

Г. К. Лабанов, О. Ф. Буляндра,  
кандидати техн. наук,  
В. П. Терещук, Б. І. Вербицький, інженери

## ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕЯКИХ "ТЕМНИХ" ІЧ ВИПРОМІНЮВАЧІВ

Для інтенсифікації багатьох теплових процесів у практиці харчової промисловості застосовуються "темні" ІЧ випромінювачі. Науково обґрунтований вибір таких випромінювачів неможливий без вивчення їх спектральних та енергетичних характеристик і оптичних властивостей оброблюваних продуктів. У літературі є дані щодо полів опроміненості "темних" ІЧ випромінювачів, які раніш випускалися деякими заводами. Останнім часом промисловість освоїла нові типи ІЧ випромінювачів, енергетичні характеристики яких раніш не досліджувались. Автори дослідили енергетичні характеристики "темних" ІЧ випромінювачів типів НКУ та НКХ, що їх випускає Фестівський завод електротермічного обладнання.

Для цього мався було використати прилади з чутливими термоелектричними приймачами промислової енергії, як-от радіометри [3], НКТИ [4], балансомір та піранометр Яншицького [5], спеціальний пристрій з застосуванням датча теплового потоку, розробленого в Інституті технічної теплофізики АН УРСР [2] та ін. Автори використали балансомір М-10 серійного випуску в сукупності з гальванометром ІСА-1.

Щоб зняти поле опроміненості, ІЧ випромінювачі кріпили над координатною сіткою, проміжки якої відповідали розмірам приймальної поверхні балансоміра (45 x 45 мм).

Нагрівники бастійського заводу не мають відомих рефлекторів. Поля опроміненості досліджували з використанням рефлектора від нагрівника типу ИР-1 і без нього. Застосування рефлектора створює напрямлений потік ГЧ випромінювання і збільшує опроміненість у площині вимірювання по центру випромінювача приблизно в 5-7 раз.

Наведені величини опроміненості є усередненими значеннями, виміряними в напрямках, перпендикулярних до середньої поздовжньої осі симетрії випромінювачів на однакових відстанях і по обидва боки його. Необхідність усереднення обумовлена тим, що наявність рефлектора дещо створює симетричність поля через неточність виготовлення рефлектора і розміщення випромінювачів у них.

Автори дослідили ГЧ випромінювачі таких типів:

НБСХ 1,15/0,5 ( $P = 500$  Вт,  $U = 220$  В), НБС 0,8/0,5 ( $P = 500$  Вт,  $U = 220$  В), НБС 0,44/0,4 ( $P = 400$  Вт,  $U = 220$  В), НБС 0,9/0,8 ( $P = 800$  Вт,  $U = 220$  В), НБС 0,64/1,5 ( $P = 1500$  Вт,  $U = 220$  В).

Поля опроміненості вказаних типів ГЧ випромінювачів, наведені на рис.1 та 2 і в табл.1, було знято при різних значеннях висоти  $h$ .

Аналіз добутих даних показує, що опроміненості, створювані ГЧ випромінювачами, не перебувають у прямій залежності від споживаної потужності. Так, для нагрівника типу НБС 0,8/0,5 при  $l = 0$  та  $h = 0,3$  м відношення  $E : P = 3$  м<sup>-2</sup>, а для нагрівника типу НБС 0,64/1,5 - 8,44 м<sup>-2</sup>. Відношення  $E : P$  для всіх випромінювачів із зміною  $h$  змінюється неоднаково. Наприклад, у випадку зміни  $h$  від 0,3 до 0,1 м відношення  $E : P$  для випромінювача типу НБС 0,8/0,5 збільшується приблизно в 2,7 раз, а для випромінювача НБСХ 1,15/0,5 з тією ж споживаною потужністю збільшується в 2 рази. Не пояснюється тим, що на активну поверхню випромінювання припадає різна щільність опромінення потужності  $G_r$ , яка відіграє визначальну роль при визначенні поля опроміненості. Енергетична опроміненість оброблюваного продукту за інших однакових умов у першу чергу залежатиме від величини  $G_r$ .

На рис.2 наведено криві опроміненості, виміряні вздовж осі випромінювача типу НБС 0,64/1,5 при  $l = 0$ . Як видно з графіків, "темні" ГЧ випромінювачі створюють вздовж осі нерівномірне поле опроміненості. Для деяких ГЧ випромінювачів величина опроміненості на кінцях в 1,5-4 рази менша, ніж у середньому перерізі. Ці коливання можна пояснити особливостями технології виготовлення випромінювачів, нерівномірним накручуванням спіралі тощо.

На рис. 1 і в табл. 2 наведено також залежність  $E = f(l)$  при  $l = 0$  та  $h = 0,2$  м, яка має лінійний характер (крива Б). Дані залежності  $E = f(l)$  можна використати для регулювання процесів термобробки, особливо термолабільних та інших матеріалів. Використання цих даних дає можливість звільнитись від громіздкої операції регулювання відстані від джерел до оброблюваного матеріалу.

Таблиця 2

Випромінювач	$E \cdot 10^2, \text{Вт/м}^2 \text{ при}$						
	$h, \text{м}$	$l \cdot 10^{-3}, \text{м}$					
		0	22,5	67,5	112,5	157,5	202,5
НСК 1,15/0,5	0,10	16,0	14,4	9,50	5,50	3,76	2,85
	0,15	13,0	11,8	8,95	5,30	3,68	2,85
	0,20	10,8	9,80	7,85	4,50	3,17	2,42
	0,25	9,00	8,17	6,90	4,48	3,25	2,85
	0,30	7,80	7,50	6,62	4,42	2,62	2,30
НС 0,44/0,4	0,10	62,5	61,5	46,60	18,30	8,50	5,50
	0,15	40,0	38,3	31,30	17,80	9,00	6,21
	0,20	27,5	27,2	24,10	16,40	8,30	5,50
	0,25	18,2	18,1	16,60	13,00	7,30	6,00
	0,30	12,5	12,4	11,60	9,58	6,60	5,90
НС 0,9/0,8	0,10	70,0	59,2	32,0	16,5	10,90	7,51
	0,15	53,5	46,8	27,3	14,4	9,90	7,20
	0,20	41,0	39,0	24,0	11,7	7,70	5,23
	0,25	34,8	32,1	22,8	12,8	8,85	6,66
	0,30	25,2	25,4	18,3	9,55	6,00	4,60
НС 0,64/1,5	0,10	305,0	271,0	122,5	64,0	41,5	26,4
	0,15	250,0	223,0	90,2	50,5	30,0	20,6
	0,20	194,0	181,0	80,2	42,2	30,6	21,6
	0,25	158,0	143,2	72,5	35,9	26,1	19,4
	0,30	126,5	117,5	70,5	36,5	24,6	19,0

Дослідні величини опроміненості можна подати аналітично у вигляді емпіричної формули виду

$$E = E_0 \cdot \exp[-\alpha x^c], \quad (1)$$

де  $x$  — відстань від центра до вимірювальної точки;  $\alpha$  та  $c$  — константи.

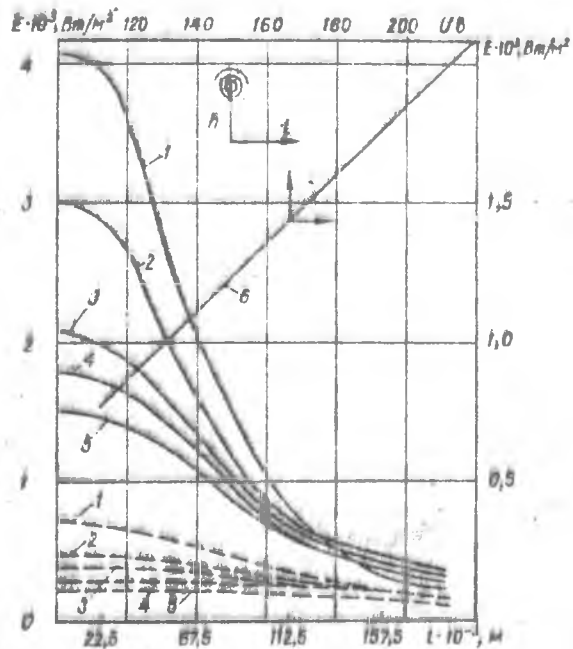


Рис. 1. Поля спрямленості  $E$  випромінювача НЕС 0,8/0,6 з рефлектором (—) і без нього (---) при різних відсотках:  
1-5-0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 м відкриття; 6-відкриття  $E = 3/0$ .

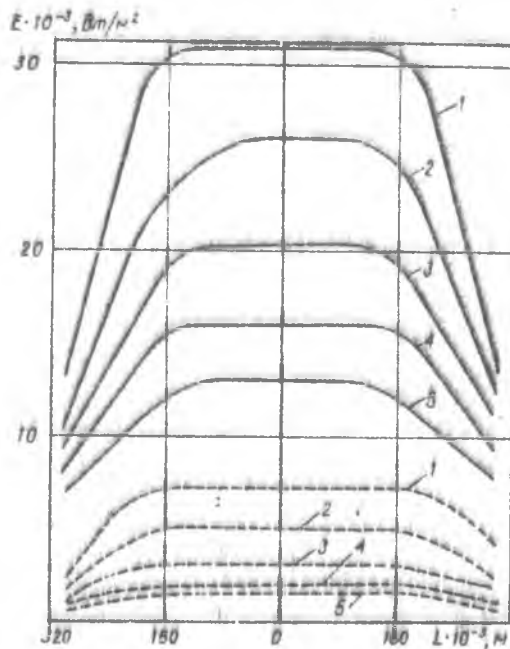


Рис. 2. Поля спрямленості  $E$  випромінювача НЕС 0,64/1,5 з рефлектором (—) і без нього (---) при різних відсотках:  
1-5-0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 м відкриття.

Так, для джерела типу НЕС 0,64/1,5 при  $h = 0,1$  м,  $\alpha = 1,212$ ,  $c = 0,061$ , а для  $h = 0,25$  м,  $\alpha = 1,231$ ,  $c = 0,067$ . Величини  $\alpha$  та  $c$  були обчислені на ЕОМ "Мир". Обчислені за цими формулами значення опроміненості відрізняються від середніх експериментальних значень на  $\pm(2 \div 3)\%$ .

Таблиця 2

Випромінювач	$E \cdot 10^2, \text{Вт/м}^2$				
	200	180	160	140	120
НЕСК 1,15/0,5	9,50	8,20	7,00	5,80	4,10
НЕС 0,44/0,4	23,50	20,30	17,70	15,10	12,80
НЕС 0,9/0,8	36,00	30,20	25,80	21,30	13,80
НЕС 0,64/1,5	170,20	134,00	109,30	79,40	44,70

Велике значення від час обробки, особливо термолабільних матеріалів, має створення рівномірності полів опроміненості, яка за-

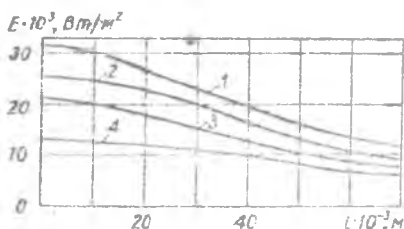


Рис. 3. Поля опроміненості  $E$  випромінювача НЕС 0,64/1,5 при різних висотах: 1-4-0,1; 0,15; 0,2; 0,3 м відповідно.

лежить від взаємного розміщення ІЧ випромінювачів між собою та обробляваним матеріалом, геометрії форми установки та випромінювачів і т.д. У випадку обробки матеріалів "темними" ІЧ випромінювачами їх в основному розміщують в ряд над продуктом. Тому великий практичний інтерес має вивчення полів опроміненості від такої системи ІЧ випромінювачів. Для цього графо-аналітичним методом автори вивчили поля опроміненості, створені системою, яка складається з п'яти випромінювачів типу НЕС 0,64/1,5 при  $h = 0,1 \div 0,3$  м і різних відстанях  $l$  між осями випромінювачів (рис.3,4).

Обробка експериментальних даних має підставу для висновку, що для створення найкращої рівномірності опроміненості "темних" ІЧ випромінювачів потрібні такі умови:

а) при відстані до поверхні матеріалу  $h=0,1$  м відношення  $h:l$  має дорівнювати 1,65;

б) починаючи з висоти  $h=0,15$  м це відношення має становити 1,4, це підтверджується раніше проведеними дослідженнями [1].

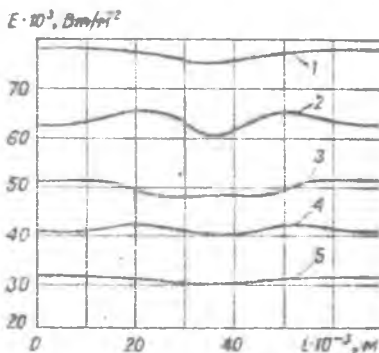


Рис.4. Результуюче поле системи п'яти випромінювачів при різних відстанях  $l$  і висотах  $h$  між осями випромінювачів:

1-  $h=0,1$ ;  $l=0,06$ ; 2-  $h=0,1$ ,  $l=0,07$ ; 3-  $h=0,15$ ,  $l=0,07$ ; 4-  $h=0,2$ ,  $l=0,07$ ; 5-  $h=0,3$ ,  $l=0,07$ .

Із збільшенням величини  $h$  рівномірність опроміненості, створена системою "темних" ПЧ випромінювачів, поліпшується (при  $h=0,1$  м коливання опроміненості становлять 6,5%, а при  $h=0,2$  м - 2,5%). Проте величина опроміненості при цьому зменшується. Так, із зміною величини  $h$  від 0,1 до 0,3 м величина  $E$  при  $l=0$  зменшується приблизно в 2 рази.

Значення поля опроміненості, створені системою ПЧ випромінювачів, та оптичні властивості оброблюваних матеріалів, можна робити тепловий розрахунок ПЧ установок.

## Література

1. Бу л я н д р а А.Ф. Теплофизические основы расчета терморегуляционных сумительных установок пищевой промышленности. Автореферат кандидатской диссертации. Киев, изд. КТИИП, 1987.
2. Г е р а ш е н к о О.А., Ф е д о р о в В.Г. Техника теплового эксперимента. Киев, "Наукова думка", 1964.
3. Л е б е д е в П.Д. Сушка инфракрасными лучами. М., ГЗИ, 1955.
4. Ч е р н о г о л о в А.И. Приборы для измерения потоков тепла в многократных печах. - "Защитная лаборатория", 1949, № 2.