

## ПРОЧНОСТЬ ТРЕХСЛОЙНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

асп. А.М. Сопильняк, д.т.н., проф. Н.В. Савицкий

*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры»*

**Актуальность.** Современные стеновые конструкции - это многослойные конструкции с применением эффективных теплоизоляционных материалов, удовлетворяющие современным нормам теплотехнических требований [1]. Состав конструкции может быть разнообразным. Теплоизоляционные материалы применяют как органического так и неорганического происхождения, мягкие и жесткие, рулонные и плитные. В качестве конструктивного слоя используют как мелкоштучные элементы, так монолитный железобетон.

Одними из таких стеновых ограждающих конструкций являются трехслойные железобетонные панели, в которых внешние слои выполнены из тяжелого конструктивного бетона, а внутренний - из легкого полистиролбетона. Последний выполняет функции утеплителя и обеспечивает связь между внешними слоями.

Расчет прочности многослойных железобетонных элементов изучен недостаточно.

**Цель исследований.** Разработка методики расчета прочности сечений, нормальных и наклонных к продольной оси изгибаемых многослойных железобетонных элементов.

**Изложение основного материала.** В качестве модели ограждающей конструкции рассмотрена трехслойная балка шириной 16 см, высотой 25 см и длиной 2,5 м. Внешние слои толщиной 4 см выполнены из тяжелого бетона класса В20 и В25, а средний - из полистиролбетона марки М5 [2].

Такие конструкции, в которых средний слой из легкого бетона обладает модулем сдвига незначительно отличающегося с наружными слоями, могут рассчитываться с использования теории плоских сечений (в процессе деформирования поперечные сечения остаются плоскими и перпендикулярными к оси конструкции, а сдвиг по толщине отсутствует), что подкреплено результатами проведенных испытаний в работах [4, 5, 6]. Использование этой теории значительно облегчает расчет трехслойных конструкций, заменяя ее однослойной с приведенным двутавровым сечением.

Расчет прочности сечений нормальных к продольной оси принятой модели производился по 2 методам: а) приведенных сечений, с использованием основных положений СНиП [3] и б) деформационному методу [7].

Расчет прочности сечений нормальных к продольной оси по первому методу предполагает переход от трехслойной конструкции прямоугольного сечения к приведенному двутавровому однородному сечению через соотношение прочностей бетонов на сжатие. Далее расчет выполняется по [3], как для элемента обычного двутаврового сечения (рис.1).

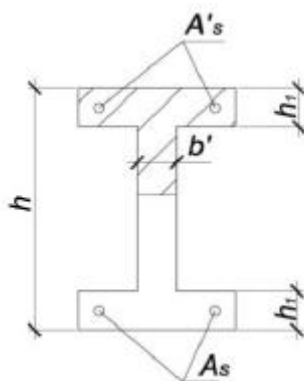


Рис. 1. Схема приведенного сечения.

Расчет прочности сечений нормальных к продольной оси по деформационному методу определяют исходя из следующих предпосылок:

- деформации в арматуре одинаковые с окружающим их бетоном, как при растяжении, так и при сжатии;
- для расчетного сечения считается справедливой гипотеза о линейном распределении деформаций по его высоте;
- связь между напряжениями и деформациями сжатого бетона принимается в виде диаграмм « $\sigma$ - $\epsilon$ ».

За критерий исчерпания несущей способности сечения принимается критерий максимума функции равновесных состояний, разрушение сжатого бетона при достижении фибровыми деформациями предельных значений, или достижения в арматуре растянутой зоны предельных деформаций.

По предложенным 2 методам – приведенных сечений и деформационному методу были проведены расчеты прочности сечений нормальных к продольной оси.

Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Класс бетона	Диаметр арматуры A400C, мм	Процент армирования, %	Разрушающий момент, кНм при напряжениях в арматуре	
			$R_y$	$R_u$
B20	6	0,14	5,1/4,95	6,33/6,32
	10	0,39	13,37/13,22	-(разруш)
B25	6	0,14	5,13/4,98	6,38/6,36
	10	0,39	13,59/13,38	16,72/16,65

**Примечание:** В числителе - значения рассчитанные по методу приведенных сечений, а в знаменателе - по деформационному методу.

---

Данные таблицы свидетельствуют, что расхождение значений прочности сечений нормальных к продольной оси не превышает 1,6%.

Расчет прочности наклонных сечений для трехслойных железобетонных элементов с монолитной связью слоев производят по нормам [3] как для аналогичного однослойного элемента без поперечной арматуры с использованием прочности на растяжение бетона среднего слоя.

Предельная поперечная сила воспринимаемая бетоном по наклонной трещине определяется по формуле:

$$Q = \frac{\sigma_{bt} \cdot A_{at} \cdot b \cdot h_0}{s}$$

Подставив значения характеристики бетона и параметров сечения предельная поперечная сила при условии определения наиболее неблагоприятного местоположения внешнего усилия равна 0,94 кН.

Предельная поперечная сила воспринимаемая бетоном по наклонной полосе между наклонными трещинами определяется по формуле:

$$Q = 0,5 \cdot \sigma_{bt} \cdot \sigma_{bt} \cdot A_{at} \cdot b \cdot h_0$$

Расчетное значение этой величины равно 2,5 кН.

**Выводы.** Предложено два метода расчета прочности сечений нормальных к продольной оси: метод приведенных сечений и деформационный метод. Приведены данные о несущей способности трехслойных железобетонных элементов с монолитной связью слоев по наклонным сечениям.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будівель та споруд. Теплова ізоляція будівель. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006.-70с.
2. ГОСТ Р 51263-99. Полистиролбетон. Технические условия.
3. СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.
4. Чиненков Ю.В. К расчету изгибаемых трехслойных конструкций из легких бетонов. Строительная механика и расчет сооружений. Научно-технический журнал. №5. 2008. - С 38-41.
5. Король Е.А. Трехслойные ограждающие железобетонные конструкции из легких бетонов и особенности их расчета: Монография. /М.: издательство АВС,2001.-256 с.
6. Чиненков Ю.В. Расчет железобетонных трехслойных ограждающих конструкций из легкого бетона. Бетон и железобетон. Научно-технический и производственный журнал. Москва. №6. 2007.- С 7-12.
7. ДБН В.2.6-98:2009. «Бетонні та залізобетонні конструкції» К.: Мінрегіон-буд України, 2009.