

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
~~«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»~~
(ФГАОУ ВО «КФУ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО»)

**Бахчисарайский колледж строительства,
архитектуры и дизайна (филиал)
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
КУРСОВОГО ПРОЕКТА
ПО ПМ.01 МДК 01.01.**

Т.1.3 «Основы расчета строительных конструкций»

для обучающихся очной и заочной формы обучения
по специальности

08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

г. Бахчисарай
2020 г.

Разработчик:

Насинник Н.С., преподаватель Бахчисарайского колледжа
— строительства, архитектуры и дизайна г. Бахчисарай

Рассмотрено и утверждено на заседании цикловой методической
комиссии № 3 Дисциплин профессионального цикла по специальности
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

от « 25 » сентября 2020 г.

протокол № 2

Председатель цикловой методической комиссии Базарная Е.А. /Базарная Е.А./

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Расчёт и конструирование многопустотной преднапряжённой плиты перекрытия.....	3
1. Компоновка сборного перекрытия.....	3
2. Исходные данные для проектирования	4
3. Сбор нагрузок на плиту.....	6
4. Расчёт плиты по предельным состояниям первой группы.....	8
4.1 Расчёт прочности нормальных сечений. Подбор продольной арматуры.....	8
4.2. Расчет прочности наклонных сечений. Подбор сечений арматуры.....	10
5. Подбор монтажных петель	11
6. Графическая часть курсового проекта	12
Библиографический список.....	12
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	14

В методических указаниях содержатся основные рекомендации по проектированию сборной плиты перекрытия, приведены необходимые справочные материалы, таблицы, схемы армирования.

Изложена методика расчета по первой группе предельных состояний в соответствии с СП 52-102-2004 «Предварительно напряженные железобетонные конструкции».

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания разработаны для выполнения курсового проекта

Данные указания содержат рекомендации по расчету и конструированию многопустотных предварительнонапряженных сборных плит перекрытия. Приведены примеры расчета, необходимые справочные данные из свода правил по расчету и конструированию железобетонных конструкций с преднапряжением (СП 52-102-2004).

РАСЧЁТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МНОГОПУСТОТНОЙ ПРЕДНАПРЯЖЁННОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ

1.Компоновка сборного перекрытия

В состав сборного балочного междуэтажного перекрытия входят плиты и ригели, опирающиеся на колонны. Направление ригелей может быть продольным и поперечным. При временной нагрузке до 7 кН/м^2 применяют многопустотные плиты, преимущественно предварительно напряженные.

Количество типоразмеров плит должно быть минимальным: рядовые шириной $1 \dots 2,4 \text{ м}$; связевые плиты – $1,2 \dots 1,8 \text{ м}$.

В курсовом проекте принят неполный каркас с несущими наружными кирпичными стенами и поперечным расположением ригеля.

Привязка к продольным осям $0 \dots 250 \text{ мм}$. Опираие плит на несущие стены – 120 мм . Опираие ригеля $250; 380 \text{ мм}$.

Для расчета выбирают рядовую плиту в соответствии с раскладкой по заданной сетке колонн (рис.1).

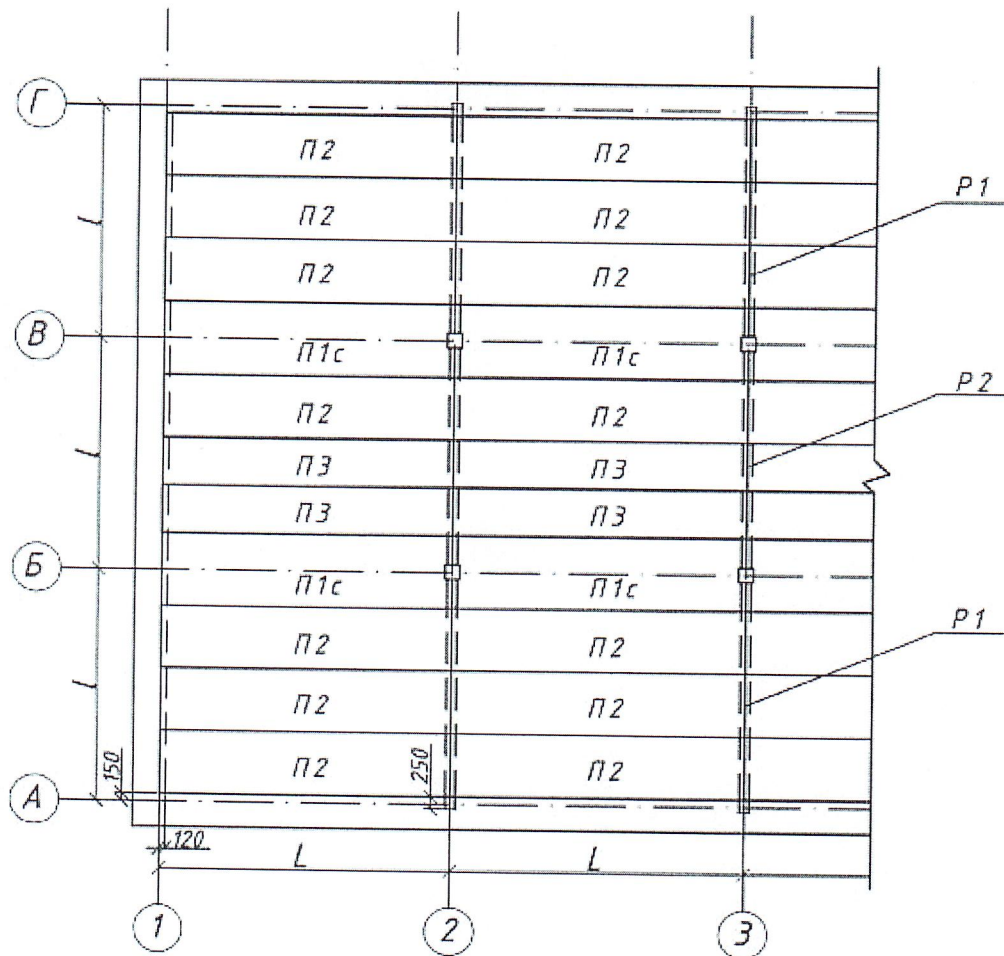
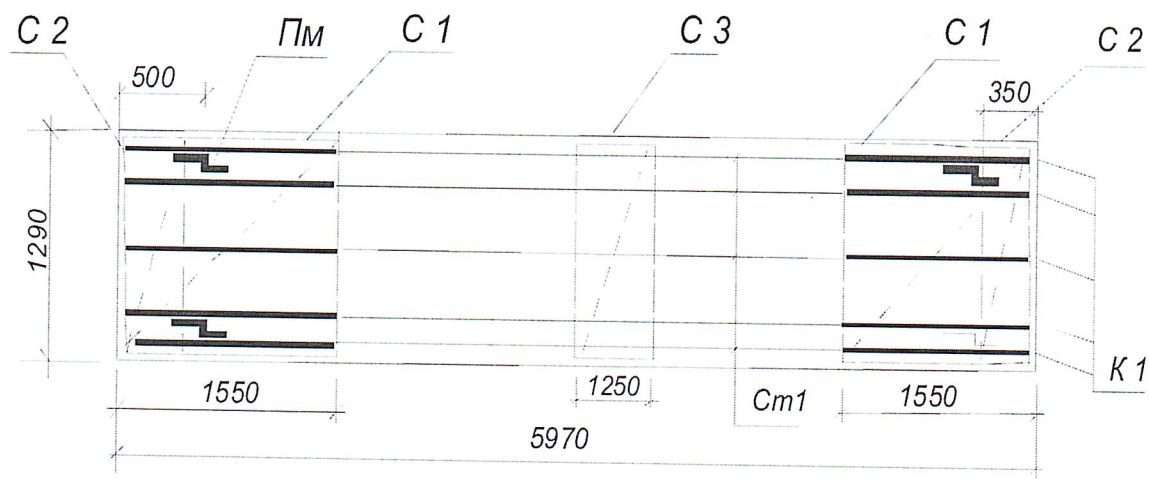


Рис. 1. Конструктивная схема перекрытия

2. Исходные данные для проектирования



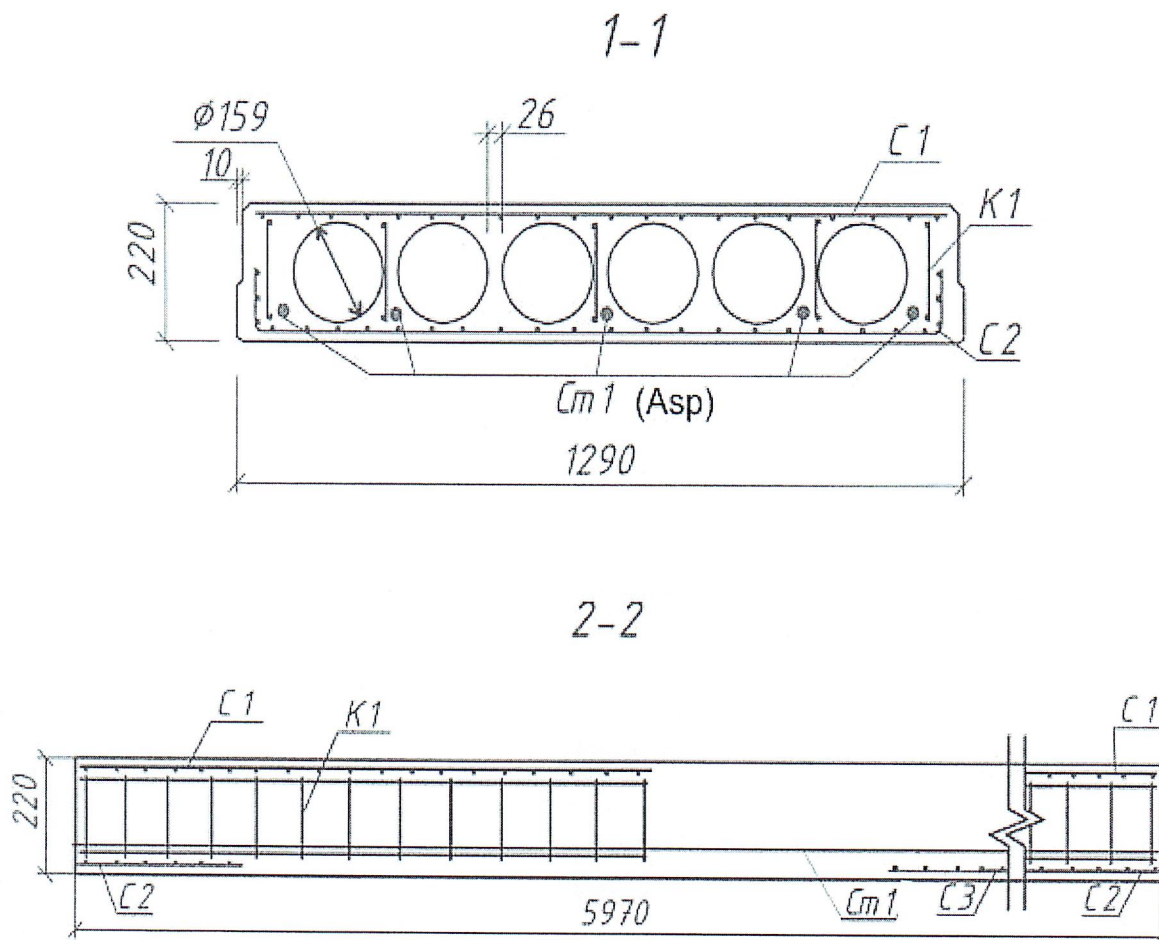


Рис. 2. Схемы плиты с размещением арматуры

Сетка колонн в примере расчета $l \times L = 4,8 \times 6$ м.

Номинальные размеры плиты: $1,3 \times 6$ м; конструктивные с учетом швов 1290×5970 мм.

На рис. 2 показано размещение рабочей и конструктивной арматуры:

$C1$, $C2$, $C3$ - сетки конструктивные.

$C1$ - устанавливаются в верхней зоне на $\frac{1}{4}$ длины плиты и необходимы на период монтажа плиты;

$C2$ - устанавливаются в нижней зоне плиты для равномерного распределения напряжений на опоре размером $(0,05 \dots 0,1) l_{пл}$ по длине;

$C3$ - устанавливается в нижней зоне плиты в середине пролета для сдерживания образования трещин в зоне максимальных моментов размером $0,2 l_{пл}$ по длине;

$Cm1$ - рабочая стержневая напрягаемая арматура,

$K1$ - каркасы, длиной $\frac{1}{4}$ пролета плиты;

P_m – монтажные петли.

б) Классы материалов

Для сборных плит рекомендуются классы бетона не ниже $B20$, арматуры $A600$, $A800$, с учетом данных приложения 1.

Принимаем класс бетона: $B25$,

класс рабочей арматуры $A600(AIV)$,

класс ненапрягаемой продольной в каркасах $A240(AI)$ – верхней, $A400(AIII)$ – нижней;

класс поперечной арматуры каркасов $A240(AI)$, $B500(Bp-I)$;

конструктивные сетки $C1$, $C2$, $C3$ – из проволочной арматуры $B500$.

3. Сбор нагрузок на плиту

Таблица 1

Сбор нагрузок на 1 м^2 перекрытия

Вид нагрузки	Нормативное значение, кН/м^2	γ_f	γ_n	Расчетное значение, кН/м^2
1. Постоянная				
а) от веса пола:				
- линолеум, $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 4 \text{ мм}$;	0,064	1,2		0,073
- стяжка $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 20 \text{ мм}$;	0,36	1,3	0,95	0,445
- звукоизоляционный слой, $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 40 \text{ мм}$.	0,32	1,3		0,395
б) от собственного веса $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$, $\delta = 120 \text{ мм}$;	3	1,1		3,135
Итого:	$g^n = 3,744$			$g = 4,048$
2. Временная				
полная (полезная)	2,0	1,2	0,95	2,28
в том числе длительная	1,0	1,2		1,14
Итого:	$p^n = 2,0$			$p = 2,28$
Всего	$q^n = 5,744$			$q = 6,328$

Определяем нагрузки на 1 погонный метр плиты при номинальной ширине 1,3м:

а) Нормативные: постоянная $g^n = g_{\text{табл.}}^n \cdot b = 3,744 \cdot 1,3 = 4,87 \text{ кН/м}$

полная временная $p^n = p_{\text{табл.}}^n \cdot b = 2 \cdot 1,3 = 2,6 \text{ кН/м}$

длительная временная $p_l^n = p_{l\text{табл.}}^n \cdot b = 1 \cdot 1,3 = 1,3 \text{ кН/м}$

полная $q^n = g^n + p^n = 4,87 + 2,6 = 7,47 \text{ кН/м}$

- б) Расчётные: постоянная $g = g_{табл.} \cdot b = 4,048 \cdot 1,3 = 5,26 \text{ кН/м}$
 временная $p = p_{табл.} \cdot b = 2,28 \cdot 1,3 = 2,964 \text{ кН/м}$
 полная $q = g + p = 5,26 + 2,96 = 8,22 \text{ кН/м}$

Определение внутренних усилий

Плита рассчитывается как однопролетная шарнирно-опертая балка, нагруженная равномерно - распределенной нагрузкой.

От равномерно распределённой нагрузки возникают М и Q. Расчетный пролет плиты в соответствии с рис. 3а: $l_0 = L - \frac{b_{риг.}}{2}$; для 3б: $l_0 = L - b_{риг} + l_{он}$

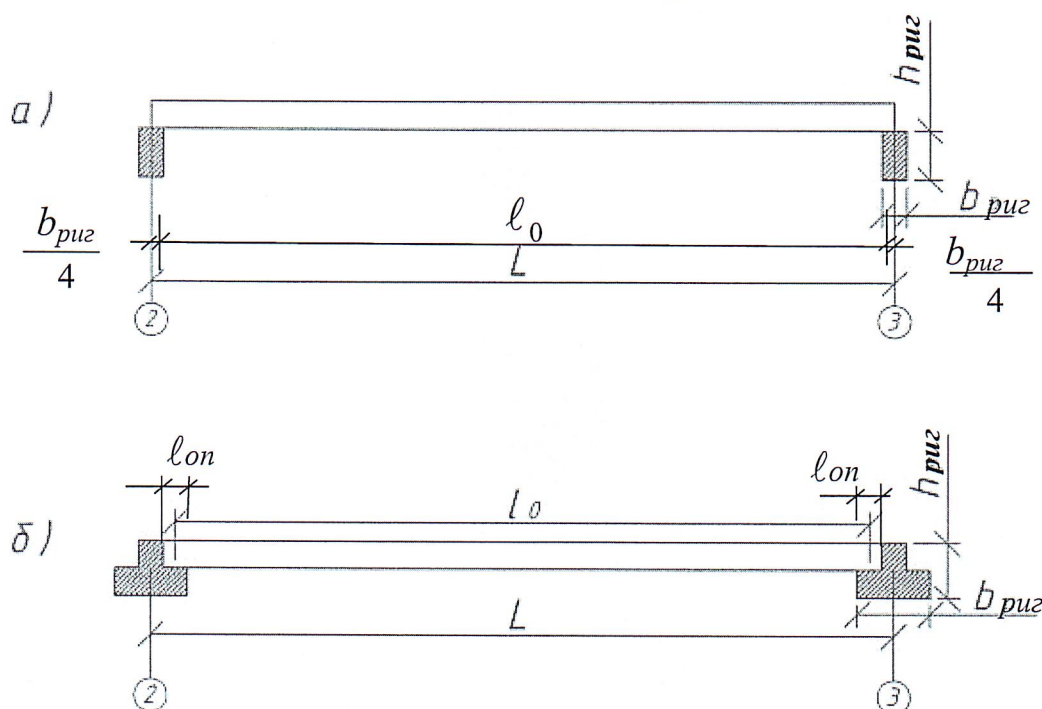


Рис. 3. Схема опирания плиты

а) на прямоугольный ригель; б) на тавровый ригель

Высота прямоугольного ригеля принимается из условия $h_{риг} = \left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{15}\right) l_{риг}$ и кратно 50мм. При длине ригеля 4,8 м; шаге вдоль здания – 6м; $\frac{1}{10} l_{риг} = 480 \text{ мм}$; $\frac{1}{15} l_{риг} = 320 \text{ мм}$; принимаем $h_{риг} = 400 \text{ мм}$.

Ширина ригеля принимается из условия $b_{риг} = (0.3 \dots 0.5) h_{риг}$, кратно 50мм и $\geq 150 \text{ мм}$; $0.3 h_{риг} = 120 \text{ мм}$, $0.5 h_{риг} = 200 \text{ мм}$, принимаем $b_{риг} = 200 \text{ мм}$.

$$\text{Тогда } l_0 = 6000 - \frac{200}{2} = 5900 \text{ мм} = 5,9 \text{ м}.$$

Для таврового ригеля размеры могут быть приняты: $h_{\text{риг.}} = 450 \text{ мм}$,
 $b_{\text{риг.}} = 400 \text{ мм}$, $\ell_{\text{опирания}} = 100 \text{ мм}$.

Момент от полной нормативной нагрузки

$$M^n = \frac{q^n \cdot l_0^2}{8} = \frac{(g^n + p^n) \cdot l_0^2}{8} = \frac{7,47 \cdot 5,9^2}{8} = 32,5 \text{ кНм}$$

Момент от постоянной и длительной нагрузки

$$M_l^n = \frac{(q^n + p_n^l) l_0^2}{8} = \frac{(4,87 + 1,3) 5,9^2}{8} = 26,85 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Момент от полной расчётной нагрузки

$$M = \frac{q l_0^2}{8} \cdot \frac{(g + p) l_0^2}{8} = \frac{(5,26 + 2,964) 5,9^2}{8} = 35,77 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Поперечная сила от полной расчётной нагрузки

$$Q = \frac{(g + p) l_0}{2} = \frac{(5,26 + 2,964) \cdot 5,9}{2} = 24,25 \text{ кН}$$

4. Расчёт плиты по предельным состояниям первой группы

4.1 Расчёт прочности нормальных сечений. Подбор продольной арматуры

Переходим от фактического сечения к расчетному двутавровому, заменяя круглые пустоты эквивалентными квадратными (рис.4), при этом сторона квадрата равна:

$$h_{\text{отв.}} = 0,9 \cdot d = 143 \text{ мм}$$

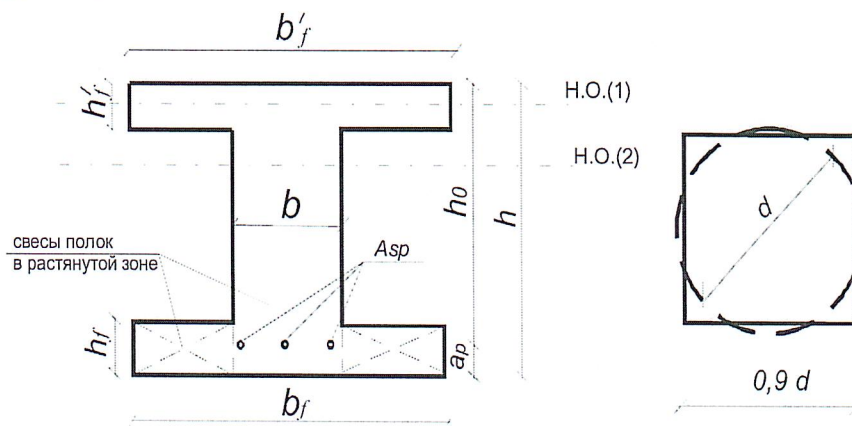


Рис.4. Расчетное поперечное сечение плиты

1 - нейтральная ось в полке сечения;

2 - нейтральная ось в ребре сечения.

Ширина полки в растянутой зоне $b_f = b_{пл} = 1290 \text{ мм}$;

Ширина полки в сжатой зоне $b'_f = b_f - 2 \cdot 10 \text{ мм} = 1270 \text{ мм}$;

Расстояние от центра тяжести рабочей арматуры до ближайшей грани $a_p = 30 \dots 35 \text{ мм}$;

Рабочая высота $h_0 = 220 - 30 = 190 \text{ мм}$;

Суммарная ширина ребер:

$$b = b'_f - n \cdot h_{отв.} = 1270 - 6 \cdot 143 = 412 \text{ мм};$$

где n - количество пустот в плите, см рис. 2 сечение 1-1.

$$h = 220 \text{ мм}; \quad h_f = h'_f = \frac{220 - 143}{2} = 38,5 \text{ мм}.$$

При расчете по прочности сечение принимают тавровым с полкой в сжатой зоне (свесы полки в растянутой зоне не учитываются, см. рис. 4).

Определяем расчётный случай таврового сечения. Если изгибающий момент от полной расчётной нагрузки

$$M \leq \gamma_{bI} R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5h'_f),$$

то нейтральная ось проходит в полке, рис. 4 (1). Здесь R_b – расчётное сопротивление бетона сжатию (табл. 5.2. [3] или по прил. 4), для класса $B25$ $R_b = 14,5 \text{ МПа}$; $\gamma_{bI} = 0,9$ коэффициент условий работы бетона (п. 2.1.2.3 [4]).

Если условие не выполняется, то нейтральная ось в ребре, рис. 4 (2), в этом случае расчет производят по [5].

$$35,77 \text{ кНм} < 0,9 \cdot 14,5 \cdot 10^6 \cdot 1,27 \cdot 0,039 \cdot (0,19 - \frac{1}{2} \cdot 0,039) = 110,2 \text{ кНм}$$

Условие выполняется, граница сжатой зоны проходит в полке и расчёт ведём как для прямоугольного сечения шириной b'_f .

Найдём коэффициент $\alpha_m (A_0)$:

$$\alpha_m = \frac{M}{0,9 \cdot R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2} = \frac{35,77}{0,9 \cdot 14,5 \cdot 10^3 \cdot 1,27 \cdot 0,19^2} = 0,0598$$

Для изгибаемых элементов должно выполняться условие $\xi \leq \xi_R$;

где ξ - относительная высота сжатой зоны бетона;

ξ_R - граничная относительная высота сжатой зоны бетона (ф.32 [4] или по прил.11).

Для арматуры класса А600 и при отношении $\frac{\sigma_{sp}}{R_s} = 0.6$ значение коэффициента $\xi_R = 0.43$, тогда

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.0598} = 0.062 < 0.43$$

Если выполняется условие $\xi \leq \xi_R$, то сжатой арматуры не требуется.

Коэффициент условий работы высокопрочной арматуры при напряжениях выше условного предела текучести

$$\gamma_{S3} = 1.25 - 0.25 \frac{\xi}{\xi_R} \leq 1.1$$

Если $\frac{\xi}{\xi_R} < 0.6$, то можно принимать $\gamma_{S3} = 1.1$

Находим $\frac{\xi}{\xi_R} = \frac{0.062}{0.43} = 0.144$, а это $< 0.6 \Rightarrow \gamma_{S3} = 1.1$.

Сопротивление арматуры растяжению для класса А600 $R_s = 520$ МПа (табл.8 [4] или прил. 6). Площадь сечения рабочей преднапряженной арматуры (см. рис. 2, сечение 1-1):

$$A_{SP} = \frac{\xi \cdot R_b \cdot \gamma_{bl} \cdot b'_f \cdot h_0}{R_s \cdot \gamma_{S3}} = \frac{0.062 \cdot 14.5 \cdot 0.9 \cdot 1.27 \cdot 0.19 \cdot 0.9}{520 \cdot 0.9 \cdot 1.1} = 3.41 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 3.41 \text{ см}^2$$

По сортаменту (приложение 10) подбираем диаметр и количество стержней, принимаем 5 Ø 10 А600; $A_{sp} = 3.93 \text{ см}^2$ и располагаем симметрично через 1...2 пустоты (на расстоянии не более 400 мм между ними по п. 8.3.6 [3]).

4.2 Расчет прочности наклонных сечений. Подбор сечений арматуры

Прочность по сжатой бетонной полосе между наклонными сечениями проверяют из условия:

$$Q \leq 0.3 \cdot R_b \cdot \gamma_{bl} \cdot b_{\min} \cdot h_0 = 0.3 \cdot 0.9 \cdot 14.5 \cdot 10^3 \cdot 0.336 \cdot 0.19 = 249.93 \text{ кН}$$

$$b_{\min} = b_{\text{пл}} - n \cdot d_{\text{отв.}} = 1.29 - 6 \cdot 0.159 = 0.336 \text{ м}$$

$$Q = 24.25 \text{ кН} < 249.93 \text{ кН} \Rightarrow \text{первое условие выполняется.}$$

Прочность изгибаемых элементов по наклонному сечению допускается определять из условия:

$$Q \leq Q_{bl} + Q_{swl},$$

где Q – поперечная сила в нормальном сечении от внешней нагрузки (п.3);

Q_{bl} – поперечная сила, воспринимаемая бетоном

$$Q_{bl} = Q_{bl, \min} = 0,5 \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{bl} \cdot b_{\min} \cdot h_0 = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot 10^3 \cdot 0,336 \cdot 0,19 = 30,16 \text{ кН}$$

Для В25 $R_{bt} = 1,05 \cdot 10^6$ Па (табл. 2 [4] или приложение 4)

Q_{swl} – поперечная сила, воспринимаемая поперечной арматурой в нормальном сечении

$$Q_{swl} = Q - Q_b = 24,25 - 30,16 = -5,91 \text{ кН}$$

Т.к. $Q_{swl} < 0$, то поперечная арматура по расчету не требуется и принимается конструктивно.

Конструктивные требования для поперечного армирования (п.8.3.П [3]):

- на участках, где поперечная сила не может быть воспринята только бетоном (приопорная зона) $S_w \leq \frac{h_0}{2}$ и $S_w \leq 300 \text{ мм}$;

- при высоте балок менее 150 мм и плит менее 300 мм поперечную арматуру в средней части пролета можно не устанавливать.

$$S_w = \frac{h_0}{2} = \frac{190}{2} = 95 \text{ мм}.$$

Арматура класса В500, диаметром 4...5мм или А240 \varnothing 6мм.

Принимаем шаг поперечных стержней $S = 95 \text{ мм}$, $\varnothing 4 \text{ В500}$ и конструируем каркасы, размещая их в приопорных зонах через 1...2 пустоты по сечению плиты (рис.2).

. Подбор монтажных петель

В плите устанавливается 4 монтажные петли над вторыми от края пустотами. Для определения диаметра петли вес плиты делят на три монтажные петли, закладывая в расчет возможность обрыва одной петли в процессе монтажа. По массе на 1 петлю определяют по табл.2 диаметр петли. Класс арматуры монтажных петель А240 (А-I).

Таблица 2

Диаметр, мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
Масса на одну петлю в кг	150	300	700	1100	1500	2000	2500	3100	3800	4900	6100	8000

$$\frac{G_n \cdot \gamma_d}{3} = \frac{2500 \cdot 1,4}{3} = 1166,7 \text{ кг}$$

где γ_d - коэффициент динамичности при подъеме и монтаже.

На одну петлю приходится 1167кг. Исходя из этого, принимаем петли Ø 14 А240.

9. Графическая часть курсового проекта

В графической части курсового проекта должны быть представлены на формате А3 или А2 следующие чертежи:

- вид плиты сверху со всеми арматурными изделиями и закладными деталями;
- продольный и поперечный разрезы с армированием;
- арматурный каркас;
- сетки С1, С2 и С3;
- спецификация на все арматурные изделия, преднапряженную арматуру и бетон.

Пример приведен в приложении 16.

Библиографический список

1. Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85*: утв. Госстроем СССР: взамен СНиП гл. СНиП II-6-74: введ. 01.01.87. - М.: ФГУП ЦПП, 2004 . - 43 с.: ил.
2. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения: СНиП 52-01-2003: утв. и введ. в д. Гос. ком. РФ по стр-ву и жилищно-коммун. комплексу 30.06.2003 № 127: взамен СНиП 2.03.01-84 . - М.: ФГУП ЦПП , 2004 . - 24 с.
3. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры = Concrete and Reinforced Concrete Structures Without Prestressing: СП 52-101-2003: введ. в действие 1 марта 2004 г. - СПб. : Dean , 2005 . - 127 с.: ил.
4. Предварительно напряженные железобетонные конструкции [Электронный ресурс]: СП 52-102-2004: введ. в д. Госстроем России 24.05.2004 № ЛБ-473/9 // КонсультантПлюс: справочная правовая система

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Минимальный класс бетона элементов с предварительно напряженной арматурой

Характеристика напрягаемой арматуры	Класс бетона не ниже
Арматура классов: A540-A800 A1000	B20 B30
Арматура классов: Bp1200, Bp1300 Bp 1400, Bp 1500 K1400, K1500	B30 B30 B30

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Предельно допустимая ширина раскрытия трещин – $a_{cr,ult}$

Для элементов, к которым не предъявляются требования непроницаемости, значения $a_{cr,ult}$ принимают равными:		
При арматуре классов	При продолжительном раскрытии трещин, мм	При непродолжительном раскрытии трещин, мм
A240-A600 B500	0,3	0,4
A800; A1000 Bp1200-Bp1400 K1400; K1500(K-19) K1500(K-7) диаметром 12 мм	0,2	0,3
Bp1500 K1500(K-7) диаметром 6 и 9 мм	0,1	0,2

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Нормативные сопротивления бетона $R_{b,n}$ и $R_{bt,n}$

Вид сопротивления	Нормативные сопротивления бетона $R_{b,n}$ и $R_{bt,n}$ и расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ МПа (кгс/см^2), при классе бетона по прочности на сжатие										
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Сжатие осевое $R_{b,n}$ и $R_{b,ser}$	7,5 (76,5)	11,0 (112)	15,0 (153)	18,5 (188)	22,0 (224)	25,5 (260)	29,0 (296)	32,0 (326)	36,0 (367)	39,5 (403)	43,0 (438)
Растяжение осевое $R_{bt,n}$, $R_{bt,ser}$	0,85 (8,7)	1,10 (11,2)	1,35 (13,8)	1,55 (15,8)	1,75 (17,8)	1,95 (19,9)	2,10 (21,4)	2,25 (22,9)	2,45 (25,0)	2,60 (26,5)	2,75 (28,0)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Расчетные сопротивления бетона R_b и R_{bt}

Вид сопротивления	Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой группы R_b и R_{bt} МПа (кгс/см^2), при классе бетона по прочности на сжатие										
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Сжатие осевое, R_b	6,0 (61,2)	8,5 (86,6)	11,5 (117)	14,5 (148)	17,0 (173)	19,5 (199)	22,0 (224)	25,0 (255)	27,5 (280)	30,0 (306)	33,0 (336)
Растяжение осевое, R_{bt}	0,56 (5,7)	0,75 (7,6)	0,90 (9,2)	1,05 (10,7)	1,15 (11,7)	1,30 (13,3)	1,40 (14,3)	1,50 (15,3)	1,60 (16,3)	1,70 (17,3)	1,80 (18,3)

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Значения начального модуля упругости бетона E_b

Значение начального модуля упругости бетона при сжатии и растяжении $E_b \cdot 10^3$, МПа (кгс/см^2), при классе бетона по прочности на сжатие										
B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
19,0 (194)	24,0 (245)	27,5 (280)	30,0 (306)	32,5 (331)	34,5 (352)	36,0 (367)	37,0 (377)	38,0 (387)	39,0 (398)	39,5 (403)

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Расчетные значения сопротивления арматуры растяжению R_s и R_{sc}

Арматура классов	Расчетные значения сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, МПа		Арматура классов	Расчетные значения сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, МПа	
	растяжению R_r	сжатию R_c		растяжению R_r	сжатию R_c
A240	215	215	B500	415	415 (360)
A300	270	270	Bp1200	1000	500 (400)
A400	355	355	Bp1300	1070	500 (400)
A500	435	435(400)	Bp1400	1170	500 (400)
A600	520	470(400)	Bp1500	1250	500 (400)
A800	695	500(400)	K1400	1170	500 (400)
A1000	830	500(400)	K1500	1250	500 (400)

Примечание: Значения R_r в скобках используют только при расчете на кратковременное действие нагрузки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Расчетные сопротивления поперечной арматуры R_{sw}

Класс арматуры	A240	A300	A400	A500	B500
Расчетное сопротивление поперечной арматуры R_{sw} , МПа (кгс/см^2)	170 (1730)	215 (2190)	285 (2900)	300 (3060)	300 (3060)

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Значения модуля упругости арматуры E_s

Класс арматуры	Значения модуля упругости E_s , МПа (кгс/см^2)
Арматура всех классов кроме канатной	200000 (2000000)
Канатная классов K1400;K1500	180000 (1800000)

Значения ξ , ζ , α_m

ξ	ζ	α_m	ξ	ζ	α_m	ξ	ζ	α_m
0,01	0,995	0,01	0,26	0,87	0,226	0,51	0,745	0,38
0,02	0,99	0,02	0,27	0,865	0,234	0,52	0,74	0,385
0,03	0,985	0,03	0,28	0,86	0,241	0,53	0,735	0,39
0,04	0,98	0,039	0,29	0,855	0,248	0,54	0,73	0,394
0,05	0,975	0,049	0,30	0,85	0,255	0,55	0,725	0,399
0,06	0,97	0,058	0,31	0,845	0,262	0,56	0,72	0,403
0,07	0,965	0,068	0,32	0,84	0,269	0,57	0,715	0,407
0,08	0,96	0,077	0,33	0,835	0,276	0,58	0,71	0,412
0,09	0,955	0,086	0,34	0,83	0,282	0,59	0,705	0,416
0,10	0,95	0,095	0,35	0,825	0,289	0,60	0,7	0,42
0,11	0,945	0,104	0,36	0,82	0,295	0,62	0,69	0,428
0,12	0,94	0,113	0,37	0,815	0,302	0,64	0,68	0,435
0,13	0,935	0,122	0,38	0,81	0,308	0,66	0,67	0,442
0,14	0,93	0,13	0,39	0,805	0,314	0,68	0,66	0,449
0,15	0,925	0,139	0,40	0,8	0,32	0,70	0,65	0,455
0,16	0,92	0,147	0,41	0,795	0,326	0,72	0,64	0,461
0,17	0,915	0,156	0,42	0,79	0,332	0,74	0,63	0,466
0,18	0,91	0,164	0,43	0,785	0,338	0,76	0,62	0,471
0,19	0,905	0,172	0,44	0,78	0,343	0,78	0,61	0,476
0,20	0,9	0,18	0,45	0,775	0,349	0,80	0,6	0,48
0,21	0,895	0,188	0,46	0,77	0,354	0,85	0,575	0,489
0,22	0,89	0,196	0,47	0,765	0,36	0,90	0,55	0,495
0,23	0,885	0,204	0,48	0,76	0,365	0,95	0,525	0,499
0,24	0,88	0,211	0,49	0,755	0,37	1,00	0,50	0,50
0,25	0,875	0,219	0,50	0,75	0,375			

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Расчетные площади поперечных сечений и масса арматуры, сортамент горячекатаной стержневой арматуры периодического профиля, обыкновенной и высокопрочной арматурной проволоки

Диаметр, мм	Расчётные площади поперечных сечений, см при числе стержней										Масса кг/м	Диаметр, мм	Сортамент горячекатаной стержневой арматуры периодического профиля из стали класса							Сортамент арматурной проволоки				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			A300	A400	A500	A540	A600	A800	A1000	B500	Bp1200	Bp1300	Bp1400	Bp1500
3	0.07	0.14	0.21	0.28	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64	0.71	0.052	3	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	
4	0.12	0.25	0.38	0.50	0.63	0.76	0.88	1.01	1.13	1.26	0.092	4	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	
5	0.196	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76	1.96	0.144	5	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	
6	0.28	0.57	0.85	1.13	1.42	1.70	1.98	2.26	2.55	2.83	0.222	6	X	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-	
7	0.38	0.77	1.16	1.54	1.93	2.31	2.69	3.08	3.47	3.85	0.302	7	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	
8	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53	5.03	0.395	8	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	
9	0.63	1.27	1.91	2.54	3.18	3.82	4.45	5.09	5.72	6.36	0.499	9	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	
10	0.78	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85	0.617	10	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
12	1.131	2.26	3.39	4.52	5.66	6.79	7.92	9.05	10.18	11.31	0.888	12	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
14	1.539	3.08	4.62	6.16	7.70	9.23	10.77	12.31	13.85	15.39	1.208	14	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
16	2.011	4.02	6.05	8.04	10.06	12.07	14.08	16.09	18.10	20.11	1.578	16	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
18	2.54	5.09	7.64	10.18	12.73	15.27	17.82	20.36	22.91	25.45	1.998	18	X	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
20	3.142	6.28	9.43	12.57	15.71	18.85	21.9	25.14	28.28	31.42	2.466	20	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-
22	3.801	7.60	11.40	15.2	19.01	22.81	26.61	30.41	34.21	38.01	2.984	22	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-
25	4.90	9.82	14.73	19.64	24.55	29.45	34.3	39.27	44.18	49.09	3.853	25	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-
28	6.15	12.32	18.47	24.6	30.79	36.95	43.11	49.26	55.42	61.58	4.834	28	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-
32	8.04	16.08	24.1	32.1	40.21	48.25	56.2	64.34	72.38	80.42	6.313	32	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-
36	10.18	20.3	30.5	40.7	50.90	61.08	71.2	81.44	91.62	101.8	7.990	36	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
40	12.56	25.12	37.68	50.24	62.80	75.36	87.92	100.40	113.04	125.60	9.870	40	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

$\frac{\sigma_{sp}}{R_s}$	Значения ξ_R при растянутой арматуре классов									
	A540	A600	A800	A1000	Bp1200	Bp1300	Bp1400	Bp1500	K1400	K1500
1,2	0,93	0,56	0,58	0,60	0,62	0,63	0,65	0,66	0,63	0,65
1,1	0,86	0,53	0,54	0,55	0,56	0,56	0,57	0,57	0,55	0,56
1,0	0,80	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,49	0,49
0,9	0,75	0,49	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,44	0,44
0,8	0,70	0,47	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39
0,7	0,66	0,45	0,43	0,42	0,40	0,39	0,39	0,38	0,36	0,36
0,6	0,62	0,43	0,41	0,39	0,37	0,37	0,36	0,3	0,34	0,33
0,5	0,59	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Соотношения между диаметрами свариваемых стержней и минимальные расстояния между стержнями в сварных сетках и каркасах, изготовляемых с помощью контактной точечной сварки

Диаметр стержня одного направления; мм	3	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Наименьший допустимый диаметр стержня другого направления, мм.	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6	8	8	8	10	10
Наименьшее допустимое расстояние между осями стержней одного направления, мм	50	50	75	75	75	75	75	100	100	100	150	150	150	150	200
То же, продольных стержней при двухрядном их расположении, мм	-	30	30	30	40	40	40	40	50	50	50	60	70	80	80

Значения φ_c

φ_f	$\frac{e_s}{h_0}$	Коэффициент φ_c при значениях $\mu\alpha_{s2}$ равных															
		0,03	0,05	0,07	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,90	1,10	1,50	2,00
0,0	0,7	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33
	0,8	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32
	0,9	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31
	1,0	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
	1,1	0,07	0,09	0,11	0,13	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,28	0,28	0,29
	1,2	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,29
	1,3	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,23	0,25	0,26	0,27	0,29
0,2	0,8	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,43	0,44	0,45	0,45	0,46
	0,9	0,18	0,21	0,23	0,26	0,29	0,31	0,33	0,34	0,36	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44
	1,0	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,29	0,30	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43
	1,1	0,09	0,12	0,15	0,17	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35	0,37	0,39	0,40	0,43
	1,2	0,07	0,10	0,13	0,15	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,36	0,38	0,39	0,41
	1,3	0,07	0,09	0,11	0,14	0,17	0,20	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,32	0,35	0,37	0,38	0,40
	1,4	0,08	0,11	0,14	0,17	0,21	0,24	0,27	0,29	0,31	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,43	0,45
0,4	0,8	0,46	0,47	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	0,54	0,56	0,57	0,57	0,58	0,59	0,59	0,60	0,60
	0,9	0,23	0,27	0,30	0,34	0,38	0,41	0,43	0,44	0,47	0,49	0,50	0,52	0,53	0,55	0,56	0,58
	1,0	0,14	0,18	0,22	0,25	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,44	0,46	0,47	0,50	0,52	0,54	0,55
	1,1	0,10	0,14	0,17	0,21	0,25	0,29	0,32	0,34	0,38	0,40	0,42	0,44	0,47	0,50	0,52	0,54
	1,2	0,10	0,11	0,14	0,18	0,22	0,26	0,29	0,31	0,35	0,38	0,40	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52
	1,3	0,11	0,10	0,13	0,16	0,20	0,24	0,27	0,29	0,33	0,36	0,38	0,40	0,43	0,46	0,49	0,51
	1,4	0,12	0,13	0,16	0,20	0,24	0,28	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,59
0,6	0,8	0,61	0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,69	0,69	0,71	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74	0,75	0,75
	0,9	0,28	0,33	0,37	0,41	0,46	0,50	0,52	0,54	0,58	0,60	0,62	0,63	0,62	0,68	0,69	0,71
	1,0	0,16	0,21	0,25	0,29	0,35	0,39	0,43	0,45	0,50	0,53	0,55	0,57	0,60	0,63	0,65	0,68
	1,1	0,13	0,15	0,19	0,23	0,29	0,33	0,37	0,40	0,44	0,48	0,51	0,53	0,56	0,60	0,62	0,65
	1,2	0,14	0,12	0,16	0,20	0,25	0,29	0,33	0,36	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,57	0,60	0,63
	1,3	0,15	0,13	0,14	0,17	0,23	0,27	0,30	0,33	0,38	0,42	0,45	0,47	0,51	0,55	0,58	0,62
	1,4	0,16	0,15	0,18	0,22	0,27	0,31	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,70
0,8	0,8	0,79	0,80	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	0,90
	0,9	0,33	0,38	0,43	0,48	0,54	0,58	0,62	0,64	0,68	0,71	0,73	0,75	0,78	0,80	0,82	0,84
	1,0	0,17	0,23	0,27	0,33	0,40	0,45	0,49	0,52	0,57	0,61	0,64	0,66	0,70	0,74	0,77	0,80
	1,1	0,16	0,16	0,20	0,25	0,32	0,37	0,41	0,45	0,50	0,55	0,58	0,61	0,65	0,70	0,73	0,76
	1,2	0,17	0,16	0,17	0,21	0,27	0,32	0,36	0,40	0,46	0,50	0,54	0,57	0,61	0,66	0,70	0,74
	1,3	0,19	0,17	0,15	0,19	0,24	0,29	0,33	0,37	0,42	0,47	0,50	0,54	0,58	0,64	0,67	0,72
	1,4	0,20	0,19	0,18	0,22	0,28	0,33	0,37	0,41	0,46	0,51	0,55	0,59	0,64	0,69	0,74	0,79
1,0	0,8	0,97	0,98	0,98	0,99	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05
	0,9	0,37	0,44	0,49	0,55	0,62	0,67	0,71	0,74	0,78	0,82	0,84	0,86	0,89	0,93	0,95	0,97
	1,0	0,18	0,24	0,29	0,36	0,44	0,50	0,54	0,58	0,64	0,69	0,72	0,75	0,80	0,85	0,88	0,91
	1,1	0,19	0,18	0,22	0,27	0,34	0,40	0,46	0,49	0,56	0,61	0,65	0,69	0,73	0,79	0,83	0,87
	1,2	0,21	0,19	0,18	0,22	0,29	0,35	0,37	0,43	0,50	0,55	0,59	0,63	0,69	0,75	0,79	0,84
	1,3	0,23	0,21	0,19	0,20	0,26	0,31	0,36	0,39	0,46	0,51	0,56	0,59	0,65	0,71	0,76	0,81
	1,4	0,24	0,23	0,22	0,25	0,31	0,36	0,40	0,44	0,51	0,56	0,60	0,64	0,70	0,76	0,81	0,86

Коэффициент ползучести бетона

Относительная влажность воздуха окружающей среды, %	Значения коэффициента ползучести $\varphi_{h,cr}$ при классе бетона на сжатие									
	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Выше 75	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
40-75	3,4	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4
Ниже 40	4,8	4,0	3,6	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0

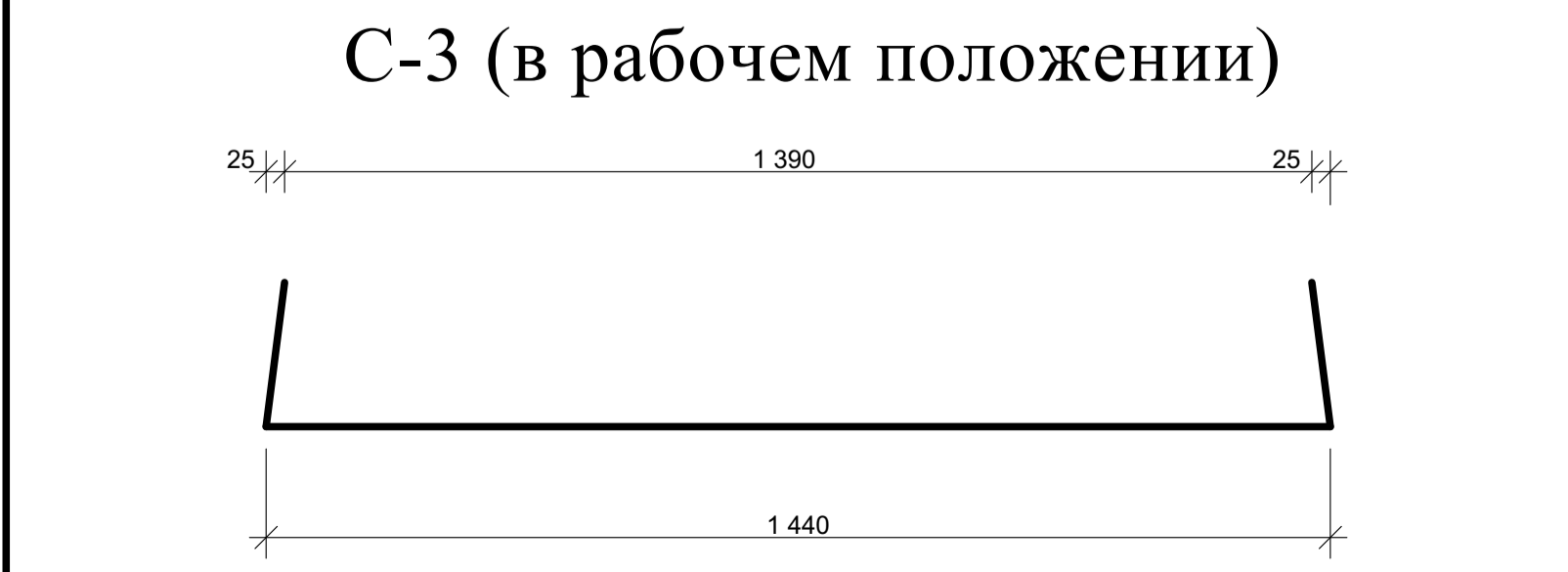
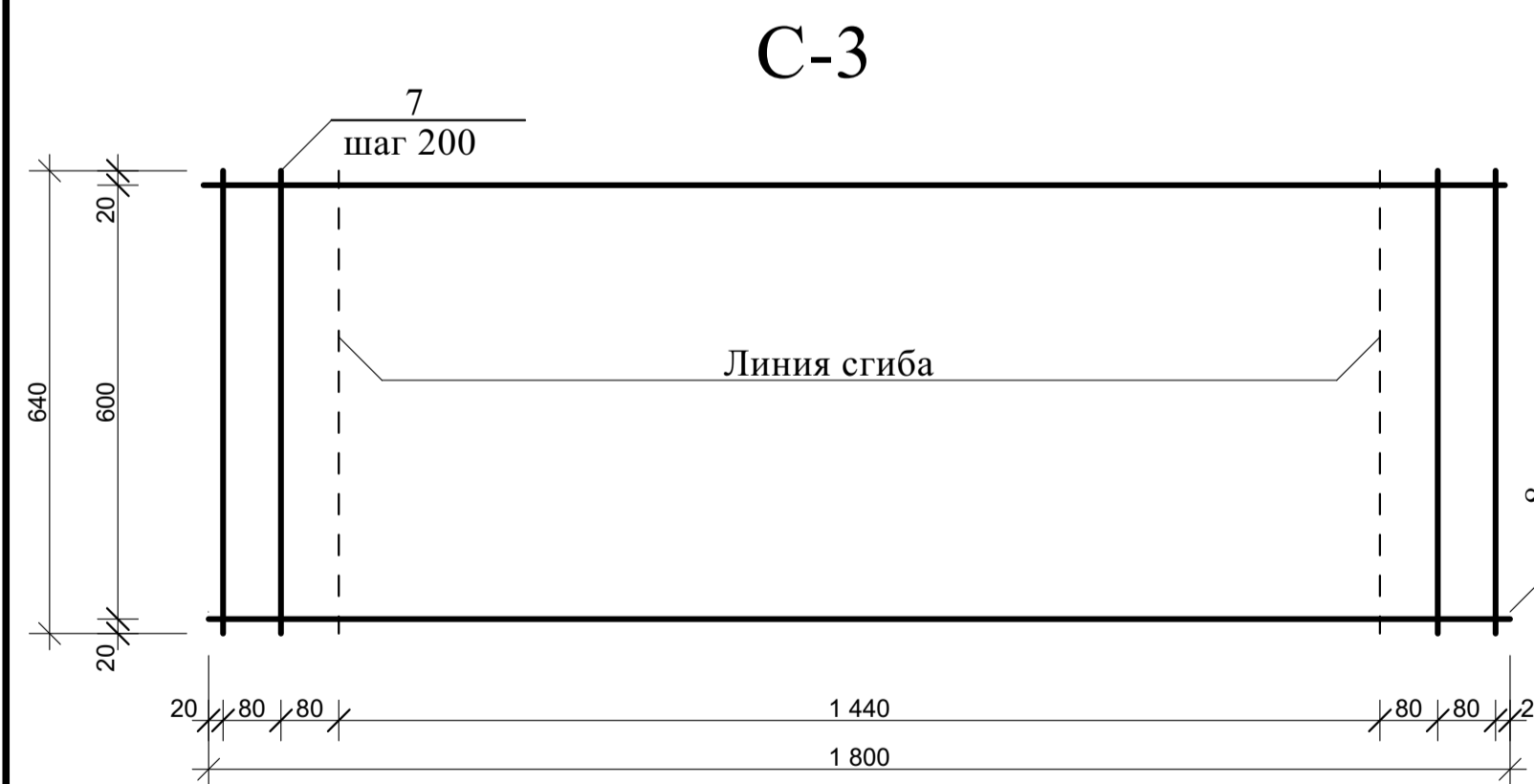
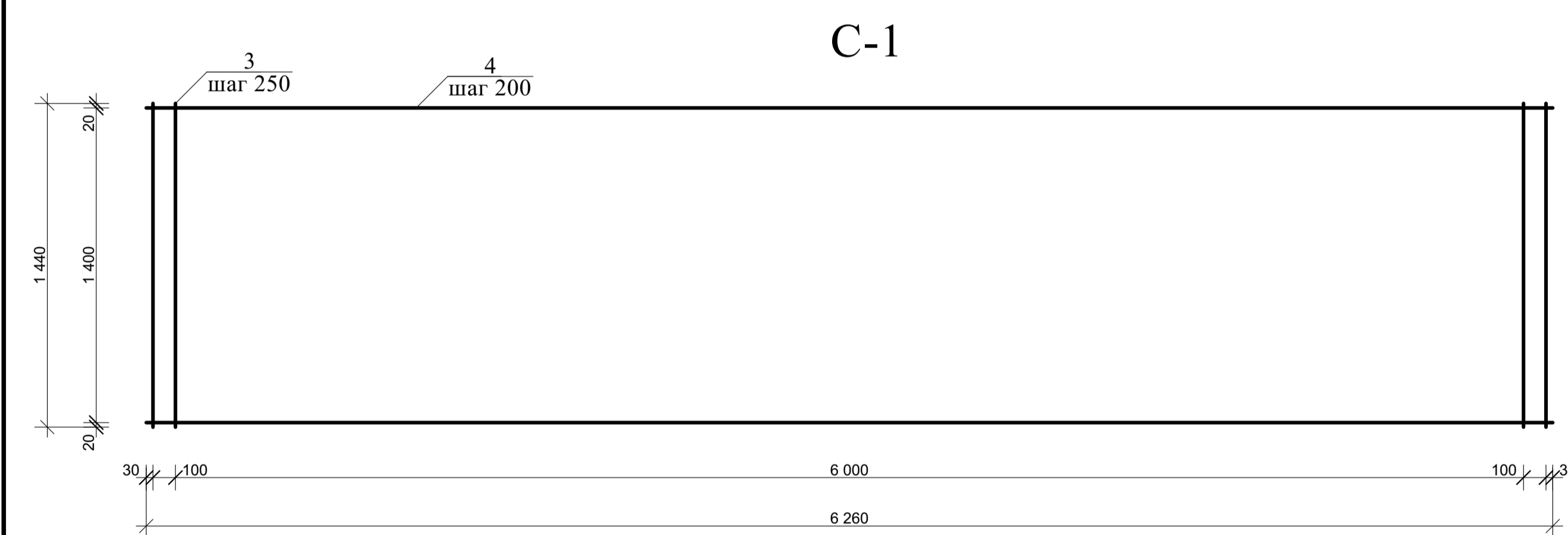
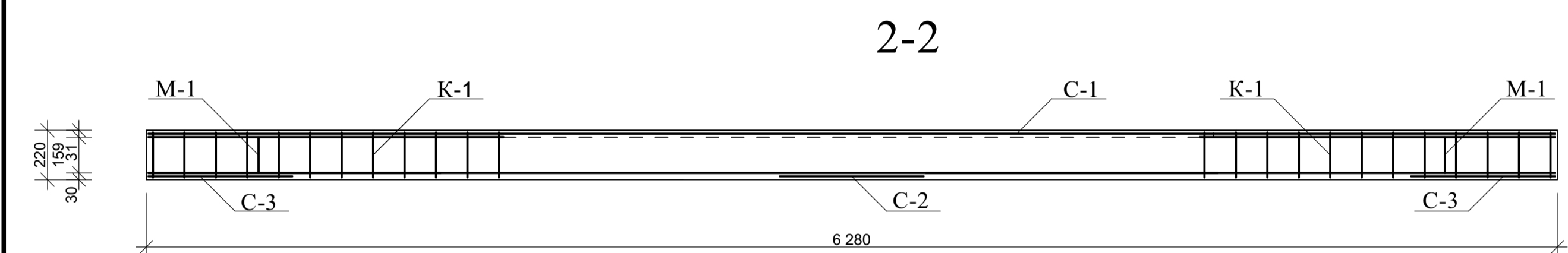
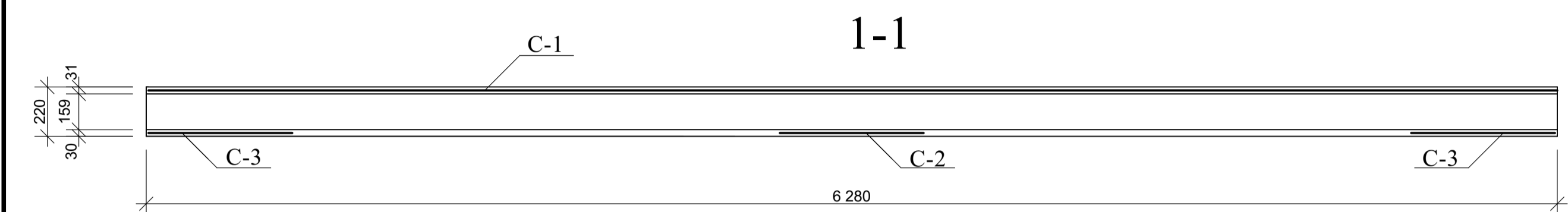
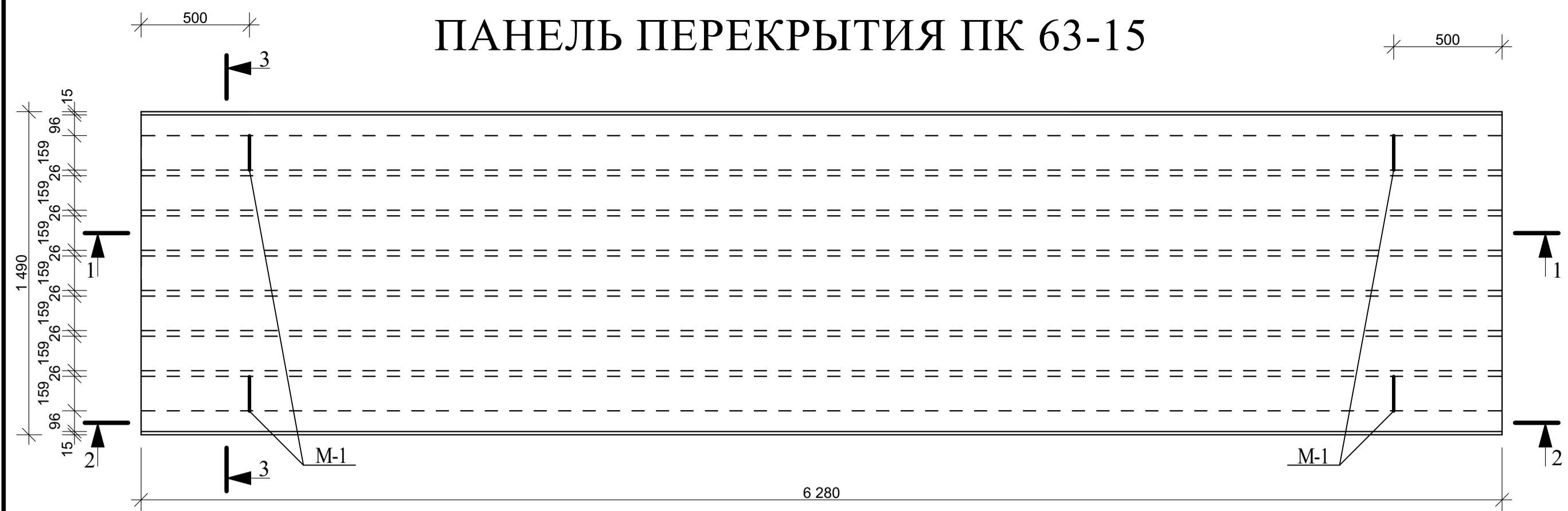
Примечание — Относительную влажность воздуха окружающей среды принимают по СНиП 23-01 как среднюю месячную относительную влажность наиболее теплого месяца для района строительства.

Коэффициент ζ

φ_f	$\frac{e_s}{h_0}$	Коэффициенты $\zeta = \frac{z}{h_0}$ при значениях $\mu\alpha_{s1}$, равных										
		0,02	0,03	0,05	0,07	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
0,0	0,7	0,70	0,69	0,69	0,69	0,68	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
	0,8	0,77	0,76	0,74	0,73	0,72	0,70	0,69	0,68	0,68	0,67	0,66
	0,9	0,82	0,80	0,77	0,76	0,74	0,71	0,70	0,68	0,67	0,66	0,64
	1,0	0,84	0,82	0,78	0,77	0,74	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64	0,62
	$\geq 1,2$	0,85	0,83	0,79	0,77	0,74	0,71	0,68	0,66	0,65	0,62	0,60
0,2	0,7	0,7	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
	0,8	0,79	0,79	0,78	0,77	0,77	0,76	0,75	0,75	0,74	0,74	0,73
	0,9	0,85	0,84	0,82	0,81	0,80	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73
	1,0	0,87	0,86	0,84	0,83	0,81	0,79	0,77	0,76	0,75	0,74	0,72
	$\geq 1,2$	0,88	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,74	0,72	0,70
0,4	0,7	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
	0,8	0,80	0,79	0,79	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77
	0,9	0,87	0,86	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,80	0,79	0,78	0,77
	1,0	0,89	0,88	0,86	0,85	0,84	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77
	$\geq 1,2$	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,82	0,81	0,80	0,79	0,77	0,76
0,6	0,8	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
	0,9	0,87	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,82	0,81	0,80	0,80
	1,0	0,89	0,88	0,87	0,87	0,86	0,84	0,83	0,83	0,82	0,81	0,80
	$\geq 1,2$	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79
$\geq 0,8$	0,8	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
	0,9	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82
	1,0	0,89	0,89	0,88	0,87	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82
	$\geq 1,2$	0,90	0,88	0,87	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,81

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

ПАНЕЛЬ ПЕРЕКРЫТИЯ ПК 63-15



ДЕТАЛЬ УСТАНОВКИ ПЕТЛИ М-1

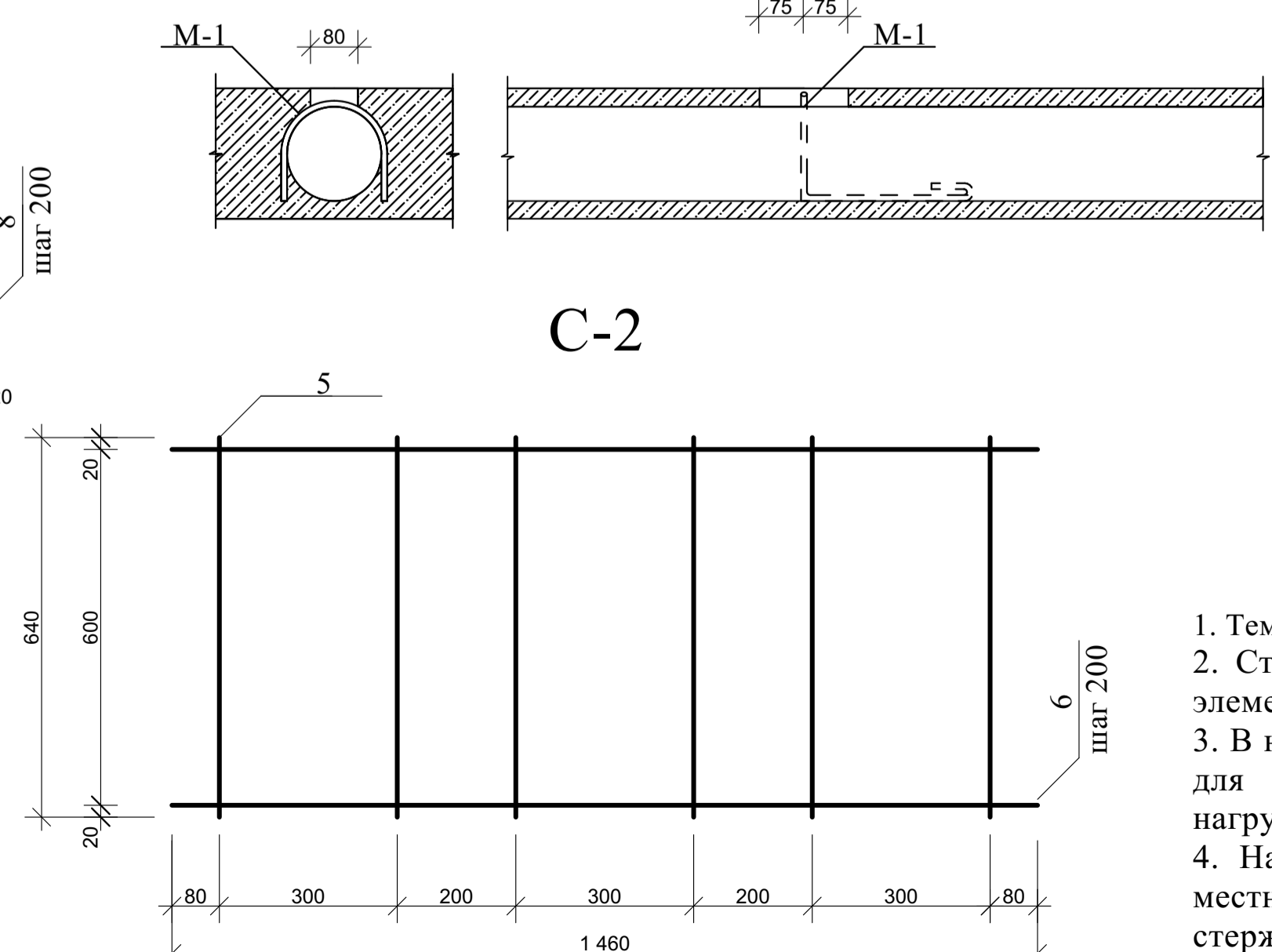
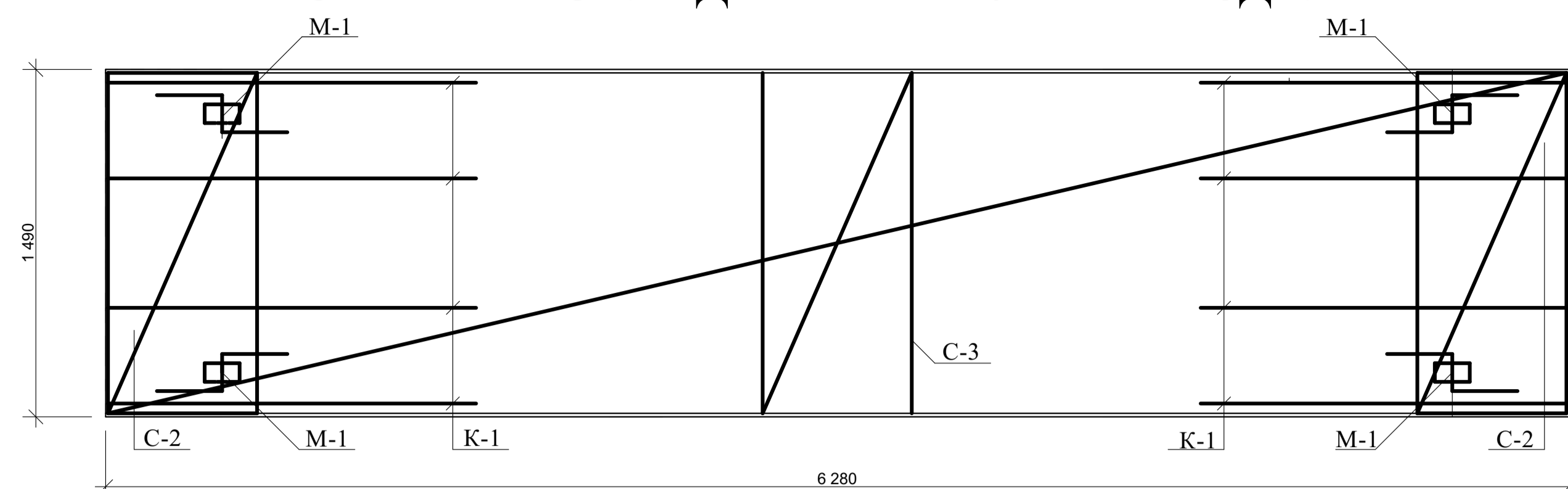
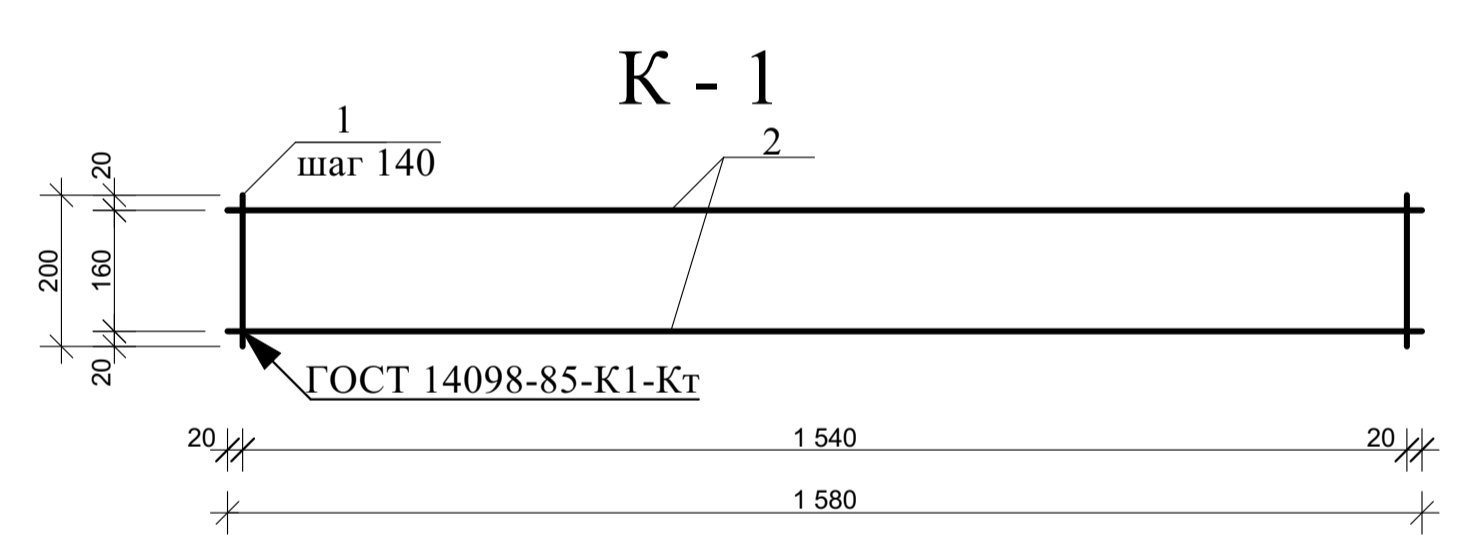
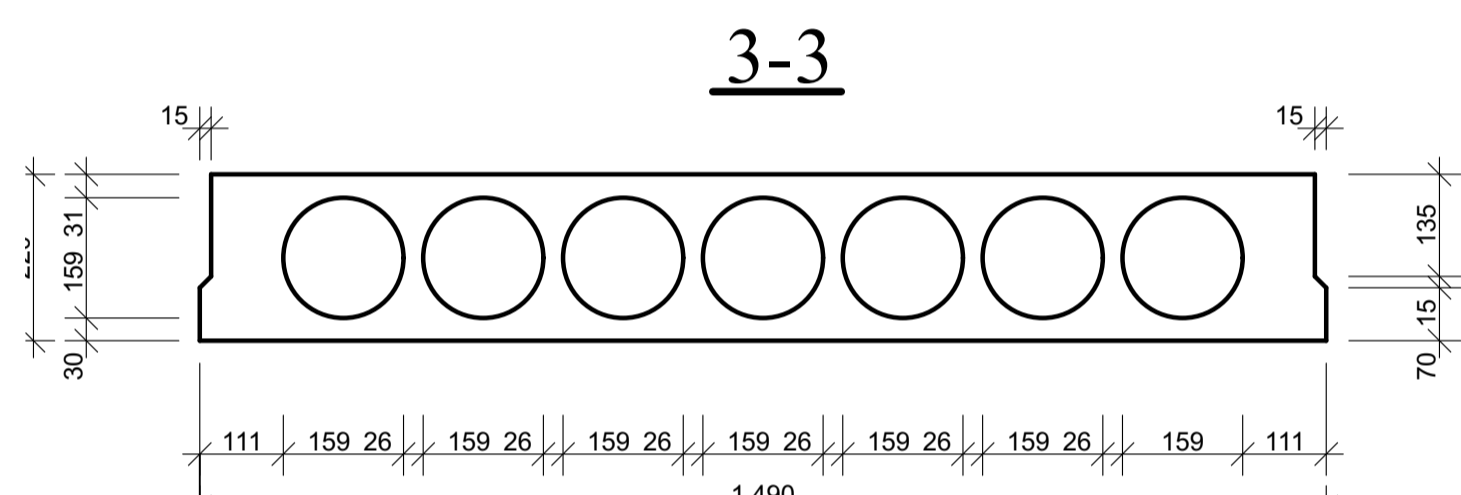
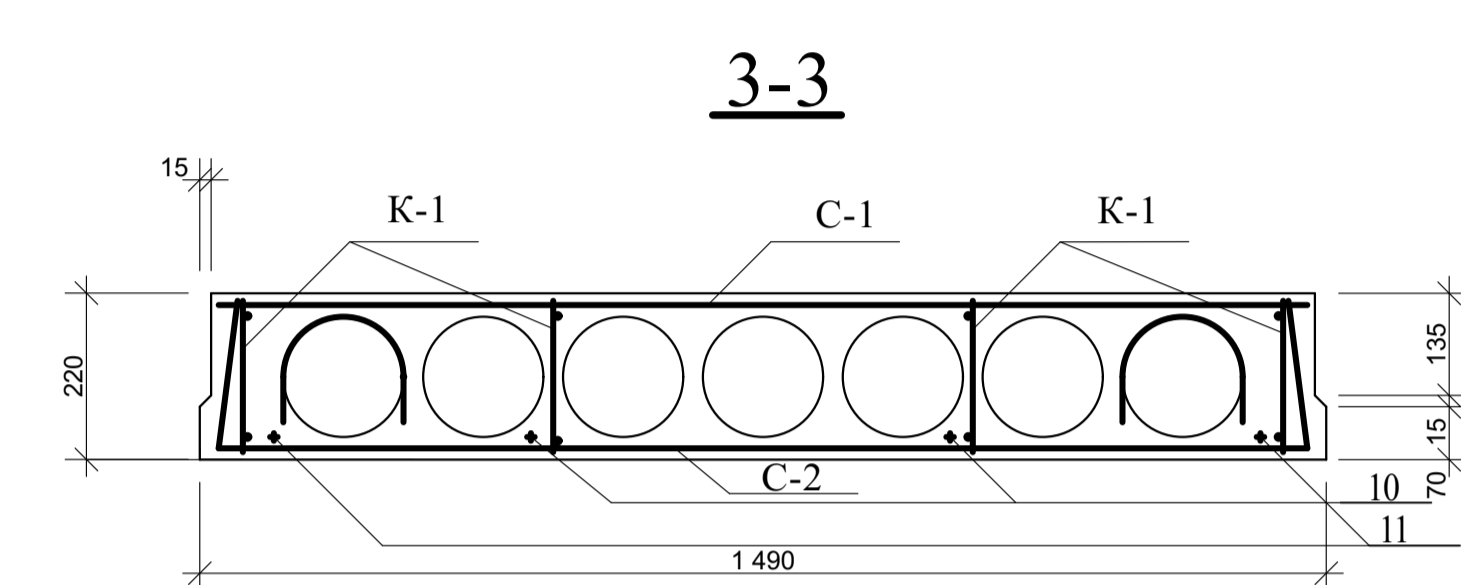
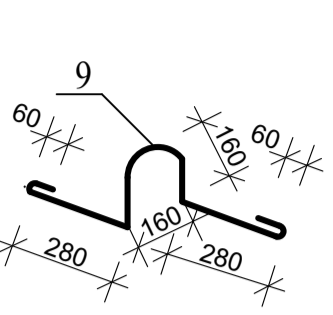


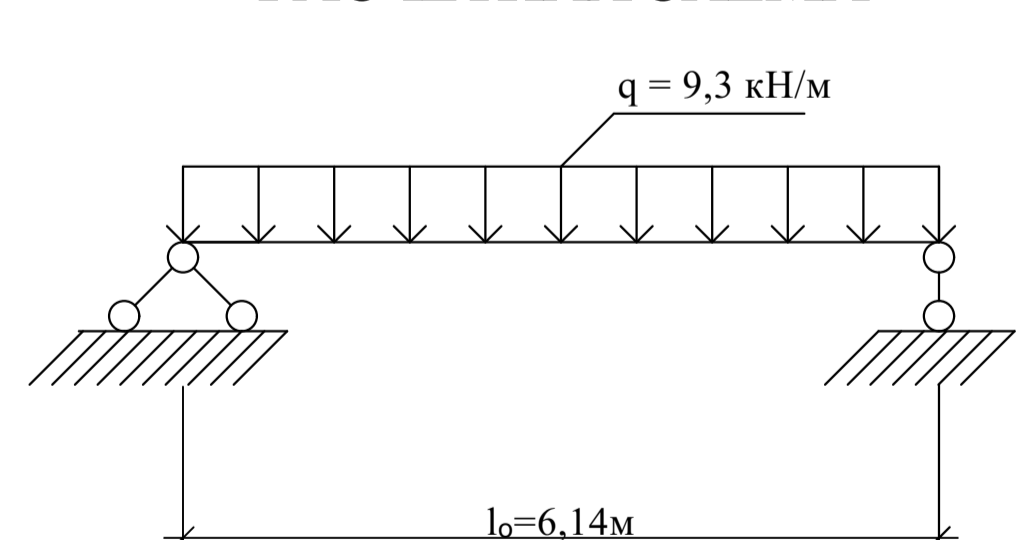
СХЕМА РАСКЛАДКИ АРМАТУРНЫХ ИЗДЕЛИЙ



ПЕТЛЯ М-1



РАСЧЕТНАЯ СХЕМА



ВЕДОМОСТЬ РАСХОДА СТАЛИ, КГ

Марки элементов	Напрягаемая арматура класса А600		Изделия арматурные Арматура класса В500		Изделия закладные Арматура класса А240		Общий расход		
	ГОСТ 5787-82*	Всего	ГОСТ 6727-80	Всего	ГОСТ 5781-80	Всего			
	Ø10	Ø14	Ø5	Итого	Ø14	Итого			
ПК 63-15	7,74	15,18	22,92	22,92	24,7	24,7	5,4	5,4	53,02

ТЭП

Марка элемента	Класс бетона	Объем бетона м³	Масса эл-та	Размеры, мм			Расход стали	
				b	h	l	Общ.	м³
ПК 63-15	В 20	1,03	2575	1490	220	6280	53,02	51,48

ПРИМЕЧАНИЕ

1. Температура электропрогрева не должна превышать 350° С.
2. Стержни преднапряженной арматуры класса А600 изготовляют на всю длину элемента без сварных стыков.
3. В нижней зоне панели в середине пролета поставлена "средняя сетка" служащая для распределения возможной местной монтажной или эксплуатационной нагрузки.
4. На сторонах участках панелей установлены опорные сетки для восприятия местных напряжений в зоне заанкерования предварительно напряженных стержней.

ВКР 08.02.041.022 РКЧ					
Жилой дом					
Изм.	Колуч.	Лист	Число	Подп.	Дата
Разработал	Усенов Р.Л.				
Консультант	Насынов Н.С.				
Руководитель	Насынов Н.С.				
Н. контроль					
Рецензент	Базарная Е.А.				
Плита перекрытия ПК 63-15; разрезы 1-1, 2-2, 3-3; сетки С-1, С-2, С-3; схема раскладки изделий; каркас К-1; деталь установки М-1; ТЭП; ведомость расхода стали, кг.				Стадия ВКР	
				Лист 3	Листов 5
				БКСАИД гр. С-41	