

Сравнительный анализ расчета и конструктивных решений колонн по СНБ 5.03.01-02 и СП 52-101-2003 многоуровневой автостоянки в комплексе с автовокзалом и объектами торговли в г. Минске.

Дубатовка А.И.

(Научный руководитель – Шилов А.Е.)

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Краткая характеристика объекта. Автостоянка в комплексе с автовокзалом выполнена в монолитном железобетонном каркасе. Здание 4-5-этажное многофункциональное, включающее 5-уровневую автостоянку на 568 машино-мест, оборудованную двумя круговыми пандусами для въезда и выезда, автовокзал, предприятия торговли, общественного питания, офисные помещения. Общая длина комплекса составляет 264 м, максимальная ширина – около 50 м, отметка пола подвала –3,300, отметка верха плиты покрытия +25,400.

Каркас здания решен в монолитном железобетоне. Сетка колонн назначена переменной от 6×6 м до 12×14 м, сечение колонн от 500×500 мм до Ø720 мм. Диски перекрытий приняты толщиной от 250 мм до 500 мм с устройством на ряде участков при пролетах 12 м и более балочных элементов таврового сечения высотой до 1200 мм в створе колонн. В большепролетных конструкциях предусмотрено размещение канатной арматуры с созданием предварительного натяжения канатов на бетон в построечных условиях. Пространственная устойчивость каркаса обеспечивается железобетонными ядрами жесткости (преимущественно лестничными клетками (7 лифтов, эскалатор, 9 лестничных клеток) с толщиной стеновых элементов 200 мм. Здание через 72 м разделено температурно-деформационными швами – местоположение ТДШ определено в осях «11-12», «23» и «35».

Исходные данные: в качестве расчетной колонны была принята колонна, расположенная в осях 21-Е на отметке –1,650, $l = 10 \cdot x = 10 \cdot y = 5,3$ м. Изгибающий момент $M = 57,1$ тс.м. Продольная сила $N = 1382$ тс. Поперечная сила $V(Q) = 13,4$ тс.

Результаты расчета: расчет трубобетонной колонны велся по [3] в соответствии с деформационной моделью. В расчете не учитывалась несущая способность арматуры железобетонного ядра внутри трубы, что пошло в запас прочности. Результаты расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Бич П.М. «Деформационная теория ЖБ», [3]			
Класс бетона	С 30/37		
f_{cd} , МПа	20		
C245; R_y , МПа	211,5		
$\varnothing \cdot t$ кол., мм	720·8		
N_{sd}	1382 тс		
N_{rd}	1554,85 тс		
запас, %	12,44		

В ходе расчета было выявлено, что несущая способность трубобетона соответствует несущей способности железобетонной колонны аналогичного сечения, выполненной из бетона класса С 60/75.

Было выполнено три расчета железобетонной колонны прямоугольного сечения:

- по СНБ 5.03.01-02 по методу предельных усилий с учетом продольного изгиба, принимая каркас несмещаемым;
- по СНБ 5.03.01-02 по методу предельных усилий без учета продольного изгиба, принимая каркас несмещаемым;
- по СП 52-101-2003.

В вышеперечисленных случаях расчета исходные данные одинаковы, расчетная длина l_0 принималась равной l_{col} , прочностные и деформационные характеристики бетона и арматуры принимались по СНБ 5.03.01-02.

В основу анализа положены результаты, полученные на основании расчета по СНБ 5.03.01-02 с учетом продольного изгиба – принятая площадь продольной арматуры. Анализ производился для классов бетона С 50/60 и С 30/37 и различных сечений колонны. Результаты расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

СНБ 5.03.01-02 (с учетом продольного изгиба), [1]				
Класс бетона	С 50/60	С 50/60	С 30/37	С 30/37
f_{cd} , МПа	33,33	33,33	20	20
S500; f_{yd}	417	417	417	417
сечение колонны, м	0,55	0,60	0,60	0,65
	0,55	0,60	0,60	0,65
$A_{s,req}$, мм ²	10848,78	6751,07	14199,82	11176,74
$A_{s,prov}$, мм ²	18d28 11088	14d25 6874	24d28 14784	24d25 11760
ρ , %	2,21	1,82	4,11	5,22
запас, %	97,79	98,18	95,89	94,78
[M], кН·м	3841,80	4154,96	4045,89	4429,26
[Msd]/[M], %	100	100	100	100
СНБ 5.03.01-02 (без учета продольного изгиба), [1]				
Класс бетона	С 50/60	С 50/60	С 30/37	С 30/37
f_{cd} , МПа	33,33	33,33	20	20
S500; f_{yd}	417	417	417	417
сечение колонны, м	0,55	0,60	0,60	0,65
	0,55	0,60	0,60	0,65
$A_{s,req}$, мм ²	9160,17	6150,84	12605,76	10465,99
$A_{s,prov}$, мм ²	18d28 11088	14d25 6874	24d28 14784	24d25 11760
ρ , %	3,67	1,91	4,11	2,78
запас, %	78,95	88,24	82,72	87,64
[M], кН·м	3580,56	4049,62	3767,28	4286,78
[Msd]/[M], %	93,2	97,5	93,1	96,8
СП 52-101-2003, [2]				
Класс бетона	С 50/60	С 50/60	С 30/37	С 30/37
f_{cd} , МПа	33,33	33,33	20	20
S500; f_{yd}	417	417	417	417
сечение колонны, м	0,55	0,60	0,60	0,65
	0,55	0,60	0,60	0,65
$A_{s,prov}$, мм ²	18d28 11088	14d25 6874	24d28 14784	24d25 11760
ρ , %	3,67	1,91	4,11	2,78
запас, %	99,13	115,40	89,69	98,35
[M], кН·м	3758,60	4079,25	3766,32	4211,26
[Msd]/[M], %	97,8	98,2	93,1	95,1

Основные тезисы

1. Методика СНБ 5.03.01-02 с учетом продольного изгиба является наиболее точной из рассмотренных – методика СНБ 5.03.01-02 без учета продольного изгиба показала снижение несущей способности в зависимости от класса бетона от 2,5 % до 6,9 %.

2. Методика СП 52-101-2003 занимает промежуточное значение со снижением несущей способности от 1,8 до 2,2 % в случае использования бетона С 50/60. Для бетона С 30/37 выявлено снижение от 4,9 % до 6,9 % (на уровне методики СНБ 5.03.01-02 без учета продольного изгиба), что позволяет говорить о снижении точности СП 52-101-2003 для более низкокласных бетонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкции железобетонные и бетонные: СНБ 5.03.01-02. – Минск: Стройтехнорм, 2002. – 274 с.
2. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры: СП 52-101-2003. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 59 с.
3. Біч, П.М. Жалезабетон з пазіцый супраціўлення матэрыялаў.– Мінск: Навука і тэхніка, 1991. – 222 с.