

СБОРНЫЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОН В МНОГОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А. В. ШАПИРО – канд. техн. наук, руководитель проекта ЗАО «НПО Геореконструкция–Фундаментпроект»

А. Ю. ВОЛКОВ – канд. техн. наук, генеральный директор ОАО «Ленстройдеталь»

Б. Ф. КОЗИЦКИЙ – главный инженер проекта ОАО «Ленстройдеталь»

Обсуждаются вопросы применения сборного железобетона на современном этапе развития строительных технологий. Основное внимание уделяется вопросам проектирования и возведения сборных железобетонных конструкций при строительстве торговых зданий и многоуровневых паркингов. Для решения этих задач авторами разработана новая схема каркаса «УНКОН», обеспечивающая надежность и экономическую эффективность проектируемых сооружений.

Данная статья, не претендуя на общий анализ состояния в области применения сборного железобетона на современном этапе, затрагивает одно из важных возможных направлений его широкого использования в строительной практике – речь идет о проектировании и строительстве многоэтажных каркасов для торговых зданий общего назначения и многоуровневых гаражных стоянок.

Торговые здания в различных конструктивных исполнениях получили в настоящее время весьма широкое распространение, а гаражи-стоянки (паркинги) будут востребованы в недалеком будущем, благодаря бурному развитию автомобильного парка в крупных городах страны.

Как известно, после повсеместного применения в 1955–1990 гг. в отечественном строительстве сборного железобетона в период перестройки его место в строительстве постепенно занял монолитный железобетон.

Получивший широкое развитие в зарубежной практике монолитный железобетон практически вытеснил сборные железобетонные конструкции со строительных площадок, оставив за ними лишь весьма узкую область – сборные блоки фундаментов, сваи, перемычки, частично многопустотные плиты перекрытий и т. п.

Важную роль в распространении монолитного железобетона сыграли его неограниченные возможности в реализации разнообразных объемно-планировочных решений зданий.

К недостаткам монолитного железобетона относятся:

определенная длительность процессов возведения зданий;

необходимость применения весьма эффективных в технологическом отношении, но дорогостоящих инвентарных опалубок и оборудования;

зависимость производства работ от сезонных факторов;

значительная масса (вес) монолитных зданий, приводящая к увеличению затрат на устройство фундаментов и оснований.

Использование сборного железобетона позволяет резко ускорить темпы строительства, снизить материалоемкость и вес сооружений, практически исключить влияние сезонных факторов. Вместе с тем эффективное использование сборного железобетона (в отличие от монолитного) требует достаточно «регулярных» и «простых» объемно-планировочных решений зданий (в целях ограничения номенклатуры сборных изделий), а также подготовленной производственной базы и квалифицированных кадров.

В 2004 г. по инициативе ОАО «Ленстрой-деталь», выступившего в качестве заказчика, ЗАО «НПО» Геореконструкция–Фундамент-проект» были разработаны технические решения (проект) прямоугольных одно- и трехпролетных зданий разной этажности (3–5 этажей) с рядом сеток колонн: «мелкоразмерных» (6,0–8,0)×8,25 м и «крупноразмерных» (6,0–8,0)×16,5 м. При этом в каркасах применена ограниченная номенклатура основных элементов – колонн, ригелей, плит.

В проекте на данном этапе разработок был произведен численный анализ расчетных схем каркасов с целью определения геометрических и прочностных параметров сборных элементов, дана приближенная оценка затрат материалов, разработаны конструктивные решения элементов и узлов каркасов, рассмотрены принципиальные схемы изготовления, складирования и транспортирования сборных элементов.

Для анализа эффективности предлагаемых решений (эталонов) были разработаны также их аналоги в монолитном железобетоне и в монолитном железобетоне с применением стальных конструкций, выполнены сметные расчеты стоимости выбранных эталонов и их аналогов.

Учитывая специфические особенности каркасов – существенно сокращенную номенклатуру применяемых сборных элементов (колонны, ригеля, плиты), универсальность их назначения в широком спектре функциональных параметров зданий, расширенный диапазон пролетов и сеток колонн - разработанному схемному решению каркаса присвоена аббревиатура «УНКОН» (Универсальные КОНструкции) с закреплением авторских прав на данное техническое решение за участниками совместной проектной разработки и производства элементов каркасов – организациями ЗАО «НПО» Геореконструкция - Фундамент-проект» и ОАО «Ленстройдеталь».

ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ И ГАБАРИТЫ СЕТОК КОЛОНН

С учетом необходимости строгой унификации объемно-планировочных решений и номенклатуры сборных элементов рассматриваемых двух типов зданий (торговых и пар-

кингов) габариты сеток колонн каркасов были подчинены более жестким требованиям со стороны оптимальных схем размещения легковых автомашин.

Принятые в проекте габаритные схемы каркасов, шаг колонн и пролеты обусловлены следующими нормативными требованиями к размещению автомашин:

по данным Санкт-Петербургского филиала Ленгипроавтотранса¹, размеры «среднеевропейского» автомобиля составляют: длина – 4,5 м, ширина – 1,7 м, высота – 1,7–2,0 м.

в соответствии с «Общесоюзными нормами технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта» (ОНТП-01–91/ Росавтотранс. М., 1991).

Установлены нормативные минимальные величины расстояний (табл. 2, 3 ОНТП): от задней стороны а/машины до стены – 0,5 м, между продольными сторонами рядом стоящих а/машин – 0,6 м, от продольной стороны, а/машины до колонны, пилоастры – 0,3 м, между а/машинами, стоящими одна за другой – 0,4 м, ширина внутригаражного проезда, с радиусом поворота – 6,1 м.

С учетом габаритных ограничений общая ширина двухсторонней стоянки должна составлять для однопролетного здания не менее

$$L_1 = 0, +4,5 + 6,1 + 4,5 + 0,6 = 16,3 \text{ м,}$$

для среднего пролета трехпролетного здания

$$L_2 = 0,2 + 4,5 + 6,1 + 4,5 + 0,2 = 15,5 \text{ м.}$$

В проекте с учетом возможного увеличения длины автомашин ширина двухсторонней стоянки принята, равной 16,5 м (рис. 1). Минимальный шаг колонн по их осям при ширине колонн 400 мм и размещении между колоннами трех автомашин должен составлять не менее $B_{\min} = (0,2 + 0,3) \times 2 + 1,8 \times 3 + 0,6 \times 2 = 7,6 \text{ м.}$ При этом ширина автомашины принята 1,8 м > 1,7 м (ширина среднеевропейского автомобиля). Схема размещения автомобилей при вышеприведенных ограничениях приведена на рис. 1.

В соответствии с изложенным в проекте были приняты (рис. 2, 3, 4):

¹ Генеральный директор И. Г. Ованесов, главный технолог Ю. Ф. Чернов.

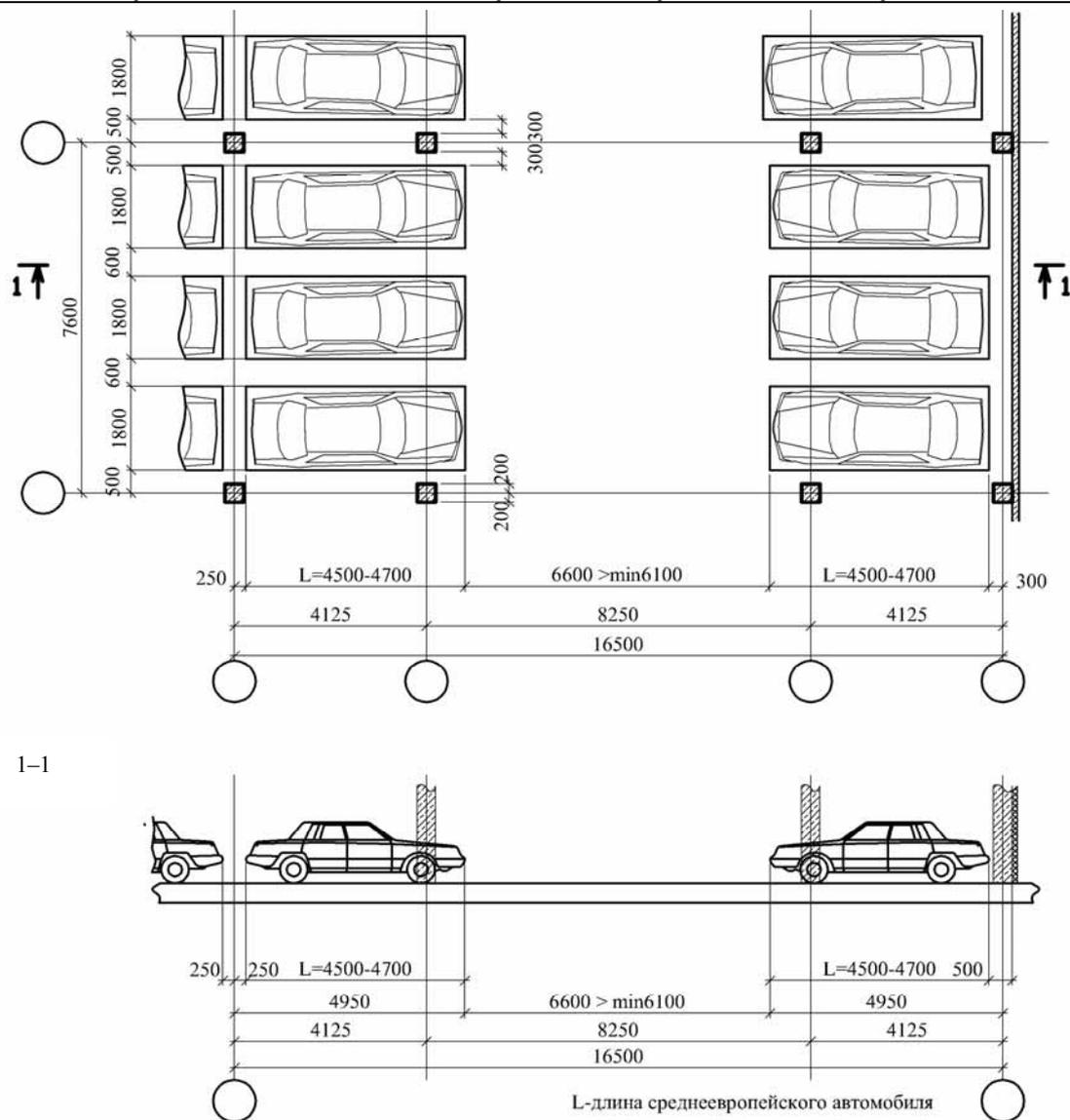


Рис. 1. Схема двухстороннего размещения автомашин

1. «Мелкоразмерные» сетки колонн (при двухстороннем размещении автомашин): для однопролетного здания – $[7,6-8,0] \times [4,125 + 8,250 + 4,125 = 16,5 \text{ м}]$; для трехпролетного здания – $[7,6-8,0] \times [4,125 + 8,250 \times 5 + 4,125 = 49,5 \text{ м}]$.

2. «Крупноразмерные» сетки колонн: для трехпролетного здания с двухрядным размещением автомашин – $[7,6-8,0] \times [16,5 \times 3 = 49,5 \text{ м}]$.

Следует учесть, что при пролетах $16,5 \text{ м}$ (при отсутствии промежуточных колонн в зоне стоянки) размер шага колонн не влияет на размещение автомашин в направлении, поперечном к осям проезда, так как при колоннах, выступающих за ось не более $200(300) \text{ мм}$, автомашины могут размещаться без учета влияния габаритов колонн, что позволяет увеличить вместимость стоянки по длине температурного блока на $5,5\%$

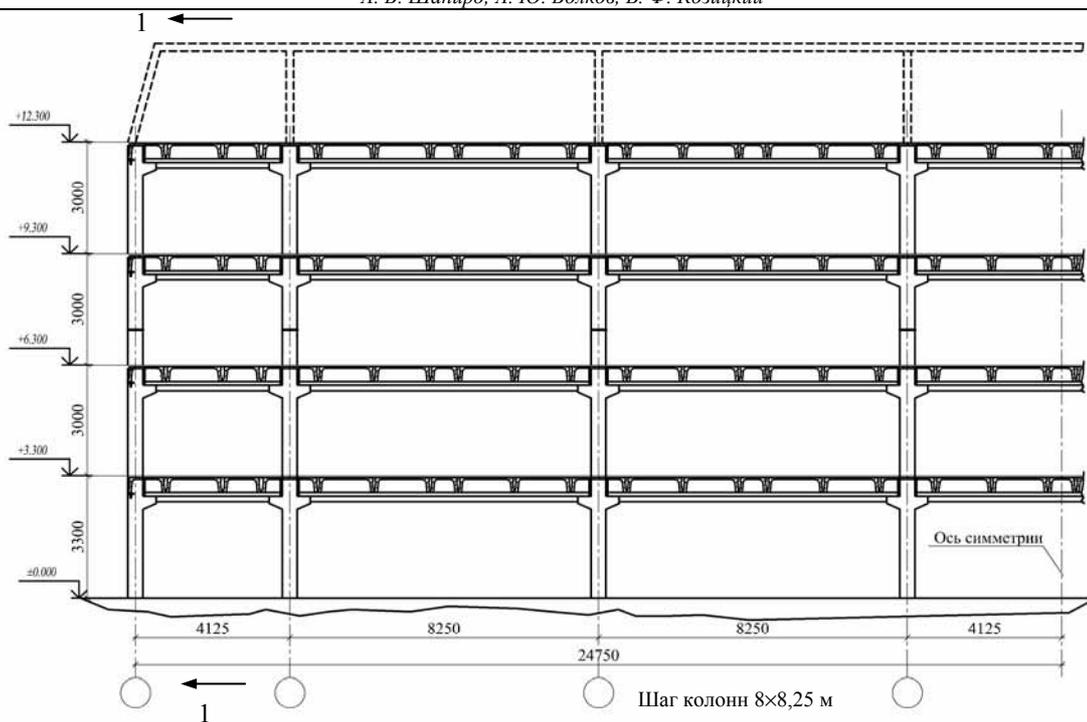


Рис. 2. Поперечный разрез «мелкоразмерной» сетки колонн

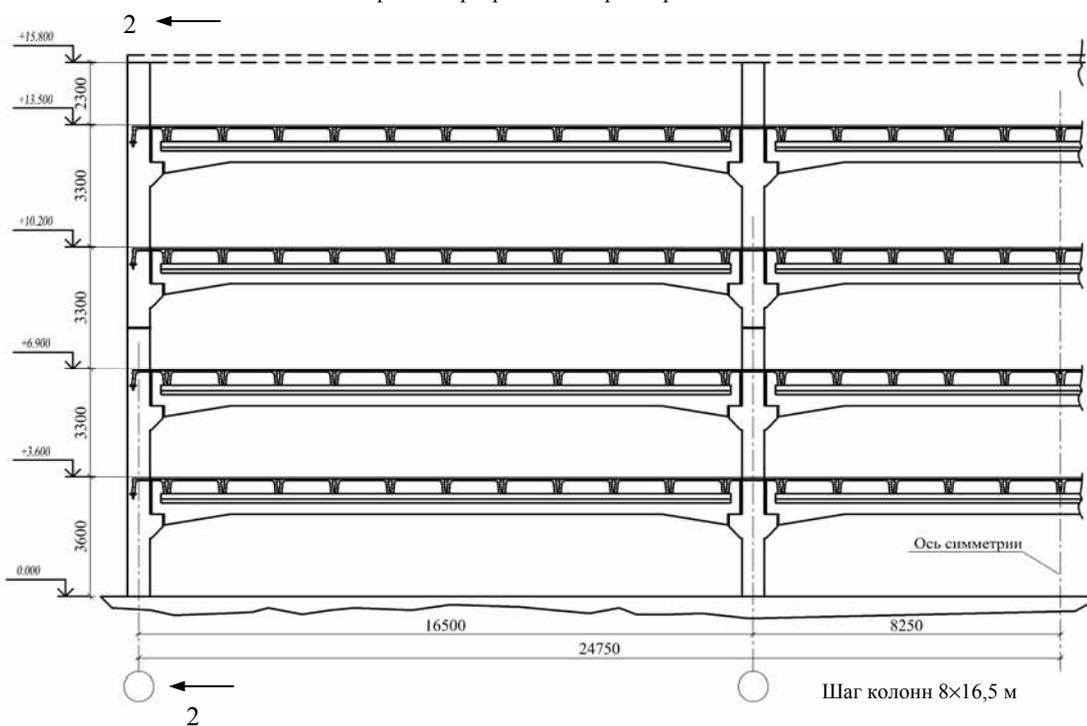


Рис. 3. Поперечный разрез «крупноразмерной» сетки колонн

$$(k = \frac{7,6 \text{ м}}{3 \times 2,4 \text{ м}} = 1,055),$$

где $1,8+0,6 = 2,4 \text{ м}$ – минимальная ширина для «среднего» по ширине автомобиля.

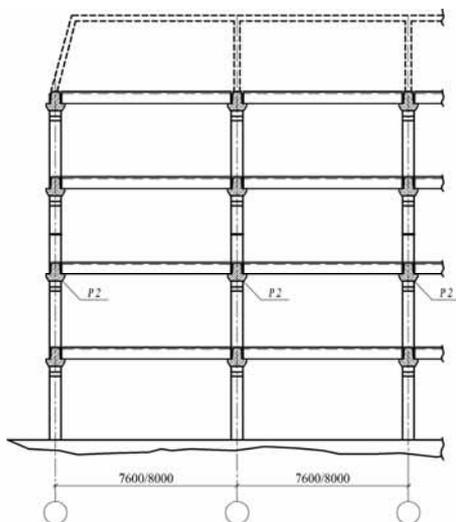


Рис. 4. Продольный разрез

Оценивая функциональные характеристики указанных выше сеток колонн с точки зрения их влияния на удобство и безопасность установки машин на стоянках, следует отметить, что:

«мелкоразмерная» сетка при шаге колонн 7,6 м, полностью отвечая нормативным требованиям расстановки машин, может быть рекомендована преимущественно для стоянок с постоянным или четко фиксированным составом владельцев (гаражи-гостиницы, гаражные кооперативы);

«мелкоразмерная» сетка при уширенном шаге колонн 8,0 м может быть использована для стоянок с обезличенным составом владельцев – торговые комплексы, паркинги, так как допускает некоторую «неточность» установки, автомашин их владельцами;

«крупноразмерная» сетка создает максимальные условия для так называемой «гибкой» расстановки, автомашин.

Минимально допустимая высота от пола до низа строительных конструкций $H > H_{\text{авто}} + +200 \text{ мм}$ (п. 2.12 ВСН 01–89/Минавтотранс

РСФСР). С учетом размещения инженерных коммуникаций (пожаротушение, водостоки т. д.) в практике проектирования автостоянок минимальная высота, как правило, принимается порядка 2,3 м.

Для современных автомашин с повышенной высотой (джипы, микроавтобусы и т. п.) указанная минимальная высота может быть увеличена на 0,3(0,6) м. В проекте это нашло отражение в виде повышенного по высоте нижнего этажа.

НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ

Статический расчет рамных поперечников и колонн произведен для определения габаритов конструкций с помощью вычислительного комплекса SCAD. Расчет каркаса выполнялся на вертикальные нагрузки (табл. 1).

Нормативная ветровая нагрузка $W_0 = = 30 \text{ кгс/м}^2$ на вертикальные плоскости принята по II ветровому району для местности типа А (табл. 5 СНиП 2.01.07–85* «Нагрузки и воздействия»).

Примечание. Учтены коэффициенты снижения временных нагрузок в соответствии с указанием СНиП 2.01.07–85* п. 3.8:

$$\varphi_{A-1} = 0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{\frac{8,25 \cdot 8}{36}}} = 0,5 + \frac{0,5}{1,35} = 0,87;$$

$$\varphi_{A-2} = 0,5 + \frac{0,5}{\sqrt{\frac{16,5 \cdot 8}{36}}} = 0,5 + \frac{0,5}{1,91} = 0,76$$

Для минимизации напряжений в колоннах каркаса от температурно-климатических воздействий расстояния между температурно-усадочными швами и, соответственно, длина температурных блоков для неотапливаемых зданий приняты равными 45,6 м и 48,0 м (соответственно при шаге колонн 7,6 и 8,0 м); для отапливаемых зданий – 60,0; 60,8 и 64 м (при шаге колонн 6,0; 7,6 и 8,0 м).

Таблица 1

№	Наименование нагрузок	Гаражные стоянки			Торговые здания		
		Нормативное q_n	γ_f	Расчетное q_p	Нормативное q_n	γ_f	Расчетное q_p
1. «Мелкоразмерные» сетки колонн							
1	Собственный вес перекрытия, $\gamma = 2,5 \text{ тс/м}^3$						
	$\delta_{прив} = 13,8 \text{ см}$	345	1,1	380			
	$\delta_{прив} = 14,5 \text{ см}$				360	1,1	395
2	Пол, $\gamma = 1,8 \text{ тс/м}^3$						
	$\delta = 50 \text{ мм}$	90	1,3	120			
	$\delta = 60 \text{ мм}$				110	1,3	140
3	Перегородки	–	–	–	100	1,2	120
4	Коммуникации	45	1,1	50	60	1,1	70
	Постоянная нагрузка	480		550	630		725
5	Полезная временная нагрузка	250	1,2	300	$400 \times 0,87 = 350^*$	1,2	420
	Всего	730		850	980		1145
	Принято в проекте			900			1200
2. «Крупноразмерные» сетки колонн							
6	Собственный вес перекрытия $\gamma = 2,5 \text{ тс/м}^3$						
	$\delta_{прив} = 16,4 \text{ см}$	410	1,1	450			
	$\delta_{прив} = 16,9 \text{ см}$				425	1,1	465
7	Пол, $\gamma = 1,8 \text{ тс/м}^3$						
	$\delta = 50 \text{ мм}$	90	1,3	120			
	$\delta = 60 \text{ мм}$				110	1,3	140
8	Перегородки	–	–	–	100	1,2	120
9	Коммуникации	45	1,1	50	60	1,1	70
	Итого постоянная	545		620	695		795
10	Полезная временная нагрузка	250	1,2	300	$400 \times 0,76 = 305^*$	1,2	365
	Всего	795		920	1000		1130
	Принято в проекте			970			1200

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

В технических решениях рассмотрены следующие типы зданий (табл. 2).

Таблица 2

Тип сетки колонн	Количество этажей, шт.	Гаражные стоянки		Торговые здания	
		одно-пролетные	трех-пролетные	одно-пролетные	трех-пролетные
(6,0–7,6–8,0) × ×8,25 м	3	•	•	–	•
	5	•	•	–	•
(6,0–7,6–8,0) × ×16,5 м	3	•	•	–	•
	5	•	•	–	•

При конструктивных решениях зданий с покрытием верхнего этажа (например, паркингов) рекомендуется применение стандартных стальных эффективных конструкций.

Пространственная прочность и устойчивость многоэтажных зданий в общем случае обеспечивается за счет жестких дисков железобетонных перекрытий и рамных поперечников системы «колонна–ригель», а также связей (стальных) или жестких диафрагм (железобетонных, кирпичных), располагаемых по средним продольным осям здания.

В отдельных случаях (например, для трехэтажных зданий с «мелкоразмерной» сеткой колонн) пространственная жесткость может быть обеспечена системой колонн, заземленных в фундамент.

Колонны

Колонны (рис. 5) трехэтажных зданий разработаны цельными на всю высоту здания.

Колонны пятиэтажных зданий выполняются составными – из двух элементов (колонны верхнего и нижнего ярусов) с соединением

Приведенные расходы материалов на 1 м² перекрытия на температурный блок

Наименование варианта	Сетка колонн, м	Бетон, м ³						Сталь, кг									Приведенный суммарный показатель на 1 м ² перекрытия	
		Колонны		Ригеля		Плиты		Колонны			Ригеля			Плиты			Бетон, м ³	Сталь, кг
		Класс	Объем	Класс	Объем	Класс	Объем	Ар-мат.	Про-кат	Σ	Ар-мат.	Про-кат	Σ	Ар-мат.	Про-кат	Σ		
<i>Гаражные стоянки</i>																		
Проектные решения		V 25(35)	0,012	V 25(30)	0,035	V 25	0,103	3,17	0,68	3,85	6,67	1,76	8,43	13,30	2,08	15,38	0,157	27,66
Вариант-аналог	8×8,25	V 25(35)	0,010	—	—	V 25	0,226	2,63	—	2,63	—	—	—	33,82	—	33,82	0,236	36,44
<i>Гаражные стоянки</i>																		
Проектные решения		V 30(35)	0,011	V 35	0,061	V 25	0,103	3,11	0,33	3,44	10,80	1,36	12,16	13,30	2,08	15,38	0,175	30,98
Вариант-аналог	8×16,5	V 30(35)	0,010	V 25	0,086	V 25	0,167	2,64	—	2,64	17,13	—	17,13	15,43	—	15,43	0,263	35,22
<i>Торговые здания</i>																		
Проектные решения		V 25(35)	0,020	V 25(30)	0,035	V 25	0,107	3,98	0,68	4,66	8,33	1,76	10,19	15,41	2,08	17,49	0,162	32,24
Вариант-аналог	8×8,25	V 25(35)	0,019	—	—	V 25	0,258	3,38	—	3,38	—	—	—	33,98	—	33,98	0,277	37,36
<i>Торговые здания</i>																		
Проектные решения		V 30(35)	0,015	V 35	0,061	V 25	0,107	4,76	0,45	5,21	13,55	1,36	14,91	15,41	2,08	17,49	0,183	37,6
Вариант-аналог	8×16,5	—	—	—	—	V 25	0,119	—	14,38	14,38	—	86,10	86,10	5,44	—	5,44	0,120	105,9

выпусков арматуры на ванной сварке (стык – по типовым решениям серии 1.420).

Сопряжение колонн с фундаментами может выполняться:

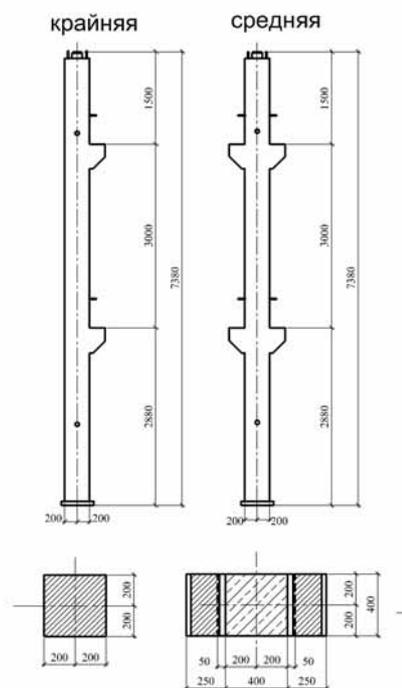
«бесстаканным» – с опиранием нижней стальной опорной плиты колонны через бетонную (фибробетонную) подливку непо-

средственно на плоскость верха фундамента;

«стаканным» – по типовым решениям серии 1.412.

Порядок установки колонн, последовательность операций монтажа сборных элементов разрабатываются в проекте производства работ.

Колонны 400x400



Колонны 400x600

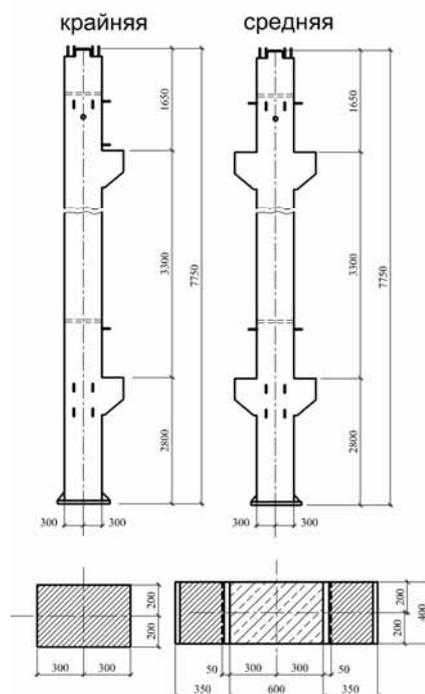


Рис. 5. Колонны

Колонны верхнего яруса, поддерживающие стальные балки «легких» покрытий, могут выполняться с уменьшенным поперечным сечением колонн.

Над консолями в колоннах предусматриваются выпуски арматуры, соединяемые на ванной сварке с соответствующими выпусками верхней арматуры ригелей для обеспечения «жесткого» стыка рамной системы каркаса (рис. 6).

Ригели

Ригели (рис. 7) выполняются с полками для опирания плит. В данном проекте все ригели приняты «средними», т. е. с двумя полками. По торцам температурных блоков можно применять «крайние» ригеля – с одной-сторонней полкой.

Ригели для «мелкоразмерной» сетки колонн (6,0–8,0)×8,25 м выполняются двух типоразмеров по длине, соответствующей номинальным расстояниям между осями колонн – 4,125 и 8,250 м.

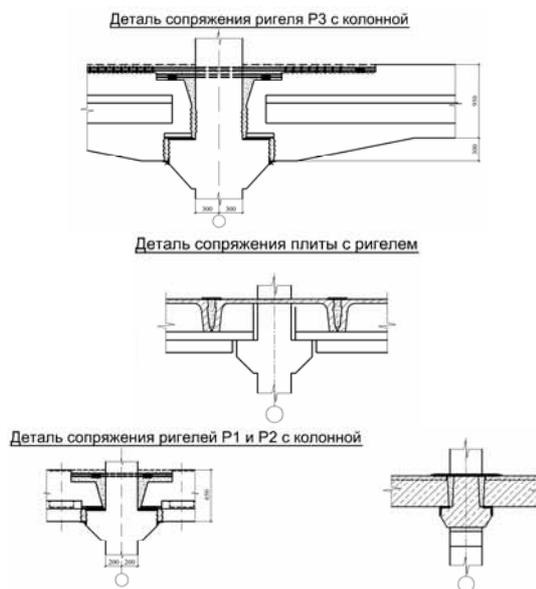


Рис. 6. Детали сопряжения ригелей с колоннами

Геометрические параметры поперечного сечения ригелей аналогичны типовым реше-

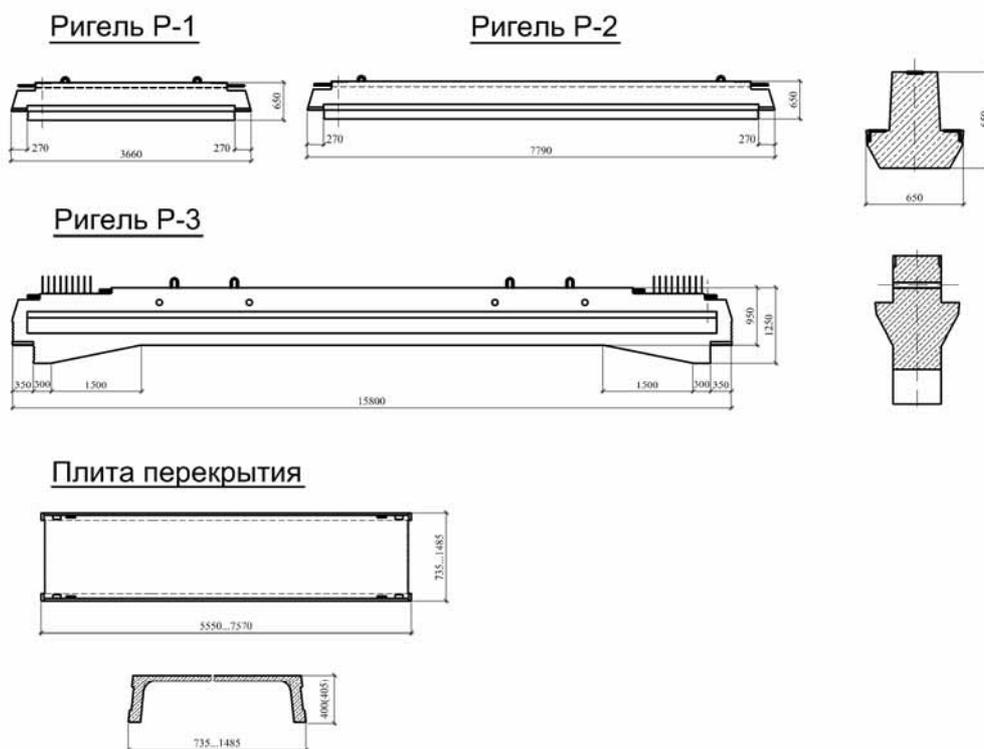


Рис. 7. Ригели и плиты перекрытий

ниям ригелей серии ИИ-23. Однако для снижения строительной высоты перекрытий и с учетом существенного снижения максимальных расчетных нагрузок (по сравнению с принятыми в типовых сериях) высота ригелей принята 650 мм (800 мм в серии ИИ-23). Это достигается установкой «заглушек» по низу опалубочных форм.

Для «крупноразмерной» сетки колонн (6,0–8,0)×16,5 м приняты ригели высотой 950 мм в пролете и с увеличенной высотой до 1250 мм на опорах – для восприятия значительных по величине опорных изгибающих моментов; при этом опорная верхняя арматура расположена в два яруса.

Ригели пролетом 8,225 м выполняются без предварительного напряжения нижней рабочей арматуры; пролетом 16,5 м – с предварительным напряжением нижней рабочей арматуры.

Для улучшения эстетических качеств интерьеров по концам ригелей предусматриваются подрезки для уменьшения видимой части консолей колонн. При отсутствии эстетических требований к интерьерам технологически проще выполнять ригели без концевых подрезок.

Плиты перекрытий

Запроектированы трех типоразмеров по ширине (номинальной) (см. рис. 7) – 1500, 1000 и 750 мм (последние два типоразмера: доборные) с двумя продольными ребрами высотой 400 мм. Полки плит имеют толщину 50 мм для гаражных стоянок и 55 мм – для торговых зданий. Все плиты имеют «гладкие» полки – без поперечных ребер и независимо от заданной длины могут выполняться в общей протяженной формооснастке с разделителями по длине.

Принятая толщина полок и отсутствие поперечных ребер позволяют выполнять в плитах отверстия и проемы с габаритами до 0,5×0,7 м (последний размер – вдоль оси плиты) без специальных усиленных армирования полок плит с вырезкой отверстий по месту.

Плиты в данном проекте выполняются без предварительного напряжения рабочей арматуры ребер. В дальнейшем экономически

целесообразно их решение с предварительным напряжением нижней рабочей арматуры.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ, СКЛАДИРОВАНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ

Предполагается формовка колонн в стендовых условиях в опалубке из деревометаллических элементов, обшитых бакелитовой фанерой. Оборачиваемость комплекта опалубки – около 15 формовок.

Предполагается формовка плит перекрытий в стендовых, стационарных условиях в опалубке, состоящей из корытообразующей секции на длину стенда, съемных бортовин на длину плиты, съемных делителей – торцевых бортовин

В одной пропарочной камере с силовыми упорными торцами, имеющей габариты 26000 мм × 4000 мм и высоту 950 мм, размещаются два стенда по три формо-места. Суточная формовка – 6 плит (72 м² перекрытий). При учете формо-мест, необходимых для изготовления доборных плит (шириной 950, 750 мм) необходимо размещение еще трех стендов в следующей пропарочной камере по три формо-места.

Для формовки плит необходимы две камеры-стенда с устройством трех корытообразующих секций для плит шириной 1,5 м, одной корытообразующей секции для плит шириной 0,95 м, одной корытообразующей секции для плит шириной 0,75 м.

Общий объем суточного производства:

9 плит типа П-2 1,5×7,6/50 – 102 м² покрытия;

3 плиты типа П-4 1,0×7,6/50 – 23 м² покрытия;

3 плиты типа П-10 0,75×7,6/50 – 17 м² покрытия;

Итого максимально в сутки – 142 м² покрытия.

Формовка ригелей длиной до 9 м предполагается в стендовых, стационарных условиях в металлической форме с вкладышами с ненапрягаемой арматурой. Имеется возможность организовать 4 формоместа, суточная формовка – 4 ригеля.

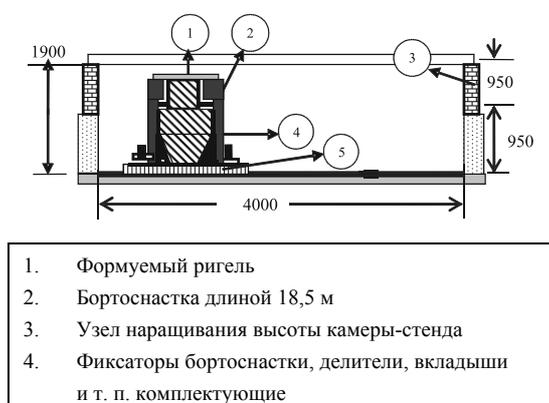


Рис. 8. Схема размещения бортоснастки ригелей на площади стенда

Формовка ригелей длиной до 16,5 м предполагается в стендовых, стационарных условиях в металлической форме с вкладышами с предварительно-напрягаемой арматурой (рис. 8). В одной прозрачной камере с силовыми упорными торцами габаритами 26000×40000 мм, высотой 950 мм размещаются два-три стенда. Необходимы работы по изготовлению бортоснастки ригеля, модернизации силовых упоров, наращиванию высоты стен камеры.

Основные технологические операции

Бетонную смесь соответствующих параметров приготавливают на бетоно-смесительном узле и доставляют к стенду полигона автотранспортом. Качество бетонной смеси контролирует заводская лаборатория согласно требованиям действующей нормативно-технической документации.

Арматурные каркасы изготавливают в виде отдельных хомутов на оборудовании арматурного участка. Рабочую предварительно-напрягаемую арматуру в виде отдельных плетей изготавливают с применением стыковой сварки и упрочняют на стенде, контролируя линейное удлинение и усилие напряжения по манометру. Арматурные каркасы доставляют на формовочный стенд и укладывают в подготовленное формо-место.

Предварительное напряжение стержней рабочей арматуры производят перед сборкой общего каркаса и установкой бортоснастки,

контроль напряжения осуществляют по удлинению и усилиям напряжения по манометру. После установки рабочей арматуры в проектное положение хомуты распределяют по длине ригеля, выполняют сборку пространственного каркаса на вязке, установку закладных деталей. Изделия формируют по технологии изготовления предварительно-напряженных ригелей длиной 12 м по серии 1.420, предварительно напряженных двускатных кровельных балок длиной 18 м по серии 1.462. Параметрами термовлажностной обработки – щадящие с максимальной температурой изотермы +60° С, что обеспечивает набор прочности бетона до передачи предварительного напряжения в 80 % от проектной марки.

Складирование, транспортировку железобетонных изделий выполняют согласно требованиям Альбома 0-0 серии: для колонн – 1.420-6, для плит – 1.442.1-2, для ригелей – 1.420.1-2.

Распалубку и транспортировку готового изделия производят козловым краном грузоподъемности 30 тс с применением специальной траверсы.

Колонны и ригели складировать на складских площадках завода и объекта строительства максимально в два яруса с опиранием на прокладки из бруса 100×100 в трех точках, складирование и транспортировка плит возможны в три яруса с опиранием на прокладки из бруса 100×50 в трех точках. При транспортировке конструкций автомобильным и железнодорожным транспортом раскладку и крепеж грузоместа производят согласно действующим требованиям к применяемому виду транспорта. При перевозке ригелей автотранспортом возможен вариант применения грузовой площадки длиной 14 м, грузоподъемностью 20 тс (1 ригель), 40 тс (2 ригеля). При перевозке плит автотранспортом возможен вариант применения грузовой площадки длиной 9 м, грузоподъемностью 20 тс (3 плиты шириной 1,5 м + 3 плиты шириной 0,95 м–0,75 м), либо площадки для перевозки негабарита (до 8 плит шириной 1,5 м, т. е. два ряда плит по 4 шт.). Существует типовая схема погрузки аналогичных плит на железнодорожную платформу – 10 плит на платформу.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
СБОРНЫХ КАРКАСОВ

Данные по удельным расходам бетона и стали на 1 м² площади усредненного перекрытия – в суммарном исчислении и поэлементно (колонны, ригели, плиты) – приведены в табл. 3. В табл. 4 эти данные проиллюстрированы диаграммами.

Приведенные показатели даны для 4 выбранных для сопоставления типов перекрытий температурного блока размерами 49,5×64,0 м для гаражей и торговых зданий с сетками колонн 8,0×8,25 м, 8,0×16,5 м и для их аналогов в монолитном железобетоне и монолитном железобетоне со стальными балками.

Как следует из диаграмм табл. 4, использование перекрытий из сборного железобетона позволяет снизить расход бетона по сравнению с конструкциями из монолитного железобетона в 1,5...1,7 раза и стали – в 1,15...1,32 раза.

В случае применения в аналогах при «крупноразмерных» сетках колонн стальных главных и второстепенных балок, что достаточно широко распространено в современном строительстве, расход стали снижается в 2,8 раза при некотором увеличении (в 1,16 раза) расхода бетона.

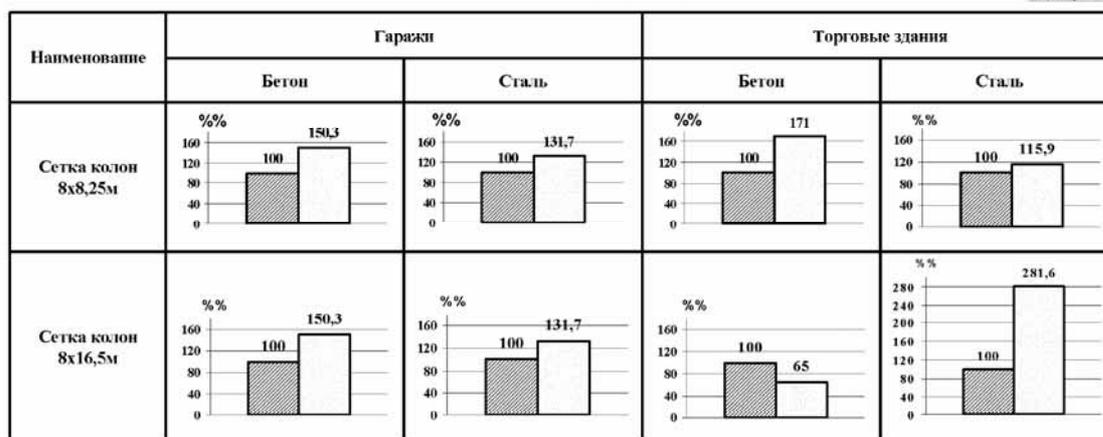
Сметно-финансовые расчеты, выполненные на основании единичных расценок стоимости сборного железобетона (разработанных ОАО «Ленстройдеталь»), показывают экономию в стоимости 1 м² перекрытия в пределах 15...20% при железобетонных перекрытиях и ~200% – при сравнении сборного перекрытия с перекрытием из монолитных железобетонных плит по стальным балкам.

Отметим, что при сопоставлении железобетонных перекрытий (сборных и монолитных) может быть учтен так называемый *вторичный эффект*, заключающийся в следующем. Уменьшение расхода бетона, помимо вышеприведенного снижения материалоемкости, ведет к снижению общего веса здания, что существенно при учете затрат на свайные основания, стоимость которых в условиях слабых грунтов Санкт-Петербурга достаточна высока.

Так, например, суммарный вес 5-этажного здания размером 49,5×129,0 м (два температурных блока) в сборном железобетоне снижается на 8200 т. с., восприятие которых буронабивными сваями Ø450 мм (система «Бауэр» или «Фундекс») глубиной 26...28 м требует дополнительных затрат порядка 120 000 дол. США.

Диаграммы приведенных показателей на 1м² перекрытия температурного блока
(в процентах)

Таблица №4



- Каркас в сборном железобетоне (показатель принят за 100%)

- Сопоставляемый аналог в монолитном железобетоне или в монолитном железобетоне и в стальных конструкциях

Более детально такие сопоставления с учетом затрат на фундаменты, а также некоторых дополнительных затрат на стены (в вариантах из сборного железобетона) предполагается выполнить на последующих этапах проектирования, в частности при анализе стоимостей конкретных объектов строительства.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ «УНКОН»

Для совершенствования конструктивно-технологических характеристик рассматриваемых систем «УНКОН» и расширения областей и параметров их рационального применения проанализированы присущие системе недостатки и проработаны схемные конструктивные решения, устраняющие в какой-то степени эти дефекты.

Один из главных недостатков сборных каркасов – многообразие типоразмеров колонн по признаку размещения по их высоте консолей для опирания ригелей. В применяемой для изготовления колонн стальной оснастке сложно реализовать ее маневренность для устройства консолей при большом разнообразии расстояний между ними. Указанный недостаток присущ типовой серии 1.420, где даже при достаточно жесткой фиксации высот этажей количество типоразмеров колонн одного поперечного сечения достигает 12.

Предлагаются три пути решения проблемы: первый – накладные консоли; второй – бесконсольное сопряжение ригелей с колоннами (две версии).

Каждое направление потребует дальнейшей конструктивной проработки и испытания узлов на моделях и натуральных образцах с участием в работе специализированных научно-исследовательских организаций (например, НИИЖБ, Москва). При успешном решении указанных проблем в конструктивных решениях узлов сопряжений колонн с ригелями резко возрастет производственная эффективность системы «УНКОН» при одновременном сокращении затрат на оснастку для изготовления колонн.

Дальнейшее снижение стоимости системы «УНКОН» может быть достигнуто при некотором отходе от принципов *полной сбор-*

ности каркаса и переходе к комбинированным системам, в которых большинство несущих элементов – колонны, ригели, ребра (второстепенные балки) выполняются сборными, а собственно плита выполняется монолитной неразрезной толщиной 80...120 мм.

В этом случае:

темп сборки каркаса остается столь же высоким (независимо от сезона), как в полном сборном варианте;

плита выполняется на подвесной опалубке, «стола» которой закрепляют за ребра, что значительно упрощает и удешевляет опалубку. Бетонирование плиты может производиться как в теплый сезон, так и при отрицательных температурах с применением апробированных технологий;

существенно повышаются несущая способность и жесткость сборных ригелей и ребер за счет совместной работы с ними монолитной плиты, а также общая пространственная жесткость каркаса. При этом значительно расширяется диапазон возможных полезных нагрузок в сторону увеличения (до 5 т. с./м²).

Дальнейшие проектные проработки для реализации указанных выше предложений и сопутствующий им сопоставительный анализ обусловит выявление степени эффективности новых решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные в рассматриваемой статье технические решения (Проект) убедительно показывают экономические достоинства сборных железобетонных каркасов в сравнении с каркасами из монолитного железобетона.

Кроме непосредственных экономических преимуществ таких каркасов возникает и дополнительная экономия средств из-за сокращения затрат на фундаментные конструкции вследствие снижения общего веса зданий, что немаловажно в сложных геотехнических условиях Санкт-Петербурга.

Однако, важнейшее преимущество сборных каркасов заключается в резком ускорении сроков строительства (при безусловном обеспечении соответствующих сроков изготовления и поставки элементов) и практическую независимость монтажных работ от сезонных условий.

Эти обстоятельства в совокупности с экономией материалов могут обеспечить значительный экономический эффект от применения сборных конструкций.

Для дальнейшего развития рассматриваемого направления необходимо:

Определить заказчиков-инвесторов ряда «пилотных» объектов с целью практической апробации разработанных технических решений в стадии рабочего проектирования и последующего строительства.

Выполнить комплекс работ по подготовке производства сборных железобетонных элементов, включая модернизацию существую-

щего (сохранившегося) опалубочного парка, стендов для изготовления, разработку и выполнение в натуре форм для новых типов колонн, ригелей, плит.

Произвести испытания опытных образцов конструкций.

Осуществить опытное (экспериментальное) строительство «пилотных» объектов.

Провести необходимые работы в области информации, рекламы, привлечения инвестиций для развития производства, чему в определенной степени предназначена и вышеприведенная статья.