

7. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81). – М.: (ЦИТП) Госстроя СССР, 1989. – 149 с.
8. Свод правил. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*: СП 15.13330.2012. – М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, ОАО «НИЦ "Строительство"»: утв. приказом М-ва регионального развития Рос. Федерации от 29 дек. 2011 г. № 635/5.
9. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования: СНиП II-21-75 / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1976. – 89 с.
10. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования: СНиП 2.03.01-84* / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с.
11. Бетонные и железобетонные конструкции. РУП «Стройтехнорм»: СНБ 5.03.01-02. – Минск: Минстрой-архитектуры Респ. Беларусь, 2003. – 139 с.
12. Мосты и трубы. Нормы проектирования: СНиП 2.05.03.84* / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 199 с.
13. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования: СНиП II-B.1-62 / Госстрой СССР. – М.: Госстройиздат, 1962. – 100 с.
14. Konstrukcje Betonowe, Żelbetowe I Sprężone Obliczenia Statyczne I Projektowanie: PN-B-03264:2002. – Warszawa: PKN, 2002. – 142 p.
15. Code for Design of Concrete Structures: GB 50010-2002. – Beijing: China Architecture & Building Press, 2002. – 204 p.
16. Свод правил по проектированию и строительству. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры: СП 52-101-2003. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 30 с.
17. Указания по проектированию железобетонных, бетонных конструкций железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб: СН 365-67 / Госстрой СССР. – М.: Госстройиздат, 1967. – 145 с.
18. Рак, Н.А. Надежность расчета несущей способности при местном сжатии элементов, усиленных косвенным армированием / Н.А. Рак // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Респ. Беларусь: сб. тр. XVIII Междунар. науч.-методич. семинара; под общ. ред. Д.Н. Лазовского, А.И. Колтунова. – Новополоцк: ПГУ, 2012. – Т. 1 – С. 25–29.

УДК 624.012.25

РАСЧЕТ КЛАДКИ С СЕТЧАТЫМ АРМИРОВАНИЕМ ПРИ ОСЕВОМ СЖАТИИ

А.Л. ШИНЬКО, В.В. КАТРЕНКО
(Представлено: А.М. ХАТКЕВИЧ)

Рассматривается характер разрушения образцов каменной кладки с сетчатым армированием. Представлены результаты экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния кладки с поперечным армированием при действии осевой кратковременной статической нагрузки. На основании анализа данных предложены значения коэффициентов эффективности и условий работы арматуры, в большей степени отвечающие действительной работе кладки с сетчатым армированием.

Каменная кладка – широко применяемый в практике монолитный неоднородный упругопластический материал с выраженными анизотропными свойствами, особенностью работы которого под нагрузкой является наличие сложного напряженного состояния камня и раствора.

При сжатии осевым деформациям сопутствуют деформации поперечного расширения, и более жесткий кирпич сдерживает деформации менее жестких растворов (разница достигает 10...12 раз [1]), поэтому, увеличив сопротивляемость растворных швов растяжению, можно увеличить и прочность кладки.

Упрочнение (повышение временного сопротивления) путем введения арматуры в горизонтальные растворные швы кладки дополняет сложное напряженное состояние, которое при таком приеме будет характеризоваться трехосным обжатием. Увеличение сопротивления армированной кладки вертикальной нагрузке достигается ограничением с помощью арматуры возникающих при сжатии поперечных деформаций (образование пространственного напряжённого состояния – эффект «обоймы»). Сетчатая арматура воспринимает возникающие в поперечном направлении растягивающие усилия, позволяя увеличить продольную деформацию.

Количественной оценкой эффективности армирования является коэффициент эффективности, который зависит от значения прироста несущей способности армированной кладки по сравнению с неармированной. В отдельных изученных нами источниках указано, что сталь, принятая для сетчатого армирования, используется до предела текучести, если он не превышает 350 МПа [2; 3]. В рамках работы [4] установле-

но, что в стальной перфорированной ленте, использованной для армирования кирпичной кладки, напряжения не достигли предела текучести. При исследовании сжатых элементов кладки из мелких ячеистобетонных блоков с косвенным армированием [5] напряжения в стержнях сеток не достигали 100 МПа.

Методика и результаты испытаний. Поперечное армирование каменной кладки сегодня реализуется посредством различных способов, к которым относятся сетчатое из проволоки, армирование стеклопластиком и стеклохолстом, просечно-вытяжными сетками из тонколистовой стали, кольцами, спиралями, буринъекционными шпильками и др.

Для исследования свойств кладки с поперечным сетчатым армированием выполнена работа, основой которой явилось натурное испытание кратковременной ступенчатой статической нагрузкой опытных элементов в виде образцов-призм сечением $1,5 \times 1,5$ кирпича высотой шестнадцать рядов кладки. Часть образцов выполнялась неармированными (эталонные), другая часть армировалась сетками двух типов. Сетки изготавливались из широко используемой в строительной практике арматурной проволоки класса S500 (Вр-I) диаметром 4 мм. Всего было изготовлено и испытано 16 опытных образцов на центральное сжатие (табл. 1).

Таблица 1

Обозначение, количество и характеристика опытных образцов

Серия	I	II	III	IV	V	VI
Обозначение образцов	K1, K2	K3, K4, K5	K6, K7, K8	K9, K10	K11, K12, K13	K14, K15, K16
Марка кирпича	M150	M150	M150	M200	M200	M200
Марка раствора	M75	M75	M75	M75	M75	M75
μ , %	0	0,407	0,407	0	0,19	0,19
Шаг сеток по высоте	–	Один ряд кладки		–	Два ряда кладки	

Испытания проводились в соответствии с разработанной программой и с учетом СТБ 1376-2002 [6]. Выявлен характер разрушения армированной и неармированной кладки, подробно описанный в [7].

Разрушение опытных армированных столбов (рис. 1) происходило при скалывании лещадок у наружных граней колонн в средней по высоте части опытных образцов между армированными горизонтальными швами и раздавливанием рядов кладки. Это позволяет говорить о наличии эффективной площади сечения A_{eff} , ограниченной крайними стержнями сеток (рис. 2).



Рис. 1. Характер разрушения армированного образца

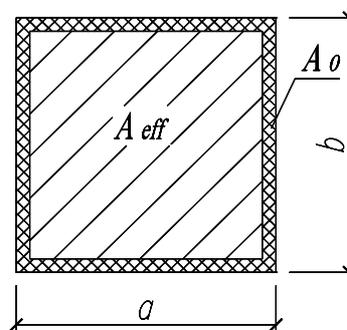


Рис. 2. Деление поперечного сечения армированного элемента на A_{eff} и A_0

Экспериментальным путем определены напряжения в арматуре в момент предшествующий разрушению, которые достигали значения в 350 МПа. Характер распределения напряжений по стержням сеток описан в работе [7].

Определение среднего предела прочности кладки с сетчатым армированием. Предел прочности кладки с сетчатым армированием согласно СНиП «Каменные и армокаменные конструкции» определяется по следующей двухчленной формуле [8, с. 86]:

$$R_{skm} = R_u + \frac{KR_{sm}\mu}{100}, \quad (1)$$

где R_u – временное сопротивление (средний предел прочности) сжатию неармированной кладки; K – коэффициент эффективности армирования; R_{sm} – нормативные сопротивления арматуры в армированной кладке, принимаемые для стали класса Вр-I (S500) с коэффициентом условий работы 0,6 (то есть $R_{sm} = 0,6 \cdot 500 = 300$ МПа); μ – процент армирования кладки.

Действующим СНиП предписано принимать единое значение коэффициента эффективности армирования кладки, а именно $K = 2$. В то же время при изучении литературных источников, анализируя данные испытаний, определено, что коэффициент эффективности можно увеличить до трех.

Поскольку при испытании напряжения в арматуре достигали 350 МПа, то возможно повысить коэффициент условия работы арматуры (с 0,6 до 0,7), то есть в формуле (1) использовать значение $R_{sn} = 350$ МПа.

В предельной стадии происходило отслоение защитного слоя и сечение работало лишь площадью A_{eff} , ограниченной крайними стержнями сеток. Поэтому нелогично и нецелесообразно при расчете прочности использовать всю площадь сечения.

Учитывая истинный характер разрушения кладки с сетчатым армированием, следует учитывать повышенное значение сопротивления кладки только для участка, заключенного внутри контура сеток A_{eff} (см. рис. 1). Вся площадь поперечного сечения $A = A_{eff} + A_0$. В предельной стадии, предшествующей разрушению, максимальное усилие, которое может воспринять оболочка (защитный слой) и армированное ядро соответственно $R_u A_0$ и $R_{sku} A_{eff}$.

Тогда предельное разрушающее усилие предлагаем рассчитывать по формуле:

$$N_u = m_g \varphi \left(R_u A + \frac{KR_{sn}\mu}{100} A_{eff} \right). \quad (2)$$

В таблице 2 выполнено сравнение значений разрушающих нагрузок, полученных экспериментальным путем, со значениями нагрузок, определенными по СНиП II-23-81 и по предложенной методике; в последней колонке определен процент расхождения предела прочности с экспериментальными значениями.

Таблица 2

Сравнение опытных данных с теоретическими

Серия	Данные по*	R_u , МПа	R_{sn} , МПа	μ , %	K	N_u , кН	$\frac{(N_u - N'_u)}{N_u} \cdot 100$ %
II, III	A	5	300	0,19	2	887	14,1 (18,6)
	B	4,95	350		3,8...4,9	1033(1090)	–
	C	5	350	0,23	3	1023	1,0 (6,1)
V, VI	A	4	300	0,407	2	930	40,8 (42,5)
	B	4,43	350		5...5,4	1572 (1617)	–
	C	4	350	0,469	3	1181	24,9 (27,0)

* А – по СНиП II-23-81; В – по результатам эксперимента; С – с учетом собственных предложений.

В заключение можно сделать следующие *выводы*:

- возможность увеличения коэффициента эффективности армирования K с двух до трех в интервале армирования до 0,41 % подтверждается многочисленными экспериментальными данными;
- предложена новая формула по расчету прочности сжатых элементов с косвенным армированием, расчет по которой дает лучшие в сравнении с экспериментальными показатели сходимости теоретических данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комохов, П.Г. Структурная механика разрушения кирпичной кладки / П.Г. Комохов, Ю.А. Беленцов // Строительные материалы. – 2004. – № 7. – С. 46–47.
2. Железобетонные и каменные конструкции: уче. издание / О.Г. Кумпяк [и др.]; под ред. О.Г. Кумпяка. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 472 с.
3. Маилян, Р.Л. Строительные конструкции: учеб. пособие / Р.Л. Маилян, Д.Р. Маилян, Ю.А. Веселов; под ред. Р.Л. Маиляна. – 2-е изд. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 880 с.
4. Рябин А.Л. Прочность и деформативность кирпичной кладки, армированной перфорированными стальными лентами, при центральном сжатии: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / А. Л. Рябинин. – СПб., 2009. – 204 л.
5. Гойкалов, А.Н. Прочность и деформативность сжатых элементов кладки из мелких ячеисто-бетонных блоков с косвенным армированием: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / А.Н. Гойкалов. – Воронеж, 2005. – 161 л.

6. Каменные и армокаменные конструкции. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, трещиностойкости и деформативности: СТБ 1376-2002. – Введ. 18.31.02. – Минск: М-во архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2003. – 12 с.
7. Хаткевич, А.М. Характер разрушения каменных и армокаменных столбов при центральном сжатии / А.М. Хаткевич, В.Д. Гринев // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф. Строительство. Прикладные науки. – 2009. – № 12. – С. 39–44.
8. Гринев, В.Д. Совершенствование методики определения объемного коэффициента армирования / В.Д. Гринев, А.М. Хаткевич // Инженерные проблемы строительства и эксплуатации сооружений: сб. науч. тр. Вып. 3 / Полоц. гос. ун-т; редкол.: О.В. Коробов [и др.]. – Новополоцк: ПГУ, 2011. – С. 10–11.

УДК 620.169.2

СБОРНО-МОНОЛИТНЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ ТИПА «ДАХ», ИХ КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ, ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Т.Г. ЕРМОЛАЕВА, К.А. КОСТЮРИНА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.И. КОЛТУНОВ)

Рассматриваются сборно-монолитные перекрытия, устраиваемые на объектах промышленных и гражданских зданий при наличии опорных несущих конструкций. Показаны их конструктивные особенности, достоинства и недостатки. Исследуется возможность замены бетонных пустотных блоков в перекрытиях более легкими материалами, а также возможность применения полистирольных блоков в сборно-монолитных перекрытиях типа «ДАХ».

Идея сборно-монолитного перекрытия не является новой, она давно используется в странах центральной и восточной Европы. Широко известны большепролетные перекрытия немецкой системы ALBERT, польские перекрытия TERIVA, белорусские перекрытия ДАХ. Такие перекрытия могут выполняться без остановки технологических процессов на промышленных предприятиях, в стесненных условиях, внутри зданий и сооружений, а также при строительстве мансард, при надстройке эксплуатируемых жилых зданий. Это оптимизированный вариант между традиционными железобетонными плитами и монолитными конструкциями, исключающий многие их недостатки.

Применение сборно-монолитных перекрытий «ДАХ» позволяет решить вопрос по устройству перекрытий и проблему реконструкции здания в целом, для ряда существующих объектов. Такими объектами являются:

- реконструируемые объекты, для которых предусмотрена замена деревянных или ослабленных перекрытий внутри зданий без демонтажа кровли;
- объекты, для которых решающую роль играют вес перекрытий или их толщина;
- объекты, включающие стены сложной конфигурации (выступы, эркеры);
- объекты, для которых по тем или иным причинам, не возможно использование большого количества техники и грузоподъемных механизмов;
- объекты, важную роль для которых играет несущая способность перекрытия.

Сборно-монолитные перекрытия устраиваются на объектах промышленных и гражданских зданий при наличии опорных несущих конструкций. Перекрытия выполняются из предварительно изготовленных железобетонных балок и пустотных блоков, служащих несъемной опалубкой, а также монолитного бетона, укладываемого на смонтированные конструкции. Это оптимизированный вариант между традиционными железобетонными плитами и монолитными конструкциями.

Сборно-монолитные перекрытия позволяют:

- вести монтаж перекрытий без использования крана;
- исключить устройство отдельного монолитного пояса на стенах из слабонесущих строительных блоков;
- исключить устройство стяжки для выравнивания основания пола;
- заменить деревянные и ослабленные перекрытия на бетонные;
- перекрыть помещения сложной формы с эркерами и выступами;
- вести монтаж в труднодоступных местах, в том числе в существующих помещениях;
- доработать элементы перекрытия на строительной площадке: подрезать, укоротить, придать необходимую форму;
- использовать пустоты в перекрытиях для прокладки коммуникаций;
- использовать балки для устройства мощных несущих перемычек.