

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М.П.Драгоманова
ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальнотехнічних дисциплін та охорони праці**

**МАТЕРІАЛИ VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ:
НАУКА, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ»**

Київ, 24 листопада 2021 р.

Енергоефективність: наука, технології, застосування: Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції. Київ, 24 листопада 2021 р. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2021. – 60 с.

*Друкується згідно з ухвалою Вченої ради
Інженерно-педагогічного факультету
НПУ імені М.П.Драгоманова,
протокол № 5 від 1 грудня 2021 р.*

Збірник містить матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Енергоефективність: наука, технології, застосування».

У рамках конференції розглянуто сучасний стан та перспективи використання енергоефективних технологій, раціонального використання енергії, технології отримання енергії з відновлювальних джерел та екологічні аспекти реалізації новітніх технологій.

Редакційна колегія:

Д.Е. Кільдеров – доктор педагогічних наук, професор (голова, науковий редактор)

Ю.В. Немченко – кандидат педагогічних наук, доцент

В.В. Шевченко – кандидат педагогічних наук, професор, завідувач кафедру загальнотехнічних дисциплін та охорони праці

Е.В. Компанець – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

О.М. Кучменко – кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці

Н.М. Немченко – викладач інформатики та інформаційних технологій Боярського академічного ліцею «Гармонія» (технічний секретар)

*Організаційний комітет висловлює подяку інформаційним партнерам,
які поширили інформацію про роботу конференції на сторінках
своїх інформаційних ресурсів*



Сахара



eco town



Scientific Social Community
Социальная научная сеть



3. JR Kodirov, S Sh Khakimova, Sh M Mirzaev Analysis of characteristics of parabolic and parabolocylindrical hubs, comparison of data obtained on them. Journal of TIRE № 2, 2019 г. 193-197 pp.
4. Kodirov J.R., Hikmatov I.I., Mirzaev Sh.M. Creation of solar concentrators and data analysis obtained on them in the summer period under the conditions of the Bukhara area. Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2020, Т.24, №1).

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ПЕЧІ

Шишко Ю.В.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри енергетичних систем
та енергоменеджменту
Український державний університет
науки і технологій (УДУНТ)*

Пінчук В.О.

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри енергетичних
систем та енергоменеджменту*

Бєбко С.П.

*студент групи ТЕ901-15м
Навчально-науковий інститут
промислових та бізнес технологій
УДУНТ*

Анотація. З метою дослідження енергетичної ефективності заходів з енергозбереження в хлібопекарській печі Г4-ХП-2,1-56 виконано розрахунок теплового балансу печі та визначено напрямки найбільших втрат теплоти. Запропоновано заходи з енергозбереження в печі, а саме: заміна теплової ізоляції печі та встановлення за піччю утилізатора теплової енергії димових газів. Виконана оцінка енергетичної ефективності від впровадження кожного з заходів окремо та обох разом.

Ключові слова: хлібопекарська піч, втрати теплоти, заходи з енергозбереження

Відомо, що економіка України енергозатратна – ми витрачаємо в декілька разів більше енергоресурсів, ніж розвинені країни. При цьому підприємства харчової промисловості є великими споживачами паливно-енергетичних ресурсів. Тому проблема економії теплової та електричної енергії в харчовій промисловості стоїть дуже гостро. Хлібопекарське виробництво, поряд із спиртовим, цукровим, масложировим та іншими,

відноситься до найбільш енергоємних. Пов'язано це, переважно, з енергозабезпеченням основного технологічного процесу – випічки.

На промислових хлібозаводах України виробляється більше 2,0 млн. тон випеченої хлібопекарської продукції в рік, для цих цілей в експлуатації знаходиться близько 2,5 тис. хлібопекарських печей. Піч є основним обладнанням хлібозаводу, вона визначає тип та потужність підприємства, асортимент і якість продукції. Тому до хлібопекарських печей висуваються ті ж вимоги, що й для любого технологічного агрегату – вироблення високоякісної продукції при забезпеченні високих техніко-економічних показників та мінімальних витратах енергоресурсів (теплоти, технологічної пари, електроенергії тощо) [1,2].

Була розглянута хлібопекарська піч Г4-ХП-2,1-56. Печі типу Г4-ХП – це універсальні тунельні печі для безперервної випічки всіх видів хліба та хлібобулочних виробів з температурою випічки до 320 °С та часом випічки від 10 до 60 хвилин, печі такого типу є досить розповсюдженими на хлібзаводах України. Параметри печі Г4-ХП-2,1-56, що розглядається, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри печі Г4-ХП-2,1-56

Параметр	Значення	Параметр	Значення
Марка печі	Г4-ХП-2,1-56	Вид палива	природний газ
Тип печі	тунельна	Витрата палива	40,2 м³/год
Площа поду печі	56 м²	Маса буханки хліба	0,7 кг
Довжина печі	27 м	Середня температура пекарної камери	225 °С
Ширина	2,1 м	Температура навколишнього повітря	23-38 °С
Продуктивність печі	1190,5 кг/год	Тип і товщина ізоляції	скловата, 300 мм
Сортамент хлібо-булочних виробів	подовий пшеничний хліб	Температура димових газів на виході	298 °С

Тепловий баланс є головною енергетичною характеристикою будь-якого теплового агрегату і дозволяє аналізувати енергоефективність різних технічних рішень. Задля практичної зручності спочатку було розглянуто окремо тепловий баланс пекарної (робочої) камери печі, а потім – у піч цілому [3,4].

Результати розрахунку теплового балансу пекарної камери хлібопекарської печі Г-4ХП-2,1-56 наведені на рисунку 1.

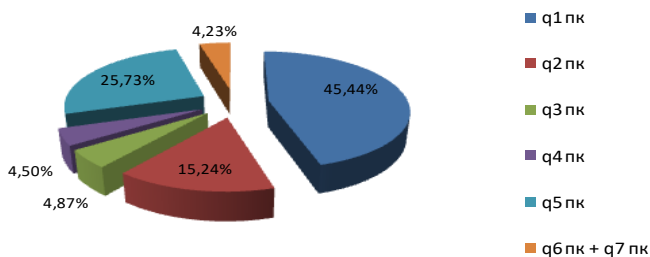


Рисунок 1 – Результати розрахунку теплового балансу пекарної камери печі, кДж/кг:

$q_{пк}$ – кількість теплоти, переданої в пекарню камеру для випікання 1 кг гарячого хліба; $q_1^{пк}$ – теоретичні витрати теплоти (корисні) на випікання 1 кг гарячого хліба; $q_2^{пк}$ – втрати теплоти на випаровування води і перегрівання пари, що подається в пекарню камеру для гіротермічного оброблення тістових заготовок; $q_3^{пк}$ – втрати теплоти на нагрівання повітря, що потрапляє в пекарню камеру за рахунок її природної вентиляції; $q_4^{пк}$ – втрати теплоти на нагрівання транспортних пристроїв (конвеєрів, ланцюгів, форм тощо), які заходять в пекарню камеру; $q_5^{пк}$ – втрати теплоти за рахунок тепловіддачі зовнішніми поверхнями огорожень пекарної камери у навколишнє середовище; $q_6^{пк}$ – втрати теплоти через фундамент пекарної камери; $q_7^{пк}$ – втрати теплоти випромінюванням через завантажувальне та розвантажувальне вікна пекарної камери; $q_8^{пк}$ – втрати теплоти на прогрівання огорожень печі при періодичній роботі. При цілодобовому графіку роботи печі $q_8^{пк} = 0$ [4].

Результати розрахунків теплового балансу свідчать про занадто великі втрати теплоти у навколишнє середовище, це може статися внаслідок поганого стану теплової ізоляції.

Результати розрахунків загального теплового балансу хлібопекарної печі Г-4ХП-2,1-56 наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати розрахунку теплового балансу хлібопекарної печі в цілому

Прибуткова частина балансу			Витратна частина балансу		
Стаття витрат	Од. виміру		Стаття витрат	Од. виміру	
	кВт	%		кВт	%
1. Теплова потужність, що надходить в пічний агрегат $Q_{пдв}$	382,1	100	1. Корисно використана потужність $Q_{кор}$	142,2	37,78
			2. Втрати теплоти у пекарній камері $Q_{втр}^{пк}$	170,8	45,37
			3. Втрати теплоти топкою $Q_{топ}$	15,8	4,19
			4. Втрата теплоти з відхідними димовими газам $Q_{дг}$	46,0	12,66
Разом	382,1	100	Разом	374,73	100
Нев'язка балансу дорівнює 1,93 %					

Аналіз результатів розрахунку теплового балансу хлібопекарської печі Г-4ХП-2,1-56 показав, що найбільші втрати теплоти відбуваються через стінки пекарної камери та трубопроводи внаслідок незадовільного стану теплової ізоляції (45,4 %). На другому місці – втрати теплоти з відхідними димовими газам піччю в цілому (12,7 %). При цьому корисно використана теплота в печі складає лише 37,8 %, інші 62,2 % – це втрати.

За результатами розрахунку було запропоновано наступні заходи з підвищення енергетичної ефективності печі:

1) заміна існуючої теплової ізоляції печі у вигляді скловати на сучасний теплоізоляційний матеріал – мінеральну вату з базальтового супертонкого волокна, що дасть можливість повернутися до нормативних значень втрат теплоти у навколишнє середовище та припустимої температури стінки пекарної камери 45 °С;

2) встановлення за піччю теплоутилізаційного апарату EkoBlok IV виробництва фірми «Kornfeil» (Чехія), що дозволить зменшити втрати теплоти з відхідними димовими газам та знизити температуру димових газів до 180 °С.

Розрахунковим шляхом було визначено ефективність кожного запропонованого заходу з енергозбереження окремо та обох разом.

Загальні результати розрахунків показників енергетичної ефективності заходів з енергозбереження в хлібопекарській печі Г-4ХП-2,1-56 наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати розрахунків показників енергетичної ефективності заходів з енергозбереження в хлібопекарській печі Г-4ХП-2,1-56

Вид заходу з енергозбереження	Втрати теплоти у пекарній камері $Q_{\text{втр}}^{\text{пк}}$, %	Втрата теплоти з відхідними димовими газам $Q_{\text{дг}}$, %	Витрата палива B_1 , м ³ /год	Скорочення витрати природного газу ΔB , м ³ /год	Відносне скорочення витрати природного газу, %
Початковий стан печі	45,4	12,7	40,2	-	-
Заміна теплової ізоляції	36,4	12,9	33,2	7,0	17,4
Встановлення теплоутилізаційного апарату EkoBlok IV	48,6	6,8	37,3	2,9	7,2
Заміна теплової ізоляції + встановлення теплоутилізаційного апарату	39,0	6,9	30,9	9,3	23,1

Результати розрахунків показали, що при заміні теплової ізоляції в печі втрати теплоти у пекарській камері зменшуються на 9,0 %, що призводить до скорочення витрати природного газу на 7,0 м³/год (17,4 %) у порівнянні з початковою витратою.

Встановлення теплоутилізаційного апарату EkoBlok IV дозволить скоротити втрати теплоти з відхідними димовими газами на 5,9 %, що призводить до скорочення витрати природного газу на 2,9 м³/год (7,2 %) у порівнянні з початковою витратою. При цьому необхідно враховувати, що при утилізації теплоти відхідних газів печі отримується певна кількість гарячої води, отже, необхідно попередньо визначити для неї потенційних споживачів.

За результатами розрахунку теплового балансу, при впровадженні обох заходів з енергозбереження разом (заміна теплової ізоляції в печі + встановлення теплоутилізаційного апарату EkoBlok IV) втрати теплоти у пекарській камері скоротяться на 6,4 %, втрати теплоти з відхідними димовими газами – на 5,8 %, при цьому доля корисно використаної теплоти в печі збільшилась до 49,8 %, а втрати, відповідно, зменшились до 50,2 %. Також реалізація обох заходів з енергозбереження дозволить досягти загального зменшення витрати природного газу на 9,3 м³/год (23,1 %) у порівнянні з початковою витратою.

Таким чином, максимальне підвищення енергетичної ефективності печі хлібопекарської печі Г-4ХП-2,1-56 спостерігається при одночасному впровадженні обох заходів з енергозбереження, якщо обирати окремо, то більшої економії палива можна досягти при заміні теплової ізоляції печі (тобто, цей захід є більш пріоритетним), а меншої – при встановленні теплоутилізаційного апарату EkoBlok IV. Але при прийнятті остаточного рішення щодо впровадження заходів з енергозбереження необхідно також визначити їх економічну ефективність.

Інформаційні джерела

1. Технологічне обладнання малих харчових та переробних виробництв: навч. посібник. У 3 ч. Ч. 3. Технологічне обладнання малих хлібопекарських і макаронних виробництв/О.І. Черевко та ін. Харків. : Харк. держ. ун-т харч. та торг., 2013. 96 с.
2. Шевченко Р.И., Иванова Е.М., Крестинков И.С. Сравнительный эколого-энергетический анализ хлебопекарных печей. *Харчова наука і технологія*, 2011. № 1(14). С. 80-84.
3. Баранов В.І. Технологічне забезпечення енергоефективності у хлібопекарській галузі. Публікацію підготовлено та видано в рамках виконання проекту «Підвищення енергоефективності та стимулювання використання відновлюваної енергії в агро-харчових та інших малих та середніх підприємствах (МСП) України». Київ. 2015. 75 с.
4. Промислові печі: Методичні рекомендації до вивч. дисципліни та викон. контрольної роботи для студентів спеціальності 7.05050313 «Обладнання переробних і харчових виробництв» ден. та заочн. форм навчання. Уклад.: С.І. Сидоренко. Київ. : НУХТ, 2012. 32 с.

ЗМІСТ

<i>Братюк П.В.</i> Підвищення ефективності перетворення енергії електричного струму на енергію тепла та світла	3
<i>Куриленко Я.М., Задорожня І.М., Задорожній М.О.</i> Підвищення енергоефективності електроприводів технологічних машин за принципом електромеханічної взаємодії з позицій синергетичного підходу	7
<i>Ибрагимов С.С.</i> Солнечный осушитель парникового типа для Сушки винограда	12
<i>Лісовик В.Л., Шевченко О.М., Шовкалюк М.М.</i> Популяризація робітничих професій у сфері енергоефективного будівництва серед студентів ЗПТО	16
<i>Пінчук В.О., Шишко Ю.В., Зима О.В.</i> Розробка ефективних рішень з енергетичного використання відходів вуглезбагачення	21
<i>Кодиров Ж.Р., Хикматов Б.А.</i> Солнечная установка доступная для народного потребления	25
<i>Шишко Ю.В., Пінчук В.О., Бебко С.П.</i> Дослідження енергетичної ефективності заходів з енергозбереження в хлібопекарській печі	26
<i>Немченко К. Ю.</i> Адаптивне управління освітлювальними установками	33
<i>Йоненко Г.М.</i> Використання відходів органічного виробництва в якості сировини генерації біогазу	41
<i>Павленко К.С., Шевченко В.В.</i> Особливості використання альтернативних джерел енергії	45
<i>Павлюк Л.В.</i> Перспективи виробництва біометану в Україні	48
<i>Закусило А.І.</i> Про виробництво електровантажівок в Україні	51

Наукове видання

**Збірник матеріалів
VI Всеукраїнської науково-практичної
конференції**

«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ: НАУКА, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ»

Київ, 24 листопада 2021 р.

Комп'ютерна верстка: Немченко Н.М.
Відповідальний за випуск: Немченко Ю.В.

За зміст публікацій, достовірність результатів
досліджень відповідальність несуть автори.

Матеріали друкуються в авторській редакції.

Підписано до друку 1.12.2020. Формат 60х84/16
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Verdana,
Умов. друк. арк. 3,87. Наклад 100 ек.

Адреса редакції:
вул. Саратовська, 20, м. Київ, 04000