

РАСЧЕТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПУСТОТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ КИРПИЧЕЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS**Фаткулина-Яськова Л. М.,****научный руководитель проф. д-р техн. наук Назиров Р. А.*****Сибирский федеральный университет***

Широко распространенным и эффективным методом теоретического исследования теплопроводности капиллярно-пористых материалов является принцип обобщенной проводимости, основывающийся на аналогии между дифференциальными уравнениями потока тепла и массы, электрического тока, магнитной и электрической индукции. Определение теплопроводности с использованием подобных методов не дают наглядного представления о процессах теплопередачи и теплораспределения в материале и в то же время требуют длительного времени для получения достоверных результатов. Наиболее эффективным способом определения теплотехнических характеристик составов и исследования их свойств является способ рассмотрения реальной структуры материала, ее моделировании и расчет в программных комплексах, основывающихся на методе конечных элементов. Расчеты по определению основных теплотехнических параметров материалов позволяют выполнить такие программные комплексы, как ANSYS. Используя подобные специализированные программные средства можно с успехом проектировать многокомпонентные составы строительных материалов с заданными строительно-техническими свойствами.

Решение материаловедческих задач с использованием принципа обобщенной проводимости оказывается наиболее эффективным, если оно сопровождается рассмотрением структуры материалов. Для пустотных керамических кирпичей это означает необходимость изучения свойств материала кирпича и заполнителя, свойств и размеров полостей в кирпиче, их количество и положение к направлению теплового потока; оценку влияния кондуктивной, конвективной и радиационной составляющих на эффективную теплопроводность кирпича. Учет всех этих факторов, а также значительная их вариабельность обуславливает значительные трудности теоретического анализа и математического описания тепловых потоков в многокомпонентных строительных материалах. Почти все полученные к настоящему времени соотношения, основаны на некотором упрощении физической картины переноса тепла и идеализированном представлении о структуре материала.

В качестве рассматриваемых примеров для расчета в программном комплексе ANSYS были использованы характеристики керамических кирпичей, представленные в [1] (модели 1-5, 7-8) и модифицированная на основе примеров из [1] модель 6. Модели кирпичей задавались в натуральных размерах в программном комплексе AutodeskAutoCAD и переносились в программный комплекс ANSYS, где и производились основные расчеты.

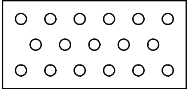
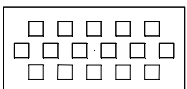
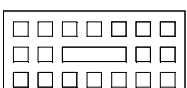
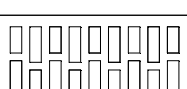
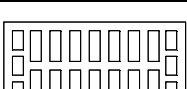
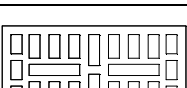
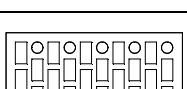

На противоположных сторонах каждого кирпича задавались граничные условия третьего рода, характеризующие закон конвективного теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой при постоянном потоке тепла.

Зная q , δ и средние температуры на «горячей» T_h и «холодной» T_c поверхности, коэффициент теплопроводности кирпича можно рассчитать по формуле:

$$\lambda = \frac{q\delta}{T_h - T_c}. \quad (1)$$

В таблице 1 представлены основные показатели и результаты расчетов керамических пустотных кирпичей в программном комплексе ANSYS.

Таблица 1 - Основные показатели и результаты расчетов керамических пустотных кирпичей в программном комплексе ANSYS

№ п/п	Изображение	Толщина δ , м	Пустотность, %	Температура на холодной поверхности и кирпича t_x , °C	Температура на теплой поверхности и кирпича t_t , °C	Тепловой поток на холодной поверхности и кирпича q_x , Вт/м ²	Тепловой поток на теплой поверхности и кирпича q_t , Вт/м ²	Средний тепловой поток $q_{ср}$, Вт/м ²	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м°С)	$\frac{\lambda_{min}}{\lambda_{max}}$
1		0,25	10,0	-35,98	10,36	92,49	92,49	92,49	$\lambda = \frac{92,49 \times 0,25}{10,36 - (-35,98)} = 0,499$	0,992
		0,12		-33,35	3,42	153,93	153,93	153,93	$\lambda = \frac{153,93 \times 0,12}{3,42 - (-33,35)} = 0,503$	
2		0,25	21,3	-36,62	12,08	78,79	79,18	79,99	$\lambda = \frac{79,99 \times 0,25}{12,08 - (-36,62)} = 0,411$	0,981
		0,12		-34,29	5,93	135,50	134,41	134,96	$\lambda = \frac{134,96 \times 0,12}{5,93 - (-34,29)} = 0,403$	
3		0,25	30,0	-36,93	12,88	74,09	74,56	74,33	$\lambda = \frac{74,33 \times 0,25}{12,88 - (-36,93)} = 0,373$	0,836
		0,12		-35,27	8,49	113,36	114,24	113,80	$\lambda = \frac{113,8 \times 0,12}{8,49 - (-35,27)} = 0,312$	
4		0,25	36,0	-37,76	15,06	55,13	56,15	55,64	$\lambda = \frac{55,64 \times 0,25}{15,06 - (-37,76)} = 0,263$	0,760
		0,12		-34,88	7,46	120,74	123,13	121,94	$\lambda = \frac{121,94 \times 0,12}{7,46 - (-34,88)} = 0,346$	
5		0,25	37,2	-37,80	15,20	53,97	54,76	54,37	$\lambda = \frac{54,37 \times 0,25}{15,2 - (-37,8)} = 0,256$	0,740
		0,12		-34,95	7,63	122,50	122,63	122,57	$\lambda = \frac{122,57 \times 0,12}{7,63 - (-34,95)} = 0,345$	
6		0,25	38,1	-37,67	14,83	57,28	57,97	57,63	$\lambda = \frac{57,63 \times 0,25}{14,83 - (-37,67)} = 0,274$	0,955
		0,12		-35,57	9,28	106,86	107,76	107,31	$\lambda = \frac{107,31 \times 0,12}{9,28 - (-35,57)} = 0,287$	
7		0,25	39,8	-37,73	15,02	55,41	56,60	56,01	$\lambda = \frac{56,01 \times 0,25}{15,02 - (-37,73)} = 0,265$	0,875
		0,12		-35,37	8,77	111,18	111,55	111,37	$\lambda = \frac{111,37 \times 0,12}{8,77 - (-35,37)} = 0,303$	
8		0,25	44,6	-37,89	15,43	50,76	52,49	51,63	$\lambda = \frac{51,63 \times 0,25}{15,43 - (-37,89)} = 0,242$	0,976
		0,12		-35,93	10,21	94,72	96,32	95,52	$\lambda = \frac{95,52 \times 0,12}{10,21 - (-35,93)} = 0,248$	

На основании полученных данных можно оценить показатели кирпичей (температуры на поверхностях, коэффициент теплопроводности) в зависимости от их положения по отношению к направлению теплового потока. Например, при соотношении пустотности и отношения $\lambda_{\min}/\lambda_{\max}$ (рисунок 1) можно отметить, что при наличии пустот, равномерно расположенных как в направлении «вдоль» и «поперек» движению теплового потока, наблюдаются наиболее приемлемые показатели.

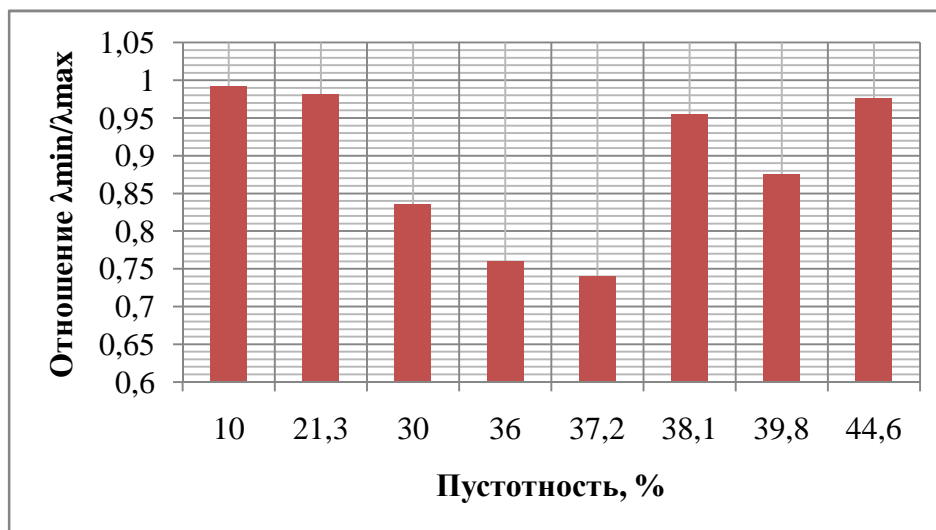


Рисунок 1 - Соотношении пустотности и отношения $\lambda_{\min}/\lambda_{\max}$

При отношении $\lambda_{\min}/\lambda_{\max}$ более 0,9 наиболее лучшие характеристики отмечены у кирпичей с небольшой пустотностью (кирпичи №1 и №2) и кирпичи, пустотность которых более 38 % (кирпичи №6 (модифицированный) и № 8).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТО 00044807-001-2006 Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. Введ. 01.03.2006. – Москва :РОИС, 2006. – 67 с.
2. Лыков, А.В. Тепломассообмен : справочник / А. В. Лыков. – М : «Энергия», 1971. – 550 с.