

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КУШЛИК РУСЛАН РОМАНОВИЧ

УДК 662.756.3:620.178.2

**ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО
КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОПАЛЬНОГО**

Спеціальність 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Мелітополь – 2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Таврійському державному агротехнологічному університеті Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Назаренко Ігор Петрович,
Таврійський державний агротехнологічний університет, декан енергетичного факультету

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Червінський Леонід Степанович,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
професор кафедри електроприводу та електротехнологій ім. проф. С.П.Бондаренка

доктор технічних наук, професор
Кунденко Микола Петрович
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,
завідувач кафедри інтегрованих електротехнологій та процесів

Захист відбудеться « 8 » червня 2018 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 18.819.01 у Таврійському державному агротехнологічному університеті за адресою: 72310, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18, ауд. 1.111

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Таврійського державного агротехнологічного університету за адресою: 72310, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр.Б.Хмельницького, 18.

Автореферат та дисертація розміщені за адресою в мережі Internet www.tsau.edu.ua/nauka/category/dissertation.

Автореферат розісланий « 27 » квітня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

О.Ю.Вовк

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасне сільське господарство є одним із основних споживачів дизельного пального. Відсутність в Україні достатньої кількості власних запасів нафтових палив приводить до необхідності реструктуризації паливно-енергетичного комплексу шляхом зменшення споживання моторних палив за рахунок застосування енергозберігаючих технологій та переходу на альтернативні види палив.

Проведений аналіз різних видів альтернативних палив показав, що для України найбільш перспективним є застосування сумішевого мінерально-рослинного пального, яке складається із метилового ефіру ріпакової олії (МЕРО) і дизельного пального (ДП).

В 2015 році в Україні введено стандарт «Паливо дизельне ЄВРО». Технічні умови. ДСТУ 7688:2015. Стандарт передбачає сертифікацію дизельного пального з добавкою об'ємної частки метилових/етилових естерів жирних кислот (МЕЖК): В0–у разі їх відсутності; В5–не більше ніж 5%; В7 – понад 5% та не більше ніж 7%.

Як показує практика, при зростанні частки МЕРО у ДП більше 7%, в'язкість біопального підвищується. Унаслідок цього відбувається коксування паливної апаратури, зниження потужності дизельного двигуна і зростання витрат ним пального.

Такий стан речей створює народногосподарську проблему, яка полягає в економії енергоресурсів в сільськогосподарському виробництві. Через зростання попиту на нафту у світі буде безперервно зростати її вартість і дефіцит. Негативні наслідки цієї ситуації можуть призвести до зменшення виробництва продукції рослинництва. Враховуючи те, що Україна споживає для потреб аграрно-промислового комплексу близько двох мільйонів тон «світлих» нафтопродуктів, то одним із шляхів вирішення даної проблеми є впровадження біопального з високим вмістом МЕРО в дизельне паливо. Проте основними труднощами при вирішенні даної проблеми є те, що великий вміст МЕРО призводить до зниження функціональних характеристик сільськогосподарських мобільних агрегатів.

Для усунення даної проблеми висунута наукова гіпотеза про те, що одночасна обробка сумішевого біопального ультразвуком і НВЧ електромагнітним полем при більшій концентрації МЕРО ніж 7%, може привести до покращення його функціональних властивостей, що в кінцевому етапі призведе до зменшення його споживання на одиницю продукції без погіршення експлуатаційних характеристик мобільних агрегатів.

Пошуки шляхів вирішення цієї задачі слід вважати актуальним напрямом наукових досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Дослідження, що склали основу дисертаційної роботи, виконувались в Таврійському державному агротехнологічному університеті за державною програмою «Розробка енерго-ресурсозберігаючих електротехнологій та пристроїв підвищення продуктивності та якості біологічних об'єктів з використання електромагнітних полів різного спектрального діапазону» (2016–2020 рр. № державної реєстрації № 0116U002722)

та державною програмою «Підвищення надійності технічних та зрошувальних систем та комплексів АПК» (2016-2020 рр. № державної реєстрації №0116U002743), роль автора у виконанні яких полягала в теоретичному обґрунтуванні параметрів електротехнологічного комплексу, експериментальних дослідженнях впливу ультразвукової, НВЧ електромагнітної і механічної обробки з метою покращення функціональних властивостей біопального, розробці, виготовленню і випробуванні електротехнологічного комплексу в виробничих умовах.

Мета і задачі дослідження. *Метою* дисертаційного дослідження є обґрунтування параметрів електротехнологічного комплексу обробки сумішевого біопального для покращення його функціональних властивостей.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні *задачі*:

1. Провести аналіз причин заміни світлих нафтопродуктів на мінерально-рослинні палива, аналіз рослинних палив і існуючих пристроїв обробки мінерально-рослинних палив для покращення їх функціональних властивостей.

2. Теоретично обґрунтувати параметри електротехнологічного комплексу для покращення функціональних властивостей біопального.

3. Експериментально обґрунтувати і дослідити вплив ультразвуку на в'язкість біопального в залежності від часу обробки, інтенсивності і частоти, вплив НВЧ електромагнітного поля і вплив обробки пального в механічному гомогенізаторі на в'язкість в залежності від часу обробки.

4. Розробити і випробувати в виробничих умовах електротехнологічний комплекс для покращення функціональних властивостей біопального.

5. Економічно обґрунтувати ефективність використання електротехнологічного комплексу для покращення функціональних властивостей біопального.

Об'єкт дослідження – процес гомогенізації сумішевого біопального ультразвуком, НВЧ електромагнітним полем та механічною обробкою.

Предмет дослідження – закономірності процесу гомогенізації під дією ультразвуку, НВЧ електромагнітного поля та механічної обробки на в'язкість біопального.

Методи дослідження. В основу методів дисертаційного дослідження покладено елементи теорії пружності і теорії коливань, методи теорії звуку, теорії електроакустичних перетворювачів, теоретичні основи електротехніки.

Експериментальні дослідження проводили із застосуванням ультразвукової, НВЧ електромагнітної установок і механічного гомогенізатора з використанням контрольних і вимірювальних засобів підвищеної точності. Достовірність отриманих результатів досліджень обумовлена застосуванням методів регресійного аналізу та методів метрології.

Наукова новизна одержаних результатів.

Основні положення роботи, які визначають новизну наукових результатів досліджень, полягають у наступному:

вперше – доказано зменшення в'язкості сумішевого біопального, яке складається із мінерального дизельного пального і МЕРО після сумісної обробки його ультразвуком і НВЧ електромагнітним полем, що дає можливість зменшити

коксування паливної апаратури і зменшити витрати пального по відношенню до необробленого біопального. Отримано графічні залежності в'язкості біопального від часу обробки, частоти і інтенсивності ультразвуку, потужності НВЧ електромагнітного поля, що дозволило визначити параметри обробки.

вперше – отримано залежності тангенса кута діелектричних втрат від концентрації МЕРО в дизельному пальному необробленому і обробленому ультразвуком, НВЧ електромагнітним полем і в механічному гомогенізаторі, що надало можливість визначати технологічні параметри обробки експрес-методом та корегувати їх в виробничих умовах.

удосконалено – алгоритм вибору технологічних параметрів, при яких рекомендується проводити обробку сумішевого біопального ультразвуком і НВЧ електромагнітним полем, що на відміну від існуючих, містить фактори: час обробки ультразвуком і НВЧ електромагнітним полем, потужність ультразвуку в камері, потужність НВЧ електромагнітного поля, що надало можливість покращити функціональні властивості біопального.

Практичне значення результатів досліджень полягає у підтвердженні гіпотези щодо техніко-економічної доцільності покращення функціональних властивостей біопального шляхом його обробки ультразвуком та НВЧ електромагнітним полем, що дозволило зменшити годинні витрати біопального.

На основі отриманих теоретичних і експериментальних даних розроблено електротехнологічний комплекс для обробки сумішевого біопального, який пройшов випробування і впровадження в фермерському господарстві «Каріна» Веселівського району Запорізької області і в ТОВ «Укргарден» Мелітопольського району Запорізької області, що засвідчується відповідними документами (акти впровадження наукової розробки від 27.09.17р і 10.10.17р відповідно). Також електротехнологічний комплекс впроваджено в навчальний процес на кафедрі «Електротехнологія і теплові процеси» ТДАТУ (акт впровадження наукової розробки від 21.09.17). Спосіб покращення якості сумішевого біопального захищено патентом України 110097UA, МПК (2016.01) F02M 27/08, H15/00, C10L 1/00.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні аналітичного огляду альтернативних біопалив й особливостей їх застосування, аналізу існуючих пристроїв для обробки біопалив [1,2,3,11]; теоретичному обґрунтуванні параметрів електротехнологічного комплексу [8]; експериментальних дослідженнях впливу ультразвукової, НВЧ електромагнітної і механічної обробки сумішевого біопального [4,5,6,7,9,10,12,13,14]; проектуванню і виготовленню електротехнологічного комплексу для обробки сумішевого біопального; проведенню лабораторних досліджень і виробничих випробувань електротехнологічного комплексу в лабораторіях ТДАТУ та в умовах фермерського господарства «Каріна» Веселівського району Запорізької області і ТОВ «Укргарден» Мелітопольського району Запорізької області.

Апробація результатів досліджень. Основні результати дисертаційної роботи викладено в доповідях на науково-технічних конференціях викладачів та аспірантів Таврійського державного агротехнологічного університету (м. Мелітополь, 2015–2017рр.), Харківському національному технічному університеті

сільського господарства імені Петра Василенка (Міжнародні науково–практичні конференції «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». м. Харків, 2015, 2016 рр.), Національному університеті біоресурсів та природокористування України, (Міжнародні науково–практичні конференції «Проблеми та перспективи розвитку енергетики і автоматики в системі природокористування». м. Київ 2014, 2015, 2017 рр.), XVII–тій міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки» присвяченій 116–річниці з дня народження академіка Петра Мефодійовича Василенка м. Суми, 2016 р.

Публікації. За результатами досліджень здобувачем опубліковано 14 друкованих праць із яких 8 у фахових виданнях України, 1 – у закордонному виданні, 1 патент, 4 – тези доповідей. Із 14 публікацій 6 написані автором особисто.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку літератури з 129 найменувань та 8 додатків на 61 сторінці. Дисертація викладена на 167 сторінках і включає 12 таблиць та 64 рисунка.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету та задачі наукового дослідження, зазначено зв'язок роботи з науковими програмами, викладено наукову новизну, практичне значення та апробацію результатів досліджень, публікації та впровадження.

У першому розділі – «*Стан проблеми і задач досліджень*» наголошується, що основною причиною заміни нафтових продуктів на інші є те, що світові запаси нафти з кожним роком скорочуються, її велика вартість, а також негативний вплив пального із нафти на навколишнє середовище.

На підставі результатів досліджень, проведених Уханов А.П., Надикто В.Т., Дідур В.А., Семенов В.Г., Шашев А.В., Антипов, В.В., Кочетков М.Н., Пономарьов В.Е., Вальєхо М.П., Войтов В.А., Ліньков О.Ю., Іванов В.А., Савельєв Г.С., Коршунов Д.А., Турлаков Я.В., Фомін В.Н., Шустер А.Ю., Фадєєв С.А., Коваленко В.П., Буряков А.С., Ліскутіна А.П., Малахов К.С., Шматок О.І., Фокін Р.В., Громаков А.В., Кіресєва Н.С. та інших дослідників встановлено, що до чинників ефективності використання біопального в АПК відносяться поновлюваність, екологічність, економія дизельного пального, застосування пального без конструктивних змін двигуна, підвищення ресурсу двигуна. Усе це дає значну економію при внутрішньогосподарському способі виробництва. Недоліками, стримуючими використання сумішевого біопального, є підвищена в'язкість, коксованість, розшарування на початковій складові, а також втрата потужності, підвищена витрата пального дизельним двигуном.

Одним із перспективних шляхів в Україні є застосування сумішевого біопального, яке складається із МЕРО і дизельного пального. Згідно з твердженням дослідників від вибору відповідного обладнання або пристроїв для обробки дизельного пального і МЕРО залежить ефективність обробки сумішевого біопального. Проведено аналіз існуючих пристроїв для обробки мінерально–

рослинних палив, відмічена їх низька ефективність і обґрунтована необхідність застосування ультразвукових та НВЧ апаратів в якості пристроїв для обробки.

Одночасна обробка біопального ультразвуком і НВЧ електромагнітним полем може покращити функціональні властивості сумішевого біопального і в першу чергу зменшити в'язкість біопального до в'язкості мінерального дизельного пального, що на даний час не досліджувалось і є невирішеним питанням.

У другому розділі – «Теоретичне обґрунтування параметрів електротехнологічного комплексу для покращення функціональних властивостей біопального» для забезпечення якісної обробки складових біопального використано ультразвукову обробку в сукупності з обробкою у НВЧ електромагнітному полі. Ультразвукову обробку потрібно вести в кавітаційному режимі, який забезпечує перемішування завдяки гідродинамічним течіям на макрорівні і кавітації на мікрорівні. Надвисокочастотна електромагнітна обробка дозволяє здійснити рівномірний нагрів і обробку суміші одночасно з ультразвуковим впливом. При опроміненні сумішевого пального НВЧ частотою 2,45 ГГц відбувається його обробка і нагрівання в змінному електричному полі, під дією якого матеріал поляризується, при цьому здійснюється робота по подоланню сил внутрішніх зв'язків атомів, молекул, заряджених комплексів. Більша частина цієї роботи перетворюється в тепло. Потужність, яка виділяється в біопальному, зазвичай відноситься до одиниці об'єму. Так як вихідна (корисна) мікрохвильова потужність магнетрона знаходиться в межах 100 – 800 Вт (стандарт ІЕС–705), то необхідна потужність НВЧ пристрою для електротехнологічного комплексу буде визначатись після проведення експериментальних досліджень.

Для забезпечення кавітаційного режиму параметри ультразвукового поля (інтенсивність і частота) повинні мати певні значення. Відомо, що кавітаційний режим найбільш ефективний в діапазоні частот від 20 до 200 кГц. В цьому діапазоні для отримання ультразвуку раціонально використовувати магнітотриксійні перетворювачі, при цьому найпоширеніший діапазон частот з технічних зручностей лежить в межах від 20 до 40 кГц. Для забезпечення ультразвукової кавітації в цьому діапазоні інтенсивність ультразвуку складає від 1 до 5 Вт/см².

При розповсюдженні ультразвуку в середовищі його інтенсивність зменшується, що характеризується коефіцієнтом поглинання. Величина цього коефіцієнту для рідини незначна. Але у разі, якщо рідина насичена кавітаційними бульбашками коефіцієнт поглинання в залежності від інтенсивності може досягати для рідини з в'язкістю 4 мПа·с (біопального) величини 1 дБ/см при інтенсивності 5 Вт/см². Тому приймаємо середній коефіцієнту поглинання 0,5 дБ/см (0,0575 Нп/см).

Відстань на якій інтенсивність зменшиться від однієї величини до іншої розраховується за формулою:

$$l = \frac{10}{\alpha} \log \frac{W_1}{W_2}. \quad (1)$$

У даному рівнянні прийнято наступні позначення: l – довжина камери обробки (навантаження), см; α – коефіцієнт поглинання, дБ/см; W_1 , W_2 – інтенсивність ультразвуку на початку та в кінці камери обробки відповідно, Вт/см².

Розрахунок відстані за формулою (1) при $\alpha=0,5$ дБ/см, $W_1=5$ Вт/см², $W_2=1$ Вт/см², дає результат $l=14$ см.

Для теоретичного аналізу наведемо співвідношення для параметрів ультразвукової хвилі. Діюче значення коливальної швидкості ультразвукової хвилі:

$$v = \frac{p}{\rho \cdot c} = \frac{p}{\xi} = \frac{f}{S \cdot \xi} = \frac{f}{S \cdot \rho \cdot c} \quad (2)$$

У даному рівнянні прийнято наступні позначення: v – діюче значення коливальної швидкості, м/с; p – діюче значення тиску, Па; ρ – густина речовини, кг/м³; c – швидкість звуку в речовині, м/с; ξ – питомий акустичний опір матеріалу, Па·с/м; f – сила, Н; S – площа, м².

Інтенсивність ультразвуку:

$$W = \frac{P}{S} = \frac{p^2}{\rho \cdot c} = v^2 \cdot \rho \cdot c = p \cdot v \quad (3)$$

Електроакустична система включає генератор електричних коливань ультразвукової частоти, електроакустичний перетворювач та камеру (рис. 1).

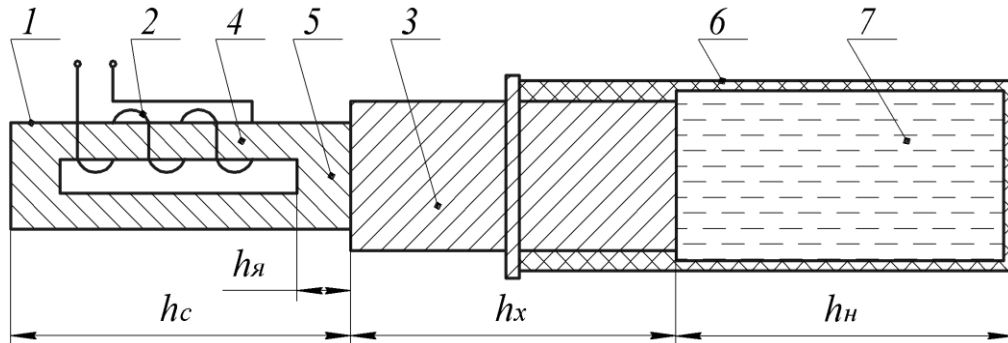


Рис. 1. Електроакустична система для обробки сумішевого біопального: 1 – пакет пластин; 2 – обмотка збудження і підмагнічування; 3 – хвилевод; 4 – активні стрижні пакету; 5 – ярмо пакету; 6 – камера обробки; 7 – біопальне

Аналіз роботи електроакустичної системи будемо вести на підставі еквівалентної схеми заміщення (рис. 2).

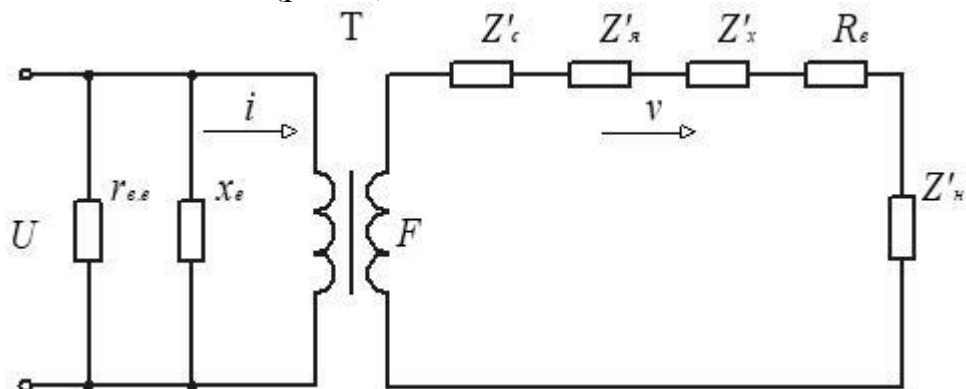


Рис. 2. Еквівалентна схема заміщення електроакустичного перетворювача

Вона включає електромеханічний трансформатор T на електричній стороні якого враховано індуктивний опір обмотки збудження x_e та опір електричних втрат $r_{e.e}$. На механічній стороні послідовно з'єднані акустичні опори активних стрижнів

паketу Z'_c , ярма пакету $Z'_я$, хвилеводу Z'_x , навантаження $Z'_н$ та опір механічних втрат R_6 , що приведені до активних стрижнів пакету.

Для розрахунку акустичних опорів еквівалентної схеми заміщення, приведених до активних стрижнів пакету були визначені наступні параметри:

вхідний опір хвилеводу:

$$Z_{BX.X} = \xi_x S_x \frac{Z_{BX.H} \cos(k_x h_x) - j \xi_x S_x \sin(k_x h_x)}{\xi_x S_x \cos(k_x h_x) - j Z_{BX.H} \sin(k_x h_x)}; \quad (4)$$

де ξ_x – питомий акустичний опір матеріалу хвилеводу, Па·с/м; S_x – площа перерізу хвилеводу, м²; k_x – хвильове число матеріалу хвилеводу, рад/м.

хвильове число:

$$k = \frac{\omega}{c}; \quad (5)$$

де ω – кутова частота, рад/с; c – швидкість звуку в матеріалі, м/с.

вхідний опір ярма:

$$Z_{BX.Я} = \xi_я S_я \frac{Z_{BX.X} \cos(k_я h_я) - j \xi_я S_я \sin(k_я h_я)}{\xi_я S_я \cos(k_я h_я) - j Z_{BX.X} \sin(k_я h_я)}. \quad (6)$$

де $\xi_я$ – питомий акустичний опір матеріалу ярма, Па·с/м; $S_я$ – площа перерізу ярма, м²; $k_я$ – хвильове число матеріалу ярма, рад/м; $h_я$ – довжина ярма, м.

Вхідний опір поглинаючого шару рідини, який є навантаженням електроакустичної системи:

$$Z_{BX.H} = \xi_H S_H \frac{\xi_H S_H sh(\gamma_H h_H) + j Z_{BX.B} ch(\gamma_H h_H)}{Z_{BX.B} sh(\gamma_H h_H) + j \xi_H S_H ch(\gamma_H h_H)}. \quad (7)$$

де ξ_H – питомий акустичний опір матеріалу навантаження, Па·с/м; S_H – площа перерізу камери навантаження, м²; k_H – хвильове число матеріалу навантаження, рад/м; h_H – довжина камери навантаження, м; $Z_{BX.B}$ – вхідний опір випромінювання, кг/с; γ_H – комплексне хвильове число речовини навантаження, рад/м.

Комплексне хвильове число:

$$\gamma_H = \alpha_H - j k_H. \quad (8)$$

Вхідний опір навантаження хвилеводу на ярмо пакета, що приведений до його активних стрижнів:

$$\begin{aligned} Z'_{BX.X} &= \xi_я S_я \frac{Z_{BX.X} \cos(k_я h_я) - j \xi_я S_я \sin(k_я h_я)}{\xi_я S_я \cos(k_я h_я) - j Z_{BX.X} \sin(k_я h_я)} + j \xi_я S_я \operatorname{tg}(k_я h_я) = \\ &= \frac{Z_{BX.X}}{\cos^2(k_я h_я) \left(1 - j \frac{Z_{BX.X}}{\xi_я S_я} \operatorname{tg}(k_я h_я)\right)}. \end{aligned} \quad (9)$$

Власний опір хвилеводу, що приведений до активних стрижнів пакету:

$$Z'_x = \frac{Z_x}{\cos^2(k_x h_x) \left(1 - j \frac{Z_x}{\xi_x S_x} \operatorname{tg}(k_x h_x)\right)} = \frac{-j \xi_x S_x \operatorname{tg}(k_x h_x)}{\cos^2(k_x h_x) \left(1 - \frac{\xi_x S_x \operatorname{tg}(k_x h_x)}{\xi_x S_x} \operatorname{tg}(k_x h_x)\right)}. \quad (10)$$

Опір навантаження на хвилевод, що приведений до ярма:

$$\begin{aligned}
 Z_H'' &= Z_{BX.X} - Z_X = \xi_X S_X \frac{Z_{BX.H} \cos(k_X h_X) - j \xi_X S_X \sin(k_X h_X)}{\xi_X S_X \cos(k_X h_X) - j Z_{BX.H} \sin(k_X h_X)} + j \xi_X S_X \operatorname{tg}(k_X h_X) = \\
 &= Z \frac{\operatorname{ctg}^2(k_X h_X) + 1}{\operatorname{ctg}^2(k_X h_X) - j \operatorname{ctg}(k_X h_X)} \frac{Z_{BX.H}}{\xi_X S_X}.
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

Для кавітуючого в ультразвуковому полі біопального коефіцієнт поглинання $\alpha=5,75$ Нп/м, швидкість ультразвуку $c=1250$ м/с, то відповідно до формул (5) та (8) $\gamma_H=5,75-j\omega/1250$. Для таких умов при частоті 22 кГц залежності акустичних опорів від довжини камери обробки мають вигляд, представлений на рис. 3. Отримані залежності мають періодичний затухаючий вигляд і на відстані близько розрахункової (14 см) амплітуда навантаження змінюється від 2000 до 4000 кг/с (рис. 3). При фіксованій довжині камери (14 см) та змінній частоті точне значення акустичних опорів навантаження складає величину, що лежить в межах від 1300 до 3500 кг/с (рис. 4). Побудова графічних залежностей здійснювалась за допомогою програми MATLAB.

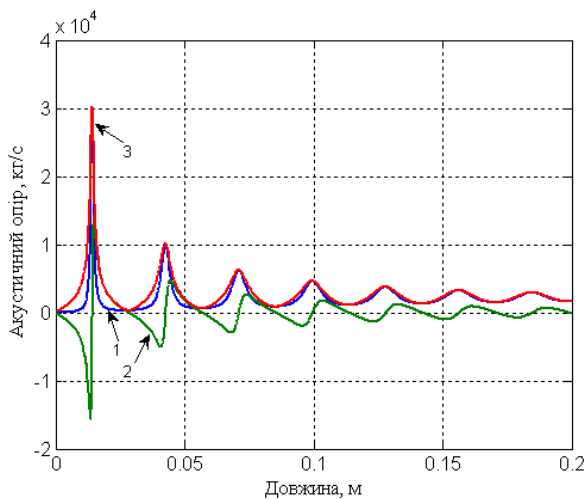


Рис. 3. Залежності вхідних акустичних опорів поглинаючого шару рідини від його довжини: 1 – активний опір; 2 – реактивний опір; 3 – повний опір

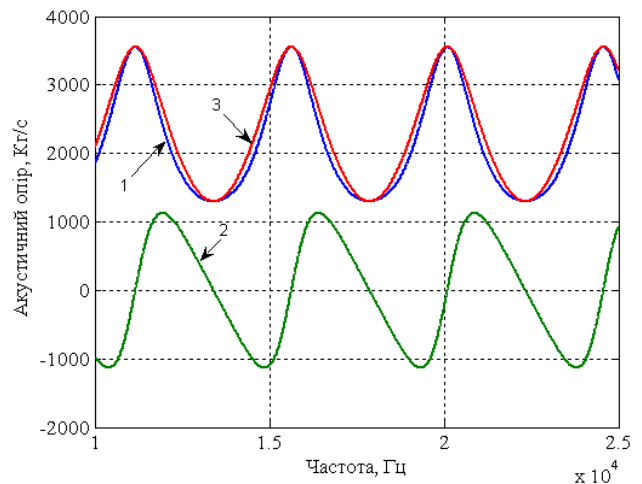


Рис. 4. Залежності вхідних акустичних опорів поглинаючого шару рідини від частоти ультразвуку: 1 – активний опір; 2 – реактивний опір; 3 – повний опір

Для розв'язання задачі обґрунтування частоти для забезпечення максимальної потужності були отримані залежності сили та потужності від частоти ультразвуку. Як видно із рис.5 максимальна сила відповідає частоті 22,8 кГц, яка і буде оптимальною з точки зору максимальної активної енергії, що виділяється в навантаженні. Мінімальне значення повної сили 180 Н відповідає частоті механічного резонансу системи. Залежності потужності від частоти (рис.6) підтвердили, що максимальна потужність відповідає частоті 22,8 кГц. Відхилення частоти від резонансної на ± 100 Гц приводить до відхилення потужності на 10%. Тому необхідно підтримувати частоту УЗ з точністю не менше 0,5%.

Врахування коефіцієнту поглинання $\alpha=5,75$ Нп/м для біопального дозволило визначити втрати енергії в шарі рідини та визначити параметри еквівалентної схеми заміщення. Для забезпечення обробки складових біопального отримані теоретичні результати надають можливість визначити електричні і механічні характеристики електроакустичної системи для обґрунтування та розрахунку складових електроакустичної системи: магнітострикційного перетворювача, хвилеводу та камери.

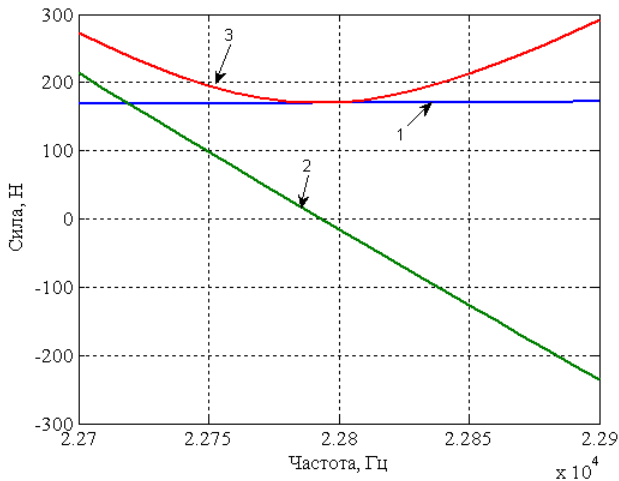


Рис. 5. Залежність сили в стрижнях пакету від частоти ультразвуку при інтенсивності в навантаженні 5 Вт/см²: 1 – активна сила; 2 – реактивна сила; 3 – повна сила

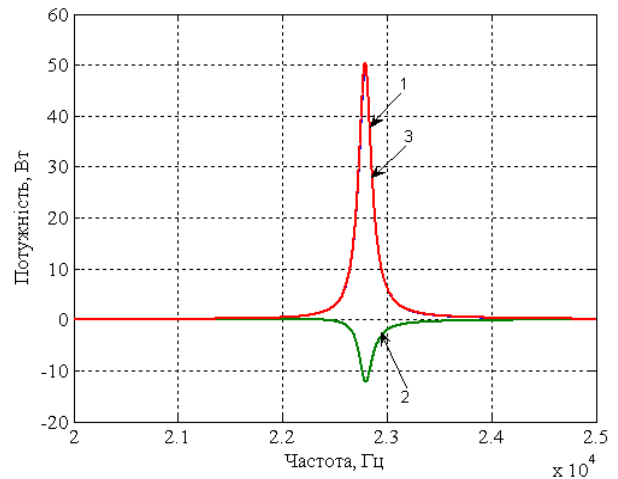


Рис. 6. Залежності потужності в шарі навантаження від частоти ультразвуку при силі в стрижнях пакету 180 Н: 1 – активна сила; 2 – реактивна сила; 3 – повна сила

У третьому розділі - «Експериментальні дослідження впливу ультразвукової, НВЧ електромагнітної і механічної обробки на сумішеве біопальне» програмою проведення експериментів передбачалось: визначення в'язкості і густини ДП, МЕРО і їх сумішей; визначення впливу УЗ, НВЧ ЕМП, механічної і сумісної УЗ і НВЧ електромагнітної обробки сумішевого біопального на в'язкість і густину; визначення тангенса кута діелектричних втрат в необроблених і оброблених сумішах; дослідження факторів, які впливають на в'язкість сумішевого біопального.

Дослідження проводили з використанням мінерального ДП Л-0,2-62 і МЕРО, який було вироблено на підприємстві ТОВ "Біонафта України" (м. Павлоград).

Дослідження впливу ультразвуку на суміші ДП і МЕРО проводили з використанням УЗ генератора УЗГ-0,4 і магнітострикційного перетворювача на частоті 22,8 кГц (рис. 7,а). Вплив НВЧ ЕМП проводили з використанням НВЧ-модуля на частоті 2,45 ГГц (рис. 7,б). Вплив механічної обробки на суміші ДП і МЕРО, проводили з використанням гомогенізатора МРВ-302 з частотою обертання мішалки 9000 об/хв. (рис. 7,в). Вимірювання в'язкості оброблюваних сумішей здійснювали з допомогою віскозиметра ВПЖ-4, а густини – ареометром. Для вимірювання кута діелектричних втрат у дизельному пальному, МЕРО і сумішах використовували установку «Тангенс-3М-3».

Методика визначення в'язкості і густини ДП, МЕРО і необроблених сумішей полягала в наступному. Експериментальні зразки сумішей готували із дизельного пального і МЕРО у процентному відношенні: 90 % ДП + 10% МЕРО (суміш 1), 80 % ДП + 20 % МЕРО (суміш 2), 70 % ДП + 30 % МЕРО (суміш 3), 60 % ДП + 40 %

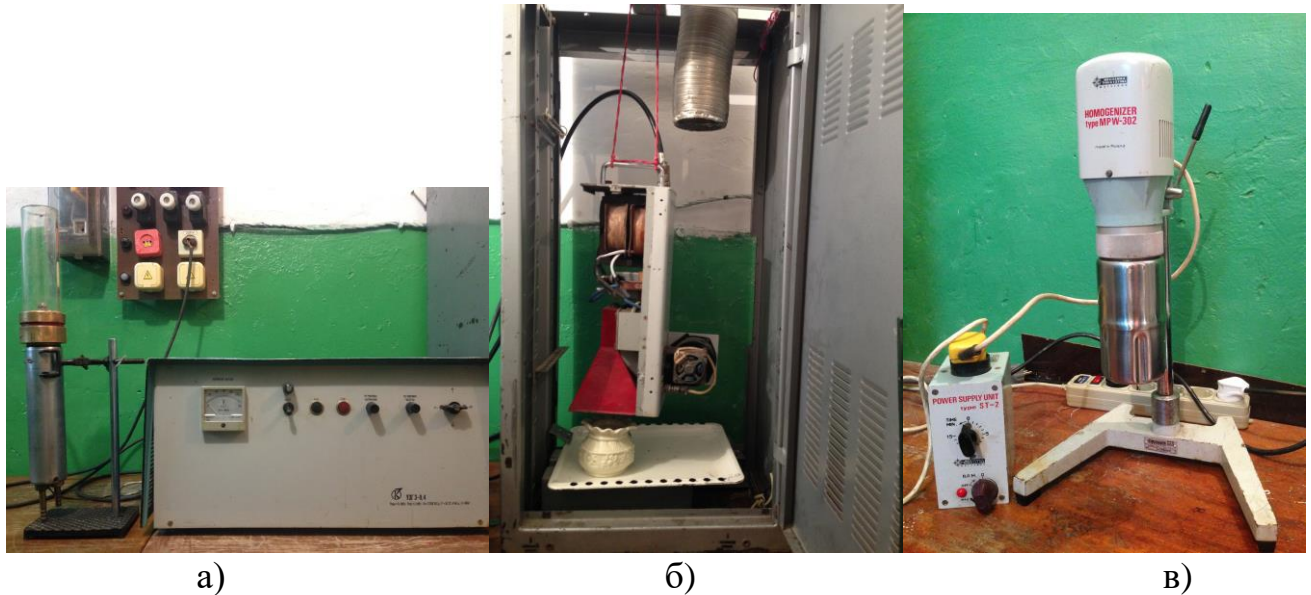


Рис.7. Експериментальна установка для дослідження впливу ультразвукової (а), НВЧ електромагнітної (б) і механічної (в) обробки біопального

МЕРО (суміш 4), 50 % ДП + 50 % МЕРО (суміш 5). Суміші перемішували лабораторною електричною мішалкою протягом 2 хв. За допомогою віскозиметра ВПЖ-4 і ареометра з п'ятикратною повторністю при температурі 20°C визначали в'язкість і густину ДП, МЕРО і їх сумішей. Для термостатування оброблюваних зразків паливної суміші при температурі 20°C використовували водяний термостат УН-8.

Установлено, що середня в'язкість ДП марки Л-0,2-62 дорівнювала 4,301 мм²/с, а МЕРО – 11,630 мм²/с, а середня густина ДП склала 841 кг/м³, а в МЕРО – 896 кг/м³. Середня в'язкість і густина сумішевого пального приведена в табл. 1.

Таблиця 1.

Середня в'язкість сумішевого біопального

Показники	Концентрація МЕРО в ДП, %				
	10	20	30	40	50
В'язкість, мм ² /с	4,664	5,047	5,587	6,392	7,004
Густина, кг/м ³	841	846	852	859	863

Для визначення залежності в'язкості від інтенсивності ультразвуку нами були проведені дослідження сумішевого біопального 10% МЕРО + 90% ДП, в якому в'язкість склала 4,664 мм²/с.

На рис. 8 представлені залежності кінематичної в'язкості від інтенсивності ультразвуку, на частоті 22,8 кГц при обробці біопального 3, 5 і 7 хвилин. Як видно із рис.8 із збільшенням інтенсивності ультразвуку від 1 до 5 Вт/см² в'язкість

біопального зменшується. Однак при збільшенні часу обробки від 5 хвилин і більше показники в'язкості майже однакові. Таким чином можна зробити висновок, що достатня інтенсивність ультразвукової обробки сумішевого біопального складає 4 – 5 Вт/см². Також були проведені дослідження залежності інтенсивності акустичного випромінювання від частоти УЗ на сумішевому біопальному 10% МЕРО+90% ДП. Як показали результати досліджень інтенсивність акустичного випромінювання від частоти в діапазоні 22 – 44 кГц не змінюється.

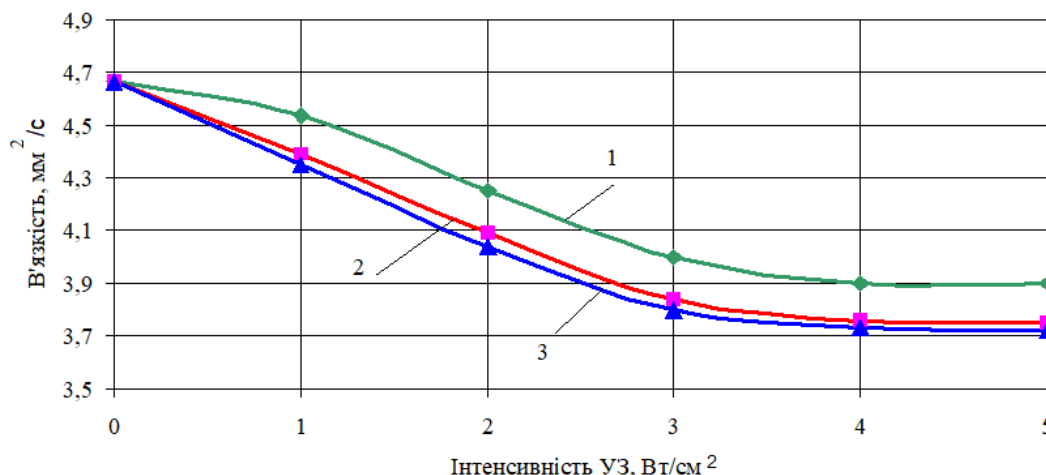


Рис. 8. Залежність в'язкості біопального від інтенсивності обробки ультразвуком: 1 – 3 хв; 2 – 5 хв; 3 – 7 хв

Обробка сумішевого біопального ультразвуком, НВЧ електромагнітним полем і в гомогенізаторі проводилась в інтервалі 5, 10 і 15 хвилин.

Результати визначення в'язкості біопального від часу спостереження, обробленого УЗ протягом 5 хв і кінцевої в'язкості від концентрації МЕРО представлені на рис. 9 і 10.

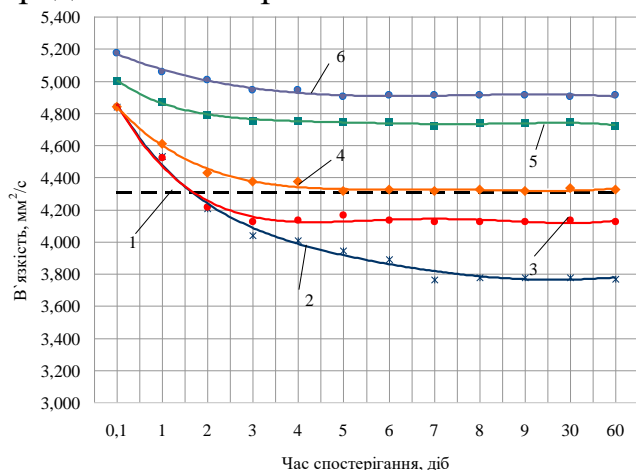


Рис. 9. Залежності в'язкості сумішевого біопального від часу спостереження після обробки ультразвуком протягом 5 хв: 1 – ДП; 2, 3, 4, 5 і 6 – суміші 1, 2, 3, 4 і 5

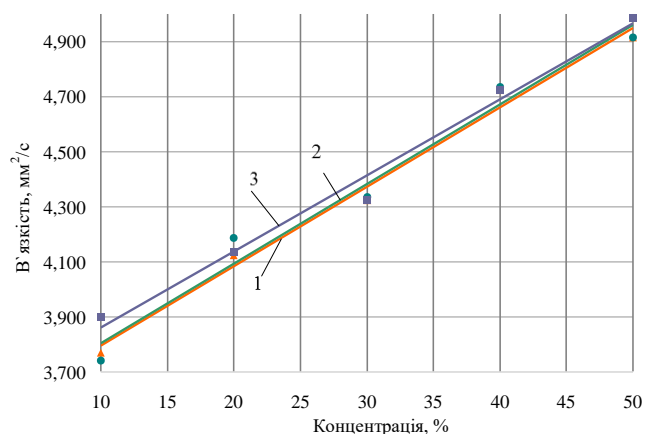


Рис. 10. Залежності кінцевої в'язкості сумішевого біопального при його обробленні ультразвуком протягом: 1 – 5 хв; 2 – 10 хв; 3 – 15 хв

Аналізуючи залежності (рис. 9) необхідно відзначити, що в сумішах 1 і 2 (10

і 20% МЕРО в ДП) в'язкість зменшилась на 19,0% і 18,29% відповідно по відношенню до необробленого пального. По відношенню до ДП в'язкість в сумішах 1 і 2 зменшилась на 12,2% і 4,1% відповідно, що дозволило покращити функціональні властивості біопального. Залежності кінцевої в'язкості (рис.10) носять однаковий характер і знаходяться рядом із чого можна зробити висновок, що для обробки сумішей ДП і МЕРО ультразвуком достатньо 5 хвилин.

Результати визначення в'язкості сумішевого біопального від часу спостереження, обробленого НВЧ електромагнітним полем протягом 5 хв і кінцевої в'язкості від концентрації МЕРО представлені на рис. 11 і 12.

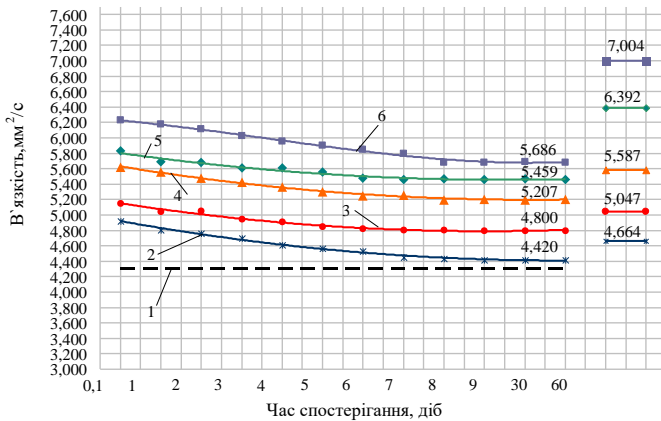


Рис. 11. Залежності в'язкості сумішевого біопального від часу спостереження після обробки НВЧ ЕМП протягом 5 хв:
1 – ДП; 2, 3, 4, 5 і 6 – суміші 1, 2, 3, 4 і 5

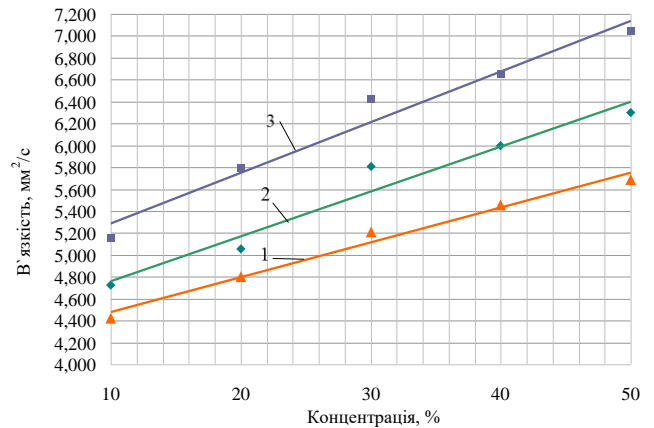


Рис. 12. Залежності кінцевої в'язкості сумішевого біопального при його обробленні НВЧ ЕМП протягом:
1 – 5 хв; 2 – 10 хв; 3 – 15 хв

Аналізуючи результати (рис.11), необхідно відзначити, що по відношенню до необроблених в'язкість оброблених зразків знизилась. Проте, вона не стала меншою, ніж ж у дизельного пального. Збільшення часу обробки сумішевого пального з 5 до 15 хв (рис.12) призвело до збільшення кінцевої в'язкості. Обробка сумішевого біопального в гомогенізаторі не призвела до зменшення його в'язкості.

Результати досліджень одночасного впливу ультразвуку і НВЧ електромагнітного поля на в'язкість біопального при обробці проб сумішей 1, 2 і 3 протягом 5 хв представлені на рис.13, а вимірювання тангенса кута діелектричних втрат ($\text{tg}\delta$) в дизельному пальному, МЕРО і сумішах необроблених і оброблених ультразвуком, НВЧ ЕМП і в гомогенізаторі представлені на рис. 14.

Встановлено, що сумісна обробка сумішей 1 і 2 (10 і 20% МЕРО в ДП) УЗ і НВЧ ЕМП протягом 5 хвилин дозволила зменшити в'язкість на 22,8% і 22,69% відповідно по відношенню до необробленого біопального.

Аналізуючи залежності тангенса кута діелектричних втрат від концентрації МЕРО необхідно відзначити, що при обробці сумішей ДП і МЕРО УЗ та НВЧ ЕМП (криві 2 і 3, рис.14), тангенс кута діелектричних втрат менший, ніж в контрольних пробах (крива 1). Це свідчить про підвищення чистоти і якості продукту після його обробки. Водночас, при обробці сумішей ДП і МЕРО в гомогенізаторі (крива 4) тангенс кута діелектричних втрат більший, ніж в контрольних пробах (крива 1).

Такий результат свідчить про погіршення чистоти і якості продукту, що слід враховувати при розробленні комплексу. Таким чином вимірювання тангенса кута діелектричних втрат дає змогу експрес-методом визначати ефективність обробки як ультразвуком, НВЧ ЕМП так і механічною обробкою.

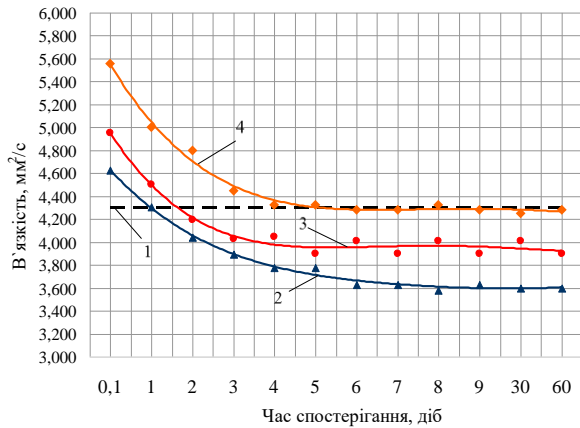


Рис. 13. Залежності в'язкості сумішевого біопального від часу спостереження після обробки пального ультразвуком і НВЧ ЕМП протягом 5 хв: 1 – ДП; 2, 3, 4 – суміші 1, 2, і 3 відповідно

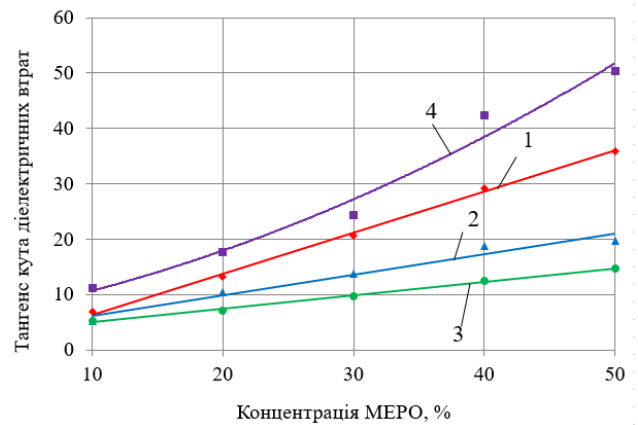


Рис.14. Залежність тангенса кута діелектричних втрат від концентрації МЕРО в ДП: 1 – до обробки; 2,3,4 – після обробки ультразвуком, НВЧ ЕМП і в гомогенізаторі, відповідно

Дослідження факторів, які впливають на в'язкість сумішевого біопального дозволило виділити три основних фактори: x_1 – потужність обробки ультразвуком – Р, Вт; x_2 – час обробки – Т, хв.; x_3 – потужність обробки НВЧ ЕМП, Р, Вт.

В табл.2. представлені рівні варіювання контрольного фактору.

Таблиця 2.

Рівні варіювання контрольного фактору

Фактор	Рівень варіювання			Інтервал варіювання
	-1	0	+1	
X_1 – потужність обробки УЗ, Вт	10	30	50	$\Delta P=20$
X_2 – час обробки, хв.	1	3	5	$\Delta T=2$
X_3 - потужність обробки НВЧ ЕМП, Вт	100	200	300	$\Delta P=100$

Після обробки експериментальних даних і перевірки на адекватність, математична модель має вигляд

$$y = 4,407 - 0,277X_1 - 0,168X_2 - 0,167X_1X_2 - 0,0705X_1X_3 \quad (12)$$

З врахуванням рівняння регресії були розраховані і визначені наступні технологічні параметри: значення резонансної частоти УЗ коливань системи повинна бути 22,8 кГц; інтенсивність ультразвуку – 5 Вт/см²; потужність НВЧ ЕМП – 100 Вт із скважністю роботи 35%; час сумісної обробки УЗ і НВЧ ЕМП – 5 хв. при масі біопального, яке обробляється – 600 мл. Сумарна похибка вимірювання абсолютних величин значень в'язкості і густини і її вклади склали 0,9 %.

У четвертому розділі – «Розробка електротехнологічного комплексу для обробки сумішевого біопального» на основі теоретичних і експериментальних досліджень розроблено технічні вимоги до електротехнологічного комплексу, обґрунтована структура і параметри коливальної системи, розрахована потужність УЗ в камері для обробки біопального, напруга на генераторі і на навантаженні, потужність НВЧ пристрою. Розроблені схеми електрична функційна, електрична принципова електротехнологічного комплексу і схема електрична принципова ультразвукового генератора. На рис. 15 (а) представлена схема електрична функційна електротехнологічного комплексу.

Згідно проведених розрахунків номінальна потужність УЗ генератора склала $P_{нг} = 150$ Вт, потужність в ультразвуковій камері склала $P_n=45$ Вт, напруга на генераторі $U_n \text{ узг} = 145,4$ В, номінальна потужність НВЧ пристрою $P_n=100$ Вт із скважністю роботи 35%, номінальна напруга НВЧ пристрою $U_n = 220$ В.

У п'ятому розділі – «Експериментальні дослідження електротехнологічного комплексу для обробки сумішевого біопального та його економічна ефективність» для проведення обробки сумішевого біопального було виготовлено електротехнологічний комплекс, який показано на рис.15 (б). Виробничі випробування комплексу були проведені в фермерському господарстві «Каріна» Веселівського району Запорізької області і ТОВ «Укргарден» Мелітопольського району Запорізької області, проведена економічна оцінка результатів дослідження.

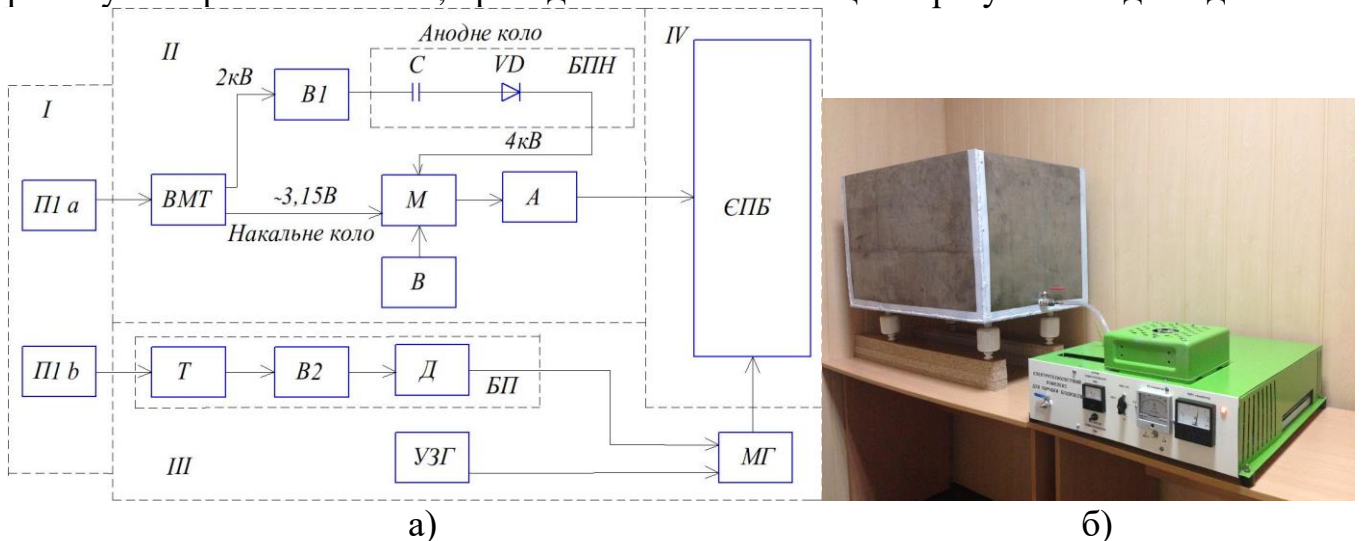


Рис.15. а) схема електрична функційна електротехнологічного комплексу; б) загальний вигляд комплексу: I – блок перемикачів режиму роботи; II – НВЧ блок; III – ультразвуковий блок; IV – НВЧ камера для обробки біопального; П1а,б – перемикач режимів роботи; ВМТ – високовольтний мережевий трансформатор; В1 – випрямляч; С – високовольтний конденсатор; VD – високовольтний діод; БПН – блок подвоєння напруги; М – магнетрон; А – антена; В – вентилятор; Т – трансформатор; В2 – випрямляч; Д – дросель; БП – блок підмагнічування; УЗГ – ультразвуковий генератор; МГ – магніостриктор; ЄПБ - ємність для обробки біопального.

На рис.16 і рис.17 приведено залежності погодинних витрат пального від частоти обертання двигуна Д-243 при 100% навантаженні і на холостому ході.

Аналізуючи результати (рис.16) необхідно відзначити, що із зростанням частоти обертання двигуна Д-243 трактора МТЗ-82 при 100% навантаженні годинні витрати всіх видів пального збільшуються. Наприклад, при частоті обертання 2200 хв^{-1} витрати дизельного пального склали 15,9 кг/год, обробленого сумішевого біопального В20 в електротехнологічному комплексі - 16,1 кг/год, а при роботі на сумішевому біопальному В20 необробленому в електротехнологічному комплексі годинні витрати біопального склали 17,8 кг/год, тобто на 9,5% стали більшими, ніж в обробленому біопальному В20 в електротехнологічному комплексі.

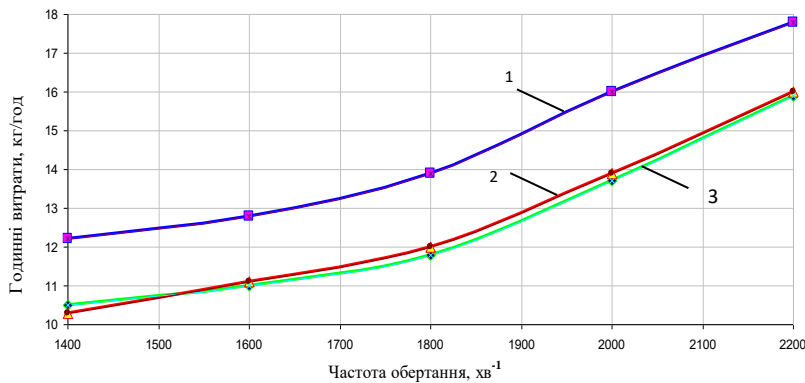


Рис.16 Залежності погодинних витрат пального від частоти обертання двигуна Д-243 трактора МТЗ-82 при 100% навантаженні: 1 – суміш 2 (20% МЕРО) необроблена; 2 – суміш 2 оброблена в комплексі; 3 – дизельне пальне

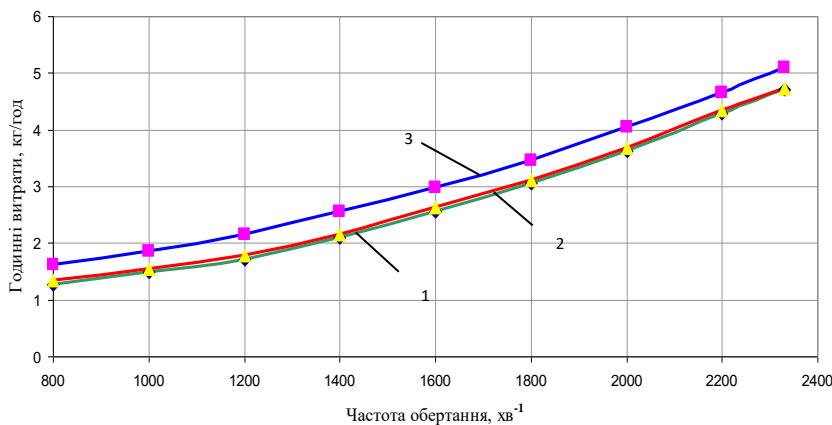


Рис.17 Залежності погодинних витрат пального від частоти обертання двигуна Д-243 трактора МТЗ-82 на холостому ході: 1 – дизельне пальне; 2 – суміш 2 оброблена в комплексі; 3 – суміш 2 необроблена

Аналізуючи результати (рис.17) необхідно відзначити, що при мінімально-стійкій частоті обертання 800 хв^{-1} годинна витрата дизельного пального складає 1,27 кг/год, біопального В20, обробленого в електротехнологічному комплексі – 1,30 кг/год, а при роботі на біопальному В20 необробленому в електротехнологічному комплексі – 1,52 кг/год.

Згідно з даними виробничих експериментальних досліджень впровадження електротехнологічного комплексу дозволить зменшити годинні витрати біопального В20 обробленого в електротехнологічному комплексі на 9,5% по відношенню до необробленого біопального В20.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена задача покращення функціональних властивостей біопального шляхом його обробки ультразвуком і НВЧ електромагнітним полем в електротехнологічному комплексі, що дало можливість

зменшити годинні витрати біопального обробленого в електротехнологічному комплексі по відношенню до необробленого біопального і як наслідок зменшити річні затрати на пальне.

1. Аналіз світового і вітчизняного науково–практичного досвіду показав, що використання добавок метилових ефірів в дизельному пальному більше 7% негативно впливає на якість сумішевого біопального. Як наслідок відбувається коксування паливної апаратури, зниження потужності дизельного двигуна і зростання витрат пального. Один з шляхів усунення цих недоліків є використання ультразвуку і НВЧ електромагнітного поля для обробки біопального.

2. Отримані теоретичні результати надали можливість визначити електричні і механічні характеристики електроакустичної системи для обґрунтування та розрахунку складових даної системи: магнітострикційного перетворювача, хвилеводу та камери. Для забезпечення інтенсивності ультразвуку від 5 Вт/см^2 на торці хвилеводу до 1 Вт/см^2 в кінці камери з врахуванням коефіцієнту поглинання $\alpha=5,75 \text{ Нп/м}$ довжина камери не повинна перевищувати 14 см, а врахування коефіцієнту поглинання $\alpha=5,75 \text{ Нп/м}$ дозволило визначити втрати енергії в шарі рідини та визначити параметри еквівалентної схеми заміщення для розрахунку електроакустичної системи та визначення її енергетичної ефективності.

3. Встановлено, що обробку сумішевого біопального необхідно проводити при наступних технологічних параметрах: значення резонансної частоти ультразвукових коливань системи повинна бути 22,8 кГц. Відхилення частоти від резонансної на 100 Гц призводить до відхилення потужності на 10%, тому необхідно підтримувати частоту УЗ з точністю не менше 0,5%. Інтенсивність ультразвуку повинна бути 5 Вт/см^2 ; потужність ультразвуку в камері – 45 Вт; потужність НВЧ електромагнітного поля – 100 Вт із скважністю роботи 35%; час обробки ультразвуком і НВЧ електромагнітним полем – 5 хвилин при масі біопального – 600 мл, що дозволило покращити функціональні властивості біопального.

4. Встановлено, що обробка сумішей 1 і 2 (10 і 20% МЕРО в ДП) ультразвуком протягом 5 хвилин дозволила зменшити в'язкість біопального на 19,0% і 18,29% відповідно по відношенню до необробленого пального, а сумісна обробка даних сумішей ультразвуком і НВЧ ЕМП протягом 5 хвилин дозволила зменшити в'язкість біопального на 22,8% і 22,69% відповідно по відношенню до необробленого біопального, що обґрунтовує доцільність сумісної обробки.

5. Встановлено, що стабілізація функціональних властивостей біопального (в'язкість і густина) відбувається через 7 діб після обробки ультразвуком і НВЧ електромагнітним полем. Це обумовлює необхідність відповідної витримки часу перед використанням біопального.

6. Встановлено, що у сумішах 1–5 оброблених ультразвуком, тангенс кута діелектричних втрат ($\text{tg}\delta$) зменшився по відношенню до контрольних проб на 20,67–45,11%. У цих же сумішах, але оброблених НВЧ ЕМП, величина тангенса кута діелектричних втрат зменшилась на 25,21–58,94%, що однозначно свідчить про покращення чистоти і якості пального. Вимірювання величини тангенса кута діелектричних втрат надає можливість експрес–методом визначати ефективність обробки біопального та корегувати її в виробничих умовах.

7. Розроблений і виготовлений електротехнологічний комплекс дозволяє проводити обробку сумішевого біопального ультразвуком і НВЧ електромагнітним полем з метою покращення функціональних властивостей біопального. Оброблене біопальне В20 в електротехнологічному комплексі у порівнянні з необробленим біопальним В20 дозволило зменшити годинні витрати на 9,5%.

8. Річна економія грошових затрат на один трактор МТЗ–82 з двигуном Д–243 при його роботі на біопальному В20 протягом 1200 мото-годин (річне нормативне напрацювання трактора) обробленого в електротехнологічному комплексі по відношення до необробленого біопального склала 40188 грн/рік. Термін окупності електротехнологічного комплексу склав 0,4 роки.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Кушлик Р.Р. Аналіз видів біопалив для сільськогосподарської техніки. [Текст] / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип.15 том 2 Мелітополь, ТДАТУ, 2015 р. с. 242–248.
2. Кушлик Р.Р. Установки та пристрої для виробництва ріпако-метилового ефіру та сумішевого біопалива [Текст] / Р.Р.Кушлик, І.П.Назаренко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, ТДАТУ, 2015 р. Вип. 15 том 3 с. 310–317. *(здобувачем особисто здійснено аналіз переваг і недоліків існуючих установок і пристроїв для обробки сумішевого біопального)*.
3. Кушлик Р.Р. Альтернативне паливо для сільськогосподарської техніки [Текст] / Р.Р.Кушлик // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 164 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2015. – с. 169-170.
4. Назаренко, І.П. Покращення якості сумішевого біодизеля шляхом обробки його акустичним полем [Текст]/І.П. Назаренко, Р.Р. Кушлик, Р.В Кушлик– Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Випуск 6, Том 1. Електронне наукове фахове видання. – Мелітополь, ТДАТУ, 2016 р.с.164–171. *(здобувачем особисто розроблено методуку і проведено експериментальні дослідження по обробці біопального ультразвуком)*.
5. Назаренко, І.П. Експериментальні дослідження впливу ультразвукових і СВЧ хвиль на в'язкість і густину сумішевого біодизеля [Текст] / І.П.Назаренко, Р.Р. Кушлик // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 175 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2016. – с. 66–68. *(здобувачем розроблено методуку і проведено експериментальні дослідження по обробці біопального НВЧ ЕМП і здійснено аналіз їх результатів)*.
6. Назаренко, І.П. Ультразвукова обробка сумішевого біодизеля [Текст] / І.П. Назаренко, Р.Р. Кушлик, Р.В Кушлик // Вісник Сумського національного аграрного університету. Випуск 10/1 (29). Суми, 2016 р. с. 174-178. *(здобувачем особисто здійснено аналіз результатів обробки біопального ультразвуком)*.

7. Пат. на корисну модель № 110097 МПК (2016.01) F02M27/08, H04R15/00, C10L1/00. Спосіб покращення якості сумішевого біодизеля [Текст] / І.П.Назаренко, Р.Р. Кушлик, Р.В.Кушлик // Заявл. 22.03.2016, Опубл. 26.09.2016, бюл.№18. с.3. (*у формулі винаходу здобувачем встановлено особисто, що інтенсивність УЗ обробки визначається за показниками зменшення тангенса кута діелектричних втрат*).

8. Кушлик Р.Р. Дослідження фізичних властивостей сумішевого біодизеля після обробки його в гомогенізаторі [Текст] / Р.Р.Кушлик // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, ТДАТУ, 2016 р. Вип. 16 том 2 с. 146–152.

9. Kushlyk Ruslan. Research into effect of ultrasonic, electromagnetic and mechanical treatment of blended biodiesel fuel on viscosity / Ruslan Kushlyk, Igor Nazarenko, Roman Kushlyk, Volodymyr Nadykto // Восточно–європейський журнал передових технологій. 2/1 (86), 2017 р. С. 34–41. (*здобувачем особисто розроблено методику і проведено експериментальні дослідження по одночасній обробці біопального ультразвуком і НВЧ ЕМП, здійснено аналіз їх результатів*).

10. Назаренко І.П. Теоретичні передумови приготування суміші компонентів біопального в ультразвуковому полі [Текст] / І.П.Назаренко, Р.Р. Кушлик // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 187 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2017. – с. 113–116. (*здобувачем особисто проведено обґрунтування параметрів ультразвукового поля*).

Праці які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

11. Кушлик Р.Р. Проблеми використання сумішевого біопалива із ріпако-метилового ефіру і дизельного палива [Текст] / Р.Р.Кушлик // Збірник тез доповідей Міжнародної науково–технічної конференції. «Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування» м. Київ, НУБіП, 14–18 грудня 2015р. с. 28–29.

12. Кушлик Р.Р. Спосіб обробки сумішевого біодизеля [Текст] / Р.Р.Кушлик // Збірник тез доповідей XVII Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки» (17–18 жовтня 2016 року) / МОН України, Сумський національний аграрний університет. – Суми, 2016. – 195-196 с.

13. Кушлик Р.Р. Аналіз впливу ультразвукових, НВЧ і механічних хвиль на в'язкість сумішевого біодизеля [Текст] / Р.Р.Кушлик, І.П.Назаренко // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції. «Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування»: м. Київ, НУБіП, 15–19 травня 2017р. с. 9–10. (*здобувачем особисто здійснено аналіз результатів вимірювання тангенса кута діелектричних втрат в сумішах оброблених ультразвуком, НВЧ електромагнітним полем і в гомогенізаторі*).

14. Кушлик Р.Р. Результати експериментальних досліджень біопаливних композицій оброблених електрофізичними методами [Текст] / Р.Р.Кушлик // Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті І.І.Мартинена та з нагоди 85–річчя Таврійського державного агротехнологічного університету «Енергозабезпечення технологічних процесів». м. Мелітополь, ТДАТУ, 8–9 червня 2017 р. 58–60 с.

АНОТАЦІЯ

Кушлик Р.Р. Обґрунтування параметрів електротехнологічного комплексу для покращення функціональних властивостей біопального. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.03 «Електротехнічні комплекси та системи» (141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка). – Таврійський державний агротехнологічний університет, Мелітополь, 2018.

Дисертацію присвячено обґрунтуванню параметрів електротехнологічного комплексу з метою покращення функціональних властивостей біопального.

В основу дисертаційної роботи покладено наукову гіпотезу про те, що одночасна обробка сумішевого біопального ультразвуком і НВЧ електромагнітним полем при більшій концентрації МЕРО ніж 7%, може привести до покращення його функціональних властивостей, що в кінцевому етапі призведе до зменшення його споживання на одиницю продукції без погіршення експлуатаційних характеристик мобільних агрегатів. Наукова гіпотеза підтверджена результатами теоретичних і експериментальних досліджень, при яких були визначені технологічні параметрами електротехнологічного комплексу для обробки біопального.

Економічні розрахунки підтвердили доцільність впровадження електротехнологічного комплексу в фермерських господарствах України.

Ключеві слова: ультразвук, електромагнітна обробка, дизельне пальне, метиловий ефір ріпакової олії, в'язкість

АННОТАЦИЯ

Кушлык Р.Р. Обоснование параметров электротехнологического комплекса для улучшения функциональных свойств биогорючего – На правах рукописи.

Диссертация на получение научной степени кандидата технических наук за специальностью 05.09.03 "Электротехнические комплексы и системы" (141 – электроэнергетика, электротехника и электромеханика) – Таврический государственный агротехнологический университет, Мелитополь, 2018.

Диссертация посвящена обоснованию параметров электротехнологического комплекса с целью улучшения функциональных свойств биогорючего.

В основу диссертационной работы положено научную гипотезу о том, что одновременная обработка смесового биотоплива ультразвуком и СВЧ электромагнитным полем при большей концентрации МЕРО нежели 7%, может привести к улучшению его функциональных свойств, что в конечном этапе приведет к уменьшению его потребления на единицу продукции без ухудшения эксплуатационных характеристик мобильных агрегатов. Научная гипотеза подтверждена результатами теоретических и экспериментальных исследований, при которых были определены технологические параметрами электротехнологического комплекса для обработки биогорючего.

Теоретически установлены электрические и механические характеристики электроакустической системы для обоснования и расчета составляющих

электроакустической системы. Для обеспечения интенсивности ультразвука от 5 Вт/см² на торце волновода до 1 Вт/см² в конце камеры длина камеры не должна превышать 14 см. Учет коэффициента поглощения $\alpha=5,75$ Нп/м для биотоплива позволил определить потери энергии в слое жидкости и определить параметры эквивалентной схемы замещения.

Установлено, что для снижения вязкости смесового биотоплива обработку необходимо проводить при следующих технологических параметрах: значение резонансной частоты ультразвуковых колебаний системы должна быть 22,8 кГц; интенсивность ультразвука – 5 Вт/см²; мощность ультразвука в камере – 45 Вт; мощность СВЧ электромагнитного поля – 100 Вт из скважностью работы 35%; время совместной обработки ультразвуком и СВЧ электромагнитным полем – 5 мин при массе биогорючего – 600 мл.

Разработанный и изготовленный электротехнологический комплекс позволяет проводить обработку смесового биотоплива ультразвуком и СВЧ электромагнитным полем с целью уменьшения вязкости с точностью 96%. Практическое внедрение электротехнологического комплекса позволило уменьшить часовой расход обработанного биотоплива В20 на 9,5% по отношению к необработанному биотопливу В20, что позволило уменьшить денежные затраты на топливо на 1 трактор МТЗ–82 с дизелем Д–243 на 40188 гривень в год.

Ключевые слова: ультразвук, электромагнитная обработка, дизельное топливо, метиловый эфир рапсового масла, вязкость

ANNOTATION

Kushlyk R.R. A ground of parameters electro-technological complex for the improvement of functional properties of biofuel. – On the rights of manuscripts.

Dissertation for obtaining a scientific degree of the candidate of technical sciences for the specialty 05.09.03 "Electrotechnical complexes and systems" (141 – electric power engineering, electrical engineering and electromechanics) – Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, 2018.

Dissertation is devoted to the ground of parameters of electro-technological complex with the aim of improvement of functional properties of biofuel.

The basis of the thesis is a scientific hypothesis that the simultaneous treatment of a mixed biofuel by ultrasound and microwave electromagnetic field with higher concentration of the MERO than 7%, can lead to an improvement of its functional properties and in the final stage will lead to a reduction in its consumption per unit of production without deterioration of operational characteristics of mobile aggregates. The scientific hypothesis is confirmed by the results of theoretical and experimental studies, in which the technological parameters of the electrotechnological complex for biofuel processing were determined.

Economic calculations confirmed expediency of introduction of electro-technological complex in the farms of Ukraine.

Key words: ultrasound, electromagnetic treatment, diesel fuel, rapeseed oil methyl ester, viscosity.

Підписано до друку 26.04.18 р. Замовл. № 005-04. Формат 60x90/16.
Друк. офсетний. Обсяг 0,9 умовн. друк. арк. Тираж 100 примірників.

Надруковано ФОП Ландар С.М.
72312, Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. Університетська, 55/3
Тел. 097-411-0-114
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
Серія ААВ№677967 від 26.04.2012 р.

