

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт строительства и архитектуры

Кафедра железобетонных и каменных конструкций

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине

«Проектирование железобетонных конструкций»

Тема:

« *Расчет плоской плиты перекрытия* »

Выполнил обучающийся

(институт (филиал), курс, группа, Ф.И.О.)

Преподаватель

к.т.н., доц. Малахова А.Н.

(ученое звание, ученая степень, должность, Ф.И.О.)

г. Москва

2020 г

Задание. В соответствии с исходными данными (таблица 1) построить расчетную модель (рис.1) перекрытия. Толщину и материалы для плиты назначить самостоятельно. Построить расчетную модель. Выполнить расчет: подобрать арматуру и показать эскиз армирования на плане, а также в поперечном сечении плиты и привести спецификацию материалов; определить прогиб и ширину раскрытия трещин и сравнить полученные значения с допустимыми.

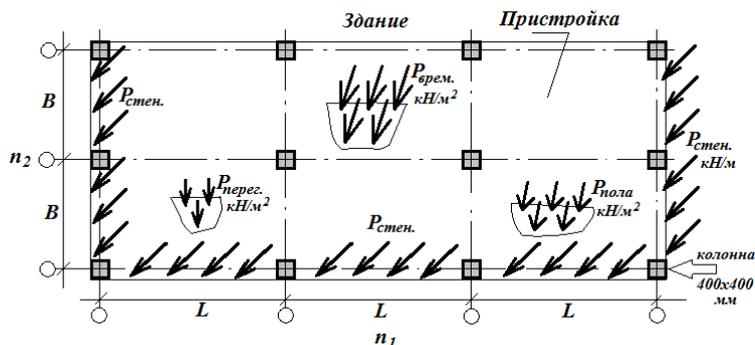


Рис.1. Размеры плиты перекрытия в плане и схема приложения нагрузок.

Таблица 1

№	n1	n2	L, м	В, м	$P_{стен.}, \text{кН/м}$	$P_{пол.}, \text{кН/м}^2$	$P_{перег.}, \text{кН/м}^2$	$P_{врем.}, \text{кН/м}^2$
1	3	2	6,0	6	7,3	1,1	0,8	4,8

1. Построение расчетной схемы

Расчеты выполняются с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР

1.1. Построение геометрии расчетной схемы.

Признак системы – 3.

Построение плоской плиты (пластины) с использованием команды *создание плоских фрагментов и сетей*. На узлы по периметру колонны поперечного сечения колонны 0,4×0,4 м накладываются связи Z, UX, UY (команда *связи в узлах*)

1.2. Задание конструктивных параметров плиты

Толщина плоской плиты перекрытия h рекомендуется назначать в пределах 16...25 см и из условия $h=(1/30)L=(1/30) \times 6=0,2 \text{ м}=20 \text{ см}$. Класс бетона В20, класс арматуры А400. Модуль упругости $E_b=27500 \text{ МПа}$ с понижающим коэффициентом $k=0,3$ ($E_b=8250000 \text{ кН/м}^2$); коэффициент поперечных дефор-

маций $\nu=0,2$; объемный вес – 25 кН/м^3 . Используется команда *жесткости* и материалы

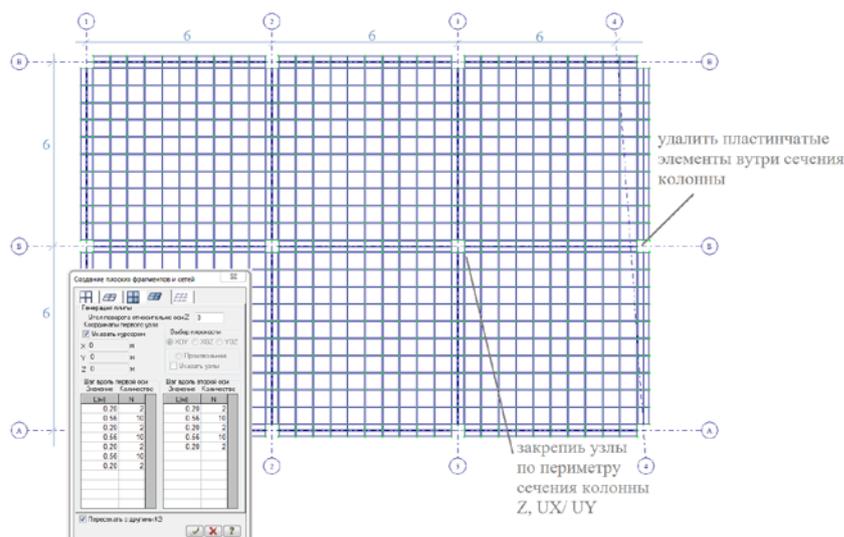


Рис.2. Геометрия и закрепление опорных узлов расчетной схемы

1.3. Приложение нагрузок.

Нагрузки прикладываются по схеме на рис.1. Расчетные значения нагрузок – по таблице 1. Используется команда *нагрузка на узлы и элементы*. Нагрузка от веса стенового ограждения прикладывается как узловая. С учетом разбивки плиты на КЭ (0,5 м) $P=0,5 \times 7,7=3,85 \text{ кН}$. По оси *B* пристройки (рис.2) также устанавливается стеновое ограждение без отделочного слоя ($P=3,85 \text{ кН}$). Остальные нагрузки прикладываются как равномерно распределенные по полю плиты

Собственный вес прикладывается через команду *добавить собственный вес*. Расчеты плиты выполняются по усилиям (среднее значение коэффициента надежности по нагрузке $\gamma_f=1,15$)

2. Результаты расчета продольной арматуры плиты

Расчет по первой группы предельных состояний (подбор арматуры)

На рисунке 3 приведены результаты подбора арматуры, наличие которой обеспечивает несущую способность плиты перекрытия (расчет по первой группе предельных состояний).

Минимальный процент армирование составляет 0,1%. При $b=100$ см и $h_0=17$ см минимальное армирование составляет $A_s=0,001 \times 100 \times 17=1,7$ см² – 8-A400 (8-A500С) с шагом 200 мм.

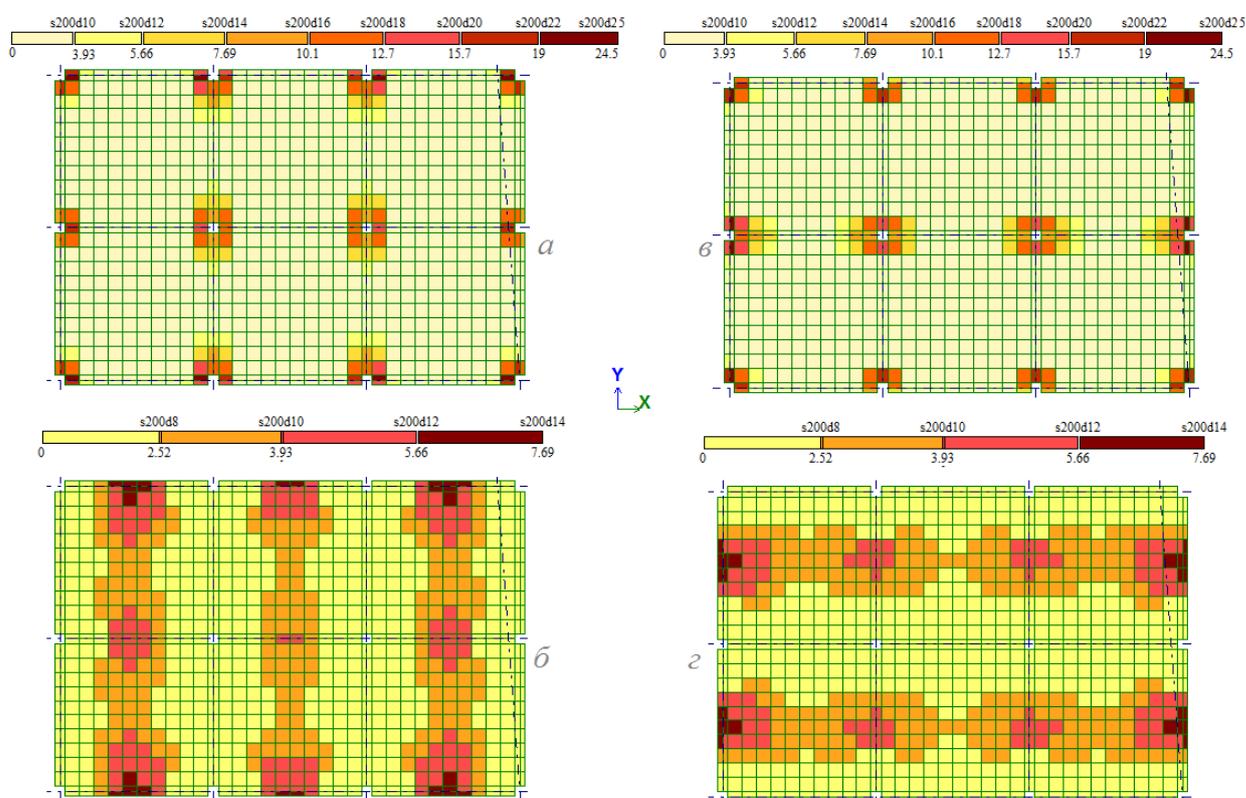


Рис.3. Результаты подбора арматуры: а – верхняя по оси X, б – нижняя по оси X, в – верхняя по оси Y, г – нижняя по оси Y

Основное армирование – сетки у верхней и нижней граней плиты из арматурных стержней 14–А400. Процент армирования $\mu\% = (7,69/100 \times 17) \times 100 = 0,45\% > 0,1\%$

Дополнительное верхнее армирование принято: $A_s(\varnothing 25) - A_s(\varnothing 14) = 24,54 - 7,69 = 16,85$ см² – 22-A400 с шагом 200 (по X и по Y).

Расчеты по второй группы предельных состояний

Расчеты включают в себя определение максимальных значений прогиба, а также ширины раскрытия трещин и сравнение полученных величин с предельно допустимыми по СП 20.13330.2016, СП 63.13330-2018.

Предельно допустимые значения прогиба плиты перекрытия не превышают предельно допустимые значения ($f = (1/200)L = 3,0$ см). На рисунке 4 – $1,78$ см $< 3,0$ см

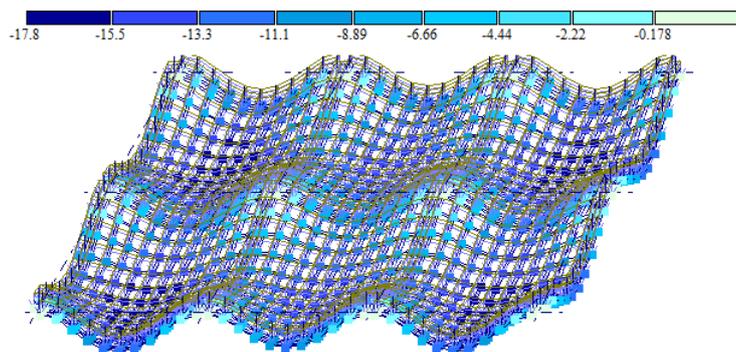


Рис.3. Мозаика относительных перемещений по Z, мм

Предельно допустимые значения ширины раскрытия трещин ($a_{\text{срс}}=0,4$ мм – кратковременное раскрытие, $a_{\text{срс}}=0,3$ мм – длительной раскрытие) в исходных данных расчета (команда *жесткости и материалы*) задаются как ограничения

3. Армирование плиты

Схема армирования плиты перекрытия продольной рабочей арматурой показана на рисунке 5.

Длина поз.1 с учетом длины одного перепуска: $18,4+0,65=19,05$ м

Длина перепуска арматуры для $d_s=14$ мм.

$$l_l = \alpha \cdot l_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} = \alpha \cdot \frac{R_s}{10 \cdot R_{bt}} d \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} = 1,2 \frac{350}{9} 14 \cdot 1 = 650 \text{ мм}$$

Количество стержней при шаге стержней 200 мм и расположения стержней у верхней и нижней граней $n=((12,4/0,2)+1) \times 2=(62+1) \times 2=126$ шт.

Длина поз.2 с учетом длины одного перепуска: $12,4+0,65=13,05$ м

Количество стержней при шаге стержней 200 мм и расположения стержней у верхней и нижней граней $n=((18,4/0,2)+1) \times 2=(92+1) \times 2=186$ шт.

Длина анкерки арматуры для $d_s=22$ мм.

$$l_{an} = \alpha \cdot l_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} = \alpha \cdot \frac{R_s}{10 \cdot R_{bt}} d \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}} = 1,0 \frac{350}{9} 22 \cdot 1 = 850 \text{ мм},$$

В зоне сопряжения плиты с колонной у верхней грани плиты устанавливаются дополнительные сетки С1, С2, С3 из арматурных стержней 22-А400 с шагом 200 мм,

Для сетки С1 длина стержней $l=0,2+0,2+0,5+0,5+0,85+0,85=3,1$ м. При этом длина стержней устанавливается по зоне их расположения на рис.4 с учетом длины анкеровки 850 мм. Количество стержней поз.3 равно $2 \times 16=32$ шт.

Для сетки С2 длина стержней поз.4 – $1,55+0,2=1,75$ м. Количество стержней поз.3 равно $1,75/0,2 \approx 9$ шт. Количество стержней поз.4 равно $3,1/0,2 \approx 16$ шт.

Для сетки С3 Количество стержней поз.4 равно $2 \times (1,75/0,2) \approx 18$ шт.

В таблице 2 приведена спецификация материалов и продольной рабочей арматуры, полученной по результатам расчета плиты перекрытия. В спецификации приведены отдельные стержни (поз.1, поз.2) основного армирования плиты и сетки С1, С2, С3 дополнительного верхнего армирования плиты перекрытия,

Вес 1 пог.м арматурных стержней $d=14$ мм составляет 1,208 кг, $d=22$ мм – 2,984 кг

Объем бетона для возведения плиты перекрытия составляет:

$$12,4 \times 18,4 \times 0,2 = 45,6 \text{ м}^3$$

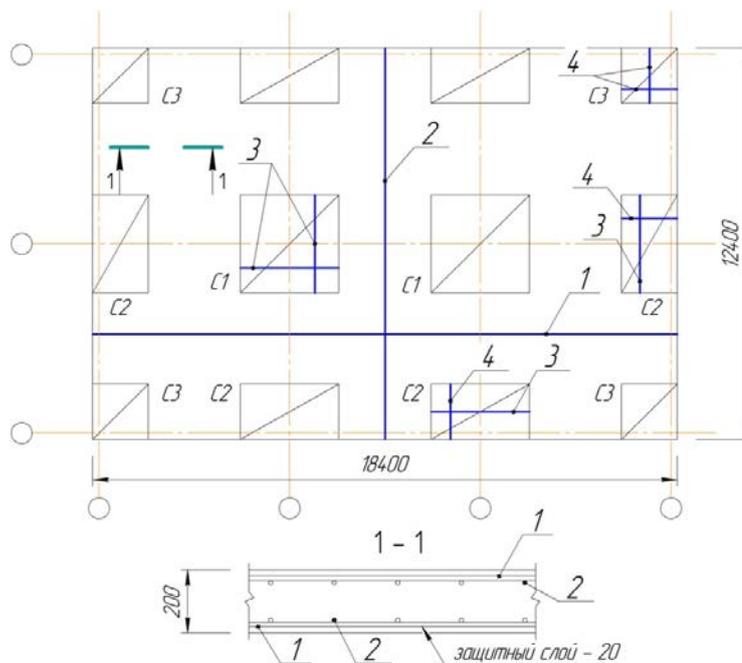


Рис.5. Схема армирования плиты перекрытия: поз.1 и поз.2 - основное армирование у верхней и нижней граней плиты; С1, С2, С3 - сетки дополнительного верхнего армирования (поз.3 и поз.4)

Таблица 2

Спецификация материалов					
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, кг	Примеч.
		<u>Стержни</u>			
1	ГОСТ 34028-2016	14-А400 l=19050	126	2899,6	
2	ГОСТ 34028-2016	14-А400 l=13050	186	2932,2	
		<u>Сетка С1 (шт.2)</u>			
3	ГОСТ 34028-2016	22-А400 l=3100	32	296 (592)	
		<u>Сетка С2 (шт.6)</u>			
3	ГОСТ 34028-2016	22-А400 l=3100	9	83,25(499,5)	
4	ГОСТ 34028-2016	22-А400 l=1750	16	83,55(501,3)	
		<u>Сетка С3 (шт.4)</u>			
4	ГОСТ 34028-2016	22-А400 l=1750	18	94 (376)	
		<u>Материалы</u>			
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В20		45,6	м ³

4. Требования к оформлению КР№1

Контрольная работа должна быть оформлена на листах формата А4 в соответствии с приведенном примером (очная форма обучения) и в виде файла размещена на учебном портале. КР должна иметь титульный лист установленного образца