

УДК 536.24

МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Лавренко І.В, студент, ilia.lavrenko@gmail.com, НУ «Запорізька політехніка»

Денисенко О.І., к.т.н., доцент, adenis@zp.edu.ua, НУ «Запорізька політехніка»

В умовах подорожчання енергоресурсів досить актуальним стає використання енергозберігаючих технологій в житловому будівництві. Одним із дієвих засобів економії енергоресурсів є використання теплоізоляційних матеріалів для утеплення зовнішніх стін житлових будинків. В якості утеплювача використовують мінеральну вату, пінопласт, пінополіуретан, пінополістирол та ін. Зазвичай, для розрахунку втрат тепла використовують прості одновимірні моделі теплопровідності для багатошарової стінки, або прості балансові моделі [1]. В таких моделях передбачається використання усереднених значень температури в приміщенні та одновимірний розподіл температури в багатошаровій стіні. Для розрахунку тривимірних моделей необхідно застосовувати чисельні методи, відповідне програмне забезпечення та потужну обчислювальну техніку [2].

Наявність батареї опалення в безпосередній близькості до зовнішньої стіни та вікна, а також складна структура конвективних потоків в середині приміщення формують неоднорідний розподіл температури в багатошаровій стіні. Врахувати такі ефекти дозволяє використання сучасних чисельних методів.

В роботі розглянута тривимірна модель кімнати з батареєю опалення та зовнішньою стіною з шаром теплоізоляції. Математична модель включає систему диференціальних рівнянь конвективного теплопереносу для повітряних мас в середині приміщення та рівняння теплопровідності для стіни, шару теплоізоляції та склопакету. Вхідними параметрами моделі є геометрія та теплофізичні характеристики стіни, вікна та ізоляції, геометрія кімнати, температура батареї опалення та зовнішня температура. Задача розглядається в спряженій мультифізичній постановці.

Враховуючи нелінійний характер рівнянь математичної моделі та взаємопов'язаність рівнянь задача не має аналітичних розв'язків та допускає тільки чисельний розв'язок. Чисельна реалізація моделі відбувалась методом скінчених елементів за допомогою програмного комплексу COMSOL Multiphysics. Була задіяна модель *Heat Transfer in Solids and Fluids*. Теплофізичні параметри брались із вбудованої в

програмний комплекс бібліотеки матеріалів. На поверхнях стін, які межують з сусідніми кімнатами ставились граничні умови теплоізоляції. На зовнішній стіні ставились умови конвективного теплообміну. Розглядалась стаціонарна постановка задачі, ітераційний процес продовжувався до повної стабілізації розрахункових величин. На рис. 1-3 наведені деякі результати розрахунків для вхідних параметрів: площа кімнати – 13.5 м², товщина стіни – 25 см, теплоізоляція – спінений поліуретан товщиною 10 см, зовнішня температура -20°C, температура батареї опалення 50°C.

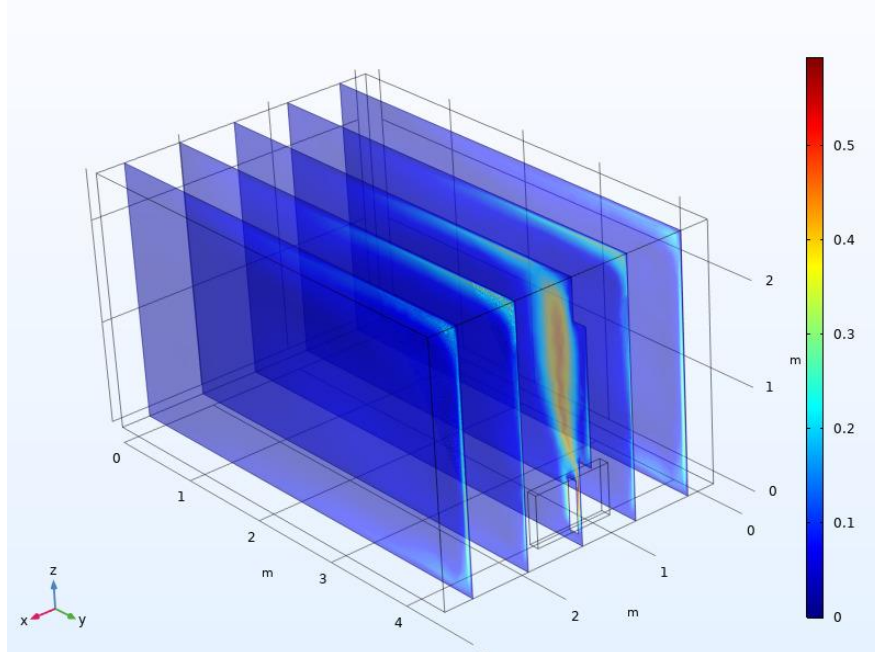


Рисунок 1 – Розподіл швидкостей конвективних потоків в вертикальних перерізах (м/с)

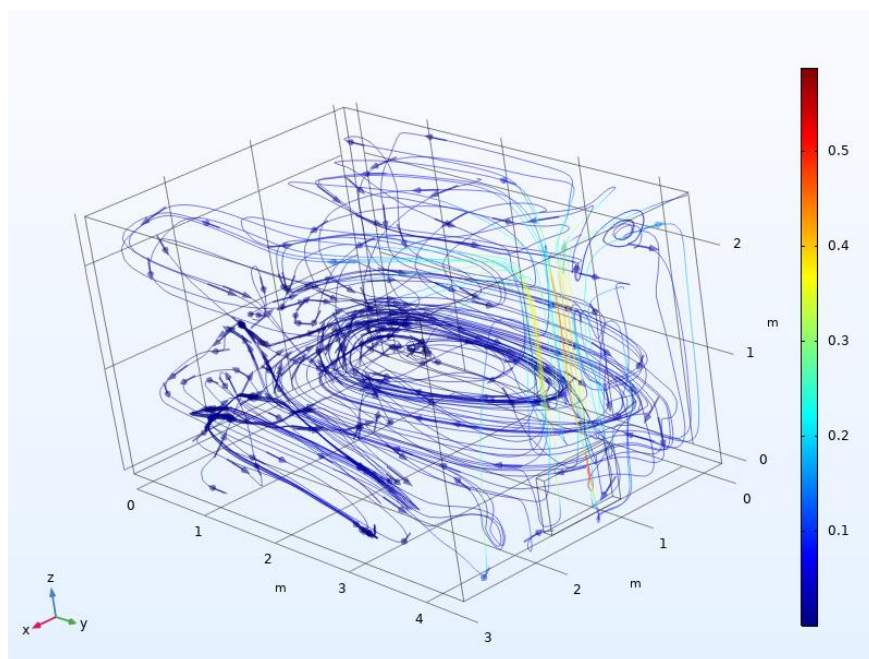


Рисунок 2 – Лінії току конвективного руху повітря

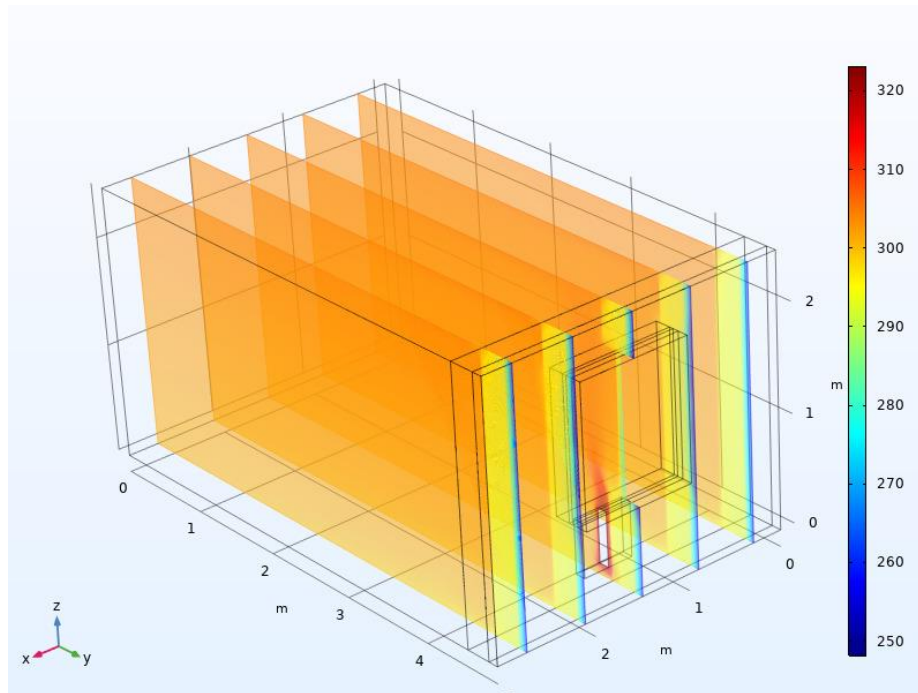


Рисунок 3 – Розподіл температури в вертикальних перерізах (К)

Проведена серія чисельних розрахунків для різних геометричних параметрів моделі, товщин та матеріалів теплоізолюючого покриття. Передбачена також можливість моделювання вентиляції приміщення. COMSOL Multiphysics має потужний інструментарій для графічної інтерпретації отриманих результатів, а також можливість визначення інтегральних характеристик, таких як середня температура, середня швидкість конвективних потоків, загальні потоки тепла від поверхонь, втрати тепла через зовнішню стіну та ін.

Висновок. Створена тривимірна математична модель житлового приміщення з шаром теплоізоляції на зовнішній поверхні. Для оцінки ефективності теплоізоляції проведені чисельні експерименти для різних геометричних та теплофізичних вхідних параметрів. Отримана графічна інтерпретація розрахунків.

Список використаних джерел

1. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. ДБН В.2.6-31:2021/ Державне підприємство “Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій” (ДП “ДНДІБК”).– Київ: Укрархбудінформ, 2022.
2. T.A.J. (Dennis) van Goch, A.W.M. (Jos) van Schijndel. Validation of DNS techniques for dynamic combined indoor air and constructions simulations using an experimental scale model. Proceedings of the COMSOL Conference 2008, Hannover.