

УДК [621.3:537.212]:662.756.3 DOI: 10.31388/2078-0877-19-2-216-221

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

Назаренко І. П., д. т. н.,

Лобода О. І., к. т. н.,

Діденко О. В., аспірант\*,

Дубініна С. В.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

e-mail: ettp@tsatu.edu.ua

**Анотація** – представлені результати експериментальних досліджень процесу випарювання води з емульсії «вода в рициновій олії» в електричному полі. Обґрунтовано величини напруги на електродах при різному вмісті води в олії для забезпечення утворення парогазових бульбашок. Розглянуто процес пароутворення, який полягає у виникненні парогазових бульбашок на циліндричних електродах, що дає змогу не тільки видаляти воду з олії, але й використовувати бульбашки для флотаційного очищення рицинової олії.

**Ключові слова** – емульсія, електричне поле, електрод, випаровування, напруга, температура.

*Постановка проблеми.* Рицинова олія являє собою цінний продукт, який використовується в парфумерній промисловості, медицині, електротехніці. Якість її перш за все визначається наявністю в ній залишків не видалених домішок та води.

Однією з операцій технології очищення рицинової олії є додавання до олії води з метою гідратації фосфатидів, білків та інших органічних речовин, що знаходяться в колоїдному стані для наступного вилучення механічними або іншими методами. У зв'язку з тим, що рицинова олія має велику в'язкість, процес очищення супроводжується значними енергозатратами. Особливу складність має видалення остатків вологи після гідратації. Залишки вологи суттєво знижують органолептичні показники олії, і головне – її діелектричні властивості. Тому ефективне очищення рицинової олії від рослинних домішок і води є важливою як господарською, так і науковою проблемою [1].

*Аналіз останніх досліджень.* Серед відомих методів очищення олій (фільтрація, центрифугування, відстоювання в полі гравітаційної

сили та ін.) [2] можна виділити очищення олій, як діелектричних рідин, в електричному полі [3, 4, 5]. При цьому використовується як поле високої напруженості постійного струму, пульсуюче електричне поле і біжуче поле змінного струму [6, 7, 8]. В роботі [9] запропоновано спосіб очищення рицинової олії від рослинних та механічних домішок в електричному полі, що створюється електродами у вигляді ряду паралельних циліндрів. В такій системі гідратовані частинки рослинних домішок та краплі води під дією діелектрофоретичної сили [8] рухаються до поверхні електродів. На поверхні електродів відбувається процес пароутворення у вигляді дрібних бульбашок. Утворені бульбашки закріплюються на частинках гідратованих рослинних домішок і виносять їх на поверхню олії таким чином здійснюючи її очищення методом флотації. Цей процес залежить від таких факторів як напруга на електродах, вміст води в олії, геометричні параметри системи електродів.

*Мета досліджень* полягає в обґрунтуванні величини напруги на електродах при різному вмісті води в олії на підставі експериментальних досліджень.

*Основні матеріали дослідження.* В експериментальних дослідженнях використано рицинову олію, отриману в лабораторних умовах холодним пресуванням, та очищену медичну рицинову олію.

Експериментальні дослідження проводились на установці, яка складається з камери об'ємом  $500 \text{ см}^3$  (рис. 1), джерела високої напруги (до 7 кВ) для живлення електродної системи та джерела низької напруги (до 5 В) для живлення нагрівача. Джерела живлення на рис. 1 не показані. Нагрівач являє собою дротяний провідник з високоомної сталі, який укладено на дно камери і екрановано металевією сіткою. Електродна система виготовлена зі сталевих стрижнів діаметром 2 мм. Загальна довжина електродів – 1 м, відстань між електродами – 1 см.

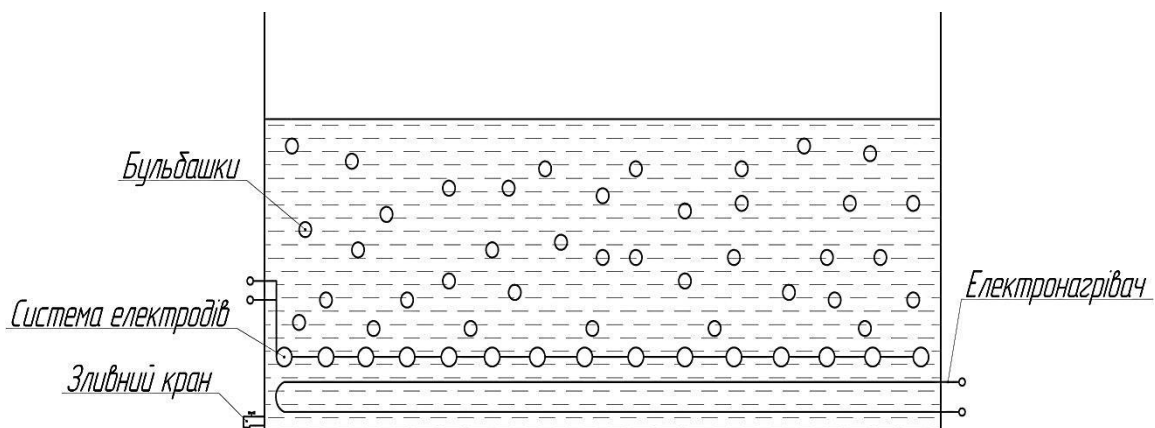


Рис.1. Камера обробки емульсії «вода в олії» в електричному полі великої напруженості.

Як джерело живлення низької напруги для нагрівача використовувався знижувальний трансформатор. Для отримання високої напруги - підвищувальний трансформатор ТСВЗ-1020, який з метою регулювання напруги підключався через лабораторний автотрансформатор. Висока напруга вимірювалась електростатичним вольтметром С-196.

Для проведення експериментальних досліджень були приготовлені емульсії «вода в олії» з вмістом води 1%, 2% і 3%. Емульсія готувалась змішувачем Homognizer MPV-302 протягом 1 хвилини.

Отримана емульсія заливалася в камеру, де підігрівалась електричним нагрівачем поступово від 30 до 100 °С. Температура вимірювалась ртутним термометром і фіксувалась з інтервалом в 10 °С. При кожній з фіксованих температур визначалась напруга на електродах, при якій починався процес виділення парогазових бульбашок на електродах.

На підставі експериментів отримано залежності напруги на електродах, при якій починається випаровування води з виникненням парогазових бульбашок на електродах, від температури емульсії при різному вмісті води в олії: на рис. 2 – для очищеної олії; на рис. 3 – для неочищеної.

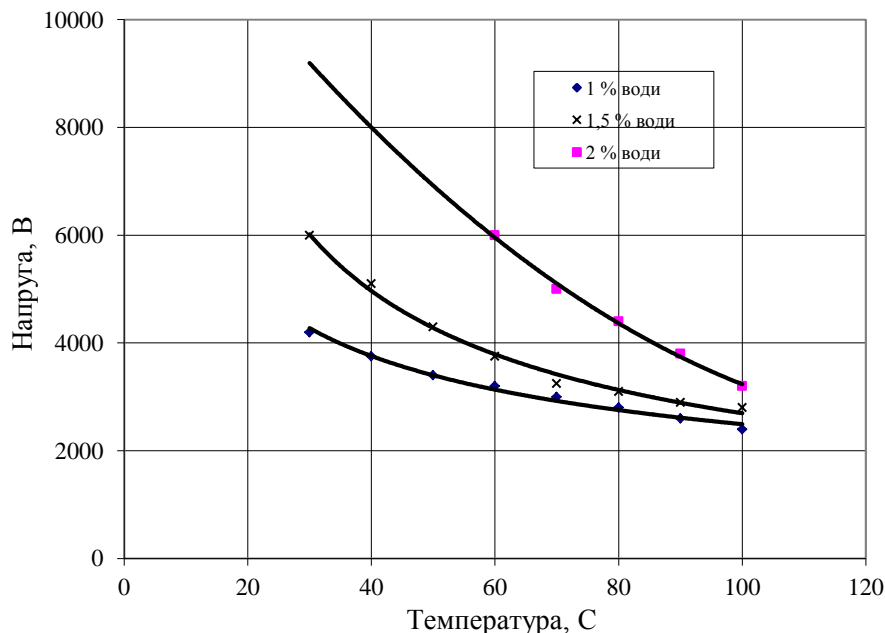


Рис. 2. Залежності напруги початку пароутворення на електродах від температури очищеної олії при різному вмісті води в емульсії «вода в олії».

Аналіз отриманих залежностей показує, що напруга початку виникнення бульбашок зменшується з підвищенням температури. З

підвищенням вмісту води в олії напруга збільшується, що можна пояснити більшими енерговитратами на випарювання.

Зменшення напруги для неочищеної олії (рис. 3) по відношенню до очищеної (рис. 2) пояснюється більш високою електропровідністю неочищеної олії і відповідно більшим Джоулевым тепловиділенням при проходженні струму. Утворення парогазових бульбашок на поверхні електродів пояснюється найбільшою густиною струму поблизу електроду і відповідним питомим тепловиділенням, яке веде до локального нагріву емульсії до величини температури закипання крапель води.

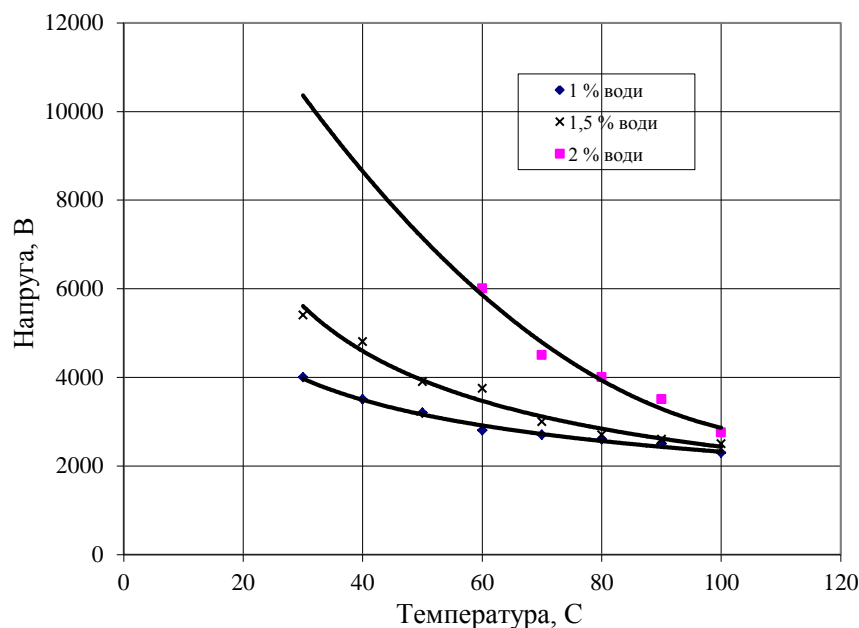


Рис. 3. Залежності напруги початку пароутворення на електродах від температури неочищеної олії при різному вмісті води в емульсії «вода в олії».

*Висновки.* 1. Результати експериментальних досліджень дозволяють визначити технологічні параметри процесу пароутворення в емульсії «вода в олії», зокрема, напругу, при якій починається процес паровиділення на електродах при різних температурах і вмісті води.

2. Процес пароутворення полягає у виникненні парогазових бульбашок на циліндричних електродах, що дає змогу не тільки видаляти воду з олії, але й використовувати бульбашки для флотажного очищення рицинової олії.

Література:

1. ГОСТ 6757-96. Масло касторовое техническое. Технические условия. [Дата введения 1997-01-01]. Москва, 1996. 44 с.

2. Проскуряков В. А., Шмидт Л. И. Очистка сточных вод в химической промышленности. Ленинград: Химия, 1977. 463 с.

3. *Месеняшин А. И.* Электрическая сепарация в силовых полях. Москва: Недра, 1978. 175 с.

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

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

6. 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.

7. 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.

8. *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.

9. Спосіб очищення рослинної олії : пат. 127279 Україна : МПК (2006): C11B 3/00, B03D 1/008 (2006.01) № а 201801594. заяв.19.02.2018; опубл. 25.07.2018, Бюл. № 14.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИСПАРЕНИЯ ВОДЫ ИЗ КАСТОРОВОГО МАСЛА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

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

**Аннотация** – представлены результаты экспериментальных исследований процесса испарения воды из эмульсии «вода в рапсовом масле» в электрическом поле. Обосновано величины напряжений на электродах при разном содержании воды в масле для обеспечения образования парогазовых пузырей. Рассмотрен процесс парообразования, который заключается в возникновении парогазовых пузырьков на цилиндрических электродах, что дает возможность не только выделять воду из масла, но и использовать пузырьки для флотационной очистки касторового масла.

## STUDY OF THE PROCESS OF EVAPORATION OF WATER FROM CASTOR OIL IN AN ELECTRIC FIELD

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

### *Summary*

**Setting objectives.** Ricinus oil is a valuable product that is used in the perfume industry, medicine, and electrical engineering. Its

quality is primarily determined by the presence of residues of unpolluted impurities and water in it.

One of the operations of the cleaning technology of castor oil is the addition to the oil of water for the purpose of hydration of phosphatides, proteins and other organic substances that are in colloidal state for subsequent extraction by mechanical or other methods. Particular difficulty is the removal of moisture after hydration. The moisture residues significantly reduce the organoleptic characteristics of the oil, and the main thing is its dielectric properties. Therefore, effective cleaning of castor oil from plant impurities and water is important as an economic and scientific problem.

**Research results.** On the basis of experiments, we obtained dependences of the voltage on the electrodes, at which the evaporation of water begins with the appearance of vapor-gas bubbles on the electrodes from the temperature of the emulsion at a different content of water in the oil. Analysis of the obtained dependencies showed that the voltage of the onset of bubbles decreases with increasing temperature. With an increase in the water content in the oil, the voltage increases, which can be explained by higher energy expenditure on evaporation.

Reducing the voltage for untreated oil is explained by the higher electrical conductivity of the crude oil and, consequently, by the higher Joule heat output when the current passes. The formation of vapor-gas bubbles on the surface of the electrodes is explained by the highest current density near the electrode and the corresponding specific heat dissipation, which leads to the local heating of the emulsion to the temperature of boiling water droplets.

**Conclusions.** 1. The results of experimental studies allow to determine the technological parameters of the vaporization process in the emulsion "water in oil", in particular, the voltage at which the process of steam evolution on the electrodes at various temperatures and water content begins. 2. The process of steam formation consists in the emergence of vapor-gas bubbles on cylindrical electrodes, which allows not only to remove water from oil, but also to use bubbles for flotation cleaning of castor oil.