

начала загрузки до предела текучести. Также предельные напряжения при сжатии соответствуют теоретическим критическим напряжениям потери устойчивости стержней. Особенности совместной работы арматуры и бетона в конструкции будут определены следующим шагом исследований — испытанием железобетонных образцов.

Литература.

1. СНиП 2.0301-84 Бетонные и железобетонные конструкции. М., Стройиздат, 1989 г., с.80
2. Таль К. Э. О деформативности бетона при сжатии // Исследование прочности, пластичности и ползучести строительных материалов. 1955 г., с.202-207
3. Довгалюк В. И. Исследование работы центрально сжатых железобетонных колонн с косвенной и продольной арматурой // Бетон и железобетон. М., 1969 г., № 70 с.148-155.
4. Рискинд Б. Я., Шорникова Г. И. Работа стержневой арматуры на сжатие // Промышленность сборного железобетона. Серия 3. М., 1974 №10 с.34-36.

## СПИРАЛЬНЫЕ СЕТКИ ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Я.А. Яско

Научный руководитель — В.Д. Гринёв  
УО «Полоцкий государственный университет»

Примерно сто лет назад М. Косиндером были предложены железобетонные конструкции со спиральной арматурой. Позже Некрасов В. П. и Залигер Р. [1] предложили косвенную арматуру в виде сеток, колец и хомутов. При этом у сжатых элементов ограничиваются поперечные деформации, увеличиваются предельные напряжения и предельные деформации, отдалается момент трещинообразования.

По предложению Некрасова В. П. с 1926 года в отечественной строительной практике для каменной кладки стала успешно применяться укладываемая в горизонтальные растворные швы косвенная арматура в виде сеток из пересекающихся стержней. Несколько позже появилась однослойная зигзагообразная арматура (сетки одного направления) [2].

В последние десятилетия были исследованы железобетонные колонны, армированные спиралевидными однослойными сетками [3]. Изготовление таких сеток на универсальных автоматических станках «Униформ», по данным авторов, значительно снижает трудоёмкость и материалоемкость их производства.

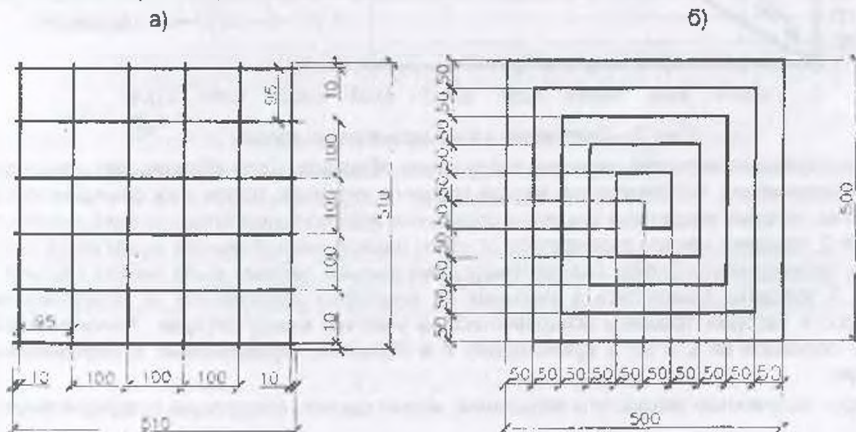


Рис. 1 - Виды сеток из проволоки  $d = 4$  мм класса В-1.

а — сетка с квадратной ячейкой; б — сетка типа «прямоугольная спираль»

Нам представляется целесообразным использование таких сеток для армирования каменной кладки.

В ходе исследований для испытаний было изготовлено три опытных образца в виде армированных кирпичных колонн сечением  $510 \times 510$  мм и высотой 1000 мм. Применялся силикатный кирпич

толщиной 8мм марки М 200, цементный раствор марки М 75, арматурная проволока класса В-1 с расчётным сопротивлением  $R_s = 219$  МПа. Образец № 1 изготавливался неармированным, как эталонный. Образцы № 2 и № 3 конструировались, соответственно, с сетчатой и спиральной арматурой, см. рис. 1, с одинаковым коэффициентом объёмного армирования, шагом сеток и равным расходом арматурной проволоки одного диаметра. Испытания проводились через 28 суток от времени изготовления на гидравлическом прессе ПР-500 при поэтапном нагружении с приращением нагрузки в 125 кН и выдерживанием на каждом этапе 10 минут. Деформации определялись при помощи индикаторов часового типа, установленных по граням колонн с точностью 0,01 мм. Предварительно были определены прочностные характеристики кирпича (по ГОСТ 24.332-88) и раствора (по ГОСТ 5802-86). Результаты испытаний представлены на рис. 2. и в таблице

Таблица - Результаты испытаний

№ образца	$R_u$ (кН)	$R_{сст}$ (кН)	Продольные деформации		Поперечные деформации	
			$\epsilon_{сст}$	$\epsilon_{extr}$	$\epsilon_{сст}$	$\epsilon_{extr}$
1	2170	1500	0,0019	0,0026	0,00085	0,0046
2	2655	1500	0,0018	0,0031	0,00066	0,0039
3	3125	1875	0,0019	0,0040	0,00045	0,0040

$R_u$  – предельная воспринятая нагрузка,  $R_{сст}$  – нагрузка трещинообразования,

$\epsilon_{сст}$  – относительное укорочение в момент трещинообразования,  $\epsilon_{extr}$  – относительное укорочение образца при  $R_u$

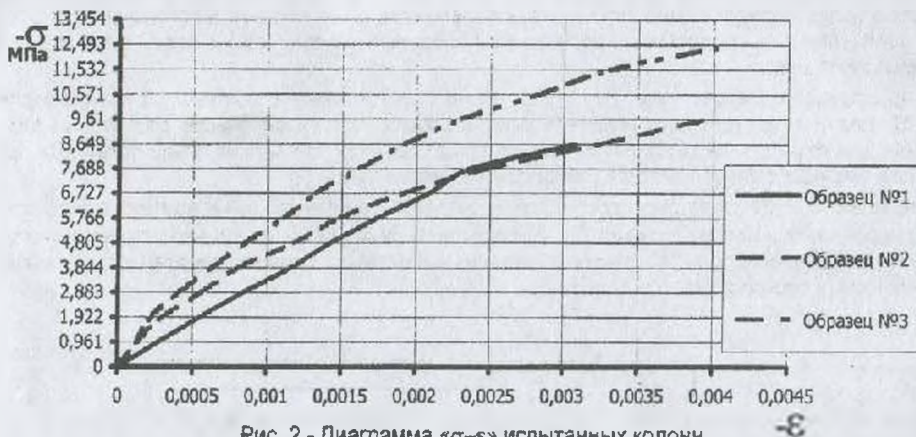


Рис. 2 - Диаграмма «σ-ε» испытанных колонн.

Весьма интересным является характер разрушения образцов. Если образец №1 начал разрушаться «классически», с образования мелких трещин в кирпичах, далее с их объединением в макротрещины, которые разделили кладку на отдельные вертикальные блоки по всей высоте, то в образце № 2 трещины начали развиваться от узлов пересечения стержней арматурной сетки. Разрушение происходило в блоках кладки между арматурными сетками из-за смятия кирпича. В образце № 3 трещины появлялись в кирпичах на некоторых расстояниях от армированных швов. При росте нагрузки трещины объединялись на участках между сетками. Таким образом, разрушение образцов № 2 и № 3 происходило и в областях, ограниченных армированными швами кладки.

Анализируя полученные результаты испытаний, можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Предельные деформации сжатия и несущая способность увеличились для образца №3, примерно, в 1,5 раза, по сравнению с неармированным образцом.
2. Армирование кладки спиральными сетками вдвое уменьшило поперечные относительные деформации, соответствующие трещинообразованию.
3. Пересечения стержней сеток становятся жесткими опорами и концентраторами напряжений, которые способствуют более раннему появлению трещин в зоне, примыкающей к армированному шву



4 Несмотря на выявленные преимущества применения для кладки спиральных сеток, по сравнению со сварными, необходимо накопление опытных данных при работе кладки на центральное и внецентренное сжатие с целью создания методики расчета и последующего внедрения эффективного армирования в строительную практику.

## Литература

1. Гнедовский В. А. Косвенное армирование железобетонных конструкций. Ленинград. СИ. 1981 г., с. 126.
2. Камейко И. А. Прочность на сжатие кирпичной кладки с косвенным армированием. Сб. под ред. Л. И. Онищика «Экспериментальные исследования каменных конструкций». Москва, Ленинград. Стройиздат Наркомстроя, 1939 г., с. 65..89
3. Довгалюк В И Кац М. Х. Новый вид косвенного армирования железобетонных колонн Сб. Строительство и архитектура. Серия 8. Строительные конструкции ВНИИИС Госстроя СССР, 1985 г., с. 2. .5

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ  
РАВНОПРОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ДВУХСЛОЙНЫХ СОСУДОВ,  
РАБОТАЮЩИХ В ПРЕДЕЛАХ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ**

**И.Г. Гурьев, О.А. Жерносек**  
**Научный руководитель – Л.А. Гурьева**  
**УО «Полоцкий государственный университет»**

В технике для удержания высокого давления приходится иметь дело с толстостенными сосудами. Если в таких сосудах надо удержать высокое давление, необходимо, чтобы предел текучести материала был бы по крайней мере в два раза больше этого давления. Для сосудов высокого давления уменьшения напряжений можно достичь применив составные, соединенные с натягом цилиндры: [2].

В работе рассмотрен двухслойный цилиндр бесконечной длины, полученный горячей посадкой и нагруженный внутренним давлением (рис. 1). При этом исследованы три случая:

1. двухслойный сосуд выполнен из материалов с одинаковыми физическими и механическими свойствами  $\sigma_{y0}=\sigma_{y1}=330$  МПа,  $E_0=E_1=2.1 \cdot 10^5$  МПа.  $\nu_0=\nu_1=0.3$ ;
2. двухслойный сосуд выполнен из материалов с одинаковыми упругими свойствами, но с различными пределами текучести  $\sigma_{y0}=600$  МПа,  $\sigma_{y1}=330$  МПа,  $E_0=E_1=2.1 \cdot 10^5$  МПа,  $\nu_0=\nu_1=0.3$ ;
3. двухслойный сосуд выполнен из материалов с различными упругими свойствами и пределами текучести  $\sigma_{y0}=300$  МПа,  $\sigma_{y1}=90$  МПа,  $E_0=2.1 \cdot 10^5$  МПа,  $E_1=1.15 \cdot 10^5$  МПа,  $\nu_0=0.3$ ,  $\nu_1=0.25$ ,

где индекс "0" относится к наружному, а индекс "1" - к внутреннему цилиндру.

В цилиндре возникают два вида напряжений: окружные  $\sigma_t$  и радиальные  $\sigma_r$ . Были определены напряжения  $\sigma_t$  и  $\sigma_r$  в составных цилиндрах при заданном натяге  $\Delta=5 \cdot 10^{-5}$  м, внутреннем давлении  $p_i=200$  МПа,  $a=0.03$  м,  $b=0.04$  м,  $c=0.06$  м

Напряжения в составной трубе вычислены на основании принципа сложения действия сил путем алгебраического суммирования рабочих напряжений от внутреннего давления  $p_i$ , сплошной трубы с внутренним радиусом  $a$  и напряжений от межтрубного давления  $p_r$  [3]:

$$\sigma_t = \sigma_{p_i} + \sigma_{p_r} \quad (1)$$