

10. Шавалюк Л. Анатомія злиднів / Л. Шавалюк // Тиждень. Розділ: Економіка – 20 грудня 2014. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://tyzhden.ua/Economics/125561/PrintView>

11. Дудар Т. Проблеми формування та розвитку вертикально інтегрованих структур у сільсько-господарстві / Т. Дудар // Вісник ТНЕУ. - №1. – 2012. – с. 126 – 136

12. Скопенко, Н. С. Вертикальна інтеграція як фактор підвищення ефективності діяльності підприємств харчової промисловості / Н. С. Скопенко // Проблеми підвищення ефективності інфраструктури: Збірник наукових праць. – К.: НАУ, 2011. - Вип. 31.– С. 170-178

Стаття надійшла: 01.02.2015 р.

Рецензент: д.е.н., проф. Горелов Д.О.



УДК 631.365:621.31

JEL Classification: H5.47

## ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕЛІОСУШАРКИ З ТЕПЛОВИМ АКУМУЛЯТОРОМ І ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Коробка С.В., здобувач

Львівський національний аграрний університет

**Анотація.** Стаття обґрунтовує економічну доцільність зниження енергоємності, прямих експлуатаційних витрат у процесі сушіння фруктів в сушильній установці за рахунок використання відновлюваних джерел енергії (в технології сушіння – сонячної енергії). Такі, сушильні установки на сьогодні знаходять широке застосування в колективних і фермерських господарствах та і в інших галузях промисловості агропромислового сектору України. Виконання робіт по удосконаленню конструкції сушильної установки і технології сушіння є досить актуальною проблемою, яка вимагає вирішення і може сприяти підвищенню економічної ефективності виробництва та економії енергоресурсів: теплової і електричної енергії. При виконанні робіт по удосконаленню конструкції діючого апарату необхідно обрати базисний зразок аналогічного апарату для порівняння його техніко-економічних показників. Зокрема, з метою підвищення ефективності процесу сушіння в апараті пропонується встановити тепловий акумулятор з твердим теплоакumuлюючим матеріалом, що дозволяє підвищити економічну ефективність процесу сушіння на 20%, знизити енергоємність на 15%, питомі енерговитрати на 10%, прямі експлуатаційні витрати на 5%, споживання електроенергії 128,5 кВт·год/кДж за рахунок використання відновлювальних джерел енергії (зокрема, сонячної енергії). Очікуваний економічний ефект за рахунок розробленої технології комбінованого сушіння, при використанні теплового акумулятора з твердим теплоакumuлюючим матеріалом масою 50 кг і повітряного колектора площею 1,5 м<sup>2</sup>, так і при використанні відновлювального джерела енергії складатиме 1,8 тис. грн./рік за сезон при завантаженні 9,2 кг сушильного матеріалу і циклі сушіння 50 годин.

**Ключові слова:** економічна оцінка, геліосушарки, сушіння, сонячна енергія, прямі експлуатаційні витрати.

## EVALUATION OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF HELIO-DRYER WITH THERMAL BATTERY AND USING THE SOLAR ENERGY.

Sergiy Korobka, applicant

Lviv National Agrarian University

**Summary.** The article is based on the economic feasibility of reducing energy intensity, direct operating costs in the process of drying fruits in the drying installation through the use of renewable energy sources (In technology of solar drying). Nowadays such drying installations are widely used in collective farms and other industries, agriculture of Ukraine. The works to improve the design of dryer installation and drying technology is very actual problem that requires the solution and can improve economic efficiency of production and energy resources saving: of thermal and electric energy. When carrying work on the improvement of design the acting system must be selected basic pattern similar device to compare its techno - economic indicators. In particular, in order to increase the efficiency of the process drying in machine is proposed to establish a thermal accumulator with a solid material for thermal accumulating, that allows to increase economic efficiency of the drying process by 20%, reduce energy intensity by 15%, specific energy costs by 10%. direct operating costs by 5%, the electricity consumption 128.5 kVt·h/kJ through the use of renewable energy sources.( particularly solar energy). The expected economic effect due the developed technology combined drying using a thermal battery with a solid heat accumulated material weigh-

ing 50 kg and air collector area of 1,5 m<sup>2</sup> and using renewable energy sources will be 1.8 thousand. UAH/year season when loading 9.2 kg of drying material and drying cycle of 50 hours.

**Key words:** economic evaluation, helio-dryer, drying, solar energy, direct operating costs.

**Постановка проблеми.** Заходи з енергозбереження в Україні – надзвичайно актуальні. Великим кроком у вирішенні проблем енергозаощадження є застосування відновлювальних джерел енергії. В колективних і фермерських господарствах України при переробці (технології сушіння) сільськогосподарської продукції, використовують геліосушарки без теплового акумулятора, що працюють комбінованим способом (в денний час від сонячної енергії, а в нічний час на традиційних джерелах енергії – це перетворення електричної енергії в теплову). Всі ці геліосушарки мають високі питомі енергозатрати і споживання електроенергії, малу продуктивність, що на сьогодні є неактуальним. Тому, актуальними є вирішення такої важливої науково-технічної проблеми, як оцінка економічної ефективності геліосушарки з тепловим акумулятором і відновлюваними технічними джерелами теплової енергії (зокрема, сонячної енергії).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел зарубіжних так вітчизняних вчених, як: Брега В.Д., Вагенеса Г.К., Озарківа І. М., Наконечної К.В. дали можливість проаналізувати високі темпи росту питомих енерговитрат, в технології сушіння фруктів із використанням традиційних видів палива і визначили три основні шляхи заміни дефіцитних технічних видів енергії (теплової і електричної) відновлюваними джерелами енергії (сонячною, вітровою геотермальною), а саме:

- виробництво високо-потенційного тепла для нагріву теплоносія, що базується на застосуванні енергії Сонця і геотермальних джерел;
- виробництво електроенергії, що потребує використання вітрової енергії, гідроенергії малих водотоків, а також фотоелектричних перетворювачів [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Водночас, техніко-економічні характеристики установок, робота яких базується на використанні енергії сонячного випромінювання, залежать від таких чинників:

- природно-кліматичних умов даної місцевості, які визначають кількість виробленої теплової енергії (рівень сонячного випромінювання);
- питомі капіталовкладення в геліосушарку;
- наявність та вартість використаної енергії.

Адже, мала питома густина розподілення сонячної енергії по території, непостійність надходження енергії сонячного випромінювання в часі, залежність її від природно-кліматичних умов – зумовлюють пропорційне збільшення розмірів установки, ускладнюється конструкція, що в свою чергу спричиняє підвищенню питомих капіталовкладень і витрат матеріалів на матеріало-будівельно-монтажні роботи геліосушарки [7, 8].

**Невирішені складові загальної проблеми.** На сьогодні зниження питомих енерговитрат в технології сушіння фруктів з використанням відновлювальних джерел енергії (зокрема, сонячної енергії) полягає в тому, щоб домогтися економічно та технічно приймати рішення використовуючи геліосушарки, і цим самим забезпечити відчутний внесок в паливо-енергетичний баланс агропромислового комплексу України.

**Формулювання цілей статті.** Мета статті – оцінка економічної ефективності зниження питомих енерговитрат на сушіння фруктів для різних геліосушарок з тепловим акумулятором за рахунок використання відновлюваних джерелами енергії (зокрема, сонячної енергії).

**Виклад основного матеріалу досліджень.** За останні 3–5 років енергоресурси значно подорожчали і мають тенденцію до подальшого збільшення вартості, а саме електроенергія - на 15-35%. Тому розробка нових технологій і обладнання, спрямованих на зниження витрат палива та електроенергії на сушіння, має визначальне значення для зниження споживання енергоносіїв та енерговитрат при виробництві сушеної сільськогосподарської продукції [9].

За експертними оцінками [10], із загальної кількості енергоносіїв, витрачених на виробництво сушеної сільськогосподарської продукції, прямі витрати на сушіння досягають 30-35%, а частка енерговитрат у собівартості сушіння становить 75-80%. Таким чином, для сушіння сільськогосподарської продукції в геліосушарці без теплового акумулятора потрібно 120-165 кВт·год електроенергії впродовж періоду сушіння, а самі затратити 128,5 кВт год електроенергії на виробництво 5110 кДж/кг теплової енергії в нічний час, при разовому завантаженні в геліосушарку сирової фруктової сировини (яблук) 8 кг, отримуємо 1,04 кг сухої продукції. Вартість висушеної сухої продукції (яблук) отри-

маної в процесі сушіння у геліосушарці без теплового акумулятора становить 28,06 грн/кг. за період сушіння тривалістю 50 годин.

Визначальною умовою використання геліосушарок, крім їхньої технічної надійності, є їх економічна ефективність. Зазначимо, що існує низка методів та методик визначення економічної ефективності використання геліосушарок для сушіння фруктів. Практично всі вони базуються на зіставленні розрахункових затрат в новий запропонований варіант (геліосушарки з тепловим акумулятором ГС з ТА) і базовий (геліосушарки без теплового акумулятора ГС без ТА).

Розрахунок економічної ефективності геліосушарки з використанням енергії сонячного випромінювання та теплового акумулятора, проводимо за формулою (1):

$$E_n = \left[ 3_1 \cdot \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{P_1 + \epsilon_n}{P_2 + \epsilon_n} + \frac{U_1 - U_2 - \epsilon_n (K_2 - K_1)}{P_2 + \epsilon_n} - 3_2 \right], \quad (1)$$

де  $E_n$  – річний економічний ефект, грн.;  $3_1, 3_2$  – наведені витрати виробництва одиниці продукції у запропонованій геліосушарці з тепловим акумулятором, грн.;  $B_2/B_1$  – коефіцієнт урахування зростання продуктивності та одиниці нового апарату в порівнянні з базовим;  $P_1, P_2$  – частки відрахувань від балансової вартості на повне відновлення базових і нових засобів праці:  $P_1 = P_2 = 0,125$ ;  $U_1, U_2$  – річні експлуатаційні витрати при використанні енергії сонячного випромінювання та теплового акумулятора в геліосушарці з розрахунку на обсяг продукції, що виробляється за допомогою нового засобу праці, грн.;  $\epsilon_n$  – нормативний коефіцієнт окупності:  $\epsilon_n = 0,15$ ;  $K_2', K_1'$  – супутні капітальні вкладення споживання при використанні базових і нових засобів праці в розрахунку на обсяг роботи, виробленої за допомогою нового засобу праці  $U_3$  в базовому і новому середовищах праці супутні капітальні вкладення включені до кошторису на матеріало-будівельно-монтажні роботи, що ввійшли у витрати  $3_1$  і  $3_2$ , тому  $K_2 = K_1 = 0$ , що наведено в таблиці 1.

**Таблиця 1 – Оцінка економічної ефективності геліосушарок.**

№ п/п	Показники	ГС без ТА	ГС з ТА	Примітка
1	2	3	4	5
1.	Продуктивність установки, кг/добу	1,04	1,5	
2	Година продуктивність, кг.	0,05	0,066	
3.	Витрати по зарплаті:			
3.1.	Кількість обслуговуючого персоналу.	1	1	
3.2.	Основна заробітна плата, тис. грн.	1,9	1,9	
3.3.	Додаткова заробітна плата, тис. грн.	0,6	0,6	20% від осн. з/п
3.4.	Нарахування на соцстрах, тис.грн.	0,5	0,5	10,1% від суми
3.5.	Разом заробітна плата з начисленням, тис. грн..	3,0	3,0	
4.	Витрати на електроенергію:			
4.1.	Встановлена потужність електродвигуна, кВт	0,65	0,126	
4.2.	Споживча потужність, кВт	2,45	0,23	
4.3.	Тариф за 1 кВт. Год. електроенергії, грн...	0,8908	0,8908	
4.4.	Відрахування на електроенергію, тис. грн...	2,18	0,20	
4.5.	Встановлена потужність нагрівачів (тенів), кВт	1,8	0,9	
5.	Капітальні затрати, в тому числі, тис. грн.. з врахуванням монтажу (6%)			
5.1.	Вартість теплового акумулятора (ТА), тис. грн...	-	0,15	
5.2.	Вартість сушильної камери (СК), тис. грн..	7,7	0,6	
5.3.	Вартість нагрівачів (Нагр. Тенів), тис. грн..	0,49	0,32	
5.4.	Вартість повітряного колектора (ПК), тис. грн..	0,10	5,4	

1	2	3	4	5
5.5.	Вартість контрольно-вимірювальних приладів (КВП), тис.грн.	6,5	4,3	
5.6	Вартість плоского дзеркального концентратора (ПДК), тис.грн.	-	0,3	
5.7	Вартість вентилятора (Вен.), тис. грн..	0,3	0,2	
5.8	Разом капітальних затрат, тис. грн..	15,09	11,27	
6.	Амортизаційні відрахування:			
6.1.	Сума амортизаційного відрахування для теплового акумулятора, тис. грн.	0,03	0,02	Нор. відрах. 12,8%
6.2.	Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт, тис. грн.	0,5	0,023	25% суми амортиз. відрах.
7.	Всього затрати, тис. грн.	20,8	14,5	
8.	Питомі витрати на реновацію геліосушарки, тис. грн.	0,47	0,16	
9.	Річний економічний ефект від впровадження установки, тис. грн.	8,32	14,8	

Одним, з поширених критеріїв обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів технічних засобів геліосушарки є мінімум прямих експлуатаційних витрат:

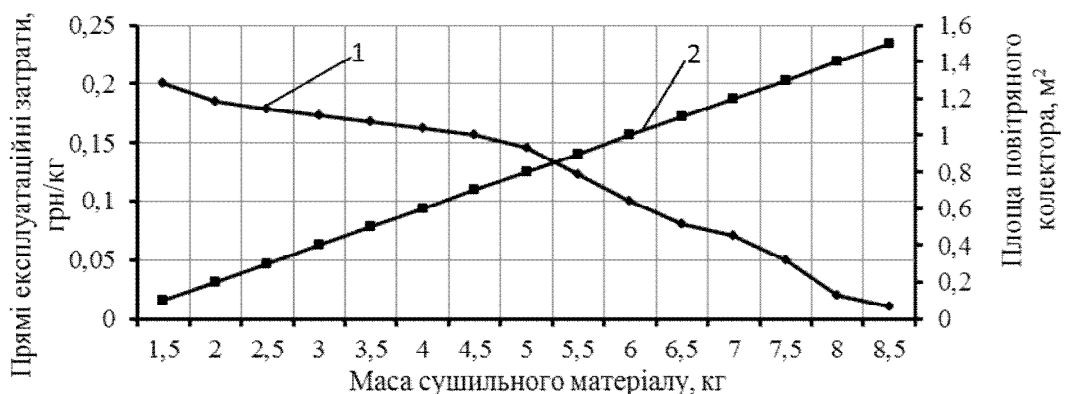
$$P_{EB} = Z_A + Z_{TO} + Z_{ЗП} + Z_{ЕЛ} \rightarrow \min, \text{ грн./кг,}$$

(2)

де -  $Z_A$  - витрати на реновацію геліосушарки;  $Z_{TO}$  - витрати на технічне обслуговування і ремонт геліосушарки;  $Z_{ЗП}$  - витрати на заробітну плату персоналу;  $Z_{ЕЛ}$  - витрати за використану електроенергію.

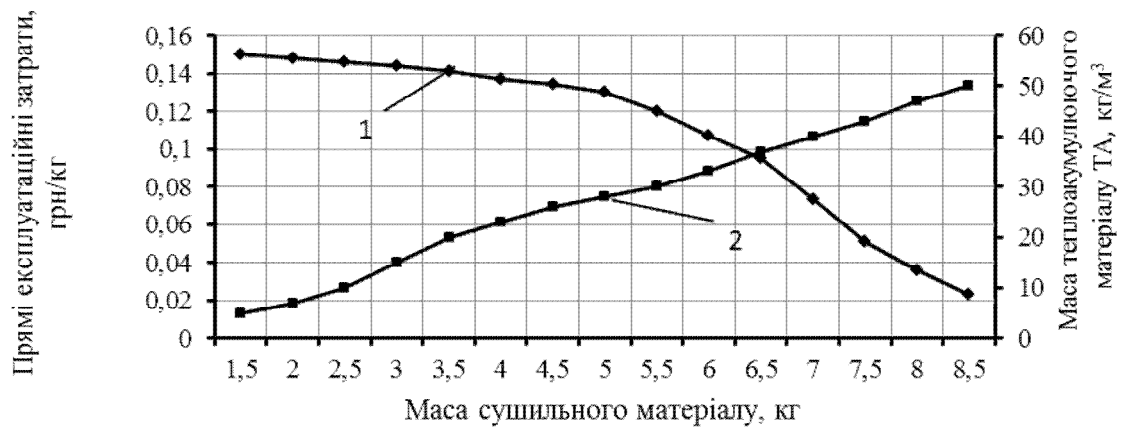
На підставі розрахунків побудовані залежності прямих експлуатаційних витрат на процес сушіння і необхідної площі нижнього сонячного колектора (маси теплоакumuлюючого матеріалу теплового акумулятора) від маси сушильного матеріалу (рис. 1, 2).

Зниження прямих експлуатаційних витрат в геліосушарці відбувається за рахунок розробленої технології комбінованого сушіння, при використанні повітряного колектора площею 1,5 м<sup>2</sup> складає 0,25 грн/кг (рис. 1) і теплового акумулятора з твердим теплоакumuлюючим матеріалом масою 50 кг складає 0,16 грн/кг (рис. 2) від отриманої в процесі сушіння маси від 1,5 до 8,5 кг. сухої продукції. Із збільшенням отримання в процесі сушіння маси сухої продукції, прямі експлуатаційні витрати знижуються. При цьому площа повітряного колектора і маса теплоакumuлюючого матеріалу теплового акумулятора пропорційно зростає.



1 - Прямі експлуатаційні затрати, грн/кг; 2 - Площа повітряного колектора, м<sup>2</sup>

Рисунок 1 – Залежність прямих експлуатаційних витрат на процес сушіння фруктів і необхідної площі повітряного колектора від маси сушильного матеріалу.

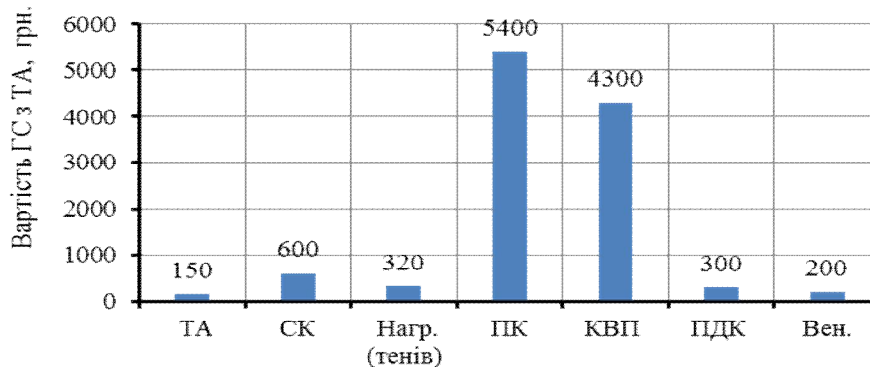


1 - Прямі експлуатаційні затрати, грн/кг; 2 - Маса теплоакumuлюючого матеріалу ТА, кг/м³

**Рисунок 2 – Залежність прямих експлуатаційних витрат на процес сушіння фруктів і необхідної маси теплоакumuлюючого матеріалу ТА від маси сушильного матеріалу**

Структура складових вартості матеріалів на виготовлення геліосушарки з тепловим акумулятором складає 11270 грн., що наведена на рис. 3 і в таблиці 1.

При використанні ГС з ТА зниження прямих експлуатаційних витрат на сушіння фруктів в порівнянні ГС без ТА, що працює в денний час від сонячної енергії, а в нічний час на електроенергії складе 144 грн./кг висушених фруктів при економії електроенергії 128,5 кВт·год/кДж за один цикл сушіння.



**Рисунок 3 – Структура складових вартості ГС з ТА**

Річний економічний ефект від впровадження ГС з ТА впродовж сезону роботи становить 14,8 тис. грн., при разовому завантаженні в геліосушарку сирової фруктової сировини (яблук) 9,2 кг, отримуємо 1,5 кг сухої продукції. Вартість висушеної сухої продукції (яблук) отриманої в процесі сушіння у ГС з ТА становить 24,06 грн/кг. Термін окупності ГС з ТА становить 0,0019 грн/кг за 1 кг висушеної продукції, за один цикл сушіння тривалістю 50 год..

**Висновки.** Отже, очікуваний за рік економічний ефект за рахунок розробленої технології комбінованого геліосушіння, при використанні теплового акумулятора з твердим теплоакumuлюючим матеріалом масою 50 кг і повітряного колектора площею 1,5 м<sup>2</sup>, так і при використанні відновлювального джерела енергії (зокрема, сонячної енергії) складатиме 14,8 тис. грн./рік за сезон при завантаженні 9,2 кг сушильного матеріалу у циклі сушіння 50 год.. Економія електроенергії складає 144 грн./кг висушених фруктів за період сушіння, що дає річне зниження споживання електроенергії 128,5 кВт·год/кДж.

**Перелік посилань.**

1. Озарків І.М. Використання сонячної енергії у промисловості / І.М. Озарків, Й.С. Мисак – Львів: НВФ «Українські технології», 2008. – 276 с.
2. Барановський О. І. Фінансова безпека / О. І. Барановський. – К. : Фенікс, 1999. – 338 с.
3. Стюарт Томас А. Интеллектуальный капитал. Новый источник богатства организаций / Томас А. Стюарт. – М.: Поколение, 2007. – 368 с.

4. *Моделювання економічної безпеки : держава, регіон, підприємство : Моногр. / За ред. В. М. Гейця. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2006. – 240 с.*
5. *Мунтіян В. І. Економічна безпека України : Моногр. / В. І. Мунтіян–К., КВІЦ, – 1999, – 464 с.*
6. *Черваньов Д. М. Менеджмент інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств в Україні / Д.М. Черваньов – К. : Знання, 1999. – 514 с.*
7. *Наконечна К.В. Механізм державної підтримки підприємств і шляхи його вдосконалення /К.В. Наконечна //Економіка АПК. –2008. – №2. – С. 63-68*
8. *Пересада А. А. Інвестиційний процес в Україні / А. А. Пересада. – К. : Лібра, 1998. – 392 с.*
9. *Шумпетер Й.І. Теория экономического развития / Й.І. Шумпетер – М. : Прогресс, 1982. – 453 с.*
10. *Кириленко В. І. Інвестиційна складова економічної безпеки : Моногр. / В. І. Кириленко. – К. : КНЕУ, 2005. – 232 с.*

**Стаття надійшла:** 15.03.2015 р.  
**Рецензент:** д.е.н., проф. Міщенко В.А.

