

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗОВНІШНІХ СОНЦЕЗАХИСНИХ СИСТЕМ

*Компанія «MANEZH», Україна*

*Розглянуті основні енергетичні і світлові характеристики сонячного випромінювання та групи, які визначають ефективність використання зовнішніх сонцезахисних систем згідно до європейського стандарту EN 14501, а також переваги використання зовнішніх сонцезахисних систем на будівлях.*

**Визначення проблеми.** У сучасній будівельній практиці під загальним терміном «системи сонцезахисту» розуміються пристрої або конструктивні засоби захисту будинків і споруд від негативного впливу інсоляції, що викликає перегрів приміщень (або осліплення людей) та погіршення умов перебування всередині, впливу відбитого світла (від поверхонь водойм, дзеркального скління сусідньої будівлі і т.д.).

Сьогодні організація професійного сонцезахисту має декілька цілей (залежно від часу доби і сезону): вдень – забезпечувати тінь; ввечері – пропускати в приміщення останні промені сонця, влітку – підтримувати прохолоду; взимку – зменшувати витрати на опалення. Важливим є й естетичне оформлення будівель сонцезахисними пристроями.

Це питання є особливо актуальним при проектуванні світлопрозорих конструкцій будівлі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Діючі на Україні норми інсоляції орієнтуються лише на санітарно-гігієнічне значення інсоляції, що обумовлено ультрафіолетовою частиною спектру сонячного світла (УФР). Про це, зокрема, пише в своїй роботі професор Сергейчук О.В [1].

У сонячному спектрі УФР не більш 4 %. З іншого боку інфрачервона радіація (ІЧР) становить понад 50 % енергії спектра, а зона видимого світла становить близько 45% енергії спектра.

На рис. 1 [2], показаний розподіл інтенсивності сонячної енергії  $E$  при її проходженні через скло. Як видно з малюнку, віконне скло дуже добре пропускає сонячні промені, майже не відображає і не поглинає їх. Саме зона видимого світла та ІЧР може істотно вплинути на енергоефективність будинку, оскільки забезпечення надходження її в обсяг приміщень взимку і блокування надлишкового надходження влітку знижують навантаження на системи опалення та кондиціонування будинку.

Енергетичну ефективність будівель в ЄС оцінюють за EN 15217:2007 [4] з урахуванням енергоспоживання як системи опалення в опалювальний період, так і системи кондиціонування повітря в період охолодження будівлі. Крім того, враховується енергоспоживання систем: гарячого водопостачання, вентиляції, освітлення, а також оцінка ступеня автоматизації інженерних систем і оцінка захисту від інсоляції.



Рис. 1. Світлопропускання флоат-скла 5 мм залежно від інтенсивності сонячного спектра

Проте в Україні оцінка ефективності енерговикористання будівель побудована за кінцевої енергії і враховує тільки витрати на потреби опалення будівель [4]. Проблему перегріву приміщень за рахунок теплової енергії, яка потрапляє в приміщення через скляні поверхні підіймають співробітники Українського науково-дослідного інституту скла в статті «Стекло и солнечная радиация» [3], де вони пишуть про те, що у сучасній практиці будівництва, враховуючи тенденції архітектури до великих поверхнях скління, парниковий ефект досить часто залишають без уваги, в той час як він нерідко буває основною причиною перегріву приміщень.

Розглянемо більш детально механізм утворення парникового ефекту (рис. 2-3). Віконне скло дуже добре пропускає сонячні промені. У результаті цього відбувається нагрів поверхонь стін, меблів, обладнання, статі та інших предметів, що знаходяться в приміщенні.

Нагріті тіла стають джерелами тепла, яке вони віддають внутрішньому повітрю і навколишніх предметів у вигляді ІЧ-випромінювання з довжиною хвилі від 7500 до 14000 нм (довгохвильове ІЧ-випромінювання). Для цього випромінювання звичайне скло є екраном, так як його пропускання обмежується довжинами хвиль до 5000 нм. Це призводить до різкого збільшення кількості теплової енергії всередині приміщення. Це явище часто називають парниковим ефектом.

На рис. 3 крива *Б* характеризує розподіл енергії в спектрі сонця, крива *А* – пропускання променевої енергії звичайним склом, крива *В* – спектральний розподіл енергії випромінюваної поверхнями з температурою випромінювання в кілька десятків градусів (тепличний ефект).

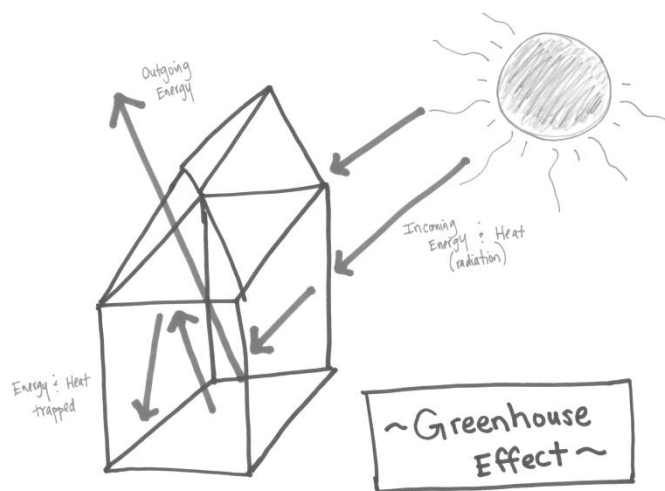
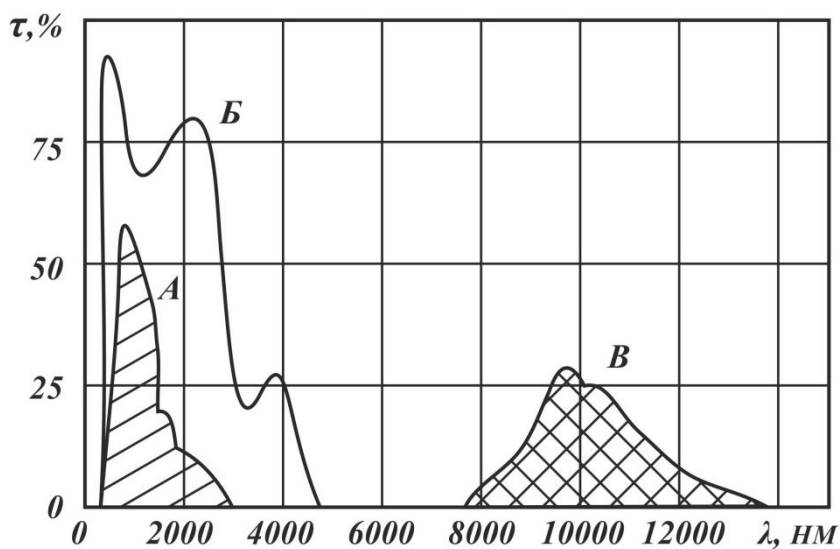


Рис. 2. Схематичне зображення дії парникового ефекту



$\lambda$  – довжина хвилі випромінювання;  $\tau$  – значення величини енергії у відсотках

Рис. 3. Парниковий ефект та радіаційні властивості звичайного скла

Застосування склопакетів з низькоемісійним покриттям (*K*- скло , *I*-стекло і т.п.) ще більше посилюють парниковий ефект в літній час.

**Мета статті.** Дана робота покликана надати вичерпний аналіз фізіологічної дії сонячної енергії та оптимальних засобів захисту будівель від неї.

**Основна частина.** Розглянемо основні енергетичні і світлові характеристики сонячного випромінювання (згідно з європейським стандартом EN 14501).

При потраплянні сонячних променів на скло або сонцезахисну систему сонячне випромінювання (рис. 4):

- частково відбивається (*RS*),
- частково поглинається (*AS*)
- частково проходить крізь (*TS*)

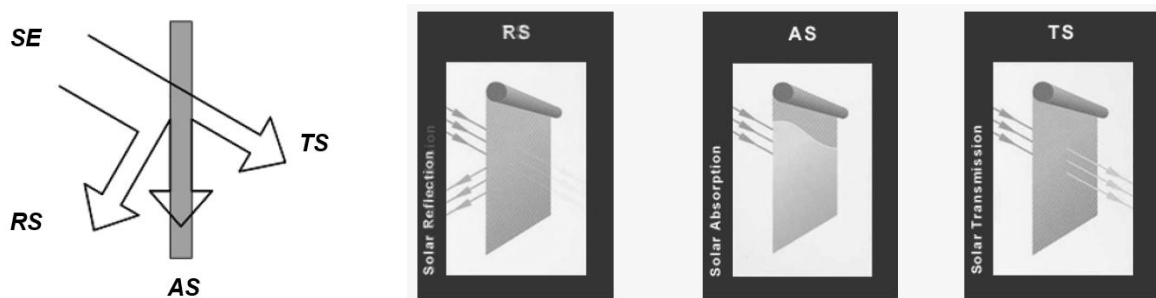


Рис. 4. Схема взаємодії сонячної енергії з СЗС та вікном

При цьому, згідно закону збереження енергії, буде виконуватися рівняння

$$SE = RS + AS + TS,$$

де  $SE$  (Solar Energy) – сонячна енергія, падаюча на систему (100%);  $RS$  (Solar Reflection) – відбита сонячна енергія (%);  $AS$  (Solar Absorption) – поглинена сонячна енергія (%);  $TS$  (Solar Transmission) – сонячна енергія, що проникла всередину (%)

Ці основні енергетичні характеристики, як правило, даються для більшості зовнішніх СЗС, які використовуються на даний момент.

Основним показником, який комплексно оцінює ефективність СЗС, є сонячний фактор  $G_{tot}$ . Сонячний фактор – це сумарна кількість теплової енергії (у %), що потрапила в приміщення через СЗС і скло (рис. 5).

Сонячний фактор залежить не тільки від самої СЗС, а й від параметрів скління. Тому, як правило, в таблицях виробників СЗС вказується величина сонячного фактора для СЗС при використанні стандартного склопакета типу С (одинарний склопакет 4 +16 +4, заповнений аргоном, з низько емісійним покриттям з одного боку).

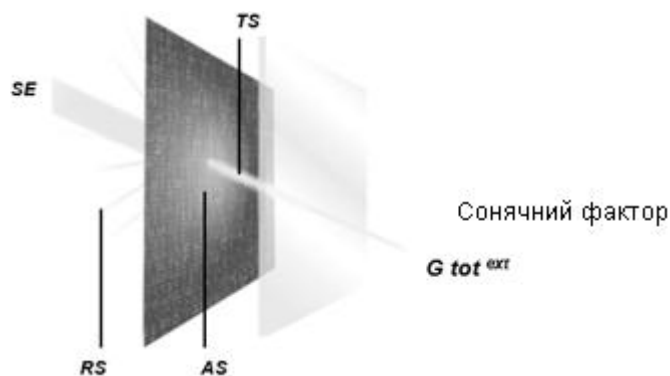


Рис. 5. Схема проникнення елементів сонячного випромінювання

Згідно з європейським стандартом EN 14501 існує 5 груп ефективності використання сонцезахисної системи (табл. 1). Більшість зовнішніх сонцезахисних систем (маркізи, ролети, фасадні жалюзі і т.д.) мають клас ефективності 3 або 4. Наприклад, для 3-го класу ефективності середня величина сонячного фактора складає  $G_{tot}^{ext} = 0,125$ .

## Групи ефективності використання сонцезахисної системи

Група	$g_{tot}^1$	Оцінка
4	$g_{tot} < 0.10$	Дуже добрий ефект
3	$0.10 \leq g_{tot} < 0.15$	Добрий ефект
2	$0.15 \leq g_{tot} < 0.35$	Задовільний ефект
1	$0.35 \leq g_{tot} < 0.50$	Малий ефект
0	$g_{tot} \geq 0.50$	Дуже малий ефект

Середньодопустима величина сонячного фактора  $G_{4/16/4K}$  для одинарного склопакета з низько емісійним покриттям складає близько 0,50. Відповідно, після установки зовнішньої СЗС з величиною сонячного фактора  $G_{tot}^{ext} = 0,125$ , сонячна енергія, що потрапила в приміщення, зменшиться в 4 рази ( $0,50/0,125 = 4$ ).

Для точних розрахунків ефективності використання зовнішньої сонцезахисної системи існують спеціально розроблені методики, які дозволяють враховувати велику кількість факторів:

- географічне положення і орієнтація приміщення стосовно сторін світу;
- площу та параметри скління;
- теплофізичні властивості несучих конструкцій самої будівлі;
- кількість людей, які знаходяться в приміщенні та кількість комп'ютерної техніки;
- наявність і характеристики вентиляційних систем та кондиціонування, і т. д.

Для захисту від перегріву архітектори часто використовують сонцезахисне скло та сонцезахисні склопакети. Сонцезахисне скло – це спеціально розроблене скло, яке має здатність знижувати пропущення світлової та сонячної теплової енергії.

Конструкція сонцезахисного склопакета аналогічна до конструкції звичайного склопакета. Скло проходять спеціальну обробку, в результаті якої воно відображає і поглинає частину сонячного світла.

Необхідно зазначити, що незважаючи на достатню розрекламованість цього продукту, він володіє рядом недоліків, які необхідно брати до уваги. Серед них:

- відсутня можливість регулювати рівень освітленості всередині приміщення;
- застосування сонцезахисних склопакетів значно знижує рівень освітленості всередині приміщення;
- більші витрати електроенергії на штучне освітлення приміщення (особливо в зимовий період часу);
- порушення колірного балансу всередині приміщення згубно впливає на працездатність і продуктивність людини (люди втрачають відчуття часу, спостерігається також погіршення зору через порушення природного спектрального складу освітлення).

- під час установки сонцезахисних плівок на звичайні склопакети може спостерігатися руйнування склопакета від перегріву скла (не на кожному склопакеті можна наносити сонцезахисні плівки). Наприклад, в спекотний сонячний день склопакет може нагріватися до температури 80 – 90°C, що створює великі температурні напруження, які можуть призвести до руйнування пакета.
- сонцезахисне скління однаково зменшує надходження сонячного тепла як влітку, так і взимку.

На відміну від зазначених склопакетів, СЗС здатні забезпечити дієве й екологічно ефективне рішення (рис. 7):

- можливість гнучкого регулювання рівня інсоляції приміщення, що дозволяє оптимально витратити електроенергію на кондиціонування та опалення приміщення;
- мінімізація витрат на кондиціонування в літній період (кількість проникаючої в приміщення сонячної енергії при використанні зовнішнього сонцезахисту зменшується в 4-5 разів);
- можливість регулювання рівня освітленості всередині приміщення залежно від пори року, часу доби і погодних умов (тільки для рухомих систем);
- перешкоджає проникненню яскравих сонячних променів і відблисків, спричинених відбиттям від дзеркального скління будівель поруч, поверхні водойми і т.д.;
- забезпечує оптимальний світловий баланс усередині приміщення в денний час доби;
- не порушує колірний баланс усередині приміщення, що позитивно впливає на працездатність і продуктивність праці;
- дозволяє частково або повністю відгородитися від сторонніх поглядів в темний час доби;
- використання зовнішніх тканинних ролет в поєднанні зі спеціальними матеріалами (тканини типу Soltis/Screen ) дозволяє зберігати оптимальну видимість назовні і при цьому захиститися від сонячних променів (сонцезахисна система не створює ефекту відокремлення від зовнішнього простору);
- дозволяє використовувати сонцезахисну систему в якості архітектурного рішення для фасаду будівлі;
- можливість використання сонцезахисної системи в якості рекламного носія;
- дозволяє знизити витрати на опалення взимку (в нічний час сонцезахисна система в закритому стані є додатковим бар'єром для виходу тепла через віконний отвір);
- можливість інтеграції рухливих сонцезахисних систем в загальну систему автоматизації будівлі (системи «Розумний будинок»), що дозволяє максимально ефективно використовувати сонцезахисні системи в загальній логіці функціонування систем будівлі (клімат, освітлення, безпека і т.д.).

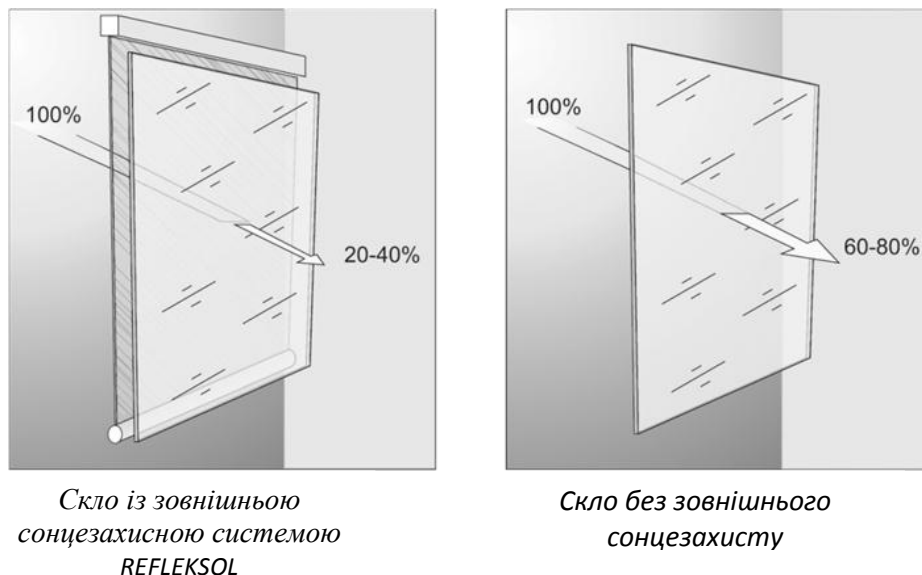


Рис. 7. Зразок пониження рівня температури при застосуванні СЗС

**Висновки.** Беручи до уваги усі вищезазначені переваги, ми можемо з впевненістю стверджувати, що на сьогоднішній день найефективнішим сонцезахистом сучасних будівель є використання зовнішніх сонцезахисних систем, наприклад, таких як фасадні алюмінієві або ролетні системи і добре всім знайомі маркізи. Ці системи дозволяють максимально мінімізувати витрати електроенергії для підтримки оптимальної температури в приміщенні, не порушуючи при цьому колірного і світлового балансу всередині приміщень.

## Література

1. *Сергейчук О.В.* Почему в Украине разрабатывается ДСТУ\_Н "Расчет инсоляции объектов гражданского назначения?" // Журнал «Витрина». – К., 2010.– № 1. – С. 26-34.
2. *Стекло и его практическое применение. Учебное пособие.* – SANCO, 2010. – 289 с.
3. *Борулько В.И., Борулько П.В., Маричев А.В. и др.* Разработка активной фасадной системы // Журнал «Окна. Двери. Витражи». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://oknamodern.ru/100.php?c=45>
4. *Иншеков Е.* Анализ международного законодательства в сфере оценки энергоэффективности, паспортизации и маркировки зданий. Оценка международных систем учета, мониторинга энергопотребления и выбросов парниковых газов зданий» // Проект Правительства Республики Казахстан Программы развития ООН и Глобального Экологического Фонда, Энергоэффективное проектирование и строительство жилых зданий. – Киев, 2011. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://Portal-Energo.ru/files/articles/portalenengo\\_ru\\_\\_ukraine\\_energoeffektivnost\\_mkd.doc](http://Portal-Energo.ru/files/articles/portalenengo_ru__ukraine_energoeffektivnost_mkd.doc)
5. *Элементы дополнительной солнцезащиты. Часть 1, 2* // Здания и сооружения со светопрозрачными фасадами и кровлями. – под. ред. И. В

Борискиной, 2012. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://fasad-rus.ru/elementy-dopolnitelnoi-solncezashity--article\\_1232.html](http://fasad-rus.ru/elementy-dopolnitelnoi-solncezashity--article_1232.html)

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ НАРУЖНЫХ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ**

*А.С. Болибрук*

Рассмотрены основные энергетические и световые характеристики солнечного излучения и группы, определяющие эффективность использования внешних солнцезащитных систем согласно европейским стандартам EN 14501, а также преимущества использования внешних солнцезащитных систем на зданиях".

## **ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGY OF USING OF EXTERNAL SUN PROTECTION SYSTEMS**

*A. Bolibruk*

This article has addressed the main insolation and light characteristics of solar radiation. Next, were described the basic groups defining the effectiveness of external sun shading systems application according to the European standard EN 14501. The matter of optimal use of these systems on the buildings was also disclosed.