

*В.Й. Кузиляк, Р.С. Яковчук, канд. техн. наук, Р.Б. Веселівський, канд. техн. наук
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ВИКОРИСТАННЯ ПІНОПОІСТИРОЛУ ЯК ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ У БУДІВНИЦТВІ

Робота присвячена аналізу пожежної небезпеки експлуатації фасадних утеплень будівель, в зв'язку з застосуванням пожежонебезпечних матеріалів, а саме теплоізоляційних матеріалів на основі пінополістиролу.

Введена в Україні обов'язкова сертифікація полімерних матеріалів і виробів на їх основі за основними показниками пожежної небезпеки не охоплює широкого асортименту теплоізоляційних матеріалів, тому на деякі види такої продукції взагалі немає обов'язкової сертифікації. Ця обставина сприяє випадкам підробок полімерних теплоізоляційних матеріалів відомих фірм-виробників дрібними нелегальними цехами, що становить серйозну загрозу у разі виникнення і розповсюдження пожежі. Широко застосований у будівельній галузі пінополістирол має значні недоліки, що стосуються показників пожежної небезпеки та значно обмежують область його застосування.

Розглянуто та проаналізовано основні порушення при застосуванні зовнішнього утеплення з пінополістиролу в конструкціях будівель покритих штукатуркою.

Ключові слова: енергозбереження, теплоізоляція, теплоізоляційні матеріали, фасадні системи, пінополістирол, сертифікація, показники пожежної небезпеки.

В.И. Кузыляк, Р.Б. Веселивский, Р.С. Яковчук

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Работа посвящена анализу пожарной опасности эксплуатации фасадных утеплений зданий, в связи с применением пожароопасных материалов, а именно теплоизоляционных материалов на основе пенополистирола.

Введенная в Украине обязательная сертификация полимерных материалов и изделий на их основе по основным показателям пожарной опасности не охватывает широкого ассортимента теплоизоляционных материалов, поэтому на некоторые виды такой продукции вообще нет обязательной сертификации. Это обстоятельство способствует случаям подделок полимерных теплоизоляционных материалов известных фирм-производителей мелкими нелегальными цехами, представляет серьезную угрозу в случае возникновения и распространения пожара. Широко применяемый в строительной отрасли пенополистирол имеет значительные недостатки, касающиеся показателей пожарной опасности, которые значительно ограничивают область его применения.

Рассмотрены и проанализированы основные нарушения при применении наружного утепления из пенополистирола в конструкциях зданий отделанных штукатуркой.

Ключевые слова: энергосбережение, теплоизоляция, теплоизоляционные материалы, фасадные системы, пенополистирол, сертификация, показатели пожарной опасности.

V. J. Kuzylyak, R.S. Yakovchuk, R.B. Veselivsky

FIRE RISK OF THERMAL INSULATION MATERIALS USING IN BUILDING INDUSTRY

The work is dedicated to the fire risk analysis of exploitation facade insulation buildings, due to the use of fire-hazardous material such as thermal insulation materials based on expanded polystyrene.

Obligatory certification of polymer materials and products, introduced in Ukraine on the basis of the main fire hazard indices does not include a wide range of thermal insulation materials, therefore some of these products doesn't need obligatory certification.. This circumstance contributes to cases of fake polymeric thermal insulation materials known manufacturers of illegal small workshops, which pose a serious threat in the event of the emergence and fire spread. Widely used in the construction industry expanded polystyrene, has significant drawbacks regarding it's fire hazard indices and significantly limit the field of application.

Major violations in the application of external insulation of expanded polystyrene in the construction of buildings with plaster are reviewed and analyzed.

Key words: energy conservation, thermal insulation, thermal insulation materials, facade systems, expanded polystyrene, certification, fire hazard indices.

Постановка проблеми. В теперішній час у практиці будівництва для зменшення тепловтрат використовують різні теплоізоляційні матеріали, такі як пінополістирол, мінеральна вата, пінополіуретан, скловата, перліт тощо. Сучасні теплоізоляційні матеріали мають широкий діапазон застосування, за допомогою їх виконують утеплення покрівель, зовнішніх, внутрішніх та підвальних стін, перекриття та підлоги. Одним із найбільш розповсюджених застосувань теплоізоляційних матеріалів є утеплення фасадів будинків, а отже проблеми пов'язані з їх пожежною небезпекою потребують належної уваги і вивчення для зменшення ризику виникнення пожежі та її негативних наслідків.

Горіння полімерів є складним фізико-хімічним явищем, яке охоплює процеси тепло- та масообміну, хімічну кінетику реакцій в конденсованій фазі, а також інші фактори. Великий асортимент полімерних матеріалів за хімічною будовою та складом, поєднання з іншими будівельними матеріалами та широке застосування у галузі будівництва зумовлюють специфічні умови виникнення, розвитку та наслідки пожеж при їх горінні.

Нормативно-обґрунтоване, комплексне визначення основних характеристик пожежної небезпеки полімерних матеріалів, нормування їх застосування для конкретних цілей, прогнозування поведінки в реальних умовах пожежі – важливі наукові та прикладні аспекти загальної актуальної проблеми забезпечення пожежної безпеки об'єктів різного призначення.

Аналіз публікацій. Сьогодні енерго- і ресурсозбереження - одна з найважливіших проблем сучасного будівництва. Її вирішення досягається насамперед за допомогою застосування зовнішніх огорожувальних конструкцій з новими ефективними теплоізоляційними матеріалами. Фасадні системи широко використовуються під час будівництва та реконструкції будівель різного призначення. Проблема теплового захисту будинків та споруд є досить актуальною і важливою особливо в час суттєвого підвищення цін на енергоресурси для населення. Істотний внесок у розвиток будівельної теплофізики та теорії теплотехнічного розрахунку зовнішніх огорожувальних конструкцій внесли вчені Ушков Ф.В., Фокін К.Ф., Богословський В.Н., Бродач М.М. та інші [1, 2].

Розвиток наукових положень пожежної безпеки полімерних матеріалів базується на фундаментальних теоретичних та експериментальних дослідженнях горіння газових і конденсованих систем, якими займалися такі вчені, як Семенов Н.Н., Зельдович Я.Б. та послідовники їх школи - Беляєв А.Ф., Похил П.Ф., Андреев К.К., Лейпунський О.І., Мержанов А.Г., а за кордоном - Льюїс Б. і Ельбі Г., Гейдона А. і Вольфгард Г., Сполдінг Д.Б., Вільямс Ф.А. та інші. В останні роки значних успіхів досягнуто в галузі математичного моделювання процесів, що характеризують розвиток пожеж в будівлях різного призначення. Ці досягнення пов'язані перш за все з роботами Абдурагімова І.М., Кошмарова Ю.А., Молчадського І.С., Томаса Ф., Дріздейла Д., Квінтієрі Д. та інших.

Виклад основного матеріалу. Великі обсяги будівництва, широке застосування нових сучасних технологій і матеріалів висувають нові вимоги до забезпечення пожежної безпеки об'єктів, вдосконалення методів випробування характеристик їх пожежної небезпеки. Ринкові відносини між країнами вимагають узгодженого підходу до сертифікації і класифікації полімерної продукції за показниками їх пожежної небезпеки, що відповідає маркуванню товарів на стандарт якості безпеки.

В Україні обов'язкова сертифікація будівельних матеріалів, виробів та конструкцій введена у 1997 р. наказом Держстандарту України «Правила обов'язкової сертифікації будівельних матеріалів, виробів та конструкцій» від 11.04.97 р. № 192.

У Переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні [3] є речовини і матеріали (оздоблювальні, облицювальні матеріали, тепло- і звукоізоляційні, покриття для підлоги, покрівельні матеріали, гідроізоляційні покриття і ін.), а також деякі будівельні конструкції та виробни. В Україні введена обов'язкова сертифікація полімерних матеріалів і виробів на їх основі за основними показниками пожежної небезпеки, проте ці показники не включені в якості обов'язкових параметрів в технічні умови на більшість видів полімерної продукції. Крім цього, на багато полімерних матеріалів взагалі немає обов'язкової сертифікації за основними показниками пожежної небезпеки (горючість, займистість, група поширення полум'я поверхнею, димоутворювальна здатність та токсичність продуктів горіння, а також, що особливо важливо, – швидкість тепловиділення при горінні). Як правило, в технічну документацію на полімерну продукцію включені лише показники горючості та димоутворювальної здатності матеріалів.

Ця обставина, з урахуванням споживання великого обсягу вітчизняної та імпортової полімерної продукції, сприяє все частішим випадкам підробок полімерних теплоізоляційних матеріалів відомих фірм-виробників дрібними нелегальними цехами, а це становить серйозну загрозу у разі виникнення і розповсюдження пожежі.

Беручи до уваги обов'язкову в перспективі сертифікацію будь-якої полімерної продукції (вітчизняної та імпортової) за усіма основними характеристиками пожежної небезпеки, а також включення цих характеристик в технічні умови на продукцію, що випускається, стає очевидною необхідність в уточненні, коригування або суттєвому перегляді існуючої нормативно-технічної документації у цій галузі. Подібна проблема природно пов'язана з вивченням специфіки займання і горіння конкретних видів полімерної продукції.

Крім того при постійному підвищенні вимог до екологічної і пожежної безпеки виникає необхідність в розробці нових матеріалів або удосконаленні вже відомих, які випускаються у великих промислових обсягах. Економічний та раціональний підхід до вирішення цих завдань тісно пов'язаний із розвитком методології експрес-аналізу показників горіння, розробкою відповідних експериментальних установок для вогневих випробувань, визначенням ключових параметрів матеріалів, необхідних для моделювання розвитку пожежі в різних умовах експлуатації матеріалів та прогнозування їх поведінки в тих чи інших умовах пожежі.

У розвинених країнах Європи для забезпечення загального ринку полімерної продукції була проведена величезна робота з перекладу методів випробування і класифікації будівельних матеріалів і виробів за пожежною небезпекою. Майже до кінця 80-х років основними параметрами для класифікації будівельних матеріалів щодо їх реакції на вогонь служили характеристики горючості.

При цьому в кожній країні використовують власні національні стандартні методи. Випробування одних і тих же будівельних облицювально-оздоблювальних матеріалів за горючістю в різних країнах показали, що існує велика різниця в їх класифікації.

Спостерігалися випадки, коли одні і ті ж матеріали отримували оцінку найвищого класу в одній країні і найнижчого – в іншій [4].

Теплоізоляція на сьогодні є вдалим способом запобігання втратам тепла. Загальновідомо, що теплоізоляційні матеріали в кілька разів легші за звичайні матеріали й мають низьку теплопровідність. Завдяки таким властивостям товщина теплоізоляції набагато менша порівняно з товщиною стіни. При цьому значно менша її вага, тому й навантаження на каркас й фундамент будинку будуть суттєво меншими. Ці будівельні матеріали відносяться до класу негорючих (НГ). Негорючі будівельні матеріали за іншими показниками пожежної небезпеки не класифікують. Вони також мають низький коефіцієнт поглинання вологи. Ключовим чинником, що визначає пожежну небезпеку матеріалів, є сировина, з якої їх виготовлено, оскільки йдеться про властивості хімічних складників.

На основі аналізу теплофізичних характеристик теплоізоляційних матеріалів та конструкцій, до яких вони входять, можна стверджувати, що не всі вони відповідають вимогам пожежної безпеки [5]. Зокрема, затребуваний сьогодні у будівельній галузі пінополістирол, має значні недоліки, що стосуються його показників пожежної небезпеки та значно обмежують область його застосування. Пінополістирол, як і багато інших будівельних матеріалів та

виробів, може займатися. При аналізі його показників пожежної небезпеки слід враховувати специфічні властивості пінополістиролу та умови застосування і використання [6]. Він істотно впливає на вогнестійкість конструкцій при його поєднанні з іншими будівельними матеріалами, що часто зустрічається сьогодні [7].

Особлива увага щодо використання пінополістирольних виробів пояснюється тим, що він широко застосовується для зовнішнього утеплення фасадів, а через значний попит на цей матеріал можливі факти заміни більш дорогого мінераловатного утеплювача або екструдованого пінополістиролу на звичайний бісерний «термоударний» пінополістирол на вже існуючих об'єктах без заміни проектною документацією та проведення необхідних розрахунків. При цьому задля більшої економії замість пінополістирольних плит марки хоча б П25 – П35 використовується «пакувальний» пінополістирол марки П15.

Використання пінополістиролу в якості зовнішнього утеплення не є протиправною дією, однак за певних умов при зовнішній теплоізоляції будинків пінополістиролом спостерігається масове порушення нормативних вимог, що може призвести до незадовільного температурного та вологісного режиму приміщень взимку.

Допускається утеплення зовнішніх стін із використанням систем, у яких застосовується горючий утеплювач, до висоти не більше 26,5 м. Зважаючи на це, у [8] встановлено вимоги до групи горючості матеріалу теплоізоляції і облицювального матеріалу залежно від конструктивного рішення фасадної системи (класу). Також у [8] зазначено, що можна використовувати конструкції з облицюванням штукатуркою з горючою тепловою ізоляцією для будинків із умовною висотою до 15 м, якщо фасадна система не поширює вогонь. Цю здатність оцінюють за результатами натуральних вогневих випробувань, які проводять за «Методикою натуральних вогневих випробувань теплоізоляційно-оздоблювальних систем зовнішніх стін будівель і споруд на поширення вогню», розробленою Українським науково-дослідним інститутом цивільного захисту (УкрНДІЦЗ).

Розглянемо більш детально застосування зовнішнього утеплення з пінополістиролу в конструкціях будівель з покриттям штукатуркою як такого, що отримав найбільше розповсюдження в сучасній практиці. Нормативні вимоги до такого типу конструкцій встановлені в [9]. Цим стандартом регламентовано основні вимоги до конструкцій зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками житлових та громадських будинків, а також адміністративних і побутових будинків промислових підприємств. Також ним встановлена класифікація конструкцій із фасадною теплоізоляцією, наведено перелік загальних технічних вимоги до них, основних вимог до їх проектування, правил маркування, транспортування та зберігання комплектуючих матеріалів, а також методів контролю показників якості комплектуючих матеріалів та конструкцій із фасадною теплоізоляцією.

Проведеним аналізом вимог [9] виявлено основні порушення та недоліки забезпечення пожежної безпеки при зовнішньому утепленні пінополістиролом, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

ОСНОВНІ ПОРУШЕННЯ ТА НЕДОЛІКИ ПРИ ЗОВНІШНЬОМУ УТЕПЛЕННІ ПІНОПОЛІСТИРОЛОМ	
Положення нормативних документів	Існуючий стан
[9] п. 5.3.2 Використання в конструкціях фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатуркою в якості утеплювача пінополістиролу (матеріал груп горючості Г1, Г2), можливо тільки для будинків з умовною висотою до 15 м – при матеріалі штукатурки Г1, Г2 та до 26,5 м – при матеріалі штукатурки НГ.	Пінополістирол використовують для зовнішнього утеплення багатоповерхових будинків, які значно порушують встановлені вимоги щодо висоти та поверховості.

Положення нормативних документів	Існуючий стан
<p>[9] п. 5.3.2 Пінополістирол не можна використовувати для зовнішнього утеплення стін дитячих дошкільних закладів, навчальних та лікувальних закладів.</p> <p>[9] п. 5.9. У будинках дитячих дошкільних закладів та навчальних закладів слід додатково передбачати суцільний пояс із негорючих утеплювачів не менше двох метрів від рівня вимощення.</p>	<p>Пінополістирол широко застосовують при утепленні вказаних типів будинків під час нового будівництва та при реконструкції.</p>
<p>[9] п. 5.7 У будинках до п'яти поверхів включно із застосуванням при зведенні конструкцій із фасадною теплоізоляцією класу А пінополістирольних плит груп горючості Г1, Г2 згідно з класифікацією ДБН В.1.1-7 слід передбачати обрамлення віконних і дверних (ворітних) прорізів стін, а також суцільний пояс на рівні третього поверху, що виконані з негорючих теплоізоляційних матеріалів завширшки не менше як дві товщини плити.</p>	<p>Зазначена вимога майже ніколи не виконується. Обрамлення прорізів з негорючих матеріалів відсутні, відсутні також протипожежні пояси.</p>
<p>[9] п. 5.8 У багатоповерхових будинках до дев'яти поверхів включно із застосуванням при зведенні конструкцій із фасадною теплоізоляцією класу А пінополістирольних плит груп горючості Г1, Г2 згідно з класифікацією ДБН В. 1.1-7 слід передбачати обрамлення віконних і дверних (ворітних) прорізів стін, а також суцільні пояси через кожні три поверхи, які виконані з негорючих теплоізоляційних матеріалів завширшки не менше двох товщин плити.</p>	<p>Вказана вимога не виконується через відсутність контролю за такими об'єктами працівниками ДСНС у зв'язку з тим, що об'єкти відносяться до I-III категорії складності будівництва.</p>
<p>[9] п. 5.6 При застосуванні в якості утеплювача пінополістиролу у малоповерхових будинках покрівля та/або несучі конструкції даху таких будівель повинні бути з негорючих матеріалів. Якщо покрівля та/або несучі конструкції даху у малоповерхових будинках виконані з горючих матеріалів, слід передбачати обрамлення на рівні карнизів стіни суцільним поясом із негорючих теплоізоляційних матеріалів (мінераловатних скловолокнистих, базальтових плит тощо) завширшки не менше як дві товщини плити.</p>	<p>В більшості конструкції даху малоповерхових будинків виконуються з горючих матеріалів (дерева), при цьому обрамлення карнизів ніколи не виконується із негорючого утеплювача.</p>
<p>[9] Таблиця А. 6 Примітка 2. Для кріплення протипожежних мінераловатних поясів слід використовувати термодюбелі з металевим сердечником.</p>	<p>Для кріплення протипожежних мінераловатних поясів не використовуються термодюбелі з металевим сердечником.</p>

Положення нормативних документів	Існуючий стан
[9] п. 6.4.1 Усі матеріали, що застосовують для влаштування збірної системи, повинні відповідати вимогам чинних в Україні нормативних документів.	В багатьох випадках матеріали для влаштування збірної системи несетифіковані, тобто на матеріал відсутні підтвердження відповідності товару (роботи, послуги) не обов'язковим вимогам стандарту і видачі документа відповідності.
[10] п. 2.19 Для будинків з умовною висотою вище 26,5 м (як правило, вище дев'яти поверхів) повинні бути передбачені, а для будинків з умовною висотою вище 13,5 м (як правило, вище п'яти поверхів) рекомендується передбачати конструктивні заходи для кріплення колисок і підвісного риштування при проведенні ремонту фасадів.	Влаштування зовнішньої теплоізоляції виконується з підвісних будівельних колисок.
Порядок здійснення авторського нагляду під час будівництва об'єкта архітектури затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2007 р. № 903. Технічний нагляд забезпечується замовником та здійснюється за його дорученням особами, які мають відповідний кваліфікаційний сертифікат інженеру технічного нагляду. При цьому, замовник (забудовник) може здійснювати технічний нагляд на об'єкті будівництва і власними силами — у разі наявності у нього кваліфікації або наявності в його структурі відповідних кваліфікованих працівників.	В багатьох випадках змовник не укладає договір з проектною організацією на здійснення авторського нагляду під час будівництва об'єкта архітектури. У разі виявлення відхилень від проектних рішень, допущених під час будівництва об'єкта архітектури, та відмови підрядника щодо їх усунення особа, яка здійснює авторський або технічний нагляд, повідомляє про це замовника і відповідну інспекцію державного архітектурно-будівельного контролю для вжиття заходів відповідно до законодавства.
[9] п. 14.9 Приймання збірної системи, яка встановлена на об'єкті, здійснює комісія у складі представників організації - розробника, постачальника, монтажної організації, споживача, архбудконтролю, держнагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки.	Прийняття в експлуатацію об'єктів, що належать до I-III категорії складності, та об'єктів, будівництво яких здійснювалося на підставі будівельного паспорта, здійснюється шляхом реєстрації органами державного архітектурно-будівельного контролю поданої замовником декларації про готовність об'єкта до експлуатації (далі - декларація). Прийняття в експлуатацію об'єктів, що належать до IV і V категорії складності, здійснюється на підставі акту готовності об'єкта до експлуатації шляхом видачі органами державного архітектурно-будівельного контролю сертифіката. п.39 Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності". п. 3 Постанова Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. № 461 ПОРЯДОК прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Загальні положення.

Висновки. На підставі аналізу використання полімерних утеплень для оздоблення будівель та споруд встановлено, що великий обсяг їхнього застосування є передумовою для підміни сертифікованих полімерних теплоізоляційних матеріалів неякісними пожежонебезпечними аналогами.

Проведено аналіз наукової та нормативно-правової літератури щодо пожежної небезпеки пінополістирольних виробів та норм і стандартів їх використання в будівельній галузі.

Наведено основні порушення та недоліки при зовнішньому утепленні пінополістиролом, що підвищують пожежну небезпеку будівель та споруд і створюють умови при яких можливе виникнення пожежі, травмування та отруєння людей а також матеріальних збитків.

Список літератури

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика / В.Н. Богословский. – М.: Высш. шк., 1982. – 415 с.
2. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина – 5-е изд., пересмотр. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. – 256 с.
3. Наказ Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 01.02.2005 року № 28 «Про затвердження Переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні».
4. Sundstrom B. European Classification of Building Products // Interflam'99: Proceedings of The 8-th International Conference on Fire Science and Engineering. – Edinburgh, – 1999. – V.2. – P. 769-780.
5. Огнестойкость полимерных строительных материалов // Отечественный и зарубежный опыт / [под ред. В. А. Воробьева]. – М. : ВНИИЭС, 1973. – 78 с.
6. Чекаль В.Н. Гигиенические основы регламентации и применения полимерных материалов в строительстве : диссертация докт. медиц. наук / Чекаль В. Н. – Киев, 1980. – 479 с.
7. Воробьев В. А. Горючесть полимерных материалов / Воробьев В.А., Андрианов Р.А., Ушаков В.А. – М.: Стройиздат, 1978. – 224 с.
8. ДБН В. 2.6-33:2008 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації.
9. ДСТУ Б В. 2.6-36:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови.
10. ДБН В. 2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

References

1. Bohoslovskyy V.N. (1982). *Thermal Engineering*. Moskva: Vysshaya shkola (in Rus)
2. Fokyn K.F., Tabunshchikov Yu. A., Naharyn V.H. (2006). *Thermal Engineering enclosing parts of buildings*. Moskva: AVOK-PRESS (in Rus)
3. Nakaz Derzhavnoho komitetu Ukrayiny z pytan' tekhnichnoho rehulyuvannya ta spozhyvchoyi polityky «Pro zatverdzhennya Pereliku produktsiyi, shcho pidlyahaye obov"yazkoviy sertyfikatsiyi v Ukrayini» (2005, February 1) (in Ukr.)
4. Sundstrom B. European Classification of Building Products // Interflam'99: Proceedings of The 8-th International Conference on Fire Science and Engineering. – Edinburgh, – 1999. – V.2. – P. 769-780.
5. Vorob'ev V.A. (1973). *Fire resistance of polymeric building materials*. Moskva: VNYYES (in Rus)
6. Chekal' V.N. (1980). *Hyhyenycheskye osnovy rehlamentatsyy u pryumenenyya polymernykh materyalov v stroytel'stve* [Hygienic bases of regulation and application of polymeric materials in construction]. *Doctor's thesis*. Kyev, Ukraine (in Rus)
7. Vorob'ev V.A., Andryanov R.A., Ushakov V.A. (1978). *Combustibility of polymer materials*. Moskva: Stroyzdat (in Rus)
8. DBN V 2.6-33:2008 Construction of external walls with Facade insulation. Requirements for the design, installation and operation – Kiev: Ukraine State Building, 2009. – 23 p.
9. DSTU B.V. 2.6-34:2008 Construction of buildings and structures. Construction of the external walls Facade Insulations and plaster. General technical requirements (2009), Kiev: Ukraine State Building. (in Ukr.)
10. DBN V 2.2-15-2005 Buildings and construction. Residential buildings. The main provisions – Kiev: Ukraine State Building, 2006. – 45 p.