

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСУ ЕСТЕРИФІКАЦІЇ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ

*М.Ю. Павленко, здобувач
Г.А. Голуб, доктор технічних наук*

Наведено результати експериментальних досліджень залежності питомих витрат енергії на виробництво дизельного біопалива від основних режимних і технологічних параметрів обладнання.

Естерифікація, потужність, питома енергомісткість, ріпакова олія, дизельне біопаливо.

Постановка проблеми. Для виробництва дизельного біопалива на основі ріпакової олії існує ряд технологій. Найбільш ефективнішою в даний час є метанолова технологія з використанням метилового спирту та лужних каталізаторів в заданих пропорціях. Доступність у ціні компонентів та обладнання для виробництва дизельного біопалива робить її економічно вигідною. У порівнянні з етаноловою технологією, метанолова не потребує великої кількості електроенергії для створення високого тиску в реакторі для проходження естерифікації ріпакової олії.

Подальше удосконалення технології виробництва дизельного біопалива із ріпакової олії неможливе без оцінки впливу основних режимних і технологічних параметрів обладнання на енергомісткість процесу естерифікації.

Аналіз останніх досліджень. Виробництвом дизельного біопалива на основі ріпакової олії займалися: Дубровін В.О. [1], Євич П. [2], Поліщук В.М. [8], які в своїх роботах досліджували технології виробництва; Масло І.П. [5], Вірьовка М.І. [4], Голуб Г.А. та Чуба В.В. [3], які розробляли та досліджували використання даного пального в умовах сільського господарства. Мельничук М.Д., Драгнев С.В., Даценко М.С. та А.Є. Конеченков [6] проаналізували основні напрямки розвитку виробництва дизельного біопалива і звернули увагу на зменшення вартості виробленої продукції за рахунок зниження собівартості купленого зерна. Для розрахунку параметрів обладнання для виробництва дизельного біопалива Драгнев С.В., на основі експериментальних досліджень отримав формулу, яка дозволяє обрахувати питому потужність перемішування під час процесу естерифікації ріпакової олії в залежності від частоти обертання лопатевої мішалки [7].

© М.Ю. Павленко, Г.А. Голуб, 2013

Однак, дані про енергетичні показники процесу виробництва дизельного біопалива за метаноловою технологією в залежності від основних режимних і технологічних параметрів обладнання відсутні, що в свою чергу стримує підвищення енергетичної ефективності виробництва шляхом удосконалення обладнання та технічних засобів.

Мета досліджень. Визначити залежність енергетичних показників процесу естерифікації ріпакової олії від режимних і технологічних параметрів.

Результати досліджень. Дослідження процесу естерифікації ріпакової олії проводилося в лабораторних умовах з використанням водяної термобані для підігріву та підтримування температури суміші, а також об'ємно-лопатевої мішалки. Для встановлення взаємозв'язку впливу часу (τ_M), частоти обертання об'ємно-лопатевої мішалки (n) та робочої температури процесу (T) на питому енергомідкість процесу естерифікації (E) було проведено експеримент за планом Бокса-Бенкіна. Інтервали значень та рівні варіювання досліджуваних факторів наведено в табл. 1.

Під час проведення експерименту визначалися (табл. 2): час нагріву (τ_H), час відстоювання суміші (τ_B), спожита електроенергія на підігрів суміші, її перемішування та підтримання температури процесу естерифікації (W), вихід дизельного біопалива $V_{ДБП}$.

1. Інтервали значень та рівні варіювання досліджуваних факторів

Найменування фактора та його позначення	Рівні факторів			Інтервали варіювання
	-1	0	+1	
Температура суміші, °С	5	25	45	20
Частота обертання мішалки, об./хв.	80	115	150	35
Час перемішування, хв	10	30	50	20

На основі цього визначалися:
коефіцієнт виходу дизельного біопалива:

$$k_{ДБП} = \frac{V_{ДБП}}{V_o} 100 \quad (1)$$

де $k_{ДБП}$ – коефіцієнт виходу дизельного біопалива, %; $V_{ДБП}$ – об'єм дизельного біопалива, мл; V_o – об'єм олії (у всіх дослідах було на рівні 400 мл).

- продуктивність естерифікації:

$$Q = \frac{V_o k_{ДБП}}{\tau_H + \tau_M + \tau_B} \quad (2)$$

де Q – продуктивність процесу естерифікації, м³/год. τ_H – час перемішування, год.; τ_M – час нагріву, год.; τ_B – час відстоювання, год.

- питомі витрати електроенергії для проведення процесу:

$$E = \frac{W}{Q} 100, \quad (3)$$

де E – питомі витрати електроенергії, кВт год./м³; W – спожита електроенергія на перемішування олії, нагріву олії та підтримування заданої температури олії, кВт год.

За результатами експерименту отримали математичну модель – рівняння регресії у вигляді поліному другого порядку, яке має вигляд:

$$E = -3,7120 - 0,0368T + 0,0842n - 0,0119\tau + 0,0112T^2 - 0,0004n^2 + 0,0006\tau^2 - 0,0003Tn + 0,0030T\tau + 0,0010n\tau. \quad (4)$$

2. Вимірювані та розрахункові величини.

τ_H , хв.	τ_B , хв.	W , кВт год.	$V_{ДБП}$, мл	$V_{СМ}$, мл	$k_{ДБП}$, %	Q , м ³ /год	E , кВт год/м ³
16	34	0,0105	365	460	91,3	0,000273	28,83
0	189	0,0015	370	455	92,5	0,000101	4,05
16	43	0,0097	355	455	88,8	0,000239	27,53
0	83	0,0022	370	455	92,5	0,000196	6,08
16	26	0,0128	365	455	91,3	0,000238	35,22
0	168	0,0006	370	460	92,5	0,000124	1,80
16	60	0,0086	375	470	93,8	0,000261	23,15
0	60	0,0033	370	455	92,5	0,000201	9,01
8	58	0,0066	370	455	92,5	0,000191	17,85
8	140	0,0031	375	465	93,8	0,000142	8,28
8	120	0,0033	375	460	93,8	0,000163	8,95
8	76	0,0053	372	460	93,0	0,000166	14,40
8	44	0,0047	370	460	92,5	0,000270	12,70
16	44	0,0046	370	460	92,5	0,000270	12,56
0	44	0,0046	370	460	92,5	0,000270	12,43

Аналіз рівняння регресії показує, що зі збільшенням температури процесу естерифікації питома енергомісткість зростає, що пояснюється збільшенням споживання електроенергії на нагрів та підтримання температури процесу естерифікації (рис. 1). Із збільшенням частоти обертання мішалки питома енергомісткість

зростає в незначній мірі (рис. 2), що пояснюється збільшенням споживання електроенергії на перемішування суміші.

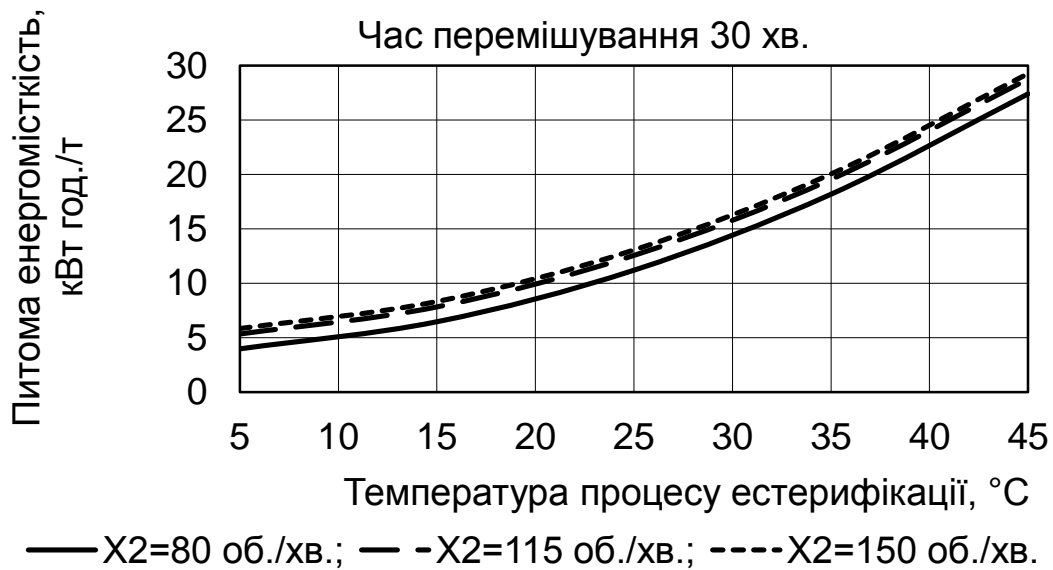


Рис. 1. Залежність питомої енергомісткості процесу від температури суміші.

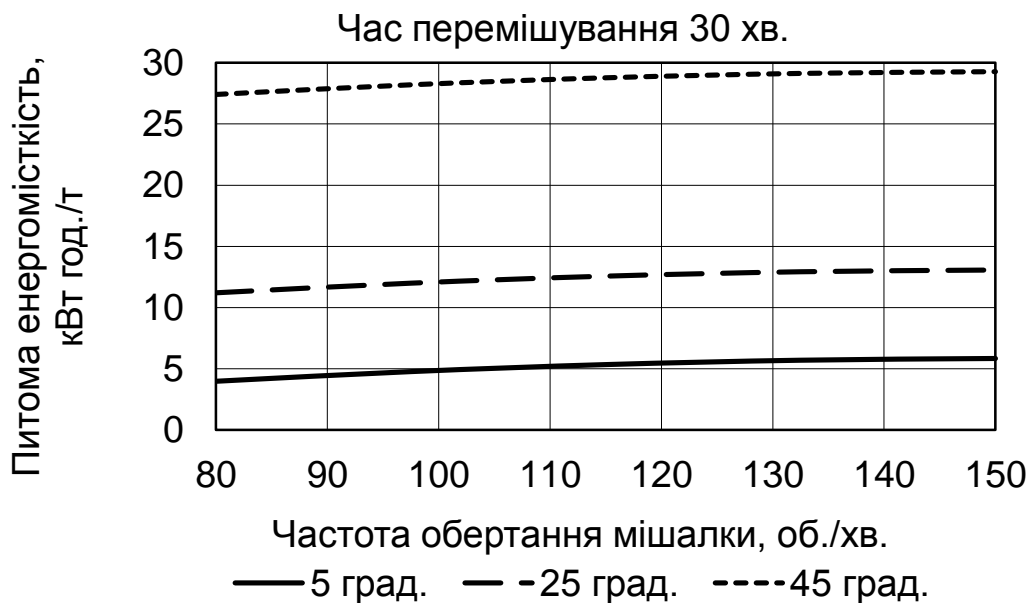


Рис. 2. Залежність питомої енергомісткості процесу від частоти обертання мішалки та температури процесу естерифікації.

Аналіз взаємного впливу частоти обертання мішалки і температури суміші (рис. 3) показав, що зі збільшенням частоти обертання мішалки та температури процесу естерифікації питома енергомісткість збільшується, що пояснюється збільшенням витрат електроенергії на нагрів, підтримування температури процесу

естерифікації та перемішування суміші. Мінімальна питома енергомідкість становить 4 кВт год./т. при температурі процесу естерифікації 5 °С та частоті обертання мішалки 80 об./хв.

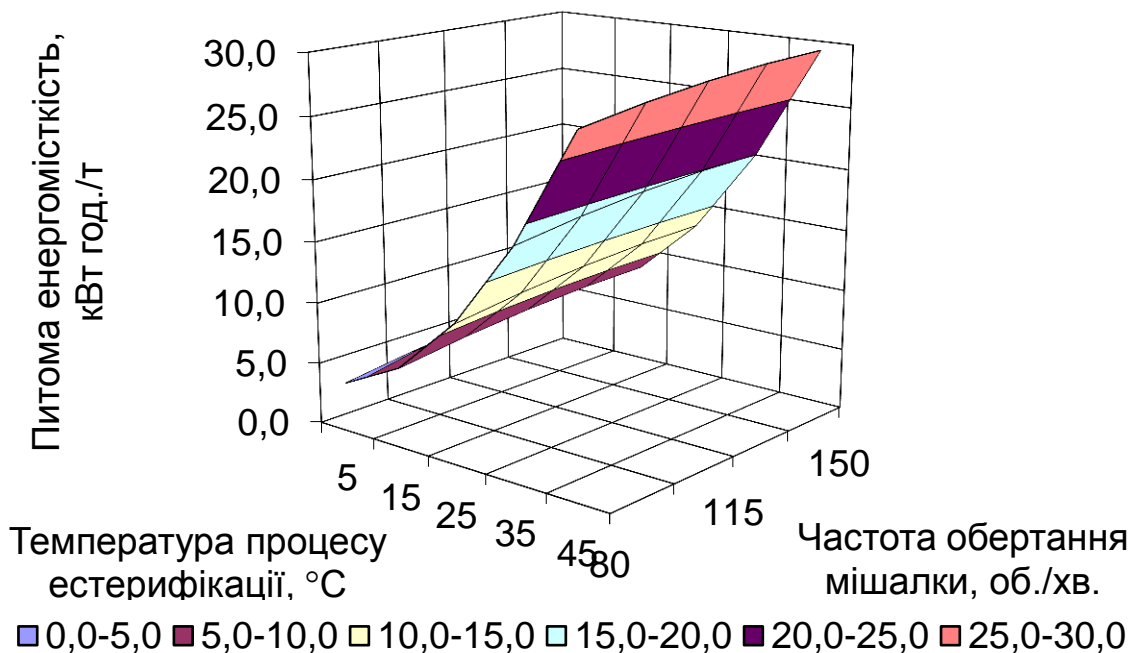


Рис. 3. Залежність питомої енергомідкості процесу від температури процесу естерифікації та частоти обертання мішалки.

Встановлено також (рис. 4), що питома енергомідкість збільшується при збільшенні часу перемішування, що пояснюється збільшенням споживання електроенергії на нагрів та підтримання температури процесу естерифікації. Із збільшенням температури суміші питома енергомідкість процесу збільшується залежно від температури процесу естерифікації (рис. 5), що пояснюється збільшенням споживання електроенергії на нагрів та підтримування температури процесу естерифікації.

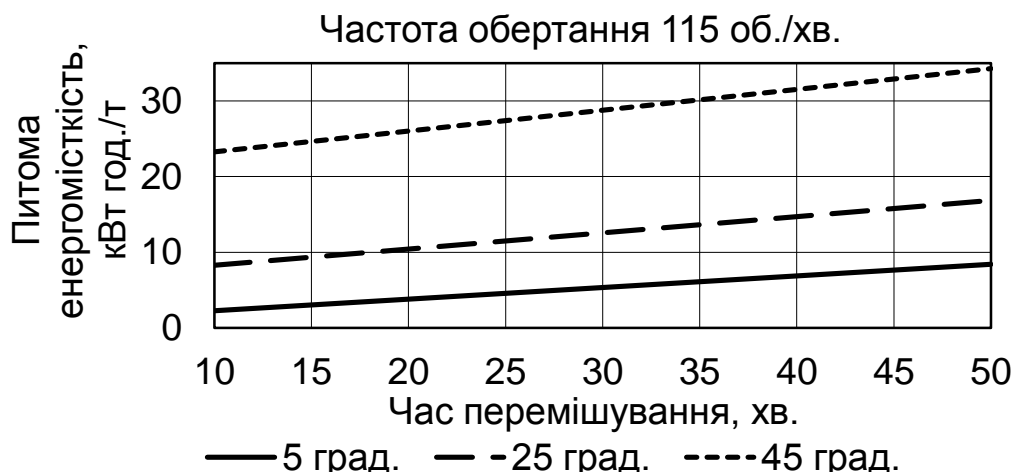


Рис. 4. Залежність питомої енергомідкості процесу від часу перемішування суміші.

Аналіз впливу часу перемішування та температури процесу естерифікації (рис. 6) показав, що при збільшенні часу перемішування та температури процесу перемішування збільшується питома енергомісткість процесу, що пояснюється збільшенням енерговитрат на нагрів та підтримування процесу естерифікації, залежно від збільшення часу перемішування. Мінімальна питома енергомісткість процесу становить 2,3 кВт год./т. при часі перемішування 10 хв. та температурі процесу естерифікації 5 °С.

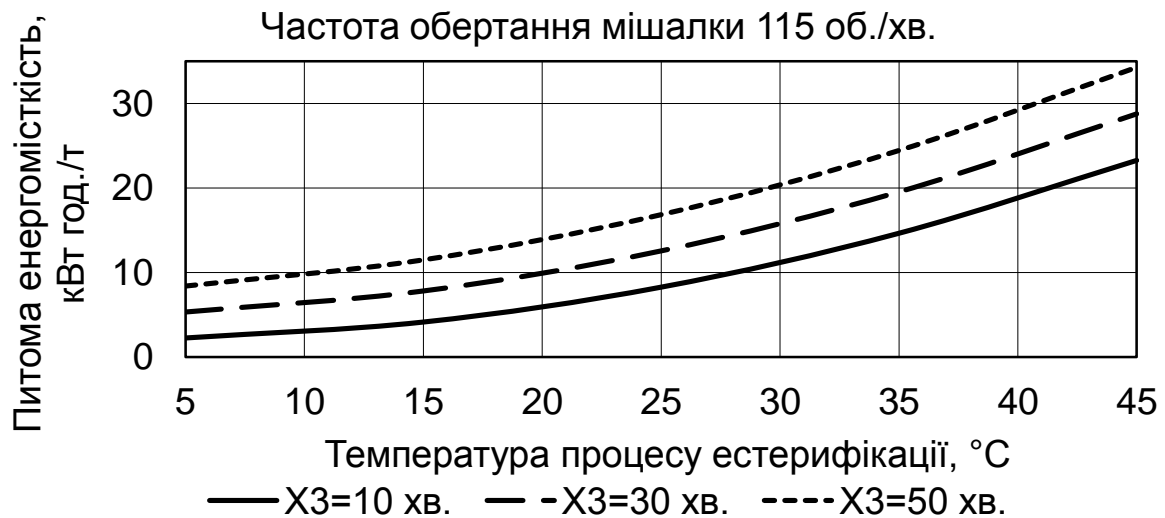


Рис. 5. Залежність питомої енергомісткості процесу від температури процесу естерифікації.

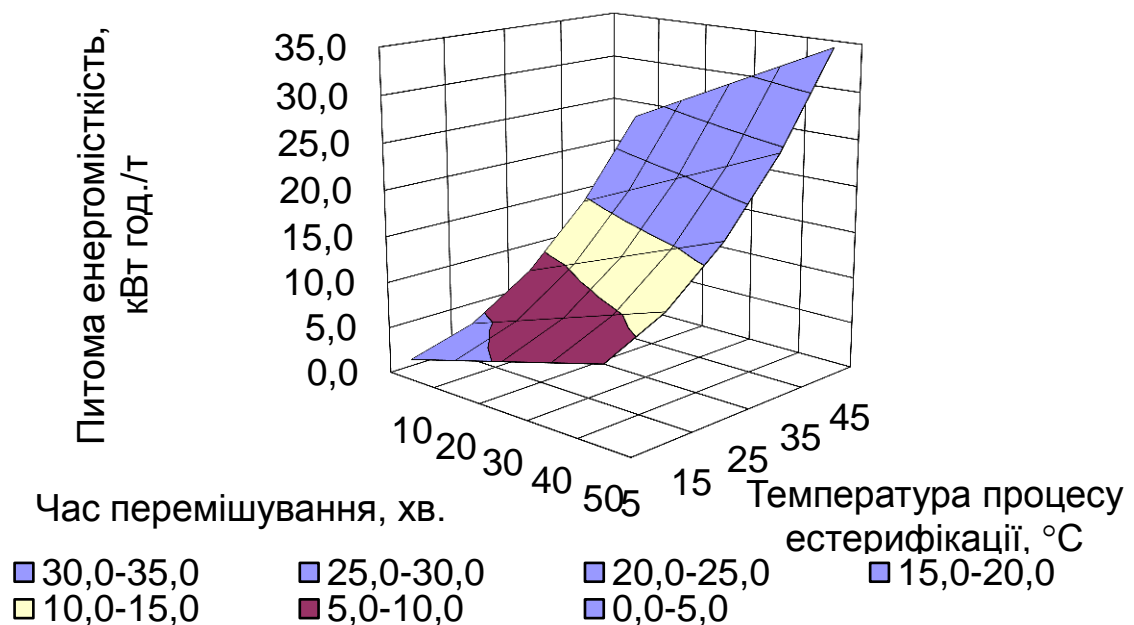


Рис. 6. Залежність питомої енергомісткості процесу від температури процесу естерифікації та часу перемішування.

Питома енергомiсткiсть процесу збiльшується також зi збiльшенням частоти обертання мiшалки, що пояснюється збiльшенням споживання електроенергiї на перемiшування сумiшi (рис. 7). При часi перемiшування 10 хв. та змiнi частоти обертання мiшалки питома енергомiсткiсть була практично незмiнною, що пояснюється взаємним збiльшенням спожитої електроенергiї на перемiшування та продуктивностi процесу естерифiкацiї. Встановлено, що при збiльшеннi частоти обертання мiшалки питома енергомiсткiсть збiльшується (рис. 8) залежно вiд збiльшення часу перемiшування сумiшi, що пояснюється збiльшенням споживання електроенергiї на нагрiв та перемiшування сумiшi.

Аналіз впливу частоти обертання мiшалки та часу перемiшування показав, що (рис. 9) зi збiльшенням частоти обертання мiшалки залежно вiд часу перемiшування питома енергомiсткiсть лишається практично незмiнною, що пояснюється одночасним збiльшенням витрат енергiї та продуктивностi процесу на всьому промiжку часу. Мiнiмальна питома енергомiсткiсть становить 7,6 кВт год./т. при частотi обертання 80 об./хв. та часу перемiшування 10 хв.

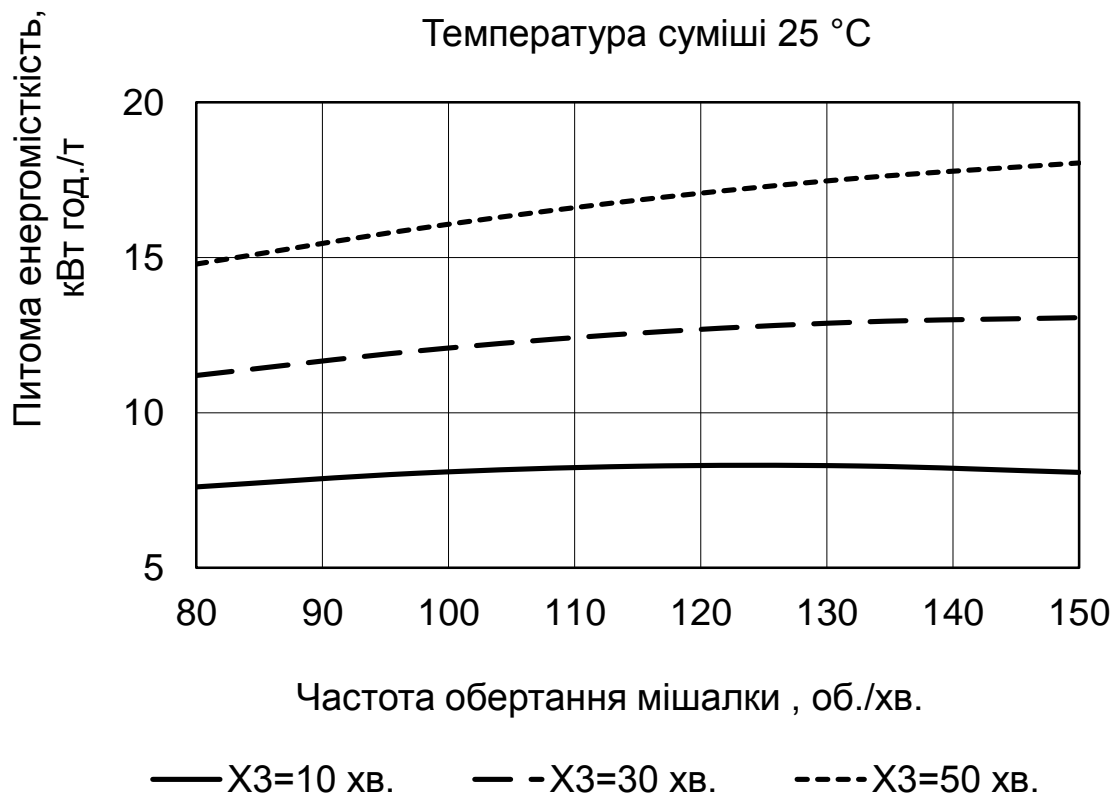


Рис. 7. Залежнiсть питомої енергомiсткостi процесу вiд частоти обертання мiшалки.

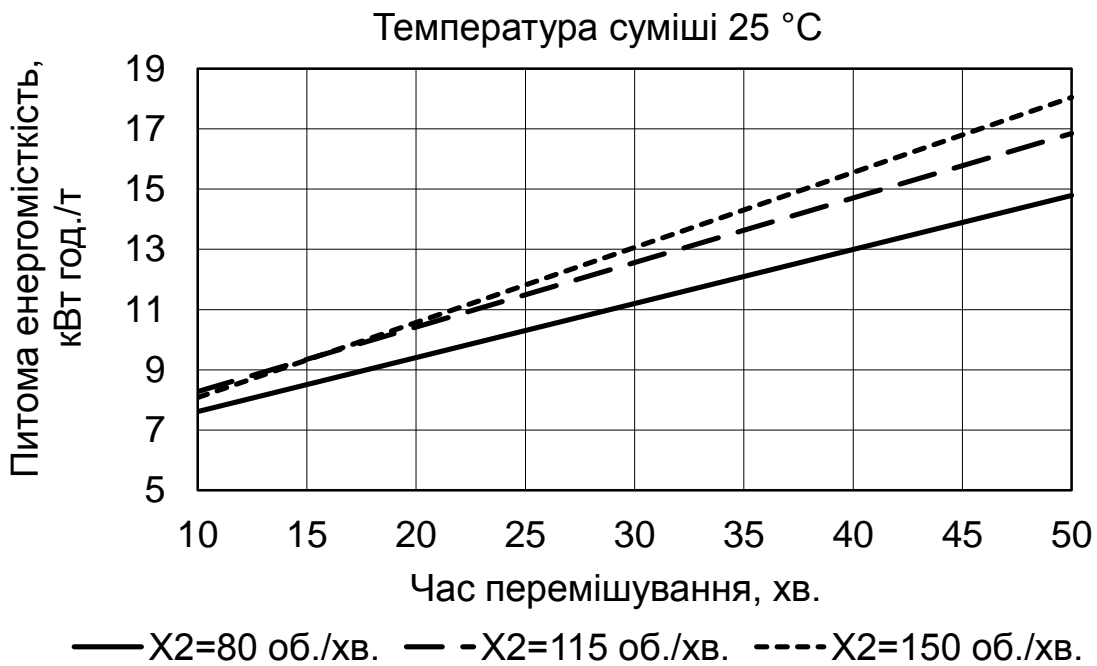


Рис. 8. Залежність питомої енергомiсткості процесу від часу перемiшування.

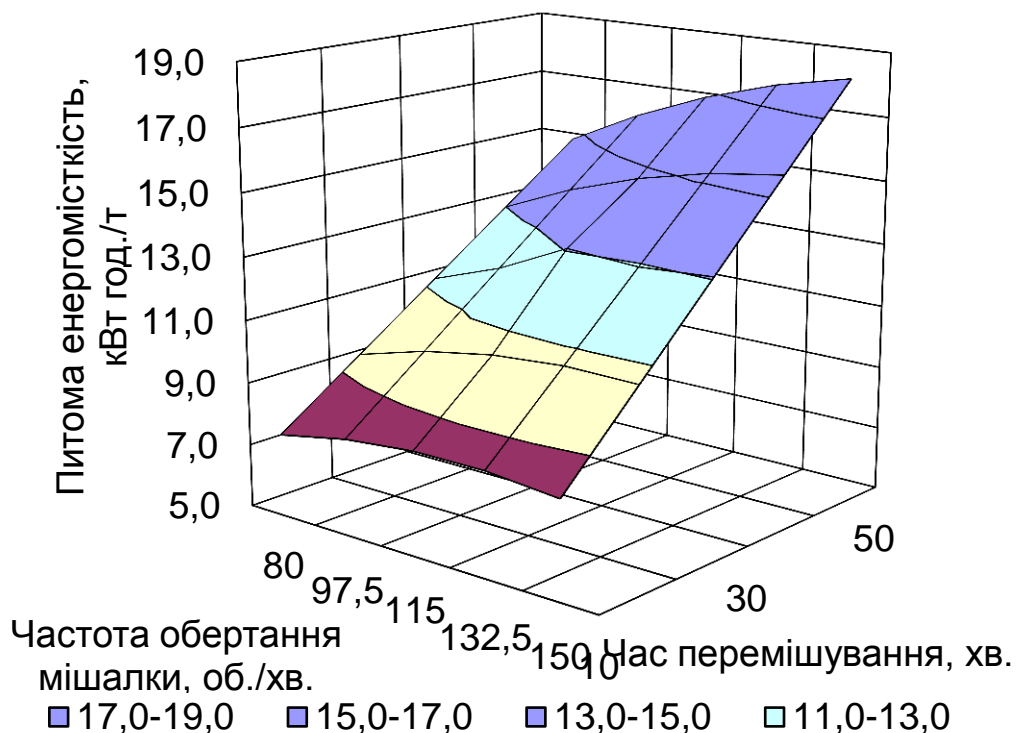


Рис. 9. Залежність питомої енергомiсткості процесу від частоти обертання мiшалки та часу перемiшування.

Висновок. Дослідженнями встановлено, що мінімальна питома енергомiсткiсть процесу естерифікації рiпакової олії становить від

2,3 до 7,6 кВт год./т при частоті обертання мішалки 80 об./хв., часі перемішування 10 хв. та температурі процесу естерифікації 5 °С. Зважаючи на те, що отримання якісного дизельного біопалива можливе при цих же параметрах, але часі перемішування біля 50 хв., необхідно удосконалювати технологічний процес виробництва дизельного біопалива в напрямку використання обладнання з перемішуванням на початку процесу для проходження реакції естерифікації та в кінці для видалення надлишкового метилового спирту.

Список літератури

1. *Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуша, І.П. Григорюк, К.В. Дмитрук, В.О. Дубровін, А.І. Ємець, Г.М. Забарий, Г.М. Калетнік, М.Д. Мельничук, В.Г. Мироненко, Д.Б. Рахметов, А.А. Сибірний, С.П. Циганков – К. : «Аграр Медіа Груп», 2010. – С. 289–298.*
2. *Біопалива (технології, машини та обладнання). [Дубровін В.О., Корчемний М.О., Масло І.П., Шептицький О., Пасторе З., Гжибек А., Євич П., Амон Т., Криворучко В.В.] – К.: ЦТІ : Енергетика і електрифікація, 2004. – С 76–87.*
3. *Голуб Г.А. Особливості установок для виробництва дизельного біопалива / Г.А. Голуб, В.В. Чуба, М.І. Вірьовка // Промислова гідравліка і пневматика (Всеукраїнський науково-технічний журнал). – 2011. – № 2 (32). – С. 91–95.*
4. *Голуб Г.А. Параметри кільцевого трубчатого етерифікатора для виробництва біодизельного палива / Г.А. Голуб, М.І. Вірьовка // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Редколегія: Д.О. Мельничук (відповідальний редактор) та інші – К., 2009. – Вип. 134, ч. 2. – С. 124–131.*
5. *Масло І.П. Виробництво та використання біопалива на основі рослинних олій / І.П.Масло, В.П.Заборський, М.І.Вірьовка // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції „Проблеми та перспективи розвитку аграрної механіки”. – Дніпропетровськ. 2004. – С. 49–51.*
6. *Мельничук М.Д. Розвиток біоенергетики як нової сфери агропромислового виробництва в Україні / М.Д. Мельничук, В.О. Дубровін, С.В. Драгнєв, М.С. Даценко, А.Є. Конеченков // Науковий вісник Національного аграрного університету. – Київ, 2007. – Вип. 117. – С. 190–212.*
7. *Обґрунтування адаптивного процесу і параметрів реактора для одержання метилових ефірів рослинних олій: автореф. дис. ... канд. технічних наук: 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва / С.В. Драгнєв; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – К., 2009. – 20 с.*
8. *Поліщук В.М. Технології виробництва біодизеля (огляд) / В.М. Поліщук, С.Є. Тарасенко, І.Д. Гуменюк, М.М. Яструб, О.В. Поліщук // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування. – Київ, 2010. – С. 354–359.*

Приведены результаты экспериментальных исследований зависимости удельных затрат энергии на производство

дизельного биотоплива от основных режимных и технологических параметров оборудования.

Этерификация, мощность, удельная энергоемкость, рапсовое масло, дизельное биотопливо.

The experimental research results specific energy consumption dependence for the biodiesel production and main operational and process parameters equipment are given.

Etherification, power, specific energy intensity, rapeseed oil, biodiesel.

УДК 669.18.621:539.21

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

***Є.Г. Афтандіянц, доктор технічних наук
О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько, кандидат технічних наук***

Приведено перспективні напрямки підвищення ресурсу роботи відповідальних деталей сільськогосподарських машин.

Ресурс, наночастинка, дисперсійне зміцнення, карбіди, нітриди, ванадій, ведуче колесо, каток, ланка гусениці, трактор.

Постановка проблеми. Структура матеріалів, застосованих в сільське господарському машинобудуванні країни, нераціональна і є гальмом для успішного вирішення задачі підвищення технічного рівня машин, що випускаються. Наприклад, частка високоміцних сталей в загальному об'ємі вживаного лиття і прокату з чорних металів складає 6% проти 18-20% в сільське господарському машинобудуванні розвинутих країн. В конструкціях машин в основному застосовуються традиційні конструкційні матеріали, сортамент і якість яких не відповідають сучасним вимогам. Це є однією з причин того, що близько 40% сільськогосподарських машин, що випускаються, і 30% тракторів мають в порівнянні із зарубіжними аналогами високу металоємність, недостатній ресурс і довговічність окремих вузлів, що особливо працюють в умовах абразивного зносу.