

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ У ПРИМІЩЕННІ БУДІВЛІ ДЕПО ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЇЇ ПОКРИТТЯ

Наведено результати експериментально-теоретичних досліджень розподілу природного освітлення на розрахунковій умовній робочій поверхні (УРП) у виробничому приміщенні будівлі депо до і після реконструкції її покриття та системи верхнього освітлення. Проведено порівняння тепловтрат через огорожуючі конструкції будівлі до й після реконструкції покриття і системи верхнього природного освітлення.

Ключові слова: освітлення приміщення, коефіцієнт природного освітлення, розрахункові точки, тепловтрати, покриття, реконструкція.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. В процесі експлуатації конструкції Zenitних ліхтарів (П-подібні, точкові, шедові, одно- чи двоххилі), які розташовуються в покритті багатопрогонних промислових будівель, зазнають фізичного зносу, який проявляється в: постійному протіканні їх зовнішнього огороження; зволоженні атмосферними водами та конденсатом їх несучих конструкцій; корозії та руйнуванні їх елементів. Одношарове засклення світлопрорізів ліхтарів, їх негерметичність та недостатня щільність, а у П-подібних ліхтарях - не завжди раціональний об'єм є причиною значних тепловтрат та безкінцевих енергетичних витрат.

Залежно від величини фізичного зносу конструкцій і елементів Zenitних ліхтарів та їх технічного стану можливі два способи їх реконструкції:

- перший спосіб: несучі та огорожуючі конструкції й елементи ліхтаря залишаються; виконується заміна заповнення світлопрорізів на полікарбонатні стільникові листи (плити) або на багатшарові склопакети;

- другий спосіб: комплексна заміна існуючих несучих і огорожуючих конструкцій (елементів) Zenitного ліхтаря на нові; заміна конструкцій (елементів) Zenitного ліхтаря здійснюється відповідно до його існуючого чи нового конструктивного рішення.

У зв'язку з незадовільним станом конструкцій і елементів світлового ліхтаря П-подібного обриса, що був надбудований на даху будівлі виробничого приміщення ремонтно-екіпірувального депо, була проведена його реконструкція. Під час реконструкції виконано заміну конструктивного рішення ліхтаря П-подібного обриса на горизонтальний

двосхилий стрічковий зенітний ліхтар та встановлено нове світлопрозоре огороження із полікарбонатних стільникових листів у його прорізах. Заміна конструктивного рішення зенітного ліхтаря зі зміною орієнтації й площі його світлопрозорів зумовлює зміну напрямку світлових потоків та рівня освітлення на розрахунковій УРП у приміщенні будівлі, а також впливає на рівень теплостійкості будівлі. В процесі реконструкції покриття і зенітного ліхтаря виникла необхідність у проведенні експериментально-теоретичних досліджень розподілу природних світлових потоків на УРП в приміщенні будівлі, які проникають через світлопрорізи ліхтаря до та після його відтворення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми та на які спираються автори, виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Наукові дослідження, що стосуються реконструкції покриття і систем верхнього природного освітлення приміщень будівель, безпосередньо пов'язані з такими напрямками:

- сучасними питаннями енергозбереження в будівництві, які актуальні не тільки для нових будівель, а й для нині існуючих, котрі були побудовані за старими нормативами;

- дослідженнями та впровадженням у практику нового будівництва й реконструкцію існуючих промислових багатопробонних будівель нових енергоефективних конструктивних рішень зенітних ліхтарів і світлопропускаючих покриттів та елементів у їх прорізах.

Так, у роботах А. Дебабова [4], Казакова Г.М. [6] та Ю. Ніколаєва [10] запропоновано варіанти вдосконалення конструктивних рішень зенітних світлових і світлоаераційних ліхтарів та світлопропускаючих матеріалів й елементів заповнення їх прорізів, які дозволять забезпечити в приміщеннях будівель необхідний рівень освітлення і більш комфортні умови праці.

Основні шляхи та напрями впровадження енергозберігаючих технологій, матеріалів і обладнання в нове будівництво й реконструкцію існуючих будівель та споруд викладено в роботах А.А. Атаманчука і Т.В. Ткачової [1], М. Забельської [5], Л.Г. Кащенко [7], А.А. Кемалова [8], М.С. Кононової й М.В. Петухова [9], Ю.А. Табунщикова, М.М. Бродача і Н.В. Шилкіна [12], Фаренюка Г.Г. [13] та інших науковців.

При реконструкції існуючих виробничих будівель однією із основних задач є досягнення необхідного (нормативного) рівня освітлення у їх виробничих і складських приміщеннях. При цьому використання природного освітлення дозволить значно зменшити енерговитрати та створити більш комфортні умови праці. Тому при реконструкції покриття й світлового ліхтаря у виробничій будівлі ремонтно-експлуатаційного депо виникла необхідність у проведенні експериментально-теоретичних досліджень, які дозволили б перевірити нове світлопрозоре огороження на здатність пропускати природне світло у кількості, рівень якої

регламентується за нормами [2, 3] відповідно до точності робіт, що проводяться в цьому типі приміщення, та визначити теплоекономічність нового огороження.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою цієї роботи є експериментально-теоретичні дослідження розподілу освітлення у виробничому приміщенні будівлі ремонтно-екіпірувального депо та порівняння тепловтрат через її огорожуючі конструкції до і після реконструкції її покриття й системи верхнього природного освітлення. Характер поставленої мети дослідження визначає необхідність розв'язання таких задач:

- провести експериментальні дослідження розподілу освітлення в приміщенні будівлі депо та зіставлення отриманих результатів з результатами аналітичних розрахунків освітлення за діючими нормативними документами [2, 3] до і після зміни конструктивного рішення світлового ліхтаря;

- виконати порівняльне оцінювання тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції й елементи будівлі до і після реконструкції її покриття та системи верхнього природного освітлення.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Експериментальні дослідження розподілу освітлення проводилися в приміщенні будівлі виробничого ремонтно-екіпірувального депо. Номінальні розміри будівлі депо в осях: довжина – $L=420$ м; ширина – $B=30$ м, висота (після реконструкції) – $H=11,81$ м. Внутрішнє природне освітлення приміщення будівлі до реконструкції її покриття і системи верхнього освітлення здійснювалося з двох боків через вертикальні стрічкові віконні світлопрорізи та світлопрорізи ліхтарної надбудови (П-подібного світлового ліхтаря), які орієнтовані на північний схід і південний захід (див. рис.1 та рис.2). При реконструкції покриття будівлі депо було демонтовано П-подібний світловий ліхтар та влаштовано у поздовжньому напрямку будівлі зенітний стрічковий ліхтар, у якому світлопрозоре заповнення горизонтальних прорізів було виконане із полікарбонатних стільникових листів (див. рис.3). Це дозволило зменшити площу поверхні зовнішніх огорожуючих конструкцій будівлі й у свою чергу це зменшило показник сумарних втрат тепла будівлі через покриття.

Дослідження рівня розподілу природного освітлення в цьому приміщенні проводилися в 26-и розрахункових точках по лінії перетину УРП з вертикальним характерним розрізом 1-1, який був суміщений з віссю 51 будівлі. Природне освітлення приміщення в розрахункових точках УРП будівлі здійснюється через стрічкові світлопрорізи ліхтаря і віконні прорізи, що розташовані з одного боку приміщення.

↑ Пн



Рис. 1. Виробнича будівля ремонтно-екіпірувального депо, що розміщена у м. Харків, по вул. Котлова, в приміщеннях якої були проведені експериментальні дослідження



Рис. 2. Загальний вигляд конструктивного рішення покриття і літтарної надбудови будівлі ремонтно-екіпірувального депо до проведення їх реконструкції



Рис. 3. Загальний вигляд конструктивного рішення покриття будівлі депо після реконструкції існуючих систем освітлення та заміни світлопрозорих огорожувальних конструкцій

Вимірювання природного освітлення (E_B) у розрахункових точках УРП по перерізу 1-1 у приміщенні будівлі здійснювалися приладами люксометрами з набором фільтрів (похибка на фільтри становить $\pm 10\%$ [11]) (див. рис.4). Паралельно з вимірюванням внутрішнього природного освітлення в середині приміщення проводилися вимірювання зовнішнього природного освітлення (E_3), під відкритим небосхилом при рівномірно захмареному небі.



Рис. 4. Вимірювання природного освітлення в розрахункових точках горизонтальної УРП у приміщенні будівлі депо

У результаті проведених вимірювань ми отримали дані, які дали змогу розрахувати коефіцієнт природного освітлення ($e_{екс}$) згідно з методикою, що наведена у нормах і рекомендаціях [2, 3, 11]. Так, за даними експериментальних досліджень, коефіцієнт природного освітлення ($e_{екс}$) визначено за формулою

$$e_{екс} = \frac{\alpha E_B \delta}{\zeta E_3 \varnothing} \times 100\% , \quad (1)$$

де E_B – природне чи комбіноване освітлення у розрахунковій точці УРП приміщення, лк; E_3 – зовнішнє освітлення на горизонтальній поверхні під «відкритим» небосхилом при хмарному небі, лк.

Нормування й оцінювання рівня природного, комбінованого і штучного освітлення в приміщеннях будівель та споруд на сьогодні здійснюють за допомогою коефіцієнта природного освітлення КПО (e_N), значення якого за нормами [2] визначають у відносних показниках чи процентах (%) залежно від району їх розташування за формулою

$$e_N = e_n \times m_N, \quad (2)$$

де e_n – значення КПО за [2, табл.1 і табл.2]; m_N – коефіцієнт світлового клімату, який визначають за даними [2, табл.4]; N – номер групи забезпечення природним світлом, значення котрого встановлюється за даними [2, табл. 4].

Результати експериментальних досліджень розподілу освітлення на УРП по осі 51 у приміщенні будівлі депо до реконструкції її покриття та їх порівняння з теоретичними розрахунками наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Розрахунок КПО в розрахункових точках по лінії умовного перетину УРП та характерного розрізу 1-1 (вісь 51) у приміщенні будівлі до реконструкції покриття і системи верхнього освітлення

№ точки	За експериментальними даними			За теоретичними даними							
				Розрахунок освітлення, яке проходить через бокові світлопрорізи							
	E_B	E_3	$e_{\text{експ}}$	n_1	n_2	E_6	τ_0	q	r_1	K_3	$e^{\circ}_{\text{теор}}$
1	670	23900	2,80	23	68	15,64	0,54	1,21	1	1	10,22
2	840	23100	3,64	21	68	14,28		1,14	1		8,79
3	900	23100	3,90	19	68	12,92		1	1		6,98
4	920	23100	3,98	16	66	10,56		0,96	1		5,47
5	790	23100	3,42	13	70	9,1		0,89	1,05		4,59
6	860	24050	3,58	10	72	7,2		0,85	1,05		3,47
7	840	25000	3,36	8,3	74	6,142		0,79	1,05		2,75
8	810	26000	3,12	6,4	80	5,12		0,75	1,1		2,28
9	750	26100	2,87	5,6	78	4,368		0,7	1,1		1,82
10	740	24700	3,00	4,7	72	3,384		0,69	1,1		1,39
11	650	23200	2,80	3,7	72	2,664		0,65	1,2		1,12
12	600	23500	2,55	3,6	72	2,592		0,64	1,2		1,07
13	600	23200	2,59	3,5	72	2,52		0,63	1,2		1,03
14	620	23200	2,67	3	30	0,9		0,62	1,3		0,39
15	520	23200	2,24	2	36	0,72		0,6	1,3		0,30
16	490	23200	2,11	2	32	0,64		0,59	1,3		0,27
17	540	23200	2,33	2	30	0,6		0,58	1,5		0,28
18	460	23500	1,96	2	30	0,6		0,57	1,5		0,28
19	420	23500	1,79	2	30	0,6		0,54	1,5		0,26
20	410	23900	1,72	1	28	0,28		0,53	1,7		0,14
21	400	23900	1,67	1	26	0,26		0,52	1,7		0,12
22	400	23900	1,67	1	24	0,24		0,46	1,7		0,10
23	400	24100	1,66	1	24	0,24		0,46	1,9		0,11
24	450	27100	1,66	1	22	0,22		0,46	1,9		0,10
25	400	24100	1,66	1	22	0,22		0,46	1,9		0,10
26	350	24100	1,45	1	20	0,2		0,46	2,1		0,10

Нормоване значення КПО (e_N) для приміщення будівлі депо згідно з [2] становить

$$e_N = e_n \times m_N = 3 \times 0,8 = 2,4\%$$

де $e_n = 3\%$ - значення КПО за [2, табл.1] для бокового освітлення; $m_N = 0,8$ - коефіцієнт світлового клімату за [2, табл.4]; N - номер групи забезпеченості природним світлом за [2, табл.4].

Далі за допомогою теоретичних розрахунків було проведено порівняльний аналіз розподілу природного освітлення в розрахункових точках УРП по перерізу 1-1 (вісь 51) у приміщенні будівлі депо до і після реконструкції його покриття й системи верхнього освітлення. Результати теоретичних розрахунків приведені в таблиці 2 та таблиці 3.

Таблиця 2. Розрахунок КПО в розрахункових точках УРП по осі 51 до реконструкції покриття і системи верхнього освітлення

№ точки	Розрахунок верхнього освітлення											$e_{теор}$	e_n		
	За теоретичними даними														
	світлопроріз Л			світлопроріз П			E_B	$E_{сеп}$	r_2	K_L	τ_0			K_3	$e^B_{теор}$
	n_2	n_3	$n_2 \cdot n_3$	n_2	n_3	$n_2 \cdot n_3$									
1	-	-	0	96	2	192	1,92	0,98	1,15	1,2	0,486	1	1,11	11,33	2,4
2	-	-	0	96	2	192	1,92						1,11	9,90	2,4
3	-	-	0	96	3	288	2,88						1,58	8,56	2,4
4	-	-	0	96	3	288	2,88						1,58	7,05	2,4
5	-	-	0	96	3	288	2,88						1,58	6,17	2,4
6	-	-	0	98	3	294	2,94						1,61	5,08	2,4
7	-	-	0	98	3	294	2,94						1,61	4,36	2,4
8	-	-	0	98	3	294	2,94						1,61	3,89	2,4
9	-	-	0	98	3	294	2,94						1,61	3,43	2,4
10	-	-	0	98	4	392	3,92						2,09	3,47	2,4
11	98	2	196	98	3	294	4,9						2,56	3,68	2,4
12	98	2	196	98	3	294	4,9						2,56	3,64	2,4
13	98	3	294	98	3	294	5,88						3,04	4,07	2,4
14	98	3	294	98	3	294	5,88						3,04	3,43	2,4
15	98	3	294	98	3	294	5,88						3,04	3,34	2,4
16	98	3	294	98	2	196	4,9						2,56	2,83	2,4
17	98	3	294	98	2	196	4,9						2,56	2,84	2,4
18	98	4	392	-	-	0	3,92						2,09	2,36	2,4
19	98	3	294	-	-	0	2,94						1,61	1,87	2,4
20	98	3	294	-	-	0	2,94						1,61	1,75	2,4
21	98	3	294	-	-	0	2,94						1,61	1,73	2,4
22	98	3	294	-	-	0	2,94						1,61	1,71	2,4
23	96	3	288	-	-	0	2,88						1,58	1,69	2,4
24	96	3	288	-	-	0	2,88						1,58	1,68	2,4
25	96	3	288	-	-	0	2,88						1,58	1,68	2,4
26	96	2	192	-	-	0	1,92						1,11	1,22	2,4

Теоретичний перевірений розрахунок розподілу природного освітлення на УРП приміщення на сьогодні згідно з нормами [2] здійснюють за графоаналітичним методом Данилюка, який ґрунтується на законі проекції тілесного кута і законі світлотехнічної подібності.

За даними теоретичних розрахунків, які приведено в таблиці 2 і таблиці 3 будували графіки розподілу природного освітлення на УРП по перерізу 1-1 (по осі 51), який проходить по ширині приміщення будівлі депо. На рисунку 5 і рисунку 6 відповідно до даних таблиці 2 і

таблиці 3 подано криві розподілу освітлення в розрахункових точках по лінії перетину УРП з умовним характерним розрізом 1-1.

Таблиця 3. Розрахунок КПО в розрахункових точках УРП по осі 51 після реконструкції системи верхнього освітлення

№ точки	Розрахунок верхнього освітлення								$e_{теор}$	$e_{н}$		
	За теоретичними даними											
	Світлопроріз полікарбонатний			$E_{в}$	$E_{сер}$	r_2	$K_{л}$	τ_0			K_3	$e^B_{теор}$
	n_2	n_3	$n_2 \cdot n_3$									
1	98	2	196	1,96	1,86	1,15	1	0,512	1	1,15	10,34	2,4
2	98	2	196	1,96						1,15	9,06	2,4
3	98	2	196	1,96						1,15	7,43	2,4
4	98	3	294	2,94						1,65	6,58	2,4
5	98	4	392	3,92						2,15	6,28	2,4
6	98	5	490	4,9						2,65	5,77	2,4
7	98	6	588	5,88						3,15	5,63	2,4
8	98	7	686	6,86						3,66	5,71	2,4
9	98	8	784	7,84						4,16	5,79	2,4
10	98	9	882	8,82						4,66	5,91	2,4
11	98	11	1078	10,78						5,66	6,67	2,4
12	98	12	1176	11,76						6,16	7,13	2,4
13	98	13	1274	12,74						6,67	7,59	2,4
14	98	14	1372	13,72						7,17	7,52	2,4
15	98	14	1372	13,72						7,17	7,44	2,4
16	98	13	1274	12,74						6,67	6,90	2,4
17	98	11	1078	10,78						5,66	5,92	2,4
18	98	9	882	8,82						4,66	4,91	2,4
19	98	8	784	7,84						4,16	4,39	2,4
20	98	7	686	6,86						3,66	3,78	2,4
21	98	6	588	5,88						3,15	3,27	2,4
22	98	5	490	4,9						2,65	2,74	2,4
23	96	4	384	3,84						2,11	2,21	2,4
24	96	3	288	2,88						1,62	1,71	2,4
25	96	2	192	1,92						1,13	1,22	2,4
26	96	2	192	1,92						1,13	1,22	2,4

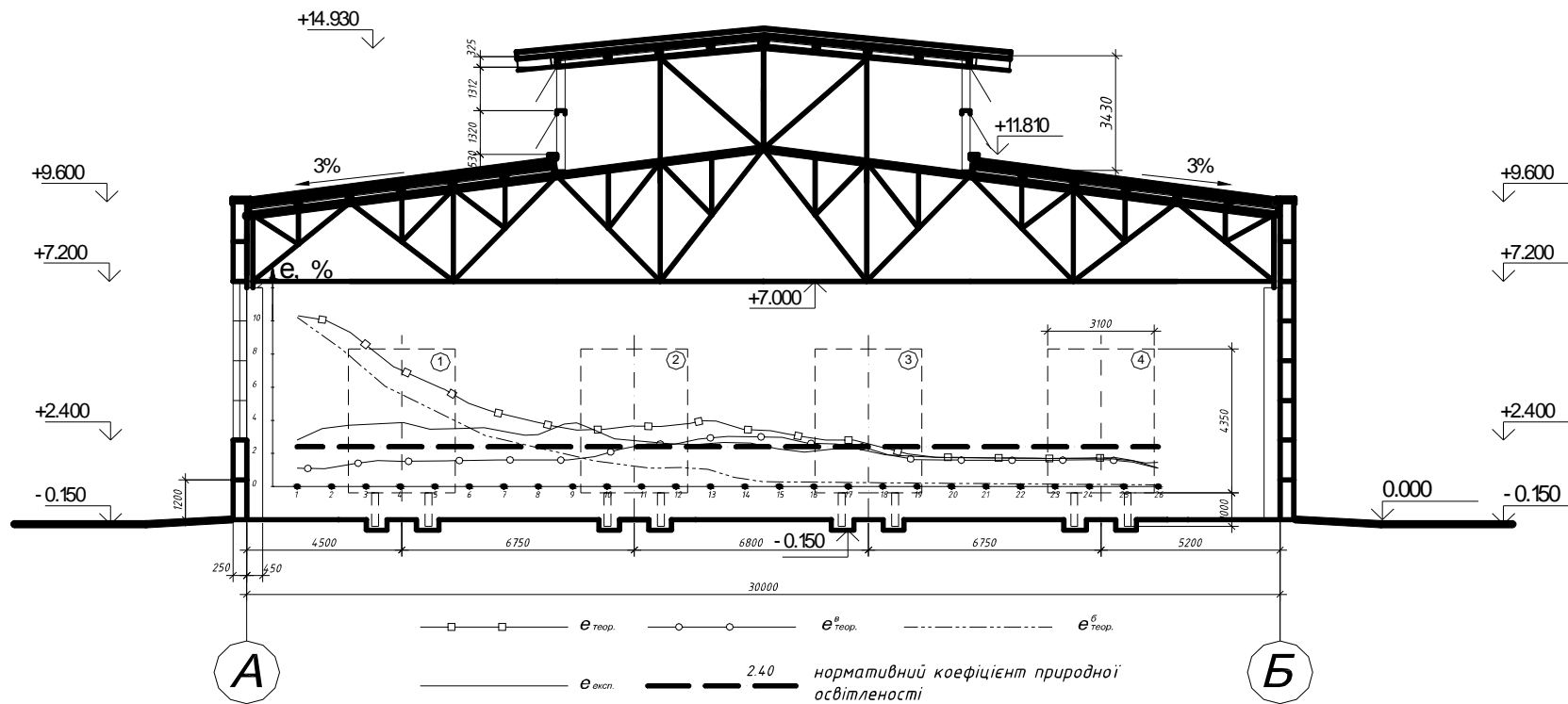


Рис. 5. Криві розподілу природного освітлення у розрахункових точках по лінії перерізу характерного розрізу (по осі 51) з горизонтальною УРП у приміщенні будівлі, яке проникає через світлопрорізи до реконструкції покриття

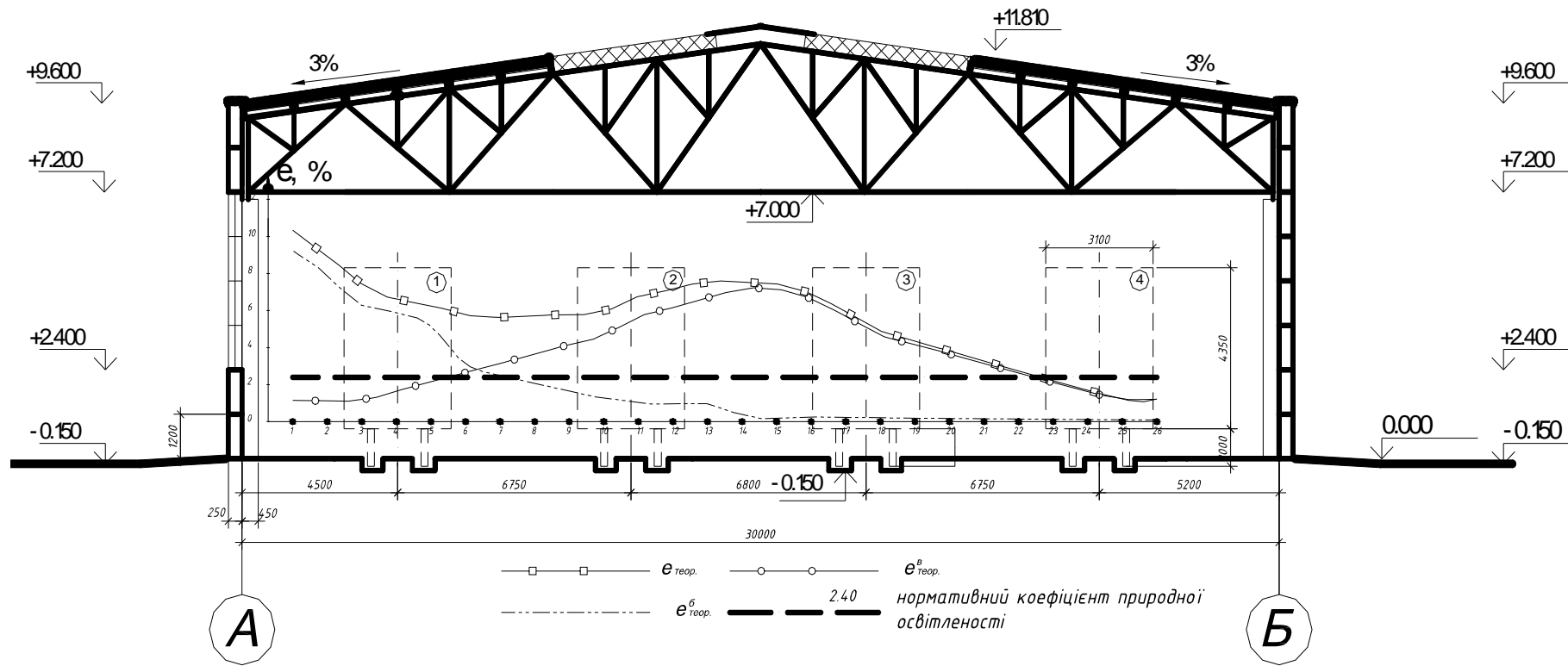


Рис. 6. Криві розподілу природного освітлення у розрахункових точках по лінії перерізу характерного розрізу (по осі 51) з горизонтальною УРП у приміщенні будівлі після реконструкції її покриття і системи верхнього освітлення

Для оцінювання енергоефективності будівлі депо до і після реконструкції її покриття й системи верхнього природного освітлення в роботі був проведений порівняльний аналіз тепловтрат через зовнішні її огорожувальні конструкції та елементи. Для проведення порівняльного оцінювання тепловтрат були визначені основні характеристичні показники об'ємно-планувального рішення будівлі депо до і після її реконструкції, а саме: площа зовнішніх огорожуючих конструкцій будівлі, що опалюються (A , м^2); об'єм будівлі, що опалюється (V , м^3); коефіцієнт конструкції (A/V , м^{-1}); площа забудови, що опалюється (S , м^2), які наведено в таблиці 4.

Таблиця 4. Основні характеристичні показники об'ємно-планувального рішення будівлі депо до і після реконструкції її покриття та системи верхнього освітлення

Показники	До реконструкції	Після реконструкції
Площа зовнішніх огорожуючих конструкцій будівлі, що опалюються, бруто, A , (м^2)	24728,0	22197,0
Об'єм будівлі, що опалюється, бруто, V , (м^3)	154910,4	139320,0
Коефіцієнт конструкції, A/V , (м^{-1})	0,1596	0,1593
Площа забудови, що опалюється, S , (м^2)	12900	12900

Відомо, що витрати тепла на опалення будівель залежать не тільки від опору теплопередачі зовнішнього огороження, але і від форми будівлі, її об'ємно-планувального рішення, коефіцієнта застосування та інших факторів [9]. Тому порівняння ефективності проведення реконструкції покриття будівлі здійснюємо через показник сумарних витрат тепла за сезон. Порівняльний аналіз площ зовнішніх огорожуючих конструкцій будівлі депо до й після реконструкції її покриття та світлового ліхтаря наведено на рисунку 7.

Теплові витрати через огорожувальні конструкції будівлі за сезон розраховуємо за методикою, яка подана в роботі [9]:

$$Q_T = M \times A/R. \quad (3)$$



Рис. 7. Площі огорожувальних конструкцій до та після реконструкції покриття та верхніх світлових прорізів будівлі депо

Визначаємо тепловтрати для підігріву повітря за сезон, термін якого становить 220 суток. Обраховані дані за формулою (3) зводимо в таблиці 5.

Таблиця 5. Розрахунок теплових витрат через огорожуючі конструкції за сезон

Вид огорожувальної конструкції будівлі	Множник M	Площа A , m^2		Опір R ($m^2C/Вт$)	Теплові втрати	
		До реконструкції	Після реконструкції		До реконструкції	Після реконструкції
Вікна (бокові прорізи)	100	2484	2484	0,3	74520	74520
Ворота	100	264	264	0,15	3960	3960
Покриття	200	12900	11982	0,4	516000	479280
Стіни зовнішні	100	7115	6549	0,32	227680	209568
Прорізи ліхтарних надбудов	100	1965	-	0,3	58951,2	-
Ліхтарі зенітні (горизонтальні прорізи у покритті)	100	-	918	0,3	-	27540
Разом утрати через огорожувальні конструкції будівлі	$\sum A_{\epsilon}$	24728	22197	$\sum Q_m$	881111,2	794868

Різниця у тепловтратах через огорожувальні конструкції до і після реконструкції будівлі становить

$$\Delta Q_T = \frac{881111,2 - 794868,0}{881111,2} \times 100\% = 9,78\% .$$

Визначаємо об'єм повітря, яке проникає в приміщення будівлі, через її прорізи (вікна), ворота, ліхтарі :

- до реконструкції будівлі при загальній площі світлопрорізів і воріт:

$$V_n = A \times \Delta V = 4449,04 \times 3 = 13347,12 \text{ м}^3 \times \text{год.}; \quad (4)$$

- після реконструкції будівлі при загальній площі світлопрорізів і воріт

$$V_n = A \times \Delta V = 3402 \times 3 = 10206 \text{ м}^3 \times \text{год.},$$

де $\Delta V = 3 \text{ м}^3 \times \text{год}/\text{м}^2$ – середнє значення величини об'єму повітря, яке інфільтрується через світлопрорізи чи ворота за одну годину.

Визначаємо об'єм повітря, яке проникає в приміщення будівлі за секунду, за формулою

$$dV = \frac{V}{3600} \quad (5)$$

$$\text{До реконструкції будівлі } dV = \frac{13347,12}{3600} = 3,7 \text{ м}^3 \text{ сек.}$$

$$\text{Після реконструкції будівлі } dV = \frac{10206}{3600} = 2,835 \text{ м}^3 \text{ сек.}$$

Визначаємо втрати тепла на підігрів повітря за секунду за формулою

$$Q_T = C_v \cdot dt \cdot dV, \quad (6)$$

де $C_v = 1,25 \text{ кВт} \times \text{сек}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C}) = 4500 \text{ кВт} \times \text{год}/(\text{м}^3 \times ^\circ\text{C})$ – теплоємність повітря; $dt = 40^\circ\text{C}$ – різниця температур між мінімальною температурою повітря в приміщенні будівлі $+14^\circ\text{C}$ і максимальною зовнішньою середньою температурою повітря -26°C холодного періоду експлуатації будівлі.

Визначаємо витрати тепла на підігрів повітря за секунду до реконструкції будівлі

$$Q_T = C_v \cdot dt \cdot dV = 1,25 \cdot 40 \cdot 3,7 = 185 \text{ кВт} \times \text{сек}/\text{м}^3,$$

після реконструкції будівлі

$$Q_T = C_v \cdot dt \cdot dV = 1,25 \cdot 40 \cdot 2,835 = 141,75 \text{ кВт} \times \text{сек}/\text{м}^3.$$

Визначаємо витрати тепла на підігрів повітря за сезон (220 днів): до реконструкції будівлі

$$Q_T^p = 185 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 220 = 3,516 \cdot 10^9 \text{ кВт} \times \text{год}/\text{рік}.$$

після реконструкції будівлі

$$Q_T^p = 141,75 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 220 = 2,64 \cdot 10^9 \text{ кВт} \times \text{год}/\text{рік}.$$

Визначаємо сумарні втрати тепла, які втрачаються через огорожувальні конструкції та витрачаються на обігрів повітря в приміщенні будівлі:

до реконструкції будівлі

$$\dot{Q}_T = 881111,2 + 3,516 \cdot 10^9 = 3,517 \cdot 10^9 \text{ кВт} \times \text{год}/\text{рік}.$$

після реконструкції будівлі

$$\dot{Q}_T = 794868,2 + 2,64 \cdot 10^9 = 2,648 \cdot 10^9 \text{ кВт} \times \text{год}/\text{рік}.$$

Різниця в річних тепловтратах до і після реконструкції будівлі становить

$$\dot{Q}_T = \frac{(3,517 - 2,6948) \cdot 10^9}{3,517 \cdot 10^9} \cdot 100\% = 23,5\%.$$

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі

Проведені експериментально-теоретичні дослідження розподілу освітлення в приміщенні будівлі депо, покриття і верхня система освітлення якої була реконструйована, дали змогу зробити такі висновки:

- при освітленні приміщення будівлі депо через стрічкові світлопрорізи ліхтарної надбудови значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) менше від нормативного у 9-ох розрахункових точках з 26-и (див. графіки на рис. 5 і рис.6);

- після реконструкції (заміни) П-подібного світлового ліхтаря на зенітний рівень природного освітлення в приміщенні будівлі депо підвищився: нормативне значення КПО не задовольняє лише у 4-ох розрахункових точках з 26-и (див. графіки на рис. 5 і рис.6).

Зміна об'ємно-конструктивного рішення світлового ліхтаря та розмірів його світлопрорізів при реконструкції покриття будівлі депо дозволила зменшити величину їх тепловтрат у цілому: різниця тепловтрат до і після реконструкції становить $\sum Q_T=23\%$. Економія тепловтрат була досягнута за рахунок зменшення об'єму й площі світлопрорізів ліхтаря та меншої порівняно зі старим одношаровим застеленням теплопровідності полікарбонатних стільникових листів, які є світлопрозорим огороджуючим матеріалом зенітного ліхтаря.

Література

1. Атаманчук А.А. Энергоэффективное строительство – это мировая тенденция – «энергия стекла» / А.А. Атаманчук, Т.В. Ткачёва // Успехи современного естествознания. – 2011. – №7. – С. 72-73.
2. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Інженерне обладнання будинків і споруд. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 76 с.
3. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зміна №1. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 22 с.
4. Дебабов А. Решение вопросов освещения помещений промышленных зданий / А. Дебабов // Кровли. – 2007. – №13 (2) [Електронний ресурс] Режим доступу до ст.: <http://rappc.ru/reshenie-voprosov-osveshheniya-pomeshhenij-promyshlennyyh-zdaniy>.
5. Забельская М. Поиск реальных путей решения проблемы энергосбережения в Украине / М. Забельская // Будмайстер. – 2000. – №2. – С.41-42. [Електронний ресурс] Режим доступу до статті: <http://amadeus-3.com/news/marketnews/70/>.

6. Казаков Г.В. Якість верхнього освітлення приміщень ліхтарями та даховими вікнами/ Г.В. Казаков // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Архітектура. Ландшафт дахів історичного центру міста: проблеми збереження і регенерації. - Львів: Видавництво Львівська політехніка, 2011.- № 716.- С.124-128.
7. Кащенко Л.Г. Реконструкція житла з реалізацією заходів енергозбереження/ Л.Г. Кащенко // Містобудування та територіальне планування.- 2004.- Вип.17.- С.114-118.
8. Кемалов А.А. Ресурсное обеспечение инновационной энергосберегающей политики в строительстве/ А.А. Кемалов// Учені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління.– 2011.– Т.24 (63). № 1.-С.60-69.
9. Кононова М. Влияние некоторых геометрических параметров зданий на их теплозащитные свойства / М.С. Кононова, М.В. Петухов // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: материалы 1-ой Междунар. науч.-практ. конф. (8-9 окт. 2009., г.Брянск) в 2-ух томах/ Брян. гос. инженер.-технол. акад. и др.- Брянск, 2009.-Т.1.-С.212-216.
10. Николаев Ю. Рациональные типы фонарей / Ю. Николаев // Строительство и реконструкция. – 2003.- № 3.- С. 16. [Електронний ресурс] Режим доступу до статті: <http://www.country.ua/art/10/491.html>.
11. Розрахункові й інструментальні методи оцінювання природного світлового середовища приміщень: навчальний посібник для архітектурних і будівельних спеціальностей/ В.О. Єгорченков, М.Б. Яців, А.М. Югов, Р.І. Кінаш. – Макіївка – Львів: ДонНАБА, 2008. – 111 с.
12. Табуничиков Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табуничиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин.- М.: АВОК-ПРЕСС, 2003.- 200 с.
13. Фаренюк Г.Г. Енергетична ефективність підвищення теплотехнічних показників основних елементів теплоізоляційної оболонки будинків / Фаренюк Г.Г. // Будівництво України. - 2008.- № 8.– С.12-14.

Надійшла до редакції 20.11.2012

© О. В. Семко, Т. А. Галінська

УДК 628.921:628.928:628.922

*О. В. Семко, д.т.н., проф.,
Т. А. Галинская, к.т.н., доц.*

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В
ПОМЕЩЕНИИ ЗДАНИЯ ДЕПО ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЕГО
ПОКРЫТИЯ**

Приведены результаты экспериментально-теоретических исследований распределения естественного освещения на расчётной условной рабочей поверхности (УРП) в производственном помещении здания депо до и после проведения реконструкции его покрытия и системы верхнего освещения. Выполнено сравнение тепловых потерь через ограждающие конструкции здания до и после реконструкции его покрытия и системы верхнего естественного освещения.

Ключевые слова: *освещённость помещения, коэффициент естественного освещения, расчётные точки, тепловые потери, покрытие, реконструкция.*

UDC 628.921:628.928:628.922

*O.V. Semko, Doctor of Technical Sciences, Professor,
T.A. Galinskaya, Ph. D., Associate Professor*

Poltava National Technical University named in honour of Yuriy Kondratyuk

**EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCH OF THE
NATURAL LIGHT DISTRIBUTION IN THE DEPOT PREMISE
DURING THE ROOF RECONSTRUCTION**

The results of experimental and theoretical studies of the natural light distribution on the design conventional work surface (CWS) in the workroom of the depot building before and after the roof reconstruction are represented. The comparison of heat loss through the building enclosure before and after roof reconstruction is performed.

Keywords: *premise illumination, natural light rate, design points, heat loss, roofing, reconstruction.*