

УДК 624.94:691.53:693.2

**ВЛИЯНИЕ УГЛА ОРИЕНТАЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ НА  
ПРОЧНОСТЬ СЖАТЫХ И РАСТЯНУТЫХ НАКЛОННЫХ ПОЛОС В  
СТЕНАХ ИЗ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ**

*Ласьков Николай Николаевич,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Строительные  
конструкции».*

*Ласьков Александр Николаевич,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*аспирант.*

*Подогова Вероника Игоревна,*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза,*

*студент.*

**Аннотация**

Приводятся результаты анализа изменения прочности сжатых и растянутых наклонных полос в стенах из кирпичной кладки при изменении угла ориентации горизонтальных швов.

**Ключевые слова:** прочность, кирпичная кладка, сжатые и растянутые наклонные полосы, угол ориентации горизонтальных швов.

**INFLUENCE OF THE CORNER TO ORIENTATION HORIZONTAL  
SEAM ON TOUGHNESS COMPRESSED AND SPRAINED TILTED BANDS  
IN WALL FROM BRICKWORK**

***Laskov Nikolay Nikolaevich,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*Doctor of Sciences, Professor, head of the department “Building constructions”.*

***Laskov Aleksandr Nikolaevich,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*post-graduate student.*

***Podogowa Weronika Igorewna,***

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,*

*student.*

## **Abstract**

Happen to the results of the analysis of the change to toughness compressed and sprained tilted bands in wall from brickwork when change the corner to orientation horizontal seam.

**Keywords:** toughness, brickwork, compressed and sprained tilted bands, corner to orientation horizontal seam.

В результатах научных исследований, проведенных в ПГУАС на основе комплексной программы, приведены многочисленные данные экспериментальных исследований стен. Факторный анализ результатов этих исследований позволил выявить закономерности влияния основных факторов на прочность стен при совместном действии вертикальных и горизонтальных сил. Получено подтверждение, что работа стен значительно отличается от работы балочных элементов, и стены при совместном действии вертикальных и горизонтальных сил испытывают сложное напряженное состояние. Их сопротивление определяется в первую очередь факторами, присущими только стенам, к которым относятся: соотношение вертикальных и горизонтальных сил, соотношение высоты и длины, наличие проемов, армирование поля стен, ортотропные свойства материала для стен из каменной кладки. В этой работе описываются аппроксимационные модели влияние изменения угла ориентации

горизонтальных швов в стенах из кирпичной кладки на прочность сжатых и растянутых наклонных полос.

Каменная кладка состоит из двух материалов - камня и раствора - и из-за наличия горизонтальных швов обладает неоднородной регулярной ортотропной структурой. На основе анализа физического и численного экспериментов полученных в ПГУАС [1, 2, 3, 4, 5], а также по результатам исследований ученых Нью-Кастлинского университета [6, 7] установлено, что прочность кирпичной кладки зависит от ориентации горизонтальных швов относительно направлений главных сжимающих ( $\sigma_1$ ) и растягивающих ( $\sigma_2$ ) напряжений. Оказалось, что с уменьшением угла наклона условной сжатой полосы величина напряжений  $\sigma_1$  падает, а величина напряжений  $\sigma_2$  возрастает. Это убеждает в том, что прочность каменной кладки при двухосном напряженном состоянии необходимо оценивать с учетом ориентации постельных швов относительно направления главных сжимающих напряжений.

На основе совместного анализа результатов собственных экспериментов и экспериментов, проведенных учеными Нью-Кастлинского университета получены графики (модели), описывающие зависимости прочности каменной кладки для главных сжимающих ( $\sigma_1$ ) и растягивающих ( $\sigma_2$ ) напряжений при изменении угла наклона постельных швов. Геометрическая интерпретация зависимостей показана на рис. 1.

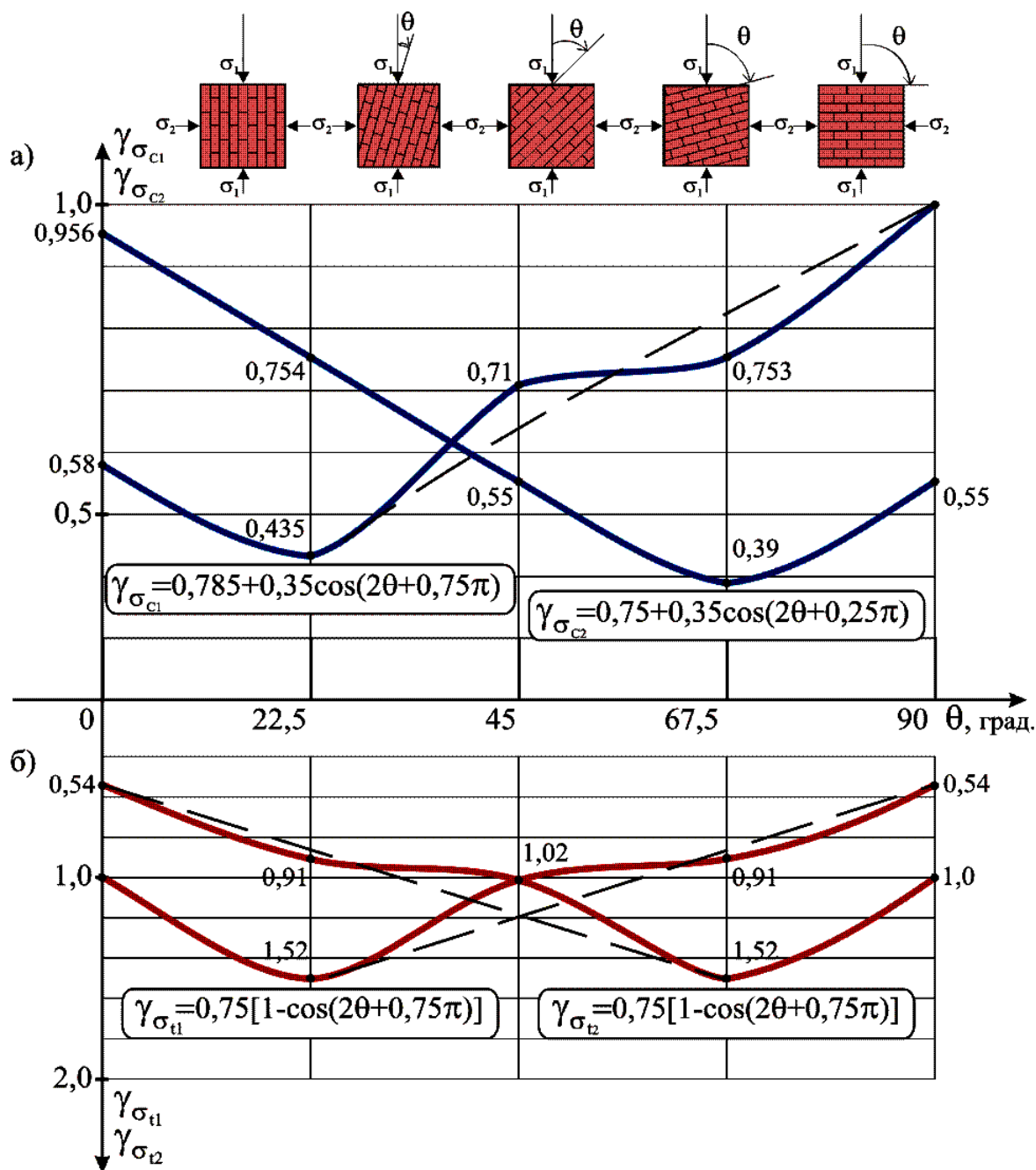


Рисунок 1 - Модели влияния ориентации горизонтальных швов относительно направления главных напряжений на прочность каменной кладки при сжатии и растяжении

Для учета влияния угла наклона постельных швов на прочностные характеристики каменной кладки при оценки прочности стен на совместное действие вертикальных и горизонтальных сил разработаны аналитические зависимости понижающих коэффициентов. Предлагается для учета изменения прочности каменной кладки сжатой наклонной полосы использовать

коэффициент  $\gamma_{\sigma_c}$  (см. рис. 1,а). Для учета изменения прочности каменной кладки условно растянутой наклонной полосы использовать коэффициент  $\gamma_{\sigma_t}$  (см. рис. 1,б).

Аналитические выражения аппроксимационных моделей изменения прочности каменной кладки от изменения угла наклона постельных швов получены на основе математического анализа экспериментальных данных. Аппроксимирующие функции представлены в виде уравнений косинусообразных кривых:

$$\gamma_{\sigma} = C + A \cdot \cos(w \cdot \theta + \varphi_0) \quad (1)$$

Значения коэффициентов  $C$ ,  $A$ ,  $w$  и  $\varphi_0$  определим методом наименьших квадратов отдельно для прочности каменной кладки сжатой наклонной полосы и для её прочности условно растянутой наклонной полосы.

С целью уменьшения объёма материала приведем окончательные аналитические выражения для аппроксимационных моделей.

В результате аналитическое выражение аппроксимационной модели влияния угла наклона горизонтальных швов к направлению главных сжимающих напряжений на прочность каменной кладки сжатой наклонной полосы можно записать:

$$\gamma_{\sigma_{c1}} = 0,785 + 0,35 \cdot \cos(2 \cdot \theta + 0,75\pi) \quad (2)$$

или в виде:

$$\gamma_{\sigma_{c2}} = 0,75 + 0,35 \cdot \cos(2 \cdot \theta + 0,25\pi). \quad (3)$$

Общий вид модели показан на рис. 1а.

Аналитическое выражение аппроксимационной модели влияния угла наклона горизонтальных швов к направлению главных растягивающих напряжений на прочность кирпичной кладки условно растянутой наклонной полосы можно записать:

$$\gamma_{\sigma_{r1}} = 0,75[1 - \cos(2 \cdot \theta + 0,75\pi)] \quad (5)$$

или в виде:

$$\gamma_{\sigma_{t1}} = 0,75[1 - \cos(2 \cdot \theta + 0,25\pi)]. \quad (6)$$

Общий вид модели показан на рис. 1,б.

Разработанная аналитическая модель влияния угла наклона горизонтальных швов на прочностные свойства каменной кладки позволяет учитывать изменение прочности каменной кладки при изменении соотношения вертикальных и горизонтальных сил.

### **Библиографический список:**

1. Баранова Т.И., Ласьков Н.Н. Экспериментальные исследования диафрагм жесткости из каменной кладки // Экспресс информация Строительные конструкции. Сер. 8 ВНИИИС Госстроя СССР. Вып. 10. М. 1987. С. 10-14.
2. Баранова Т.И., Ласьков Н.Н., Артюшин Д.В. Основы сопротивления стен из каменной кладки совместному действию вертикальных и горизонтальных сил (деп. рукоп. монографии № 11782). М.: Госстрой России, ВНИИТПИ. 2000. С. 92.
3. Баранова Т.И., Ласьков Н.Н., Артюшин Д.В. Сопротивление стен из каменной кладки при совместном действии вертикальных и горизонтальных сил // БСТ №9. М.: РААСН. 1999. С. 17-18.
4. Брусенцов Г.Н., Ласьков Н.Н. Экспериментальные исследования диафрагм жесткости из каменной кладки при совместном действии вертикальных и горизонтальных нагрузок // Сборник научных трудов "Исследования по строительной механике и надежности конструкций". М.: ЦНИИСК им. Кучеренко. 1986. С. 196-201.
5. Гениев Г.А. О критерии прочности каменной кладки при плоском напряженном состоянии // Строительная механика и расчет сооружений. № 2. М. 1979.
6. Dhanasekar M., Page A.W., Kleeman P.W. The failure of brick masonry under biaxial stresses // Proc. Inst. Civ. Eng., Part 2. Vol. 79. 1985. P. 295-313.

7. Hendry A.W. A note on the strength of brickwork in combined racking shear and compression // Proc. Brit. Ceram. Soc. № 27. 1978.P. 47-52.