

УДК 721:72.02:692:69.059.1

Верьовкіна С. Є., магістр з будівництва, аспірант (Одеська державна академія будівництва та архітектури)

АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ОБОЛОНОК БУДІВЕЛЬ

У статті відображені сучасні архітектурно-конструктивні рішення, які застосовуються для влаштування енергоефективної оболонки будівлі. Наведені приклади теплоізоляційних конструкцій з використанням наноматеріалів.

Ключові слова: енергоефективна оболонка будівлі, енергоефективні конструктивні рішення.

Організація раціонального енергоспоживання з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище – є найактуальнішою проблемою сучасного суспільства. За цим показником Україна знаходиться у числі тих держав, де стагнація існуючого положення може спровокувати серйозну економічну кризу з наступними масштабними соціальними потрясіннями.

Проблема високого рівня енергоспоживання та необхідність підвищення енергоефективності є важливою для житлової сфери України, де ефективність використання енергоресурсів особливо низька. Тому актуальним є впровадження заходів щодо підвищення енергетичної ефективності будівель та споруд.

Проектування конструктивно-теплоізоляційної оболонки будівлі повинне здійснюватися за рахунок влаштування енергоефективних конструктивних рішень: конструкцій теплової ізоляції фасаду, покриття та перекриття, встановлення енергоефективних світлопрозорих конструкцій. Згідно з ДБН В.2.6–33:2008 [1] визначені чотири класи конструкцій фасадної теплоізоляції в залежності від типу опорядження (табл. 1).

Окрім стандартних теплоізоляційних рішень, актуальним напрямком у сучасному енергоефективному будівництві стало застосування конструкцій з використанням наноматеріалів.

Наноматеріали – матеріали, створені з використанням наночасток та /або за допомогою нанотехнологій, що володіють унікальними властивостями, зумовленими присутністю цих часток в матеріалі [2].

Таблиця 1

Конструкцій фасадної теплоізоляції в залежності від типу опорядження

Класи та підкласи збірних систем		Клас А	
		Клас Б	
		Клас В	
		Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою	<p>А.1 З опорядженням тонкошаровими штукатурками</p> <p>А.2 З опорядженням товстошаровими штукатурками</p> <p>А.3 З опорядженням дрібнорозмірною плиткою</p>
		Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою	<p>Б.1 З опорядженням керамічною цеглою</p> <p>Б.2 З опорядженням силікатною цеглою</p> <p>Б.3 З опорядженням пресованим каменем</p>
		Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляльованим повітряним прошарком та опорядженням індустриальними елементами	<p>В.1 З опорядженням керамічними плитами</p> <p>В.2 З опорядженням плитами з природного каменю</p> <p>В.3 З опорядженням металевими дрібноштучними та крупнорозмірними панелями</p> <p>В.4 З опорядженням плитами з цементно-волокнистих матеріалів</p> <p>В.5 З опорядженням композитними алюмінієвими матеріалами</p> <p>В.6 З опорядженням виробами із дрібнозернистого бетону</p> <p>В.7 З опорядженням полімербетонними панелями</p> <p>В.8 З опорядженням ламінованими панелями</p> <p>В.9 З опорядженням керамогранітом</p> <p>В.10 З опорядженням іншими індустриальними елементами</p>

продовження табл. 1

Класи та підкласи збірних систем	Клас Г	<p>Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами</p>	<p>Г.1 З опорядженням склом будівельним</p> <p>Г.2 З опорядженням склом загартованим будівельним</p> <p>Г.3 З опорядженням склом з енергозберігаючим покриттям</p> <p>Г.4 З опорядженням склом сонцезахисним</p> <p>Г.5 З опорядженням склом фасадним з нанесеним емалевим покриттям</p> <p>Г.6 З опорядженням склом візерунковим</p> <p>Г.7 З опорядженням склом армованим</p> <p>Г.8 З опорядженням ламінованим склом (триплексом)</p> <p>Г.9 З опорядженням склом, забарвленим у масі</p> <p>Г.10 З опорядженням гідрофобним склом</p> <p>Г.11 З опорядженням іншими типами скла, що дозволені для застосування у будівництві</p>
---	---------------	---	--

До наноматеріалів відносять об'єкти, один з характерних розмірів яких знаходиться в інтервалі від 1 до 100 нм. Перспективними сучасними композитними матеріалами є такі, у яких органічна та неорганічна складові взаємодіють між собою на молекулярному рівні. Вони отримали назву «полімерні гібриди»; поняття «гібрид» було прийнято для того, щоб підкреслити, молекулярний характер взаємодії компонентів.

У будівельній галузі дослідження фокусуються в основному на вивченні [3]:

- Мікроструктурованих поверхонь;
- Термохромном, фотохромном, електрохромном «розумному склінні»;
- Пористих матеріалах, що утримують повітря або інші гази;
- Тонких плівках, шарах та поверхонь;
- Наночасток / нанокомпозитів;
- Аерогелів;
- Матеріалів, що мають здатність до самоорганізування;
- Мезопористих матеріалах;
- Вуглецевих нанотрубок.

Нанотехнології у виробництві теплоізоляційних матеріалів та конструкцій.

"Зелений поліуретан" (Green Polyurethane™ Foam) [4] є першим у світі модифікованим гібридним поліуретаном (HNIPU), виготовленим без використання небезпечних ізоціанатів у процесі виробництва. Унікальна формула Green Polyurethane поєднує в собі кращі механічні властивості поліуретану та хімічно стійкі властивості епоксидних зв'язуючих.

Прозорі наногелі (аерогелі) створені на основі діоксиду кремнію відомі так само під назвами "блакитний дим", "твердий дим" є найлегшим твердотілим матеріалом, який має особливі теплоізоляційні властивості зумовлені нанопористою структурою (1-100 нм) та низькою густиною (3-250 кг/м³) (табл. 2) [5].

Теплопровідність аерогелю складає всього лише 0013~0.025 Вт/(м·К), пористість структури – 80-99,8%, питома поверхня – 1000 м²/г. Ізоляційні матеріали на основі аерогеля – це неорганічні матриці в основу яких, в якості основної складової, входить аерогель.

Таблиця 2

Технічні показники матеріалів на основі аерогеля

Показник	Значення
Густина, кг/м ³	180–200
Теплопровідність, Вт/(м·К)	0,013–0,020
Крайовий кут змочування	>99°
Клас пожежної безпеки	A1

Нанотехнології у виробництві світлопрозорих конструкцій.

В області виробництва світлопрозорих конструкцій компанія «Фототех» (Росія) реалізувала серійний випуск захисних та протипожежних будівельних світлопрозорих енергозберігаючих конструкцій з використанням деяких нанотехнологічних процесів, а саме: нанесення реакційно-здатних адгезійних наночарів, ламінування листового скла з плівками рідкокристалічних нанодисперсій, а також ламінування скла з електропровідними поверхнями для виготовлення багатошарового композиційного скла зі спеціальними властивостями.

З метою зниження теплового впливу сонячного світла розроблене так зване "смарт-скло" – скло з керованим світлорозсіюванням. Смарт-скло – матове, тобто володіє сильним світлорозсіюванням, знижуючи теплове навантаження на приміщення більш ніж в два рази. Під дією електричного поля таке скло зворотно просвітлюється, що призводить до збільшення освітленості в приміщенні, що бажано при припиненні дії прямих сонячних променів. Крім того, смарт-скло може бути використане для зовнішнього та внутрішнього скління.

В основі дії смарт-скла лежить ефект орієнтації рідких кристалів електричним полем. При виробництві смарт-скла зазвичай використовуються в якості заготовок композиційні плівки, що складаються з полімерної ПВХ матриці, всередині якої дисперговані рідкі кристали з розмірами 50-100 нм, і двох зовнішніх ПЕТФ плівок з електропровідним покриттям, до яких необхідно підвести електричну напругу 200-100 вольт. З'єднання струму спеціальним чином приклеюються до електропровідного покриття, а потім композиційна старт-плівка ламінується між склом.

Другим винаходом є скло з електрообігрівом, для застосування у зоні вітрових ліхтарів. З метою запобігання порушенню прозорості зоні вітрових ліхтарів в зимовий період, у склопакетах використовується скло з електрообігрівом. Можливість електрообігріву скла досягається шляхом нанесення струмопровідних прозорих наноплівочок на поверхню скла і їх подальше триплексування.

Світлопрозорі струмопровідні наночастиці на поверхні скла найчастіше формуються шляхом пірогідролітичного розкладання хлористого олова. В результаті, при температурах 400-450 °C утворюються стійкі струмопровідні плівки олова та його окислів товщиною 30-70 нм. За допомогою спеціальних методик до скла з боку електропровідних наночастиць «приклеюються» струмозійники і, для поліпшення фізико-механічних властивостей композиції, а також захисту струмозійників, скло ламінується та збирається склопакет.

Ще одна інновація у галузі нанотехнології у виробництві світлопрозорих конструкцій – покриття Cool-Colours для захисту кольорових ПВХ вікон від інфрачервоного випромінювання. Завдяки особливим пігментам плівка відбиває до 80% теплових променів і перешкоджає перегріву конструкції і приміщення, продовжуючи термін служби рами, знижуючи витрати на кондиціонування.

Отже, однією з актуальних проблем у галузі будівництва – є скорочення використання енергоресурсів, яке можливе за рахунок застосування енергоефективних конструктивних рішень у теплоізоляційній конструктивній оболонці будівлі. Окрім традиційних рішень теплової ізоляції фасаду, перекриття, покриття, з'являються конструкції, які використовують наноматеріали. Такі конструкції заслуговують особливої уваги, адже за конструктивними параметрами вони мають безсуперечну перевагу у порівнянні з традиційними рішеннями.

1. ДБН В.2.6-33:2008 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації». – К., 2009 – 21 с.
2. Figovsky O. L., Karchevsky V., Romm F. Conductive Coatings Based on

Quaternary Ammonium Silicates, ORGANIC–INORGANIC HYBRIDS II // Science, Technology, Applications, University of Surrey, Guildford, UK, 2002 – P.11.
3. Nanotech Industries International, Inc. Hybrid Coating Technologies [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.hybridcoatingtech.com/technology.html>
4. Nanotech Industries, Inc. Green Polyurethane. Technical Description [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nanotech-industriesinc.com/GPU-technical.php>
5. Рыбакова О. А. Прочная невесомость или аэрогель / Рыбакова О. А., Лысенко А. В., Алмаметов В. Б.; [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/prochnaya-nevesomosti-aerogel>.

Рецензент: д.т.н., професор Лісенко В. А. (ОДАБА)

Veryovkina S. E., Master, Post-graduate Student (Odesa State Academy of Building and Architecture)

ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION SOLUTIONS OF ENERGY EFFICIENT BUILDING ENVELOPE

The modern architectural and construction solutions used at the energy efficient building envelope are considered in paper. The examples of insulating structures with nanomaterials are described.

Keywords: energy efficient building envelope, energy efficient solutions.

Верёвкина С. Е., магистр строительства, аспирант (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ОБОЛОЧЕК ЗДАНИЙ

В статье отражены современные архитектурно-конструктивные решения, которые применяются для устройства энергоэффективной оболочки здания. Приведены примеры теплоизоляционных конструкций с использованием наноматериалов.

Ключевые слова: энергоэффективная оболочка здания, энергоэффективные конструктивные решения.
