

защитного слоя железобетонных конструкций и влияние этого процесса на дальнейшее разрушение всего элемента всегда было актуальным. В связи с тем, что толщина и объем защитного слоя очень мал по сравнению с объемом элемента, рассматривается разрушения бетона в микрообъемах и все возможные причины этого процесса, возникшие до начала эксплуатации при минимальных нагрузках от собственного веса. Большое значение в процессе разрушения защитного слоя играет технология изготовления железобетонных конструкций. Рассматривается вопрос уплотнения бетонной смеси электрическими вибраторами, при этом изменяется водоцементное отношение, пористость и расчетный состав бетона по периметру элемента куда они отжимаются. Проблема долговечности железобетонных конструкций мостовых сооружений всегда была актуальной в связи с тем, что они эксплуатируются в экстремальных условиях открытого внешней среды. Целью данной работы является отражение возможности возникновения трещин, разрушения защитного слоя бетона и начала коррозии рабочей арматуры при воздействии агрессивной среды в зависимости от технологии изготовления.

Ключевые слова: мостовые сооружения, пролетные строения, железобетонные конструкции, долговечность.

Bilchenko A.V., Kislov O.G., Zmiyova A.G.
INFLUENCE OF TECHNOLOGY OF BRIDGE REINFORCED CONCRETE STRUCTURES ON THEIR DURABILITY. When deciding on the

durability of reinforced concrete structures of bridges, they should be considered as complex technical systems with complex manufacturing technology having some “weak points” that begin to break down in the first place. One of them is a protective layer of concrete. The question of destruction of the protective layer of reinforced concrete structures and the effect of this process on the further destruction of the entire element have always been relevant. Due to the fact that the thickness and volume of the protective layer is very small compared to the volume of the element, the destruction of concrete in micro-volumes is considered as well as all possible causes of this process that arose before the start of operation with minimal loads of its own weight. The technology of manufacturing reinforced concrete structures is of great importance in the process of destruction of the protective layer. The issue of compaction of a concrete mix with electric vibrators is considered, this changing the water-cement ratio, the porosity and the calculated composition of concrete along the perimeter of the element where they are pressed. The problem of durability of bridge reinforced concrete structures has always been relevant due to the fact that they are operated in extreme conditions of an open external environment. The purpose of this work is to analyze the possibility of cracking, destruction of the protective layer of concrete and the onset of corrosion of the working reinforcement when exposed to an aggressive environment, depending on the manufacturing technology.

Keywords: bridges, spans, reinforced concrete structures, durability.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-96-2-212-221
УДК 699.86

Джалалов М.Н., Бутнік С.В, Коломієць Ю.В., Говоруха І.В.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

(вул. Сумська, 40, м. Харків, 61002, Україна; e-mail: mal3@ukr.net, s.butnik@ukr.net, spoonyla@gmail.com, gov.inna_80@ukr.net, ORCID:0000-0002-6636-8700, ORCID:0000-0001-9737-9421, ORCID:0000-0001-7433-2778, ORCID:0000-0002-0329-2702

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗОВНІШНІХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ НА ПРИКЛАДІ ЗАГАЛЬНООСВІТНОЇ ШКОЛИ

Проведена оцінка енергоефективності огороджуючих конструкцій загальноосвітньої школи в м. Харкові. Висвітлено напрямки роботи з термомодернізації даного об'єкта з урахуванням забезпечення нормативних показників енергоефективності зовнішніх огороджувальних конструкцій.

Ключові слова: енергоефективність, огороджувальні конструкції, розрахункове енергоспоживання, термомодернізація

Вступ. Запровадження ринкових цін на електроенергію призвело до значного підвищення цін на опалення. Витрати на опалення становлять 60-70% від загальних витрат за комунальні послуги. Тепло

втрачається в основному крізь стіни і вікна через слабкі теплоізоляційні властивості зазначених конструкцій. Нові вимоги [1-10] щодо забезпечення економного використання ресурсів, спрямованих на

опалення призвели до необхідності додаткового збільшення теплозахисних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Громадські будівлі, які будувалися в Україні в минулому, не відповідають сучасним вимогам до ефективного використання енергетичних ресурсів [11-22]. Зокрема, споживання теплової енергії для опалювання будівель в Україні значно перевищує стандарти розвинених країн [23]. Основними причинами такого положення є використання для спорудження будівель застарілих матеріалів і технологій. Це призводить до перевитрат палива для виробництва теплової енергії і, як наслідок, до надлишкових викидів парникових газів. За проектами будівлі, збудовані до 2000 року, мають клас енергоефективності F, у 2000-2006 роках - клас D, після 2006 року клас C. Є випадки, коли за рахунок індивідуальних конструктивних рішень клас енергоефективності може відрізнятись.

Об'єктом досліджень є основний корпус, басейн і корпус прибудови загальноосвітньої школи в місті Харкові.

Предметом досліджень є аналіз технічного стану і заходи по підвищенню потенціалу енергоефективності огорожувальних конструкцій та інженерних мереж.

Енергетична оцінка будинку – енергетична ефективність будівель повинна визначатися на базі розрахункової або фактичної річної енергії на задоволення різноманітних потреб, пов'язаних з її типовим використанням у будинку. До вказаних потреб повинні бути віднесені потреби у енергії на опалення та охолодження для підтримування заданої температури, а також потреби у енергії на гаряче водопостачання.

Мета та задачі. Метою досліджень є визначення енергоефективності зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі загальноосвітньої школи в м. Харкові.

Для цього необхідно вирішити наступні задачі:

- оцінити ефективність, обґрунтованість і гарантування застосування в повному обсязі енергозберігаючих заходів, що

вживаються суб'єктом господарської діяльності – замовником;

- визначити відповідність фактичних питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів нормам питомих витрат;
- визначити шляхи раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів;
- запровадити енергозберігаючі заходи та вдосконалити енергетичний менеджмент;
- уникнути необґрунтованих витрат на проведення енергозберігаючих заходів;
- визначити обґрунтовані обсяги споживання паливно-енергетичних ресурсів;
- розв'язати конкретні завдання щодо підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів в кожному окремому випадку, виходячи з персональних потреб замовника.

Матеріали та методи досліджень. Виміряне енергоспоживання по часті теплової енергії загальноосвітньої школи (табл. 1, рис. 1) - базове енергоспоживання всіх будівель становить 2785,36 тис. кВт·год, або 84,93 кВт·год/м³, (2394,98 Гкал). Розрахунок економічного ефекту проводиться спираючись, на базову лінію.

Таблиця 1 – Існуюча характеристика будівель

		Школа	Прибудова	Басейн	Всього
Площа, м ²	Загальна	5760,4	2113,6	3120	10994,01
	Опалювана	5760,4	1547	2466,36	9881
Підвал, м ²	Загальна	2483,1	438	739,9	3222,99
	Опалювана			739,9	739,9
Об'єм, м ³	Загальний	20754,1	8063,7	9360	38177,8
	Опалювальний	20754,1	4641	7399,08	32794,18
Підвал, м ³	Загальний	7449,3		1960,92	9410,19
	Опалювальний			1960,92	1960,92

Опалювальна площа будівлі складає 9881 м². Теплові втрати та характеристики огорожуючих конструкцій будівлі представлені в табл. 2-5 та на рис. 2. Тепловтрати в самій будівлі складаються з тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції стін, горищні перекриття, вікна та вентиляційну систему (рис. 2).



Рис. 1. Загальний вигляд об'єкта досліджень: а – школа, б – басейн, в – прибудова

Основний шлях зниження енерговитрат на опалення будівель полягає в підвищенні термічного опору огорожувальних конструкцій за допомогою сучасних теплоізоляційних матеріалів. Підраховано, що 1 м³ теплоізоляції забезпечує економію 1,4-1,6 т у.п. в рік. Як видно з рис. 2, найбільшу кількість тепла втрачається через зовнішні стіни.

Виявлений потенціал енергозбереження становить 1294,48 Гкал, або 54 % від базового споживання.

Таблиця 2 – Підлога/підвал (загальна інформація)

Загальна характеристика існуючого стану	прийнятний	
Загальна площа підлоги	3222,99	м ²
Приведений термічний опір підлоги	0,71	(м ² ·К)/Вт
Нормативний термічний опір підлоги згідно з ДБН В.2.6.31-2016	3,75	(м ² ·К)/Вт

Таблиця 3 – Стіни (загальна інформація)

Орієнтація	Пн.Сх.	Сх.	Пд.Сх.	Пд.	Пд.Зх.	Зх.	Пн.Зх.
Площа, м ²	463,49		212,1		235,47		545,69-
Загальна характеристика існуючого стану	прийнятний						
Загальна площа зовнішніх стін	3117,9						м ²
Приведений термічний опір зовнішніх стін	0,81						(м ² ·К)/Вт
Нормативний термічний опір зовнішніх стін згідно з ДБН В.2.6.31-2016	3,3						(м ² ·К)/Вт

Розрахункове енергоспоживання будівлі - енергоспоживання будівлі з урахуванням реальних умов експлуатації будівлі.



Рис. 2. Схема теплових втрат через зовнішні огорожувальні будівельні конструкції будівель

Виміряне енергоспоживання - фактично спожита енергія згідно з показниками лічильників.

При розрахунку базового енергоспоживання для наведених нижче параметрів введені значення не повинні бути нижчими за проектні/нормативні значення:

- температура повітря в будівлі;
- кратність повітрообміну;
- час роботи (в т.ч інженерних систем).

Таблиця 4 – Вікна (загальна інформація)

Орієнтація	Пн	Пн.Сх.	Сх.	Пд.Сх.	Пд.	Пд.Зх.	Зх.	Пн.Зх.
								334,11
Площа, м ²		321,81		448,2		424,83		
Загальна характеристика існуючого стану					прийнятний			
Загальна площа вікон					2363,8 / 336		м ² / шт.	
в т.ч. дерев'яні					1528,08/(264)		м ² / шт.	
в т.ч. металопластикові (ПВХ)					579,44 / 72		м ² / шт.	
Приведений термічний опір вікон					0,4-0,5		(м ² ·К)/Вт	
Нормативний термічний опір світлопрозорих конструкцій (вікон) згідно з ДБН В.2.6.31-2016					0,75		(м ² ·К)/Вт	

Таблиця 5 – Покрівля/дах (загальна інформація)

Загальна характеристика існуючого стану	незадовільн.	-
Загальна площа даху	4724,7	м ²
Приведений термічний опір даху	1,96	(м ² ·К)/Вт
Нормативний термічний опір даху згідно з ДБН В.2.6.31-2016	6/4,95	(м ² ·К)/Вт

Якщо реальне значення цих параметрів нижче, використовуємо проектне/нормативне значення для розрахунку «Базової лінії», а якщо реальне значення вище, то використовуємо останнє. Для всіх інших параметрів вводимо фактичні значення.

Таблиця 6 – Розрахунок класу енергоефективності

Стаття витрат	Фактичне	Базове	Після ТМБ
Питома опалювальна х-ка, кВт·год/м ³	53,14	84,93	39,02
Клас енергоефективності	F	G	C

Примітка: в зв'язку з тим, що "фактичне" значення споживання теплової енергії на потреби опалення є також розрахунковим за тепловою характеристикою будівлі, тому таке відхилення вважаємо нормальним, а подальші розрахунки економічних ефектів будемо вести від базового споживання.

Тобто в базовій лінії враховується дотримання нормативного температурного режиму в приміщенні, робота системи вентиляції, яка повинна забезпечувати нормативний повітрообмін, та

система гарячого водопостачання (ГВП) з урахуванням споживання гарячої води протягом всього року.

Значення споживання енергоносіїв після виконання термомодернізації будівлі (ТМБ) є розрахунковим.

Характеристика зовнішніх огороджуючих конструкцій (стін)

Загальна площа стін становить – 3117,9 м², в т.ч. школа – 1456,75 м², прибудова – 781,15 м², басейн – 880,1 м², (приведений (середньозважений) термічний опір становить 0,81 (м²·К)/Вт), нормативне значення згідно з [1], R₀=3,3(м²·К)/Вт.

Загальний стан огороджуючих конструкцій (стін) можна охарактеризувати як прийнятний.

Характеристика огороджуючої конструкції типу 1. Загальна площа стіни даної конструкції складає – 3117,9 м² (100 %), загальна товщина конструкції становить – 250 мм, термічний опір – 0,812 (м²·К)/Вт, нормативне значення – 3,3 (м²·К)/Вт., характеристика огороджуючої конструкції не відповідає вимогам [1].

Огороджуюча конструкція складається з наступних шарів: розчин цементно-піщаний товщиною 10 мм, з/б – 60 мм,

Серія «БУДІВНИЦТВО»

керамзитобетон – 130 мм, залізобетон з декоративним зовнішнім фасадом – 60мм.

Стіни залізобетонні із зовнішнім оздобленням. Відсутність теплової ізоляції стін зумовлює наднормові теплові втрати та теплові мости. У кутових приміщеннях фасаду на стиках (між ними) спостерігаються підвищенні теплові втрати.

Характеристика вікон

Загальна площа вікон становить 2363,8 м², приведений (середньозважений) термічний опір складає 0,4 – 0,5 (м²·К)/Вт, при коефіцієнті скління – 0,156.

Загальна кількість вікон, встановлених у будівлі, становить 336 шт. Серед них:

- дерев'яні – 264 шт., площа – 1528,08 м², термічний опір 0,4 (м²·К)/Вт;
- металопластикові – 72 шт., площа – 579,44 м², термічний опір 0,5 (м²·К)/Вт.

Згідно з [1] нормативне значення термічного опору для даного регіону складає 0,75 (м²·К)/Вт. Площа вікон, які потребують заміни через невідповідність вимогам [1] або через неприйнятний технічний стан, складає 2363,8 м² (100%).

Загальний стан віконних конструкцій та балконних дверей можна охарактеризувати як прийнятний.

Частково вікна замінені на металопластикові з одно і двокамерними склопакетами приблизно в 2005-2010 роках частково за державні кошти і частково за рахунок благодійного фонду. Частина нових вікон металопластикові склопакети в пластиківому обрамленні. Частина таких вікон складає 22%. Хоча такі вікна не відповідають сучасним вимогам [1]. *Близько 22% всіх вікон - металопластикові склопакети у пластикових рамах (рис. 3). Відкоси не оброблені.*

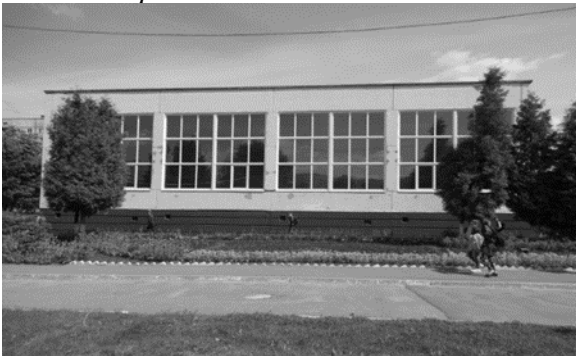


Рис. 3. Загальний вигляд вікон

Характеристика покрівлі (даху)

Площа даху становить 4724,7 м², приведений (середньозважений) термічний опір – 0,96 (м²·К)/Вт. Згідно з [1] нормативне значення термічного опору для даного регіону становить 6/4,95 площа покрівлі, теплотехнічні характеристики якого не відповідають вимогам ДБН, становить 4724,7 м², або 100 %.

Кількість конструктивних типів - 1.

Загальний стан огороджуючих конструкцій (даху) можна охарактеризувати як задовільний.

Характеристика даху конструктивного типу 1. Покрівля суміщеного типу розташована над приміщеннями верхніх поверхів. Площа даху даного конструктивного типу складає 4724,7 м² (100 %), загальна товщина конструкції становить 390 мм, термічний опір – 0,96 (м²·К)/Вт, нормативне значення – 6,0 (м²·К)/Вт, характеристика огороджуючої конструкції не відповідає вимогам [1].

Огороджуюча конструкція покрівлі школи, басейну і прибудови до школи складається з таких шарів:

- плита порожниста $\delta = 220$ мм, = 1,5 Вт / м²К;
- стяжка $\delta = 20$ мм, = 0,93 Вт / м²К;
- керамзитобетон 1200 $\delta = 40$ мм, = 0,52 Вт/м²К;
- керамзит 750 / або шлак $\delta = 100$ мм, = 0,23 Вт / м²К.
- руберойд $\delta = 10$ мм, = 0,17 Вт / м²К.

Покрівля безпосередньо над останніми поверхами, пласка з рулонним покриттям з руберойду (рис. 4). Термічний опір не відповідає вимогам [1].

Площа підлоги становить 3222,99 м², приведений (середньозважений) термічний опір – 0,71 (м²·К)/Вт.

Згідно [1] нормативне значення термічного опору для даного регіону складає 3,75, площа підлоги, теплотехнічні характеристики якого не відповідають вимогам ДБН, становлять 3222,99 м² або 100 %.

Кількість конструктивних типів - 2.

Загальний стан огороджуючих конструкцій можна охарактеризувати як прийнятний.



Рис. 4. Покрівля потребує утеплення

Характеристика підлоги конструктивного типу 1. Підвал неопалювальний, загальна площа підлоги даної конструкції складає 2483,09 м² (77 %), загальна товщина становить 270 мм, термічний опір - 0,71 (м²·К)/Вт, нормативне значення - 3,75 (м²·К)/Вт, характеристика огорожуючої конструкції не відповідає вимогам [1].

Огороджуюча конструкція складається з наступних елементів: паркет товщиною 20 мм, стяжка 30 мм залізобетон товщиною 220 мм.

Характеристика підлоги конструктивного типу 2. Підвал опалювальний, загальна площа підлоги даної конструкції складає 739,9 м² (23 %), загальна товщина становить 270 мм, термічний опір - 0,71 (м²·К)/Вт, нормативне значення - 3,75 (м²·К)/Вт, характеристика огорожуючої конструкції не відповідає вимогам [1].

Огороджуюча конструкція складається з наступних елементів: плитка керамічна для підлоги товщиною 20 мм (щільність - 2000 кг/м³), залізобетон товщиною 220 мм (щільність - 2500 кг/м³).

В будівлі є підвал, в якому знаходиться тепловий ввід та засувки системи опалення. Через неможливість утеплення перекриття підлоги передбачено

утеплення цоколю для уникнення містків холоду.

Після дослідження стану будинку та споживання ним енергоресурсів можна зробити висновок, що існуючі показники дуже відрізняються від еталонних згідно з ДБН. Тому актуальним буде запропонувати енергоефективні заходи, які не тільки зменшать споживання теплової енергії, а й покращать умови комфортного перебування в приміщенні.

Кожна будівля унікальна, тому кожний проект повинен розглядатись індивідуально, щоб визначити специфічні можливості підвищення енергоефективності. Для отримання розрахованого показника економії та терміну окупності необхідно впроваджувати всі запропоновані заходи комплексно.

Під поняттям енергоефективна будівля, слід розуміти будівлю в якій ефектне енергоспоживання досягається шляхом використання різних інноваційних рішень, обґрунтованих економічно, застосовних технічно і прийнятних із соціальної та екологічної точок зору.

Для даної будівлі найбільш актуальними заходами, що принесуть економію теплової енергії та покращать умови перебування, є: утеплення підвалу (в т.ч. цоколю), утеплення стін і заміна вікон.

Загальна площа підлоги складає 3222,99 м², пропонується провести утеплення цоколю та підлоги.

Існуючий приведений термічний опір складає 0,71 (м²·К)/Вт, пропонується досягти значення - 4,05(м²·К)/Вт. Пропонується утеплення:

Конструктивний тип 1. Підлога площею 3222,99 м², утеплювачем товщиною 100 мм, як утеплювач для підлоги пропонується використовувати плити з екструдованого пінополістиролу щільністю не менше 35 кг/м³ і коефіцієнтом теплопровідності 0,03 Вт/(м·К).

Цоколь площею 224 м², утеплювачем товщиною 80 мм, як утеплювач цоколя пропонується використовувати плити з екструдованого пінополістиролу щільністю 35 кг/м³ і коефіцієнтом теплопровідності 0,03 Вт/(м·К).

Нижче наведено два найбільш розповсюджених методи утеплення підвалу або техпідпілля. Для будівель, які не мають підвальних приміщень рекомендується застосовувати перший метод.

На етапі робочого проектування слід повторно розглянути варіанти утеплення та обрати найдоцільніший варіант, який відповідатиме сучасним вимогам на час проектування.

1-метод

Збільшення теплової ізоляції стіни на 0,5 м і утеплення підвального приміщення з внутрішньої сторони збільшує шлях теплового потоку, відповідно зменшуються тепловтрати (рис.5).

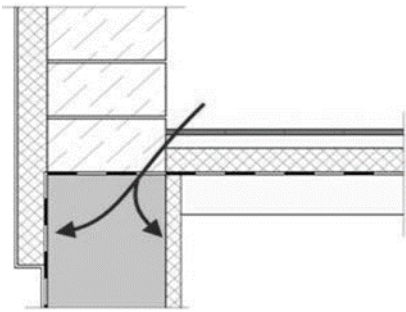


Рис. 5. Варіант утеплення стін ззовні і зсередини за 1-м методом

2-метод

Теплова ізоляція стіни виконується на 1 м нижче рівня землі (відповідно до [1]), причому утеплювач у цій частині меншої товщини (див. рис. 6). При такому способі утеплення цоколь буде трохи «втоплений» по відношенню до стіни, що дозволить вберегти його від атмосферних опадів.

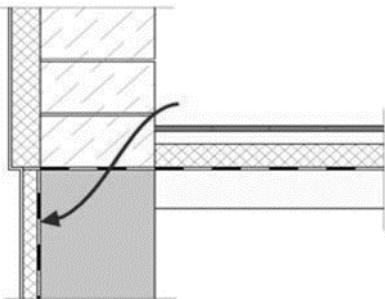


Рис. 6. Варіант утеплення стін ззовні за 2-м методом

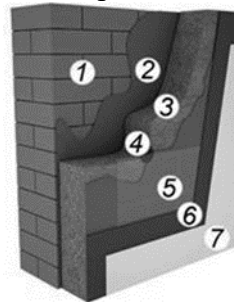
Загальна площа стін, які потрібно утеплити складає 3117,9 м², площа віконних укосів – 311,4 м². Приведений (середньозважений) термічний опір існуючих стін складає 0,81 (м²·К)/Вт і не відповідає

нормам. Пропонується досягти значення 3,41 (м²·К)/Вт шляхом утеплення стін.

Таблиця 7 – Підлога

Загальна площа підлоги	3222,99	м ²
Приведений опір до/після провадження заходу	0,71/4,05	(м ² ·К)/Вт
Економія	346,14	Гкал/рік
		тис.грн./рік
Ефективний термін	40	рік

Ізоляцію стін пропонується виконати за системою зовнішнього утеплення «мокрый фасад» (рис. 7). Дана система досить проста в реалізації та надійна в експлуатації, також слід зауважити що даний метод являється найбільш розповсюдженим в Європі. В якості основного використовується мінеральна вата товщиною 120 мм, густиною 150 кг/м³ та коефіцієнтом теплопровідності 0,046 Вт/(м·К).



1. Стіна
2. Клейовий шар
3. Утеплювач
4. Тарілчастий дюбель
5. Армуюча скло сітка
6. Клейовий шар
7. Декоративно-захисний шар

Рис. 7. Система зовнішнього утеплення «мокрый фасад»

На етапі робочого проектування слід повторно розглянути варіанти утеплення та обрати найдоцільніший варіант, який відповідатиме сучасним вимогам на час проектування (табл. 9). Вказані ціни на впровадження енергоефективних заходів є орієнтовні, остаточні ціни будуть відомі після складання проекту та погодження його експертизи, після чого слід виконати перерахунок.

Загальна площа вікон становить 2363,8м². Приведений опір теплопередачі існуючих вікон складає 0,4(м²·К)/Вт і не відповідає нормам. Пропонується встановити сучасні ПВХ вікна, конструкції яких виготовляються з металопластикового профілю та оснащені трьохкамерними склопакетами з енергозберігаючим склом. Значення опору теплопередачі таких вікон

становить $0,75(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$, що відповідає нормативним вимогам.

Таблиця 8 - Стіни

Площа стіни	3117,9	м ²
Приведений термічний опір стіни до/після впровадження заходу	0,81 / 3,41	(м ² ·К)/Вт
Економія	411,2	Гкал/рік
		тис.грн./рік
Ефективний термін експлуатації	40	рік

Площа вікон теплотехнічні характеристики яких не відповідають нормам складає 1528,08 м²(65%), після аналізу було прийнято рішення про доцільність заміни всіх вікон, які не відповідають нормативним вимогам.

Вікна ПВХ володіють високою герметичністю і в закритому положенні практично не пропускають повітря, що в свою чергу порушує повітрообмін і згодом сприяє накопиченню вуглекислого газу, парів, утворенню грибка і цвілі. Щоб уникнути всіх вищевказаних проблем, пропонується виконати реконструкцію приточно-витяжної системи вентиляції з використанням рекуперації повітря.

На етапі робочого проектування слід повторно розглянути варіанти склопакетів та обрати найдоцільніший, тип який відповідатиме сучасним вимогам на час проектування (рис. 8, табл. 9).



Рис. 8. Розріз вікна з ПВХ профілю

Таблиця 9 - Вікна

Загальна площа віконних конструкцій	2363,8	м ²
Площа віконних конструкцій які планується замінити	1528,08	м ²
Приведений опір покрівлі до/після впровадження заходу	0,4/0,75	(м ² ·К)/Вт
Економія	115,98	Гкал/рік
		тис.грн./рік
Ефективний термін експлуатації	40	рік

Загальна площа покрівлі, яку потрібно утеплити, складає 4724,7м² (утеплення всієї покрівлі).

Приведений (середньозважений) термічний опір покрівлі складає $0,96(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ і не відповідає нормам. Пропонується досягти значення $6,02(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ шляхом утеплення та гідроізоляції покрівлі.

Пропонуємо застосувати двошарову систему утеплення (м'яка покрівля).

У якості утеплювача-використовується мінеральна вата густиною $190/110\text{кг}/\text{м}^3$ та коефіцієнтом теплопровідності $0,039\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, товщина шару утеплювача 200мм, в якості гідро ізолюючого матеріалу використовується руберойд густиною $600\text{кг}/\text{м}^3$ та коефіцієнтом теплопровідності $0,17\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Товщина шару утеплювача: конструктивний тип 1 – 200мм;

Також слід відзначити, що якісна гідроізоляція позбавить необхідності в постійних поточних ремонтах, що дозволить додатково зекономити кошти.

На етапі робочого проектування слід повторно розглянути варіанти утеплення та обрати найдоцільніший варіант, який відповідатиме сучасним вимогам на час проектування. Вказані ціни на впровадження енергоефективних заходів є орієнтовні, остаточні ціни будуть відомі після складання проекту та погодження його

Серія «БУДІВНИЦТВО»

експертизи, після чого слід виконати пере-
рахунок.

1. Гідроізоляція
2. Гідроізоляція
3. Утеплювач
4. Утеплювач
5. Пароізоляційна плівка
6. Телескопічне кріплення
7. Профільний лист (не обов'язково)
8. Скотч двосторонній

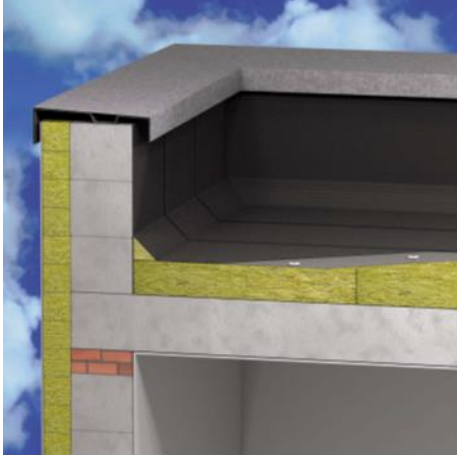
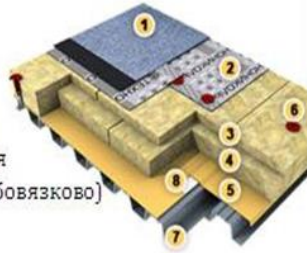


Рис. 9. Приклад конструктивного рішення утеплення покрівлі

Таблиця 10 - Покрівлі

Площа покрівлі	4724,7	м ²
Приведений опір покрівлі до/після впровадження за- ходу	0,96/6,02	(м ² ·К)/Вт
Економія	516	Гкал/рік тис.грн./рік
Ефективний термін експлуатації	25	рік

Висновки

Проведені заходи з термомодернізації показали наступні результати:

- скорочення прогнозованого річного споживання теплової енергії на 1294,48 Гкал (152,37 кВт·год/м²) або на 54% у порівнянні з базовим річним споживанням;

- річну економію теплової енергії на потреби опалення у 1294,48 Гкал (152,37 кВт·год/м²).

- термін служби проекту буде складати 30 років.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. К.: Мінрегіон України, 2017. 31 с.

2. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. К.: Мінрегіон України, 2016. 47 с.
3. ДБН В.1.2-11-2008 Основні вимоги до будівель і споруд економія енергії. К.: Мінрегіонбуд України, 2008. 12 с.
4. ДБН В.2.5-39:2008 Теплові мережі. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 56 с.
5. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування. К.: Мінрегіон України, 2018. 17 с.
6. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. К.: Мінрегіон України, 2014. 51 с.
7. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. К.: Мінрегіон України, 2014. 140 с.
8. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація й загальні технічні вимоги. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 31 с.
9. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 84 с.
10. ДСТУ Н Б В.1.1-27-2010 Будівельна кліматологія. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 124 с.
11. Менейлюк А.И. Современные фасадные системы: уч. пос. для студ. вузов / А.И.Менейлюк [и др.]; Одесская гос. академия строительства и архитектуры. – К.: Освіта України, 2008. 340 с.
12. Савйовский В.В. Возведение и реконструкция сооружений. К.: Лира-К, 2016. 268 с.
13. Карапузов Є.К., Соха В.Г. Утеплення фасадів: Підручник. К.: Вища освіта, 2007. 319 с.: іл.
14. Савйовський В.В. Теплоізоляція житлових будівель при реконструкції. *Будівництво України*. 1999. № 2. С. 23–24.
15. Черненко В.К., Єрмоленко М.Г., Батура Г.М. та ін. Технологія будівельного виробництва: Підручник. / За ред. В.К. Черненка, М.Г. Єрмоленка. К.: Вища шк., 2002. 430 с.
16. Фаренюк Г.Г. Комплекс нормативних показників теплоізоляційної оболонки будівель. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2008. Вип. 63. С. 124–131.
17. Савйовський В.В., Джалалов М.Н., Савйовський А.В., Муляр А.Н. Енергоаудит и термомодернізація зданий. *Будівництво України*. К., 2010. № 6. С. 3–7.
18. Савйовський В.В., Джалалов М.Н. Исследование влияния технологических особенностей устройства теплоизоляции на энергоэффективность наружных ограждающих конструкций. *Науковий вісник будівництва*. ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. № 66. С. 116–122.

19. Савйовский В.В. Оценка фактических теплозащитных свойств наружных ограждающих строительных конструкций существующих зданий – основа рациональной термомодернизации. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2011. Вип. 64. С. 412-416.
20. Джалалов М.Н. Анализ основных факторов и видов устройства теплоизоляции наружных ограждающих конструкций существующих зданий на примере г. Харькова. *Коммунальное хозяйство городов*. К.: Техніка, 2010. Вип. 90. С. 151-159.
21. Джалалов М.Н., Компаниец А.А. Анализ методов диагностики зданий и сооружений с помощью тепловизора. *Науковий вісник будівництва*. ХНУБА, 2016. № 4/86. С. 108-113.
22. Джалалов М.Н., Коломієць Ю.В., Компанієць А.О. Ефективність теплоізоляційних матеріалів при виконанні ремонту та реконструкції будівель та споруд. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2017. Вип. 2 (88). С. 147-150.
23. Джалалов М.Н., Коломієць Ю.В., Гаєвой Ю.А., Фурсов Ю.В. Про вплив організаційно-технологічних факторів на параметри улаштування підземної теплоізоляції. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2017. Вип. 4 (90). С. 100-103.

Джалалов М.Н., Бутник С.В., Коломиєць Ю.В., Говоруха І.В. **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ.** Проведена оцінка енергоефективності огорожуючих конструкцій загальноосвітньої школи в г. Харків. Освітлено напрямки роботи по термомодернізації даного об'єкта з урахуванням забезпечення нормативних показателів енергоефективності зовнішніх огорожуючих конструкцій.

Ключевые слова: енергоефективність, огорожуючі конструкції, розрахункове енергопотребління, термомодернізація

Dzhalalov M.N., Butnik S.V., Kolomiets Y.V., Govoryha I.V. TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DETERMINING THE ENERGY EFFICIENCY OF ENCLOSING STRUCTURES OF THE BUILDING EXEMPLIFIED BY A GENERAL EDUCATION SCHOOL. An assessment of the energy efficiency of enclosing structures of a general education school in Kharkiv has been carried out. The aspects of thermal modernisation work of this object have been covered, taking into account the provision of performance standard of energy efficiency of enclosing structures.

Keywords: energy efficiency, enclosing structures, energy target, thermal modernisation.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-96-2-221-226

УДК 620.9:005.52

Каржинерова Т. І.

*Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: kstuca-tbv@ukr.net;
orcid.org/0000-0008-4176-79-64)*

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В УКРАЇНІ

У статті висвітлено сучасні тенденції ефективного використання енергоресурсів за рахунок застосування інноваційних рішень, розвиток та зростання цікавості до енергозберігаючих технологій в Україні. Підкреслено більш ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів. Визначено прискорення темпів введення в експлуатацію нових нетрадиційних джерел електроенергії.

Ключові слова: економія енергії, введення в експлуатацію, енергоефективність, альтернативна енергетика, ресурси.

Вступ. Енергозберігаючі технології здатні звести до мінімуму непотрібні втрати енергії, що сьогодні є одним з пріоритетних напрямків не тільки на державному рівні, а й на рівні кожної родини.

Економія енергії - це ефективне використання енергоресурсів за рахунок застосування інноваційних рішень, які

можуть здійснюватися технічно, бути економічно обґрунтованими, прийнятні з екологічної та соціальної точок зору, та, що не змінюють звичного способу життя.

Актуальність та постановка проблеми. Умовно, сучасні енергозберігаючі технології поділяються залежно від сфер вживання на декілька видів: