

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ ОСВІТЛЕННЯ ЗАКЛАДІВ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ ГОСПОДАРСТВ

*В статті проаналізовано основні типи ламп, які використовуються в закладах готельно-ресторанного господарства, та їх технічні характеристики. Експериментальні дослідження дозволити встановити особливості роботи ламп розжарювання та визначити ефективність їх використання в сфері послуг.*

*The main types of lamps that used in establishments of hotel-restaurant management and their technical descriptions are analyzed in the article. Experimental researches allowed to set the features of work of incandescent lamps and determine efficiency of their use in service industry.*

Ключові слова: джерело освітлення, лампа, енергоспоживання, готельно-ресторанне господарство, сфера послуг, галузь гостинності.

### Постановка проблеми

Сучасний стан готельно-ресторанного господарства України характеризується невідповідністю більшості закладів галузі світовим стандартам і нормам [1, 2], що стримує зростання сфери послуг, як в кількісному, так і в якісному чинниках. Вказані недоліки відносяться також і до систем освітлень даних закладів.

Невідповідність ламп вимогам якості освітлення та ефективності з точки зору енергоспоживання спричиняють погіршення якості послуг та конкурентоспроможності закладів гостинності. Недотримання норм освітлення, невідповідність типу ламп способу освітлення та нерациональне проектування систем освітлення в цілому ускладнюють якісне зростання галузі.

Тому актуальним завдання є підвищення ефективності роботи закладів готельно-ресторанних господарств за рахунок проектування, розробки та впровадження сучасних енергоощадних технологій з комплексним врахуванням усіх факторів, що впливають на якість систем освітлення.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Існує значна кількість робіт [3–8], присвячених розробці систем освітлення приміщень з використанням освітлювальних ламп. Однак питання ефективного їх використання в закладах готельно-ресторанного господарства фактично не досліджене. Це вимагає ґрунтовного аналізу усіх факторів, які впливають на ефективність використання джерел освітлення.

### Формулювання мети

Метою роботи є дослідження джерел освітлення закладів готельно-ресторанних господарств, а також встановлення доцільності використання ламп розжарювання в сфері послуг.

### Виклад основного матеріалу

Для забезпечення освітлення приміщень закладів готельно-ресторанного господарства використовуються лампи різного призначення та типів. Серед усіх джерел освітлення для використання в сфері гостинності найбільше поширення отримали наступні лампи: розжарення, галогенні, люмінесцентні та світлодіодні.

Принцип роботи ламп розжарювання ґрунтується на нагріванні провідника (спіралі із сплавів на основі вольфраму) при протіканні через нього електричного струму до температури, при якій з'являється світло [4, 6]. Різновидом ламп розжарювання є галогенні лампи. Це лампи розжарювання робочим середовищем яких є пари галогенів (бром чи йоду) за рахунок чого підвищується їх довговічність, температура спіралі та ефективність [6].

Люмінесцентні лампи – газорозрядне джерело світла, яке створюється люмінофором під дією ультрафіолетового випромінювання розряду [7, 8]. Вони складаються зі скляної трубки з нанесеним на внутрішню поверхню шаром люмінофору, заповненої газом та парами ртуті під тиском. Для освітлення приміщень використовуються лампи низького тиску.

Світлодіод як основна складова світлодіодних ламп – напівпровідниковий пристрій (активний електронний елемент), який створює оптичне випромінювання під час пропускання через нього струму [7, 8]. Світлодіодні лампи значного поширення ще не отримали через високу вартість.

Кожен з розглянутих типів ламп має переваги та недоліки. Однак варто виділити ряд найважливіших факторів, які обумовлюють їх використання. До них слід віднести:

- світловіддача;
- кольоропередача;
- спектр випромінювання;
- пульсація світлового потоку;
- енергоспоживання;
- довговічність;

- ккд;
- вартість;
- екологічність;
- стійкість до температури навколишнього середовища;
- максимальна температура нагрівання колби;
- наявність додаткової пускорегулюючої апаратури.

В таблиці 1 наведено основні технічні характеристики ламп [3–5]. За основу порівнянь взято лампу розжарення потужністю 100 Вт. Всі показники обрано, як середні значення серед усіх можливих.

Таблиця 1

**Основні технічні характеристики ламп**

Показник	Розжарювання	Галогенні	Люмінесцентні	Світлодіодні
енергоспоживання, Вт	100	75	25	10
світловіддача, лм/Вт	7...20	15...28	40...80	10...150
кольоропередача, Ra	100	99...100	60...98	60...100
спектр випромінювання, К	2700	2800...3000	2700...6500	2700...6500
довговічність, тис. год.	1	2...4	5...15	30...100
ККД, %	2...3%	2...5%	6,6...8,8%	1,5...13%
інерційність, хв.	–	–	<5	–
максимальна температура нагрівання зовнішньої поверхні, °С	290	500	70...120	60
екологічність (вміст парів ртуті, мг)	–	–	2...150	–
середня вартість, грн.	5	20	40	200

Аналіз існуючих джерел освітлення (табл. 1) дозволив визначити основні технічні характеристики джерел освітлення, що використовуються в закладах готельно-ресторанної галузі, а також критерії ефективності їх використання.

Одним з найважливіших факторів, що обумовлює поширення ламп в різних галузях промисловості є енергоспоживання, яке безпосередньо впливає на решту параметрів ламп. Найбільшим енергоспоживанням характеризуються лампи розжарювання, найменшим – світлодіодні лампи, що свідчить про високу енергоефективність останніх. Порівняно з лампами розжарювання енергоспоживання світлодіодних ламп менше в 10 разів, з галогенними – в 8 разів, з люмінесцентними – в 3 рази [7, 8].

Аналіз світловіддачі ламп показав, що за вказаним критерієм найбільш ефективні світлодіодні лампи (до 150 лм/Вт), найменш ефективні – лампи розжарювання (до 20 лм/Вт) [7, 8].

Найкращою кольоропередачею характеризуються лампи розжарювання та галогенні, гіршою – люмінесцентні та світлодіодні. Широкий спектр випромінювання характерний для світлодіодних та люмінесцентних ламп, що забезпечує більш якісний підбір вказаних джерел освітлення для різних потреб.

Найбільшою довговічністю відзначаються світлодіодні лампи (до 100 тис. год.), найменшою – лампи розжарювання (1000 год.) [4].

Найбільший коефіцієнт корисної дії характерний для світлодіодних ламп (до 13 %), найменший – для ламп розжарювання (до 3 %) [4].

Люмінесцентні лампи характеризуються інерційністю спрацювання, тому їх світловіддача зростає до номінального рівня лише за певний проміжок часу, що зменшує їх ефективність під час вмикання на невеликі проміжки часу та унеможливує використання диммерів.

Важливим критерієм оцінки ламп, що впливає на їхню безпечність використання, є максимальна температура нагрівання зовнішньої поверхні колби. Найбільшою температурою нагрівання характеризуються галогенні лампи (до 500 °С), меншою – лампи розжарювання (до 290 °С). В люмінесцентних та світлодіодних лампах вона не значна. Високі температури нагрівання ламп вимагають якісного підбору систем освітлення з умовою надійного охолодження та пожежобезпеки [6].

Екологічність ламп, що використовуються для освітлення приміщень, рідко враховується під час проектування систем освітлення. Однак фактор екологічності повинен посідати одне з найголовніших місць при розробці вказаного обладнання. За даним фактором найбільше занепокоєння викликають люмінесцентні лампи через вміст шкідливих парів ртуті та складність утилізації використаних ламп на території України.

Для експериментальних досліджень було використано лампи розжарювання провідних фірм-виробників з країн СНД та лідерів світлотехнічної продукції у світі:

- ОАО “УЭЛЗ-СВЕТ”, Росія, м. Уфа;
- ОАО “БЭЛЗ”, Білорусія, м. Брест;
- ПАТ “ІСКРА”, Україна, м. Львів;
- ОсОО “МСЛЗ”, Киргизія, м. Майлууусуу;
- ТМ “VOLTA”, Україна, м. Львів;
- OSRAM, Німеччина, м. Мюнхен;

- PHILIPS, Голландія, м. Амстердам.

В дослідженнях було використано прозорі лампи розжарювання потужністю 100 Вт з цоколем E27, основні параметри яких наведено в таблиці 2. Напруга мережі становила 220 В з частотою 50 Гц.

Таблиця 2

### Основні параметри ламп розжарювання

Виробник	Маркування	Характеристика			
		напруга, В	світловий потік, лм	довговічність, год.	вид колби
ОАО “УЭЛЗ-СВЕТ”	Б 230-240-100-2	235	1340	860	К 55
ОАО “БЭЛЗ”	Б 230-100-1	230	1340	1000	А 60
ПАТ “Іскра”	Б 230-100-11	230	1340	1000	А 55
ОсОО “МСЛЗ”	Б 240-100-4	240	1340	1000	К 55
ТМ “VOLTA”	Б 230-100-11	230	1340	1000	А 55
OSRAM	Class A CL 100	230	1340	1000	А 55
PHILIPS	CLASSICTONE	230	1340	1000	А 55

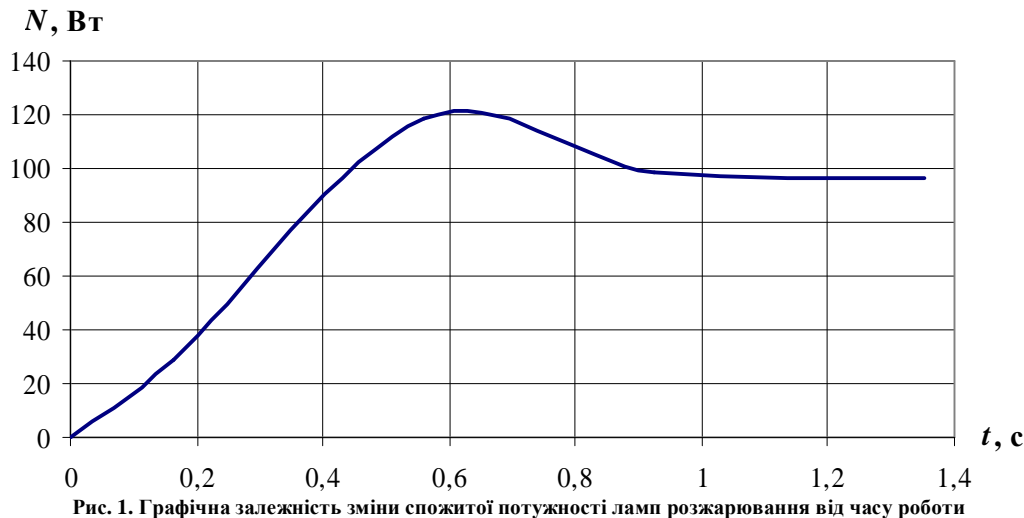
Експериментальні дослідження проведені з метою встановлення дійсних характеристик та доцільності використання ламп розжарювання в сфері послуг.

Під час досліджень здійснено перевірку наступних факторів:

- енергоспоживання;
- світлового потоку;
- температури нагрівання скляної колби ламп.

З метою визначення кількості електроенергії, спожитої з мережі, використано експериментальне вимірювальне обладнання [9, 10]. Для вимірювань використано датчик струму фірми ALLEGRO ACS704ELC.

За результатами проведених досліджень виявлено аналогічний характер взаємозв'язку потужності, що споживається  $N$  від часу роботи  $t$  для досліджуваних ламп розжарювання (рис. 1).



Встановлено, що найбільше споживання потужності відбувається під час вмикання лампочок та складає в середньому 125 Вт. Такий стрибок відбувається в інтервалі часу 0,6 с. При цьому лампа загоряється в середньому в проміжку 0,15 с. Стрибок спожитої потужності під час вмикання спостерігається для усіх ламп. Стабілізація енергоспоживання відбувається в проміжку часу 0,8...1 с.

Експериментальні дослідження дозволили визначити характер споживання потужності ламп розжарювання (рис. 2).

Аналіз отриманих графіків свідчить, що під час вмикання ламп відбувається стрибок потужності, який на 20...30% перевищує номінальні параметри, однак суттєво не впливає на загальне енергоспоживання, особливо при їх безперервній роботі. Встановлено, що найменше споживання потужності спостерігається за умови використання лампи “БЭЛЗ” (84,7 Вт), а найбільше – “VOLTA” (94,6 Вт). Однакові результати характерні для ламп “Іскра”, “МСЛЗ” та OSRAM (92,4 Вт).

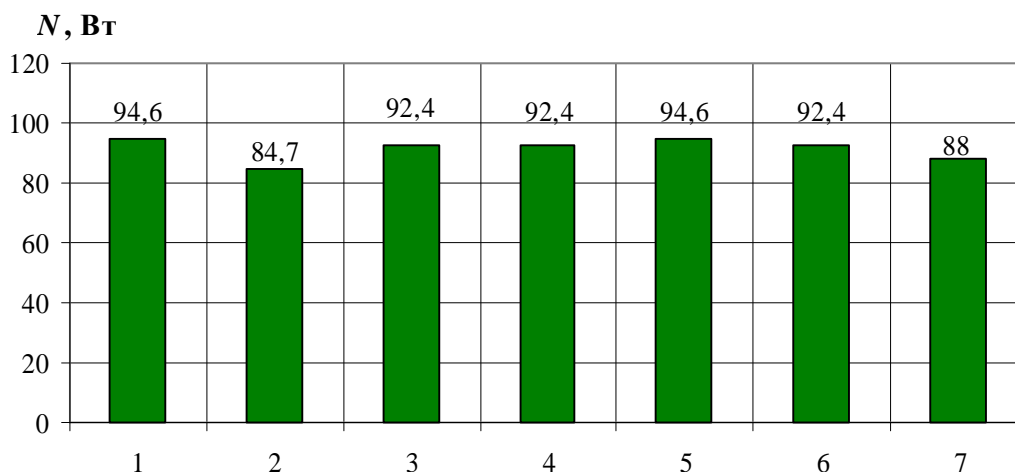


Рис. 2. Діаграма споживання потужності ламп розжарювання при 220 В: 1 – ОАО “УЭЛЗ-СВЕТ”; 2 – ОАО “БЭЛЗ”; 3 – ПАТ “Іскра”; 4 – ОсОО “МСЛЗ”; 5 – ТМ “VOLTA”; 6 – OSRAM; 7 – PHILIPS

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що в умовах стандартної напруги 220 В енергоспоживання ламп не відповідає номінальним параметрам. З однієї сторони це зменшує споживання енергії з мережі, що є економічно вигідним. Однак, з іншого боку це може спричинити зменшення світлового потоку ламп.

Тому, наступним етапом досліджень було визначення величини світлового потоку ламп розжарювання в умовах стандартної напруги 220 В. Для проведення досліджень використано люксметр LX 1330 В з наступними характеристиками: похибка вимірювань при освітленості до 20000 лк  $\pm 3\%$ , з 20000...200000 лк  $\pm 5\%$ ; температурний вплив  $\pm 0,1\%/^{\circ}\text{C}$ ; час відгуку 0,6 с.

В результаті проведення серії експериментів встановлено дійсні значення величини світлового потоку для ламп та побудовано їх діаграму (рис. 3).

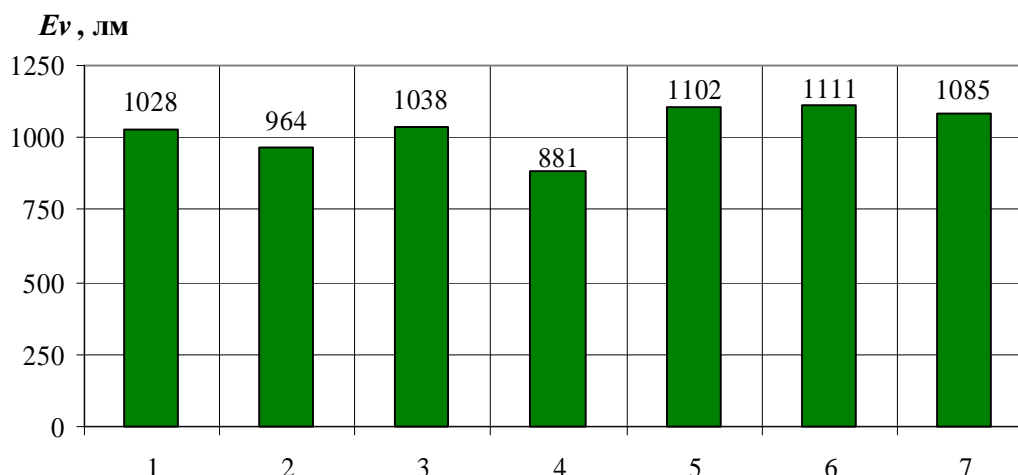


Рис. 3. Діаграма світлового потоку ламп розжарювання при 220 В: 1 – ОАО “УЭЛЗ-СВЕТ”; 2 – ОАО “БЭЛЗ”; 3 – ПАТ “Іскра”; 4 – ОсОО “МСЛЗ”; 5 – ТМ “VOLTA”; 6 – OSRAM; 7 – PHILIPS

Виявлено, що при номінальній напрузі 220 В жодна з ламп не відповідає нормам освітлення, що свідчить про їх роботу у неномінальних режимах. Порівняно з паспортними даними, світловий потік ламп значно менший і становить: 76,7% для ОАО “УЭЛЗ-СВЕТ”, 71,9% для ОАО “БЭЛЗ”, 77,5% для ПАТ “Іскра”, 65,7% для ОсОО “МСЛЗ”, 82,2% для ТМ “VOLTA”, 82,9% для OSRAM та 81% для PHILIPS. При цьому світловий потік зменшився, порівняно з номінальним значенням на 23,3%, 28,1%, 22,5%, 34,3%, 17,8%, 17,1% та 19% відповідно.

Аналіз отриманих даних показав, що найбільше відхилення світлового потоку від номінального значення спостерігається у ламп ОсОО “МСЛЗ”. Це спричинено високою номінальною напругою, яка не відповідає напрузі українських мереж. За рахунок вказаного чинника відбувається різке зменшення світлового потоку на 34,3%. При цьому споживання потужності знаходиться на високому рівні та становить 92,4 Вт. Це свідчить про невідповідність ламп ОсОО “МСЛЗ” вимогам галузі гостинності за світловим потоком.

Найкращі результати спостерігаються при дослідженні ламп фірм VOLTA, OSRAM та PHILIPS. При значному споживанні потужності ламп VOLTA (94,6 Вт), OSRAM (92,4 Вт) та PHILIPS (88 Вт) їх світлові потоки склали 1102 лм, 1111 лм та 1085 лм відповідно. При цьому світловий потік зменшився на 17,8%, 17,1% та 19% відповідно.

В результаті проведених експериментальних досліджень з визначення величини світлового потоку

ламп розжарювання встановлено, що жодна з них не відповідає нормам готельно-ресторанного господарства. Це пояснюється вищою номінальною напругою усіх зразків. Якщо для європейської мережі номінальним є значення 230 В, то для України – 220 В. Не зрозумілим залишається факт виготовлення ламп з напругою 230 В. Зростання номінальних значень напруг сприяє підвищенню довговічності роботи ламп, так як вони працюють в менш навантаженому режимі.

Варто відмітити, що фірми-виробники не приділяють уваги уточненню зміни характеристик ламп при відповідній зміні номінальних значень напруги. Невідповідність напруги робочому режиму призводить до погіршення світловіддачі, що суттєво впливає на ефективність використання таких джерел освітлення. Як наслідок, для забезпечення необхідного освітлення приміщень потрібно використовувати більшу кількість ламп, що негативно впливає на енергоощадність галузі гостинності.

Важливим критерієм оцінки безпечності використання ламп в закладах готельно-ресторанного господарства є температура нагрівання їх колби. Тому, наступним етапом досліджень було визначення температурних характеристик ламп розжарювання в процесі роботи. Для проведення експериментів використано вимірювальний прилад М9507 з класом точності (0,75% ±3). В ході проведення попередніх експериментів встановлено оптимальні режими роботи ламп та їх температурні особливості. Отримані дані використані для проведення експериментів з визначення температурних характеристик ламп розжарювання.

Під час проведення досліджень перевірялась температура нагрівання колби ламп до виходу на номінальний режим після вмикання та наступним вимірюванням температури їх охолодження після вимикання. На основі отриманих даних побудовано графічні залежності зміни температури нагрівання та охолодження скляної колби ламп розжарювання від часу роботи (рис. 4). Визначено характер зміни їх температури нагрівання та охолодження від часу.

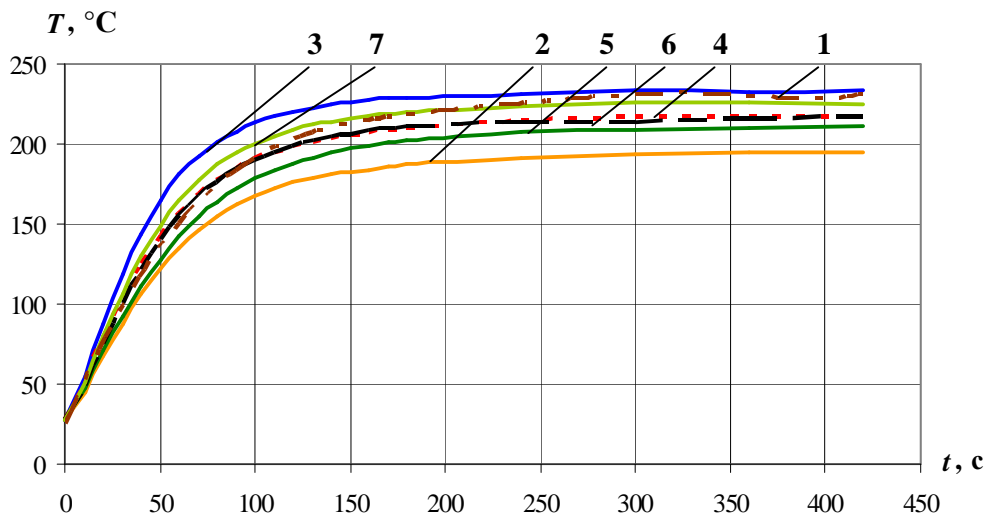


Рис. 4. Графічна залежність зміни температури нагрівання скляної колби ламп розжарювання від часу роботи: 1 – ОАО “УЭЛЗ-СВЕТ”; 2 – ОАО “БЭЛЗ”; 3 – ПАТ “Іскра”; 4 – ОсОО “МСЛЗ”; 5 – ТМ “VOLTA”; 6 – OSRAM; 7 – PHILIPS

Виявлено, що після вмикання лампи відбувається різкий стрибок температури нагрівання її поверхні в проміжку часу до 50 с, далі спостерігається часткове сповільнення швидкості нагрівання в інтервалі часу до 150 с, а потім – стабілізація процесу з виходом на номінальний режим. Встановлено, що час повного нагрівання ламп становить 7 хв.

В ході експериментів визначено максимальну температуру нагрівання колби ламп, яка становить: 231,7°C для ОАО “УЭЛЗ-СВЕТ”; 195°C для ОАО “БЭЛЗ”; 233,5°C для ПАТ “Іскра”; 217,7°C для ОсОО “МСЛЗ”; 211°C для ТМ “VOLTA”; 217,7°C для OSRAM та 225°C для PHILIPS (рис. 4). Найбільша температура нагрівання спостерігається за умови використання ламп ПАТ “Іскра”, найменша – ОАО “БЭЛЗ”. Невисоку температуру нагрівання ОАО “БЭЛЗ” частково можна пояснити меншим діаметром колби.

Встановлено, що процес охолодження після вимикання протікає аналогічно для всіх досліджуваних ламп розжарювання (рис. 5).

Встановлено, що після вимикання ламп відбувається різке зменшення їх температури в інтервалі часу до 230 с. Далі охолодження сповільнюється та стабілізується до температури приміщення. Повне охолодження ламп відбувається на протязі 15 хв.

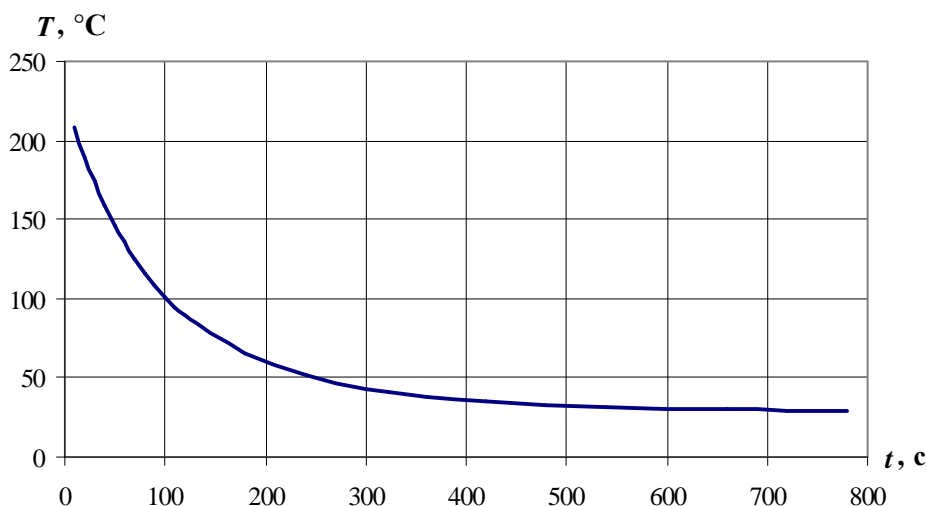


Рис. 5. Графічна залежність зміни температури охолодження скляної колби ламп розжарювання від часу роботи

Аналіз отриманих графічних залежностей свідчить про значне нагрівання ламп в процесі роботи, яке не перевищує гранично допустимі норми сфери послуг.

Результати експериментальних досліджень наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

#### Основні параметри ламп розжарювання

Параметр	Виробник						
	ОАО "УЭЛЗ-СВЕТ"	ОАО "БЭЛЗ"	ПАТ "Іскра"	ОсОО "МСЛЗ"	TM "VOLTA"	OSRAM	PHILIPS
споживання потужності, Вт	94,6	84,7	92,4	92,4	94,6	92,4	88
світловий потік при 220 В, лм	1028	964	1038	881	1102	1111	1085
максимальна температура нагрівання колби, °C	231,7	195	233,5	217,7	211	217,7	225

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено дійсні параметри роботи ламп розжарювання та характер їх зміни. Визначено, що їх споживання потужності знаходиться в межах допустимих норм і не перевищує номінального значення 100 Вт.

Експериментальні дослідження з визначення величини світлового потоку ламп в умовах стандартної напруги 220 В дозволили встановити, що жодна з них не відповідає нормам готельно-ресторанного господарства. Максимальна невідповідність світлового потоку номінальному значенню склала 34,3%, а загальний діапазон відхилень склав 17,1...34,3%. Невідповідність напруги робочому режиму призводить до погіршення світловіддачі, що суттєво впливає на ефективність використання джерел освітлення. Існує необхідність розробки методики визначення та уточнення зміни характеристик ламп розжарювання при відповідній зміні номінальних значень напруги.

Визначення температурних характеристик ламп розжарювання дозволило встановити особливості їх роботи в сфері послуг та побудувати відповідні графічні залежності. Встановлено, що характер процесів охолодження та нагрівання ламп розжарювання зберігається для всіх фірм-виробників та відповідає нормам безпеки їх використання в закладах готельно-ресторанного господарства. Визначено дійсні значення температурних характеристик ламп та встановлено час їх нагрівання та охолодження, який складає 7 та 15 хв відповідно. Діапазон максимальних значень температур нагріву колби ламп знаходиться в межах 195...233,5°C.

Для встановлення доцільності використання ламп розжарювання в готельно-ресторанному господарстві варто виконати більш ширший комплекс досліджень, для врахування усіх можливих факторів.

#### Висновки

В результаті проведених досліджень проаналізовано джерела освітлення закладів готельно-ресторанного господарства. Встановлено їх основні технічні характеристики та фактори, які обумовлюють використання в сфері послуг. Експериментальні дослідження з визначення енергоспоживання, величини світлового потоку та температури нагрівання колби ламп розжарювання дозволили встановити особливості їх роботи та визначити ефективність використання в сфері послуг.

Визначено, що споживання потужності ламп відповідає нормам, а максимальне значення становить 94,6 Вт. Виявлено, що в усіх ламп спостерігається відхилення світлового потоку від номінального значення, яке становить 17,1...34,3%. Визначено дійсні значення температурних характеристик ламп

## Література

1. Якимчук Д.М. Інноваційні напрямки забезпечення енергоефективності обладнання готельно-ресторанних господарств / Д.М. Якимчук // Тези доповідей всеукр. наук. конф. [“Теорія і практика вдосконалення машин: проблеми та перспективи”]. – Херсон : Айлант, 2011. – С. 186–187.
2. Якимчук Д.М. Динаміка та перспективи розвитку готельно-ресторанного господарства України / Д.М. Якимчук // Тезиси докладов междунар. науч.-практ. конф. [“Современные направления теоретических и прикладных исследований ‘2012”]. – Одесса : КУПРИЕНКО, 2012. – Вып. 1. – Т. 2. – С. 73–76.
3. Козловская В.Б. Электрическое освещение : [справочник] / В.Б. Козловская, В.Н. Радкевич, В.Н. Сацукевич. – [2-е изд.]. – Минск : Техноперспектива, 2008. – 271 с.
4. Справочная книга по светотехнике / [под ред. Ю.Б. Айзенберга]. – М. : Знак, 2006. – 972 с.
5. Айзенберг Ю.Б. Энергосбережение в освещении / Айзенберг Ю.Б. – М. : Знак, 1999. – 264 с.
6. Светотехника : краткое справочное пособие / [под ред. Л.П. Варфоломеев]. – М. : Световые технологии, 2004. – 127 с.
7. Spiros K. Light sources. Technologies and applications / Spiros K. – Taylor & Francis, 2011. – 234 p.
8. Duco S. Outdoor Lighting: Physics, Vision and Perception / Duco S. – Spriger, 2008. – 462 p.
9. Якимчук Д.М. Дослідження енергетичних параметрів електрогідравлічного пресового обладнання легкої промисловості / Д.М. Якимчук, А.К. Кармалита // Тези доповідей ІХ всеукр. наук. конф. молодих вчених та студ. [“Наукові розробки молоді на сучасному етапі”]. – К. : КНУТД, 2010. – Т. 2. – С. 51–52.
10. Karmalita A.K. Investigation of energetic parameters of electro-hydraulic press equipment / A.K. Karmalita, D.M. Yakymchuk // Вісник Чернігівського Державного технологічного університету. – 2010. – № 42. – С. 265–269.

Надійшла 18.6.2012 р.

Рецензент: Д.Т.Н. Либа В.П.

УДК 677.025.1.001=83

О.В. ГОЛОВНЯ

Львівська національна академія мистецтв

## СТРУКТУРНІ КОМПЛЕКСИ ПОДВІЙНОГО ТРИКОТАЖУ КУЛІРНИХ ПРЕСОВИХ ПЕРЕПЛЕТЕНЬ

*На прикладі комплексу пресової петлі високого індексу в роботі розглянуто особливості будови структурних комплексів подвійного кулірного трикотажу та фактори, які визначають ці особливості.*

*In the case of complex high index of press loop in this work the structural features of the structural complexes of double kulirnoho jersey and factors that determine these features.*

Ключові слова: подвійний трикотаж, переплетіння.

У роботі [1] розглянуті структурні комплекси одинарного трикотажу кулірних пресових переплетень – комплекси пресових петель низького (один, два накиди) та високого (три накиди і більше) індексів. Розкрито механіку формування петельної конфігурації цих комплексів і їх значення для теорії трикотажу кулірних пресових переплетень.

Однак, за кількістю задіяних систем голок (фонтур) трикотаж кулірних пресових переплетень поділяють як на одинарний, так і на подвійний. У подвійному пресовому трикотажі так само розрізняють структурні комплекси пресових петель низького і високого індексів. Кількість структурних елементів у цих комплексах, порівняно з одинарним пресовим трикотажем, залишається незмінною. Змінюються розмір, розміщення та форма цих елементів, а також комплексу в цілому.

Особливості будови структурних комплексів подвійного пресового трикотажу розглянемо на прикладі комплексу пресової петлі високого індексу (рис.1). У склад цього комплексу входять: пресова петля 1; нижні затягнуті петлі 2, 3, з'єднані з пресовою петлею 1; пресові накиди 4–7; круглі петлі 8–11; верхня видовжена петля 12; верхні затягнуті петлі 13; видовжені протяжки 14, які з'єднують структурний елемент 12 з елементами 13. Геометричну будову комплексу визначає природа міжпетельних зв'язків дволицевого трикотажу. У такому трикотажі пресова та верхня видовжена петлі, з одного боку, а з іншого – верхні і нижні затягнуті, а також круглі петлі, знаходяться у різних структурних прошарках або площинах. Решта структурних елементів (видовжені протяжки та накиди) займають проміжне розміщення.

Згадані вище площини розміщення петель паралельні між собою і сформовані різними системами голок. Пресова петля 1, верхня видовжена петля 12 однієї площини та нижні затягнуті петлі 2, 3, круглі петлі 8–11 і верхні затягнуті петлі 13 іншої – розвернуті виворотним боком одні до одних (рис.1). Накиди 4–7 та видовжені протяжки 14 з'єднують названі структурні елементи різних площин і займають просторове розміщення у середині подвійного трикотажу. У одинарній структурі вони знаходяться зовні, з виворотного