

Рис. 2. План района с сетью газопроводов низкого давления

Предлагаемая методика определения путевых расходов газа позволяет выполнять расчеты газораспределения потоков по участкам сети с наибольшей степенью вероятности. Гидравлический расчет, выполняемый с учетом определения путевых расходов газа новым способом, дает соответствующие действительности резуль-

таты с максимальным приближением к реальным условиям, что позволяет обеспечить потребителям необходимым расходом газа с допустимыми давлениями.

Некоторые сложности вычислений по новой методике легко устраняются с применением программы Microsoft Excel.

Список литературы

1. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. М.: Госстрой, 2003.
2. Пешехонов В. И. Проектирование газоснабжения (Примеры расчета). Киев: Будівельник, 1970.
3. Чеботарев В. И., Бударь Ю. В., Самонин С. С. Дипломное проектирование по газоснабжению. Ростов-на-Дону, 1999.

© М. А. Озеров, Т. В. Ефремова

Ссылка для цитирования:

Озеров М. А., Ефремова Т. В. Новая методика определения путевых расходов газа при гидравлическом расчете кольцевых сетей низкого давления // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2016. № 1-2 (15-16). С. 59-63.

УДК 536.24

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ БЕТОНА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ НА ОБРАЗЦАХ ШАРОВОГО И ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО СЛОЯ

А. Г. Бойков

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Рассмотрена возможность определения теплопроводности бетона в лабораторных условиях на образцах шарового и цилиндрического слоя в упорядоченном тепловом режиме плотностью $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$, при температуре воздуха $T_{\text{воз.}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ и внутренней мощности нагревателя $Q = 20 \text{ Вт}$.

Ключевые слова: теплопередача, теплопроводность, упорядоченный режим.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE CONCRETE'S THERMAL CONDUCTIVITY IN THE LABORATORY ON SAMPLES OF SPHERICAL AND CYLINDRICAL LAYER

A. G. Boykov

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

The possibility was discovered of determining the thermal conductivity of the concrete in the laboratory on samples of a spherical and cylindrical layer in an ordered thermal mode density $\rho = 2000 \text{ kg / m}^3$ of air temperature $T_{\text{voz.}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, and the internal heater power $Q = 20 \text{ watts}$.

Keywords: heat transfer, thermal conductivity, an orderly mode.

Первый образец, выполненный в форме пустотелого шара из двух половинок, подвешивался на нити к потолку лаборатории. Находясь в воздухе без каких-либо твердых контактов, он входил в упорядоченный тепловой режим уже через 20 минут прогрева шарового слоя. Хромель-копелевые термопары диаметром провода 0,2 мм располагались, как показано на рис. 1, в экваториальной части шара. Это позволило считать температуру на поверхности $t_{п2}$ средней температурой. (Предварительные исследования показали, что температуры на «полюсах»

шаровых поверхностей отличались от «экваториальной» на незначительную величину.)

На схеме: $R_1 = 0,0185$ м; $R_{цп} = 0,0485$ м; $R_2 = 0,069$ м; $t_{п1}$, $t_{цп}$, $t_{п2}$ – соответствуют местам закладки термопар; Т – точка подвески шарового образца, предварительно помещенного в капроновую сетку из тонких нитей; Н – нихромовый нагреватель в керамических бусинках, плотно укладываемый внутри объема радиуса R_1 ; Л – выход провода нагревателя к ЛАТРу, регулятору напряжения, ваттметру, сети; П – вывод термопар к потенциометру.

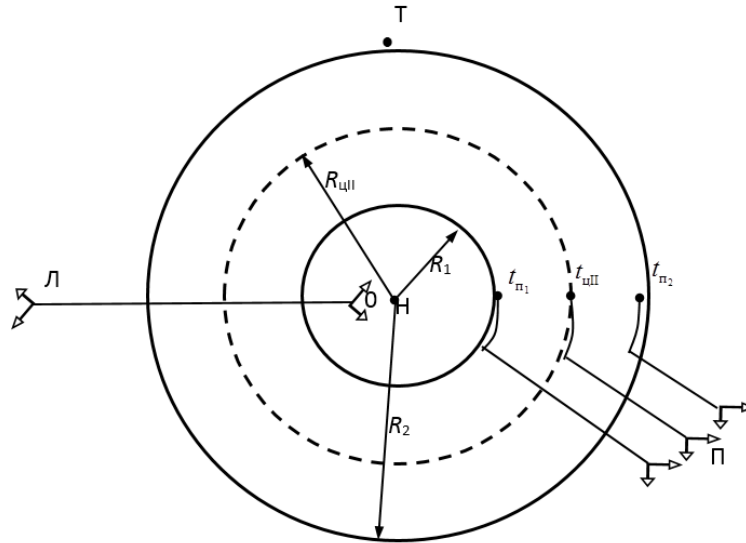


Рис. 1. Схема шарового слоя

Таблица 1

Результаты теплофизического эксперимента с образцом шарового слоя

τ	10	20	30	40	50	60	70	80	90	220	230	240	250
$t_{п2}$	21	24	27,5	30	32	34	36	37,5	39	45,5	45,5	45,5	45,5
$t_{цп}$	22,5	26	29,5	32,5	35	37	39	41	43	50	50	50	50
$t_{п1}$	54	61	66	70,5	73,5	76,5	78,5	80,5	82,5	93,5	93,5	93,5	93,5
λ		1,37	1,32	1,27	1,27	1,24	1,24	1,25	1,26				
Начальный участок	Развитый упорядоченный период $\lambda_{ср} = 1,277;$ $\frac{q_c R_1}{\lambda} = \frac{(t_{п1} - t_{цп}) - (t_{п1} - t_{п2}) \cdot 0,4231}{\left(1 - \frac{d_1}{d_{цп}}\right) - \left(1 - \frac{d_1}{d_2}\right) \cdot 0,4231}$ $q_c = \frac{Q}{\pi(2R_1)^2}$									Стационарный тепловой период $\lambda_{стак} = 1,312$ Вт/м·гр, $\lambda = \frac{Q(d_2 - d_1)}{2\pi l d_2 (t_{п1} - t_{п2})}$			

Примечания

- Средняя температура опыта: упорядоченного периода – 53 °С, стационарного периода – 69,5 °С.
- По литературным данным [1] для бетона при $t_{опыта} = 0$ °С и $\rho_{бетона} = 2000$ кг/м³ $\lambda = 1,276$ Вт/м·гр, согласно [2] для бетона с каменным щебнем при $t_{опыта} = 20$ °С и $\rho = 2000$ кг/м³ $\lambda = 1,3$ Вт/м·гр, для бетона с кирпичным щебнем при $t_{опыта} = 20$ °С и $\rho = 1900$ кг/м³ $\lambda = 1,2$ Вт/м·гр.

$$3. \Delta = \frac{\lambda_{стак} - \lambda_{ср}}{\lambda_{стак}} \cdot 100\% = 2,66\%$$

Результаты измерений приведены в табл. 1. В соответствии с теорией Стьюдента произведено восемь измерений через десять минут каждое сразу после наступления упорядоченного теплового периода. Согласно методике Стьюдента, средняя погрешность при восьми испытаниях (см. табл. 1)

$$\Delta \bar{\lambda} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{\lambda} - \lambda_i)^2} \cdot \frac{1}{n(n-1)} = 0,016.$$

Определяя доверительный интервал (максимальную погрешность) по таблице Фишера-Стьюдента

$$\Delta \lambda_{\max} = t_{p,n} \cdot \Delta \bar{\lambda} = 1,9 \cdot 0,016 = 0,0304,$$

одновременно находим и надежность любого опыта $p = 0,9$ (плотность распределения $t_{p,n}$ зависит от нее и числа измерений). Таким образом, любое повторное измерение будет попадать в область значений

$$(\lambda - 0,0304) > \lambda < (\lambda + 0,0304)$$

с вероятностью (надежностью) 0,9, а максимальная относительная погрешность составит

$$\frac{\Delta \lambda_{\max}}{\lambda_{\text{ср}}} \cdot 100\% = 2,38\%.$$

Для сравнения коэффициент теплопроводности определялся также классическим (стационарным) методом шарового слоя [3] (см. табл. 1). Результаты опыта достаточно хорошо согласуются и с литературными данными [1], [2].

Второй образец состоял из двух продольных частей. На рис. 2 изображена схема экспериментальной установки, которая обычно используется для опытного определения коэффициента теплопроводности стационарным методом трубы [3]. Для этого необходимо знать мощность нагревателя, постоянную во времени, и измерять температуры у поверхностей слоя. На ожидание стационарного режима затрачивается примерно 6–8 часов.

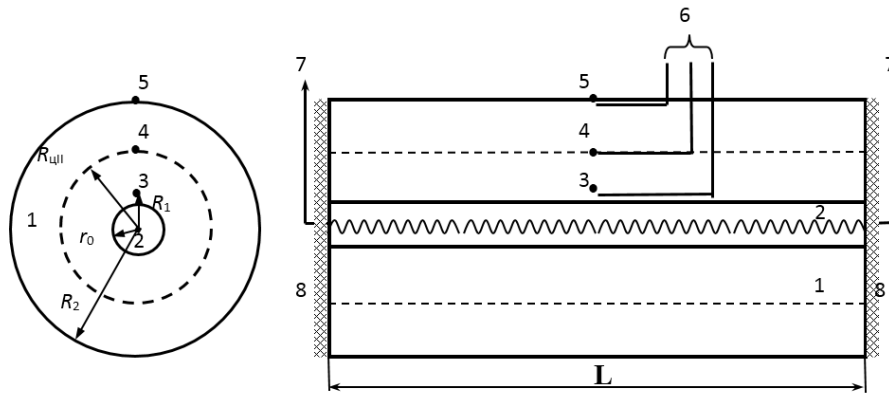


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для определения теплопроводности образца в форме цилиндрического слоя

На схеме: 1 – образец из двух продольных частей (бетон $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$, влажность $\approx 1\%$); 2 – нагреватель ($W = 84 \text{ Вт}$); 3, 4, 5 – спаи термодпар с экваториальным расположением по слою; 6 – выводы к потенциометру; 7 – выводы к ЛАТРу, регулятору напряжения, ваттметру, сети; $r_0 = 8 \text{ мм}$; $R_1 = 10 \text{ мм}$; $R_{\text{цп}} = 32,4 \text{ мм}$; $R_2 = 50 \text{ мм}$; $L = 0,5 \text{ м}$; 8 – изоляция торцов из стекловаты ($\delta = 50 \text{ мм}$).

Если внутри объема слоя установить еще одну термодпар в точке, соответствующей среднеинтегральной температуре стационарного периода, то для определения теплопроводности можно использовать упорядоченный нестационарный тепловой режим, который наступает в течение часа от начала включения нагревателя [4].

Первоначально из опыта определяется число Кирпичева по формуле [4]:

$$Ki = \frac{(\Theta_{n_1} - \Theta_{n_2}) - (\Theta_{n_1} - \Theta_{n_2}) \cdot P}{\ln \frac{d_u}{d_1} - \ln \frac{d_2}{d_1} \cdot P}, \quad (1)$$

где

$$d_u = d_1 \cdot \exp \left[\frac{\left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \left(\ln \frac{d_2}{d_1} - 0,5 \right) + 0,5}{\left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 - 1} \right], \quad (2)$$

$$P = \frac{\left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \left(\ln \frac{d_2}{d_1} - 0,5 \right) + 0,5}{\left[\left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 - 1 \right] \cdot 2 \ln \frac{d_2}{d_1}}. \quad (3)$$

Формула (1) с учетом (2) и (3) для рассматриваемого случая переписывается в размерном виде

$$\frac{Q}{2\pi \cdot L \cdot \lambda} = \frac{(t_1 - t_u) - (t_1 - t_2) \cdot 0,352}{0,6086}, \quad (4)$$

откуда определяется коэффициент теплопроводности λ при известной мощности нагревателя Q и длине слоя L .

Результаты измерений приведены в таблице 2.

Результаты теплофизического эксперимента с образцом цилиндрического слоя

τ, мин	50	60	70	80	90	100	110	120
$t_{п2}$, °С	37	40	42	43,5	45	46,5	47,5	49
$t_{ц}$, °С	40	43,5	46	48,5	50,5	52,5	54	55,5
$t_{п1}$, °С	58,5	62	65	67,5	69,5	71,5	73	75
λ, Вт/м·град	1,49	1,51	1,5	1,57	1,57	1,59	1,62	1,57

Среднее значение из восьми измерений – 1,55 Вт/м·град. Стационарный режим наступил по истечении 360 минут от начала включения нагревателя: $t_{п1} = 87$ °С, $t_{п2} = 57$ °С. Расчет по классической формуле [3] дает $\lambda_{стац} = 1,43$ Вт/м·град. В ряде литературных источников его называют «кажущимся». А. М. Шкловер и др. [5] считают, что при наличии температурного градиента количество влаги перераспределяется, увеличиваясь в направлении к холодной поверхности. Поэтому приборы, основанные на стационарных

методах измерения, могут показывать заниженные значения коэффициента теплопроводности.

Образец, представленный на рис. 2, был изготовлен из бетона в виде двух продольных частей, месяц выдерживался в воде и два месяца сушился на воздухе.

Для сравнения приводим данные по теплопроводности бетона плотностью $\rho = 2250$ кг/м³. При влажности 0,46, 7,8, 12,3 % коэффициент теплопроводности получался соответственно 1,535, 1,673, 1,647 Вт/м·град [6].

Список литературы

1. Теплотехнический справочник / под ред. проф. С. Г. Герасимова. М. – Л. : ГЭИ, 1957. С. 266.
2. Теплообмен: Теплотехнический справочник / под ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. М. : Энергоиздат, 1982. С. 123.
3. Михеев М. А. Основы теплопередачи. М. : Госэнергоиздат, 1956. С. 27.
4. Бойков А. Г. Теоретические основы определения тепловых свойств строительных материалов в нестационарных процессах нагрева. Волгоград : ВолгГАСУ, 2002. С. 165.
5. Шкловер А. М., Васильев Б. Ф., Ушаков Ф. В. Основы строительной теплотехники жилых и общественных зданий. М. : ГИЛ по строительству и архитектуре, 1956. С. 42.
6. Франчук А. У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов. М. : НИИ стройфизики, 1969. С. 43.

© А. Г. Бойков

Ссылка для цитирования:

Бойков А. Г. Экспериментальное определение теплопроводности бетона в лабораторных условиях на образцах шарового и цилиндрического слоя // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2016. № 1–2 (15–16). С. 63–66.

УДК 624.042.7:624.046:004.942:519.21

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ РАСЧЕТ ЗДАНИЯ НА МАКСИМАЛЬНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

А. Ю. Чаускин, В. А. Пшеничкина

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

Произведен расчет здания на сейсмическое воздействие уровня «максимальное расчетное землетрясение» в вероятностной постановке, методом прямого интегрирования уравнений движения с учетом физической нелинейности материала и его повреждения. Определены несущие частоты собственных колебаний модели и их изменение во время сейсмического воздействия. Выведена функция зависимости значения несущей частоты от времени. На основании проведенного анализа изменения динамических характеристик с учетом неупругих деформаций и локальных повреждений обоснована методика вероятностного расчета. Получены статистические характеристики выходных параметров системы с учетом их изменения во времени: дисперсия, спектральная плотность, коэффициент динамичности.

Ключевые слова: сейсмические воздействия, физическая нелинейность, метод конечных элементов, вероятностный расчет.

MAXIMUM CALCULATION OF A BUILDING ON THE CREDIBLE EARTHQUAKE PROBABILITY

A. Y. Chauskin, V. A. Pshenichkina

Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

The probability calculation of a building against seismic load of a “maximum credible earthquake” level is made using the direct integration method in view of material physical nonlinearity and its damage. The carrier frequencies of the model’s free oscillations are determined and their change during seismic load is estimated. The carrier frequency versus time function is formulated. The probability calculation method is based on the dynamic behavior modification analysis considering plastic deformation and local damage. Statistical characteristics of the system output parameters in view of their change with time are obtained: dispersion, spectral density, dynamic response factor.

Keywords: seismic loads, physical nonlinearity, finite element method, probability calculation.