

О.І. Степаненко, В.В. Дубровська, канд. техн. наук, доцент
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ПАСИВНИЙ БУДИНОК – ШЛЯХ ДО ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ

У даній статті проаналізовано практику будівництва пасивних будівель та стандарту пасивного будинку за кордоном. Визначено переваги й недоліки пасивного будинку. Також проведено огляд житлового сектору, базуючись на доступній офіційній статистичній інформації по житловому фонду і споживанню енергетичних ресурсів, що збирається в Україні, а також за допомогою інформації, зібраної делегацією Європейської Комісії та звітів Міжнародного Енергетичного Агентства. Проаналізовано необхідність впровадження енергетичного менеджменту в «пасивних» будівлях.

Ключові слова: пасивний будинок, стан ЖКГ в Україні, теплові містки, рекуперация, енергоефективність.

Вступ. Огляд житлового сектору включає огляд статистики житлового фонду, його розвитку та інформації щодо споживання енергетичних ресурсів. Тарифи на споживання ПЕР є важливими чинниками у визначенні економічної придатності заходів з енергозбереження і є необхідними для визначення потенціалу заощадження енергетичних ресурсів в житловому фонді України. Особливо в умовах нестабільної політичної і економічної ситуації в Україні, коли тарифи мають тенденцію до постійного і іноді стрімкого росту.

Згідно статистики, житловий фонд України у 2009 р. становив 1,070 млн.м² загальної площі у 19,3 млн. будинках. З них житловий фонд міських поселень становив 64,2%. Близько 50% житлового фонду України складають будинки котеджного типу. В переважній більшості житловий фонд знаходиться в приватній власності - 92,2%, решта - 6,3% є комунальною власністю, а тільки 1,5% знаходиться у державній власності. Офіційна статистика щодо обсягів споживання енергетичних ресурсів житловими будинками відсутня, за наявними задокументованими оцінками загальне споживання енергетичних ресурсів житловим сектором України становить 272 млн. МВт-год (2008 р.).

Постановка проблеми. Житловий фонд будинків перших масових серій (60-70-х років забудови) становить близько 72 млн м² і потребує заміни або реконструкції. Фактично кожний четвертий міський житель проживає у житлових приміщеннях, які мають незадовільний технічний стан, низькі експлуатаційні якості та вичерпали свій експлуатаційний ресурс. Однією з найгостріших проблем галузі є нерациональне та неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів підприємствами житлово-комунального господарства. Так, втрати теплової енергії упродовж року складають, в середньому, понад 13 млн. Гкал, що становить 11% від обсягів відпущеної теплової енергії, або марно витрачаються понад 2,1 млрд. м³ природного газу. Це обумовлено, у першу чергу, незадовільним технічним станом об'єктів житлово-комунального господарства, рівень зносу основних фондів якого становить більш ніж 50%.

Впровадження заходів з енергозбереження лише у ЖКГ має потенціал щодо зменшення споживання: За оцінками фахівців на опалення будинків перших масових серій щорічно втрачається понад 600 млн м³ газу, а неефективне використання електроенергії у водопровідно-каналізаційному господарстві становить майже 2 млрд. кВт-год.

Найбільші втрати теплової енергії спостерігаються у житловому фонді - біля 30% та в зовнішніх мережах до 25%. У житлово-комунальному господарстві України споживається 44% енергетичних ресурсів, що становить близько 30% загального споживання палива в Україні. Щорічно галузь споживає електроенергії - біля 10,0 млрд. кВт- год, природного газу - біля 14,0 млрд. м³, вугілля - біля 1,5 млн.т. Це єдина група споживачів в Україні, яка не зменшила загальних обсягів енергоспоживання в XXI сторіччі. В той же час витрати енергоресурсів на одиницю виготовленої продукції та наданих комунальних послуг більш ніж у 1,5 рази перевищують зарубіжні показники. Так, для порівняння, на одного мешканця, в існуючих будівлях з централізованим тепlopостачанням, в перерахунку на 1м² площі, на території України витрачається 1,4 т умовного палива на рік, що в 1,5 рази більше, ніж у США і в 2,5-3 рази більше, ніж у Швеції.

Метою цієї статті є прагнення показати, що рішення енергетичної проблеми у сфері житлового сектору можна досягти шляхом введення нормативної бази для будівництва «пасивних» будинків, а також жорсткого контролю під час їх зведення.

«Пасивні» будинки це будівлі, в яких можна досягти комфортного мікроклімату влітку без

кондиціонерів, а взимку без окремої системи опалення, так і в літній період – без системи кондиціонування. «Пасивними» можуть бути як житлові будинки, так і офісні приміщення, медичні заклади, школи тощо.

Основні результати досліджень. Середні питомі витрати енергії на опалення 1 житлового будинку в Україні становлять 285кВт·год/м² за даними розрахунків[2]. Питомі витрати енергії «пасивного» будинку на рік стаовлять 15 кВт· год/м²[3].

Підрховано, що якщо всі будинки в Україні будуть «пасивними», то споживання енергії побутовим сектором зменшиться на 92%. Якщо реконструювати 50% всіх будинків, що знаходяться на території України, і побудувати у вигляді пасивних то загальне споживання енергії Україною зменшиться на 14,75%. Проаналізовано, що будівельні компанії в Україні можуть побудувати «пасивний» будинок в середньому за 1тис. дол. за 1м². Загальна площа приватних будинків котеджного типу в Україні складає 535 млн.м². Майже половина цих будинків споживають більше 285кВт· год/м² на рік.

Після нескладних математичних обчислень отримаємо вартість реконструкції цих 50% будинків, яка складе 26260,8 млн. дол. Середні питомі витрати на 1 житловий будинок в Україні після модернізації складуть 120 Вт/м². Простий строк окупності складе 7,5 років. Як бачимо з розрахунку «пасивний» будинок є перспективним об'єктом дослідження в плані енергоефективності.

Головною складністю «пасивного» будинку є його проектування та дотримання таких шести важливих складових:

- Орієнтація будівлі за сторонами світу. Частина будинку що орієнтована на північ повинна мати мінімальну площу скління, в той час південна сторона – максимальну.

- Виключно високий рівень теплоізоляції, під час проведення розрахунків дослідження показали що коефіцієнт термічного опору стін не повинен бути нижчим за 5 м²К/Вт.

- Добре ізольовані віконні рами з потрійним низькоемісійним склом. Одним з найважливіших питань, що виникають при розробці «пасивних» будинків, є прагнення домогтися високого рівня герметичності будівлі, а також усунути причини утворення «містків холоду». Отже, вирішальне значення для досягнення низької потреби в енергії має значне скорочення втрат теплоти. З цієї ж причини надзвичайно значну роль при будівництві «пасивних» будинків виконують вікна, які повинні бути одним з найважливіших елементів герметичної конструкції всього будинку, і одночасно, як перепон, характеризуватися найменшим коефіцієнтом теплоізоляції.

Вікна пасивного будинку мають три характерні особливості:

- потрійне скління з двома низькоемісійними покриттями та заповненням інертним газом;
- теплоізоване з'єднання скління з віконною рамою, застосування спеціальних дистанційних рамок по краях склопакетів (“теплий край”);

- теплоізовані віконні рами;

- конструкція, в якій відсутні теплові містки;

Теплові містки мають такі негативні наслідки як знижені значення температури на внутрішніх поверхнях зовнішніх стін, що може призвести до зволоження будівельних конструкцій і росту цвілі, а також підвищені значення тепловтрат.

У «пасивному» будинку можна запобігти цим негативним впливам, так як температури на всіх зовнішніх стінах залишаються досить високими, що не може більше призвести до негативного впливу вологи, також додаткові тепловтрати зневажливо малі. Якщо тепловтрати від теплових містків менше ніж граничне значення лінійного коефіцієнта теплопередачі, встановлене 0,01 Вт /м², то така конструкція задовольняє критеріям конструювання без теплових містків.

- комфортна вентиляція з ефективною рекуперацією теплоти.

У «пасивному» будинку встановлюється припливно-витяжна вентиляція з можливістю рекуперації для підтримання комфортних умов в приміщенні. Ефективність рекуперації більше ніж 80%.

Для будівництва «пасивних» будинків, як правило, вибираються екологічно чисті матеріали, часто традиційні - дерево, камінь, цегла. Останнім часом часто будують «пасивні» будинки з продуктів рециклізації і неорганічного сміття - бетону, скла і металу. В Німеччині побудовані спеціальні заводи з переробки таких відходів у будівельні матеріали для енергоефективних будівель.

Також однією з найважливіших проблем побудови будинків являється його проектування. Правильно спроектований будинок зменшує капітальні затрати на його зведення . В Європейських країнах для розрахунку енергоспоживання будинку використовується програмний продукт PHPP (Passive House Planing Package) розроблений інститутом пасивного будинку в Німеччині. Але використовувати його для України не є зовсім доцільним, так як він враховує норми будівництва для Європейських країн. А норм будівництва пасивного будинку в нашій державі не існує. Використання ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», яким користуються українські інженери, не підходить для проектування пасивних будинків. Для збільшення ефективності енерговикористання в пасивному будинку доцільно встановити систему розумного будинку. Так, наприклад, вентилувати тільки ті приміщення в яких

знаходяться люди. Ставити для цього датчики присутності. Це не призведе до значного збільшення інвестицій будинку на стадії його будівництва, але зменшить енергоспоживання вентиляційною системою.

Висновки

На даний час в Україні щорічно будується велика кількість будинків тому вже сьогодні потрібно прийняти стандарт будівництва пасивних будинків. В Україні існують вже побудовані за європейським стандартом, які чудово функціонують і експлуатаційні витрати яких становлять менше 15 кВт год/м² в рік. «Пасивний» будинок суттєво економить кошти своїх власників під час його експлуатації. А масове їх будівництво позитивно впливає на енергонезалежність України від закупок блакитного палива. В цілому, зведення у нашій країні пасивних будинків обійдеться набагато дорожче, ніж, наприклад, у Німеччині, де вони на сьогоднішній день є найбільш поширеними, і де їх популярність продовжує зростати, а ціна зведення зменшується у рази. В середньому в Україні «пасивний» будинок коштує на 8-10% більше за звичайний, а додаткова його вартість повертається вже за 7-10 років.

Список літератури

1. Житловий фонд України у 2012 році. Статистичний бюлетень. – Державний комітет статистики України. – Київ, 2013.
2. <http://www.niisk.com/>
3. <http://www.passivehouse.us/passiveHouse/PHIUSHome.html>

O. Stepanenko, V. Dubrovskia

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

PASSIVE HOUSE - THE PATH TO ENERGY EFFICIENCY

This article analyzes the practice of construction of passive buildings and passive house standards abroad. Advantages and disadvantages of a passive house. Also, a review of the housing sector based on available official statistics on housing and energy consumption that meets in Ukraine, as well as using information gathered by the delegation of the European Commission and the International Energy Agency reports. Analysis of the need to introduce energy management in "passive" buildings. Nowadays in Ukraine built a large number of homes each year because today need to take a standard construction of passive houses. In Ukraine there are built according to the European standard, perfectly functioning and operational cost of which is less than 15 kW h/m² year. Passive house significantly saves money their owners during its operation. A massive building their massive positive impact on energy independence of Ukraine purchases gas. In general, the construction of passive houses in our country will be much more expensive than, for example, in Germany, where they are by far the most common, and where their popularity continues to grow, and the price decline in construction times. On average in Ukraine, passive house costs 8-10% more than usual, and his additional cost returns are for 7-10 years

Keywords: Passive House, the state utilities in Ukraine, thermal bridges, recuperation, energy efficiency.

1. Residential Fund of Ukraine in 2012. Statistical Bulletin. - State Committee Statistics of Ukraine. - Kyiv, 2013.
2. <http://www.niisk.com/>
3. <http://www.passivehouse.us/passive House/PHIUSHome.html>

УДК 620.97

О.И. Степаненко, В.В. Дубровская, канд. техн. наук, доцент

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический Институт» ПАССИВНЫЙ ДОМ - ПУТЬ К ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭНЕРГИИ

В данной статье проанализированы практика строительства пассивных зданий и стандарт пассивного дома за рубежом. Определены преимущества и недостатки пассивного дома. Также проведен обзор жилищного сектора, основываясь на доступной официальной статистической информации по жилищному фонду и потреблению энергетических ресурсов, собирающейся в Украине, а также с помощью информации, собранной делегацией Европейской Комиссии и отчетов Международного Энергетического Агентства. Проанализирована необходимость введения энергетического менеджмента в «пассивных» зданиях

Ключевые слова: Пассивный дом, состояние ЖКХ в Украине, тепловые мостики, рекуперация, энергоэффективность.

Надійшла 16.04.2014

Received 16.04.2014

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ОПОРУ ІЗОЛЯЦІЇ МЕРЕЖ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

В статті наголошено на важливість мереж оперативного постійного струму (МОПС) гідроелектростанцій (джерел відновлювальної енергії), розглянуто найпоширеніші прилади для контролю стану МОПС. Представлені зовнішні фактори, які найбільше впливають на стан ізоляції цих мереж, а також статистично досліджено і представлено в графічному вигляді вплив зовнішнього середовища (дощ, роса, туман, тощо) і сезонності (зима, весна, літо, осінь) на величину опору ізоляції МОПС. Аналіз даних свідчить, що найбільший вплив на рівень ізоляції мають дощ та роса, а в загальному її опір найбільше знижується навесні та восени. На основі отриманих статистичних даних залежностей рівнів ізоляції МОПС від факторів зовнішнього середовища побудована залежність ймовірності виникнення зниження ізоляції цих мереж менше 20кОм в залежності від стану і параметрів МОПС. Використання методу критеріального програмування дозволило розв'язати двоїсту задачу і знайти оптимальні значення контрольованих параметрів, які забезпечують максимальну ймовірність прогнозування зниження рівня ізоляції мереж оперативного постійного струму нижче нормативного значення.

Ключові слова: мережі оперативного постійного струму, ізоляція, електрична станція, метод критеріального програмування, двоїста задача, регресійний аналіз.

ВСТУП

Діяльність людини, зокрема енергетична, спричинила значне погіршення екології нашої планети. Найбільш розвинуті країни світу, такі як Японія, Німеччина, вкладають значні кошти на розвиток відновлювальної енергетики (вітрової -, гідро - чи сонячної). Крім вигоди в екологічному плані, такий підхід дозволяє бути незалежним в плані енергоресурсів (вугілля, нафти, урану, природного газу). Через значну складність самих станцій і високу вартість енергії, яка виробляється, до таких об'єктів висуваються підвищені вимоги в плані надійності в цілому, так і окремих їх елементів зокрема.

Мережі оперативного постійного струму (МОПС) є одними із найважливіших складових даних систем, зокрема гідроелектростанцій, і призначені для живлення пристроїв релейного захисту, сигналізації та автоматики, відповідальних механізмів власних потреб, аварійного освітлення, приводів високовольтних вимикачів тощо. Важливість таких споживачів висуває високі вимоги до працездатності МОПС.

Дослідження пошкоджуваності мереж ОПС електричних станцій і підстанцій свідчать про те, що найчастішим видом порушень в цих мережах є замикання одного полюса на землю. Враховуючи час експлуатації підстанцій та старіння ізоляції мереж ОПС, варто прогнозувати зростання таких видів дефектів.

Незважаючи на велику кількість розробок, сьогодні найбільш широко експлуатуються пристрої загальномережевого контролю ізоляції «УКИ-1». Побудовані на основі мостової вимірювальної схеми, вони реагують на порушення симетрії опорів полюсів мереж ОПС відносно землі і не можуть забезпечити чутливість 20 кОм [1,2] при близьких до симетричних зменшеннях опорів ізоляції полюсів.

У відповідності до [2] в разі спрацювання «УКИ-1» на протязі 8 годин має бути з'ясована причина та відновлена нормована величина опору полюсів відносно землі. І хоча з [3] цей пункт виключено, актуальність проблеми підвищення надійності мереж ОПС, швидкого пошуку місць однополюсних замикань, надійності МОПС не зменшилась. На цей час припиняються регламентні роботи в мережах ОПС. Широко використовуваним методом пошуку місця зі зменшеним опором ізоляції полюсів є метод послідовних відключень, під час яких можливі помилкові дії персоналу, або релейного захисту, викликані перезарядом ємностей полюсів мережі через елементи релейного захисту. На величину такого струму перезаряду впливає опір ізоляції, який змінюється в процесі експлуатації.

Фактори, які впливають на величину опору ізоляції

На ізоляцію полюсів у системі оперативного постійного струму (ОПС), що знаходяться під робочою напругою, впливають механічні, електричні й атмосферні впливи. Особливо сильно на ізоляцію мереж ОПС впливають атмосферні опади: дощ, роса і туман.

Крім атмосферних опадів на ізоляцію клемників, комутаційної апаратури впливають також тверді,