



УДК 62-634.5

DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-12

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИПАРЮВАННЯ ВОДИ З КАСТОРОВОЇ ОЛІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ БАГАТОЕЛЕКТРОДНИХ СИСТЕМ

Назаренко І. П., д.т.н., <https://orcid.org/0000-0001-6365-6777>  
Діденко О. В., аспірант\*  
Кушлик Р. В., к.т.н., <https://orcid.org/0000-0002-7560-9406>  
Дубініна С. В., інженер <https://orcid.org/0000-0002-2029-8989>  
*Таврійський державний агротехнологічний університет,*  
E-mail: igornazarenko01@gmail.com

**Анотація** – наведено результати експериментальних досліджень процесу випарювання води з емульсії "вода в касторовій олії" в електричному полі, яке створюється електродною системою циліндричних електродів. В експериментальних дослідженнях на електроди подавалась змінна висока напруга, при якій відбувався процес діелектрофорезу та випарювання води з олії.

На підставі експерименту було отримано залежності часу випарювання води з олії при різному вмісту води від діаметру електродів. Результати досліджень дозволяють визначити час процесу діелектрофорезу та випарювання води з касторової олії при використанні електродів різних діаметрів.

**Ключові слова:** касторова олія, вода, емульсія, електричне поле, електрод, випарювання, напруга, температура.

**Постановка проблеми.** Одним з методів очищення касторової олії є додавання до неї води з метою гідратації домішок, фосфатидів та інших речовин, а потім видалення цих домішок механічним або іншими методами. Особливе значення є видалення остатків вологи після гідратації. Волога суттєво погіршує діелектричні показники якості касторової олії, при яких стає неможливим використання олії в електротехнічній промисловості. Тому очищення касторової олії від домішок та води є важливою господарською та науковою проблемою [1].

Діаметр електродів в системі очищення олії та випарювання води впливає на час протікання технологічного процесу електроочищення та якість готового продукту.

**Аналіз останніх досліджень.** Одним з різновидів рослинної олії є касторова олія. Касторова олія є одним з основних видів олій, які не висихають. Її широко застосовують в лакофарбовій промисловості, кабельних покриттях, парфумерії, при виробництві пластмас та металообробці. [2]

---

© Назаренко І. П., Діденко О. В., Кушлик Р. В., Дубініна С. В.

\* Науковий керівник - Назаренко І. П., д.т.н., професор



В останній час касторову олію широко використовують в електротехнічній, авіаційній та поліграфічній промисловості. Касторова олія є унікальна за своїм хімічним складом в якому на рицинолеву кислоту приходиться до 90% і більш усіх жирових кислот, тому вона уявляє собою важливу стратегічну сировину. Велике застосування касторова олія знайшла в машинобудуванні, хімічній промисловості, медицині, радіоелектроніці, косметології та інших галузях народного господарства.

Діелектричні властивості касторової олії дозволяють використовувати її в якості рідкого діелектрика при пропитці ізолюючого паперу, при виробництві кабелів та інших виробів. Разом з тим, якість готової касторової олії не завжди задовольняє вимогам ГОСТ 6757-96 «Олія касторова технічна», або ГОСТ 18102-95 «Олія касторова медична» з фізико-хімічних показників. Все це спонукає розробників до пошуків нових засобів отримання та очищення олії. [3]

Процес очищення рослинних олій спрямований на видалення домішок, які переходять з сировини в олію в процесі пресування речовини. До домішок відносяться частки мезги та жиру, мінеральні, гідратовані фосфоліпіди та інші. [7]

Серед відомих методів очищення рослинних олій, таких як відстоювання, фільтрування, центрифугування, гідратація та інші можна виділити очищення діелектричних олій в електричному полі багато електродних систем. [4,5,6]. При цьому способі очищення на електродах, під дією електрофоретичної сили та тепла [8] 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 [1], геометричні параметри систем електродів.

**Мета досліджень.** Обґрунтування конструктивних параметрів електродної системи, зокрема величини діаметрів електродів, та технічних параметрів часу випарювання при проведенні процесу очищення та випарювання.

**Основні матеріали дослідження.** В ході експериментальних досліджень було використано очищену медичну касторову олію з вмістом води 1, 1,5 та 2%.

Експериментальні дослідження проводились на лабораторній установці (рис. 1), яка складалась з пристрою змінної високої напруги – підвищувальний трансформатор ТСВЗ – 1020 та лабораторного автотрансформатора для регулювання напруги, камери об'ємом 500 см<sup>3</sup> та джерела низької напруги (до 5 В) – підігрівача олії, який являє собою проволочений провідник з високоомної сталі, укладений на дні

камери і екранований металевою сіткою. Ретельно перемішана емульсія (вода в олії вмістом 1, 1,5 та 2%) почергово готувалась змішувачем Homogtizer MPV-302 протягом 1 хвилини та заливалась до камери. За допомогою низьковольтного підігрівача рідина підігрівалась до температури  $70^{\circ}\text{C}$ . Температура вимірювалась за допомогою ртутного термометра та підтримувалась електронагрівачем на цій позначці на протязі всього експерименту.

Для проведення експерименту було виготовлено електродну систему з сталених стрижнів діаметром 4 мм, 3 мм, 2 мм та 1,2 мм загальною довжиною електродів – 1 м, відстанню між електродами – 1 см, які почергово використовувались в ході експерименту.

В ході експерименту на електроди подавалась змінна висока напруга, при якій відбувався процес діелектрофорезу та випарювання води з олії. Кінцевим показником випарювання була прозора чиста олія. Час випарювання при використанні різних діаметрів електродів фіксувався секундоміром. Напруга, яка подавалась на електроди у всіх трьох експериментах, складала 4,5 кВ та вимірювалась електростатичним вольтметром С-196.

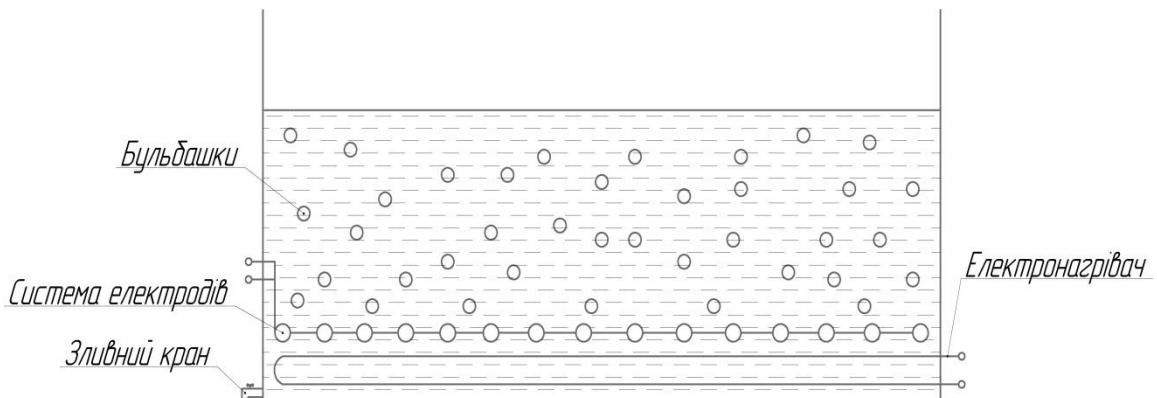


Рис. 1. Камера обробки емульсії «вода в олії» в електричному полі великої напругеності

На підставі експерименту було отримано та зафіксовано залежності часу випарювання води з олії при вмісту води 1, 1,5 та 2% від діаметрів вибраних електродів при напрузі на електродах 4,5 кВ.

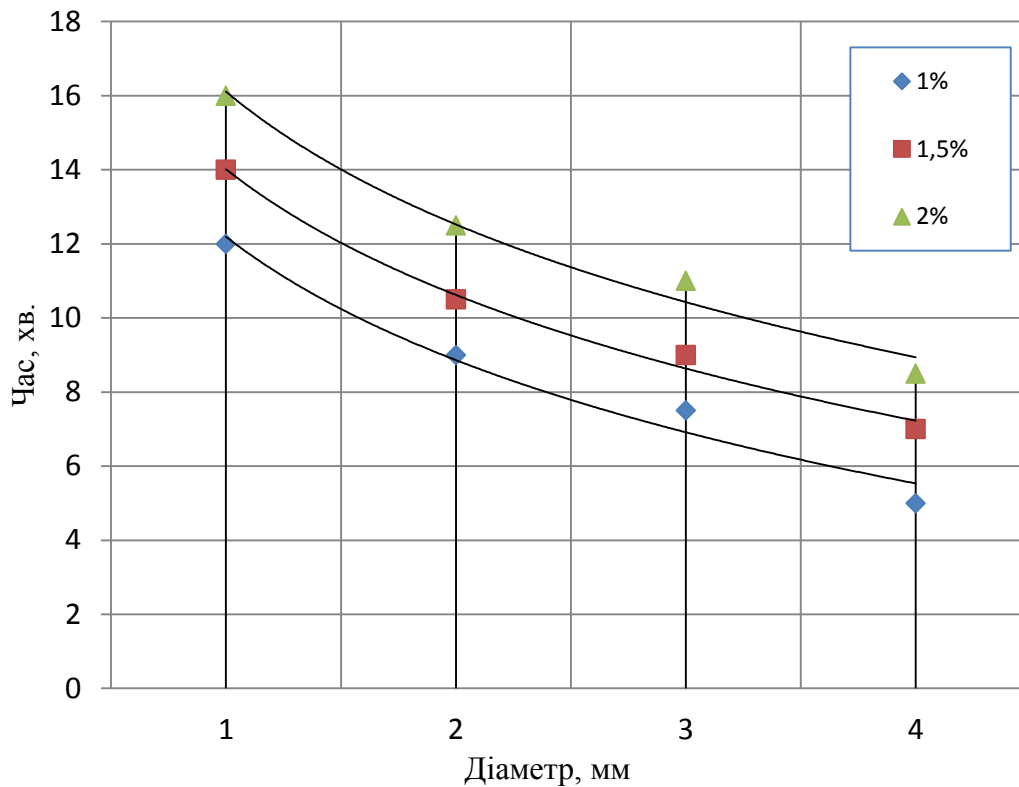


Рисунок 2. Залежності часу випарювання води з олії від діаметру електродів

Аналіз отриманих залежностей показує, що у всіх трьох емульсіях з різним вмістом води при однакових температурах емульсії та напруги на електродах, час випарювання найменший при використанні електродів діаметром 4 мм. Це можна пояснити збільшенням тепловиділення за законом Джоуля – Ленца завдяки збільшенню струму, що протікає між електродами. Процес утворення бульбашок на електродах діаметром 1,2 проходить локально, що неприпустимо для якісного очищення.

### Висновки

Результати досліджень дозволяють визначити час процесу електрофлотації та випарювання води з касторової олії при використанні електродів різних діаметрів.

### Список літератури

1. Дідур В.В., Дідур В.А., Назаренко І.П., Назарова О.П., Діденко О.В. Моделирование процесса очищения пресовой касторової олії методом флотації/ Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2018, Vol. 9, No. 3, 91-96 <https://doi.org/10.31548/me2018.03.091>



2. Болога М. К. Исследование процесса очистки диэлектрических жидкостей от механической примеси в постоянном электрическом поле / М. К. Болога [и др.] // Электронная обработка материалов. - 2001. - № 5. - С. 34-39.
3. ГОСТ 6757-96 Масло касторовое техническое. Технические условия. -1996 г.
4. Проскураков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химическо промышленности.- Изд-во «Химия».-1977.- 463 с.
5. Месеняшин А.И. Электрическая сепарация в силових полях.- М.: Недра, 1978.- С.175.
6. Берил И. И. Электросепарация фосфатидов подсолнечного масла / И. И. Берил, М. К. Болога // Электронная обработка материалов. - 1994. - №6. - С. 60-63.
7. С.А. Нагорнов, Д.С.Дворецкий, С.В.Романов /Техніка та технології виробництва та переробки рослинних олій/ м.Тамбов 2010г. ГО ВПО ТГТУ.
8. Назаренко І. П. Теоретичні дослідження взаємодії електричного поля з діелектричними суспензіями в багатоелектродних системах / І. П. Назаренко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наук. фах. видання / ТДАТУ.- Мелітополь, 2012. - Вип. 12, т. 1. - С. 35-45.
9. К теории очистки диэлектрических жидкостей от механической примеси в постоянном электрическом поле / Ф. П. Гросу [и др.] // Электронная обработка материалов. - 2001. - № 6. - с.35-40.
10. Патент України № 127279. Спосіб очищення рослинної олії. Дідур В.В., Діденко О.В., Дідур В.А., Левченко Д.В.: Заявник та власник Таврійський державний агротехнологічний університет.-U201801594. заяв.19.02.2018, опубл. 25.07.2018, Бюл. №4.
11. Болога М. К. Рафинация подсолнечного масла в электрическом поле: монография / М. К. Болога, И. И. Берилл ; АН Республики Молдова, Институт прикладной физики. - Молдова: Stinta, 2004.- 214 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫПАРИВАНИЯ ВОДЫ ИЗ  
КАСТОРОВОГО МАСЛА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ  
МНОГОЭЛЕКТРОДНЫХ СИСТЕМ**

**Назаренко И. П., Диденко А. В., Кушлык Р. В., Дубинина С. В.**

*Аннотация* - приведены результаты экспериментальных исследований процесса выпаривания воды из эмульсии "вода в касторовом масле" в электрическом поле, которое создается электродной системой цилиндрических электродов.



В экспериментальных исследованиях на электроды подавалась переменная высокое напряжение, при которой происходил процесс диэлектрофорезу и выпаривания воды из масла.

На основании эксперимента было получено зависимости времени выпаривания воды из масла при различном содержания воды от диаметра электродов.

Результаты исследований позволяют определить время процесса диэлектрофорезу и выпаривания воды из касторового масла при использовании электродов различных диаметров.

**Ключевые слова:** касторовое масло, вода, эмульсия, электрическое поле, электрод, выпаривания, напряжение, температура.

## STUDYING THE PROCESS OF WATER EVAPORATION WITH OF CASTOR OIL IN ELECTRIC FIELD OF MULTI-ELECTRODE SYSTEMS

I. Nazarenko, A. Didenko, R. Kushlyk S. Dubinina

### *Summary*

The results of experimental studies of the process of evaporation of water from the emulsion "water in castor oil" in the electric field are given. For the experiment, an electrode system was made of steel rods with diameters of 4 mm, 3 mm, 2 mm and 1.2 mm, with a total length of electrodes of 1 m, a distance between electrodes of 1 cm, which were alternately used during the experiment.

In the course of the experiment, the high-voltage variable voltage was applied to the electrodes, during which the process of the dielectrophoresis and the evaporation of water from the oil took place. The final indicator of evaporation was clear, pure oil. The evaporation time when using different diameters of the electrodes was fixed by a stopwatch. The voltage applied to the electrodes in all three experiments was 4.5 kV and was measured by an electrostatic voltmeter C-196.

On the basis of the experiment, we obtained the dependences of the time of evaporation of water from oil at a water content of 1, 1.5 and 2% of the diameters of the selected electrodes at a voltage of 4.5 kV electrodes.

The analysis of the obtained dependences shows that in all three emulsions with different water content at the same temperature of the emulsion and the voltage on the electrodes, the time of evaporation is the smallest when using electrodes with a diameter of 4 mm. This can be explained by an increase in the heat emission by the Joule-Lenz law due to an increase in the current flowing between the electrodes. The process of bubble formation on electrodes of diameter 1.2 passes locally, which is inadmissible for qualitative cleaning.

The results of studies allow to determine the time of the process of electrophoresis and evaporation of water from castor oil using electrodes of various diameters.

**Key words:** castor oil, water, emulsion, electric field, electrode, evaporation, voltage, temperature.