

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА» в г.НОВОРОССИЙСКЕ
(НФ БГТУ им. В.Г.Шухова)

Методические указания
к выполнению расчетно-графического задания № 1 по дисциплине
«Железобетонные и каменные конструкции»
для направлений 08.03.01- Строительство

Разработала: ст.преподаватель
Пермякова А.В.

Новороссийск 2020

Общие положения

В соответствии с учебным планом для студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение двух расчетно-графических заданий .

До начала выполнения расчетно-графического задания №1 студент должен изучить соответствующие разделы курса « Железобетонные и каменные конструкции». Расчетно-графическое задание №1(РГЗ №1) необходимо выполнить в строгом соответствии с заданием, которое индивидуально для каждого студента.

При выполнении РГЗ №1 последовательно ведется выбор и обоснование конструктивного решения монолитного междуэтажного перекрытия, расчет и конструирование плиты и второстепенной балки, разработка их рабочих чертежей.

Проектируемое здание- с жесткой конструктивной схемой. Монолитные перекрытия - ребристые с балочными плитами; колонны- квадратного сечения. Сопряжения колонн и балок- жесткое. Горизонтальные нагрузки воспринимаются диафрагмами жесткости.

РГЗ №1 состоит из пояснительной записи и графической части(чертежей).

В пояснительной записке нужно привести задание и все необходимые расчеты с единицами измерений в системе СИ, поясняющими эскизами и схемами.

На рисунках методических указаний величины пролетов, шага колонн, усилий и других параметров обозначены буквами, в пояснительной записке нужно привести и численные значения этих величин. Она должна быть оформлена на стандартной бумаге от руки чернилами. Возможны набор и распечатка текста с использованием персонального компьютера.

На обложке нужно указать: название вуза (НФ БГТУ им. В.Г.Шухова), кафедры (СиГХ), название РГЗ и дисциплины, кто выполнил, кто принял(фамилии и инициалы), группу, год. Рамки и штампы на листах пояснительной записи необязательны.

Расчеты и конструирование нужно выполнять для одной монолитной плиты и второстепенной балки.

Расчет каждой конструкции должен включать: исходные данные и конструктивные решения, статический расчет (определение расчетных пролетов, нагрузок и усилий), конструктивный расчет(подбор арматуры).

По результатам расчета каждой конструкции в пояснительной записке

нужно привести эскизы армирования с принятными размерами конструкций.

Примеры расчета и конструирования приведены в [3-4].

Графическую часть нужно представить в виде рабочих чертежей запроектированных конструкций на листе формата А2. Рамки и штампы обязательны. Графическая часть должна содержать маркировочные схемы конструкций перекрытий в монолитном варианте и рабочие чертежи всех запроектированных конструкций в составе:

- 1) виды (опалубочные чертежи);
- 2) схемы армирования, сечения, узлы и детали;
- 3) конструкции арматурных каркасов и сеток;
- 4) спецификации арматуры;
- 5) ведомость расхода арматуры;
- 6) показатели на один элемент;
- 7) примечания.

Элементы 4-6 рабочих чертежей достаточно выполнить только для одной конструкции (второстепенной балки). Элемент 5 РГЗ можно не выполнять. Для конструкций с простым армированием (монолитных и сборных плит) элементы 1-3 можно совмещать. Степень детализации рабочих чертежей должна быть такой, чтобы они легко читались и содержали всю информацию для изготовления запроектированных конструкций.

Рабочие чертежи конструкций нужно оформить в соответствии с требованиями ГОСТ Р21.1501-92 и ГОСТ Р21.1101-92. В данных методических указаниях приведены примеры оформления чертежей расчетно-графического задания, соответствующих этим требованиям.

К защите расчетно-графические задания принимаются выполненными в соответствии с выданным заданием, в полном объеме и без ошибок. Защита проводится в форме собеседования. При положительных результатах защиты РГЗ ведущий преподаватель допускает студента к экзамену.

Задание

к выполнению РГЗ по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции»

Выполнить расчеты и разработать рабочие чертежи основных несущих конструкций ребристого междуэтажного перекрытия многоэтажного каркасного здания в составе плиты и второстепенной балки. Исходные данные принять по приведенной ниже таблице в зависимости от последней цифры шифра (номера зачетной книжки).

Последняя цифра шифра	Назначение здания	Кол-во пролетов	Величина пролета, м	Шаг колонн, м
0	Промышленное	3	6,0	6,0
1	Школа	3	5,6	5,2
2	Жилой дом	2	6,4	4,8
3	Магазин	3	6,4	6,0
4	Склад	2	5,2	5,6
5	Колледж	3	4,8	5,2
6	Дом отдыха	2	6,0	4,8
7	Библиотека	3	5,6	6,4
8	Гостиница	3	5,2	4,8
9	Административное	2	6,4	5,6

Другие недостающие данные принять самостоятельно с использованием учебной, нормативной и справочной литературы.

Расчет и конструирование монолитного междуэтажного перекрытия

1. Выбор и обоснование конструктивного решения

При заданном назначении здания, шаге колонн, числе и величине пролетов необходимо установить направление и шаг главных и второстепенных балок, основные размеры конструкций перекрытия, а также тип полов в помещении.

Выбор направления и шага главных и второстепенных балок осуществляется на основе следующих требований (рис. I):

- а) главные балки должны опираться на колонны каркаса;
- б) пролет главных балок больше, чем второстепенных; для обеспечения жесткости каркаса предпочтительно поперечное направление главных балок;
- в) второстепенные балки перпендикулярны главным, их шаг (пролеты плиты) – 1,7–2,7м; шаг второстепенных балок должен быть кратен шагу колонн; для снижения нагрузок на главные балки часть второстепенных нужно расположить по осям колонн.

Пролеты плиты должны быть равными или отличающимися не более чем на 20%. При неравнопролетных плитах крайние пролеты рекомендуется проектировать несколько меньшими, чем средние.

Предварительно размеры конструкций перекрытия могут быть приняты следующими:

- а) толщина плит – 6, 7, 8 см в пределах 1/25–1/40 пролета плиты (пролет балочной плиты равен расстоянию между второстепенными балками);
- б) высота второстепенных балок – 1/12–1/20 их пролета;
- в) высота главных балок – 1/8–1/15 их пролета;
- г) ширина главных и второстепенных балок – 0,3–0,5 их высоты.

Поперечные размеры балок принимаются кратными 5 см.

Тип полов в помещениях (для определения нагрузки на перекрытие от веса пола) выбирается студентом самостоятельно в зависимости от назначения помещения с последующим определением нагрузок. Например: назначение здания – школа, в ней могут находиться разные помещения с разными полами. Вид и состав полов принят следующий:

- линолеум, вес 1м² – $g^u = 4,6 \text{ кг/м}^2$; $\gamma_f = 1,2$; $g = 4,6 \cdot 1,2 = 5,5 \text{ кг/м}^2$;
 - стяжка из цементного раствора $\delta = 3\text{см}$; $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^2$; $\gamma_f = 1,3$;
- $$g = 0,03 \cdot 1800 \cdot 1,3 = 70,2 \text{ кг/м}^2$$

Итого $g_1 = 75,7 \text{ кг/м}^2$.

Здесь приняты обозначения: g^* и g – соответственно нормативная и расчетная нагрузки, δ – толщина, γ – объемный вес элементов пола, γ_f – коэффициент надежности по нагрузке.

2. Расчет и конструирование плиты перекрытия

Расчет плиты состоит из установления расчетных пролетов и нагрузок, определения усилий и конструктивного расчета. Для удобства расчет ведется не для всей плиты, а только для ее полосы шириной 1 м (рис. 1).

Расчетные нагрузки определяются на 1 м² плиты в табличной форме (табл.1).

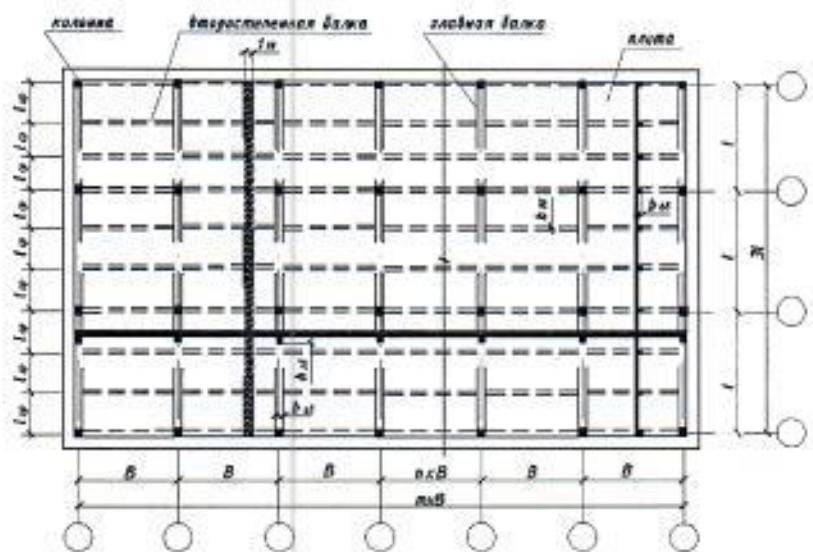


Рис. 1. План монолитного перекрытия

Таблица 1
Нагрузки на плиту перекрытия

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кПа	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кПа
1. Постоянная g :			
вес перегородок	g_0^*	γ_{f_0}	$g_0 = g_0^* \cdot \gamma_{f_0}$
> пола			g_1
> плиты	g_2^*	γ_{f_2}	$g_2 = g_2^* \cdot \gamma_{f_2}$
ИТОГО			$g = g_0 + g_1 + g_2$
2. Временная p	p^*	γ_{f_p}	$p = p^* \cdot \gamma_{f_p}$
3. Полная q			$q = g + p$

Нормативная нагрузка от веса перегородок на 1 м² перекрытия обычно принимается по их размещению в плане, геометрическим размерам и объемному весу материалов. В РГЗ № 1 она может быть принята: для общественных и промышленных зданий – 1,0 КПа, а для гражданских – 1,5 КПа. Коэффициент надежности по нагрузке определяют по табл. I [2].

Нормативная нагрузка на 1 м² от веса пола и плиты определяется как произведение объемного веса соответствующего материала на его толщину:

$$g^* = \gamma \cdot \delta.$$

Объемный вес материалов можно определить по табл. 22.1 [9] или задаться им самостоятельно, коэффициенты надежности по нагрузке – по табл. 7.1 [2]. Временная нормативная нагрузка определяется в соответствии с назначением здания по табл. 8.3 [2], а коэффициенты надежности по нагрузке – по табл. 8.2 и п. 8.2.2 [2]. Все нагрузки следует умножить на коэффициенты надежности по назначению γ_n , которые для промышленных и гражданских зданий II уровня ответственности, разрабатываемых в РГЗ, могут быть приняты равными 1.

Расчетные пролеты (рис. 2) принимаются равными расстоянию в свету между второстепенными балками, т.е.

$$l_0 = l - \sigma_{ab},$$

где l – шаг второстепенных балок; σ_{ab} – их ширина.

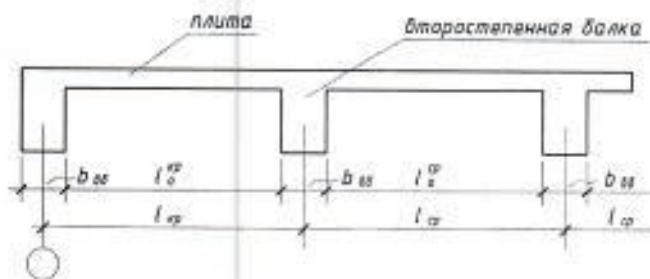


Рис. 2. К определению расчетных пролетов плиты

Определение усилий в плите производится в зависимости от характера ее работы. Если соотношение большего пролета плиты к меньшему (пролета второстепенных балок к их шагу) $B/l \leq 2$, то плита является контурной и ее статический расчет может быть выполнен с использованием табл. XI-2 [3] или другими методами строительной механики.

При $B/l > 2$ плита работает в коротком направлении, перпендикулярном второстепенным балкам, и считается балочной.

Учитывая, что жесткость при кручении крайней второстепенной балки очень мала, условно принято считать опирание плиты на крайние опоры шарнирными.

С учетом перераспределения усилий при развитии пластических деформаций, что обеспечивается при $\xi \leq 0.35$, максимальные изгибающие моменты в средних пролетах и на средних опорах $M_{op} = \pm \frac{q \cdot (l_0^p)^2}{16}$;

$$\text{в крайнем пролете и на первой промежуточной опоре } M_{op} = \pm \frac{q \cdot (l_0^p)^2}{11},$$

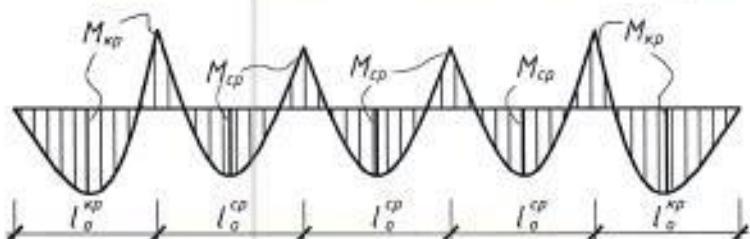


Рис. 3. Характер эпюры изгибающих моментов в плите

Конструктивный расчет плиты выполняют только по нормальным сечениям по схеме 1, поскольку при действии равномерно распределенной нагрузки прочность бетона наклонных сечений, как правило, достаточна. Для плит, окаймленных по контуру балками, полученные значения изгибающих моментов для средних пролетов и на средних опорах можно уменьшить на 20% за счет арочного эффекта (распора), если $h/l_0^P \geq 1/30$.

Схема 1. Расчет прочности нормальных сечений прямоугольного элемента с одиночной арматурой в среднем пролете на средних опорах

1. Задаются видом бетона (тяжелым) и классом (В15–В20). Коэффициент γ_{sl} можно принять равным 1,0. Назначают класс арматуры (для плиты – В500).

2. По прил. 1 и 2 определяют соответственно R_s и R_s , $E_s=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

3. Находят рабочую высоту сечения $h_0 = h - a$, где h – высота сечения элемента, для плиты $a = 1-1,5 \text{ см}$.

$$4. \text{ Определяют величину } A_0 = \frac{M_{sp}}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$$

5. По прил. 3 по A_0 находят ξ и η .

$$6. \text{ Определяют } \xi_R = \frac{0.8}{1 + \frac{R_s}{0.0035 E_s}}$$

Проверяют условия: $\xi \leq \xi_R$; $\xi \leq 0,35$.

7. Требуемая площадь арматуры

$$A_s = \frac{M_{sp}}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s}$$

Конструктивный расчет плиты выполняется для ее полосы шириной $b = 100 \text{ см}$. Армирование плит целесообразно выполнять рулонными сварными сетками, которые раскатывают перпендикулярно второстепенным балкам. Ширину сеток A назначают в пределах 1,5–3,0 м из условия их оптимального размещения с нахлесткой не менее 10 см. Так при шаге колонн 5,6 м можно принять две сетки шириной 2,9 м. Можно принять как стандартные рулонные сетки, так и сетки индивидуального изготовления.

Сетку подбирают для среднего пролета в зависимости от полученной по схеме 1 при $M = M_{sp}$ требуемой площади рабочей арматуры A_s . Вначале задаются числом стержней на 1 м из расчета,

чтобы расстояние D между ними находилось в пределах 50–200 мм. Обычно назначают 5–10 стержней. По прил. 4 при известной площади арматуры A_s и числе стержней определяют их диаметр D .

Например: из расчета $A_s = 1,12 \text{ см}^2$; назначаем шаг стержней сетки 10 см, значит для рассчитанной полосы плиты шириной 1 м необходимо 10 стержней. По прил. 4 назначаем 10 Ø 4 B500 ($A_s = 1,26 \text{ см}^2$).

Диаметр d и шаг S поперечных стержней сетки назначают по конструктивным требованиям: отношение $d/D \geq 0,3$, $S \leq 20$ см; площадь поперечной арматуры сетки $A_{sv} \geq 0,1A_s$. Здесь будет достаточно принять Ø3 B500, $S = 200$. Принятая сетка маркируется следующим образом:

$$C \frac{D-u}{d-u} A \cdot L \frac{c_1-c_2}{\kappa},$$

где C – индекс сетки;

D, d – диаметры и классы соответственно продольных и поперечных стержней;

u и u – то же, их шаг;

A – ширина сетки;

L – длина сетки;

c_1 и c_2 – длины свободных концов продольных стержней;

κ – то же, поперечных.

Если при проектировании какие-либо параметры сетки принимаются произвольными, в маркировке указываются только буквенные обозначения. Для рассмотренного примера марка сетки

$$Cl \frac{4B500-100}{3B500-200} 2900 \cdot L \frac{c_1-c_2}{\kappa}$$

Затем определяют требуемую площадь арматуры для крайнего пролета по схеме I при $M = M_{\varphi}$. Так как $M_{\varphi} > M_{\tau}$, в крайнем пролете площадь рабочей арматуры больше, чем в среднем. Обычно сетку, подобранную для среднего пролета, раскатывают и на крайний, который армируют еще и дополнительной сеткой с таким расчетом, чтобы суммарная площадь рабочей арматуры основной (Cl) и дополнительной (C2) сеток была не ниже требуемой для крайнего пролета.

Например: из расчета в крайнем пролете $A_s = 1,87 \text{ см}^2$; требуемая площадь дополнительной сетки: $1,87 - 1,26 = 0,61 \text{ см}^2$. При шаге стержней 20 см (5 стержней на 1 м) по прил. 4 принимаем 5 Ø 4 B500,

($A_s = 0,63 \text{ см}^2$). Марка сетки (с поперечной рабочей арматурой, так как она раскатывается перпендикулярно второстепенным балкам):

$$C2 \frac{3B500 - 200}{4B500 - 200} 2500 \cdot L \frac{c_1 - c_2}{\kappa}$$

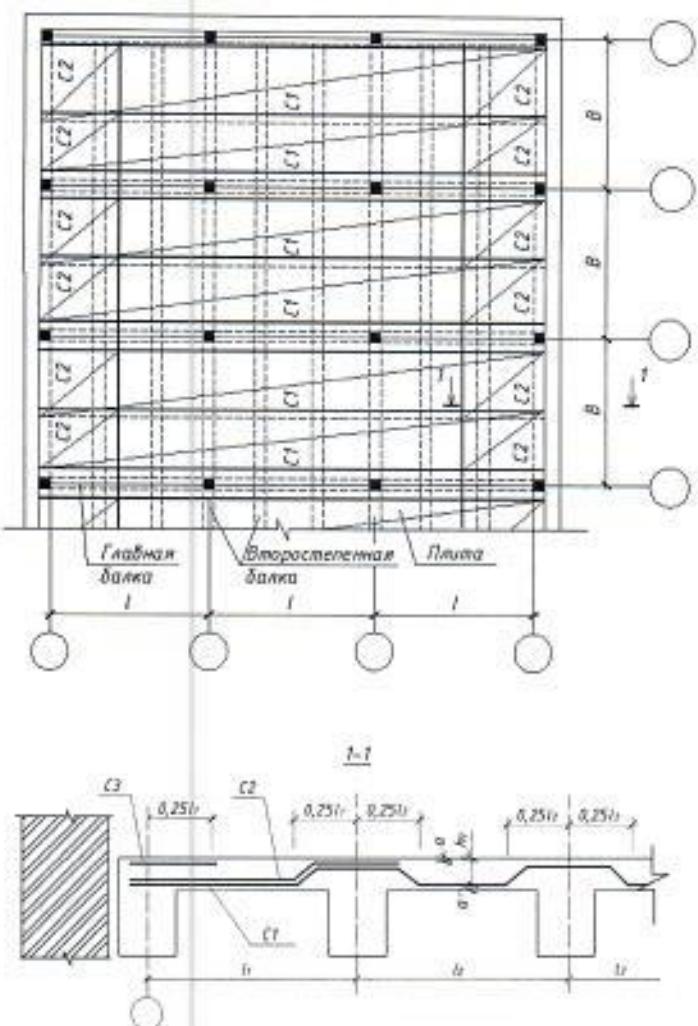


Рис. 4. Схема армирования плиты рулонными сетками

Сетку С-3 на крайней опоре устанавливают конструктивно. Расположение сеток в плите должно соответствовать эпюре изгибающих моментов. Пример непрерывного армирования рулонными сетками с продольной рабочей арматурой приведен на рис.4.

По результатам расчета и конструирования плиты в пояснительной записке составляют эскиз армирования с указанием основных размеров, привязок и марок сеток.

3. Расчет и конструирование второстепенной балки

Второстепенную балку рассчитывают как неразрезную многопролетную, загруженную равномерно распределенной нагрузкой. Основные размеры балок: ширину b_{ss} и высоту h_{ss} устанавливают при компоновке перекрытия.

Расчетные пролеты второстепенных балок принимают равными расстоянию в свету между главными балками

$$l^{ss} = B - \sigma_{ss},$$

где σ_{ss} – ширина главной балки;

B – шаг колонн.

Расчетная нагрузка на балку от веса перегородок, пола, плиты и второстепенной балки

$$g^{ss} = g \cdot l_{sp} + \sigma_{ss} (h_{ss} - h_v) \cdot \gamma_e \cdot \gamma_f.$$

Расчетная временная нагрузка на балку

$$p^{ss} = p \cdot l_{sp}.$$

Полная расчетная нагрузка на балку

$$q^{ss} = g^{ss} + p^{ss},$$

где g – расчетная нагрузка вот веса перегородок, пола и плиты, КПа

(из табл. 1);

h_v – толщина плиты;

γ_e – объемный вес железобетона, $\gamma_e = 25 \text{ кН/м}^3$;

γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, $\gamma_f = 1,1$.

Максимальные изгибающие моменты в балках с равными или отличающимися не более чем на 20% пролетами, загруженными равномерно распределенной нагрузкой, определяют с учетом перераспределения усилий при $\xi \leq 0,35$ по следующим формулам:

в крайнем пролете

$$M_{ap} = \frac{q^{as} \cdot (l^{as})^2}{11};$$

на первой промежуточной опоре

$$M_a = -\frac{q^{as} \cdot (l^{as})^2}{14};$$

в средних пролетах и на средних промежуточных опорах

$$M_{op} = \pm \frac{q^{as} \cdot (l^{as})^2}{16},$$

Поперечные силы принимаются равными:

на крайней опоре

$$Q_A = 0,4 \cdot q^{as} \cdot l^{as};$$

на первой промежуточной опоре слева

$$Q_B = -0,6 \cdot q^{as} \cdot l^{as};$$

на первой промежуточной опоре справа и у всех остальных опор

$$Q_C = 0,5 \cdot q^{as} \cdot l^{as}.$$

Соблюдая условие $\xi \leq 0,35$ и, соответственно $A_0 \leq 0,289$, вычисляется целесообразная рабочая высота второстепенной балки

$$h_0^{as} = \sqrt{\frac{M_{ap}}{A_0 \cdot R_s \cdot s_{as}}}$$

С учетом необходимой толщины защитного слоя бетона по формуле $h_{as}^{tp} = h_0^{tp} + a$ получаем требуемую полную высоту балки h_{as} , принимая ее кратной 5 см. Здесь можно принять $a = 3$ см. Определяется h_0 для принятой высоты балки.

Расчетная схема

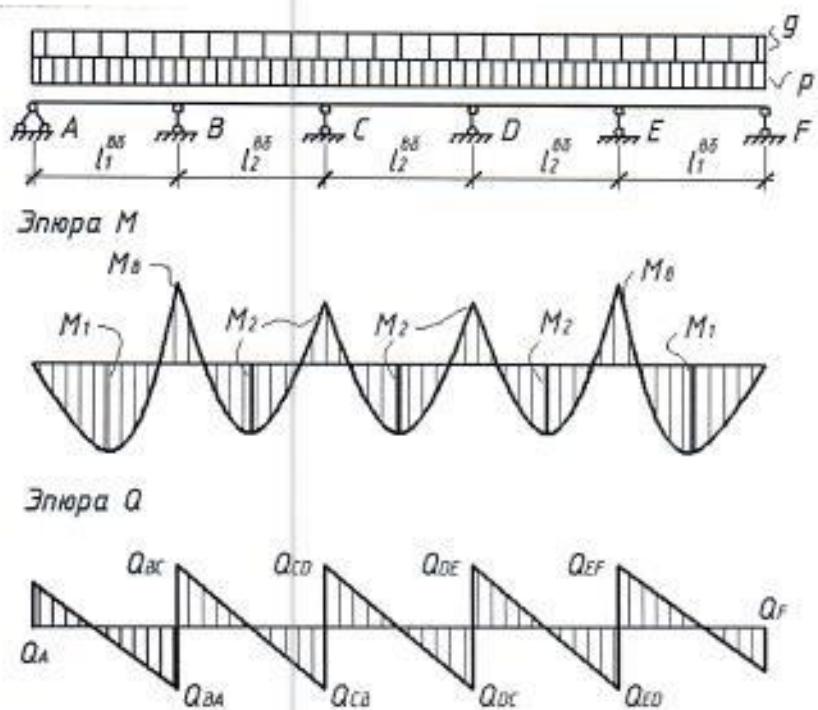


Рис. 5. Характер эпюр усилий во второстепенной балке

Устанавливают ширину полки, вводимой в расчет, принимая наименьшее из трех значений:

- 1) не более шага второстепенных балок $a'_j \leq l_{op}$;
- 2) не более суммы ширины балки и трети ее пролета $a'_j \leq a_{op} + \frac{1}{3}l^{op}$;
- 3) не более суммы ширины балки и 12 толщин полки при $h'_j \leq 0,1 \cdot h_{op}$, т.е. $a'_j \leq a_{op} + 12h'_j$, где h'_j – толщина плиты.

Конструктивный расчет второстепенной балки включает расчет прочности ее нормальных и наклонных сечений.

Расчет прочности нормальных сечений в пролетах может быть выполнен без учета сжатой арматуры, т.е. как изгибающего элемента таврового профиля с одиночным армированием. Сечения на первой и средней промежуточных опорах рассчитываются на действие отрицательных изгибающих моментов как прямоугольные с шириной b_{sf} по схеме 1. Верхнее армирование второстепенных балок на опорах осуществляют рулонными или плоскими сварными сетками с поперечной рабочей арматурой, раскатываемыми или раскладываемыми вдоль главных балок (рис. 6).

Сечения в первом и средних пролетах рассчитываются на действие положительных изгибающих моментов как тавровые по схеме 2.

Схема 2. Расчет прочности нормальных сечений элементов таврового профиля с одиночной арматурой

1. Выполняют пп. 1–3 по схеме 1.

2. Если $M \leq R_s \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f)$ – нейтральная ось находится в полке, сечение рассчитывают как прямоугольное шириной b'_f , т.е. выполняют пп. 4–7 по схеме 1.

3. Если $M > R_s \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f)$ – нейтральная ось проходит в ребре; сечение рассчитывают как тавровое в соответствии с пп. 4–7 схемы 2 с шириной полки b'_f и шириной ребра $b = b_{sf}$.

4. Определяют

$$A_0 = \frac{M - R_s(b'_f - b_{sf})h'_f(h_0 - 0,5h'_f)}{R_s \cdot b_{sf} \cdot h_0^2}$$

5. По прил. 3 в зависимости от A_0 находят ξ .

6. Проверяют условие $\xi < \xi_R$. Здесь $\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{R_s}{0,0035E_s}}$; $R_s = 355 \text{ MPa}$;

$E_s = 2 \cdot 10^3 \text{ MPa}$. Для обеспечения перераспределения усилий нужно соблюдать еще и условие $\xi \leq 0,35$.

7. Требуемая площадь арматуры

$$A_s^{np} = \left[\xi \cdot b_{sf} \cdot h_0 + (b'_f - b_{sf})h'_f \right] \frac{R_s}{E_s}$$

8. По сортаменту (прил. 4) принимают 2 стержня нужного диаметра.

Армирование пролетных сечений второстепенных балок выполняют горячекатаной стержневой арматурой периодического профиля класса A400 или A500. Число рабочих продольных стержней принимается, как правило, равным двум.

Расчет прочности наклонных сечений необходимо выполнить для трех максимальных значений поперечных сил в балке: на крайней и первой промежуточной опоре.

Этот расчет рекомендуется выполнять по схеме 3.

Схема 3. Расчет прочности наклонных сечений элемента на действие поперечной силы

1. По прил. I определяют значение R_{st} .
2. Назначают класс поперечной арматуры и по прил. 2 определяют R_{st} .
3. Назначают количество каркасов (количество поперечных стержней в одном сечении): для второстепенной балки – 2; диаметр стержней: в сварных каркасах – 0,25 диаметра продольной арматуры.
4. По прил.4 определяют A_s – площадь всех поперечных стержней в одном сечении.
5. Поперечная сила, воспринимаемая бетоном сжатой зоны

$$Q_c = 0,5R_{st}b_{st}h_0.$$

Если $Q_c \geq Q$ - хомуты по расчету не требуются и устанавливаются конструктивно (см. п. 9), расчеты по п. 6-8 не выполняются.

6. При $Q_b < Q$, погонная нагрузка на хомуты

$$g_e = \frac{Q - Q_c}{h_0} \geq 0,25R_{st} \cdot b_{st}.$$

7. Шаг хомутов по расчету $S = \frac{R_{st} \cdot A_s}{g_e}$.

8. Шаг хомутов из условия, чтобы трещина не прошла между хомутами

$$S_{\text{max}} = \frac{R_{st} \cdot b_{st} \cdot h_0^2}{Q}.$$

9. Шаг хомутов по конструктивным требованиям

$$S_e \leq 0,5h_0; S_e \leq 300 \text{ мм.}$$

Из четырех значений S_o по пл. 7 – 9 принимают меньшее; в средних четвертях пролета S_o может быть увеличен в 2 раза, но не более $0,75h$ и не более 500 мм.

При конструировании второстепенных балок необходимо выполнение следующих основных положений.

В качестве поперечной арматуры балок следует преимущественно принять арматурную сталь класса A400 или A500 и обыкновенную проволоку Ø3-5 мм класса B500 (в сварных сетках и каркасах). Допускается применять сталь класса A240.

Диаметр продольной рабочей арматуры назначают 12–32 мм (d), конструктивной – 10 мм и выше (d_1) – (рис. 6).

Диаметр поперечной арматуры в сварных сетках и каркасах принимается по расчету в пределах 3–10 мм, но не менее $0,25d$ для качественной сварки с продольной арматурой.

Плоские каркасы второстепенных балок объединяют в пространственные приваркой горизонтальных стержней Ø6A240, или проволокой Ø5B500 с шагом 60 см.

Продольную рабочую арматуру заводят за грань свободной опоры на расстоянии не менее $10d$, где d – диаметр арматуры. У главной балки продольную арматуру второстепенной обрывают. Соединение каркасов разных пролетов по длине осуществляют дополнительными стержнями диаметром d_2 , не менее $0,5d$ и 10 мм.

Опорные сечения армируют горизонтальными верхними сетками C6 и C7 с поперечной рабочей арматурой. Сетки раскатывают или раскладываются вдоль главных балок или наружных стен и заводят за ось опоры в сторону пролета на расстояние $1/3B$.

По результатам расчета и конструирования второстепенной балки в пояснительной записке должен быть представлен эскиз армирования с указанием всех необходимых размеров, привязок, марок сеток, диаметра, класса и шага арматурных стержней. Пример приведен на рис. 6.

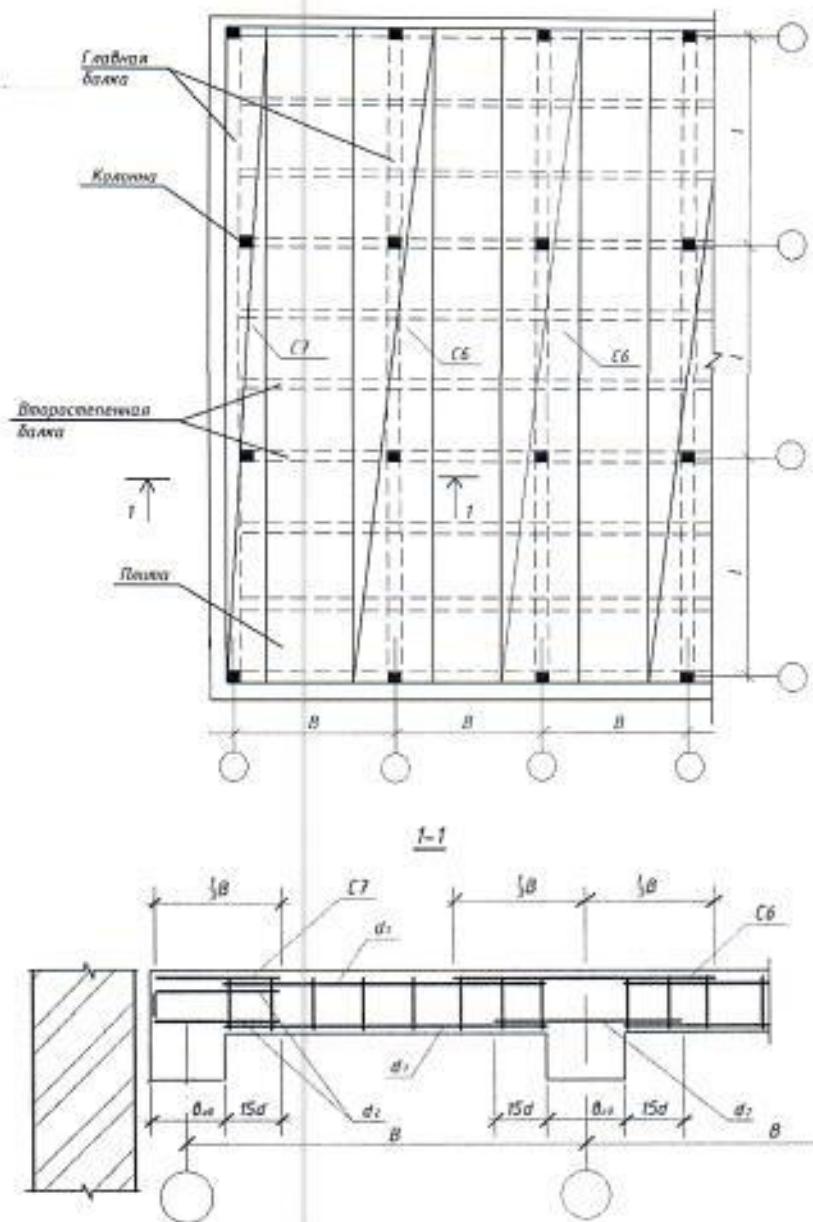


Рис. 6. Схема армирования второстепенной балки

4. Оформление графической части работы

В графической части РГЗ нужно представить рабочие чертежи разработанных конструкций перекрытий в монолитном (плиты и второстепенной балки) варианте. На рабочих чертежах нужно также привести планы перекрытий, стыки, сопряжения, узлы и детали конструкций.

При оформлении графической части РГЗ нужно руководствоваться требованиями: ГОСТ Р 21-1501-92 и ГОСТ Р 21-1101-92. Следует иметь в виду, что в учебниках и пособиях обычно приведены не рабочие чертежи конструкций, а эскизы и рисунки, поясняющие текст.

При выполнении рабочих чертежей железобетонных конструкций нужно соблюдать соотношение толщин линий, которое принято для изображения: S – ненапрягаемой арматуры (рабочей, монтажной, распределительной); $0,5 \cdot S$ – контуров железобетонного элемента; $0,25 \cdot S$ – осевых, размерных и выносных линий, где S – толщина основной сплошной линии, равная 0,6 – 1,4 мм.

Рабочие чертежи состоят из видов (опалубочных чертежей), разрезов, узлов, деталей, схем армирования и конструкций арматурных и закладных изделий.

На опалубочных чертежах монолитных конструкций указывают: контуры, габаритные размеры, разбивочные оси, отметки, привязки к осям, маркировку монолитных конструкций и т.д.

На схемах армирования нужно показать контуры и габаритные размеры элемента, величину защитного слоя бетона, размещение арматурных сеток и каркасов с обязательной их маркировкой и привязкой.

В каркасах с несимметричным армированием указывают их характерные особенности (как правило, положение рабочей арматуры). При возможности опалубочные чертежи и схемы армирования совмещают.

Арматурные изделия вычерчивают, как правило, отдельно: на них к каждому стержню делают выноску с указанием количества (или шага) стержней, их диаметра, класса стали и длины. Если на элемент составляют спецификацию, то на разрезах показывают позицию и полные сведения об арматуре, а на чертежах арматурных изделий и схемах армирования – только позицию.

При изображении сеток и каркасов обычно показывают только 1-2 крайних стержня (или контуры сетки) и стержни в местах изменения их диаметра и шага, места перегибов. Сетки заводского изготовления можно не вычерчивать, а сделать ссылку с указанием их марки и размеров. При необходимости на чертежах приводят пояснительные надписи.

Элементами рабочих чертежей конструкций являются следующие:

1. Маркировочная схема междуэтажного перекрытия в монолитном варианте, с маркировкой элементов монолитного перекрытия и основными размерами.
 2. Конструкция плиты монолитного перекрытия ($M 1:20$ или $1:50$). Достаточно показать только разрез со схемой армирования.
 3. Конструкция второстепенной балки монолитного перекрытия ($M 1:20$ или $1:50$). Вид и схему армирования можно совместить, а поперечные разрезы балки, план раскладки сеток и конструкции арматурных каркасов следует привести отдельно.
 4. Спецификация арматуры на один элемент. В расчетно-графическом задании ее достаточно составить только на второстепенную балку. Рекомендуется упрощенная форма спецификации — групповая по ГОСТ Р 21.1501-92, которая приведена на рис. 7.

Спецификация спектра

Основные данные конструкции						
Масса изделия	Поз. дет.	Назначение	Кол.	Масса 1 дет., кг	Масса изделия, кг	
15	10	50	10	15	15	

Рис. 7. Форма групповой спецификации арматуры

В графе «Марка изделия» указывают обозначенную на чертежах марку сетки или каркаса. Для стержней, которые не объединяются в каркас, обозначают: «отдельные стержни».

В графе «Позиция детали» указывают номер позиции стержня.

В графе «Наименование» записывают геометрические параметры детали, класс арматуры; например: Ø16 A400, $l = 3050$.

В графе «Количество» нужно указать количество стержней (деталей) в одном изделии, а в графе «Масса 1 детали» — массу в килограммах, определенную путем умножения указанной в сортаменте массы одного погонного метра стержня панного диаметра на его длину в метрах.

В графе «Масса изделия» приводят массу каркаса, сетки, закладной детали в килограммах, значение которой получают как сумму произведений массы каждой детали, входящей в изделие, на их количество.

В предпоследней строке спецификации делают запись «Материалы», а в последней — Бетон тяжелый класса В — и указывают класс.

5. Показатели на 1 элемент (выборку материалов) нужно выполнить только для второстепенной балки в форме таблицы, приведенной на рис.8. Следует иметь в виду, что в состав второстепенной балки входят участки

плиты в пределах половины расстояния в свету между второстепенными балками.

Номер элемента	Класс бетона	Объем бетона, м ³	Масса, т	Расход стали	
				всего, кг	кг/м ³
25	20	20	20	20	20

Рис. 8. Форма таблицы показателей на один элемент

Заполнение первых трех граф таблицы несложно и в комментариях не нуждается. Вес конструкции определяют умножением ее объема в кубометрах на объемный вес железобетона, равный 2,5 т/м³. Полный расход стали вычисляют суммированием произведений массы каждого изделия (из последней графы спецификации) на количество изделий в конструкции и вносят в графу «Расход стали. Всего, кг». Расход стали в килограммах на кубометр определяют делением полного расхода стали на объем бетона.

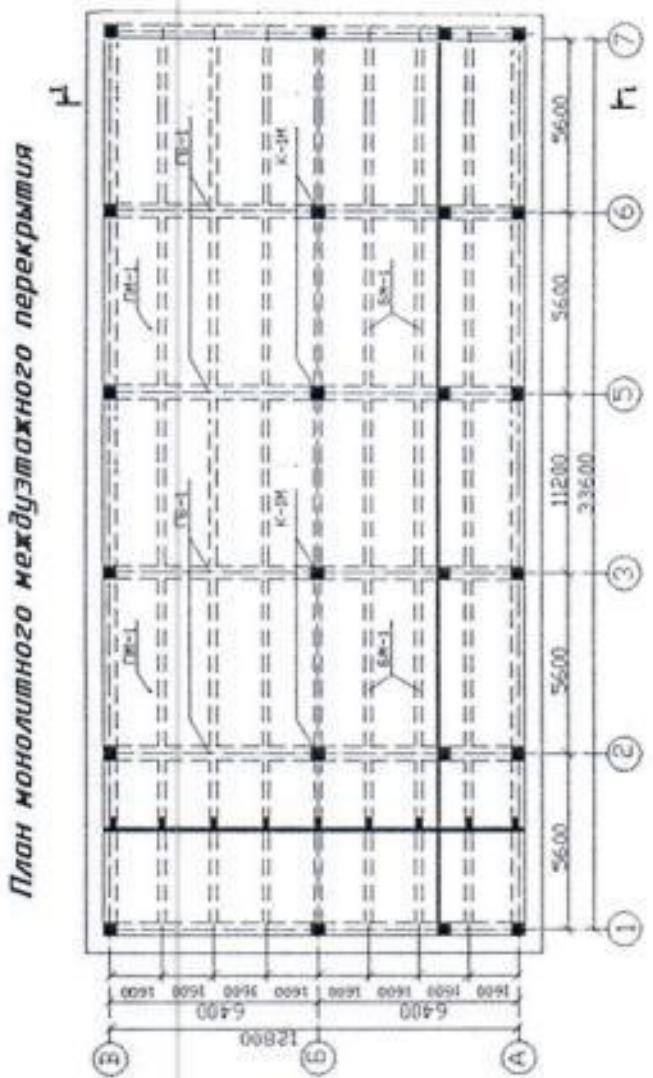
6. Примечания. В этом разделе приводят информацию, отсутствующую на чертежах. Как правило, здесь указывают величину временной нагрузки на перекрытие, класс и вид бетона запроектированных конструкций, способ изготовления каркасов и сеток, другие указания по изготовлению запроектированных конструкций.

7. Угловой штамп расчетно-графической работы (рис. 16). Приводится на каждом листе чертежей.

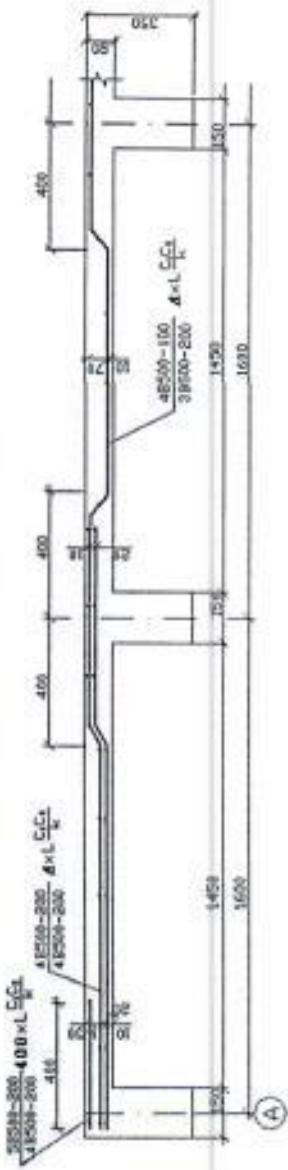


Рис. 9. Угловой штамп РГЗ по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции».

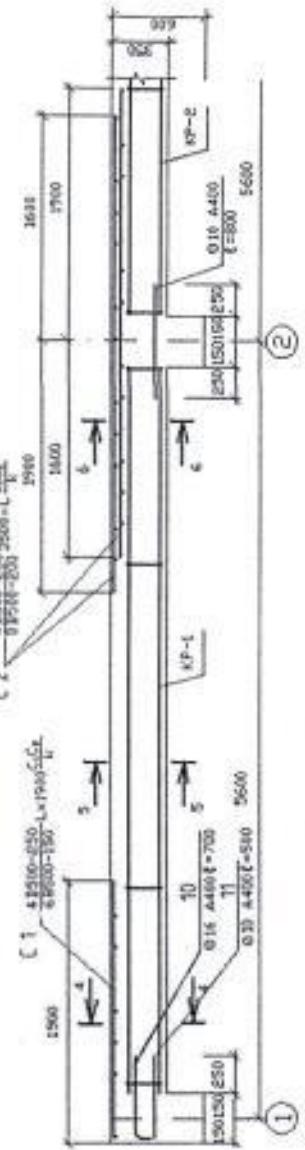
5. Пример выполнения графической части РГЗ



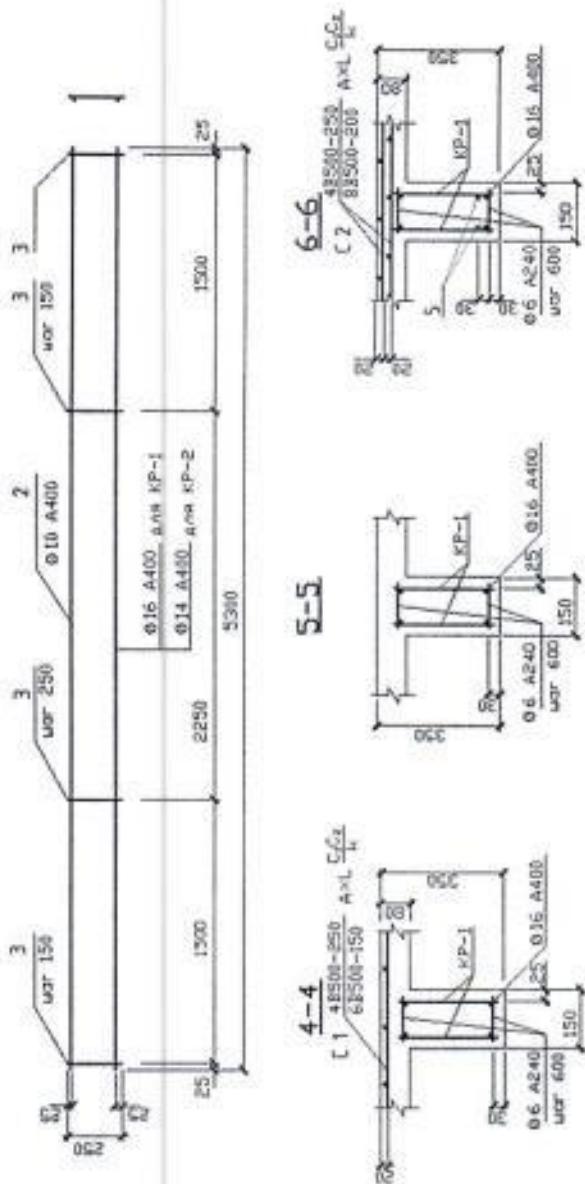
АРМИРОВАНИЕ МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ ГМ-1



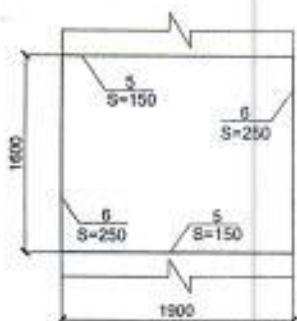
АРМИРОВАНИЕ МОНОЛИТНОЙ БАЛКИ ЕМ-1



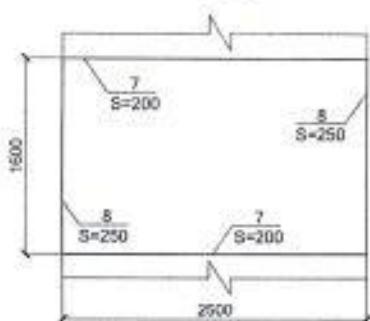
KP-1, KP-2,



С 1



С 2



Спецификация арматуры второстепенной балки

Марка изделия	Позиция детали	Наименование	Коли-чество	Масса одной дет., кг	Масса изделия, кг	
Кр 1 шт.2	1	Ø16 A400, l = 5300	1	8,36	28,0	
	2	Ø10 A400, l = 5300	1	3,27		
	3	Ø6 A240, l = 250	35	0,06		
	4	Ø6 A240, l = 130	9	0,03		
С1 шт.1	5	Ø6 B500, l = 1900	11	0,42	5,82	
	6	Ø4 B500, l = 1600	8	0,15		
С2 шт.1	7	Ø8 B500, l = 2500	9	0,99	21,12	
	8	Ø4 B500, l = 1600	11	0,15		
Отд. стержни	9	Ø10 A400, l = 800	2	0,50	3,84	
	10	Ø16 A400, l = 700	2	1,11		
	11	Ø10 A400, l = 500	2	0,31		
Материалы						
Бетон тяжелый класса В20						

Показатели на один элемент

Марка элемента	Класс бетона	Объем бетона, м ³	Масса, т	Расход стали	
				всего, кг	кг/м ³
БМ-1	В20	0,943	2,359	58,78	62,33

Примечания

1. Все конструкции рассчитаны на временную нагрузку на перекрытии, равную 200 кг/м².
2. Все каркасы и сетки запроектированы сварными, контактной точечной сваркой.
3. Все материалы для железобетонных конструкций проверить на наличие радиоактивности.
4. Движение людей по забетонированным конструкциям и установка опалубки вышеперечисленных конструкций допускается после достижения бетоном прочности не менее 2,5 МПа.
5. Минимальная прочность бетона незагруженных монолитных конструкций при распалубке плит и второстепенных балок – не менее 70 % от проектной.
6. Все монолитные конструкции запроектированы из тяжелого бетона класса B20.
7. При производстве и приемке работ по устройству монолитного перекрытия руководствоваться требованиями СП 70.13.330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

Приложения

Приложение I

Расчетные сопротивления и начальные модули упругости тяжелого бетона

Вид сопротивления	Бетон	Класс бетона по прочности на сжатие								
		B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50
Сжатие осевое (призменная прочность) R_d , МПа	Тяжелый и мелкозернистый	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5
	Легкий	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	—	—
Растяжение осевое R_u , МПа	Тяжелый, мелкозернистый, легкий	0,66	0,75	0,90	1,05	1,15	1,30	1,40	1,50	1,60
Начальный модуль упругости бетона E_0 , МПа	Тяжелый Мелкозернистый группы: А – естественного твердения Б – автоклавного твердения	21500 17500 -	24000 19500 16500	27500 22000 18000	30000 24000 19500	32500 26000 21000	34500 27500 22000	36000 28500 23000	37000 — 23500	38000 — 24000

Нормативные и расчетные сопротивления, модули упругости арматуры

Класс арматуры	Нормативное сопротивление R_f^n , МПа	Расчетные сопротивления, МПа			Модуль упругости E_s , МПа
		растяжение		сжатию R_{sc}	
продольной и отогнутой R_t	поперечной и отогнутой R_{tx}				
A240	240	210	170	200	200 000
A400	400	350	280	355	200 000
A500	500	435	300	435	200 000
A600	600	520	—	400	200 000
A800	800	695	—	400	200 000
A1000	1000	870	—	400	200 000
B500	500	435	300	390	200 000
Bp500	500	415	—	360	200 000
Bp1200	1200	1000	—	400	200 000
Bp1300	1300	1070	—	400	200 000
Bp1400	1400	1170	—	400	200 000
Bp1500	1500	1250	—	400	200 000
K1400	1400	1215	—	400	195000
K1500	1500	1300	—	400	195000
K1600	1600	1390	—	400	195000
K1700	1700	1475	—	400	195000

Приложение 3

Вспомогательная таблица для расчета нормальных сечений изгибаемых элементов прямоугольного профиля

$\xi = x / h_0$	$\eta = z_0 / h_0$	A_0	$\xi = x / h_0$	$\eta = z_0 / h_0$	A_0
0,01	0,995	0,010	0,37	0,815	0,301
0,02	0,990	0,020	0,38	0,810	0,309
0,03	0,985	0,030	0,39	0,805	0,314
0,04	0,980	0,039	0,40	0,800	0,320
0,05	0,975	0,048	0,41	0,795	0,326
0,06	0,970	0,058	0,42	0,790	0,332
0,07	0,965	0,067	0,43	0,785	0,337
0,08	0,960	0,077	0,44	0,780	0,343
0,09	0,955	0,085	0,45	0,775	0,349
0,10	0,950	0,095	0,46	0,770	0,354
0,11	0,945	0,104	0,47	0,765	0,359
0,12	0,940	0,113	0,48	0,760	0,365
0,13	0,935	0,121	0,49	0,755	0,370
0,14	0,930	0,130	0,50	0,750	0,375
0,15	0,925	0,139	0,51	0,745	0,380
0,16	0,920	0,147	0,52	0,740	0,385
0,17	0,915	0,155	0,53	0,735	0,390
0,18	0,910	0,164	0,54	0,730	0,394
0,19	0,905	0,172	0,55	0,725	0,399
0,20	0,900	0,180	0,56	0,720	0,403
0,21	0,895	0,188	0,57	0,715	0,408
0,22	0,890	0,196	0,58	0,710	0,412
0,23	0,885	0,203	0,59	0,705	0,416
0,24	0,880	0,211	0,60	0,700	0,420
0,25	0,875	0,219	0,61	0,695	0,424
0,26	0,870	0,226	0,62	0,690	0,428
0,27	0,865	0,236	0,63	0,685	0,432
0,28	0,860	0,241	0,64	0,680	0,435
0,29	0,855	0,248	0,65	0,675	0,439
0,30	0,850	0,255	0,66	0,670	0,442
0,31	0,845	0,262	0,67	0,665	0,446
0,32	0,840	0,269	0,68	0,660	0,449
0,33	0,835	0,275	0,69	0,655	0,452
0,34	0,830	0,282	0,70	0,650	0,455
0,35	0,825	0,289			
0,36	0,820	0,295			

Сортамент арматуры

Диаметр, мм	Расчетные площади поперечного сечения, см ² , при числе стержней										Масса, кг	Диаметр, мм	Сортамент горячекатаной арматуры периодического профиля из стали классов						Сортамент арматурной проволоки	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			A240	A400	A500	A600	A800	A1000	B500	B1200–B1500
3	0,071	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,71	0,052	3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0,126	0,25	0,38	0,50	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13	1,26	0,092	4	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0,196	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	0,144	5	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,42	1,70	1,98	2,26	2,55	2,83	0,222	6	×	—	—	—	—	—	—	—
7	0,385	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85	0,302	7	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	5,03	0,395	8	×	—	—	—	—	—	—	—
9	0,636	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	6,36	0,499	9	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	0,617	10	×	—	—	—	—	—	—	—
12	1,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	0,888	12	×	—	—	—	—	—	—	—
14	1,539	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	15,39	1,208	14	×	—	—	—	—	—	—	—
16	2,011	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11	1,578	16	×	—	—	—	—	—	—	—
18	2,545	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,90	25,45	1,998	18	—	—	—	—	—	—	—	—
20	3,142	6,28	9,42	12,56	15,71	18,85	21,99	25,14	28,28	31,42	2,466	20	—	—	—	—	—	—	—	—
22	3,801	7,60	11,40	15,20	19,00	22,81	26,61	30,41	34,21	38,01	2,984	22	—	—	—	—	—	—	—	—
25	4,909	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,13	49,09	3,853	25	—	—	—	—	—	—	—	—
28	6,158	12,32	18,47	24,63	30,79	36,95	43,10	49,26	55,42	61,58	4,834	28	—	—	—	—	—	—	—	—
32	8,042	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42	6,313	32	—	—	—	—	—	—	—	—
36	10,18	20,36	30,54	40,72	50,90	61,08	71,26	81,44	91,62	101,80	7,990	36	—	—	—	—	—	—	—	—
40	12,52	25,12	37,68	50,24	62,80	75,36	87,92	100,48	113,04	125,60	9,870	40	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание: знаком × отмечены прокатываемые профили

Библиографический список

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. - М.2012-155с.
2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. — М.: 2011. — 79 с.
3. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб.для вузов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1991. — 767 с.
4. Голышев, А.Б. Проектирование железобетонных конструкций: справочное пособие / под ред. А.Б. Голышева.— Киев: Будівельник, 1990.— 544с.
5. Смоляго Г.А. Основы курса "Железобетонные и каменные конструкции": учеб. Пособие / Г.А. Смоляго, В.И. Дронов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 203 с.
6. ГОСТ 21.1101–92. СПДС. Основные требования к рабочей документации. Введ. 01.01.1993. — М.: ГП ЦПП, 1993. — 24 с.
7. ГОСТ 21.1501–92. СПДС. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей. Введ. 01.07.1993. — М.: ГП ЦПП, 1996. — 58 с.

Оглавление

Общие положения	3
Задание к выполнению РГЗ по дисциплине "ЖБК"	5
Расчет и конструирование монолитного междуетажного перекрытия	6
1. Выбор и обоснование конструктивного решения	6
2. Расчет и конструирование плиты перекрытия.....	7
3. Расчет и конструирование второстепенной балки	13
4. Оформление графической части работы	20
5. Пример выполнения графической части РГЗ	23
Приложения	28
Приложение 1 Расчетные сопротивления и начальные модули упругости бетона	28
Приложение 2. Нормативные и расчетные сопротивления, модули упругости арматуры	29
Приложение 3. Вспомогательная таблица для расчета нормальных сечений изгибаемых элементов прямоугольного профиля	30
Приложение 4. Сортамент арматуры	31
Библиографический список.....	32