

ВСТУП

Актуальність роботи. Реалізація енергозберігаючих заходів у житлових будинках призводить не тільки до економії паливно-енергетичних ресурсів, але і несе соціальний та екологічний ефект.

Домогтися зниження витрати паливно-енергетичних ресурсів можна тільки при комплексному підході до енергозбереження за рахунок вдосконалення архітектурно-планувальних і конструктивних рішень, а також інженерного устаткування будівель з урахуванням регіональних кліматичних, техніко-економічних, соціальних і екологічних особливостей. Одним з важливих етапів енергозбереження є додаткове утеплення зовнішніх стін існуючих житлових будівель.

При додатковому утепленні однорідна конструкція стіни перетворюється в багатошарову, що підвищує вимоги до якості проектування та виробництва робіт, оскільки різномірність і значну кількість застосовуваних матеріалів посилює можливість помилок, що приводять до зниження теплозахисних властивостей і експлуатаційної надійності утеплених конструкцій.

В даний час додаткове утеплення існуючих будівель здійснюється з використанням різних конструктивно-технологічних рішень і матеріалів. На жаль ці конструктивно-технологічні рішення часто приймаються без належного обґрунтування з позицій будівельної теплофізики. Недостатня увага приділяється оцінці надійності застосовуваних матеріалів і рішень при реалізації додаткового утеплення зовнішніх стін. Слабо опрацьовані інженерні питання проектування окремих систем додаткового утеплення. Перераховані вище питання часто не пов'язуються з кліматичними, матеріально-технічними та економічними умовами окремих регіонів нашої країни. Недостатньо опрацьовані організаційно-технологічні аспекти реалізації додаткового утеплення з урахуванням стану зовнішніх стін існуючих житлових будівель. У зв'язку з цим дана робота направлена на

розробку та удосконалення ефективних стінових конструкцій, технології та організації зведення цих конструкцій, на обґрунтування оптимального значення термічного опору огорожуючих конструкцій в нових економічних умовах, а також на ефективне управління обмеженими ресурсами при проведенні комплексу заходів зі скорочення тепловитрат.

Мета роботи. Аналіз та дослідження методів визначення оптимального термічного опору огорожувальних конструкцій будівель.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні основні задачі дослідження:

1. Аналіз існуючих конструктивних рішень улаштування теплоізоляції огорожувальних конструкцій.
2. Дослідження методики визначення економічно оптимального опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будинків у нових економічних умовах
3. Визначення критеріїв оптимальності для пошуку термічного опору.

Об'єкт дослідження. Моделювання процесів визначення оптимального термічного опору в нових економічних умовах.

Предмет дослідження. Критерії оптимальності в моделях з визначення оптимального термічного опору.

Методи дослідження: аналіз методик оцінки економічної ефективності додаткової теплоізоляції; лабораторні експерименти по визначенню опору теплопередачі огорожувальних конструкцій; чисельні методи.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГОСБЕРЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ І УКРАЇНИ

У першому розділі розглядається сучасний стан енергозбереження в Україні. Із загального обсягу споживаної енергії, що складає близько 43% вироблюваної теплової енергії, 90% витрачається на опалення, 8% - на виробництво будівельних матеріалів, виробів та 2% на будівництво. У порівнянні з західноєвропейськими країнами це в 2...2,5 рази перевищує середні показники. Для зменшення невиправдано великого енергоспоживання будівель введені нові нормативи по теплозахисту будівель (ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель), які передбачають поступове зниження енергоспоживання на 20-40% шляхом збільшення в 1,5-3,5 рази опору теплопередачі стінових конструкцій і скорочення тепловтрат різних конструктивних елементів.

Зниження енергоспоживання експлуатованих будівель може бути досягнуто шляхом підвищення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій.

У зв'язку з цим, у даному розділі викладенні питання, щодо сучасних конструктивних систем будівель, а також проаналізовані конструктивно-технологічні рішення улаштування теплоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій. Наведені переваги та недоліки утеплення стіни зсередини, зовні та варіанту, коли теплоізоляції взагалі немає.

Після детального аналізу варіантів розміщення утеплювача рекомендованим положенням теплоізоляції є саме зовнішня сторона огорожувальної конструкції, адже як наслідок маємо наступні переваги:

- здійснюється захист стін від змінного замерзання і відтавання, а також і від інших атмосферних впливів;
- вирівнюються температурні коливання основного масиву стіни;
- збільшується довговічність конструкцій стіни;
- температурний нуль зсувається в зовнішній теплоізоляційний шар;
- зростає теплоакumuлююча властивість масиву стіни.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Одним з основних шляхів підвищення теплозахисних властивостей зовнішніх стін великопанельних будинків є економічна оптимізація товщини панелей зовнішніх стін.

Це полягає у визначенні на підставі обліку витрат на виготовлення конструкції стіни і компенсацію тепловтрат через неї за весь термін служби будівлі економічно доцільного опору теплопередачі, а також у визначенні товщини, що відповідає $R^{ек}_0$ та прийнятті найближчої більшої уніфікованої товщини

У другому розділі розглянуті різноманітні методи визначення шуканого опору:

- визначення оптимального термічного опору на основі використання мінімуму приведених витрат;
- імовірнісні методи визначення оптимального термічного опору; на основі використання повних витрат
- визначення оптимального термічного опору на основі використання повних витрат (наведені графіки «Зміна терміну окупності T_0 окремих рішень зовнішньої стіни зі збільшенням товщини її конструктивного шару» та «Зміна економічного ефекту E зі збільшенням товщини конструктивного шару зовнішньої стіни»)
- визначення оптимального термічного опору з погляду мінімізації загального обсягу та вартості ізоляційного матеріалу;
- визначення оптимального термічного опору на основі диференціювання витрат.
- визначення оптимального термічного опору огороджувальних конструкцій на основі дисконтування

Запропонована методика має простий та інженерний погляд, доцільна для подальшого розгляду та наближення до нормативних документів.

РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕРМІЧНОГО ОПОРУ ЗОВНІШНЬОЇ СТІНКИ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

Останній розділ роботи містить приклад розрахунку оптимального термічного опору для зовнішньої стіни житлової будівлі. Для визначення термічного опору, який буде оптимальним знайдено 4 критерії (інтегральні показники) оптимальності:

- чистий дисконтований дохід (ЧДД),
- індекс прибутковості додаткових капітальних вкладень (ІД),
- внутрішня норма прибутковості (ВНД),
- термін окупності додаткових капітальних вкладень, які засновані на концепції дисконтування.

В даний час оцінку ефективності утеплення житлових і цивільних будинків слід виконувати на основі розрахунків економічних показників з урахуванням чинника часу, тобто дисконтування. Найбільш поширеними є інтегральні показники: чистий дисконтований дохід (ЧДД), індекс прибутковості додаткових капітальних вкладень (ІД), внутрішня норма прибутковості (ВНД), термін окупності додаткових капітальних вкладень, які засновані на концепції дисконтування.

Поширення методу оцінки ефективності проектів за допомогою ЧДД обумовлено можливістю безпосередньо визначати ефект від проекту (його абсолютну величину), а також оцінити сумарні чисті доходи від декількох незалежних проектів. Однак ЧДД не відображує відносну міру приросту цінностей в результаті реалізації проекту, що також має істотне значення для інвесторів.

Таким чином, в сформованих економічних умовах основними показниками економічної ефективності проектів, у тому числі проектів по влаштуванню додаткової теплоізоляції, є показники, засновані на принципі дисконтування, оскільки вони враховують вплив доходів останніх років, роблять різниці між проектами з однаковою сумою доходів, але різним розподілом за часом, мають властивість адитивності.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Утеплення огорожувальних конструкцій багатоквартирних та приватних будівель не втрачає своєї актуальності через значне подорожання енергоносіїв. Найпоширеніші будівельні матеріали, які застосовуються в даний час для зведення будівель (цегла, армований монолітний бетон) при одношаровій конструкції, не забезпечують необхідних значень термічного опору відповідно до вимог чинних нормативно-технічних документів.
2. У відповідності з новими вимогами, що пред'являються до теплозбереження будівель, всі огорожувальні конструкції, раніше збудованих будівель, потребують утеплення. Їх утеплення повинно бути виконано із зовнішнього боку.
3. Теплоізоляційний матеріал, підвищуючи опір теплопередачі огорожувальних констукцій, має великий вплив на вологий режим огороження. Утеплення дозволяє акумулювати тепло і зберігає комфортну температуру всередині будівлі.
4. Виконуючи утеплення огорожувальних констукцій, необхідно дотримуватися всіх технологічних операцій і використовувати тільки матеріали, що володіють відповідними гігієнічними, екологічними та пожежно-безпечними характеристиками. Це, у свою чергу, дозволить забезпечити надійне і довговічне утеплення, високі експлуатаційні властивості фасаду. Якісне утеплення огорожувальних констукцій дозволить надалі істотно скоротити витрати по оплаті комунальних послуг за опалення будинку.
5. Термічний опір огорожувальних конструкцій повинен бути не менше значень, вказаних в чинних нормативах, а за відповідного техніко-економічного обґрунтування й значно перевищувати нормативні показники.

6. Були визначені моделі оптимального термічного опору огорожувальних конструкцій будівель та споруд у нових економічних умовах з урахуванням фактору часу.
7. Аналізуючи перераховані ознаки оптимальності, оптимальне термічний опір слід визначати за максимум ЧДД, тому що, ЧДД демонструє абсолютну величину доходу, і в розрахунковій формулі відображені всі фактори, що враховують умови будівництва та експлуатацію конструкцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ариевич Э.М., Вавуло Н.М. Повышение теплотехнических качеств полносборных жилых зданий.- М.: Стройиздат, 1995. – 192 с.
2. Беляковский С.И. Оптимизация сопротивления теплопередаче наружных стен жилых зданий // Жилищное строительство 5/1981. – с. 17-19.
3. Богословский В.Н. и др. Отопление и вентиляция: Учебник для вузов/ 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1980. – 295 с.
4. Богуславский Л.Д. Экономическая эффективность оптимизации уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий.- М.: Стройиздат, 1981. – 362 с.
5. Бродач М.М., Ефимов Ю.Н., Табунщиков Ю.А. Оценка тепловой эффективности зданий // Известия вузов. Строительство. – 1996. - №4. – С. 70-73.
6. Бухарова Н.В., Сидоров Э.А. Теплотехнический расчет панелей с гибкими связями // Жилищное строительство 1/1981 – с. 11.
7. Верба В.А., Загородніх О.А. Проектний аналіз: Підручник. – К.: КНЕУ, 2000. – 322 с.
8. Волынский Б.Н. Энергоэффективность наружных конструкций зданий // Энергосбережение 3/2001. – с. 58-59.
9. Горшенин В.Н. Проблемы оптимизации теплового режима зданий и сооружений // Известия вузов. Строительство. – 1998. - №11-12. – С. 137-142.
10. Горшенин В.Н. Совершенствование метода оптимизации толщины непрозрачных элементов ограждения зданий и сооружений // Строительные материалы. – 2004. - №11. – С. 52-54.

11. Горшенин В.Н. Методика выбора экономически оптимальных решений непрозрачных элементов ограждения проектируемых зданий // Строительные материалы. – 2004. - №1. – С. 34-36.
12. Грачев Ю.Г., Гришкова А.В., Красовский Б.М., Романова Т.Н. О теплотехнической оценке проектных решений жилых домов // Известия вузов. Строительство. – 1998. - №11-12. – С. 94-95.
13. Грачев Ю.Г., Гришкова А.В., Красовский Б.М., Романова Т.Н. Об оценке эффективности ресурсосберегающих инвестиционных проектов // Известия вузов. Строительство. – 1999. - №10. – С. 49-50.
14. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель
15. Дмитриев А.Н. Управление энергосберегающими инновациями в строительстве зданий: Учебное пособие. – М.: АСВ, 2000. – 320 с.
16. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія
17. Еремкин А.И., Королева Т.И. Тепловой режим зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
18. Иванов Г.С. Вероятностный метод оптимизации теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Жилищное строительство 7/1981. – с. 19-21.
19. Иванов Г.С. Вероятностный метод расчета теплозащитных качеств ограждающих конструкций // Жилищное строительство 11/1980. – с. 21-22.
20. Каган Л.И. Оптимизация теплозащитных качеств наружных ограждений отаплив. Зданий. – В кн.: Пути экономии тепла и электроэнергии в зданиях жилищно-гражд. и произв. назначения. – Минск, 1980.
21. Калинин А.Ю. Основные проблемы контроля качества, связанные с выполнением фасадных отделочных работ // Строительные материалы. – 2003. - №7. – С.19-21.

22. Киршнер Б.М., Авденко А.П., Филатов А.Н. Технические решения теплоэффективных наружных стен зданий с применением ячеистого бетона // Будівництво України. – 1997. - №3. – с. 23-26.
23. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Навч. посібник. – Київ: „Центр навчальної літератури”, 2004. – 304 с.
24. Ковалев В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 512 с.
25. Колесников Р. Механическое крепление многослойных теплоизоляционных систем // Технологии строительства. – 2001. - №5. – С. 74-77.
26. Королева Т.И. Экономическое обоснование оптимизации теплового режима здания. – М.: АСВ, 2001. – 144 с.
27. Король Е.А. Эффективные ограждающие конструкции с высоким уровнем теплозащиты // Промышленное и гражданское строительство. – 2001. - №9. – С. 24-25.
28. Коротышевский О.В., Ткаченко А.А. Эффективные термоблоки для ограждающих конструкций жилых и промышленных зданий и сооружений // Строительные материалы. – 2002. - №3. – С.20-22.
29. Корякова М.А. Решение проблемы повышения теплоэффективности зданий // Промышленное и гражданское строительство. – 2003. - №10. – С. 57.
30. Кудрявцев Е.М. Исследование операций в задачах, алгоритмах и программах. – М.: Радио и связь, 1984. – 184 с.
31. Кузнецов Ю.С., Королев Е.В., Тимофеева С.Ю. Оценка экономической эффективности строительных материалов // Современное строительство. Материалы Международной научно-технической конференции. – Пенза, 1998. – С.113-115.

32. Курицын Б.Н., Медведева О.Н., Осипова Н.Н. Оптимизация теплопотерь жилых усадебных зданий и резерва газосбережения // Современное строительство. Материалы Международной научно-технической конференции. – Пенза, 1998. – С.115-117.
33. Лева О.В., Калугин В.А. Анализ критериев оценки инвестиционных проектов // Известия вузов. Строительство. – 2004.- №3. – С. 44-48.
34. Ливчак В.И. К вопросу расчета энергоэффективности // Энергосбережение 2/2001. – с. 16-19.
35. Маляренко В.А., Редько А.Ф., Чайка Ю.И., Поволочко В.Б. Техническая теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений / под общей редакцией проф. В.А. Маляренко. – Харьков: Рубикон, 2001. – 280с.
36. Одельский Э.Х. Пути оптимизации теплозащиты жилых зданий // Жилищное строительство 11/1982. – с. 26-27.
37. Савин В.К. Энергоэффективность наружных конструкций зданий // Энергосбережение 6/2001. – с. 16-19.
38. Савицкий Н.В., Никифорова Т.Д., Большаков В.И., Швец Н.А. Методика оптимизации тепловой защиты ограждающих конструкций эксплуатируемых жилых зданий // Перспективные задачи инженерной науки: Сб. научн. Трудов. – Днепропетровск: GAUDEAMUS, 2001. – С.266-273.
39. Самарин О.Д. Об оптимальном распределении теплоизоляции в ограждающих конструкциях здания // Известия вузов. Строительство. – 2003. - №6. – с. 59-63.
40. Семенов Б.А. Критерий экономической целесообразности выбора теплоизоляционных материалов // Современное строительство. Материалы Международной научно-технической конференции. – Пенза, 1998. – С. 176-177.
41. Семенов Б.А. Методика выбора теплоизоляционных материалов по условиям экономической целесообразности // Композиционные

- строительные материалы. Теория и практика. Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. Ч.2. – Пенза, 2000. – С. 90-92.
42. Совершенствование конструктивных решений теплозащиты наружных стен зданий. И.Н. Бутовский, О.В. Художина. – Обзор. М.: ВНИИТПИ, 1990. – 68 с.
43. Теплозащита энергетически эффективных зданий. Бутовский И.Н., Матросов Ю.А. – Обзор. М.: ВНИИТПИ, 1987. – 64 с.
44. Тихомиров К.В., Сергеенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учеб. Для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 480 с.
45. Управление проектами. Под общ. Ред. В.Д. Шапиро. – СПб.: Два-Три, 1996. – 610 с.
46. Ушков Ф.В. К расчету экономически целесообразного сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций // Жилищное строительство 3/1981. – с. 9-11.
47. Удовенко О.М. Економічний будинок // Будівництво України. – 1999. - №3. – С. 17-19.
48. Удовенко О.М. Проблеми енергозбереження в будівництві // Будівництво України. – 1997. - №1. – С. 26-28.
49. Универсальная подобицовочная конструкция для системы вентилируемых фасадов // Технологии строительства. – 2001. - №5. – С.40-41.
50. Управление проектами. Под общ. ред. В.Д. Шапиро. – СПб.: Два-Три, 1996. – 610 с.
51. Ушацкий С.А. Выбор оптимальных решений в управлении строительным производством. – К.: Будівельник, 1974. – 168 с.
52. Фаренюк Г.Г., Трохименко М.О. Удосконалення нормативної бази ефективних огорожувальних конструкцій // Будівництво України. – 2003. - №8. – С. 32-35.

53. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – М.:1973. – 284 с.
54. Фоков Р.И. Выбор оптимальной организации и технологии возведения зданий. – Киев: Будівельник, 1969. – 192 с.
55. Хвостенков С.И. Теплотехнические критерии качества стеновых материалов // Строительные материалы. – 1993. - №9-10. – С. 14-17.
56. Цыганов Ю.В. Система SPIDI для навесных вентилируемых фасадов //Строительные материалы. – 2003. - №7. – С. 24-25.
57. Чернышов Е.М., Акулова И.И., Кухтин Ю.А. Эффективность применения ячеистого бетона в жилищном строительстве // Промышленное и гражданское строительство. – 2002. - №3. – С. 29-32.
58. Чиненков Ю.В., Король Е.А. Изгибаемые трехслойные ограждающие конструкции из легкого бетона для второго этапа теплозащиты зданий // Бетон и железобетон. – 1999. - №3. – С. 2-5.
59. Шепелев И.Г. Математические методы и модели управления в строительстве: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 213 с.
60. Шлегель И.Ф. Современные кирпичные стены // Строительные материалы. – 1999. - №2. – С. 10-12.
61. Шрейбер К.А. Вариантное проектирование при реконструкции жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1990. – 287с.
62. Энергосберегающие фасады МАРМОРОК // Технологии строительства. – 2001. - №5. – С.36-37.
63. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справ. пособие /Л.Д. Богуславский, В.И. Ливчак, В.П. Титов и др.; Под ред. Л.Д. Богуславского и В.И. Ливчака. – М.: Стойиздат, 1990. – 624 с.
64. Юрков О.И., Кудревич О.О., Гончарин В.Н., Гарпашевич Г.С. О теплотехнических характеристиках ячеистого газосиликата

автоклавного твердения //Строительные материалы. – 2004. - №3. – С. 42-43.

65. Юрченко Е.Л. Разработка проектов энергосбережения в зданиях бюджетных организаций на основе реинвестирования: Дис... канд. техн. наук. 05.13.22. – Днепропетровск, 2004. – 180 с.