

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

Розглянуто можливі шляхи підвищення ефективності виробництва біопалива на етапі проектування виробництва. Подано методичні основи розрахунку відстані до механізованих пунктів з виробництва біопалива.

Виведено формулу для визначення оптимальної потужності пункту для переробки олійної культури і отримання сировини для виробництва біодизельного палива.

Встановлено оптимальну відстань перевезення олії та продуктивність заводу для отримання біодизельного палива – 101 км, потужність заводу – 58923 т, при умовах вартості перевезення – 2,6 грн./т-км, накладних витратах 13000000 грн., прямих витратах на виготовлення 1 т біодизельного палива - 25000 грн., $\beta = 1,1$.

Також встановлено залежність собівартості виробництва біодизельного палива від відстані перевезення олії на завод, а саме:

при відстані до заводу 40 км – собівартість виробництва біопалива – 25596 грн./т, при 60 км – 25496 грн./т, при 80 км – 25462 грн./т, при 80 км – 25459 грн./т, при 100 км – 25459 грн./т, при 120 км – 25471 грн./т, при 140 км – 25493 грн./т.

Запропонована методика дає можливість визначити оптимальну продуктивність заводу для переробки органічної сировини в біодизельне паливо з урахуванням відстані її перевезень ще на етапі проектування.

Ключові слова: біодизельне паливо, економічна ефективність, оптимізація виробництва, прямі витрати, накладні витрати.

Постановка проблеми. Одним з найбільш важливих стратегічних завдань економіки України є підвищення ефективності енергозабезпечення. Збільшення енергоспоживання вже найближчим часом можливе лише за рахунок поширення використання нетрадиційних і поновлювальних джерел енергії, в першу чергу – енергії біомаси.

Основним джерелом біомаси є сільське господарство, а саме насіння олійних культур, яке використовується для отримання рідкого біопалива та вторинна органічна сировина продовольчих і технічних культур (солонча, стебла соняшнику та кукурудзи, луска насіння соняшнику, костра льону, тощо), які залишаються після збирання та переробки врожаю.

Аналіз наукових розробок показав, що ведуться пошуки і дослідження з широкого кола проблем і інтересів, пов'язаних з виробництвом та використанням біопалива. Ці роботи можна класифікувати за такими напрямками:

- екологічні аспекти біопалива [1];
- технологічні питання виробництва та використання біопалива [3-6, 10];
- економічна ефективність виробництва та використання біопалива [7-8, 11].

Для обґрунтування параметрів пунктів з отримання біопалива необхідно розв'язати питання оптимізації потужності пунктів та відстані між ними.

Актуальним завданням для дослідження є виробництво біодизельного палива, де сировину – олію рекомендується отримувати безпосередньо на пунктах переробки олійних культур, які розміщуються поблизу вирощування цих культур, а потім олію транспортують на переробний завод по виготовленню біопалива.

Метою дослідження є розробка методики розрахунку потужності та розташування пунктів з переробки насіння олійних культур в сировину для біопалива з урахуванням зайнятості полів олійними культурами в сівозміні, а також заводу для отримання біопалива.

Матеріал і методи дослідження. Розрахунок складається з двох частин:

1. Розрахунок потужності пункту переробки насіння олійних культур з отриманням олії – сировини для виробництва біодизельного палива, та оптимальну відстань перевезень насіння.

2. Розрахунок потужності заводу по виробництву біодизельного палива з олії, та оптимальну відстань перевезень сировини.

Питомі витрати можна представити такою функціональною залежністю:

$$C = \frac{Z_v}{M} + z_n r + z_g \quad (1)$$

де C – питома собівартість виробництва, грн/т;

Z_v – загальні накладні витрати на переробку органічної сировини, грн./рік;

z_n – питомі витрати на перевезення сировини, грн/(т·км);

z_g – приведені прямі витрати на переробку органічної сировини, грн/т;

r – відстань від пункту переробки до місцезнаходження сировини, км;

M – маса органічної сировини для переробки, яку необхідно зібрати і доставити з полів, т/рік.

До загальних накладних витрат на переробку органічної сировини відноситься амортизація обладнання, будівель і споруд пункту, витрати на утримання будівель і споруд, витрати на утримання адміністративного персоналу та інші витрати, не пов'язані з технологічним процесом виробництва біодизельного палива. До приведених прямих витрат відносять: вартість органічної сировини та витрати, які пов'язані з виконанням технологічного процесу переробки в розрахунку на одиницю органічної сировини (енергетичні витрати), витрати на оплату праці робітників тощо).

У формулі (1) маємо дві змінні величини. Перший доданок характеризує зменшення питомих витрат залежно від збільшення маси, що переробляється. Другий – витрати, які зростають внаслідок збільшення площі збору і відстані доставки сировини. Для приведення до однієї змінної встановимо їх взаємозв'язок.

Встановивши залежність отримання маси органічної сировини від відстані перевезень і дослідивши формулу 1 на екстремум і отримали

формулу для визначення оптимальної відстані перевезення насіння ріпаку r_{opt} (км) та потужності пункту для переробки ріпаку і отримання олії M_{opt} , (т/рік) – насіння ріпаку з отриманням олії:

$$r_{opt} = \sqrt[3]{\frac{23_e}{\pi \rho \alpha z_n}}, \quad (2)$$

$$M_{opt} = \sqrt[3]{\pi \rho \alpha \left(\frac{23_e}{z_n}\right)^2}. \quad (3)$$

де ρ - характеризується врожайністю (для олійних культур) або щільністю (для вторинної органічної сировини), т/км²;

α – щільність розміщення полів з сировиною для біопалива, а саме – насіння ріпаку:

$$\alpha = \frac{S_{\bar{o}}}{S}, \quad (4)$$

$S_{\bar{o}}$ – площа ділянок на якій розміщена сировина для отримання біопалива, га;

S – загальна площа земельних угідь, га;

π – стала = 3,14

Дану методику також можна використовувати для розрахунків пунктів з виготовлення брикетів, чи пелетів.

Основні результати дослідження.

1. Визначимо оптимальну відстань перевезень та продуктивність пункту для переробки насіння ріпаку в олію, якщо загальні накладні витрати $Z_e = 360000$ грн/рік; питомі витрати на перевезення сировини $z_n = 2,6$ грн/(т·км); урожайність олійної культури (ріпак) $\rho = 1$ т/га (100 т/км²); щільність розміщення полів $\alpha = 0,4$.

Підставивши вихідні дані в формули (8) і (10) визначимо, що оптимальна відстань перевезень насіння ріпаку становить 14,4 км, а продуктивність пункту з переробки насіння ріпаку в олію – 21280 т/рік і при 25 % виході олії можна отримати 5320 т сировини для виробництва біодизельного палива.

Напрямом підвищення ефективності виробництва біодизельного палива на заводах на етапі їх створення є визначенні оптимальної річної продуктивності заводу з урахуванням транспортних витрат на перевезення сировини – олії. За наявності олії для одержання біопалива на пунктах з переробки олійних культур в олію, з урахуванням відстані перевезення її до заводу, визначається її функція. Тоді собівартість отримання біодизельного палива в розрахунку на одиницю вихідної продукції визначається за формулою:

$$C_{\bar{o}} = \frac{Z_e}{M_o(l) \cdot \beta} + z_{en} + \frac{z_n \cdot l}{\beta}, \quad (5)$$

де C_{δ} – собівартість виробництва однієї тонни біопалива, грн/т;
 Z_e – накладні витрати на виробництво, грн.;
 Z_{en} – прямі витрати на виробництво біопалива, грн./т;
 z_n – питомі транспортні витрати, грн./т-км;
 β – коефіцієнт перетворення олії на біодизельне паливо.

$$M_{\delta} = M_o(l) \cdot \beta \quad (6)$$

$$\beta = \frac{M_{\delta}}{M_o}, \quad (7)$$

M_{δ} – маса біопалива, т

За формулою (11) будується функція $C_{\delta} = f(l)$ (рис. 4), а також, дослідивши її на екстремум $\frac{dC_{\delta}}{dl} = 0$, визначається відстань до господарства $l_{кр}$, при якій собівартість виробництва мінімальна.

Основні результати дослідження.

Визначимо оптимальну відстань перевезення олії та продуктивність заводу для отримання біодизельного палива, якщо вартість перевезення – 2,6 грн./ т-км, накладні витрати 13000 тис. грн., прямі витрати на виготовлення 1 т біодизельного палива складають 25 тис. грн., $\beta = 1,1$. Залежність наявності сировини від відстані її перевезення подано в табл. 1

Таблиця 1. – **Наявність сировини від відстані її перевезення на завод для виготовлення біодизельного палива**

Маса олії, M_o , т	5000	15000	35000	70000	100000	150000
Відстань до заводу l , км	10	25	60	120	200	300



Рис.5. Залежність наявності олії від відстані до заводу для виготовлення біодизельного палива.

$$C_{\bar{o}} = \frac{z_{\bar{o}}}{(491,77 \cdot l + 3897,7) \cdot \beta} + z_{en} + \frac{z_n \cdot l}{\beta}; \quad (8)$$

$$\frac{dC_{\bar{o}}}{dl} = -\frac{491,77 \cdot z_{\bar{o}} \cdot \beta}{(491,77 \cdot \beta \cdot l + 3897,7 \cdot \beta)^2} + \frac{z_n}{\beta} = 0; \quad (9)$$

$$M_{\bar{o}} = (491,77 \cdot l + 3897,7) \cdot \beta \quad (10)$$

$$C_{\bar{o}} = \frac{13000000}{(491,77 \cdot l + 3897,7) \cdot 1,1} + 25000 + \frac{2,6 \cdot l}{1,1} \quad (11)$$

Підставивши вихідні дані в формули (8), (10) визначимо, що оптимальна відстань перевезень ріпакової олії становить 101 км, а продуктивність заводу по виготовленню біодизельного палива – 58923 т/рік.

Використовуючи формулу (11), отримаємо залежність собівартості виробництва біодизельного палива від відстані перевезення олії на завод (табл. 2).

Таблиця 2. – Залежність собівартості виробництва біодизельного палива від відстані перевезення олії на завод.

Відстань до заводу l , км	40	60	80	100	120	140
Собівартість виробництва $C_{\bar{o}}$, грн./т	25596	25496	25462	25459	25471	25493

Висновки. Встановлено оптимальну відстань перевезення олії та продуктивність заводу для отримання біодизельного палива – 101 км, потужність заводу – 58923 т, при умовах вартості перевезення – 2,6 грн/т·км, накладних витратах 13000000 грн., прямих витратах на виготовлення 1 т біодизельного палива - 25000 грн., $\beta = 1,1$.

Також встановлено залежність собівартості виробництва біодизельного палива від відстані перевезення олії на завод, а саме: при відстані до заводу 40 км – собівартість виробництва біопалива – 25596 грн./т, при 60 км – 25496 грн./т, при 80 км – 25462 грн./т, при 80 км – 25459 грн./т, при 100 км – 25459 грн./т, при 120 км – 25471 грн./т, при 140 км – 25493 грн./т.

Запропонована методика дає можливість визначати оптимальну продуктивність заводу для переробки органічної сировини в біопаливо з урахуванням відстані її перевезень ще на етапі проектування.

Список літератури

1. Ковальський В., Голодніков О., Григорак М., Косарєв О., Кузьменко В. Про підвищення рівня еколого-енергетичної безпеки України. Економіка України. 2000. № 10. С. 34–41.

2. Винтоняк В. Українська рапсодія. Агроперспектива. 2000. № 1. С. 10–14.
3. В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, З. Пасторек, А. Гжибек, П. Євич, Т. Амон, В.В. Криворучко. Біопалива (технології, машини і обладнання) – К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація 2004. 256 с.
4. Семенов В.Г., Марченко А.П., Семенова Д.У., Лінков О.Ю. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакової олії. Машинобудування: Вісник Харківського державного політехнічного університету. Харків: ХДПУ, 2000. Випуск 101. С. 159–163.
5. Семенов В.Г. Гармонізація національного стандарту на біодизельне паливо до європейського та американського стандартів. Матеріали I Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології» . К.: Книжкове вид-во НАУ. 2006. С. 119–121.
6. Адаменко О., Височанський В., Лютко В., Михайлів М. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: монографія. Івано-Франківськ. 2001. 432 с.
7. Колосов О. Є. Високоєфективні засоби приготування біопалива. К. : Січка. 2010. 152 с.
8. Сенчук М.М. Обґрунтування потужності механізованих пунктів для переробки органічних відходів вермикомпостуванням. Техніка АПК. 2004. № 10-11. С. 32-34
9. Biofuels Issues and Trends. Independent Statistics Analysis. Washington: U.S. Energy Information Administration. 2012. 48 p.
10. Technology Roadmap. Biofuels for Transport. Paris: International Energy Agency. 2011. 56 p.
11. Hill J., Nelson E., Tilman D., Polasky S., Tiffan D. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. Proc. of National. Academy of Science the USA. 2006. V.103. №30. P. 11206 –11210.
12. Laan T., Litman T. A., Steenblik R. Biofuels – At what cost? Government support for ethanol and biodiesel in Canada. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development. 2011. 121 p.
13. Oilseeds: World Markets and Trade / United States Department of Agriculture Report. World Agricultural Outlook Board/USDA. July 2014. 35 p.
14. Mortimer N.D., Cormack P., Elsayed M.A. and Horne R.E. Evaluation of the comparative energy, global warming and socio-economic costs and benefits of biodiesel. Sheffield: Sheffield Hallam University. 2003. 132 p.