

Исследование изменения теплового режима наружных ограждений в зимний период в условиях резкого потепления

И.Н. Фурсова

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Для региона Юга России характерны скачкообразные изменения температуры в зимний период. В нормативной литературе рассматривается преимущественно стационарный тепловой режим. Не достаточно исследовано как будет влиять на тепловой режим наружных ограждающих конструкций резкое увеличение наружной температуры. В статье рассматривается динамическое изменение распределения температур наружных ограждающих конструкций для условий резкого потепления в зимний период на примере ограждающих конструкций, выполненных из различных материалов.

Ключевые слова: нестационарный тепловой режим, наружная ограждающая конструкция, распределение температур, зимние условия.

Для региона Юга России характерны скачкообразные изменения температуры в зимний период. В нормативной литературе рассматривается преимущественно стационарный тепловой режим. Не достаточно исследовано как будет влиять на тепловой режим наружных ограждающих конструкций резкое увеличение наружной температуры [1,2]. В статье рассматривается динамическое изменение распределения температур наружных ограждающих конструкций для условий резкого потепления в зимний период на примере ограждающих конструкций, выполненных из различных материалов.

Уравнение теплопроводности, описывает изменение температурных полей с течением времени для одномерного случая [3]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = 3,6 \frac{\lambda}{c\rho} \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}.$$

Используя метод конечных разностей, можно заменить дифференциал конечными приращениями:

$$\frac{\Delta t}{\Delta z} = a \frac{\Delta^2 t}{\Delta x^2}$$

a – коэффициент температуропроводности определяется:

$$a = 3,6\lambda / c\rho$$

$$t_{n,z+1} = t_{n,z} + a\Delta z \frac{(t_{n+1,z} + t_{n-1,z} - 2t_{n,z})}{\Delta x^2}$$

Определить температуры на поверхности можно из условия теплового баланса, сумма теплоты от поверхности уходящей и приходящей равны нулю:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

Тогда для температуры внутренней поверхности [4]:

$$t_{1,z+1} = \left(\alpha_6 t_6 + \frac{\lambda t_{2,z}}{\Delta x} \right) / \left(\alpha_6 + \frac{\lambda}{\Delta x} \right)$$

Поведем численный эксперимент, воспользовавшись методом конечных разностей для решения уравнения теплопроводности [5]. С помощью численного эксперимента выполнила два расчета.

Расчет 1. Принимаем, что до момента скачкообразного повышения конструкция находилась в стационарных условиях с температурой наружного воздуха равной среднемесячной самого холодного месяца. В момент повышения она увеличилась до $t_n = +2^\circ C$.

На приведенном рисунке видно, что внутри стены с течением времени образуется область с температурами ниже температуры наружного воздуха. Минимум температур с течением времени сглаживается и смещается в сторону внутренней поверхности ограждения.

Расчет 2. Принимаем, что до момента скачкообразного повышения $t_n = -5^\circ C$ конструкция находилась в стационарных условиях с температурой наружного воздуха равной среднемесячной самого холодного месяца. В момент повышения она увеличилась до $t_n = +2^\circ C$.

Результаты расчетов представлены на рис. 1,2 для наружной стены, выполненной из кирпичной кладки. На рисунках представлено изменение распределения температуры внутри однослойной ограждающей конструкции, выполненной из кирпичной кладки.

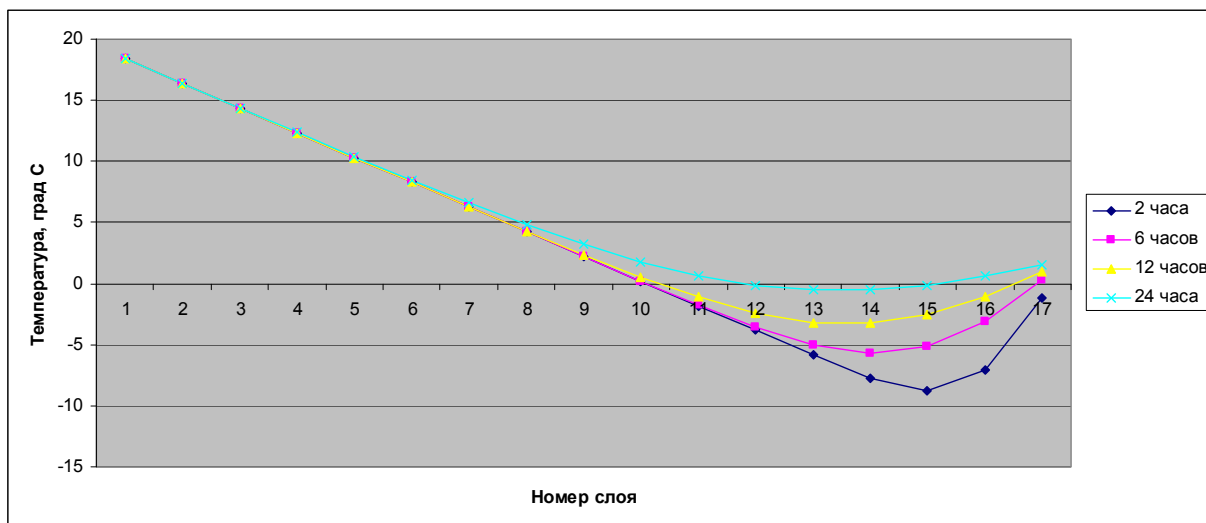


Рис.1. - Распределение температур в стене из кирпичной кладки для расчета 1 (через 2, 6, 12, 24 часа).

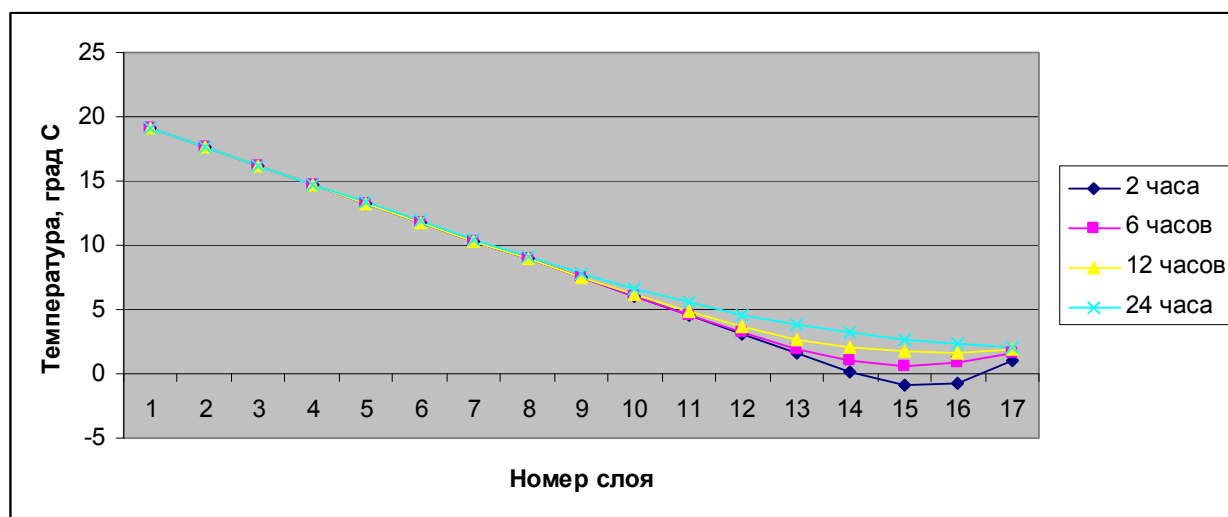


Рис.2. - Распределение температур в стене из кирпичной кладки для расчета 2 (через 2, 6, 12, 24 часа).

По результатам, представленным в таблице видно, что продолжительность существования в конструкции зоны с температурой ниже температуры наружной поверхности зависит от теплофизических свойств

материалов наружной стены. Происходящий процесс возник из-за влияния массивности на максимальный тепловой поток [6,7], полученные результаты согласуются с работами [8,9,10].

Таблица

Тепловой поток в ограждающей конструкции от наружной поверхности

№ п/п	Материал	Плотность, кг/м ³	Продолжительность теплового потока от наружной поверхности, час		Относительная продолжительность, %
			Расчет 1	Расчет 2	
1.	Кирпич	1800	52	16	100
2.	Газобетон	400	26	8	50
3.	Керамзитобетон	800	11	3	20

Одновременное существование тепловых потоков в стене от внутренней и наружной поверхностей навстречу друг другу увеличивает скорость прогрева стены и переход в стационарный тепловой режим. При этом может приводить к движению водяного пара от обеих поверхностей внутрь стены, что может резко увеличить количество влаги в конструкции и негативно повлиять на эксплуатационные свойства ограждения. Исследование, посвященное изменения влажностного режима наружного ограждения в условиях резкого потепления в зимний период, необходимо для анализа изменения количества влаги способной сконденсироваться.

Литература

1. Руденко Н.Н., Фурсова И.Н. Влияние нестационарных тепловых условий на определение термического сопротивления ограждения // Инженерный вестник Дона, 2013, №4
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2079/.



2. Фурсова И.Н., Капралов А.А. Алгоритм исследования плотности теплового потока через ограждение при нестационарных тепловых условиях // Материалы Международной научно-практической конференции «Строительство-2013». - Ростов н/Д: РГСУ, 2013. С.87-88.
 3. Богословский В.Н. Строительная теплофизика / В.Н. Богословский. –М.: «Высшая школа», 1970. -348 с.
 4. Фурсова И.Н., Терезников Ю.А. Исследование влияния температуры внутреннего воздуха на распределение температуры поверхности тёплого пола // Инженерный вестник Дона, 2013, № 2 (часть 2) URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1700/.
 5. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. М.: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1963. 400 с.
 6. Руденко Н.Н., Волошановская И.Н. Влияние массивности на максимальный тепловой поток. Материалы Международной научно-практической конференции «Строительство-2001».-Ростов н/Д: РГСУ, 2001. – 84-87 с.
 7. Дьяченко А.С., Руденко Н.Н Исследование и моделирование динамики потерь тепла // Инженерный вестник Дона, 2017, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4105/.
 8. Ulgen K. Experimental and theoretical investigation of effects of wall's thermo physical properties on time lag and decrement factor // Energy and Buildings. 2002. №34. pp. 273-278.
 9. Asan H., Sancaktar Y.S. Effects of wall's thermophysical properties on time lag and decrement factor // Energy and Buildings. 1998. №28, pp. 159-166
 10. Asan H. Numerical computation of time lags and decrement factors for different building materials // Building and Environment. 2006 №41. pp. 615-620.
-



References

1. N.N. Rudenko, I.N. Fursova. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_84_Rudenko.pdf_2079.pdf
2. I.N. Fursova, A.A. Kapralov Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Stroitel'stvo-2013». Rostov n/D. RGSU, 2013. 88 p.
3. V.N. Bogoslovskij. Teplovoj rezhim zdaniya [Thermal conditions of the building]. M.: Strojizdat, 1979. 248 p.
4. I.N. Fursova, J.A. Tereznikov Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 2 (часть 2). URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1700
5. B.P. Demidovich., I.A. Maron., E.Z. Shuvalova. Chislennye metody analiza [Numerical methods of analysis]. M.: Gos. izd. Fiz.-mat. lit., 1963. 400 с.
6. Rudenko N.N., Voloshanovskaya I.N., Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Stroitel'stvo-2001». Rostov n/D. RGSU, 2001. 87 p.
7. A.S. Djachenko, A.C, N.N. Rudenko Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4105
8. Ulgen K. Energy and Buildings. 2002. №34. pp. 273-278.
9. Asan H., Sancaktar Y.S. Energy and Buildings. 1998. №28, pp. 159-166
10. Asan H. Building and Environment. 2006 №41. pp. 615-620.