

УДК 615.012.014

ПОРІВНЯЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕКСТРАКТОРА З ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ІНТЕНСИФІКАТОРОМ ТА ІСНУЮЧОГО ЕКСТРАКТОРА УЕЛ-1

Коляновська Л.М., к.т.н.

Вінницький національний аграрний університет

Тел. (0432) 68-01-65

Анотація – у статті наведено дані порівняльного розрахунку основних техніко-економічних параметрів розробленого екстрактора з електромагнітним інтенсифікатором та існуючого екстрактора УЕЛ-1 виробництва Російської Федерації.

Ключові слова – екстрактор з електромагнітним інтенсифікатором, техніко-економічні параметри, економічний ефект, енерговитрати.

Постановка проблеми. Виробництво рослинної олії-велика, складна технологічна система, що складається з комплексу підсистем: ліній, установок, машин та апаратів, що об'єднані загальною ціллю – отриманням олії та шроту з олійних культур. Дане виробництво характеризується високим рівнем ресурсозатрат і значними викидами тепла, газових і водяних стоків у навколишнє середовище. Також технологічні схеми екстракційного вилучення олій є складними і непридатними для невеликих підприємств, оскільки обладнання, що застосовується, металоемне, ресурсозатратне, вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу, а традиційні розчинники є вибухо- та пожежонебезпечними. За кількістю викидів теплоти, газових і водяних стоків у навколишнє середовище комбінати з отримання рослинних олій потребують необхідності пошуків нових технологій, які зменшать шкідливість впливу на екологію і модернізують процес вилучення олії. Допоможе в цьому розумне застосування сучасних уявлень, принципів і способів для комплексного вирішення вищезазначених проблем у виробництві рослинних олій.

Аналіз останніх досліджень. Для вилучення олії з олійної сировини у світовій практиці виробництва рослинних олій існують два принципово різних методи: механічний віджим олії – пресування; вилучення олії у вигляді розчину в летючих органічних

розчинниках з наступним видаленням останньої з розчину – екстракція.

Серед останніх досліджень вирішення зазначених проблем у сучасній олійно-екстракційній галузі є використання технологій екстрагування із застосуванням ультразвуку, за допомогою електричних зарядів з використанням електроплазмолізу та електродіалізу, за допомогою зріджених газів: карбону діоксиду, пропану, бутану, рідкого амоніаку, хладону та ін. [1-3]. Розроблена технологія – екстрактор з електромагнітним інтенсифікатором, що охарактеризована в праці [4] порівнюється із технологією виробництва Р. Ф. – екстрактором УЕЛ-1 принцип дії якого ґрунтується на забезпеченні проведення досліджень з екстракції різноманітних речовин з використанням зрідженого діоксиду вуглецю.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою роботи було порівняння розрахунку основних техніко-економічних параметрів розробленого екстрактора з електромагнітним інтенсифікатором з існуючим екстрактором УЕЛ-1, виробництва Р. Ф.

Основна частина. Критерієм комплексної оцінки ефективності застосування запропонованого мікрохвильового інтенсифікатора передбачається визначення оцінюваного варіанту на відповідність його рівню та проводиться з метою визначення доцільності його використання у харчовому виробництві.

При визначенні доцільності використання для виробництва мікрохвильового інтенсифікатора для екстрагування досліджуваних ріпакової та соєвої олій в основу розрахунків покладено комплексну енергетичну оцінку ефективності технологій і технічних засобів, виконану за типовими методиками.

За аналог прийнято технологію виробництва за допомогою екстрактора УЕЛ-1 (Росія), що забезпечує проведення досліджень з екстракції різноманітних речовин з використанням зрідженого діоксиду вуглецю в області тисків до 40 МПа і температур до 80°C. Дані порівняльної характеристики наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика розробленого екстрактора з МХІ та екстрактора УЕЛ – 1 (Росія)

Марки пілотних установок	Встановлена потужність, кВт	Споживана потужність, кВт	Питома кількість теплоти, МДж/кг	Час екстрагування 1 парт., хв.
УЕЛ – 1	7,5	3,1	1,2	30 хв.
Екстрактор з МХІ	3	1,2	0,4	15 хв.

Всі розрахунки порівняльного аналізу техніко-економічних показників запропонованої та базової технологій відображено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Економічна ефективність проекту екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором

Показники	Розмірність	Існуюча установка УЕЛ-1	Проектна установка ЕМХІ
Продуктивність	кг/год. кг/зм.	15 97,5	20 130
Основні експлуатаційні витрати	грн.	21646,96	16863,5
Ефект від збільшення продуктивності	грн.	-	8602,5
Ефект від економії енерговитрат	грн.	-	4783,46
Загальний економічний ефект	грн.	-	13385,96
Термін окупності	роки	-	1,25

Час роботи установки на протязі зміни поділяється на цикловий та позацикловий. Цикловий час належить до експлуатаційного часу виробленого обладнання. Позацикловий час – це час підготовки основного циклу обробки, складовою якого є час на підготовку обладнання до експлуатації та робочого місця, який включає і час простоїв через несправності, і час відновлення працездатності обслуговуючого персоналу, і час, що витрачається на налагоджувальні роботи.

Час робочої зміни знаходили наступним чином:

$$T_{зм} = T_{ц} + T_{нц}, \quad (1)$$

де $T_{зм}$ - час робочої зміни;

$T_{ц}$ - цикловий час;

$T_{нц}$ - позацикловий час.

Позацикловий час знаходили за формулою:

$$T_{нц} = t_{нз} + t_{нр} + t_{ф}, \quad (2)$$

де $t_{нз}$ - час на реалізацію підготовчо-заключних операцій;

$t_{нр}$ - час простоїв через несправності або регульовальні роботи;

t_{ϕ} - час відновлення працездатності обслуговуючого персоналу або фізіологічний час.

Цикловий час розраховуємо:

$$T_{\phi} = T_{зм} - T_{пц}. \quad (3)$$

Основні експлуатаційні витрати розробленої установки - це витрати на виготовлення машини, енерговитрати під час роботи та витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу.

Витрати на виготовлення розробленого мікрохвильового інтенсифікатора розраховували як:

$$B_{виг} = C_{\phi} \cdot E_{н}, \quad (4)$$

де C_{ϕ} - вартість виготовлення екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором;

$E_{н}$ - нормативний коефіцієнт капітальних вкладень.

Річні енерговитрати при експлуатації даної машини знаходили:

$$B'_{ен} = N_{пр} \cdot t_{р.зм} \cdot n_{зм} \cdot n_{р}, \quad (5)$$

де $N_{пр}$ - потужність привода;

$t_{р.зм}$ - робочий час однієї зміни;

$n_{зм}$ - кількість змін;

$n_{р}$ - кількість робочих днів.

Річні витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу розраховували:

$$B_{зн} = B_{зн.м} \cdot n_{м} \cdot n_{пр}, \quad (6)$$

де $B_{зн.м}$ - місячна заробітна плата;

$n_{м}$ - кількість річних місяців;

$n_{пр}$ - кількість чоловік обслуговуючого персоналу.

Загальні експлуатаційні витрати установки складали:

$$B = B_{виг} + B_{ен} + B_{зн}. \quad (7)$$

Аналогічно розраховували загальні експлуатаційні витрати для існуючої машини УЕЛ-1 виробництва Російської Федерації.

Економічний ефект, що мав місце в результаті зменшення енерговитрат запропонованої установки, розраховували:

$$E = E_1 + E_2, \quad (8)$$

де E - загальний економічний ефект;

E_1 - економічний ефект від збільшення продуктивності запропонованої установки;

E_2 - економічний ефект від зменшення енерговитрат при експлуатації даної машини.

Дані складові визначали наступним чином:

$$E_1 = \frac{B_{zn} \cdot (n_p^i - n_p^n)}{n_p^i}, \quad (9)$$

де n_p^i - кількість днів роботи за рік існуючої установки;

n_p^n - кількість днів роботи проектної машини, яку визначали:

$$n_p^n = \frac{n_{zm}^i \cdot n_p^i}{n_{zm}^n \cdot \kappa_v}, \quad (10)$$

де n_{zm}^i, n_{zm}^n - відповідно продуктивність за зміну проектної та існуючої установок;

κ_v - коефіцієнт коректування часу обробки на одну партію готової продукції для порівняльного аналізу.

Економічний ефект від зменшення енерговитрат знаходили:

$$E_2 = B^i - B^n. \quad (11)$$

Економічну ефективність однієї експериментально-промислової моделі знаходили:

$$E_{уст} = \frac{E}{B}. \quad (12)$$

Термін окупності при впровадженні одного екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором розраховували:

$$T_{ок}^e = \frac{B}{E}. \quad (13)$$

У результаті використання зазначеної методики отримали: час робочої зміни знаходили за формулою (1) :

$$T_{zm} = 6год\ 30\ хв. + 1год\ 30\ хв. = 8\ год.$$

Позацикловий час знаходили за формулою (2), приймали $t_{nz} = 10$ хв., $t_{np} = 20$ хв., $t_{\phi} = 60$ хв.:

$$T_{nc} = 10 + 20 + 60 = 90\ хв.$$

Цикловий час розраховуємо за формулою (3):

$$T_{ц} = 8 - 1,5 = 6,5\ год.$$

Основні експлуатаційні витрати розробленої установки - це витрати на виготовлення машини, енерговитрати під час роботи та витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу.

Витрати на виготовлення розробленого мікрохвильового інтенсифікатора розраховували за формулою (4) із урахуванням вартості виготовлення екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором, яка дорівнювала 10000 грн., та нормативного коефіцієнта капітальних вкладень, $E_n = 0,15$.

$$B_{виг} = 10000 \cdot 0,15 = 1500\ грн.$$

Річні енерговитрати експлуатації даної машини розраховували за формулою (5) із урахуванням: потужності привода, $N_{np}=1,2$ кВт; робочого часу однієї зміни, $t_{p.зм}=6,5$ год; кількості змін, $n_{зм}=1$; кількості робочих днів, $n_p=258$ днів.

$$B'_{ен} = 1,2 \cdot 6,5 \cdot 1 \cdot 258 = 2012 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

За тарифом на електроенергію для підприємств із роботою подібного обладнання з 1 червня 2013 року вартість однієї кВт·год. становить 79,52 коп. Звідси річні витрати:

$$B_{ен} = 2012 \cdot 0,795 = 1599,5 \text{ грн.}$$

Річні витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу розраховували (6):

$$B_{зн} = 1147 \cdot 12 \cdot 1 = 13764 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати установки розраховували (7):

$$B = 1500 + 1599,5 + 13764 = 16863,5 \text{ грн.}$$

Аналогічно розраховували загальні експлуатаційні витрати для існуючої машини УЕЛ-1 виробництва Російської Федерації.

Споживана потужність цієї установки становить 3,1 кВт, загальна вартість 25000 грн.

Витрати на виготовлення існуючої установки розраховували за формулою (4):

$$B_{виг}^i = 25000 \cdot 0,15 = 3750 \text{ грн.}$$

Річні енерговитрати на експлуатацію існуючої установки з урахуванням вартості електроенергії розраховували за формулою (5):

$$B_{ен}^i = 3,1 \cdot 6,5 \cdot 1 \cdot 258 \cdot 0,795 = 4132,96 \text{ грн.}$$

Річні витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу, при $n_{np}=1$, розраховували за формулою (6):

$$B_{зн}^i = 1147 \cdot 12 \cdot 1 = 13764 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати для існуючої установки розраховували згідно формули (7):

$$B^i = 3750 + 4132,96 + 13764 = 21646,96 \text{ грн.}$$

Аналіз техніко-економічних показників роботи установки з мікрохвильовим інтенсифікатором (МХІ) та існуючої установки УЕЛ-1 показав, що в результаті зменшення енерговитрат запропонованої установки має місце економічний ефект, який розраховували як суму економічного ефекту від збільшення продуктивності запропонованої

установки та економічного ефекту від зменшення енерговитрат при експлуатації даної машини.

Дані складові загального економічного ефекту визначали за формулою (9), попередньо розрахувавши кількість днів роботи проектної машини (10) та коефіцієнт коректування часу обробки на одну партію готової продукції масою 5 кг для порівняльного аналізу:

Для існуючої установки $V_{\kappa}^i = 30$, для проектної $V_{\kappa}^i = 15$.

$$K_v = \frac{V_{\kappa}^i}{V_{\kappa}^n} = \frac{30}{15} = 2.$$

Кількість днів роботи для проектної машини становить:

$$n_p^n = \frac{97,5 \cdot 258}{130 \cdot 2} = 96,75.$$

За формулою (9) розраховували економічний ефект від збільшення продуктивності запропонованої установки:

$$E_1 = \frac{13764 \cdot (258 - 96,75)}{258} = 8602,5 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від зменшення енерговитрат знаходили:

$$E_2 = B^i - B^n = 21646,96 - 16863,5 = 4783,46 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальний економічний ефект від проектованої установки у порівнянні з існуючою установкою дорівнює:

$$E = 8602,5 + 4783,46 = 13385,96 \text{ грн.}$$

Економічна ефективність однієї експериментально-промислової моделі складала:

$$\frac{E}{B} = \frac{13385,96}{16863,5} = 0,79 \text{ грн., тобто на 1 затрачену гривню припадає}$$

1 грн. прибутку.

Термін окупності при впровадженні одного екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором становив:

$$T_{ок}^e = \frac{16863,5}{13385,96} = 1,25 \text{ року.}$$

Висновок. Порівняльна характеристика проекту екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором з екстрактором, що працює з використанням зрідженого діоксиду вуглецю в області тисків до 40 МПа показала, що питомі витрати енергії на 1 кг олії у розробленому екстракторі майже в 3 рази менші ніж у промисловому екстракторі УЕЛ-1.

Техніко-економічні розрахунки показали, що ефект від збільшення продуктивності запропонованого проекту становить 8602,5 грн. Ефект від економії енерговитрат – 4783,46 грн., річний економічний ефект становить 13385,9 грн., термін окупності 1,25 року.

Література:

1. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование. Система твердое тело-жидкость. – Л.: Химия. – 1974. – 256 с.
2. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе-вода». – Одесса. – 2007. – 176 с.
3. Сидоров Ю.І. Екстракція рослинної сировини. Навч. посібник / Ю.І. Сидоров, І.І. Губицька, Р.Т. Конечна, В.П. Новіков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 336 с.
4. Коляновська Л.М. Інтенсифікування процесів екстрагування при виробництві олії із сої та ріпаку: дис.. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Коляновська Л.М. – Вінниця, 2014. – 259 с.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ЭКСТРАКТОРА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ
ИНТЕНСИФИКАТОРОМ И СУЩЕСТВУЮЩЕГО
ИНСТРАКТОРА УЭЛ-1**

Коляновская Л.М

Аннотация – в статье приведены данные сравнительного расчета основных технико-экономических параметров разработанного экстрактора с электромагнитным интенсификатором и существующего экстрактора УЭЛ-1 производства РФ.

**COMPARATIVE CALCULATION OF TECHNICAL AND
ECONOMIC PARAMETERS EXTRACTOR DESIGNED TO
ELECTROMAGNETIC INTENSIFIERS AND TECHNOLOGY
UEL-1**

Kolyanovska L.

Summary

The article presents comparative data calculating basic technical and economic parameters developed extractor with electromagnetic intensifiers and existing extractor, production Russian federation "UEL-1".