

УДК 624.074

Е.Г. Стоянов, А.В. Набока

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, г. Харьков

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ С НАПРЯГАЕМОЙ КАНАТНОЙ АРМАТУРОЙ

В статье рассмотрены основные положения расчета и конструирования железобетонных многопустотных предварительно напряженных плит перекрытий безопалубочного стендового формования с канатной арматурой. Приведены результаты исследования конструкции плит без поперечной и конструктивной арматуры. Определена максимальная нагрузка, при которой не требуется усиление опорных участков плит. Представлена полная номенклатура плит для гражданского строительства.

Ключевые слова: расчетная нагрузка, потери предварительного напряжения, номенклатура изделий.

В практике производства сборных железобетонных плит перекрытий для гражданских зданий в последнее время находят применение предварительно напряженные плиты безопалубочного стендового формования.

При этом, имеется возможность выполнять эти плиты пролетами от 2.4 м до 9.0 м под расчетные временные нагрузки (сверх собственной массы) от 4.5 кН/м² до 21.0 кН/м².

В зарубежной и отечественной практике армирование плит производится высокопрочной проволокой. Авторы рассматривают особенности армирования таких плит канатной арматурой классов K1400, K1500 (K7).

К плитам предъявляются требования трещиностойкости в эксплуатационном режиме.

При безопалубочном формовании плит исключается применение любой арматуры, кроме канатной рабочей продольной, что позволяет свести к минимуму технологические затраты на изготовление плит.

Кроме того, после разрезки ленты на отдельные плиты необходимой длины, должны быть исключены технологические «усовершенствования» в виде усиления торцевых опорных участков плит с зачеканкой пустот, вставки монтажных приспособлений и др.

Для минимизации затрат на изготовление и монтаж плит перекрытий, нами решались вопросы оптимизации расхода рабочей арматуры, определения минимальной прочности бетона, при которой была бы возможность исключения поперечной арматуры и необходимость усиления концевых опорных участков плит.

Для исключения риска образования трещин в верхних фибрах бетона плиты в приопорной части при отсутствии верхней арматуры, нами проанализирована расчетная схема плиты с частичным защемлением в каменной кладке стены.

При этом, установлена оптимальная глубина заделки плиты в стену, при которой опорный изгибающий момент является величиной высшего порядка малости по сравнению с пролетным моментом и не может привести к образованию трещин в верхней фибре бетона [1,2].

Все теоретические и конструктивные решения разрабатывались в соответствии с требованиями ДБН В.2.6-98:2009 и ДСТУ Б.В.2.6-156:2010 [3,4] для технологической линии по выпуску плит номинальной ширины 1200 мм. Плиты имеют шесть пустот диаметром 152 мм. Минимальная толщина тела бетона в поперечном сечении (сумма толщин всех вертикальных перегородок между отверстиями) равна 268 мм.

Технологически в поперечном сечении плиты возможно установить канаты диаметром 9 мм или 12 мм в два ряда по высоте, канаты диаметром 15 мм – в один ряд. Максимально возможная площадь поперечного сечения арматуры – 12.684 см² при 14 канатах диаметром 12 мм.

При начальных напряжениях натяжения канатов 110 кН/см² после проявления мгновенных потерь предварительного напряжения (по предварительным подсчетам до 30 кН/см²) усилие обжатия бетона составляет (110 – 30)*12.684 = 1015 кН.

Напряжения в верхней фибре бетона

$$\sigma_c^I = -\frac{P}{A_{red}} + \frac{Pe_{0p}y}{I_{red}},$$

где A_{red} , I_{red} – площадь приведенного сечения и момент инерции приведенного сечения соответственно ($A_{red} = 1540 \text{ см}^2$, $I_{red} = 91000 \text{ см}^4$);

e_{0p} – эксцентриситет приложения силы обжатия бетона относительно центральной оси сечения ($e_{0p} = 6.53 \text{ см}$);

y – расстояние от центральной оси до верхней фибры бетона ($y = 11.2 \text{ см}$);

$$\sigma_c^I = -\frac{1015}{1540} + \frac{1015 \cdot 6.53 \cdot 11.2}{91000} = 0.156 \text{ кН/см}^2.$$

Отпуск арматуры производится при наборе бетоном 70% проектной прочности. При этом, средние растягивающие напряжения не должны превышать $0.7f_{ctm}$. Согласно расчету, минимальная прочность бетона на растяжение должна быть $f_{ctm} \geq 0.156 / 0.7 = 0.222 \text{ кН/см}^2$.

В запас прочности в соответствии с [4] по критерию недопущения образования трещин в верхней фибре бетона рекомендуется изготавливать плиты из бетона классов С30/35 ($f_{ctm} = 2.8 \text{ МПа}$) или С32/40 ($f_{ctm} = 3.0 \text{ МПа}$).

Проверка прочности торцевых опорных участков плиты произведена при опирании наиболее нагруженных плит в стену на глубину 15 см.

Если принять кирпичную стену с высотой этажа 3.0 м, пролет наиболее нагруженной плиты 7.8 м, расчетную временную нагрузку сверх собственного веса 16 кН/м^2 (в соответствии с табл. 1), то плита без усиленной торцевой части, выполненная из бетона класса С30/35, может воспринять нагрузку от 9-ти вышележащих этажей.

Варьируя величиной расчетной временной нагрузки, пролетом плиты и величиной опирания плиты на стену, возможно определить, при какой этажности дома не требуется усиливать торцевые участки плит, и определить соответствующий класс бетона.

Так, для массового жилищного строительства, в основном, проектируются плиты под временную расчетную нагрузку 8.0 кН/м^2 . В зависимости от пролета плиты величина опирания ее на стену принимается 120...200 мм. Так, для плиты длиной 9 м, изготовленной из бетона класса С32/40 при опирании ее в стену на 200 мм, усиление торцевых участков не требуется при 16-ти вышележащих этажах.

Приняв окончательно класс бетона для разных пролетов плит (от 4.2 м до 9.0 м с градацией 300 мм) и разных расчетных временных нагрузок (от 4.5 кН/м^2 до 21.0 кН/м^2) выполнены расчеты армирования плит из условий прочности и трещиностойкости. При этом, для расчета трещиностойкости предварительно были определены потери предварительного напряжения.

Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Ролетная площадь сечения арматуры и рекомендуемое армирование

Марка плиты	Расч.площадь сечения арматуры, см ²		Варианты армирования	Класс бетона
	по условию прочности	по условию трещиност.		
ПБ42-12-21	3.08	-	4Ø12К1400; 6Ø9К1400	С32/40
ПБ45-12-21	3.57	-	4Ø12К1400; 7Ø9К1400	
ПБ48-12-21	4.10	-	5Ø12К1400; 8Ø9К1400	
ПБ51-12-21	4.83	-	6Ø12К1400; 10Ø9К1400	
ПБ54-12-21	5.30	5.34	6Ø12К1400; 11Ø9К1400	
ПБ57-12-21	6.11	7.28	8Ø12К1400; 13Ø9К1400	
ПБ60-12-21	7.13	8.51	10Ø12К1400; 6Ø15К1400	
ПБ63-12-21	8.05	10.11	12Ø12К1400	
ПБ66-12-21	9.03	11.74	13Ø12К1400	
ПБ42-12-16	2.43	-	5Ø9К1400; 4Ø12К1400	
ПБ45-12-16	2.81	-	6Ø9К1400; 4Ø12К1400	
ПБ48-12=16	3.22	-	7Ø9К1400; 4Ø12К1400	
ПБ51-12-16	3.78	-	8Ø9К1400; 5Ø12К1400	
ПБ54-12-16	4.15	3.50	9Ø9К1400; 5Ø12К1400	
ПБ57-12-16	4.77	4.81	10Ø9К1400; 6Ø12К1400	
ПБ60-12-16	5.30	5.42	11Ø9К1400; 6Ø12К1400	
ПБ63-12-16	6.19	6.34	13Ø9К1400; 7Ø12К1400	
ПБ66-12-16	6.92	7.73	9Ø12К1400; 6Ø15К1400	
ПБ69-12-16	7.66	8.98	10Ø12К1400; 7Ø15К1400	
ПБ72-12-16	8.45	10.29	12Ø12К1400	
ПБ74-12-16	9.0	11.19	13Ø12К1400	
ПБ78-12-16	10.15	12.68	14Ø12К1400	

Продолжение таблицы 1

ПБ42-12-12.5	1.98	-	4Ø9K1400	С32/40	
ПБ45-12-12.5	2.29	-	5Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ48-12-12.5	2.62	-	6Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ51-12-12.5	3.0	-	6Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ54-12-12.5	3.36	-	7Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ57-12-12.5	3.89	-	8Ø9K1400; 5Ø12K1400		
ПБ60-12-12.5	4.16	3.49	9Ø9K1400; 5Ø12K1400		
ПБ63-12-12.5	4.89	4.25	10Ø9K1400; 6Ø12K1400		
ПБ66-12-12.5	5.12	5.24	11Ø9K1400; 6Ø12K1400		
ПБ69-12-12.5	5.98	6.19	13Ø9K1400; 7Ø12K1400		
ПБ72-12-12.5	6.76	7.45	9Ø12K1400; 6Ø15K1400		
ПБ74-12-12.5	7.19	8.19	10Ø12K1400; 6Ø15K1400		
ПБ78-12-12.5	8.0	10.21	12Ø12K1400		
ПБ81-12-12.5	8.79	11.71	13Ø12K1400		
ПБ42-12-10	1.73	-	4Ø9K1400	С30/35	
ПБ45-12-10	1.92	-	4Ø9K1400		
ПБ48-12-10	2.2	-	5Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ51-12-10	2.5	-	5Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ54-12-10	2.83	-	6Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ57-12-10	3.16	-	7Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ60-12-10	3.47	-	7Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ63-12-10	3.86	-	8Ø9K1400; 5Ø12K1400		
ПБ66-12-10	4.26	3.79	9Ø9K1400; 5Ø12K1400		
ПБ69-12-10	4.96	4.81	10Ø9K1400; 6Ø12K1400		
ПБ72-12-10	5.15	5.35	11Ø9K1400; 6Ø12K1400		
ПБ74-12-10	5.61	6.51	13Ø9K1400; 8Ø12K1400; 5Ø15K1400		
ПБ78-12-10	6.63	7.80	9Ø12K1400; 6Ø15K1400		
ПБ81-12-10	7.20	8.97	10Ø12K1400; 7Ø15K1400		
ПБ84-12-10	7.83	10.19	12Ø12K1400		
ПБ87-12-10	8.49	11.49	13Ø12K1400		
ПБ42-12-8	1.49	-	4Ø9K1400		С32/40
ПБ45-12-8	1.72	-	4Ø9K1400		
ПБ48-12-8	1.97	-	4Ø9K1400		
ПБ51-12-8	2.23	0.32	5Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ54-12-8	2.52	0.82	5Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ57-12-8	2.84	1.14	6Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ60-12-8	3.08	1.55	7Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ63-12-8	3.42	2.16	7Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ66-12-8	3.77	2.78	8Ø9K1400; 5Ø12K1400		
ПБ69-12-8	4.18	3.50	9Ø9K1400; 5Ø12K1400		
ПБ72-12-8	4.54	4.14	9Ø9K1400; 5Ø12K1400		
ПБ74-12-8	4.83	4.66	10Ø9K1400; 6Ø12K1400		
ПБ78-12-8	5.33	5.57	12Ø9K1400; 7Ø12K1400		
ПБ81-12-8	5.89	6.60	13Ø9K1400; 8Ø12K1400; 5Ø15K1400		
ПБ84-12-8	6.26	7.65	9Ø12K1400; 6Ø15K1400		
ПБ87-12-8	6.94	8.69	10Ø12K1400; 7Ø15K1400		
ПБ90-12-8	7.92	9.78	11Ø12K1400; 7Ø15K1400		
ПБ42-12-6	1.20	-	4Ø9K1400	С30/35	
ПБ45-12-6	1.19	-	4Ø9K1400		
ПБ48-12-6	1.31	-	4Ø9K1400		
ПБ51-12-6	1.44	-	4Ø9K1400		
ПБ54-12-6	1.64	-	4Ø9K1400		
ПБ57-12-6	1.86	-	4Ø9K1400		
ПБ60-12-6	2.0	-	4Ø9K1400		
ПБ63-12-6	2.22	-	5Ø9K1400; 4Ø12K1400	С32/40	
ПБ66-12-6	2.45	-	5Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ69-12-6	2.69	-	6Ø9K1400; 4Ø12K1400		
ПБ72-12-6	2.95	-	6Ø9K1400; 4Ø12K1400		

Продолжение таблицы 1

ПБ74-12-6	3.20	-	7Ø9K1400; 4Ø12K1400	С32/40
ПБ78-12-6	3.46	2.53	7Ø9K1400; 4Ø12K1400	
ПБ81-12-6	3.95	2.86	8Ø9K1400; 5Ø12K1400	
ПБ84-12-6	4.05	3.67	8Ø9K1400; 5Ø12K1400	
ПБ87-12-6	4.32	4.29	9Ø9K1400; 5Ø12K1400	
ПБ90-12-6	4.70	4.90	10Ø9K1400; 6Ø12K1400	
ПБ42-12-4.5	1.02	-	4Ø9K1400	С30/35
ПБ45-12-4.5	1.19	-	4Ø9K1400	
ПБ48-12-4.5	1.31	-	4Ø9K1400	
ПБ51-12-4.5	1.44	-	4Ø9K1400	
ПБ54-12-4.5	1.64	-	4Ø9K1400	
ПБ57-12-4.5	1.86	-	4Ø9K1400	
ПБ60-12-4.5	2.0	-	4Ø9K1400	
ПБ63-12-4.5	2.22	-	5Ø9K1400; 4Ø12K1400	С32/40
ПБ66-12-4.5	2.45	-	5Ø9K1400; 4Ø12K1400	
ПБ69-12-4.5	2.69	-	6Ø9K1400; 4Ø12K1400	
ПБ72-12-4.5	2.95	-	6Ø9K1400; 4Ø12K1400	
ПБ74-12-4.5	3.20	-	7Ø9K1400; 4Ø12K1400	
ПБ78-12-4.5	3.46	2.53	7Ø9K1400; 4Ø12K1400	
ПБ81-12-4.5	3.95	2.86	8Ø9K1400; 5Ø12K1400	
ПБ84-12-4.5	4.05	3.67	8Ø9K1400; 5Ø12K1400	
ПБ87-12-4.5	4.32	4.29	9Ø9K1400; 5Ø12K1400	
ПБ90-12-4.5	4.70	4.90	10Ø9K1400; 6Ø12K1400	

В таблице 1 маркировка плит принята: например, ПБ72-12-8 – плита безопалубочного формования (ПБ); 72 – длина плиты в дм; 12 – ширина плиты в дм; 8 – расчетная временная нагрузка сверх собственной массы в кН/м².

Потери предварительного напряжения рассчитаны для плит с расчетным поперечным сечением арматуры, определенным из расчета на прочность.

Мгновенные (первые) потери определены

- от релаксации напряжений в арматуре $\Delta\sigma_1$;
- от перепада температур $\Delta\sigma_\theta$ при $\Delta T = 65^\circ\text{C}$;

- от втягивания канатов при разрезке монолита на торцах панелей $\Delta\sigma_{st}$;

- потери как следствие мгновенной деформации бетона $\Delta\sigma_{el}$.

Потери, зависящие от времени (вторые) $\Delta\sigma_{ct+tr}$ определены

- от влияния усадки бетона;
- от ползучести бетона;
- от уменьшения напряжений в арматуре вследствие релаксации при растяжении.

Величины потерь предварительного напряжения для указанной номенклатуры плит приведены в табл.2.

Таблица 2. Потери предварительного напряжения

Марка плит	Нач. напр. σ_0 , кН/см ²	Мгнов. потери $\Delta\sigma_1$, кН/см ²	Остат. напр. перед бетонир., кН/см ²	Потери, завис. от времени $\Delta\sigma_2$, кН/см ²	Суммар. потери $\Delta\sigma$, кН/см ²	Остат. напряжения	
						σ_p , кН/см ²	%
ПБ42-12-4.5...21	110	27.13	82.87	13.69	40.82	69.18	62.89
ПБ45-12-4.5...21		27.21	82.79	13.87	41.08	68.92	62.65
ПБ48-12-4.5...21		27.33	82.67	14.04	41.37	68.63	62.39
ПБ51-12-4.5...21		27.41	82.59	14.2	41.61	68.39	62.17
ПБ54-12-4.5...21		27.5	82.5	14.4	41.9	68.1	61.91
ПБ57-12-4.5...21		27.62	82.38	14.62	42.24	67.76	61.6
ПБ60-12-4.5...21		27.8	82.2	14.81	42.61	67.39	61.26
ПБ63-12-4.5...21		27.87	82.13	15.12	42.99	67.01	60.92
ПБ66-12-4.5...21		27.92	82.08	15.43	43.35	66.65	60.59
ПБ69-12-4.5...21		27.96	82.04	15.75	43.71	66.29	60.26
ПБ72-12-4.5...21		28.0	82.0	16.11	44.11	65.89	59.9
ПБ74-12-4.5...21		28.1	81.9	16.44	44.54	65.46	59.51
ПБ78-12-4.5...21		28.15	81.85	16.76	44.91	65.09	59.17

Продолжение таблицы 2

ПБ81-12-4.5...21	110	28.3	81.7	17.13	45.43	64.57	58.7
ПБ84-12-4.5...21		28.5	81.5	17.42	45.92	64.08	58.25
ПБ87-12-4.5...21		28.62	81.38	17.8	46.42	63.58	57.8
ПБ90-12-4.5...21		28.78	81.22	18.24	47.02	62.98	57.25

В связи с тем, что плита запроектирована без поперечной арматуры и с обеспечением трещиностойкости, проверка несущей способности плиты в наклонных сечениях производится из условия [4]

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{I b_w}{S} \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_1 \sigma_{cp} f_{ctd}}$$

где $\alpha_1 = 1$ при натяжении арматуры на упоры;
 σ_{cp} – напряжения сжатия бетона на центральной оси от предварительного напряжения;

S – статический момент площади сечения, расположенного над центральной осью, относительно этой оси;

I – момент инерции сечения,

f_{ctd} – расчетное сопротивление бетона на растяжение.

Расчетные значения поперечных сил при различных временных нагрузках приведены в табл.3.

Результаты расчета прочности наклонных сечений плит с расчетной временной нагрузкой 8.0 кН/м² приведены в табл.4.

Таблица 3. Расчетные значения поперечных сил

Марка плиты	Расчетная поперечная сила V_{Ed} , кН при расчетной временной нагрузке v (кН/м ²), равной						
	21	16	12.5	10	8	6	4.5
ПБ42-12	54.6	43.38	35.53	29.92	25.43	20.95	17.58
ПБ45-12	58.96	46.84	38.36	32.31	27.46	22.61	18.98
ПБ48-12	63.34	50.32	41.21	34.71	29.5	24.29	20.39
ПБ51-12	67.76	53.84	44.09	37.13	31.56	25.99	21.81
ПБ54-12	72.15	57.33	46.95	39.54	33.61	27.68	23.23
ПБ57-12	76.5	60.78	49.78	41.92	35.63	29.34	24.63
ПБ60-12	79.72	63.34	51.87	43.68	37.13	30.58	25.66
ПБ63-12	84.09	66.81	54.71	46.07	39.16	32.25	27.07
ПБ66-12	88.38	70.22	57.51	48.43	41.16	33.9	28.45
ПБ69-12	92.89	73.81	60.44	50.9	43.27	35.63	29.9
ПБ72-12	97.23	77.25	63.27	53.28	45.29	37.3	31.3
ПБ74-12	100.1	79.53	65.13	54.85	46.62	38.4	32.22
ПБ78-12	104.86	83.31	68.23	57.46	48.84	40.22	33.76
ПБ81-12	109.23	86.78	71.07	59.85	50.87	41.9	35.16
ПБ84-12	113.61	90.27	73.93	62.25	52.92	43.58	36.57
ПБ87-12	117.9	93.67	76.71	64.6	54.91	45.22	37.95
ПБ90-12	122.31	97.18	79.59	67.02	56.97	46.91	39.37

Таблица 4. Расчетная несущая способность плит

Марка плиты	Несущая способность $V_{Rd,c}$, кН
ПБ42-12-8	94.8
ПБ45-12-8	94.8
ПБ48-12-8	94.8
ПБ51-12-8	94.8
ПБ54-12-8	94.8
ПБ57-12-8	104.2
ПБ60-12-8	104.2
ПБ63-12-8	104.2

Продолжение таблицы 4

ПБ66-12-8	110.9
ПБ69-12-8	110.9
ПБ72-12-8	110.9
ПБ74-12-8	116.1
ПБ78-12-8	126.1
ПБ81-12-8	126.1
ПБ84-12-8	132.2
ПБ87-12-8	135.9
ПБ90-12-8	140.2

Для временных нагрузок, превышающих 8 кН/м^2 , с увеличением площади сечения арматуры увеличивается несущая способность плит. При этом, несущая способность превышает расчетные значения поперечных сил.

Прогибы плит определялись от действия кратковременных и длительно действующих нагрузок (f_c и f_l соответственно).

Значения прогибов плит при расчетной временной нагрузке 8 кН/м^2 приведены в табл. 5

Таблица 5. Прогибы плит

Марка плиты	Расч. пролет l_0 , м	Прогиб, см		Относительный прогиб	
		f_c	f_l	f_c/l_0	f_l/l_0
ПБ51-12-8	4.98	0.243	0.398	1/2050	1/1250
ПБ54-12-8	5.28	0.326	0.522	1/1620	1/1011
ПБ57-12-8	5.58	0.394	0.664	1/1416	1/840
ПБ60-12-8	5.84	0.437	0.606	1/1336	1/963
ПБ63-12-8	6.14	0.562	0.768	1/1093	1/800
ПБ66-12-8	6.44	0.64	0.89	1/1006	1/724
ПБ69-12-8	6.74	0.80	1.146	1/842	1/588
ПБ72-12-8	7.04	1.0	1.38	1/704	1/510
ПБ74-12-8	7.24	1.124	1.58	1/644	1/458
ПБ78-12-8	7.6	1.318	1.80	1/577	1/422
ПБ81-12-8	7.9	1.56	2.11	1/506	1/374
ПБ84-12-8	8.2	1.702	2.34	1/482	1/350
ПБ87-12-8	8.5	1.94	2.69	1/438	1/316
ПБ90-12-8	8.8	2.23	3.09	1/395	1/285

Из анализа полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Многопустотные плиты перекрытий, армированные предварительно напряженной канатной арматурой классов К1400, К1500, должны выполняться из бетона классов С32/40 или С30/35 в зависимости от пролета плиты и величины расчетной временной нагрузки.

2. Опорные изгибающие моменты, возникающие при заделке плит в стены из каменной кладки, являются величинами высшего порядка малости по сравнению с пролетными, и не приводят к необходимости армирования верхней зоны.

3. Прочность плит в наклонных сечениях обеспечивается за счет прочности бетона и предварительного напряжения и не вызывает необходимости установки поперечной арматуры.

4. Деформации плит приведенной номенклатуры находятся в допустимых пределах.

Литература

1. Шмуклер В.С. Особенности внедрения железобетонных многопустотных предварительно напряженных плит перекрытий безопалубочного стенового формования / В.С. Шмуклер, Е.Г. Стоянов, О.М. Пустовойтова, Е.Н. Тертычный, И.Г. Львовский, Р.В. Корнев // Комунальне господарство міст. Серія «Технічні науки та архітектура», Вип. 114, Харків: Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, 2015 – С.22 – 31.
2. Shmukler V., Stoyanov E., Pustovoytova O. The choice of rational type and quantity reinforcement for multicavity reinforced slabs. Науковий вісник будівництва, №2(80), Харків: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2015 – С.78 – 85.
3. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В2.6-98:2009. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
4. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б В.2.6-156:2010. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011.

References

1. Shmukler V., Stoyanov E., Pustovoytova O. Tertychnyy E., L'vovs'kyi I., Korenev R. Especially the implementation of concrete hollow core prestressed formless bench molding floor slabs. Utilities cities. Series "Engineering science and architecture" issue 114, Kharkov: O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkov, 2015, 22 – 33.
2. Shmukler V., Stoyanov E., Pustovoytova O. The choice of rational type and quantity reinforcement for multicavity reinforced slabs. Scientific herald building #2(80) Kharkov: O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkov, 2015, 78 – 65.
3. Concrete and reinforced concrete constructions. The main provisions: DBN V2.6-98:2009. – Minregionbud Ukraine, 2009.
4. Concrete and reinforced concrete constructions from heavyweight concrete. Design rules: DSTU B V.2.6-156:2010. – K. Minregionbud Ukraine, 2011.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.С. Шмуклер, Харьковський національний університет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, Харьков.

Автор: СТОЯНОВ Евгений Геннадиевич Харьковський національний університет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, кандидат технических наук, доцент
E-mail – kname.edu.ua.

Автор: НАБОКА Анатолий Витальевич Харьковський національний університет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, аспирант
E-mail – kname.edu.ua.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ БАГАТОПУСТОТНИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ З НАПРУЖУВАНОЮ КАНАТНОЮ АРМАТУРОЮ

Є.Г. Стоянов, А.В. Набока

У статті розглянуті основні положення розрахунку та конструювання залізобетонних багатопустотних попередньо напружених плит перекриття безопалубочного стендового формування з канатною арматурою. Наведені результати дослідження конструкції плит без поперечної і конструктивної арматури. Визначене максимальне навантаження, при якому не потрібне зусилля опорних ділянок плит. Представлена повна номенклатура плит для цивільного будівництва.

Ключові слова: розрахункове навантаження, втрати попереднього напруження, номенклатура виробів.

DESIGN FEATURES OF HOLLOW-CORE FLOOR SLABS WITH THE PRESTRESSING CABLE ARMATURE

E.G. Stoyanov, A.V. Naboka

The article describes the main provisions of calculation and design of reinforced concrete hollow core prestressed formless bench molding floor slabs, reinforced with cable armature classes K1400, K1500. Plates are designed without transverse and all any kinds of constructive armature. Slabs calculated as the structure, that having no cracks in the operational conditions. To minimize the cost, minimum concrete strength was define for the manufacture of the floor slabs. By varying the size of the temporary load, slabs span and bearing length on the wall number of floors of the building was defined, that does not require amplification of the end portions of the floor slab. Loss of prestressing are designed for slabs with the calculated cross section of reinforcement defined based on the strength analysis. The loss of temperature difference taken at $\Delta T = 65^\circ C$, and the loss of retracting rope when cutting the monolith defined by the results of experimental studies (drawing on the length of 7 m averages 3.5 mm). The calculations presented a full nomenclature of slabs with a working cable armatures in various versions of reinforcing ropes with a diameter of 9 mm, 12 mm, 15 mm.

Keywords: calculated load, loss of prestressing, product range.