

плуатации. В этом направлении неохваченными вопросами остаются определение целевых индексов надежности и частных коэффициентов с учетом срока эксплуатации и планируемого дальнейшего срока эксплуатации. Оценка технического состояния существующих зданий часто указывает на недостаточную надежность и необходимость их усиления или замены. Эта ситуация может быть решена путем применения передовых методов оценки надежности, которые смягчают консерватизм упрощенных методов, используемых в инженерной практике.

Заключение. Решение перечисленных приоритетных направлений и регламентация технических указаний в нормативных документах позволит улучшить качество проектных работ, снизить субъективизм принятия проектных решений, тем самым повысив надежность решений, в ряде случаев без снижения надежности получить более экономичные и современные конструктивные решения. В качестве сопутствующих задач при разработке строительных норм и строительных правил необходимо обеспечить единообразие терминов и определений, за основополагающий документ необходимо принять СН 2.01.01 «Основы проектирования строительных конструкций», устанавливающие требования к обеспечению надежности строительных конструкций.

Список цитированных источников

1. Мартынов, Ю. С. Стеновые панели на основе кассетных профилей. Часть 1. Теоретические исследования/ Ю.С. Мартынов, В. В. Надольский Веревка Ф. А. // Строительство и реконструкция. – 2019. – №4 (84) – С.26–37.

2. Надольский, В. В. Оценка несущей способности стальной балки методом конечных элементов при совместном действии локальных и сдвиговых усилий / В. В. Надольский, В. И. Подымако // Строительство и реконструкция. – 2022. – № 2 (100) – С. 26–43.

3. Надольский, В. В. Оценка несущей способности балок с гофрированной стенкой методом конечных элементов при действии локальной нагрузки /В. В. Надольский, А. И. Вихляев // Вестник МГСУ. – 2022. – Т. 17. – Вып. 6. – С. 693–706.

Никитин В. И., Бацкель-Бжозовска Б., Никитин С. К.

УЧЕТ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ РАСЧЕТЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВЛАЖНЫХ ГАЗОСИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Газосиликатные материалы широко используются при возведении наружных стен зданий и сооружений и в сухом состоянии имеют сравнительно низкий коэффициент теплопроводности. Однако в процессе эксплуатации зданий влагосодержание этих материалов существенно повышается. Это приводит к повышению теплопроводности материала и снижению теплоизолирующих свойств ограждения.

Результаты измерений пористой структуры образцов газосиликата [1–2] показали, что в дифференциальном распределении пор по размерам, независимо от плотности образцов, присутствовало два максимума. Один соответствовал мелким капиллярным порам, а другой — крупным порам газообразования. По данным наших опытов значения водопоглощения газосиликата плотностью 447–614 кг/м³ не превышали половины их пористости. Представляется, что в

таких случаях определение эффективной теплопроводности газосиликатных материалов нужно выполнять в два этапа. Вначале следует рассматривать неоднородную трехкомпонентную систему, состоящую из твердого скелета (1), в мелкопористой части которого находится газ (2) и жидкая влага (3). Затем учитывать бинарную систему, первой компонентой которой является упомянутая трехкомпонентная система, а второй – изолированные включения газа в крупных порах. К настоящему времени нам неизвестен такой подход к расчету эффективной теплопроводности газосиликатных материалов.

Для определения теплопроводности неоднородной трехкомпонентной системы были использованы зависимости, построенные нами с помощью методов теории обобщенной проводимости в сочетании с геометрическим моделированием структуры путем перехода к элементарной ячейке [3].

При построении геометрической модели трехкомпонентной системы нужно знать объемные концентрации ее компонент m_i . Объем образца газосиликатного материала V складывается из объема твердого скелета V_s , объема мелких V_{sp} и крупных V_{bp} пор. Объем рассматриваемой в данном случае трехкомпонентной системы V' равен сумме $V_s + V_{sp}$. Объем твердого скелета V_s определялся с помощью пикнометрии, а объем мелких пор V_{sp} приравнивался объему жидкой влаги, впитанной образцом материала при его погружении в воду V_{sat} . В процессе эксплуатации объем мелких пор $V_{sp} = V_{sat}$ заполняется жидкой влагой объема $V_w \leq V_{sat}$. В результате получим следующие значения интересующих нас объемных концентраций компонент: твердой $m_1 = V_s/V'$, жидкой $m_3 = V_w/V' = \psi_w(\psi_w - \text{влагосодержание трехкомпонентной системы})$ и газовой $m_2 = (V_{sp} - V_w)/V'$. В зависимости от объема V_w , жидкость может быть распределена в поре в виде изолированных или непрерывных включений, что и учитывалось при построении геометрических моделей, и соответствующих зависимостей для расчета их теплопроводностей, описание которых приведено в работе [3].

Для выполнения расчетов по этим зависимостям наряду с объемными концентрациями компонент m_i , необходимо знать их теплопроводности λ_i , определение которых подробно описано в работе [3].

Для выяснения способности предлагаемого метода расчета теплопроводности газосиликатных материалов, имеющих двуимодальное распределение пор по размерам, был выполнен эксперимент с использованием промышленных образцов газосиликата различной плотности и одинакового объема V (24x24x5 см). Рассмотрено четыре серии образцов, каждая из которых состояла из трех образцов примерно одинаковой плотности. Теплопроводность сухих λ_{dry} и влажных λ_h образцов измерялась стационарным методом при температуре 20°C

Установлено, что результаты расчета теплопроводности по предлагаемому методу λ достаточно точно предсказывают опытные значения λ_h . Среднее отклонение расчетных значений от опытных составило -0.71%. В то время как существующий метод расчета, который не учитывает двуимодального распределения пор по размерам, дал среднее отклонение -26%.

Список цитированных источников.

1. Gawin D. Modelowanie sprzężonych zjawisk ciepło-wilgotnościowych w materiałach i elementach budowlanych. / D. Gawin // Rozprawy Naukowe. – Łódź, 2000. – z. 279. – 303 s.
2. Низовцев, М. И. Расчетно-экспериментальные исследования энергоэффективных элементов ограждающих конструкций и климатического оборудования зданий: (автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора техн. наук) / М. И. Низовцев // Тюмень, 2009. – 39с.
3. Никитин, В. И. Зависимости для расчета теплопроводности влажных капиллярно-пористых стеновых материалов / В. И. Никитин, С. К. Никитин // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2022. – № 2: Строительство – С. 32–40.

Павлова И. П.

ПОЛИАРМИРОВАННЫЙ ФИБРОБЕТОН НА НАПРЯГАЮЩЕМ ЦЕМЕНТЕ

Базируясь на постулатах *полиструктурной теории*, бетонный композит можно представить в виде сложноорганизованной структуры типа «композит в композите». Иерархия структуры композита рассматривается от макро- до микроуровня через призму протекающих процессов структурообразования, с учетом индивидуальных характеристик каждого компонента, а также иных взаимодействий элементов и структур [1–3].

Одним из способов модифицирования бетона является дисперсное армирование. Такое армирование позволяет решать различного рода задачи, такие как снижение расхода арматуры в конструкциях, повышение прочности бетона на растяжение, увеличение времени сопротивления трещинообразованию, ударной вязкости и других физико-механических характеристик композита. Широкое применение при производстве фибробетонов нашли стальная, полипропиленовая, базальтовая, стеклянная фибры. Выбор типа армирующих волокон определяется свойствами, которые планируется улучшить. Так, принято разделять волокна на два типа: низко модульные (полиэтиленовые, полипропиленовые) с большим относительным удлинением при разрыве и высоко модульные (стальные, стеклянные). Использование первых позволяет увеличить ударную вязкость бетона, вторых – повысить прочность бетона на растяжение и жесткость [4]. В целом эффект от применения дисперсного армирования зависит не только от типа фиброволокон, но и от их ориентации и анкеровки в объеме бетона, а также химической устойчивости к продуктам гидратации цементных вяжущих [4].

Наряду с моноармированием, известен метод полиармирования. Его сущность заключается в применении нескольких видов фибры, будь то разные материалы, размеры и т. п. В данном случае следует рассматривать способ полиармирования как многоуровневое – поэтапное армирование основных уровней бетона – субмикро-, микро-, мезо- и макроуровня [5].

Важнейшим преимуществом *многоуровневого армирования* является его способность создавать противостояние росту и развитию дефектов, начиная от субмикро- до макротрещин [6]. В отличие от моноармирования, синергетический эффект от усиления каждого уровня способен значительно повысить вяз-