

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ  
ЕВРОПЕЙСКИХ СТАНДАРТОВ  
В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

(г. Минск, БНТУ — 27-28.05.2014)

УДК 693.55.033.13

**ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ АРМИРОВАНИЯ  
МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ДИСКОВ  
ПЕРЕКРЫТИЙ В ЗОНЕ ОПИРАНИЯ НА КОЛОННЫ**

*КОЗЛОВСКИЙ Е.А.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

**Введение**

В настоящее время большое количество жилых и общественных зданий в нашей республике возводится из монолитного железобетона. Эта технология имеет некоторые особенности связанные с конструированием несущих узлов и элементов. Особенно остро стоит здесь проблема с расчетом и конструированием стыка монолитного диска перекрытия и колонны.

Конструкция безбалочных перекрытий была запатентована в США в 1902 году. Первое здание в России с такими перекрытиями было построено в Москве в 1908 году, под руководством профессора А.Ф. Лолейта.

Основные принципы конструирования перекрытий с капителями были сформулированы ещё до 50-х годов XX века. Среди множества предложений наиболее интересным можно назвать так называемый «КУБ» (каркас унифицированный безбалочный), разработанный коллективом инженеров НИИЖБ в Москве. Однако ни одна из разработок не вышла в массовую серию. В СССР безбалочные перекрытия массово применялись только на строительстве промзда-

ний. При этом использовалась сборно-монолитная технология возведения.

В настоящей работе произведено исследование различных вариантов армирования монолитного диска перекрытия в зоне их опирания на колонны.

### **Классификация распределительных систем**

Распределительные системы можно классифицировать по следующим признакам:

- ✓ Согласно применяемым материалам – с применением жёсткой арматуры и без неё;
- ✓ Согласно схеме армирования – направленные и ненаправленные;
- ✓ По схеме расположения дополнительной поперечной арматуры – с дополнительным поперечным армированием в радиальном направлении и дополнительным балочным армированием.

### **Основные виды распределительных систем**

1. Элементы с жёсткой арматурой в виде прокатных профилей. Для лучшего сцепления с бетоном к таким элементам дополнительно приваривается сетка по нижней поверхности и арматура по верхним полкам для обеспечения совместности работы прокатного профиля и бетона. Прокатный профиль никогда не следует использовать без усиления приопорной зоны продольным сеточным армированием, установленным как по верхнему, так и по нижнему поясу. Это связано с тем, что несущая способность жёсткой арматуры в разы выше, чем тот же показатель регулярного армирования плиты с учётом работы бетона. Большие перепады несущей способности в приопорной зоне крайне не желательны и могут привести к потере сплошности плиты вследствие среза по контуру прокатного профиля (табл.1, поз.2).

2. Единичные или сгруппированные вертикальные стержни, (табл.1, поз.1, 3, 4) очень удобны при монтаже и экономичны (за исключение варианта отдельных стержней), не требуют дополнительного усиления приопорной зоны, тем самым существенно снижая материалоемкость стыка. Однако в этих вариантах присутствуют заводские сварные соединения, что приводит к их удорожанию. Существует еще один нюанс: согласно СНБ 5.03.01-02 загиб арматуры допускается в стержнях  $\varnothing \leq 12$ , что ведет к ограничению использования сортамента арматуры для вариантов армирования «змейками» и отдельными стержнями.

3. Хомуты. Довольно материалоемкий вариант, не очень удобный при монтаже. Так же имеет ограничение по использованию сортамента арматуры до  $\varnothing \leq 12$  (табл. 1, поз. 5).

4. Плоские каркасы. Очень экономичный вариант, особенно если их располагать в радиальном направлении, с учетом зон продавливания, однако здесь присутствуют сварные соединения (табл. 1, поз. 5).

5. Пространственные каркасы. Обладают теми же недостатками и достоинствами, что и плоские, однако более удобны при монтаже (табл. 1, поз.7).

Был выполнен расчет и конструирование шести вариантов узлов опирания диска перекрытия на колонну монолитного железобетонного безбалочного безкапительного перекрытия.

I прямоугольная колонна среднего ряда: Бетона класса C20/25, арматура класса S400,  $V_{sd} = 400$  кН,  $h_{плиты} = 220$  мм,  $a_{колонны} = 400$  мм,  $b_{колонны} = 400$  мм.

II круглая колонна среднего ряда: Бетона класса C20/25, арматура класса S500,  $V_{sd} = 350$  кН,  $h_{плиты} = 200$  мм,  $D_{колонны} = 400$  мм.

III прямоугольная колонна крайнего ряда: Бетона класса C30/37, арматура класса S500,  $V_{sd} = 350$  кН,  $h_{плиты} = 220$  мм,  $a_{колонны} = 400$  мм,  $b_{колонны} = 600$  мм.

IV прямоугольная колонна угловая: Бетона класса C35/45, арматура класса S400,  $V_{sd} = 450$  кН,  $h_{плиты} = 230$  мм,  $a_{колонны} = 400$  мм,  $b_{колонны} = 600$  мм.

V круглая колонна крайнего ряда: Бетона класса C40/50, арматура класса S500,  $V_{sd} = 250$  кН,  $h_{плиты} = 200$  мм,  $D_{колонны} = 400$  мм.

VI круглая колонна угловая: Бетона класса C45/55, арматура класса S500,  $V_{sd} = 170$  кН,  $h_{плиты} = 200$  мм,  $D_{колонны} = 350$  мм.

Варианты армирования были приняты следующие: гнутые стержни – «змейки» (табл.1, поз.1), жёсткая арматура – швеллера (табл.1, поз.2), стержни с высаженными головками (табл.1, поз.3), отдельные стержни (табл.1, поз.4), хомуты(табл.1, поз.5), плоские каркасы(табл.1, поз.6), и пространственные каркасы(табл.1, поз.7).

Расчеты и конструирование были выполнены согласно СНБ 5.03.01-02.

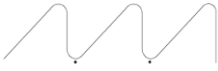
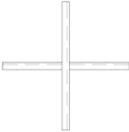
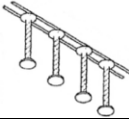

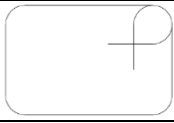

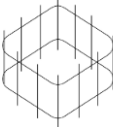
Был произведен сравнительный анализ расхода арматуры на каждый из вариантов армирования при их одинаковой несущей спо-

способности. Учитывался только расход арматуры распределительных систем. Расход продольного армирования усиления места стыка не учитывался.

Результаты этого анализа представлены в таблице 1. Для сравнения принят расход арматуры при армировании гнутыми жестяками – «змейками».

Таблица 1

Результаты анализа

| Поз. | Распределительная система   | Доля расхода арматуры при расчете №: |      |      |      |      |      | $\Sigma/n$ |
|------|---|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------------|
|      |   | I                                    | II   | III  | IV   | V    | VI   |            |
| 1    |    | 1                                    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1          |
| 2    |    | 2,15                                 | 1,26 | 1,92 | 4,61 | 1,32 | 3,94 | 2,53       |
| 3    |    | 0,63                                 | 0,77 | 0,62 | 0,72 | 0,72 | 0,7  | 0,69       |
| 4    |    | 1,41                                 | 1,2  | 1,27 | 1,34 | 1,08 | 1,74 | 1,34       |
| 5    |   | 3,35                                 | 1,47 | 2,56 | 5,21 | 2,35 | 4,48 | 3,24       |
| 6    |  | 0,89                                 | 1,01 | 0,85 | 1,04 | 0,94 | 0,94 | 0,94       |
| 7    |  | 0,8                                  | 1,11 | 0,99 | 1,25 | 1,04 | 0,95 | 1,02       |

## **Выводы**

✓ Самыми экономичным вариантами армирования оказались: стержни с высаженными головками (табл.1, поз. 3), гнутые стержни – «змейки» (табл.1, поз. 1), плоские каркасы (табл.1, поз. 6) и пространственные каркасы (табл.1, поз. 7).

✓ Самым неэкономичным вариантом оказался вариант армирования жесткой арматурой (табл.1, поз.2) и хомутами(табл.1, поз.5).

✓ Сравнивались различные варианты армирования узлов, лишь по расходу поперечной арматуры, без учета продольного армирования, что в случае с применением жесткой арматуры существенно увеличило бы расход металла.

✓ В стоимость строительства входит не только стоимость металла, а также стоимость производства изделия и их монтажа. Исходя из этой позиции стержни с высаженными головками (табл.1, поз. 3) – менее экономичны, а установка отдельных стержней (табл.1, поз. 4) и хомутов (табл. 1, поз.5) усложняет монтаж, что ведет к существенному удорожанию стыка.

✓ Самым экономичным вариантом, с учетом всех аспектов, является вариант армирования гнутыми стержнями – «змейками» (табл. 1, поз.1).

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Национальный комплекс нормативно-технических документов в строительстве. Строительные нормы Республики Беларусь. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01-02. Введен 01.07.03. – Минск, Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2003. – 140 с.

2. Тамкович, С.Ю. Уточнение значений индексов надежности элементов из тяжелого бетона без поперечной арматуры при местном срезе с помощью расширенного банка экспериментальных данных/С.Ю. Тамкович//Вопросы внедрения норм проектирования и стандартов Европейского союза в области строительства в БНТУ: – Минск: БНТУ, 2012. – Ч.1. –С.117-129.

3. Тур В.В., Кондратчик А.А. Расчёт железобетонных конструкций при действии перерезывающих сил: монография. – Брест: изд. БГТУ, 2000. – 400 с.: ил.

4. Ивянский А.М. Железобетонные конструкции: учеб. для вузов / Ивянский А.М. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1961. – 400 с.: ил., табл. + прил.
5. Мурашев В.И. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб. для вузов по спец. «Промышленное и гражданское строительство» / Мурашев В.И., Сигалов Э.Е., Байков В.Н.; под ред. П.Л. Пастернака – М.: Госстройиздат, 1962. – 659 с.: ил.
6. Руководство по расчёту статически неопределимых железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями, – М., Стройиздат 1975, – 32 с.
7. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями, - М.: Стройиздат 1979, - 54 с.
8. Залесов А.С. Расчёт прочности железобетонных элементов при действии поперечных сил и кручении// Бетон и железобетон. - 1976, №6 – с. 22-24
9. Залесов А.С., Климов Ю.А. Прочность железобетонных конструкций при действии поперечных сил. Киев., Будевельник, 1989. – 104 с.
10. Строительные нормы и правила. Бетонные и железобетонные конструкции: СНиП 2.03.01-84\*. Введен 01.01.1986. — М., Госстрой СССР, 1986. – 80 с.
11. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций их тяжёлых и лёгких бетонов без предварительного напряжения (к СНиП 2.03.01-84). М.: Госстрой СССР, 1989. – 312 с.
12. Бондаренко В.М., Бакиров Р.О., Назаренко В.Г., Римшин В.И. Железобетонные и каменные конструкции: учеб. для строит. спец. Вузов. – 3-е изд., исправл. – М.: Высш. шк., 2004. – 876 с.: ил.