



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 82999

(13) C2

(51) МПК (2006)

E04C 2/30

B32B 3/12

E04B 1/78

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) КОНСТРУКТИВНИЙ УТЕПЛЮВАЧ

1

(21) а200500279

(22) 12.01.2005

(46) 10.06.2008, Бюл.№ 11, 2008 р.

(72) ГОЛОЩАПОВ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ,
UA, МАЦЕВИТИЙ ЮРІЙ МИХАЙЛОВИЧ, UA, ОР-
ЛОВА НАТАЛЯ ОЛЕКСАНДРІВНА, UA(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДУВАННЯ
НАН УКРАЇНИ, UA

(56) SU 613044, E04B 1/78; F16L 59/04, 1978

RU 2101428, E04B 1/78; E04C 2/36; B32B 3/12,
1998

RU 2035563, E04C 2/32; B32B 31/00, 1995

JP 07150647 A, E04B 1/76, 1/80, 1995

US 4468423, B32B 3/12, 1984

US 4533583, B32B 3/04, 1985

US 6811852, B32B 3/12, 2004

(57) 1. Конструктивний утеплювач, що містить зов-
нішню і внутрішню обшивки, між якими розміщено
теплоізолюючий елемент, який **відрізняється**

2

тим, що теплоізолюючий елемент виконано у ви-
гляді розміщеної в каркасі комірчастої структури,
шари якої утворені комірками прямокутної форми,
причому кожен шар наступного шару зміщено
відносно комірки прилеглого шару по ширині комі-
рки, довжина комірки b у напрямку руху теплового
потoku складає:

$$b = \frac{0,0408}{\sqrt[3]{\Delta T}},$$

де ΔT - різниця температур між зовнішньою і внут-
рішньою обшивками ($T_1 - T_2$) комірки
конструктивного утеплювача, а довжина комірки b
відноситься до висоти комірки H як 1:3.

2. Конструктивний утеплювач за п. 1, який **відріз-
няється** тим, що в основі комірок виконано пер-
фораційні отвори так, що в прилеглих шарах
останні зміщені один відносно одного.

Винахід належить до галузі будівництва та
промисловості будматеріалів і може бути викорис-
таний в будівництві та реконструкції житлових,
громадських, адміністративних, побутових, вироб-
ничих будинків для зниження теплових втрат че-
рез зовнішні стінові і світлопрозорі захисні кон-
струкції.

Відомі конструктивні утеплювачі [1, 2], які міс-
тять обшивку та теплоізолюючий елемент, що ви-
конано у вигляді виступів в формі усіченого конуса
і пірамід.

Низькі теплотехнічні властивості відомих тех-
нічних рішень обумовлені неоднорідністю констру-
кцій і виникненням у них конвективних потоків.

Найбільш близьким за технічною сутністю до
заявляемого утеплювача є конструктивний утеп-
лювач [3], що містить зовнішню і внутрішню обши-
вки, між якими розміщено теплоізолюючий еле-
мент, виконаний у вигляді тришарової структури,
крайні шари якої виконано з конструкційного бето-
ну, а середній шар - з теплоізолюючого великопо-
ристого бетону.

Недоліком відомого конструктивного утеплю-
вача є високий коефіцієнт теплопровідності та
неоднорідність конструкції.

Оскільки одним із кращих теплоізоляторів є
нерухоме повітря, то виникнення конвективних
потоків, утворених у порожнинах різної форми і
розмірів, не забезпечує умов для мінімального
перетікання тепла. Крім того, недоліками відомих
конструкцій є також низька експлуатаційна надій-
ність, вологонепроникність панелей, що з часом
призводить до кородування металевих елементів
панелі, складна форма внутрішніх конструктивних
елементів, що вимагає створення технологічного
оснащення для їхнього виготовлення, яке дороге
коштує.

В основу винаходу поставлено задачу ство-
рення конструктивного утеплювача, у якому розмі-
ри і форму комірок визначено за умов мінімально
допустимого впливу конвекції в об'ємі конструкції,
за рахунок чого досягається зниження теплових
втрат [4].

(13) C2

(11) 82999

(19) UA

Поставлена задача досягається тим, що в конструктивному утеплювачі, що містить зовнішню і внутрішню обшивки, між якими розміщено теплоізолюючий елемент, згідно з винаходом, теплоізолюючий елемент виконано у вигляді розміщеної в каркасі комірчастої структури, шари якої утворено комітками прямокутної форми, причому кожен комітку наступного шару зміщено відносно комітки прилеглого шару по довжині комітки, а довжина комітки b у напрямку руху теплового потоку складає:

$$b = \frac{0,0408}{\sqrt[3]{\Delta T}},$$

де ΔT - різниця температур між зовнішньою і внутрішньою обшивками (T_1 - T_2) комітки конструктивного утеплювача, а висота комітки H відноситься до довжини комітки b як 1: 3. Крім того, в основі коміток виконано перфораційні отвори так, що в прилеглих шарах останні зміщено один відносно одного.

Відмінні ознаки винаходу є загальними необхідними і достатніми, і, разом з ознаками обмежувальної частини, приводять до виконання технічного результату та вирішення поставленої задачі.

На Фіг.1,2 схематично подано запропонований конструктивний утеплювач. Конструктивний утеплювач містить зовнішню і внутрішню обшивки 1 і 2, між якими встановлено теплоізолюючий елемент. Теплоізолюючий елемент виконано у вигляді розміщеної в каркасі 3 комірчастої структури. Шари 4 структури утворено комітками 5 прямокутної форми з пластин - перегородок-екранів 6 розміщених по периметру з основою. Кожен шар являє собою вертикальний повітряний прошарок. В основах коміток 5 виконано перфораційні отвори 7 для видалення вологи. Кожен комітку 5 наступного шару 4 зміщено відносно комітки прилеглого шару 4 по ширині комітки, наприклад на 0,5 ширині. Довжина b комітки 5 відноситься до висоти комітки H , як 1: 3 і визначається з умови мінімально допустимого впливу конвекції в комітках 5

$$b = \frac{0,0408}{\sqrt[3]{\Delta T}},$$

Зниження потужності теплового потоку в конструктивному утеплювачі відбувається у такий спосіб. При зниженні температури зовнішнього повітря, зростає температурний перепад між зовнішньою і внутрішньою обшивками 1 і 2 конструктивного утеплювача. Тепловий потік, що збільшується, проходить через шари 4 коміток 5 стільникової структури теплоізолюючого елемента конструктивного утеплювача. Розміри і співвідношення складових частин теплоізолюючого елемента вибрані таким чином, щоб у них практично не виникала природна конвекція.

Для доказу відповідності оптимально вибраних співвідношень елементів запропонованого конструктивного утеплювача умовам мінімально допустимого впливу конвекції в об'ємі конструкції визначимо параметри і співвідношення між складовими елементами конструктивного утеплювача для теплової ізоляції стін розрахунковим методом.

В основі конструктивного утеплювача лежить вертикальний повітряний прошарок [5]. У кожному з вертикальних повітряних прошарків при різниці температур $\Delta T = T_1 - T_2$ формуються циркуляційні області. Висота комітки H відноситься до довжини комітки b як 1: 3. Оцінімо конструктивні співвідношення при різних значеннях чисел Релея (Ra), характеризуючих наявність природної конвекції:

$$Ra = Gr \cdot Pr = \frac{g}{T} \cdot \frac{b^3 \Delta T}{\nu^2} Pr, \quad (1)$$

де Gr - число Грасгофа, що характеризує піднімальну силу, яка виникає внаслідок різниці густин повітря, g - прискорення вільного падіння $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; ν - кінематична в'язкість повітря, $\nu = 12,86 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ при $T = 273 \text{ К}$; T - абсолютна середня температура повітря в комітках, K , Pr - число Прандтля, що характеризує фізичні властивості середовища, $Pr = 0,71$; ΔT - тепловий напір $\Delta T = T_1 - T_2$.

Конструктивний утеплювач може включати один чи декілька шарів, розміщених у каркасі 3 комірчастої структури. В усіх варіантах виконання розмір довжини комітки b визначається режимом мінімального впливу конвекції на теплоперенос конструкції.

Відповідно до норм [6] коефіцієнти тепловіддачі з зовнішньої і внутрішньої поверхонь обшивок приймаються відповідно $\alpha_1 = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, $\alpha_2 = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$. Для панельного будинку з декоративною поверхнею у вигляді листового конструктива, що знаходиться на певній відстані b (тобто утворюючого повітряний прошарок), має сенс введення ефективного теплопровідності ($\lambda_{\text{еф}}$), яка відбиває вплив конвективних потоків. Для вертикальних прошарків виконується залежність [5]:

$$\varepsilon = \frac{\lambda_{\text{еф}}}{\lambda} (Ra)$$

ε - відносна теплопровідність, λ - теплопровідність повітря $\lambda = 0,236 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$, $\lambda_{\text{еф}} - 1,5 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

При відношенні довжини комітки до її висоти

$$\dot{i} = \frac{b}{H} = 0,3 \text{ та числі Релея } Ra = 10^4 H$$

$$\varepsilon = 1,226 [5]. \text{ З рівняння (1) } b \text{ дорівнює:}$$

$$b^3 = \frac{Ra T \nu^2}{g Pr \Delta T}$$

Якщо підставити відомі величини ($Pr = 0,71$, $\nu = 12,86 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, $T = 263,15 \text{ К}$) у рівняння (2) одержимо:

$$b = \frac{0,0408}{\sqrt[3]{\Delta T}}$$

Ширина комітки B і товщина перегородок h визначаються жорсткістю конструкції. Загальну довжину L і ширину D укладеної в каркасі 3 стільникової структури теплоізолюючого елемента конструктивного утеплювача вибирають по кількості шарів коміток, виходячи з коефіцієнта опору теплопередачі, збереження міцності конструкції, а також технологічних можливостей споживача. При цьому $D = Z b$, де Z - кількість шарів у конструктивному утеплювачі.

При необхідності забезпечення вологопроникності конструктивного утеплювача в основах комірок теплоізолюючого елемента, які утворюють перекриття шарів, виконано перфораційні отвори для видалення вологи, що дифундує в комірчастий конструктивний утеплювач від внутрішньої стінової панелі. Волога, яка проходить від внутрішньої стінової панелі крізь перфораційні отвори до зовнішньої обшивки, видаляється через щілини між конструктивом і зовнішньою обшивкою. Діаметр перфораційних отворів не повинен перевищувати величини $a < 0,2b$ для збереження умов мінімального конвективного обміну. При цьому отвори 7 прилеглих шарів буде зміщено один відносно одного, оскільки кожному комірку 5 наступного шару 4 зміщено відносно комірки 5 прилеглого шару 4 по ширині комірки.

Комірчастий конструктивний утеплювач може бути виконано із сучасних полімерних матеріалів

вторинної переробки методами екструзії, пресування та ін. При цьому мінімальна товщина h перегородок дозволяє забезпечити мінімальні масогабаритні показники пристрою (малу вагу панелі). Крім того, для зниження променистого теплового потоку матеріал перегородок повинно бути виготовлено з додаванням алюмінієвої фарби або інших матеріалів, що відбивають тепловий потік. Зниження променистого теплообміну залежить від кількості перегородок-екранів, що формують комірки. Розташування перфораційних отворів для видалення вологи вибрано таким чином, щоб промениста енергія не поширювалася прямо від внутрішньої стінової панелі до зовнішнього облицювання.

В табл.1 наведені порівняльні теплоізоляційні характеристики стінових панелей, оснащених різними конструктивними утеплювачами

Таблица 1

№ п/п	Товщина шару утеплювача, L, мм	Опір теплопередачі шару утеплювача, R, $M^2K/Вт$	Питомі теплові втрати через стінові захисні конструкції g_i $Вт/м^2$	$T_1, ^\circ C$	$T_2, ^\circ C$	$T_3, ^\circ C$	Різниця температур між зовнішньою і внутрішньою сторонами конструктивного утеплювача $\Delta T, ^\circ C$	$-q = \frac{g_i}{g_1} \times 100\%$
1	-	0,95	45,1	14,8	-22,9	-	-	100
2	14,9	1,02	42,8	15,2	6,6	-14,0	20,6	95
3	20	3,6	11,9	18,6	16,6	-20,0	36,6	26
4	120	2,5	16,9	18,0	14,9	-18,9	33,8	37
5	102	5,65	7,6	19,1	17,6	-21,3	8,5	17

У табл. 2 подано такі варіанти:

- 1 варіант - стінова панель товщиною 0,35 м (теплопровідність матеріалу $\gamma=0,44 Вт/м^\circ C$);

- 2 варіант - стінова панель, що утеплюється ($D=0,35м$, $\gamma=0,44 Вт/м^\circ C$), що включає: повітряний невентильований прошарок, як утеплювач, ($b=14,5мм$) і зовнішнє облицювання;

- 3 варіант - стінова панель, що утеплюється ($D=0,35м$, $\gamma=0,44 Вт/м^\circ C$), яка включає конструктивний

утеплювач довжиною комірки $b=1,7мм$, зовнішню обшивку і вентильований повітряний прошарок для видалення вологи між ними;

- 4 варіант стінова панель, що утеплюється, ($D=0,35м$, $\gamma=0,44 Вт/м^\circ C$), яка включає: конструктивний утеплювач довжиною комірки $b=19,3мм$, зовнішнє облицювання і вентильований повітряний прошарок для видалення вологи між ними.

Таблица 2

№ п/п	b, мм	G, $Вт/м^2$	Загальні теплові втрати будинку Σq , кВт	$T_2, ^\circ C$	$T_{el}, ^\circ C$	$T_3, ^\circ C$	$\Delta T, ^\circ C$	q, %
1	-	45,1	341,5	-	-	-	-	100
2	14,5	24,9	188,5	-2,6	-	-21,6	19,0	55
3	1,7	12,8	97,67	8,3	-4,2	-22,4	12,5	29
4	19,3	9,9	74,96	10,9	0,8	-22,6	10,2	22

Порівняльні теплоізоляційні характеристики стінових панелей, оснащених різними конструктивними утеплювачами

Розшифровка позначень у таблицях 1 і 2 така:

T_1 - температура на зовнішній поверхні стінової панелі за спрямування теплового потоку від внутрішньої стінки до зовнішньої;

T_2 - температура на зовнішній поверхні повітряного прошарку за спрямування теплового потоку від внутрішньої стінки до зовнішньої T_1 ;

T_3 - температура на зовнішній поверхні повітряного прошарку у стіновій панелі за спрямування теплового потоку від внутрішньої стінки до зовнішньої (T_1);

$T_{\text{ст}}$ - температура зовнішньої поверхні першого шару конструктивного утеплювача за спрямування теплового потоку від внутрішньої стінки до зовнішньої (T_1);

q_i - питомі теплові втрати через огорожувальні конструкції, що розраховуються до кожного варіанту;

q_1 - питомі теплові втрати через огорожувальні конструкції для першого варіанту;

\bar{q} - відносні питомі теплові втрати через огорожувальні конструкції.

Джерела інформації:

1. Авторське свідоцтво СРСР №885487, Е 04С2\24, 1981.

2. Авторське свідоцтво СРСР №781291, Е 04С2\24, 1980.

3. Авторське свідоцтво СРСР №1698392, Е 04С2\24, БІ №46, 1991

4. Аркадьев Б.А. Приближенный расчет свободно-конвективного теплопереноса в прямоугольной области // Инженерно-физический журнал. - 1966. - № 5, Т 101. - с. 606-612.

5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - М.-Л.: "Енергія", 1964.

6. Будівельні норми і правила Н.3.-79**. Будівельна теплотехніка. Госстрой СРСР.-М.: ЦІТП Госстрою СРСР, 1986р.

