

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ДИФФУЗИИ ВЛАГИ**

Методические указания  
к выполнению самостоятельной работы

Под общей редакцией доктора технических наук,  
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2014

УДК 006:691(075.8)

ББК 30.10:38.3я73

О-60

*Методические указания подготовлены в рамках проекта  
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки  
высококвалифицированных кадров для строительной отрасли»  
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –  
«Кадры для регионов»)*

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – кандидат технических наук, доцент С.Н. Кислицына (ПГУАС)

**О-60** **Определение коэффициента диффузии влаги:** метод. указания к выполнению самостоятельной работы / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 8 с.

Приведены сведения о методике измерения коэффициента диффузии влаги.

Методические указания обеспечивают условие освоения технологических процессов строительного производства и производства строительных материалов, изделий и конструкций, научно-технической информацией, отечественным и зарубежным опытом по профилю деятельности.

Методические указания подготовлены на кафедре «Управление качеством и технология строительного производства» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Стройцентр» и предназначены для использования обучающимися по программе переподготовки «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2014

© Логанина В.И., Макарова Л.В., Тарасов Р.В., 2014

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ДИФФУЗИИ ВЛАГИ

*Цель работы* – определить коэффициент диффузии влаги.

Коэффициенты массопереноса капиллярно-пористых материалов рассчитывают по результатам измерения кинетики капиллярной пропитки материалов различными жидкостями. В качестве пропиточных жидкостей используют воду, водные растворы, керосин, а также другие жидкости, применяемые для пропитки различных материалов. С помощью предлагаемой методики измеряют коэффициенты массопереноса в пределах  $10^{-5}$ – $10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с. Затраты времени на измерение кинетики пропитки серии из 5-10 образцов составляют 2–6 ч.

Математической моделью метода измерения коэффициента диффузии влаги является параболическое уравнение массопереноса в изотермических условиях:

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = \nabla(a_m \nabla U). \quad (1)$$

Основной величиной, измеряемой экспериментально, является зависимость среднего по объему массосодержания  $\bar{U}$  образца от времени  $\tau$ . Эта зависимость позволяет рассчитать коэффициент  $a_m$  массопереноса. В случае одномерной пропитки формулы для расчета имеют следующий вид:

$$a_m = \frac{\pi l_1^2}{16} \frac{dv^2}{dr} \quad \text{при } 0 \leq v \leq 0,48, \quad (2)$$

$$a_m = -\frac{l_1^2}{\pi^{21}} \cdot \frac{d \ln(1-v)}{dr} \quad \text{при } 0,48 \leq v \leq 13.$$

где  $v=U/U_m$  – относительное массосодержание образца;  
 $U_m$  – максимальное массосодержание образца,  
 $l_1$  – толщина образца.

Обеспечение одномерной пропитки образца достигается влагоизоляцией его боковых сторон.

*Порядок выполнения работы:*

1. Определить коэффициент диффузии влаги через раствор, бетон, кирпич.

2. На основании полученных данных дать заключение о структуре материала.

## **Методика выполнения работы**

Образцы, предназначенные для исследования, не должны иметь трещин, выступов и других видимых нарушений. Для повышения надежности измерений изготавливают и исследуют не менее трех образцов-близнецов. Рекомендуемая форма образцов – куб с ребром  $l_1$ . Можно использовать образцы в виде призм или цилиндров высотой  $l_1$ , а также пластины толщиной  $l_1$ . Размер рекомендуется выбирать в пределах 1,5–3 см – для тяжелых бетонов и 2–7 см – для легких и ячеистых бетонов. Торцевые грани образца, через которые происходит пропитка жидкостью, тщательно защищают с помощью наждачной бумаги до получения однородной структуры поверхности, характерной для данного материала.

Подготовленный образец сушат в сушильном шкафу до постоянной массы, после чего его помещают в эксикатор над едким натром, где он остывает. На боковые грани образца наносят тонкий слой влагоизоляции (технический вазелин), следя за тем, чтобы обмазка не попадала на зачищенные торцевые грани. Из тонкой проволоки изготавливают держатель с петлей, с помощью которой образец крепится к штанге весов. Петлю располагают так, чтобы торцевые грани образца в подвешенном состоянии были расположены горизонтально. Измерив с помощью штангенциркуля расстояние  $l_1$  между торцевыми гранями и взвесив подготовленный образец (определив  $P_0$ ), приступают к измерению кинетики капиллярной пропитки.

Образец, подвешенный к штанге весов, опускают в жидкость и включают секундомер. Начало процесса пропитки совпадает с моментом соприкосновения образца с жидкостью. В процессе опыта записывают показания весов  $F(\tau)$  через определенные интервалы времени. В течение первых 2-х минут рекомендуется записывать показания весов с интервалом в 15 с, после 2-х мин – с интервалом в 1 мин,

после 10 мин – с интервалом в 5 мин, а после 30 мин от начала пропитки – через каждые 10 мин. Результаты измерения заносят в табл. 1 (графы 1, 2). Перед каждым измерением образец тщательно очищают мягкой мокрой кистью от прилипших к поверхности пузырьков воздуха.

Т а б л и ц а 1

Протокол измерения кинетики капиллярной пропитки образца №

$\tau, c$	$F, г$	$v$	$v^2$	$\ln [(1-v)]$	$a_m, M^2/c$
1	2	3	4	5	6

Запись кинетики прекращают, если в течение 30 мин изменение показаний весов не превышает 0,02 г. После этого образец освобождают от штанги весов и оставляют в сосуде с жидкостью на 24 ч. Последнюю точку на кривой кинетики пропитки  $F_m$ , соответствующую полному насыщению образца жидкостью, определяют по истечении 24 ч пребывания образца в жидкости. После этого образец вынимают из жидкости, освобождают от капель и определяют его массу  $P_m$  после насыщения.

По результатам измерений рассчитывают: максимальное массосодержание образца по формуле

$$U_m = \frac{P_m - P_0}{P_0} \quad (3)$$

относительное массосодержание образца в разные моменты времени по формуле

$$v = 1 - \frac{F_m - F}{P_m - P_0}. \quad (4)$$

Результаты заносят в табл. 1 (графа 3) для всех значений времени. Для всех значений  $v$  (см. табл. 1, графа 3), меньших 0,48, вычисляют вспомогательную величину  $v^2$  и заносят ее в табл. 1 (графа 4). Для всех значений  $v$ , больших 0,48, вычисляют вспомогательную величину  $\ln(1-v)$  и заносят ее в табл. 1 (графа 5).

На милливольтметре строят график зависимости  $v^2=f(\tau)$ . Путем графического дифференцирования кривой находят величину  $dv^2/d\tau$  и с помощью формулы (2) вычисляют коэффициент массопереноса  $a_m$  для разных моментов времени. Результаты заносят в табл. 1 (графа 6).

На миллиметровке строят график зависимости  $\ln(1-v)=f_2(\tau)$ . Путем графического дифференцирования кривой находят величину  $d\ln(1-v)/d\tau$  и с помощью формулы (2) вычисляют коэффициент массопереноса  $a_m$  для моментов времени. Результаты заносят в табл. 1 (графа 6).

По данным граф 3 и 6 табл. 1 строят график зависимости коэффициента массопереноса  $a_m$  от среднего относительного массосодержания  $v$  образца. Этот график вместе с изменением для данного образца максимального массосодержания  $U_m$  является окончательным результатом измерений.

### Вопросы для самоконтроля

1. Напишите уравнение массопереноса в изотермических условиях
2. Напишите размерность коэффициента диффузии
3. Опишите графический способ оценки коэффициента диффузии

влаги

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение [Текст] / И.А. Рыбьев.– М.: Высшая школа, 2007. – 572 с.
2. Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Текст]: учебно-методическое пособие / Е.В. Королев [и др.]. – Пенза: ПГУАС, 2009.
3. Королев, Е.В. Сборник задач по строительному материаловедению [Текст]: учебное пособие / Е.В. Королев. – Пенза: ПГУАС, 2010.
4. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности [Текст] / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007.
5. Худяков, В.А. Современные композиционные строительные материалы [Текст] / В.А. Худяков.– Ростов н/Д: Феникс, 2007.

Учебное издание

Логанина Валентина Ивановна  
Макарова Людмила Викторовна  
Тарасов Роман Викторович

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ДИФФУЗИИ ВЛАГИ**

Методические указания  
к выполнению самостоятельной работы

Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова

Редактор      М.А. Сухова  
Верстка      Н.А. Сазонова

---

Подписано в печать 6.05.2014. Формат 60×84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 0,465. Уч.-изд.л. 0,5. Тираж 80 экз.  
Заказ №132.

---

Издательство ПГУАС.  
440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28