

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ЗАСОБАМИ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ІНТЕГРАЛЬНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Радомцев Д.О.

Київський національний університет будівництва і архітектури
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ: Останні світові дослідження у сфері переносу світлового потоку призвели до широкого використання систем інтегрального освітлення у будівлях із недостатнім рівнем природної освітленості. У статті аналізуються ефект від впровадження цих систем з точки зору енергозбереження в будівництві.

АННОТАЦИЯ: Последние мировые исследования в сфере переноса светового потока привели к широкому использованию систем интегрального освещения в зданиях с недостаточным уровнем естественной освещённости. В статье анализируется эффект от внедрения этих систем с точки зрения энергосбережения в строительстве.

ABSTRACT: Last world-wide research in field of light flux transmission resulted in the use of integrated lighting systems for buildings with insufficient level of daylighting. The advantages of deployment such systems in term of energy saving is analised in the paper.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Енергоефективність, природне освітлення, інтегральна система освітлення, світловод.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

В умовах зменшення природних енергетичних ресурсів та збільшення викидів парникових газів, зростає необхідність відновлення балансу екосистеми Землі. Штучне освітлення є одним із значних джерел витрат у будівлях – прямі витрати на електроенергію можуть сягати до третини від загальних. Побічно продукується додаткова теплова енергія, що збільшує витрати на охолодження влітку. Системи інтегрального освітлення отримали розвиток в останні 20 років та, з огляду на відносну новизну конструкцій, існує ще багато питань стосовно їх оптимального використання та підвищення енергоефективності за їх допомогою.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемами збереження енергії за допомогою світловодів займається багато вчених, наукових груп та державних науково-дослідних лабораторій. У Росії теоретичні та експериментальні дослідження цих систем проводились у 80-ті рр. Ю.Б. Айзенбергом, а нині – А.К. Соловйовим [1, 2, 3]. Довготривалі всебічні дослідження

проводились у Канаді, США, Австралії, Швейцарії, Німеччині, Англії та Італії [6-10]. Зараз такі дослідження тривають у Чехії [4], Словаччини [5], та інших країнах з різними кліматичними умовами. Однак у літературі не проводилось комплексного аналізу впливу інтегральних систем освітлення на енергоефективність будівель.

Мета роботи – окреслити існуючі методи підвищення енергоефективності будівель впровадженням та використанням систем інтегрального освітлення.

ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ІНТЕГРАЛЬНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Система інтегрального освітлення будівель є інноваційним методом вводу, транспортування та розподілення в приміщеннях світлового потоку. За визначенням Ю.Б. Айзенберга «інтегральне освітлення» є суміщенням, що комбінує в собі як природний світловий потік від небосхилу та безпосередньо від сонця у денний час, так і штучний, створений світлотехнічними приладами, у нічний час [1].

У звіті CIE 173:2006 технічного комітету МКО ТС 3-38 запропонована наступна узагальнююча класифікація систем для переносу світлового потоку в приміщення за конструктивними критеріями [11] – зенітні світловоди із пасивною системою концентрації світлової енергії (рис. 1, а) та зенітні із активною системою (рис. 1, б) та фасадні із пасивними (рис. 1, в) або активними (рис. 1, г) концентраторами. Також світловоди поділяються на порожнисті та із заповненням.

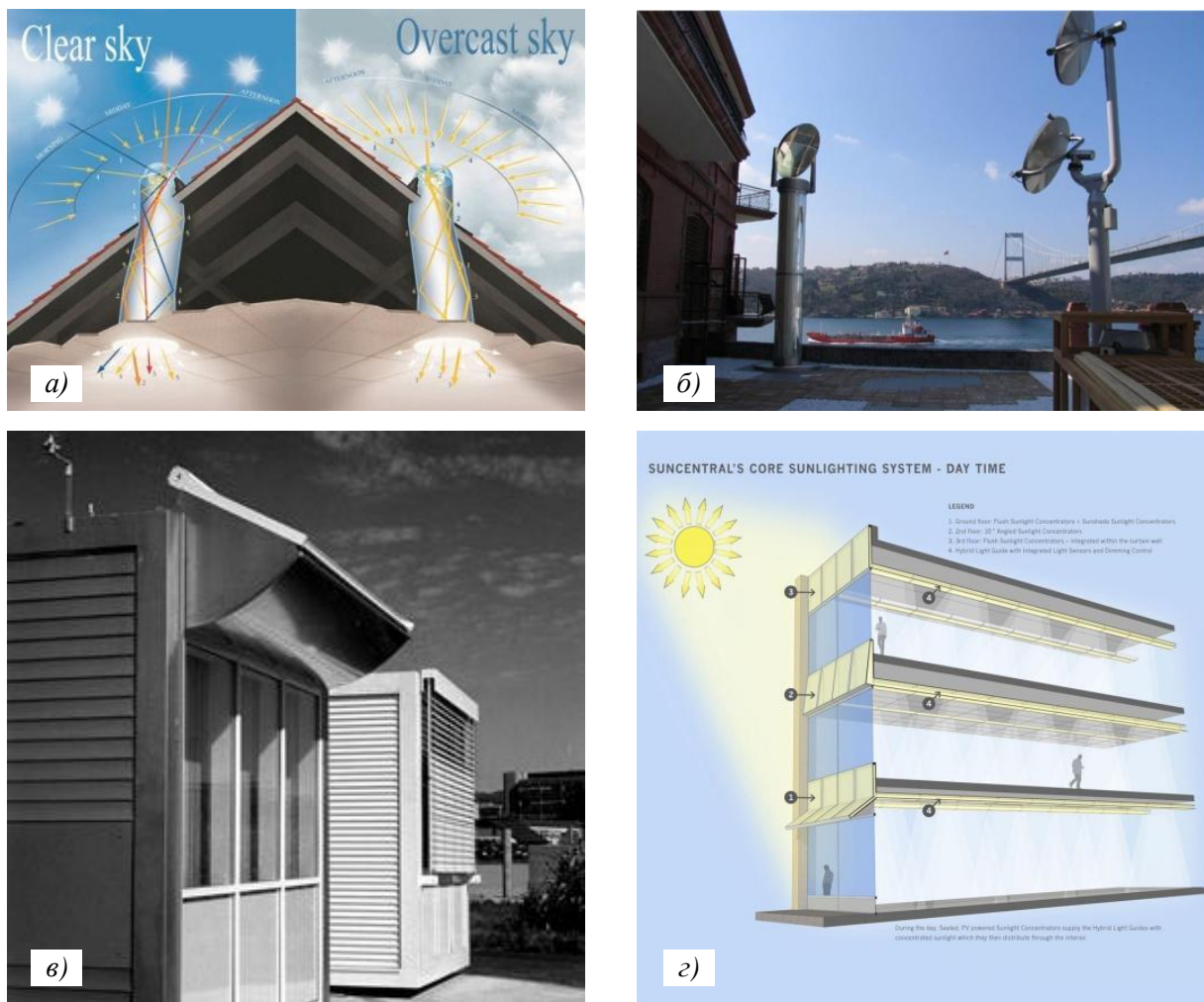


Рис. 1. Типи систем переносу світлового потоку

Можна виділити декілька методів поліпшення енергоефективності будівлі з застосуванням світловодів.

Збереження електроенергії за рахунок заміни штучного освітлення на природне

Відсутність природного освітлення у приміщеннях різного призначення та розташування спонукає до використання штучного освітлення протягом всього робочого часу навіть у денний період. За рахунок використання світловодів природній світловий потік може забезпечити необхідний внутрішній рівень освітленості в приміщеннях, що не мають вікон, чи в зонах, віддалених від світлопрорізів. Розрахунок зменшення витрат електроенергії, наведений А. К. Соловйовим, наочно відображає ефективність – від 20 до 60% відносно загальної величини в залежності від місяця та географічного положення [2]. Проведені М.С. Мауһоуб техніко-економічні розрахунки систем інтегрального освітлення за кліматичних умов центральної та східної Європи відображають, що в залежності від географічного положення та світлового клімату території для різних конструктивних систем протягом світлового дня із 8.00 до 18.00 збереження електричної енергії складає від 15 до 30% для будівель із глибинним розташуванням приміщень та 28 до 85% для будівель із типовим розміщенням. При цьому значення КПО від одного світловоду становить від 0,5 до 1,5% від горизонтальної освітленості під відкритим небосхилом [5, 8, 9]. За розрахунками J. Mohelnikova [4] при загальній ефективності одного світловоду 0,5 та використанні 1250 год./рік при умовах хмарного небосхилу ($E=20$ клк) енергозбереження може становити до 1500 кВт на рік. Такі високі показники забезпечуються при комбінації із наступним методом.

Оптимальне використання суміщеного освітлення

Поєднання систем інтегрального освітлення із диммерами – світлорегуляторами, завдяки яким змінюється потужність світлового потоку від приладів штучного освітлення, веде до оптимального використання електроенергії. З поступовим падінням освітленості від небосхилу відбувається вмикання приладів освітлення та поступове збільшення потужності. Економічний ефект від цього методу був наведений А.К. Соловйовим та М.С. Мауһоуб [2, 8].

Зменшення площі отворів у зовнішніх огорожувальних конструкціях

Існуючі системи інтегрального освітлення мають різну будову світловодів, в наслідок чого відрізняються і ефективні оптичні площі. Ця характеристика у фасадних системах варіюється від 0,1 до 0,25 від загальної площі огорожувальної конструкції, а для порожнистих трубчастих систем варіюється – від 0,64 м² для світловодів із радіусом 0,450 м до 0,002 м² для оптоволоконних світловодів із радіусом пучка волокон 0,025 м. Для зенітних та фасадних систем із пасивними куполами зменшення ефективної площі світловоду призводить до стрімкого падіння перенесеного світлового потоку. Світловоди із активними концентраторами, особливо оптоволоконні, позбавлені такої залежності і, теоретично, можуть переносити будь-який світловий потік. У цьому випадку ефективність залежить лише від площі ефективної площі концентруючої системи. Наслідком зменшення отворів у зовнішніх огорожувальних конструкціях є пропорційне падіння витрат на відновлення втраченої теплової енергії та охолодження приміщень влітку.

Мінімізація або повна відсутність передачі інфрачервоного випромінювання в приміщення

Наявність даного ефекту можлива за однією з двох умов або за їх комбінації. По-перше, використання в якості матеріалу світлопрозорої конструкції куполу поліметил-метакрилату, який частково пропускає випромінювання із довжиною до 2800 нм та повністю відбиває хвилі із довжиною до 25000 нм. Загальне пропускання потоку у інфрачервоному спектрі складає до 20%. По-друге, використання, як покриття внутрішньої поверхні, багатошарових оптичних плівок, що відбивають світловий потік у заданому спектрі. Інфрачервоне випромінювання при цьому, проходячи крізь плівку, поглинається матеріалом конструкції світловоду. Для об'єктів розташованих у жаркому кліматі це значно підвищує енергоефективність влітку, але для об'єктів у холодних кліматичних поясах це призводить до додаткових витрат на опалення в зимовий період.

Використання геліоакумулюючих систем освітлення

В сучасній практиці все ширшого використання набуває акумулювання енергії сонячними панелями для живлення різних елементів систем інтегрального освітлення. Живлення енергозберігаючих ламп, що встановлюються у порожнистих світловодах та освітлюють приміщення у нічний час, та блоків вентиляторів, що виконують штучне вентиляцію крізь труби системи, є одним із пріоритетних напрямів розвитку світового виробництва. У 2004 році вчені G.Smith та J.Franklin розробили LED-лампи крізь які проходить комбінований світловий потік [12]. За відсутності достатнього рівня денного освітлення, світловий потік генерується від енергії геліоакумулюючої системи. Японська система "Himawari" є одним із перших прикладів використання сонячного потоку як енергії для живлення трекінгової системи активного зенітного концентратора.

ВИСНОВКИ

Використовуючи різні типи систем інтегрального освітлення енергозбереження для Києва може сягати від 39 до 66% від загальних витрат на електроенергію[6]. Різні географічні та кліматичні умови, конфігурація будівлі та місцезнаходження в ній розрахункових приміщень, принципи відмінності у концентрації світлового потоку, будові систем, характеру поширення світла у приміщенні – все це призводить до великих розбіжностей при чисельній оцінці енергоефективності будівель. Врахування всіх параметрів та вивчення у загальній оцінці життєвого циклу будівлі є пріоритетним напрямом дослідження у даній сфері.

ЛІТЕРАТУРА

1. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике; под ред. Ю.Б. Айзенберга. — М.: Знак, 2006. — 972с.
2. Соловьёв А.К. Полые трубчатые световоды: их применение для естественного освещения зданий и экономия энергии / Соловьёв А.К. //Светотехника. - М.: ЗАО «Фирма знак», 2011. - Вып. 5. - С. 41-47.
3. Соловьёв А.К. Опыт применения полых трубчатых световодов для естественного освещения в России / Соловьёв А.К. // Светотехника. — М.: ЗАО «Фирма знак», 2011. — Вып. 6. — С. 4-11.
4. Mohelnikova J. Daylighting and energy savings with tubular light guide / Mohelnikova J. — WSEAS transactions on Environment and Development, USA, 2008. — Vol. 4 no. 3. — P. 200-209.
5. Mankova J. Simplified determination of indoor daylight illumination by light pipes / J.Mankova, J. Hraska, M. Janak // Slovak Journal of Civil Engineering. — 2009. - Vol. 4 — P. 22-30.

6. Mayhoub M.S. Hybrid lighting systems: A feasibility study for Europe / M.S.Mayhoub, D.J. Carter // *Lighting research and Technology*. — Vol.44. - no.3, 2011. — P. 261-276.
7. Al-Marwae M. Tubular daylight guidance systems: impact on building codes and the environment / M. Al-Marwae, D.J. Carter // *Proceedings of Jeddah International urban forum*, 2006. — P. 186-195.
8. Experimental analysis on a 1:2 scale model of the double light pipe, an innovative technological device for daylight transmission / [C. Baroncini, O. Boccia, F. Chella, P. Zazzini] // *Solar Energy*. — 2010. - Vol. 84 — P. 296-307.
9. Baroncini C. Experimental analysis of tubular light pipes performances: influence of the diffure on inside distribution light / C. Baroncini, F. Chella, P. Zazzini // *International Conference on Sustainable Energy Technologies*, 2006. — P. 1-6.
10. Chella F. Compared numerical and reduced scale experimental analysis of light pipes performances / F. Chella, P. Zazzini, G. Carta // *International Conference on Sustainable Energy Technologies*, 2006. - P. 1-6.
11. Tubular daylight guidance systems : CIE 173:2006, CIE, 2006 — p.76.
12. Smith G. Colour mixing LEDs with short microsphere doped acrylic rods / C. Deller, G. Smith, J.Franklin // *Optics express*. — 2010. - Vol. 12. - no. 15. — P. 3327-3333.

Стаття надійшла до редакції 18.03.2013 р.