

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ КЛАДКИ ИЗ
ОПИЛКОБЕТОННЫХ КИРПИЧЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ РАЗРУШЕНИЯ КАМЕННЫХ КЛАДОК**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В данном докладе рассматривается возможность применения теории сопротивления анизотропных материалов при сжатии для расчета каменных кладок на естественных заполнителях.

Ключевые слова: кладки на естественных заполнителях, анизотропные материалы, прочность кладки на растяжение, сопротивление отрыву.

Физическая модель разрушения анизотропных материалов при сжатии была разработана профессором КГАСУ Соколовым Б.С. (г.Казань, Россия) и предназначалась для описания предельных состояний элементов и конструкций бетонов [1]. В ходе масштабных исследований самого автора и его учеников была получена теория, позволяющая производить оценку напряженного состояния конструкций из каменных кладок [2].

Одним из направлений изучения кладок из камней и кирпичей с древесными заполнителями [3, 4, 5], проводимых авторами этой статьи, было определение возможности подхода казанской школы к исследуемым нами кладкам.

Согласно этой теории [6] предел прочности кладки при сжатии может быть определен из выражения:

$$R_u^T = k_1 \cdot R_t + k_2 \cdot R_{sq}, \quad (1)$$

где

$$k_1 = \frac{A_t}{A - A_{ef}}, \quad k_2 = \frac{A_{sq}}{A - A_{ef}}. \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) A – площадь поперечного сечения элемента; A_t , A_{sq} , A_{ef} – площади отрыва, сдвига и сжатия; R_t и R_{sq} – предельные сопротивления материала растяжению и сдвигу.

В приведенных исследованиях площадь отрыва определялась по результатам геометрических измерений после разрушения образца по схеме, представленной в [6], из выражения:

$$A_u^r = (h - h_k) \cdot b, \quad (3)$$

где h – высота образца; h_k – высота клина; b – ширина образца.

Согласно рекомендациям [6] площадь отрыва в расчетных выражениях была уменьшена в два раза. Площадь сдвига и сжатия определялись [6]:

$$A_{sq} = 0,25^2 \cdot L_{loc} \cdot \cos \bar{\alpha} \cdot (1 + \sin \bar{\alpha}), \quad (4)$$

$$A_{ef} = L_{loc}^2 \cdot \sin^4 \alpha, \quad (5)$$

где L_{loc} – размер грузовой площадки; α – угол между кривой трещиной клина и плоскостью грузовой площадки.

Поскольку нагружение всех опытных образцов кладки из опилкобетона [7] происходило по всей площади сечения, то для образцов квадратного сечения (250×250мм) величина L_{loc}^2 заменялась на площадь A_{loc} . Величина угла α определялась после образования трещин в столбе и составила $\approx 67^\circ$.

В используемой модели [6] прочность кладки на растяжение определяется сопротивлением кирпича на растяжение, величина которого для опилкобетона может быть определена по формуле [8]:

$$\bar{R}_{bt} = 0,2R_1. \quad (5)$$

В то же время при разрушении по плоскому сечению, т.е. камню и вертикальным швам справедлива зависимость [9]:

$$R_t = \frac{\bar{R}_{bt}}{2}. \quad (6)$$

Предел прочности кладки касательному сцеплению раствора с кирпичом определялся по формуле [10]:

$$R_{\tau} = \frac{0,72}{1 + \frac{5}{R_2}}, \quad (7)$$

где R_2 – предел прочности раствора при сжатии (МПа).

Предел прочности кладки на срез по неперевязанному сечению определялся по закону Кулона [10], согласно которому:

$$R_{m,sq} = R_{\tau} + \eta \cdot \mu_f \cdot \sigma_m, \quad (8)$$

где $\eta = 0,4 \dots 0,8$ – коэффициент, характеризующий влияние вида камня (в расчет принимается $\eta = 0,4$); $\mu_f = 0,7$ – коэффициент трения по шву кладки; σ_m – среднее нормальное сжимающее напряжение.

Предел прочности кладки на срез по перевязанному сечению определялся из выражения:

$$R_{sq} = 1,5 R_{m,sq}, \quad (9)$$

где 1,5 – эмпирический коэффициент.

Сравнение экспериментальных значений предела прочности кладки [7] с расчётными, вычисленными по формуле (1), показало, что физическая модель разрушения каменных кладок (6) с достаточно высокой точностью позволяет определять прочностные характеристики опилкобетонной кладки. Предполагается использовать ее при изучении процесса разрушения других каменных кладок на естественных заполнителях.

Литература:

1. Соколов, Б.С. Теория силового сопротивления анизотропных материалов сжатию и ее практическое применение: Монография/ Издательство АСВ. – М.: 2011. - 160 с.
2. Соколов, Б.С. Исследования сжатых элементов каменных и армокаменных конструкций/Б.С.Соколов, А.Б.Антаков //Научное издание. - М.: Издательство АСВ, 2010.-104 с.

3. Лихачева, С.Ю. Определение предела конструктивной прочности кладок из камней на древесных заполнителях/С.Ю.Лихачева//Сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2011» -Т.29.-С.27-30.

4. Цапаев, В.А. Длительная прочность кладки из опилкобетонных камней при одноосном сжатии / В.А.Цапаев, С.Ю. Лихачева, И.Н. Шурышев// Приволжский научный журнал. – Н. Новгород, 2010. –Вып. 1. – С.19 – 26.

5. Цапаев, В.А. Исследование деформаций ползучести кладки из гипсоопилочных камней типа «Крестьянин» / В.А. Цапаев, О.Б. Кондрашкин // Изв. вузов. Строительство. – 2004. – № 2. – С. 123 – 126.

6. Соколов, Б.С. Физическая модель разрушения каменных кладок при сжатии / Б.С. Соколов // Изв. вузов. Строительство. – 2002. – № 9. – С. 4 – 9.

7. Лихачева, С.Ю. Экспериментальные исследования прочности и деформативности кладки из опилкобетонных кирпичей при кратковременном сжатии /С.Ю.Лихачева, В.А.Цапаев, М.А.Лебедев //Вестник РААСН Волжского регионального отделения. – 2009.–Вып.12. –С.203 – 210.

8. Цапаев, В.А. Нормирование расчетных характеристик опилкобетона /В.А.Цапаев //Изв.вузов.Строительство.–1998.–№11–12.–С.50–54.

9. Еременок, П.Л. Каменные и армокаменные конструкции/ П.Л.Еременок, И.П.Еременок.–Киев: Высшая школа,1981.–224с.

10. Кудзис, А.П. Железобетонные и каменные конструкции.Ч.1.Материалы, конструирование, теория и расчет/А.П.Кудзис.– М.:Высшая школа,1988. – 287с.