

## ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТОВЩИНИ ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ ІЗ ПОВНОТІЛОЇ ЦЕГЛИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ У ГІРСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Для розрахунку товщини цегляної стіни в СніП 2.01.01.82 приведені температурні параметри для Ужгорода. В даній статті використані параметри температури на 9-ти метеостанціях і 18 перехідних станціях обчислені за висотними коефіцієнтами і багаторічними спостереженнями в 1955-2005 роках.

**Ключові слова:** коефіцієнт теплопровідності матеріалу, термічний опір, зовнішня температура повітря, метеостанції, перехідні станції.

Теплопровідність матеріалу характеризується [3, 4] коефіцієнтом  $\lambda$  в ккал/м·год·град (Вт/м·град), що чисельно дорівнює витраті тепла за 1 годину через його шар товщиною 1 м і площею 1 м<sup>2</sup> при різниці температур  $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ .

Теплопровідність залежить від фізико-хімічної породи матеріалу і його структури (пористості). Якщо пористість більша, коефіцієнт теплопровідності буде меншим.

При стаціонарному режимі [3, 4] кількість тепла, ккал, яке проходить через шар сухого матеріалу товщиною  $\delta$ , м, площею 1 м<sup>2</sup> за 1 годину при різниці температур на протилежних поверхнях 1 град, називається коефіцієнтом теплопровідності даного шару  $K$  і визначається за формулою:

$$K = \frac{\lambda}{\delta}, \text{ ккал/м}\cdot\text{год}\cdot\text{град}. \quad (1)$$

Зворотна величина, яка показує опір проходженню тепла через матеріал, називається термічним опором,  $R$ , м<sup>2</sup>·год·град/ккал і визначається за формулою:

$$R = \frac{1}{K} = \frac{\delta}{\lambda}. \quad (2)$$

Для розрахунку необхідної товщини цегляної кладки з повнотілої цегли і штукатурки (складний розчин: вапно, пісок, цемент) стіни попередньо задаються: товщиною цегляної кладки товщиною 1.5 цегли ( $\delta_1 = 0.38\text{м}$ ) і товщиною штукатурки  $\delta_2$

= 0.015м (Рис.1.), а також коефіцієнтами  $\alpha_{\text{вн}}$ ,  $\alpha_3$ ;  $\alpha_{\text{вн}}$  – коефіцієнт теплосприйняття, ккал/м<sup>2</sup>·год·град (для внутрішніх стін  $\alpha_{\text{вн}} = 7.5$ ),  $\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження (для цегельних стін в зимових умовах  $\alpha_3 = 0.20$  ккал/м<sup>2</sup>·год·град).

Об’ємна вага матеріалів (повнотілої цегли і штукатурки) у сухому виді:

$$\gamma_{\text{о п.ц.}} = 1800 \text{ кг/м}^3, \quad \gamma_{\text{о шт.}} = 1700 \text{ кг/м}^3.$$

Коефіцієнти теплопровідності повнотілої цегли в умовах нормальної експлуатації

$$\lambda_{\text{п.ц.}} = 0.7 \text{ ккал/м}\cdot\text{год}\cdot\text{град},$$

$$\lambda_{\text{шт.}} = 0.8 \text{ ккал/м}\cdot\text{год}\cdot\text{град}.$$

Коефіцієнт теплосвоєння матеріалів, ккал/м<sup>2</sup>·год·град, визначають за формулою:

$$S = 0.51\sqrt{\lambda \cdot C \cdot \gamma} \quad (3)$$

де  $C$  – питома теплоємність матеріала, ккал/кг·град (для повнотілої цегли  $C_{\text{п.ц.}} = 0.21$ , для штукатурки  $C_{\text{шт.}} = 0.2$ ).

Підставивши значення в ф-лу (3) отримують:  $S_{\text{п.ц.}} = 8.13$  ккал/м<sup>2</sup>·год·град,  $S_{\text{шт.}} = 8.24$  ккал/м<sup>2</sup>·год·град.

Величину  $D$ , яка характеризує вид конструкції, визначають за формулою:

$$D = R_1 \cdot S_1 + R_2 \cdot S_2 + \dots + R_n \cdot S_n$$

або

$$D = \frac{1}{\alpha_{\text{зов.}}} + \frac{\delta_{\text{ц.}}}{\lambda_{\text{ц.}}} S_{\text{ц.}} + \frac{\delta_{\text{шт.}}}{\lambda_{\text{шт.}}} S_{\text{шт.}} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн.}}} \quad (4)$$

Підставивши значення в формулу (4) отримуюмо:

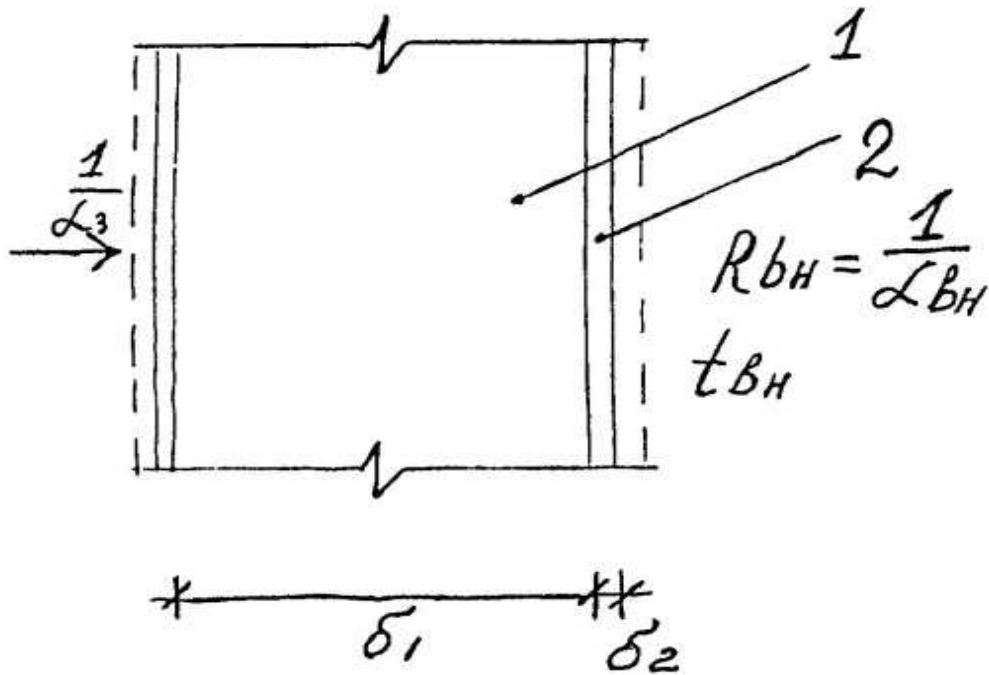


Рис.1. Схема кладки в 1.5 цегли внутрішньою штукатуркою:  
 1 – цегельна кладка,  $\delta_1 = 0.38\text{м}$ ;  
 2 – штукатурка,  $\delta_2 = 0.015\text{м}$ .

$$D = \frac{0.38}{0.7} \cdot 8.13 + \frac{0.015}{0.8} \cdot 8.24 = 4.56.$$

Згідно СніП II-A.7-71 при  $D \leq 1.5$  – конструкція легкої масивності;  
 при  $1.5 \leq D \leq 4$  – конструкція малої масивності;  
 при  $4 \leq D \leq 7$  – конструкція середньої масивності;  
 при  $D > 7$  – конструкція масивна.

У відповідності ступені масивності при визначенні  $R^{нотр}$  розрахункову температуру зовнішнього повітря приймають:

- для легких конструкцій – середню температуру найбільш холодної доби;
- для масивних – середню температуру найбільш холодної п'ятиденки;
- для конструкцій середньої масивності – середню з двох приведених температур:

$$t_{сер.} = \frac{t_{x.d.} + t_{x.5.d.}}{2}. \quad (5)$$

Обчислюють товщину стіни для житлових будинків, за нормативною внутрішньою температурою  $t_{вн.} = +18^\circ\text{C}$  (СніП II-A.7-71).

Згідно СніП 2.01.01.82 для Ужгорода характерні такі температурні дані:

$$t_{x.d., 0.98} = -24^\circ\text{C}, \quad t_{x.d., 0.92} = -22^\circ\text{C},$$

$$t_{x.5.d., 0.98} = -20^\circ\text{C}, \quad t_{x.5.d., 0.92} = -18^\circ\text{C}.$$

Тоді розрахункова температура згідно формули (5) буде:

$$t_{сер., 0.98} = \frac{-24 + -20}{2} = -22^\circ\text{C},$$

$$t_{сер., 0.92} = \frac{-22 + -18}{2} = -20^\circ\text{C}.$$

Загальний опір теплопередачі багатошарових огорожень визначають за формулою:

$$R_o = R_{вн.} + \sum \left( \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_{зовн.}} \right) \quad (6)$$

Підставивши дані у формулу (6) визначають  $R_o$  для Ужгорода:

$$R_o = 0.743 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град} / \text{ккал}.$$

Потрібний термічний опір для житлових будинків згідно санітарно-гігієнічних вимог обчислюють за формулою:

$$R_{нотр.} = \frac{n(t_{вн.} - t_{зовн.розр.})}{\Delta t^H \cdot \alpha_{вн.}}, \quad (7)$$

де  $n$  – коефіцієнт, який залежить від розміщення зовнішньої поверхні огороження (для стін  $n = 1$ );

$\Delta t^H$  – нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні стіни ( $\Delta t^H = 6^\circ\text{C}$ ) (за СніП II-A.7-71).

Згідно формули (7) проводять обчислення  $R_{\text{потр}}$  за даними СніП 2.01.01.82 для Ужгорода:

$$R_{0.98}^{\text{номп.}} = \frac{1(18 + 22)}{6 \cdot 7.5} = 0.888 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град} / \text{кка},$$

$$R_{0.92}^{\text{номп.}} = \frac{1(18 + 20)}{6 \cdot 7.5} = 0.844 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град} / \text{ккал}.$$

З обчислень видно, що  $R_{\text{потр}} > R_{\text{розр}}$ , тобто товщина стіни з повнотілої цегли 0.38 м недостатня.

Із формули (6) визначимо значення  $\delta_1$  необхідну товщину кладки із повнотілої цегли із забезпеченням 0.98 і 0.92, прийнявши товщину штукатурки  $\delta_2 = 0.015$  м.

$$\delta_{1, \text{заб.}0.98} = (R_{\text{заб.}0.98}^{\text{номп.}} - 0.203) \cdot 0.7, \quad (8)$$

$$\delta_{1, \text{заб.}0.92} = (R_{\text{заб.}0.92}^{\text{номп.}} - 0.203) \cdot 0.7. \quad (9)$$

Отримуємо для Ужгорода:  $\delta_{1, 0.98} = 0.479$  м,  $\delta_{1, 0.92} = 0.449$  м.

В зв'язку з відсутністю температурних даних в СніП 2.01.01.82 і ДБН В.1.2-2:2006 для інших населених пунктів Закарпатської області, використовують температурні параметри 9-ти метеостанцій і 18 перехідних станцій, які обчислені за висотно-температурними коефіцієнтами [1, 2]. Дані обчислень товщини цегляної кладки із повнотілої цегли за формулами (8, 9) подані в таблиці 1, згідно якої побудовано графік залежності товщини кладки зовнішніх стін із повнотілої цегли забезпеченістю 0.92, 0.98 в залежності від розміщення метеостанцій (перехідних станцій) над рівнем Балтійського моря (рис.2).

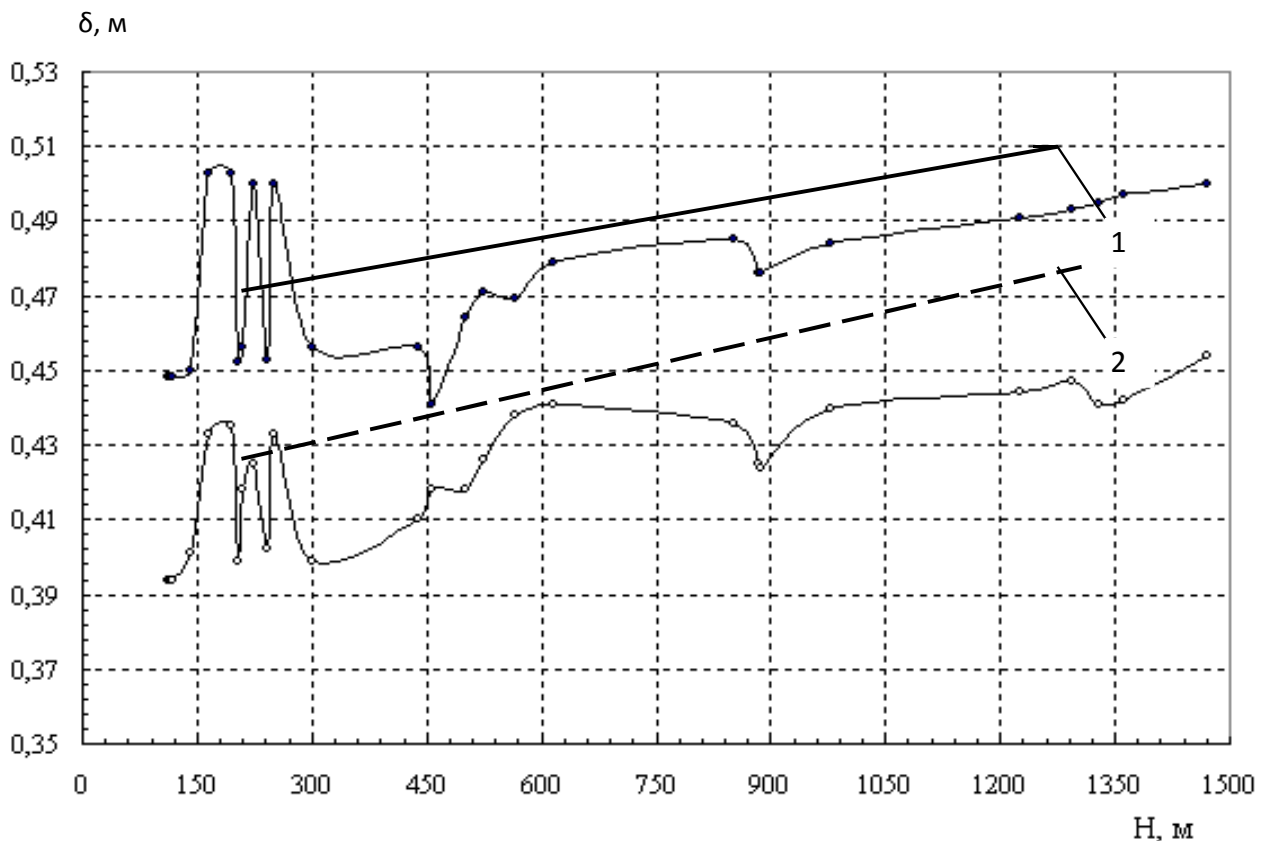


Рис.2. Графік залежності товщини стін з повнотілої цегли від розміщення житла над рівнем Балтійського моря в Українських Карпатах: 1 – із забезпеченістю 0.98  $\delta_{1-27, \text{заб.}0.98} = (R_{a,0.98}^{\text{номп.}} - 0.203) \cdot 0.7$ ; 2 – із забезпеченістю 0.92  $\delta_{1-27, \text{заб.}0.92} = (R_{a,0.92}^{\text{номп.}} - 0.203) \cdot 0.7$ ; де 1 – ст.Берегово, 27 – ст.Полонина Рівна.

Таблиця 1

**Результати обчислення товщини зовнішньої стіни житлових будинків із повнотілої цегли за даними температурних параметрів метеостанцій і перехідних станцій Закарпатської області за спостереженнями 1955-2005 років**

№ п/п	Назва метеостанцій і перехідних станцій	Висота над рівнем Балтійського моря, м	Температура найбільш холодної доби із забезпеченістю 0.98, °С	Температура найбільш холодної доби із забезпеченістю 0.92, °С	Температура найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю 0.98, °С	Температура найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю 0.92, °С	Середня температура найбільш холодної доби і найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю 0.98, °С	Середня температура найбільш холодної доби і найбільш холодної п'ятиденки із забезпеченістю 0.92, °С	$R_{0.98}$ , м <sup>2</sup> ·год·град/ккал	$R_{0.92}$ , м <sup>2</sup> ·год·град/ккал	Товщина цегляної кладки для огородження із забезпеченістю 0.98, δ, м	Товщина цегляної кладки для огородження із забезпеченістю 0.92, δ, м
1.	Берегово	113	-22	-18	-18	-15	-20	-16.5	0.844	0.766	0.448	0.394
2.	Ужгород	114.6	-22	-18	-18	-15	-20	-16.5	0.844	0.766	0.448	0.394
3.	Мукачево	116.5	-22	-18.01	-18.01	-15	-20	-16.5	0.844	0.766	0.448	0.394
4.	Перечин	142	-22.29	-18.87	-18	-15	-20.1	-16.94	0.846	0.776	0.450	0.401
5.	Хуст	166	-27	-22	-20	-16	-23.5	-19	0.922	0.822	0.503	0.433
6.	Буштино	195.8	-26.86	-21.96	-20	-16.2	-23.43	-19.08	0.920	0.824	0.503	0.435
7.	Свалява	203.5	-22.45	-18.69	-18	-15	-20.22	-16.85	0.849	0.774	0.452	0.399
8.	В.Березний	209	-23	-21	-18	-15	-20.5	-18	0.855	0.800	0.456	0.418
9.	Бедевля	225.2	-26.71	-21.92	-20	-16.04	-23.35	-18.98	0.918	0.810	0.500	0.425
10.	Поляна	242	-22.65	-18.99	-18	-15	-20.32	-17.0	0.851	0.777	0.453	0.402
11.	Діброва	250	-26.59	-21.89	-20	-16.05	-23.29	-18.97	0.918	0.821	0.500	0.433
12.	г.Глибока	301.1	-22.35	-18.18	-18.61	-15.45	-20.48	-16.82	0.855	0.773	0.456	0.399
13.	Разхів	438	-23	-20	-18	-15	-20.5	-17.5	0.855	0.788	0.456	0.410
14.	Міжгір'я	456	-22	-21	-17	-15	-19.5	-18	0.833	0.800	0.441	0.418
15.	Н.Ворота	500	-24	-21	-18	-15	-21	-18	0.866	0.800	0.464	0.418
16.	г.Свалявка	525	-23.25	-21.29	-19.17	-15.88	-21.47	-18.58	0.877	0.812	0.471	0.426
17.	г.Чорна Гора	565	-25.97	-22	-20.69	-16.69	-23.33	-19.34	0.874	0.829	0.469	0.438
18.	Н.Студений	615	-25	-22	-19	-17	-22	-19.5	0.888	0.833	0.479	0.441
19.	Ужоцький перевал	852	-23.54	-21.63	-20.52	-16.88	-22.03	-19.25	0.896	0.827	0.485	0.436
20.	г.Дарвайка	883	-23.50	-20.99	-19.99	-16.49	-21.74	-18.74	0.883	0.810	0.476	0.425
21.	г.Хмелів	887	-23.50	-21.01	-20	-16.51	-21.74	-18.76	0.883	0.816	0.476	0.429
22.	г.Маковиця	978	-23.61	-21.71	-20.85	-17.13	-22.23	-19.42	0.894	0.831	0.484	0.440
23.	г.Мокра	1225	-23.88	-21.76	-21.53	-17.64	-22.70	-19.7	0.904	0.837	0.491	0.444
24.	г.Угорська	1294	-23.95	-21.91	-21.84	-17.88	-22.90	-19.9	0.908	0.842	0.493	0.447
25.	г.Плай	1330	-24	-22	-22	-17	-23	-19.5	0.911	0.833	0.495	0.441
26.	г.Кук	1361	-24.07	-22.03	-22.17	-17.07	-23.12	-19.55	0.913	0.834	0.497	0.442
27.	г.Полонина Рівна	1470	-24	-22.17	-22.67	-18.5	-23.33	-20.34	0.918	0.852	0.500	0.454

## Висновки

1. Цегляна кладка стін з повнотілої цегли для житлових будинків у населених пунктах Закарпатської області товщиною 0.38 м (1.5 цегли) з міркувань втрат тепла через огороження недостатня, максимальна товщина стін із забезпеченістю – 0.92 – 0.454 м, 0.98 – 0.500 м (тобто 2 цегли).

2. Із збільшенням висоти над рівнем Балтійського моря товщина стін з повнотілої цегли для житлових будинків збільшується.

3. Зменшити товщину стінок з міркувань тепловтрат через огороження можна за рахунок матеріалів, в яких коефіцієнт теплопровідності менший, наприклад при застосуванні пустотілої цегли з  $\lambda = 0.45$

ккал/м·год·град, потрібна мінімальна товщина стіни з пустотілої цегли в Берегові  $\delta_{0,98} = 0.227\text{м}$ ,  $\delta_{0,92} = 0.207\text{м}$ , на г.Полонина Рівна  $\delta_{0,98} = 0.240\text{м}$ ,  $\delta_{0,92} = 0.211\text{м}$ ,  $\delta_{\text{розр.}} = 0.458\text{м}$ .

4. В СніП 2.01.01.82 і ДБН В.1.2-2:2006 наведені дані температурних параметрів тільки для Ужгорода, які завищені від обчислених за висотними коефіцієнтами за спостереженнями на метеостанціях у 1955 – 2005 роках.

5. За нормативні для метеостанцій і перехідних станцій слід приймати параметри обчислені за температурно-висотними коефіцієнтами за спостереженнями 1955 – 2005 років.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кінаш Р.І. Методика визначення параметрів будівельної кліматології для населених пунктів, вершин і перевалів Закарпатської області / Кінаш Р.І., Гук Я.С. – Львів: Problems of the Technical Meteorology, 22-26 may, 2006. – 2006. – P.50-56.
2. Kinash Roman Technique of Determination the Parameters of snowloads for Towns, peaks and Passes of Carnation region / Kinash R.I., Huck J.S. – Canada: Snow Engineering VI, June 1-5, 2008. – P.121-128.
3. Лавриков Н.Н. Теплотехника. – М., 1985. – 432с.
4. СНИП II-A. 7-71, Строительная теплотехника. Нормы проектирования / - М.: Стройиздат, 1985. – 35с.

R.I. Kinash<sup>1</sup>, Ya.S. Huck<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National University “Lviv Polytechnika”, S. Bandery st., 12, 79013, Lviv

<sup>2</sup>Uzhgorod National University, Pidhirna st., 46, 88000, Uzhgorod

## ТHERMOTECNICAL CALCULATION OF EXTERNAL WALL THICKNESS MADE OF BRICK FOR CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL HOUSES IN MOUNTAIN AREAS OF TRANSCARPATHIAN REGION

To calculate the thickness of the brick wall in SNIP 2.01.01.82 shows temperature settings for Uzhgorod. In this paper, the values of temperature at 9 meteorological stations and 18 transit stations calculated by high-rise and long-term coefficients and observations in the years 1955-2005.

**Keywords:** thermal conductivity of the material, thermal resistance, ambient temperature air, weather station, transient station.

Р.И. Кинаш<sup>1</sup>, Я.С. Гук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный университет “Львовская политехника”, ул. С. Бандеры, 12, 79013, Львов

<sup>2</sup>Ужгородский национальный университет, ул. Пидгирна, 46, 88000, Ужгород

## **ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ ИЗ ПОЛНОТЕЛОГО КИРПИЧА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЫХ ДОМОВ В ГОРНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ЗАКАРПАТСКОЙ ОБЛАСТИ**

Для расчета толщины кирпичной стены в СНиП 2.01.01.82 использованы температурные параметры для Ужгорода. В этой статье использованы параметры температуры на 9-ти метеостанциях и 18-ти переходных станциях, которые рассчитаны по высотным коэффициентам за данными многолетних наблюдений в 1955-2005 годах.

**Ключевые слова:** коэффициент теплопроводности материала, термическое сопротивление, внешняя температура воздуха, метеостанции, переходные станции.