

УДК 69.07:691.714

## Скрытые металлические капители с горизонтальной листовой арматурой

**Николай Николаевич ТРЕКИН**, доктор технических наук, профессор, начальник отдела конструктивных систем, e-mail: otkns@narod.ru

АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений» (ЦНИИПромзданий), 127238 Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2

**Дмитрий Анатольевич ПЕКИН**, кандидат технических наук, главный конструктор, e-mail: dpekin@mail.ru  
ООО «ИНВ-СТРОЙ», 113093 Москва, 3-й Павловский пер., 12

**Аннотация.** Использование традиционных железобетонных капителей в безбалочных перекрытиях в ряде случаев может противоречить имеющимся объемно-планировочным решениям, например при реконструкции промышленного здания под торговый центр с ограничением строительной высоты перекрытий, или увеличивать расход материалов в целом за счет общей высоты здания. Известные конструктивные решения с жесткой арматурой в опорных зонах в виде швеллеров или двутавров не позволяют повышать изгибную жесткость поперечных сечений, а также не регламентируются нормами. Скрытая металлическая капитель с вертикальным и горизонтальным листовым армированием является альтернативным конструктивным решением. В вертикальных стальных листах выполняются отверстия для установки арматуры, не требующей фиксации при помощи сварки. Вертикальные стальные листы в направлении больших пролетов выполняются с выступом относительно верха перекрытия для обеспечения соединения с горизонтальными стальными листами при помощи сварки после завершения бетонных работ. Таким образом, существенно увеличиваются геометрические характеристики поперечных сечений в главном направлении, а также несущая способность при изгибе и продавливании. В статье представлена методика расчета опорных зон железобетонных безбалочных перекрытий, усиленных скрытыми металлическими капителями с горизонтальной листовой арматурой. На примере складского здания показана эффективность использования скрытых металлических капителей с горизонтальной листовой арматурой в монолитных железобетонных безбалочных перекрытиях. **Ключевые слова:** многоэтажное здание, безбалочное перекрытие, скрытая металлическая капитель, опорная зона, листовая арматура.

### HIDDEN METAL CAPITALS WITH HORIZONTAL SHEET REINFORCEMENT

**Nikolay N. TREKIN**, e-mail: otkns@narod.ru

Central Scientific Research and Project Experimental Institute of Industrial Buildings and Constructions, Dmitrovskoe shosse, 46, corp. 2, Moscow 127238, Russian Federation

**Dmitrii A. PEKIN**, e-mail: dpekin@mail.ru

INV-STROY, 3-y Pavlovskiy per., 12, Moscow 113093, Russian Federation

**Abstract.** The use of traditional reinforced concrete capitals in beamless floors in some cases may contradict the existing space-planning solutions, for example, when reconstructing industrial buildings for shopping center with limitation of the construction heights of the floors or may increase the consumption of material overall due to the total height of the building. Known structural solutions with rigid reinforcement in the support zones in the form of channels or I-beams do not make it possible to increase the flexural rigidity of the cross sections, as well as are not specified by regulations. A hidden metal capital with vertical and horizontal sheet reinforcement is an alternative structural solution. Vertical steel sheets have pre-cut holes for installing the reinforcement that do not require fixing by welding. Vertical steel sheets in the direction of large spans are made with a protrusion relative to the top of the floor to ensure connection with horizontal steel sheets by welding after completion of concrete work. Thus, the geometrical characteristics of the cross sections in the main direction are significantly increased as well as the bearing capacity when bending and punching. The article presents the calculation procedure of support zones of reinforced concrete beamless floors strengthened with hidden metal capitals with horizontal sheet reinforcement. The effectiveness of the use of hidden metal capitals with horizontal sheet reinforcement in monolithic reinforced concrete beamless floors is shown on the example of the warehouse building.

**Key words:** multi-storey building, beamless floor, hidden metal capital, support area, sheet reinforcement.

Применение традиционных железобетонных капителей в безбалочных перекрытиях не всегда возможно, например, в связи с ограничением строительной высоты при приспособлении промышленного предприятия под торговый центр. Конструк-

тивные решения, в которых использована жесткая арматура, не дают возможности повышать изгибную жесткость поперечных сечений, к тому же они не регламентируются нормами.

В таких случаях эффективно применение в опор-



Рис. 1. Возведение (а) и реализация (б) безбалочного перекрытия (красными прямоугольниками показаны СМК с последующей установкой ГЛА)

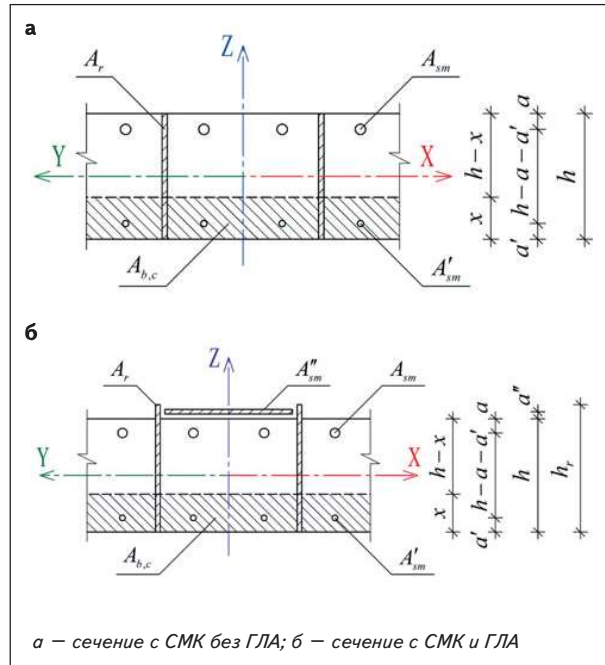
ных зонах безбалочных перекрытий скрытых металлических капителей (СМК). В этой связи дальнейшее совершенствование представленной в работах [1, 2] методики расчета является весьма актуальной задачей, решению которой и посвящена эта статья.

При увеличении длины пролетов безбалочных перекрытий и действующих полезных нагрузок вместе с проблемой продавливания опорных зон возникает необходимость повышения несущей способности на изгиб. Наиболее эффективным путем в данном случае может служить использование горизонтальной листовой арматуры (ГЛА), располагаемой в одном (главном) направлении армирования на поверхности безбалочных перекрытий [3]. ГЛА устанавливают в проектное положение после бетонирования опорных зон безбалочных перекрытий, усиленных СМК, и соединяют с выступающими частями вертикальных стальных листов при помощи сварки до начала работ по распалубливанию конструкции.

После выполнения СМР элементы ГЛА и выступающие вертикальные части стальных листов закрывают конструкцией пола для обеспечения антикоррозийной и огнезащиты.

При использовании стальных или трубобетонных колонн (рис. 1) появляется возможность выполнять мокрые процессы по возведению безбалочных перекрытий внутри теплового контура здания.

Расчет нормальных сечений опорных зон без-



а – сечение с СМК без ГЛА; б – сечение с СМК и ГЛА

Рис. 2. Поперечные сечения опорной зоны безбалочного перекрытия, усиленного скрытой металлической капителью с горизонтальной листовой арматурой

балочных перекрытий, усиленных СМК с ГЛА (рис. 2), по предельным усилиям выполняется на основе решения уравнения равновесия суммы моментов внутренних усилий относительно нейтральной оси и нахождения предельного изгибающего момента  $M_{ult}$ :

$$M_{ult} = R_b A_{b,c} \frac{x}{2} + R_{sc} A'_{sm} z_{s,c} + R_s A_{sm} z_{s,t} + R_y A''_{sm} \left( h - x + \frac{t_m}{2} \right) + R_y A'_r \frac{x}{2} + R_y A_r \frac{h_r - x}{2}. \quad (1)$$

Высоту сжатой зоны бетона  $x$  находим, решая уравнение равновесия суммы проекций внутренних усилий на ось  $X$  или  $Y$ :

$$R_b A_{b,c} + R_{sc} A'_{sm} + R_y A'_r = R_s A_{sm} + R_y A_r + R_y A''_{sm}. \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) и на рис. 2 приняты следующие обозначения:

$R_y$ ,  $R_s$ ,  $R_{sc}$  и  $R_b$  – расчетное сопротивление листовой, стержневой арматуры и призматическая прочность бетона;

$A'_r = xt_r n_r$  и  $A_r = (h_r - x)t_r n_r$  – площадь сжатой и растянутой зон листов;

$A''_{sm} = t_m b_m n_m$  – площадь горизонтальной листовой арматуры (ГЛА);

$A_{b,c} = xb$  – площадь сжатой зоны бетона;

$A_{sm} = n_s A_s$  и  $A'_{sm} = n_{sc} A'_s$  – общая площадь растянутой и сжатой арматуры;

1. Геометрические характеристики элементов

№ сечения	b, мм	a, мм	n <sub>st</sub> шт.	A <sub>sm</sub> см <sup>2</sup>	a', мм	n <sub>sc</sub> шт.	A' <sub>sm</sub> см <sup>2</sup>	t <sub>r</sub> см	h <sub>r</sub> см	n <sub>r</sub> шт.	t <sub>m</sub> см	b <sub>m</sub> см	n <sub>m</sub> шт.
К6-4/Д-У	1950	25	14	28,1	25	14	15,8	0,8	27,5	4	1,2	44,2	2
К6-4/Д-Х	4050	40	28	56,3	40	28	31,6	0,8	25	4			
К6-5/Д-У	1950	25	14	28,1	25	14	15,8	0,8	27,5	4	1,2	44,2	2
К6-5/Д-Х	4050	40	28	56,3	40	28	31,6	0,8	25	4			
К6-3/4-Х	4050	40	28	56,3	40	14	15,8						
К6-4/5-Х	4050	40	28	56,3	40	14	15,8						
К6-4/Д-Е-У	1950	25	14	28,1	25	7	7,9						
К6-5/Д-Е-У	1950	25	14	28,1	25	7	7,9						

Примечание. Для всех сечений: h = 250 мм, d<sub>s</sub> = 16 мм, d<sub>sc</sub> = 12 мм.

2. Характеристики поперечных сечений без трещин [2]

№ сечения	S <sub>red</sub> см <sup>3</sup>	I <sub>b</sub> см <sup>4</sup>	I <sub>sm</sub> см <sup>4</sup>	I' <sub>sm</sub> см <sup>4</sup>	I <sub>r</sub> см <sup>4</sup>	I' <sub>sm</sub> см <sup>4</sup>	I <sub>red,eh</sub> см <sup>4</sup>	A <sub>red</sub> м <sup>2</sup>	z <sub>s,r</sub> см	z <sub>s,c</sub> см	M <sub>red</sub> кН·м	N, кН
К6-4/Д-У	92479	253906	1931	2167	5565	13762	414596	0,6508	10,79	14,21	647	3025,8
К6-4/Д-Х	139520	527344	3944	2353	4167		599129	1,1277	12,37	12,63	317	-1675,7
К6-5/Д-У	92479	253906	1931	2167	5564	13762	414596	0,6508	10,79	14,21	492	2391,9
К6-5/Д-Х	139520	527344	3944	2353	4167		599129	1,1277	12,37	12,63	80	-569,2
К6-3/4-Х	130384	527344	3860	1201			562064	1,0620	12,28	12,72	106	-42,4
К6-4/5-Х	130384	527344	3860	1201			562064	1,0620	12,28	12,72	211	-159,2
К6-4/Д-Е-У	62639	253906	2660	833			277872	0,5122	12,23	12,77	236	158,2
К6-5/Д-Е-У	62639	253906	2660	833			277872	0,5122	12,23	12,77	236	258,1

Примечание. Для всех сечений: α = 6,86.

A<sub>s</sub> и A'<sub>s</sub> – площадь растянутого и сжатого стержня;

n<sub>s</sub>, n<sub>sc</sub>, n<sub>r</sub> – количество растянутых, сжатых стержней, стальных листов;

x – высота сжатой зоны;

t<sub>r</sub> – толщина стальных листов;

h<sub>r</sub> – высота вертикальных стальных листов;

h – высота сечения;

z<sub>s,c</sub> = x - a' и z<sub>s,t</sub> = h - x - a – расстояния от нейтральной линии сечения до центра тяжести сжатой и растянутой арматуры;

t<sub>m</sub>, b<sub>m</sub> и n<sub>m</sub> – толщина, ширина и количество горизонтальной листовой арматуры;

a, a', a'' – расстояния от центра тяжести растянутой, сжатой арматуры и горизонтальной листовой арматуры до растянутой и сжатой грани соответственно.

Уравнение (2) преобразуется к виду:

$$R_b x b + R_{sc} n_{sc} A'_s + R_y x t_r n_r = \tag{3}$$

$$= R_s n_s A_s + R_y (t_r n_r (h_r - x) + t_m b_m n_m).$$

Решая уравнение относительно x, находим:

$$x = \frac{R_s n_s A_s + R_y h_r t_r n_r + R_y b_m t_m n_m - R_{sc} n_{sc} A'_s}{R_b b + 2 R_y t_r n_r} \tag{4}$$

Высоту сжатой зоны x для расчета по трещиностойкости находим на основе равенства нулю статического момента сечения с трещиной относительно нейтральной оси по формуле

$$x = h_0 \left[ \sqrt{\left( \mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} + \frac{b_r h_r}{bh} \alpha_{s1} \right)^2 + \right. \tag{5}$$

$$\left. + 2 \left( \mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} \frac{a'}{h_0} + \frac{b_r h_r^2}{2bh^2} \alpha_{s1} + \mu'_s \alpha_{s2} + \frac{\mu'_s a''}{h} \alpha_{s2} \right) - \right.$$

$$\left. - \left( \mu_s \alpha_{s2} + \mu'_s \alpha_{s1} + \mu'_s \alpha_{s2} + \frac{b_r h_r}{bh} \alpha_{s1} \right) \right]$$

где μ<sub>s</sub> = A<sub>sm</sub> / bh, μ'<sub>s</sub> = A'<sub>sm</sub> / bh и μ''<sub>s</sub> = A''<sub>sm</sub> / bh – коэффициенты армирования.

При проверке нормальных сечений опорных зон

### 3. Характеристики поперечных сечений с трещинами [2]

№ сечения	$x = z_c$ , см	$z$ , см	$z'$ , см	$I_{bt}$ , см <sup>4</sup>	$I_s$ , см <sup>4</sup>	$I'_s$ , см <sup>4</sup>	$I_{r,ph}$ , см <sup>4</sup>	$I'_s$ , см <sup>4</sup>	$I_{red,ph}$ , см <sup>4</sup>
К6-4/Д-У	14,5	8	12	198160,6	1798,4	2275,2	4486,7	13070,1	558739,4
К6-4/Д-Х	8,51	12,49	4,51	83199,8	8782,8	642,8	5440,3		331013,7
К6-5/Д-У	14,5	8	12	198160,6	1798,4	2275,2	4486,7	13070,1	558739,4
К6-5/Д-Х	8,51	12,49	4,51	83199,8	8782,8	642,8	5440,3		331013,7
К6-3/4-Х	7,57	13,43	3,57	58562,7	10154,5	201,4			231195,7
К6-4/5-Х	7,57	13,43	3,57	58562,7	10154,5	201,4			231195,7
К6-4/Д-Е-У	7,92	14,58	5,42	32291,6	5973,4	232,1			135736,8
К6-5/Д-Е-У	7,92	14,58	5,42	32291,6	5973,4	232,1			135736,8

Примечание. Для всех сечений:  $E_{b,red} = 12600$  МПа,  $\alpha = 16,67$ .

### 4. Расчет нормальных сечений опорных зон по предельным усилиям [2]

№ сечения	$I_{red,eh}$ , см <sup>4</sup>	$I_{red,ph}$ , см <sup>4</sup>	$\sigma_{bt,red}$ , кПа	$\sigma_{bc,red}$ , кПа	$x$ , см	$\xi = x/h$	$M_{red}$ , кН·м	$M_{ult}$ , кН·м	$K_M$
К6-4/Д-У	414596	558739	21488	-17513	13,48	0,54	647	1038	<b>0,62</b>
К6-4/Д-Х	599129	331013	5059	-8159	4,48	0,18	317	699	<b>0,45</b>
К6-5/Д-У	414596	558739	16480	-13209	13,48	0,54	492	1038	<b>0,47</b>
К6-5/Д-Х	599129	331013	1147	-2179	4,48	0,18	80	699	<b>0,11</b>
К6-3/4-Х	562064	231195	2276	-2427	3	0,12	106	470	<b>0,23</b>
К6-4/5-Х	562064	231195	4460	-4912	3	0,12	211	470	<b>0,45</b>
К6-4/Д-Е-У	277872	135736	10696	-10494	3,11	0,12	236	258	<b>0,91</b>
К6-5/Д-Е-У	277872	135736	10891	-10315	3,11	0,12	236	258	<b>0,91</b>

на изгиб (характеристики сечения приведены в табл. 1–3) должно выполняться следующее условие (результаты проверки приведены в табл. 4):

$$K_M = \frac{M_{red}}{M_{ult}} \leq 1, \quad (6)$$

где  $K_M$  – коэффициент использования при изгибе;  $M_{red}$  – приведенный изгибающий момент согласно [2].

Таким образом, получены основные уточняющие методики расчета формулы, учитывающие наличие горизонтальной листовой арматуры в опорной зоне безбалочных перекрытий, усиленных СМК. Использование ГЛА позволяет существенно повысить прочность и трещиностойкость опорных зон безбалочных перекрытий, усиленных СМК, и наиболее эффективно для каркасов с пролетами разной длины, когда в одном главном направлении необходимо увеличить геометрические характеристики сечения.

Одним из успешных примеров рассмотренного конструктивного решения безбалочного перекрытия толщиной 250 мм с сеткой колонн 12×6 м, усиленного СМК с ГЛА под полезную нагрузку 15 кПа,

по сравнению с традиционными решениями [4–6], является показанный на рис. 2 складской комплекс (бетон В30, арматура А500С, листовая сталь С345). Отсутствие традиционных капителей в перекрытиях многоэтажной части здания склада в зоне загрузки-разгрузки позволило более эффективно использовать объемно-планировочные решения и заметно сократить общую продолжительность строительно-монтажных работ (СМР).

В табл. 1–5 в столбце «№ сечения» приведены самые неблагоприятные сечения опорных и пролетных зон безбалочного перекрытия, выбранные на основе результатов расчетов традиционной пространственной схемы каркаса с использованием стержневых и плоских конечных элементов. В маркировке сечений принято: К6 – марка колонны; 4/Д, 5/Д, 3/4, 4/5, 4/Д-Е, 5/Д-Е – местоположение сечений в системе координационных осей; Х, У – ориентация положения сечений относительно координационных осей.

По результатам расчетов (см. столбцы 2 и 3 табл. 4, строки 1 и 3) видно, что геометрические характеристики сечения опорных зон безбалочных

## 5. Расчет нормальных сечений опорных зон по допускаемым напряжениям [2]

№ сечения	$M_{red}$ кН·м	$\sigma_{s,red}$ МПа	$K_s$	$\sigma_{sm,red}$ МПа	$K_{sm}$	$\sigma_{b,red}$ кПа	$K_b$	$\sigma_{sc,red}$ МПа	$K_{sc}$	$\sigma_{r,red}$ МПа	$K_r$	$\sigma_{rc,red}$ МПа	$K_{rc}$
К6-4/Д-У	647	150	<b>0,34</b>	210	<b>0,62</b>	16785	<b>0,85</b>	230	<b>0,52</b>	200	<b>0,65</b>	280	<b>0,9</b>
К6-4/Д-Х	317	190	<b>0,45</b>			8144	<b>0,41</b>	70	<b>0,16</b>	260	<b>0,84</b>	140	<b>0,45</b>
К6-5/Д-У	492	120	<b>0,27</b>	160	<b>0,47</b>	12777	<b>0,65</b>	180	<b>0,41</b>	150	<b>0,48</b>	210	<b>0,68</b>
К6-5/Д-Х	80	50	<b>0,11</b>			2049	<b>0,1</b>	20	<b>0,05</b>	70	<b>0,23</b>	30	<b>0,1</b>
К6-3/4-Х	106	100	<b>0,23</b>			3462	<b>0,18</b>	30	<b>0,07</b>				
К6-4/5-Х	211	200	<b>0,45</b>			6899	<b>0,35</b>	50	<b>0,11</b>				
К6-4/Д-Е-У	236	420	<b>0,95</b>			13742	<b>0,7</b>	160	<b>0,36</b>				
К6-5/Д-Е-У	236	420	<b>0,95</b>			13753	<b>0,7</b>	160	<b>0,36</b>				

перекрытий, усиленных СМК с горизонтальной листовой арматурой, с учетом нормальных трещин и неупругой работой бетона сжатой зоны больше в 1,35 раза, чем аналогичные характеристики сечения без трещин, что подтверждает высокую эффективность используемого конструктивного решения с точки зрения распределения материалов в сечении.

При сравнении приведенных и предельных изгибающих моментов в столбцах 8–10 табл. 4, для опорных зон безбалочных перекрытий, усиленных СМК с горизонтальной листовой арматурой, получены существенные резервы прочности при изгибе от 38 до 55 % в отличие от пролетных зон безбалочных перекрытий. В данном случае минимально возможная толщина безбалочного перекрытия 250 мм была определена на основе расчета по деформативности в нелинейной постановке.

Следует отметить, что при устройстве традиционных капителей с минимальными габаритами в плане  $l_{ky} \times l_{kx}$  (2,2×1,2 м), определенными с помощью коэффициента  $\delta$  согласно [2] и толщиной 0,5 м согласно СП 63.13330 без учета изгибающих моментов в колонне и установки поперечной арматуры (при расчетной нагрузке  $q_1 = 26$  кПа):

$$\delta = \frac{4hR_{bt}(l_x + l_y)}{l_x l_y q_1} = \frac{4 \cdot 0,25 \cdot 1150(12 + 6)}{12 \cdot 6 \cdot 26} = 11,1, \quad (7)$$

$$l_{ky} \geq 2l_y / \delta = 2 \cdot 12 / 11,1 = 2,16 \text{ м}$$

$$\text{и } l_{kx} \geq 2l_x / \delta = 2 \cdot 6 / 11,3 = 1,08 \text{ м,}$$

дополнительный объем бетона для устройства монолитной железобетонной капители составит:

$$V_k = 2,2 \cdot 1,2(0,5 - 0,25) = 0,7 \text{ м}^3.$$

При стоимости 1 м<sup>3</sup> железобетона плит перекрытий «в деле», равной ~25 тыс. р., дополнительные

затраты на возведение традиционной капители составят:  $C_{kb} = 0,7 \cdot 25 = 17,5$  тыс. р., что сопоставимо со стоимостью скрытой металлической капители с горизонтальной листовой арматурой, равной 20,5 тыс. р., при аналогичных размерах в плане (масса 0,41 т) и стоимости изготовления 1 т стальных конструкций на заводе, составляющей ~50 тыс. р. (стоимость монтажных работ обычно входит в общую стоимость устройства монолитных железобетонных капителей плит перекрытий). Определенное выше увеличение стоимости рассмотренного конструктивного решения на 17 % может быть компенсировано за счет снижения общей высоты здания (стоимость фасада по периметру здания высотой, соответствующей толщине традиционной капители), увеличения скорости СМР, снижения энергетических затрат на этапе эксплуатации здания вследствие уменьшения общего объема помещений. Главное доказательство эффективности предложенного конструктивного решения — неоднократная реализация его на коммерческих объектах различного функционального назначения.

Интересно также отметить, что коэффициенты использования  $K_{sm}$  (или  $K_s$ ) и  $K_b$ , полученные для горизонтальной листовой арматуры (или стрежневой арматуры) по результатам расчетов различными методами и приведенные в табл. 4 и 5, сопоставимы между собой при условии, что в методе расчета по допускаемым напряжениям вместо начального модуля упругости бетона используется секущий модуль деформации бетона в соответствии с двухлинейной диаграммой состояния сжатого бетона. Это обстоятельство позволяет предположить, что конструкция безбалочного перекрытия, удовлетворяющая требованиям трещиностойкости при действии постоянных и кратковременных нагрузок, будет также обеспечивать достаточную несущую способность при изгибе.

### Выводы

1. Получены основные уточняющие методу расчета формулы, учитывающие наличие горизонтальной листовой арматуры в опорной зоне безбалочных перекрытий, усиленных скрытыми металлическими капителями, и подтверждена эффективность данного конструктивного решения на примере складского здания.

2. Использование горизонтальной листовой арматуры позволяет существенно повысить прочность и трещиностойкость опорных зон безбалочных пе-

рекрытий, усиленных скрытыми металлическими капителями. При этом она наиболее эффективна для каркасов с пролетами разной длины, когда в одном главном направлении необходимо увеличить геометрические характеристики сечения.

3. Отсутствие традиционных капителей в перекрытиях многоэтажной части здания склада позволило более эффективно использовать объемно-планировочные решения и сократить общую продолжительность строительно-монтажных работ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Трекин Н. Н., Пекин Д. А. Применение скрытых металлических капителей в безбалочных монолитных перекрытиях // Современная наука и инновации. 2016. № 2. С. 110–115.
2. Трекин Н. Н., Пекин Д. А. Скрытые металлические капители безбалочных монолитных перекрытий // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 7. С. 17–20.
3. Патент на изобретение № 2457302. Плитная строительная конструкция / Пекин Д. А., Прилуцкий О. Г. Заявка № 20111108708, 2011.
4. Кодыш Э. Н., Трекин Н. Н., Никитин И. К. Проектирование участков сборных перекрытий под повы-

шенные нагрузки // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 2. С. 24–26.

5. Кодыш Э. Н., Никитин И. К., Трекин Н. Н. Проектирование участков перекрытий под повышенные нагрузки при новом строительстве и реконструкции. М.: ОАО «ЦПП», 2011. 63 с.
6. Гранев В. В., Кодыш Э. Н., Трекин Н. Н., Никитин И. К. Усиление зоны возможного продавливания безбалочных монолитных перекрытий // Будівельні конструкції. Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону. Вып. 74. Київ, ДП НДІБК, 2011. Кн. 2. С. 10–18.

### REFERENCES

1. Trekin N. N., Pekin D. A. The use of hidden metal capitals in beam-free monolithic slabs. *Sovremennaja nauka i innovacii*, 2016, no. 2, pp. 110–115. (In Russian).
2. Trekin N. N., Pekin D. A. Hidden metal capitals of monolithic beamless slabs. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2014, no. 7, pp. 17–20. (In Russian).
3. Patent na izobretenie № 2457302. *Plitnaja stroitel'naja konstrukcija* [Slab construction construction]. Pekin D. A., Priluckij O. G. Zayavka № 20111108708, 2011. (In Russian).
4. Kodysh Je. N., Trekin N. N., Nikitin I. K. Projecting of sections of prefabricated coverings for increased loads.

*Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2011, no. 2, pp. 24–26. (In Russian).

5. Kodysh Je. N., Nikitin I. K., Trekin N. N. *Proektirovanie uchastkov perekrytij pod povuyshennye nagruzki pri novom stroitel'stve i rekonstrukcii* [Design of floor areas under increased load during new construction and reconstruction]. Moscow, CPP Publ., 2011. 63 p. (In Russian).
6. Granev V. V., Kodysh Je. N., Trekin N. N., Nikitin I. K. The strengthening of a possible punching girderless monolithic slab. *Budivelnі konstrukcii. Naukovo-tehnіchnі problemi suchasnogo zalізobetonu*. Iss. 74. Kіiv, DP NDIBK Publ., 2011. Vol. 2, pp. 10–18.

Для цитирования: Трекин Н. Н., Пекин Д. А. Скрытые металлические капители с горизонтальной листовой арматурой // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 6. С. 32–37.

For citation: Trekin N. N., Pekin D. A. Hidden Metal Capitals with Horizontal Sheet Reinforcement. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2018, no. 6, pp. 32–37. (In Russian).

ЖУРНАЛ «ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО» ИНДЕКСИРУЮТ:

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА  
**eLIBRARY.RU**

Russian Science Citation  
Index (RSCI) на платформе  
Web of Science

**ULRICHSWEB™**  
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

САЙТ ЖУРНАЛА «ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»: [www.pgс1923.ru](http://www.pgс1923.ru)