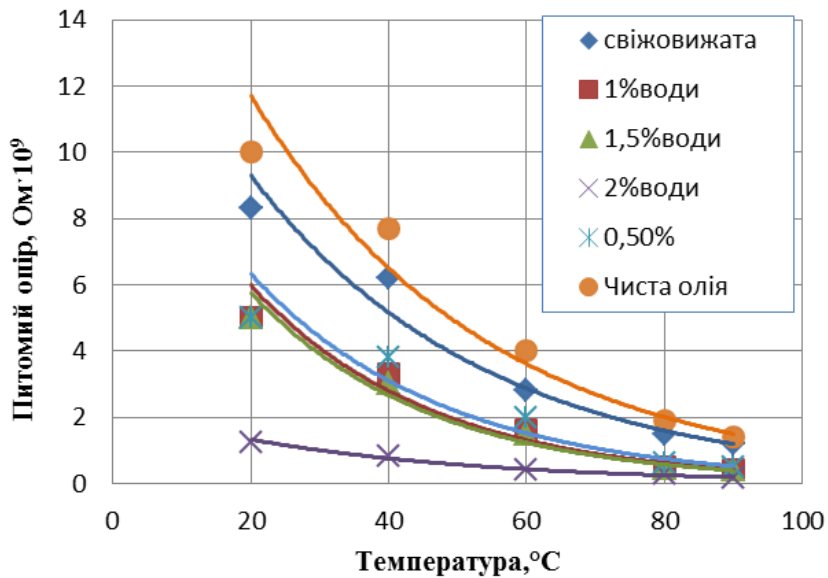


Рис. 3 Залежності питомого опору рицинової олії від температури при різному вмісту води



### Висновки.

1. Результати експериментальних досліджень дозволили отримати залежності питомого опору рицинової олії від температури при вмісту води від 0 до 2 %.

2. Волога, домішки та температура суттєво зменшують питомий опір рицинової олії, що потрібно враховувати при розрахунках і проектуванні електротехнологічних комплексів очищення рицинової олії в електричному полі.

### Список використаних джерел

1. ГОСТ 6757-96. Масло касторовое техническое. Технические условия. [Дата введения 1997-01-01]. Минск, 1996. 32 с.

2. Chinchkar D. S., Satpute S. T., Kumbhar N. R. Castor Oil as Green Lubricant: A Review. *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*. 2012. Vol. 1, is. 5. P. 1-3.

3. Castor bean (*ricinus communis*) an international botanica answer to biodiesel production and renewable Energy. DOVE Biotech Ltd. Thailand. URL: <http://biorealis.com/pdf> (Last accessed: 02.02.2020).

4. Болога М. К., Берилл И. И. Рафинация подсолнечного масла в электрическом поле: монография. Молдова: Stinta, 2004. 214 с.

5. Supeene G., Koch C., Bhattacharjee S. Deformation of a droplet in an electric field: nonlinear transient response in perfect and dielectric media. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2008. Vol. 318, is. 2. P. 463-476. DOI:10.1016/j.jcis.2007.10.022.

6. Thaokar R. Dielectrophoresis and deformation of a liquid drop in a non-uniform axisymmetric AC electric field. *European Physical Journal E*. 2012. Vol. 35, is. 8. P. 1-15. DOI: 10.1140/epje/i2012-12076-y.

7. Назаренко І. П. Сепарація діелектричних суспензій у біжучому електричному полі. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2010. Вип. 148. С. 117-123.

8. Назаренко І. П., Орел О. М., Стьопін Ю. М. Очистка мінеральних олій напірною флотацією з накладеним електростатичним полем. *Труды Таврической государственной агротехнической академии*. Мелитополь, 1998. Вып. 1, т. 8. С. 55-58.

9. Назаренко І. П. Сепарація слабопровідящих суспензій в бегущем електрическом поле. *Вестник аграрной науки Дона*. Зерноград, 2013. № 3(23). С. 77-84.

10. Берил И. И., Болога М. К. Электросепарация фосфатидов подсолнечного масла. *Электронная обработка материалов*. 1994. № 6. С. 60-63.



11. Спосіб очищення рослинної олії: пат. 127279 Україна: МПК (2006): C11B 3/00, B03D 1/008 (2006.01). № U201801594; заяв.19.02.2018; опубл. 25.07.2018, Бюл. № 4.

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

## ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ВОЛОГИ НА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РИЦИНОВОЇ ОЛІЇ

Назаренко І. П., Діденко О. В., Лобода О. І. Дубініна С. В.

### *Анотація*

Робота присвячена проблемі, яка виникає в процесі переробки рицинової олії в електричному полі, а саме впливу температури та вологи на електрофізичні властивості рицинової олії. Рицинова олія відрізняється своєю високою діелектричною проникливістю, що дозволяє використовувати її в якості рідкого діелектрика при пропиті ізолюючого паперу, виробництві кабелів, радіоелектроніці та інших цілей. Отримання олії високої якості можливо за рахунок вивчення її електротехнічних властивостей та факторів, які погіршують ці показники. В роботі представлені результати експериментальних досліджень електрофізичних властивостей очищеної та свіжовижатої рицинової олії з різним вмістом води. Отримані залежності питомого опору рицинової олії від температури та вмісту води. Ці залежності дозволяють розрахувати параметри процесу очищення рицинової олії від домішок в електричному полі.

**Ключові слова:** рицинова олія, електрофізичні властивості, питомий опір, електропровідність, вода, рослинні домішки, температура.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАГИ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАСТОРОВОГО МАСЛА

Назаренко И. П., Диденко А. В., Лобода А. И. Дубинина С. В.

### *Аннотация*

Работа посвящена проблеме, которая возникает в процессе переработки касторового масла в электрическом поле, и именно воздействию температуры и влаги на электрофизические свойства касторового масла. Касторовое масло отличается своей диэлектрической проницаемостью, что позволяет использовать его в качестве жидкого диэлектрика при пропитывании изоляционной бумаги, производстве кабелей, радиоэлектронике и в других целях. Получение масла высокого качества возможно за счет изучения его электротехнических свойств и факторов, которые ухудшают эти показатели. В работе представлены результаты экспериментальных исследований электрофизических свойств очищенного и свежесжатого касторового масла с различным содержанием воды. Получены зависимости удельного сопротивления касторового масла от температуры и содержания воды. Эти зависимости позволяют рассчитать параметры процесса очистки касторового масла от примесей в электрическом поле.

**Ключевые слова:** касторовое масло, электрофизические свойства, удельное сопротивление, электропроводность, вода, растительные примеси, температура.



## THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND MOISTURE ON THE ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF CASTOR OIL

I.Nazarenko, O. Didenko, O. Loboda, S. Dubinina

### *Summary*

We have formulated the problem that occurs when processing vegetable oils at the stage of their filtering. Castor oil is a valuable product due to its physicochemical properties. The quality of the finished product except for such features as color, transparency, density depends on electrophysical parameters (resistivity, dielectric constant, tangent of dielectric loss angle, etc.). Castor oil is one of the main types of non-drying oils. It is widely used in medicine, paint and varnish industry, cable coatings, perfumery, in the production of plastics and metalworking. Recently castor oil has been widely used in the electrical, aviation and printing industries. Castor oil is unique in its chemical composition, in which castor acid accounts for up to 90% and more of all fatty acids, so it is an important strategic raw material. Castor oil has been widely used in engineering, chemical industry, medicine, radio electronics, cosmetology and other sectors of the economy. Castor oil is distinguished by its high dielectric constant, which allows it to be used as a liquid dielectric when impregnating insulating paper, manufacturing capacitors, cables and other purposes. To obtain a quality product, the oil must be purified. Existing conventional cleaning methods (filtration, sedimentation, etc.) do not allow to obtain a quality product or are energy and resource consuming. Therefore, the development of new electrotechnologies for castor oil from vegetable impurities is an urgent scientific and technical task. Electric field oil purification technology involves adding a small amount of water (1... 2%) to castor oil to hydrate the phosphatides, remove the hydrated phosphatides, their impurities, and evaporate the excess water in the electric field. Water and impurities impair the quality and dielectric properties of castor oil. Therefore, the quality of the oil purification and the water content depend on the degree of extraction of both impurities and water.

The results of experimental studies are presented electrophysical properties of purified and fresh castor oil with different water content. We obtained the dependence of the castor oil resistivity on temperature and water content. Resistance, specific resistance, and electrical conductivity of castor oil depending on water content are given. These dependencies allow us to calculate the parameters of the castor oil purification process in an electric field.

**Key words:** castor oil, electrophysical properties, resistivity, electrical conductivity, water, vegetable impurities, temperature.