

6. Полак А.Ф. Твердение мономинеральных вяжущих веществ. [Текст] / А.Ф. Полак // – М.: Стройиздат, 1966. - 208 с.
7. Muller H. Die Theorie der koagulation polydispenser Systeme. [Текст] / H. Muller // Kolloid. – Z. – 1926. – Bd. 38. – S. 1-2.
8. Ахвердов И.Н., Маргулис Л.Н. Неразрушающий контроль качества бетона по электропроводности. [Текст] / И.Н. Ахвердов // – Минск: Наука и техника, 1975. – 174 с.
9. Bruh G., Vacuum – Concrete – Verfahren – Maschinen, - Gerate – und Personaleinat [Текст] / G Bruh // - (Zement und Beton), 1997, V., 339, SS. 11-12.
10. Файнер М.Ш. Ресурсосберегающая модификация бетона. [Текст] / М.Ш. Файнер // – Черновцы: Прут, 1993. – 151 с.

УДК 621

Дешко В. І., докт. техн. наук, професор
Білоус І. Ю., асистент
Голубенко О. О., студент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», biloys_inna@ukr.net

ДИНАМІЧНІ МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ У БУДІВНИЦТВІ ТА ПОШИРЕНІ ТЕХНОЛОГІЇ УТЕПЛЕННЯ

За статистикою споживання енергетичні ресурси можна поділити на три великі групи: промисловість (до 28%), транспорт (до 32%) та житловий сектор (понад 40%) [1]. В енергобалансі будівлі теплова енергія становить 60-80%, лівова частина якої витрачається на опалення. В рамках міжнародних та державних інвестиційних програм почали активно впроваджуватися енергозберігаючі заходи, найбільш популярні серед них - заміна вікон та утепленням зовнішніх стін.

В залежності від задач, що вирішуються можуть бути використані наступні методи розрахунку ефективності заходів: стаціонарні, квазістаціонарні та динамічні. Стаціонарні методи розрахунку, що найбільш широко використовуються на території України, дозволяють проводити розрахунок визначення енергопотреби будівлі для опалення в річному розрізі та не враховують інерційні особливості будівлі. Квазістаціонарні методи використовують для розрахунку теплових балансів для досить тривалого інтервалу часу (зазвичай один місяць чи цілий сезон). Для детального аналізу енергетичних характеристик доцільно використовувати динамічні моделі розрахунку енергопотреби для опалення. Динамічні методи, за якими тепловий баланс розраховують за короткотривалими часовими інтервалами (зазвичай одна година), беручи до уваги обсяг тепла, що акумулюється в, або вивільняється від масиву будинку [2]. Велика кількість робіт присвячена застосуванню математичних методів визначення енергопотреби та встановленню теплової ефективності будівель [3-5]. Підхід європейського стандарту [3], що прийнятому в Україні, базується на спрощеному погодинному методі розрахунку енергопотреби. В стандарті [6] запропонована модель – п'ять опорів, одна ємність (5R1C). Проведення розрахунків за методикою [6] потребує програмного забезпечення та може бути реалізоване, наприклад, в програмному середовищі MathLab та Mathcad. Альтернативним варіантом є використання вже існуючих програм. Програмний продукт EnergyPlus [7] є однією з найбільш повних загальнодоступних динамічних програм для моделювання енергетичних характеристик будівлі. Дана програма використовує кращі підходи двох відомих програм DOE-2 та BLAST, методики розрахунків в яких наближені до європейських стандартів [7]. На відміну від методу [6] даний метод враховує окремо теплоємність зовнішніх та внутрішніх огорожень.

Метою роботи є уточнення енергопотреби будівлі для різних типів утеплювачів при використанні динамічних моделей.

Об'єктом дослідження обрано навчальний корпусу КПІ ім. Ігоря Сікоського збудований в 1974 році. Основний матеріал зовнішніх стін червона пустотіла цегла на цементно-піщаному розчині. Вікна двокамерні в дерев'яних плетіннях. Коефіцієнт застління 40%. Повітрообмін задавався через нормативну кратність повітрообміну 1 год⁻¹. Репрезентативне приміщення орієнтоване на Пн та Пд. Розрахунки енергопотребі для опалення будівлі в динамічному режимі в програмному продукті EnergyPlus виконано з використанням кліматичних погодинних даних типового року IWEC для м. Києва [8]. В роботі проведено оцінку варіантів використання трьох типів утеплювачів товщиною 10 см: 1) мінеральна вата; 2) базальтова вата; 3) екструдований пінополістерол. Перераховані утеплювачі розглядались для варіантів типових зовнішніх стін: 1) в одну цеглу (25 см); 2) в дві цегли (50 см).

На рисунку 1 наведено річну енергопотребу для опалення для різних конструкцій непрозорих зовнішніх огорожень.

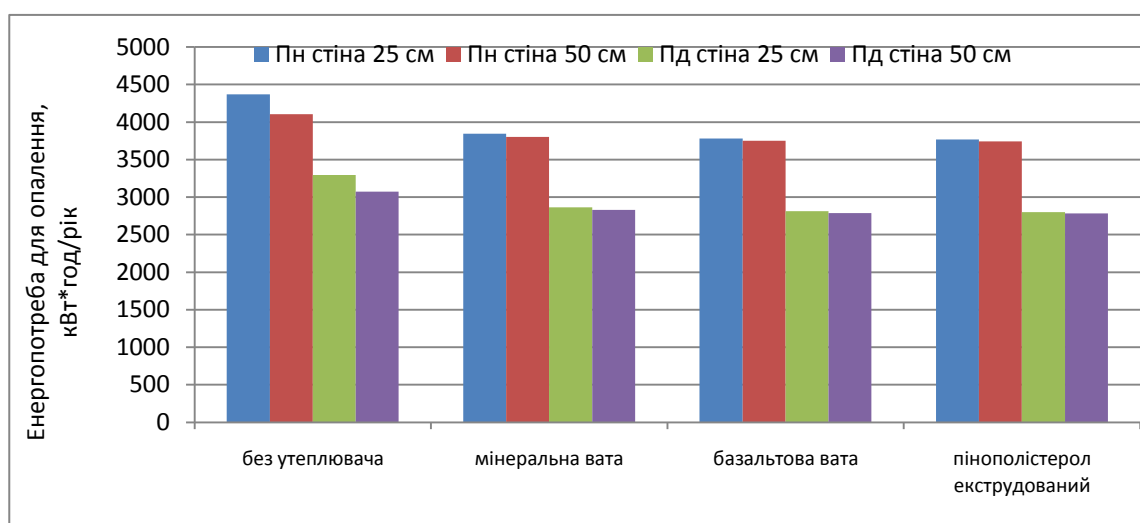


Рис. 1 – Річна енергопотреба для опалення кімнати орієнтованої на Пд та Пн без утеплення та з різними варіантами утеплення 10 см

З рис.1 видно, що масивність стіни з 25 см на 50 см без утеплювача зменшує енергопотребу для опалення на 7% по всіх орієнтаціях. За наявності утеплювача (будь-якого з розглянутих) на результати моделювання енергопотребі будівлі для опалення вже майже не впливає початкова масивність стіни в одну або дві цегли для Пн та Пд орієнтацій. Три найбільш широко використовувані утеплювача майже однаково впливають на потребу будівлі для опалення. Особливість використання того чи іншого утеплювача пов'язана з вартістю та особливостями застосування (етажність, призначення будівлі, тощо). В подальшому заплановано вивчити вплив утеплення при переривчастому опаленні.

Список посилань

1. Соціально-екологічні аспекти енергозбереження в житлово-комунальному секторі. З. Лавінська, О. Саницька "Geodesy, Architecture & Construction 2009" (GAC-2009), 14-16 May 2009, Lviv, Ukraine p.75-77.
2. Dешко в., сукходуб і., білус і. Mathematical models for determination of energy need for heating. [Journal of new technologies in environmental science](#) (jntes). 2017 №2. Pp. 45-51.
3. Rallapalli H.S. A Comparison of EnergyPlus and eQUEST Whole Building Energy Simulation Results for a Medium Sized Office Building // Master Thesis. Arizona State University. 2010. Pp. 84.
4. Gendelis S., Jakovics A. Influence of solar radiation and ventilation conditions on heat balance and thermal comfort conditions in living-rooms. Pp. 634- 643.

5. Piotr Michalak. The simple hourly method of EN ISO 13790 standard in Matlab/Simulink: A comparative study for the climatic conditions of Poland // *Energy №75. 2014.* Pp. 568-578.

6. EN 13790:2008. Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling. — CEN. European Committee for Standardization, 2008. — 53 p.

7. Офіційний сайт EnergyPlus Energy Simulation Software. <https://energyplus.net>.

8. International Weather for Energy Calculations: https://energyplus.net/weather-location/europe_wmo_region_6/UKR.

УДК 539.4+620.1

Грабовський А.П., канд. техн. наук, доцент
Бондарець О.А., мол. наук. співробітник

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», bondarets.o@gmail.com

МІКРОМЕХАНІКА РУЙНУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ДЕТАЛЕЙ ТА СПОРУД

Надійне прогнозування ресурсу конструктивних вузлів об'єктів на стадії проектування, оцінка виробленого і прогноз залишкового ресурсу на стадії експлуатації неможливі без розробки адекватних математичних моделей руйнування конструкційних матеріалів на основі континуальної механіки пошкоджуваності для індивідуальних умов експлуатації конкретних об'єктів. На стадіях накопичення розсіяних пошкоджень в конструкційному матеріалі такі моделі розробляються в рамках механіки пошкодженого середовища, яка об'єднує еволюційні рівняння процесів деформування матеріалу і процесів накопичення пошкоджень і утримуючий інтегральні параметри стану, що відображають процеси перетворення структури матеріалу на мезорівні, до утворення магістральної тріщини в ньому.

Авторами [1-4] при проведенні досліджень встановлено, що основними домінуючими процесами вичерпання ресурсу матеріалу являються процеси накопичення пошкоджень, пов'язані з розпушенням матеріалу, що призводить до деградації його фізико-механічних властивостей для двох видів руйнувань, модулів пружності на відрив E та зріз G . Одним з параметрів деградації фізико-механічних властивостей під дією пружно-пластичного навантаження являється зміна модулів пружності E та G при напрацюванні конкретних об'єктів. Параметром деградації являється пошкоджуваність матеріалу при осьовому навантаженні D_σ та при зсуві D_τ , які характеризують процес руйнування матеріалів при дії нормальних напружень σ та дотичних τ , оцінюються відношенням:

$$D_\sigma = 1 - \sqrt{\frac{\tilde{E}_i}{E_0}}; \quad D_\tau = 1 - \sqrt{\frac{\tilde{G}_i}{G_0}} \quad (1)$$

де E_0, G_0 – першопочаткове значення модулів пружності;

\tilde{E}_i, \tilde{G}_i – поточні значення модулів пружності.

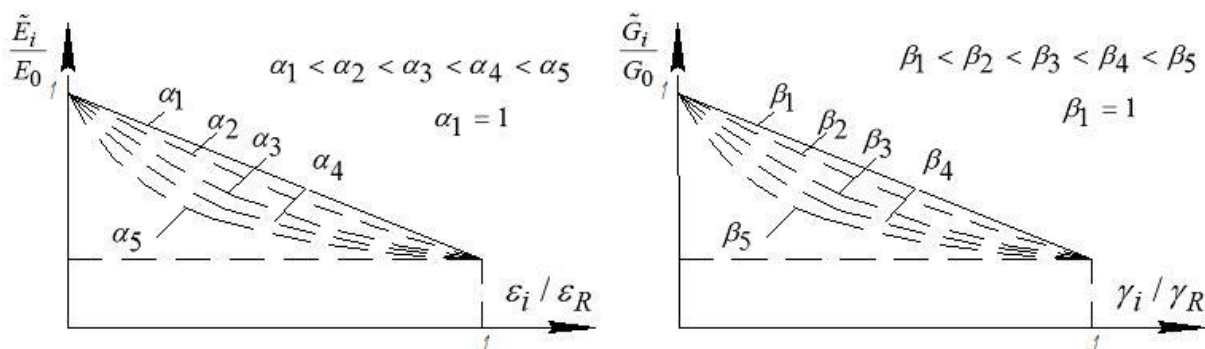


Рис. 1 – Кінетика накопичення пошкоджень в відносних величинах

$$\tilde{E}_i / E_0 = f(\epsilon_i / \epsilon_R); \quad \tilde{G}_i / G_0 = f(\gamma_i / \gamma_R);$$