НОВІТНІ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

Тупотіна Є. Д., студ. (гр. ОН-91, ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. У статті проаналізовано інформацію про новітні системи удосконалення освітлення житлових і адміністративних приміщень під час використання кімнатних датчиків, скло зі змінним затемненням, світильники з розсіяним освітленням, геліостати та сонячні тунелі.

Ключові слова: природне та штучне освітлення.

Abstract. The information about the latest systems for improving the lighting of residential and administrative premises when using room sensors, glass with variable dimming, lamps with diffused lighting, heliostats and solar tunnels has been analyzed in the article.

Keywords: natural and artificial lighting.

Вступ. Покращення ефективності роботи та умов праці на кожному підприємстві залежить від системи освітлення як фактор впливу. У спробах досягти позитивного результату доцільно орієнтуватися у видах освітлення та новітніх розробок у цій сфері. У статті більш детально розглянуто способи покращення ефективності використання природного світла в комбінації зі штучним освітленням. Раціональне використання природного освітлення дає можливість суттєво зменшити витрати електроенергії на штучне освітлення.

Аналіз стану питання. Згідно даних Міжнародного енергетичного агентства [1], системи штучного освітлення споживають близько 2 650 ГВт·год електроенергії в рік (до 19 % від глобального виробництва), перевищуючи сумарне її виробництво всіма атомними електростанціями світу. В Україні на освітлення припадає до 8 % від всієї виробленої електроенергії. Це вказує на те, що штучне освітлення є вагомим споживачем електроенергії, особливо в адміністративних будівлях (до 80 %) [2].

Метою статті є огляд інноваційних способів ефективного використання природного та штучного освітлення задля підвищення комфортності та заощадження електроенергії на штучне освітлення приміщень.

Методики, матеріали і результати досліджень. Природне освітлення позитивно впливає на людину, покращуючи самопочуття та продуктивність праці [3]. Використовувати переваги сонця для економії енергії та забезпечення здорового, природного освітлення зараз важливо для будь-якого будівельного проекту. Здатність економити електроенергію та насолоджуватися теплом завдяки сонцю є базовою умовою задля досягнення «зеленого устрою» та сертифікацій, якими нагороджують проекти з природним освітленням [6]. Розглянемо кілька інноваційних способів досягнення високої якості та ефективності використання денного світла.

Кімнатні датчики. Такі пристрої можна налаштувати на автоматичне регулювання рівня освітленості залежно від наявного освітлення [4]. За потреби можна використовувати ручні диммери та перемикачі для зміни освітлення (рис. 1). За допомогою датчика електроенергія використовується лише в обсязі,

необхідному для досягнення візуально комфортного рівня освітлення. Такі пристрої досить прості у первинному налаштуванні та не вимагають особливих умов експлуатації. Обслуговування датчиків передбачає раз на півроку очищати фронтальну частину від пилу та бруду. Датчики освітлення дають можливість запобігти надмірному використання штучного освітлення за наявності сонячного.

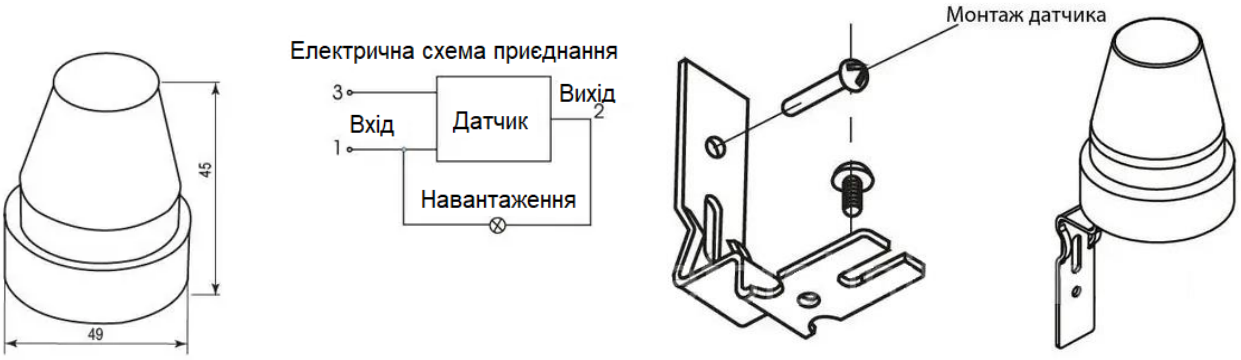

Рис. 1. Електрична схема та монтаж датчиків освітлення

«Розумне» скло. Скло містить активні матеріали, світлопропускаючі властивості яких можуть змінюватися під впливом трьох факторів – електричної напруги, світла або теплоти. Змінення прозорості поверхні відбувається від прозорого до напівпрозорого або непрозорого, і навпаки, від пропускання світла до блокування деяких або всіх довжин хвиль світла. «Розумне» скло може легко регулювати внутрішнє освітлення, компенсуючи яскравість на вулиці, роблячи внутрішнє середовище візуально придатним. Таке скло, яке можна використовувати в будівлях, регулює не тільки потік сонячних променів, але і теплову енергію, що може сприяти поліпшенню енергетичного балансу в приміщенні. Технології, які використовують в такому склі, включають електрохромні, фотохромні, термохромні, зважені частинки, мікрозатвори і рідкокристалічні пристрої з диспергованими полімерами (рис. 2).

Рис. 2. Конструкція «розумного» скла для вікон

Електрохромний шар усередині скла змінює свої поглинаючі властивості під дією напруги та переходить з прозорого стану в непрозорий. Без напруги скло перетворюється на прозорий шар. Швидкість перемикання електрохромного скла повільна, суттєво залежить від розміру панелі та різна під час освітлення чи затемнення. Склу розміром (2,0x1,0) м потрібно для затемнення до трьох хвилин, для освітлення – до 15 хвилин. Процес зміни кольору відбувається нерівномірно:

починається з країв, через центр, вирівнюючи колір до кінця процесу. У разі підключення напруги 5 В змінюються оптичні властивості шару (збільшує поглинання світла та сонячної енергії), що надає темну матовість склу.

Аналогом «розумного» скла є «розумна» плівка. Принцип дії, на якому заснована розумна віконна плівка, нічим не відрізняється від розумного скла на основі рідкокристалічних пристроїв. Її застосування дає можливість управляти офісним простором, контролюючи кількість сонячного світла та теплоти. Однак різниця полягає у вартості таких інвестицій. Розумне скло приблизно в сто разів дорожче традиційного [11].

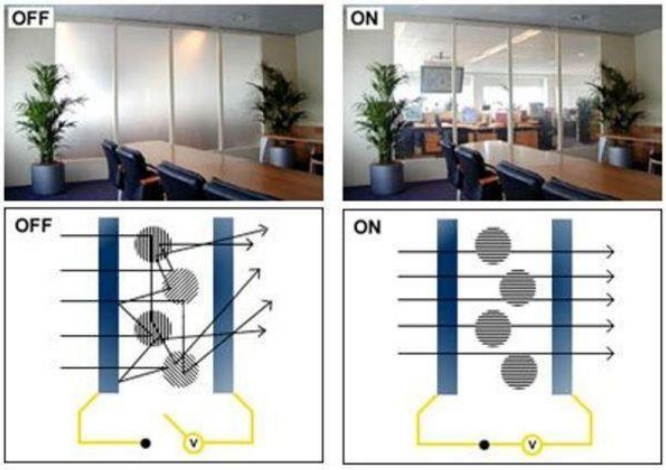

Рис. 3. Принцип дії розумного скла

Розсіяне освітлення. Розсіяне освітлення утворюють напівпрозорі панелі, які підходять до створення світлових стін. Напівпрозорі панелі мають багато кольорів і можуть надати оригінального вигляду загальній архітектурі. У житловому чи адміністративному приміщенні не бажано використовувати спрямоване світло, оскільки воно створює різкі тіні, що призводить до швидкого стомлювання очей. За потреби спрямований промінь краще використовувати в поєднанні з розсіяним світлом, що запобігає шкідливому впливу контрастів на органи зору. Для основного верхнього освітлення приміщення найкраще підходять прилади розсіяного світла. Світильники з розсіяним освітленням мають низку переваг. Промені з такого типу світильників відбиваються від світлих стін і поверхні та поглинаються поверхнями, які забарвлено в темні кольори [5]. Особливо ефективні такі світильники в приміщеннях, стіни яких викладено кахлем.

Геліостати та сонячні тунелі. Найкращий спосіб використання денного світла – планування будівлі та вікон внутрішніх приміщень з урахуванням географічних координат. Це не завжди можливо, особливо в роботах з реконструкції існуючою будівлі. За таких умов можна використовувати геліостати. Геліостати – це дзеркала, які автоматично рухаються за сонцем і за потреби перенаправляють сонячне світло. Світло можна направити у вікно на першому поверсі чи мансардне вікно, змінивши відображення геліостата.

Тунельні ліхтарі використовують для перенаправлення сонячного світла крізь суцільну перешкоду в ті кімнати, які знаходяться на перших поверхах котеджу або в цокольних та підвальних приміщеннях. Такий пристрій облаштовують на даху

будинку і ззовні він виглядає як закрите вікно. На внутрішній частині стіни закріплюють ще одне кругле віконце, яке нагадує ілюмінатор. Світлопровідний тунель з'єднує нижній і верхній елементи конструкції. Функція зовнішнього ліхтарика полягає в тому, щоб «ловити» сонячне світло та скеровувати його вниз по зігнутому чи прямому світловому тунелю. Зсередини світлопровід покритий спеціальним світловідбиваючим шаром, який дає можливість мінімізувати втрати сонячної енергії. Найкращим елементом такого покриття є срібло, поверхня якого здатна відбивати до 98 % сонячного світла. Вигини труби зменшують ефективність тунелю до 40 %, а збільшення його довжини на кожен один метр зменшує рівень освітлення на 20 %. Максимальну кількість сонячного світла можна отримати під час розміщення сонячного тунелю на південній стороні даху будинку, де він буде освітлюватися впродовж всього світлового дня [10].

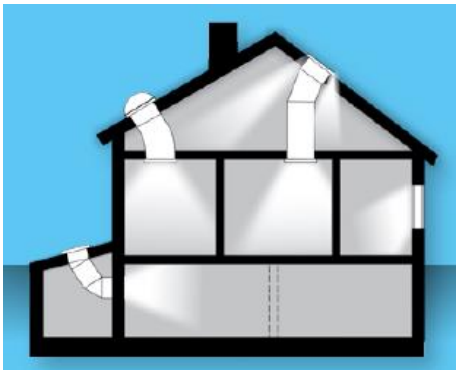

Рис. 4. Схематичне зображення застосування сонячних тунелів для освітлення приміщення

Висновок. Повне використання потенціалу сонячного світла є першим кроком до ефективного забезпечення рівня освітлення в приміщенні. Доведено, що природне освітлення більш корисне для організму людини і має позитивний вплив на настрій і працездатність. Покращити ефективність використання сонячного світла можна під час застосування таких інноваційних приладів: датчики освітлення, «розумне» скло чи плівка, застосування світильників розсіяного освітлення, геліостату та сонячних тунелів. Вибір тих чи інших заходів залежить від географічної орієнтації будівлі, призначення приміщення і величини капіталовкладень.

Науковий керівник: Третякова Л. Д., докт. техн. наук, проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Література

1. M. Boubekri, Daylighting design. Planning strategies and best practice solutions // Birkhäuser, Basel, 2014. URL: https://issuu.com/birkhauser.ch/docs/daylighting_design._planning_strate.

2. Бурмака В., Тарасенко М., Козак К., Омейза Л. А., Сабат Н. Ефективне використання природного світла в офісних приміщеннях // Journal of Daylighting. 2020. №7(2). с. 154-166. URL: https://dx.doi.org/10.15627/jd.2020.15.

3. Гандзюк М. П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: підручник. Київ: Каравела, 2004. 408 с. URL: http://ктеп.kiev.ua/wp-content/uploads/2019/12/Gandzyuk-osnovy_ohorony_prac.pdf.

4. Герега О., Коваль В.П. Енергоефективність освітлення адміністративних приміщень // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування», 2017. С. 201. URL: http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/24238.

5. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2018. – [Чин. від 28.02.2019]. – К.: Мінбуд України, 2019. 133 с. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188.

6. https://crystalstructuresco-com.translate.goog/innovative-ways-to-daylighting?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=uk&_x_tr_pto=wapp.

7. https://xssentials.com/six-innovative-ways-to-use-your-smart-light-bulbs/.

8. https://eepros.com/2016/09/05/3-innovative-ways-to-use-led-lighting-to-boost-workplace-productivity-in-city/.

9. https://stolb.com.ua/osvitlennya-virobnichikh-primishchen-vidi-promislovikh-svitilnikiv/.

10. https://tkstandart.com.ua/novyny/jak-osvititi-vnutrishni-primishhennja-budinku-za-dopomogoju-sonjachnih-tuneliv/.

11. https://www.smarthouse.ua/ua/umnoe-steklo-tehnologiya-budushhego-u-vas-doma.html.