

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СБОРНЫХ РИГЕЛЕЙ ПЕРЕКРЫТИЯ

Методические указания для самостоятельной работы

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2015

УДК 624.016

ББК 38.3

P24

*Методические указания подготовлены в рамках проекта
«ПГУАС - региональный центр повышения качества подготовки
высококвалифицированных кадров строительной отрасли»
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –
«Кадры для регионов»)*

Рецензент – доктор технических наук, профессор,
советник РААСН И.Т. Мирсяпов

Расчет и конструирование сборных ригелей перекрытия:
P24 методические указания для самостоятельной работы / Н.Н. Ласьков.
– Пенза: ПГУАС, 2015. – 14 с.

Рассматриваются цели и задачи дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции». Приводится список учебно-методической и справочно-нормативной литературы.

Направлены на овладение культурой мышления, развитие способностей к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; способностей выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; умение логически верно, аргументированной и ясно строить устную и письменную речь.

Методические указания подготовлены на кафедре «Строительные конструкции» и базовой кафедре ПГУАС при ЗАО «Спецстроймеханизация» и предназначены слушателям программы переподготовки кадров «Промышленное и гражданское строительство» по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2015

© Ласьков Н.Н., 2015

1. РАЗРЕЗНОЙ РИГЕЛЬ

Требуется запроектировать разрезной ригель перекрытия при свободном опирании концов ригеля на консоли колонны. Опирание плит перекрытия осуществляется на ригель по верху. Шаг колонн в направлении длины ригеля равен 7 м.

Бетон для ригеля перекрытия следует принять тяжёлый. Класс бетона В35. В качестве продольной арматуры ригеля целесообразно применить арматуру класса А400, в качестве поперечной – арматуру класса А240. На рисунке 1 показана конструктивная схема перекрытия.

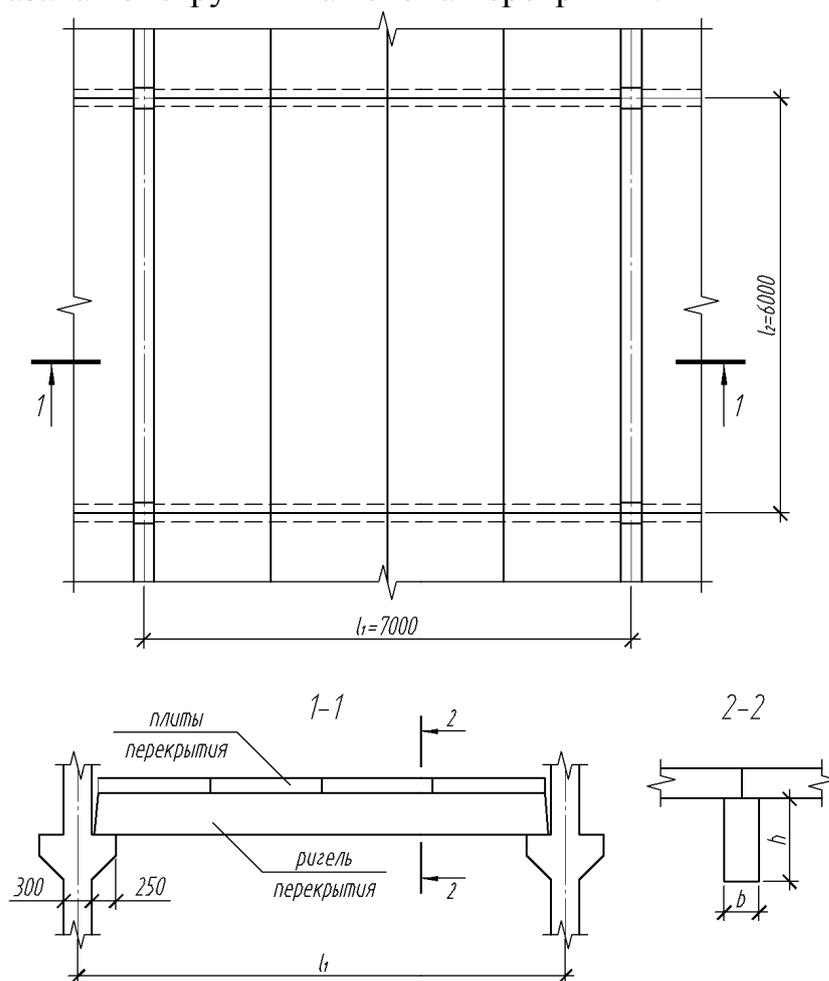


Рис. 1 .Конструктивная схема перекрытия

Назначаются размеры поперечного сечения ригеля. Высота сечения

$$h = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{12} \right) \cdot L_p = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{12} \right) \cdot 7000 = 600 \text{ мм,}$$

где L_p – пролет ригеля в осях.

Ширина сечения

$$b = (0,3 \div 0,5) \cdot h = (0,3 \div 0,5) \cdot 600 = 250 \text{ мм.}$$

Конструктивная длина ригеля

$$l_p = L_p - b_k - 2a = 7000 - 400 - 2 \cdot 20 = 6560 \text{ мм},$$

где b_k – размер сечения колонны,

a – зазор между колонной и торцом ригеля.

Длина расчетного пролета ригеля

$$l_0 = L_p - b_k - 2a - c = 7000 - 400 - 2 \cdot 20 - 140 = 6420 \text{ мм} = 6,42 \text{ м},$$

где c – длина площадки опирания, принимается $c = 14 \text{ см}$.

Расчетная нагрузка на 1 погонный метр от веса ригеля (сечение $0,25 \times 0,6 \text{ м}$, плотность железобетона $\gamma = 25 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$,

учитывается коэффициент надежности $\gamma_f = 1,1$)

$$q_p = (0,25 \cdot 0,6 \cdot 25 \cdot 1,1) = 4,125 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

Полная нагрузка с учетом нагрузки от перекрытия и коэффициента надежности $\gamma_n = 0,95$)

$$q = (4,125 + 10,26 \cdot 6) \cdot 0,95 = 62,4 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

Расчетные усилия в ригеле:

Пролетный момент

$$M_{np} = \frac{ql_0^2}{8} = \frac{62,4 \cdot 6,42^2}{8} = 321,49 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Поперечная сила

$$Q = \frac{ql_0}{2} = \frac{62,4 \cdot 6,42}{2} = 200,3 \text{ кН}.$$

Прочность нормальных сечений ригеля в пролете

Расчетные характеристики материалов:

– бетон – тяжелый класса В35.

$R_b = 19,5 \text{ МПа}, R_{bt} = 1,3 \text{ МПа}, R_{bn} = R_{b,svr} = 25,5 \text{ МПа}, R_{bfn} = 1,95 \text{ МПа}, E_b = 34500 \text{ МПа}$

(определяется в соответствии с прил. 1);

– арматура – напрягаемая класса А400, $R_s = 355 \text{ МПа}$.

Расчетное сечение в середине пролета рассматривается как прямоугольное с размерами $0,25 \times 0,6 \text{ м}$. Предварительно назначается рабочая высота сечения $h_0 = h - a = 60 - 6 = 54 \text{ см}$. Расчетная схема ригеля и размеры сечения ригеля приведены на рис. 2.

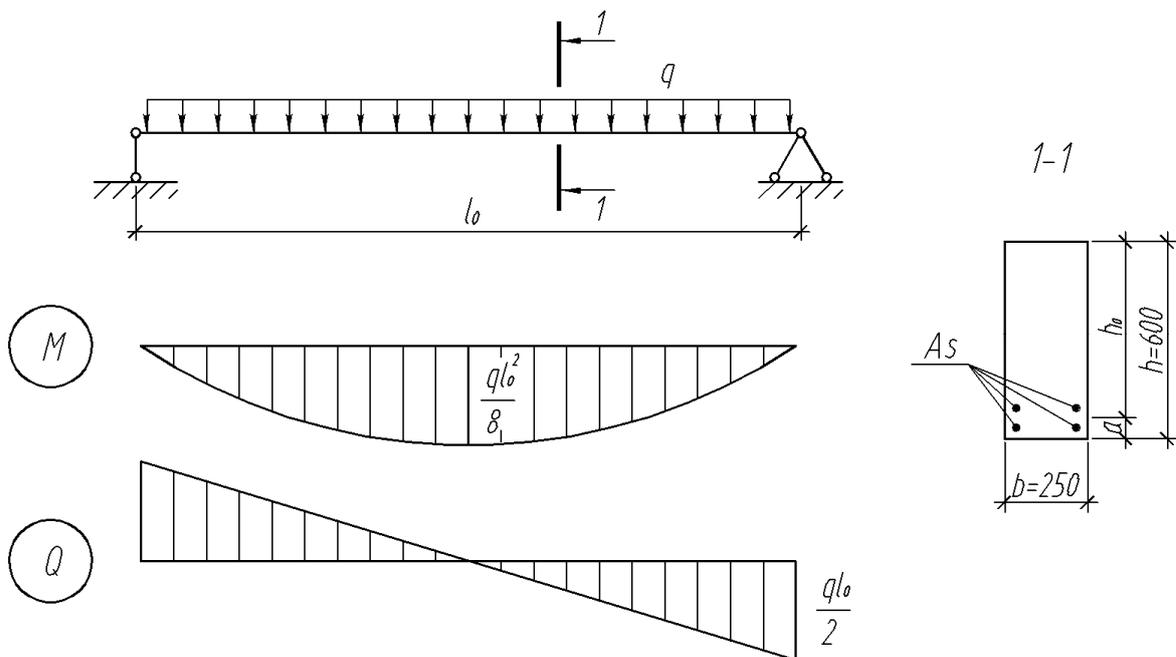


Рис. 2. Расчётная схема ригеля

Определяется относительная высота сжатой зоны сечения

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{266,49}{19,5 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 0,54^2} = 0,23.$$

По таблице приложения 3 для арматуры А400 определяются $\xi_R = 0,531$ и $\alpha_R = 0,39$.

$\alpha_R > \alpha_m$, следовательно, сжатой арматуры по расчету не требуется.

Сечение можно рассчитывать как прямоугольное с одиночной арматурой.

Площадь сечения растянутой арматуры определяется по формуле

$$A_s = \frac{\xi R_b b h_0}{R_s} = \frac{0,2 \cdot 19,5 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 0,54}{355 \cdot 10^3} = 0,00148 \text{ м}^2 = 14,8 \text{ см}^2,$$

где $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,19} = 0,2$.

Принимаются 4Ø22 А400 с $A_s = 15,2 \text{ см}^2$.

Расчет прочности ригеля по наклонным сечениям

Расчет производится из условия прочности наклонного сечения

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}.$$

Принимается поперечная арматура А240 Ø10, $R_{sw} = 170 \text{ МПа}$, с площадью стержня $0,785 \text{ см}^2$. В поперечном сечении располагаются два плоских каркаса.

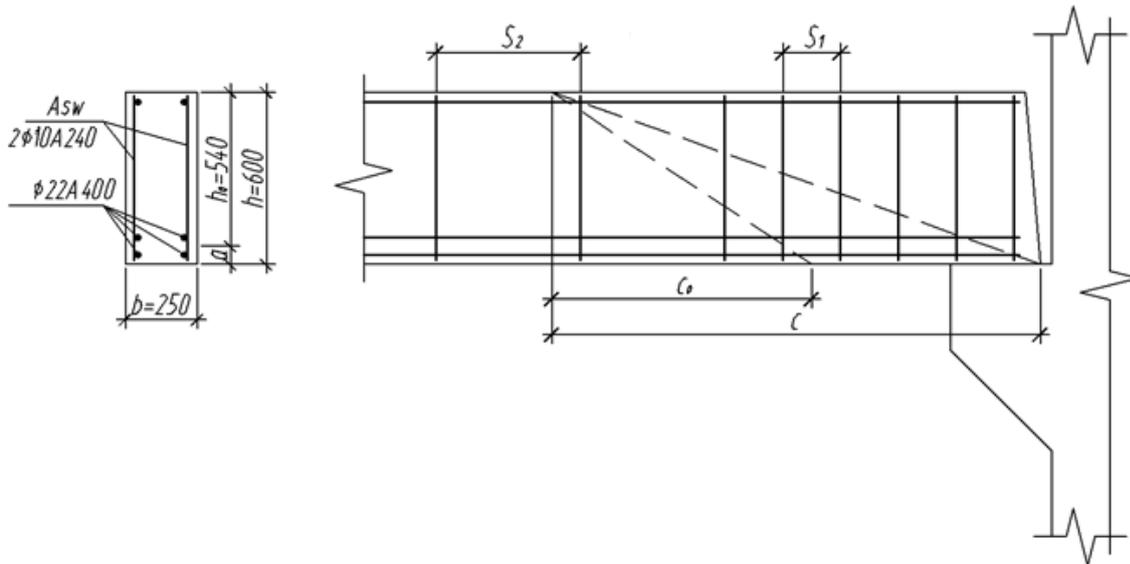


Рис. 3. К расчёту прочности ригеля по наклонному сечению

Поперечная сила, воспринимаемая бетоном Q_b

$$M_b = 1,5R_{bt}bh_0^2 = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 0,54^2 = 142,16 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

$$q_v = 6,0 \cdot 6 \cdot 0,95 = 34,2 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \text{ – временная нагрузка,}$$

$q_1 = q - \frac{q_v}{2} = 62,4 - \frac{34,2}{2} = 45,3 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$ – полная погонная нагрузка от постоянных и временных нагрузок.

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{q_1}} = \sqrt{\frac{142,16}{45,3}} = 1,77 \text{ м,}$$

При определении c должны выполняться условия

$$h_0 = 54 \text{ см} < c < 3h_0 = 162 \text{ см} \text{ – неверно, принимается } c = 150 \text{ см.}$$

$$Q_b = \frac{M_b}{c} = \frac{142,16}{1,5} = 94,77 \text{ кН.}$$

При вычислении Q_b должны выполняться условия

$$Q_{b,\min} = 0,5R_{bt}bh_0 < Q_b < Q_{b,\max} = 2,5R_{bt}bh_0;$$

$$Q_b = 94,77 \text{ кН} > Q_{b,\min} = 0,5R_{bt}bh_0 = 0,5 \cdot 1,3 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 0,54 = 87,75 \text{ кН};$$

$$Q_b = 94,77 \text{ кН} < Q_{b,\max} = 2,5R_{bt}bh_0 = 2,5 \cdot 1,3 \cdot 10^3 \cdot 0,25 \cdot 0,54 = 438,75 \text{ кН.}$$

Условия выполняются. Для дальнейших расчетов принимается

$$Q_b = 94,77 \text{ кН.}$$

Требуемая интенсивность хомутов q_{sw} определяется в зависимости от величины

$$Q_{b1} = 2\sqrt{M_b \cdot q_1} = 2\sqrt{142,16 \cdot 45,3} = 160,5 \text{ кН.}$$

$$Q_{b1} = 160,5 < \frac{2M_b}{h_0} \quad Q_{max} = \frac{2 \cdot 142,16}{0,54} = 200,3 = 326,22 \text{ кН},$$

тогда

$$q_{sw} = \frac{(Q_{max} - Q_{b1})}{1,5h_0} = \frac{(200,1 - 160,5)}{1,5 \cdot 0,54} = 48,89 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

Расчетный максимальный шаг хомутов

$$s_{w1} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{q_{sw}} = \frac{170 \cdot 10^3 \cdot 1,57 \cdot 10^{-4}}{48,89} = 0,54 \text{ м}.$$

По конструктивным требованиям при рабочей высоте сечения 540 мм шаг должен быть не более $\frac{540}{2} = 270$ мм не более 300 мм. Принимается шаг 250 мм.

Фактическая погонная нагрузка на хомуты

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{s_{w1}} = \frac{170 \cdot 10^3 \cdot 1,57 \cdot 10^{-4}}{0,25} = 106,76 \frac{\text{кН}}{\text{м}}.$$

Поперечная сила, воспринимаемая хомутами Q_{sw}

$$Q_{sw} = 0,75q_{sw}c_0 = 0,75 \cdot 106,76 \cdot 1,08 = 86,48 \text{ кН}.$$

где c_0 – длина проекции наклонной трещины, равная c , не более

$$2h_0 = 2 \cdot 0,54 = 1,08.$$

$$Q = Q_{max} - q_1 c_0 = 200,3 - 45,3 \cdot 1,08 = 151,38 \text{ кН}.$$

$$Q = 151,38 \text{ кН} \leq Q_b + Q_{sw} = 94,77 + 86,48 = 181,25 \text{ кН}.$$

Условие выполняется, прочность наклонного сечения обеспечена.

Конструктивные требования обязывают для балок высотой более 150 мм на приопорных участках длиной $\frac{l}{4}$ иметь шаг поперечных стержней не более $\frac{1}{2}$ рабочей высоты элемента и не более 300 мм. На остальной части пролета шаг стержней не должен превышать $\frac{3}{4}h_0$ или 500 мм.

Следовательно, на приопорных участках за подрезкой шаг не должен быть более $\frac{540}{2} = 270$ мм, на остальной части пролета $\frac{3}{4} \cdot 540 = 405$ мм.

Окончательно принимаются:

- на приопорных участках $s_{w1} = 250$ мм;
- на остальной части пролета $s_{w2} = 400$ мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *СП 63.13330.2012* Бетонные и железобетонные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
2. Пособие к СП 52-101-2003 по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры.
3. Пособие к СП 52-102-2004 по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона.
4. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия.
5. Кузнецов В.С. Железобетонные конструкции многоэтажных зданий: учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2013. – 200 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Нормативные и расчетные характеристики бетона

Класс бетона В	Сжатие осевое, МПа		Растяжение осевое, МПа		Модуль упругости, МПа
	R_{bn}	R_b	$R_{bt,n}$	R_{bt}	E_b
В10	7,5	6,0	0,85	0,56	$19,0 \cdot 10^3$
В15	11,0	8,5	1,1	0,75	$24,0 \cdot 10^3$
В20	15,0	11,5	1,35	0,90	$27,5 \cdot 10^3$
В25	18,5	14,5	1,55	1,05	$30,0 \cdot 10^3$
В30	22,0	17,0	1,75	1,15	$32,5 \cdot 10^3$
В35	25,5	19,5	1,95	1,30	$34,5 \cdot 10^3$
В40	29,0	22,0	2,1	1,40	$36,0 \cdot 10^3$
В45	32,0	25,0	2,25	1,50	$37,0 \cdot 10^3$
В50	36,0	27,5	2,45	1,60	$38,0 \cdot 10^3$
В55	39,5	30,0	2,60	1,70	$39,0 \cdot 10^3$
В60	43,0	33,0	2,75	1,80	$39,5 \cdot 10^3$

Приложение 2

Механические характеристики арматуры

Класс арматуры	Диаметр арматуры, мм	Расчетные сопротивления для предельных состояний			
		II группы, МПа		I группы, МПа	
		растяжению $R_{s,ser}(R_{sn})$	растяжению продольной арматуры, R_s	растяжению (от поперечной силы), R_{sw}	сжатию R_{sc}
A240	6-40	240	215	170	215
A300	10-40	300	270	215	270
A400	6-40	400	355	285	355
A500	6-40	500	435	300	400
B500	3-12	500	415	300	360
A540	20-40	540	450	300	200
A600	10-40	600	520	300	400
A800	10-40	800	695	300	400
A1000	10-40	1000	830	300	400
B _p 1200	8	1200	1000	—	400
B _p 1300	7	1300	1070	—	400
B _p 1400	4,5,6	1400	1170	—	400
B _p 1500	3	1500	1250	—	400
K1400 (К-7)	15	1400	1170	—	400
K1500 (К-7)	6,9,12	1500	1250	—	400
K1500 (К-19)	14	1500	1250	—	400

Приложение 3

Значения граничной относительной высоты сжатой зоны бетона

Класс арматуры	A240	A300	A400	A500	B500
ξ_R	0,612	0,577	0,531	0,493	0,502
α_R	0,425	0,411	0,390	0,372	0,376

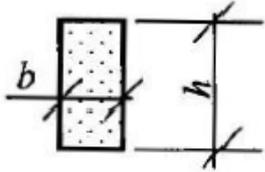
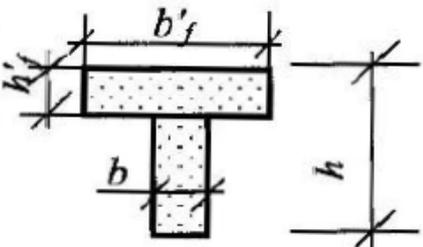
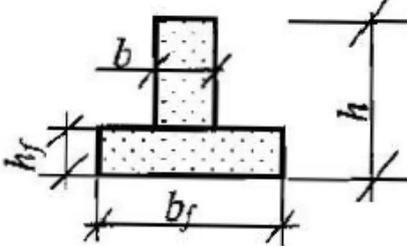
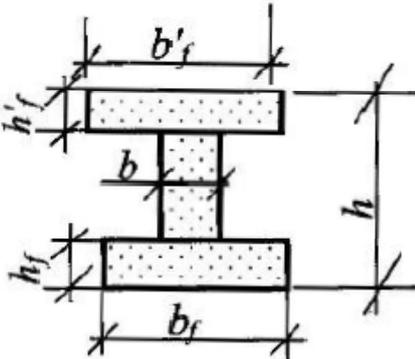
Приложение 4

Сортамент горячекатаной арматуры (ГОСТ 5781-82)

Диаметр, мм	Расчетная площадь поперечного сечения, см ² , при числе стержней									Масса 1 м, кг	Наличие диаметра в сортаменте			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		B500	A240, A400, A500	A540	A600, A800, A1000
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
3	0,071	0,141	0,212	0,283	0,353	0,424	0,495	0,565	0,636	0,052	+			
4	0,126	0,251	0,377	0,502	0,628	0,754	0,879	1,005	1,13	0,092	+			
5	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,178	1,375	1,571	1,767	0,144	+			
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	0,222	+	+		+
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	0,395	+	+		+
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	0,617	+	+		+
12	1,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	0,888	+	+		+
14	1,539	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	1,208		+		+
16	2,011	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	1,578		+		+
18	2,545	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	1,998		+		+
20	3,142	6,28	9,42	12,56	15,71	18,85	21,99	25,13	28,28	2,466		+	+	+
22	3,801	7,60	11,40	15,20	19,00	22,81	26,61	30,41	34,21	2,984		+	+	+
25	4,909	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	3,84		+	+	+
28	6,158	12,32	18,47	24,63	30,79	36,85	43,10	49,26	55,42	4,83		+	+	+
32	8,043	16,09	24,13	32,17	40,21	48,26	56,30	64,34	72,38	6,31		+	+	+
36	10,179	20,36	30,54	40,72	50,89	61,07	71,25	81,43	91,61	7,99		+	+	+
40	12,566	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,5	113,1	9,865		+	+	+

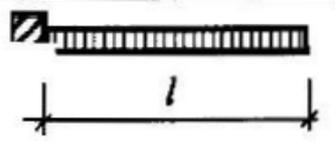
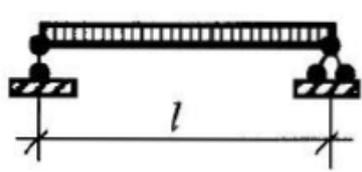
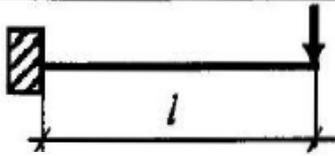
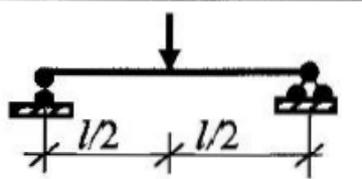
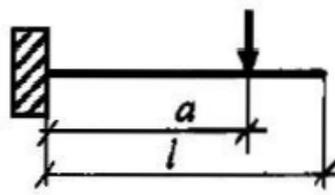
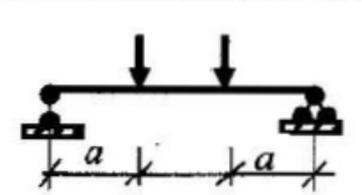
Примечание. Знак «+» означает наличие диаметра в сортаменте для арматуры данного класса.

Значение коэффициента γ для определения упругопластического момента сопротивления некоторых сечений

Характеристика сечения	γ	Форма поперечного сечения
Прямоугольное	1,3	
Тавровое с полкой, расположенной в сжатой зоне	1,3	
Тавровое с полкой, расположенной в растянутой зоне: – при $b_f/b \leq 2$ – при $b_f/b > 2$	1,2 1,15	
Двутаверное симметричное (коробчатое): – при $b_f/b = b'_f/b \leq 2$ – при $2 < b_f/b = b'_f/b \leq 6$ – при $b_f/b = b'_f/b > 6$	1,3 1,25 1,2	

Приложение 6

К определению прогибов железобетонных элементов

Схема загрузки	Кoeffициент S	Схема загрузки	Кoeffициент S
	$\frac{1}{4}$		$\frac{5}{48}$
	$\frac{1}{3}$		$\frac{1}{12}$
	$\frac{a}{6l} \left(3 - \frac{a}{l} \right)$		$\frac{1}{8} - \frac{a^2}{6l^2}$

Приложение 7

Значения коэффициента ползучести бетона $\phi_{b,cr}$ в зависимости от относительной влажности воздуха и класса бетона

Относительная влажность среды, %	Значения коэффициента ползучести бетона $\phi_{b,cr}$ при классе бетона на сжатие									
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B60
Более 75 (повышенная)	2,8	2,4	2,02	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0
40–70 (нормальная)	3,9	3,4	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,4
Ниже 40 (пониженная)	5,6	4,8	4,0	3,6	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,0

Примечания:

- Относительная влажность воздуха окружающей среды принимается по СНиП 23-01-99 как средняя месячная относительная влажность наиболее теплого месяца для района строительства.
- Модуль деформаций сжатого бетона E_{b1} принимается:
 - при непродолжительном действии нагрузки $E_{b1} = 0,85E_b$;
 - при продолжительном действии нагрузки $E_{b1} = E_b / (1 + \phi_{b,cr})$.

Значения коэффициента φ_c для определения кривизны элемента на участках с трещинами

φ_f	e_s/h_0	Коэффициент φ_c при значениях $\mu\alpha_{s2}$ равных												
		0,03	0,07	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,5	2,0
0,0	0,8	0,18	0,21	0,24	0,25	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,3	0,31	0,31	0,32
	1,0	0,09	0,13	0,18	0,19	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3
	1,2	0,06	0,1	0,14	0,16	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,29
	1,3	0,05	0,09	0,13	0,15	0,18	0,2	0,21	0,23	0,23	0,25	0,26	0,27	0,29
0,2	0,8	0,31	0,34	0,37	0,38	0,4	0,41	0,42	0,43	0,43	0,44	0,45	0,45	0,46
	1,0	0,12	0,18	0,24	0,27	0,3	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,4	0,42	0,43
	1,2	0,07	0,13	0,19	0,22	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,36	0,38	0,39	0,41
	1,3	0,07	0,11	0,17	0,2	0,24	0,27	0,29	0,31	0,32	0,35	0,37	0,38	0,4
0,4	0,8	0,46	0,48	0,51	0,53	0,54	0,56	0,57	0,57	0,58	0,59	0,59	0,6	0,6
	1,0	0,14	0,22	0,3	0,33	0,38	0,41	0,44	0,46	0,47	0,5	0,52	0,54	0,55
	1,2	0,1	0,14	0,22	0,26	0,31	0,35	0,38	0,4	0,42	0,45	0,48	0,5	0,52
	1,3	0,11	0,13	0,2	0,24	0,29	0,33	0,36	0,38	0,4	0,43	0,46	0,49	0,51
0,6	0,8	0,61	0,64	0,67	0,68	0,69	0,71	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74	0,75	0,75
	1,0	0,16	0,25	0,35	0,39	0,45	0,5	0,53	0,55	0,57	0,6	0,63	0,65	0,68
	1,2	0,14	0,16	0,25	0,29	0,36	0,41	0,44	0,47	0,5	0,53	0,57	0,6	0,63
	1,3	0,15	0,14	0,23	0,27	0,33	0,38	0,42	0,45	0,47	0,51	0,55	0,58	0,62
0,8	0,8	0,79	0,8	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,9	0,9
	1,0	0,17	0,27	0,4	0,45	0,52	0,57	0,61	0,64	0,66	0,7	0,74	0,77	0,8
	1,2	0,17	0,17	0,27	0,32	0,4	0,46	0,5	0,54	0,57	0,61	0,66	0,7	0,74
	1,3	0,19	0,15	0,24	0,29	0,37	0,42	0,47	0,5	0,54	0,58	0,64	0,67	0,72
1,0	0,8	0,97	0,98	1,0	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05
	1,0	0,18	0,29	0,44	0,5	0,58	0,64	0,59	0,72	0,75	0,8	0,85	0,88	0,91
	1,2	0,21	0,18	0,29	0,35	0,43	0,5	0,55	0,59	0,53	0,69	0,75	0,79	0,84
	1,3	0,23	0,19	0,26	0,31	0,39	0,46	0,51	0,56	0,59	0,65	0,71	0,76	0,81

Примечания:

1. Более подробная таблица содержится в пособии по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона.
2. Для элементов таврового, двутаврового и прямоугольного профилей при выполнении условий $h'_f \leq 0,3h_0$ и $a'_s < 0,2h_0$ кривизну допускается определять по формуле

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{\varphi_c b h_0^3 E_{b,red}}$$

где $E_{b,red} = R_{b,ser} / \epsilon_{bl,red}$ и значение $\epsilon_{bl,red}$ равно:

- $\epsilon_{bl,red} = 15 \cdot 10^{-4}$ при непродолжительном действии нагрузки;
- $\epsilon_{bl,red} = 24 \cdot 10^{-4}$ при продолжительном действии нагрузки ($W > 75\%$);
- $\epsilon_{bl,red} = 28 \cdot 10^{-4}$ при продолжительном действии нагрузки ($75\% \geq W \geq 45\%$);
- $\epsilon_{bl,red} = 34 \cdot 10^{-4}$ при продолжительном действии нагрузки ($W < 40\%$);

$$\varphi_f = \frac{(b'_f - b)h'_f - (A'_{sp} + A_s)\alpha_{s1}}{bh_0}; \quad \mu\alpha_{s2} = \frac{A_{sp} + A_s}{bh_0} \alpha_{s2}; \quad \frac{e_s}{h_0} = \frac{M_s}{Ph_0};$$

$$\alpha_{s1} = \frac{E_s}{E_{b,red}}; \quad \alpha_{s2} = \frac{E_s}{\psi_s E_{b,red}}$$

Допускается принимать $\psi_s = 1,0$, ($\alpha_{s1} = \alpha_{s2}$). При этом если расчетный прогиб больше допускаемого, $f > f_{dib}$, расчет производят с учетом реального значения коэффициента ψ_s .

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. РАЗРЕЗНОЙ РИГЕЛЬ	3
2. Прочность нормальных сечений ригеля в пролете	4
3. Расчет прочности ригеля по наклонным сечениям	5
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	8
ПРИЛОЖЕНИЯ	9

Учебное издание

Ласьков Николай Николаевич

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СБОРНЫХ РИГЕЛЕЙ ПЕРЕКРЫТИЯ

Методические указания для самостоятельной работы

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора Ю.П. Скачкова

В авторской редакции
Верстка Т.Ю. Симутина

Подписано в печать 4.12.15. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ.л. 0,81. Уч.-изд. л.0,87. Тираж 80 экз.
Заказ № 422.

Издательство ПГУАС.
440028, Г. Пенза, УЛ. Германа Титова, 28