

УДК 693.2

К РАСЧЕТУ ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ КОНСОЛЬНЫХ БАЛОК В КИРПИЧНУЮ КЛАДКУ

канд. техн. наук, доц. В.Д. ГРИНЕВ, А.Н. КОЗЕЛ,
доц. А.Г. ЩЕРБО
(Полоцкий государственный университет)

Расчетная нормативная методика определения глубины заделки консольных балок в кирпичную кладку не в полной мере учитывает факторы действительной работы этих конструкций. Недостаточно корректно моделируется распределение реактивного момента, обеспечивающего устойчивость равновесия внутренних и внешних усилий и воздействий в предельной стадии нагружения. В данной работе предложен более полный расчет в предположении упругой работы кладки при внецентренном сжатии в заделке. Для рассмотрения данного вопроса выполнены теоретические исследования работы консольных балок в зоне зацементирования, проанализировано распределение силовых факторов в зоне заделки и упругая работа кладки. Проведены расчеты для разных значений длины зацементирования балок, определены возникающие при этом сжимающие напряжения на гранях. Выведены формулы для определения функций усилий. Получено распределение реактивных усилий на глубине заделки, что позволяет более точно проектировать распределительные подкладки. Предложена методика расчета нахождения глубины заделки консольных балок в кирпичную кладку.

Методика расчета глубины заделки изложена в п. 6.46 [4] в предположении упругой работы кладки в заделке на внецентренное сжатие. Полученная расчетная формула (54) имеет неточности, распределение силовых факторов в пределах заделки практически не учитывается. В связи с этим нами предпринята попытка совершенствования методики расчета кладки на длине заделки.

Исходные предпосылки следующие:

- консоль находится под воздействием равномерно распределенной нагрузки;
- давление вдоль заделки распределено по линейному закону;
- ширина балки условно принята равной 1;
- в заделке действуют на нижней и верхней поверхностях силы давления с максимальными ординатами q_1 и q_2 , вызывающие в балке внутренние усилия, характеризующиеся интегральными характеристиками – изгибающим моментом и поперечной силой (рис. 1, 2).

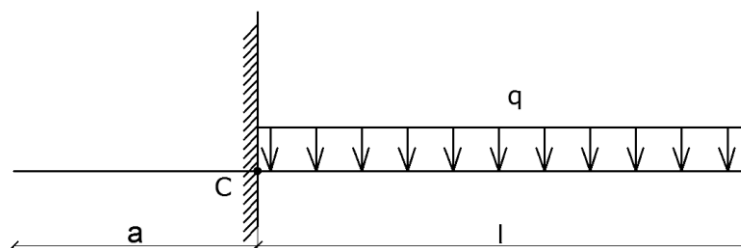


Рис. 1. Схема консольной балки

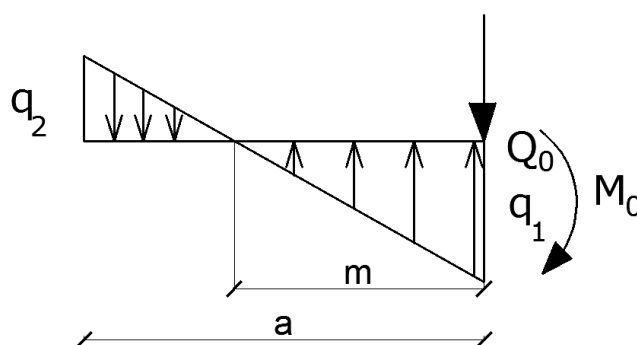


Рис. 2. Схема усилий, действующих на длине заделки

Для защемленной части балки функции изгибающего момента и поперечной силы определяются внешними силами, выраженными через M_0 и Q_0 .

$$Q_0 = ql; \quad M_0 = ql^2/2.$$

Примем величину $Z = a/l$ переменной.
Из подобия треугольников:

$$m = \frac{aq_1}{q_1 + q_2}, \quad a - m = \frac{aq_2}{q_1 + q_2}.$$

Определим максимальные ординаты треугольных эпюр давления при единичной ширине балки:

$$q_1 = \frac{Q_0}{a} + \frac{6M_0}{a^2} = \frac{q}{z} \left(1 + \frac{3}{z} \right), \quad (1)$$

$$q_2 = -\frac{Q_0}{a} + \frac{6M_0}{a^2} = \frac{q}{z} \left(\frac{3}{z} - 1 \right). \quad (2)$$

Найденные значения q_1 и q_2 для разных величин Z приведены в таблице.

Влияние величины Z на значения q_1 , q_2 , x , M_{\max}

Величина Z	q_1	q_2	q_2/q_1 , %	x	M_{\max}
0,1	310q	290q	93,5	0,0033331	$1,0032 \cdot ql^2/2$
0,15	140q	126,7q	90,5	0,0074801	$1,0151 \cdot ql^2/2$
0,25	52q	44q	85,4	0,0208341	$1,0203 \cdot ql^2/2$
0,3	36,7q	30q	81,7	0,0301341	$1,0613 \cdot ql^2/2$
0,4	21,25q	16,25q	76	0,0533331	$1,1095 \cdot ql^2/2$
0,5	14q	10q	71	0,0833331	$1,1689 \cdot ql^2/2$
0,6	10q	6,7q	67	0,1185621	$1,2385 \cdot ql^2/2$

Определим функции поперечной силы и изгибающего момента на расстоянии x от края защемления (рис. 3).

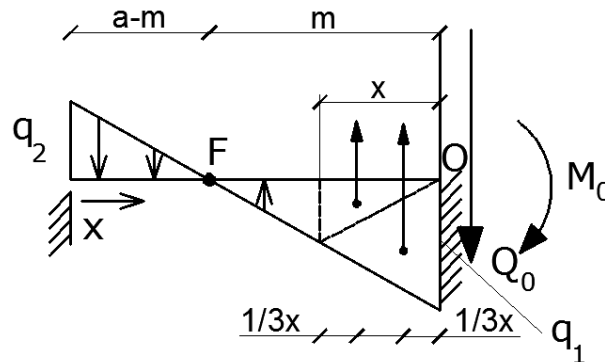


Рис. 3. К определению функций усилий

$$Q(x) = ql - q_1x + \frac{(q_1 + q_2)x^2}{2a}, \quad (3)$$

$$M(x) = -\frac{ql^2}{2} - qlx + \frac{q_1x^2}{2} - \frac{(q_1 + q_2)x^3}{6a}. \quad (4)$$

Аналогичные функции могут быть найдены на расстоянии x от конца заделки:

$$Q'(x) = q_2x - \frac{(q_1 + q_2)x^2}{2a}, \quad (5)$$

$$M'(x) = \frac{q_1 + q_2}{6a} x^3 - \frac{q_2 x^2}{2}. \quad (6)$$

Из уравнения (5) при $Q'(x) = 0$ получим

$$x = \frac{2aq_2}{q_1 + q_2},$$

откуда при $Z = 0,25x = 0,917a$.

При отсчете от начала заделки $x = a - 0,917a = 0,083a = 0,020834l$.

Найденная величина $x = 0,020834l$ практически совпадает с таким же значением x , полученным в работе [1].

Максимальный момент может быть получен для каждого конкретного значения Z из формулы (4).

Так, например, для $Z = 0,25 \rightarrow M_{\max} = 1,0203 \frac{ql^2}{2}$, что близко к величине, полученной в работе [1].

Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для защемленной балки на длине a представляют собой соответственно квадратную и кубическую параболы, показанные на рисунке 4.

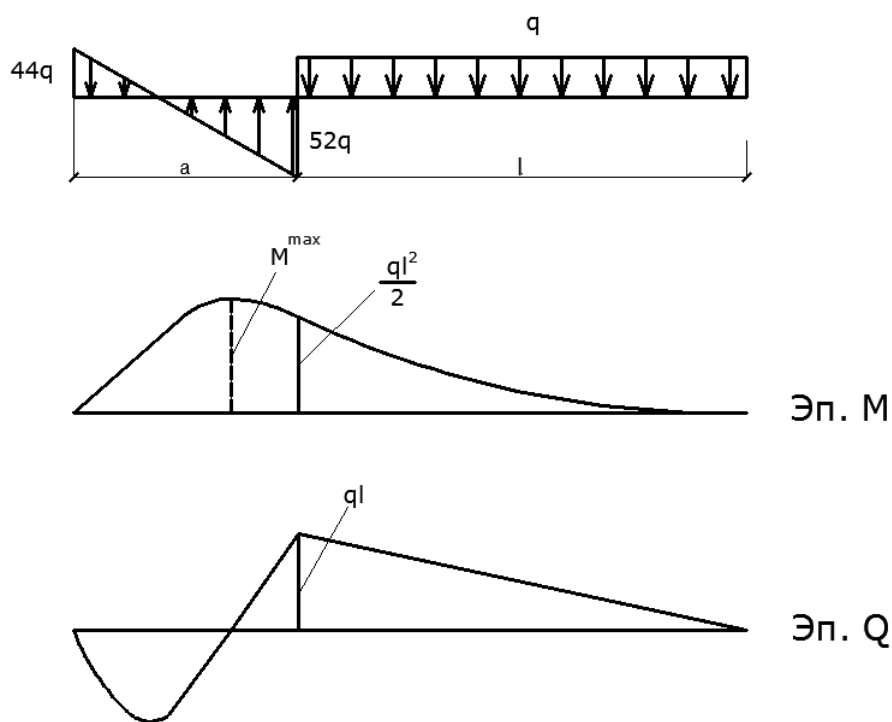


Рис. 4. Эпюры $Q(x)$ и $M(x)$ при $Z = 0,25$

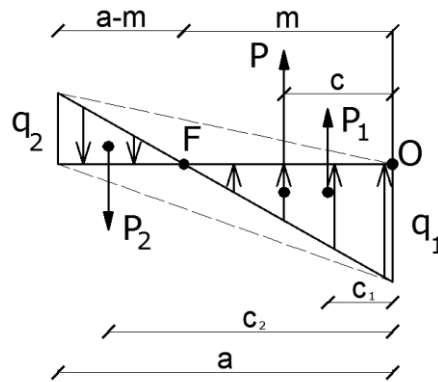
Определим отдельные характерные точки эпюр.

При $x = a - m = \frac{aq_2}{q_1 + q_2}$ по формуле (5) найдем

$$Q_m = \frac{0,5aq_2^2}{q_1 + q_2}. \quad (7)$$

Часть длины заделки $F - 0 = m$ фактически соответствует полезной длине опоры для балок, свободно опертых [3, п. 4.15].

Определим равнодействующую реактивных сил в заделке и место её приложения, как показано на рисунке 5.

Рис. 5. К определению равнодействующей реактивной сил (P)

$$P = P_1 - P_2 = \frac{1}{2}q_1 \frac{aq_1}{q_1 + q_2} - \frac{1}{2}q_2 \frac{aq_2}{q_1 + q_2} = \frac{a(q_1^2 - q_2^2)}{2(q_1 + q_2)} = \frac{a(q_1 - q_2)}{2} = \frac{aq}{z}, \quad (8)$$

$$c = \frac{P_2 \left(\frac{1}{3}m + \frac{2}{3}a \right) - P_1 \frac{m}{3}}{P}. \quad (9)$$

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие **выводы**:

- 1) с уменьшением глубины защемления консольных балок увеличивается уровень напряжений в кирпичной кладке;
- 2) уровень усилий (моментов) защемленных балок превышает величины моментов в начале заделки до 10 % для реальных величин заделки балконов и могут быть найдены для любой величины заделки;
- 3) эпюры поперечных сил и изгибающих моментов на длине заделки представляют собой соответственно квадратную и кубическую параболы;
- 4) получено распределение реактивных усилий на глубине заделки, что позволяет более точно проектировать распределительные подкладки для опирания защемленных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варвак, П.М. Новые методы решения задач сопротивления материалов / П.М. Варвак. – Киев: Вища школа, 1977. – 160 с.
2. Еврокод 6. Проектирование каменных конструкций. Часть 3. Упрощенные методы расчета для неармированных каменных конструкций: ТКП EN 1996-3-2009: 2010. – Минск: Минскстройархитектура Респ. Беларусь, 2010. – 6 с.
3. Каменные и армокаменные конструкции. Пособие к СНиП II-22-81. – М.: Госстрой СССР, 1989. – 16 с.
4. Каменные и армокаменные конструкции. СНиП II-22-81. – М.: Госстрой СССР, 1983. – 31 с.

Поступила 02.11.2010

CALCULATION OF DEPTH OF SETTING CANTILEVER BEAMS IN MASONRY

V. GRINEV, A. KOZEL, A. SHCHERBO

Estimated regulatory method for determining the depth of cantilever beams to seal the brickwork does not fully take into account the factors of the real work of these structures. Insufficiently well-simulated distribution of reaction torque, providing the stability of equilibrium of internal and external forces and impacts, limiting stage of loading. In this paper, proposed an amendment to the calculation of the depth of cantilever beams to seal the brickwork. To address the issue of research work conducted in the area of cantilever beam pinching, analyzed the distribution of power factors in the area of termination and the elastic behavior of masonry. Calculations were performed for different lengths clamping beams, identified arising in this case the compressive and tensile stresses on the edges. The formulas for determining the functions of effort. The distribution of reactive efforts at a depth of termination, which allows more accurate distribution design lining. The method of calculation to find the depth of seal cantilever beams in masonry.