

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗДАНИЯ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ

Макалада курулмалардагы жабуу плиталарынын чыңалган деформациялык абалына курулмалардын конструктивдик өзгөчөлүктөрүнүн таасир этүүсү каралган. Сандык эсептөөлөрдүн жыйынтыктары берилген.

Рассматривается влияние конструктивных особенностей здания на напряженно-деформированное состояние плит перекрытий. Приведены результаты численных расчетов.

The influence structural feature of the building on the stress-strain state of the slabs is considered. The results of numerical calculations are given.

Напряженно-деформированное состояние плит перекрытий зависит от конструктивных особенностей системы. В данной работе в качестве конструктивных особенностей рассматриваются виды соединения плит перекрытий с горизонтальными балками (жесткое и шарнирное) и типы соединения вертикальных несущих колонн с основанием (жесткое и упругое) [1-4]. Приведены результаты численных расчетов с использованием метода конечных элементов для 3 состояний системы: упругое, 1 предельное и 2 предельное.

В качестве примера рассматривается трехэтажное административное здание с размерами в плане 12х30 м (рис.1). Шаг колонн в продольном и поперечном направлении 6 м. Высота этажа 3 м. Колонны двутаврового сечения из прокатных двутавров № 40К. Ригели в обоих направлениях из прокатных двутавров № 40Б. Сталь класса С 245. Плиты перекрытий и покрытия из монолитного железобетона толщиной 20 см. Класс бетона В25.

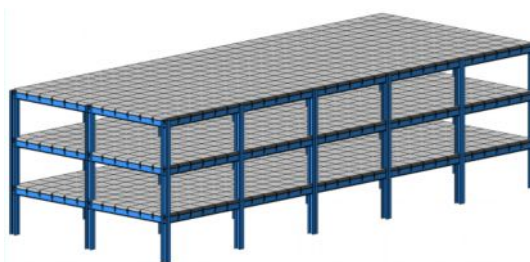


Рис.1. Расчетная схема трехэтажного здания

Математические модели 3-х состояний плит перекрытий:

1. Расчет плит перекрытий в упругом состоянии [1-4].

Для плит перекрытий расчетная схема представляет собой срединную плоскость с защемленными краями. Граничные условия по защемленному краю имеют следующий вид:

допустим левый край защемлен: при $x=0$ и при любом y должно быть $W=0$ (отсутствие прогиба) и $\frac{\partial w}{\partial x} = 0$ (отсутствие угла наклона срединной плоскости по отношению к оси ox)

(кинематические условия). Аналогично и для других краев плиты.

Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности пластины:

$$\nabla^2 \nabla^2 w = \frac{q}{D}, \quad \nabla^2 w = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2},$$

(1)

q – интенсивность внешней нормальной нагрузки; W – нормальные перемещения или прогибы точек срединной плоскости; D – цилиндрическая жесткость при изгибе пластины.

Граничные условия в зависимости от вида соединения с ригелем следующие:

А) при жестком соединении по контуру плиты вертикальные и угловые перемещения равны нулю;

Б) при шарнирном соединении по контуру прогибы и изгибающие моменты равны нулю.

2. Первое предельное состояние плит перекрытий.

Для решения задачи необходимо определить поле изгибающих и крутящих моментов M_{xx} , M_{yy} , M_{xy} , удовлетворяющие уравнениям равновесия и условиям пластичности и сообщаемое параметру нагрузки P максимальное значение:

$$\frac{\partial^2 M_{xx}}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 M_{xx}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial y \partial x} + Pq(x, y) = 0,$$

$$\Phi(M, M_{xy}, M_{yy}) < 0.$$

(2)

При этом поле моментов должно удовлетворять граничным условиям.

3. Второе предельное состояние.

Используются различные кинетически изломы плиты, превращающие ее в плоский механизм, состоящий из дисков, соединенных между собой пластическими шарнирами. Линейные пластические шарниры в плитах – это аналог вращательного шарнира в стержневых системах и характеризуется тем, что на некоторой линии изгибающие моменты вдоль нее удовлетворяют уравнения пластичности, т.е. по величине равны пластическим моментам (рис. 2).

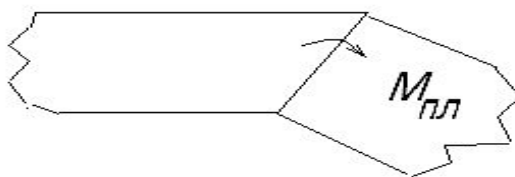


Рис. 2. Линии излома в плите

На рисунке 3 показана возможная картина излома плиты.

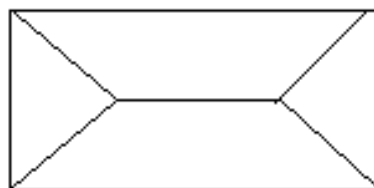


Рис. 3. Линии излома в плите

Результаты расчета плит перекрытий с учетом вида соединения их с ригелем представлены в таблице 1 для 3-х состояний [5]. Значения изгибающих моментов в плитах перекрытий имеют размерность тм. Данные соответствуют жесткому основанию.

Таблица 1 - Значения изгибающих моментов в плитах перекрытий

Положение плиты перекрытия	Вид соединения с ригелем	Упругое решение	Решение по 1-му предельному состоянию	Решение по 2-му предельному состоянию
Крайняя в поперечном направлении	жесткое	3,6	1,71	3,38
	шарнирное	3,9	2,8	3,7
Средняя	жесткое	9,6	6,52	8,37
	шарнирное	11,8	6,87	10,54
Крайняя в продольном направлении	жесткое	4,7	2,35	4,56
	шарнирное	6,1	2,54	5,43

Из табл. 1 видно, что наименьшие значения изгибающих моментов по краям плиты соответствуют расчету по первому предельному состоянию. Для линейного упругого состояния результаты увеличиваются, т.е. резерв прочности уменьшается. На рисунках 4–5 представлены цветовые палитры проверки сечений по первому и второму предельному состоянию.

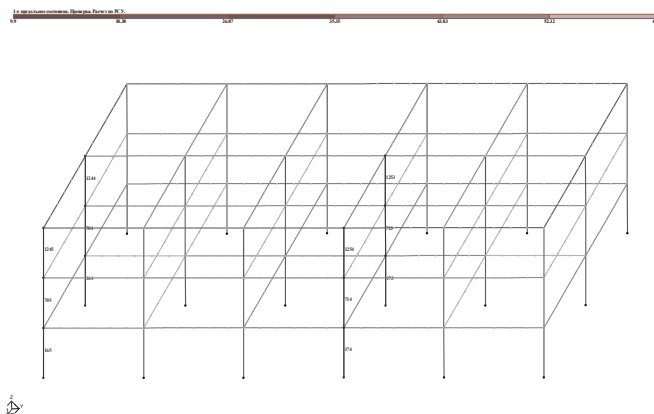


Рис.4. Цветовая палитра проверки сечений по первому предельному состоянию

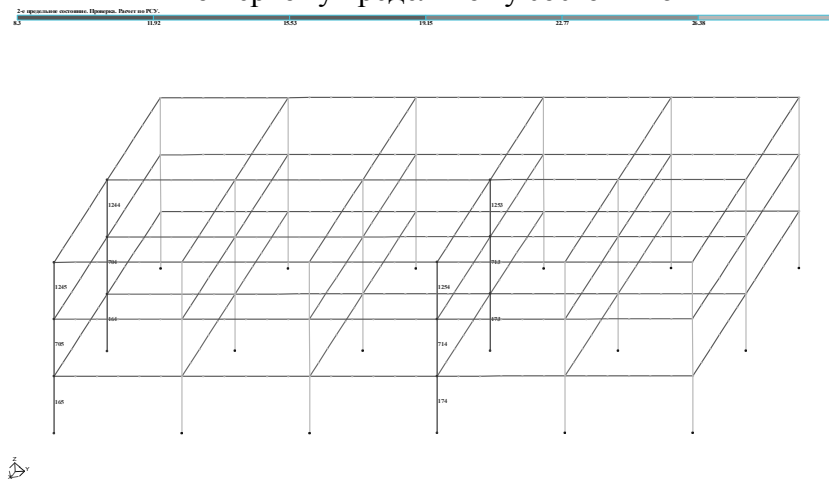


Рис.5. Цветовая палитра проверки сечений

по второму предельному состоянию

В таблице 2. представлены значения изгибающих моментов в плитах перекрытий в зависимости от жесткости основания для 3-х состояний.

Таблица 2 - Значения изгибающих моментов в плитах перекрытий

Положение плиты перекрытия	Вид основания	Упругое решение	Решение по 1-му предельному состоянию	Решение по 2-му предельному состоянию
Крайняя в поперечном направлении	жесткое	3,6	3,81	4,35
	упругое	5,2	4,5	4,62
Средняя	жесткое	10,6	6,35	9,28
	упругое	14,5	12,13	11,4
Крайняя в продольном направлении	жесткое	2,7	2,35	2,29
	упругое	6,3	5,8	5,2

Из табл. 2. видно, что изгибающие моменты резко возрастают при упругоподатливом основании в сравнении с жестким основанием, например, в крайних плитах возрастают в 1,2 раза, а в средней плите изгибающие моменты увеличиваются почти на 50 % в сравнении с жестким основанием. Крутящие моменты и поперечные силы в плитах перекрытий незначительны, поэтому ими можно пренебречь.

Выводы:

1. Напряженно-деформированное состояние плит перекрытий значительно изменяется в зависимости от жесткости соединения с горизонтальными балками;
2. Наименьшие изгибающие моменты соответствуют расчету по 1-му предельному состоянию. Резерв прочности увеличивается от 10 % до 50 %.
3. Независимо от конструктивных особенностей наиболее напряженными являются средние плиты перекрытий.

Список литературы

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. М.: Санкт-Петербург, Москва-Краснодар, Лань, 2004. – 656 с.
2. Смирнов А.Ф., Александров А.В., Лашенников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Стержневые системы. – М. Стройиздат, 1981. – 512 с.
3. Леонтьев Н.Н. и др. Строительная механика. М., 2006.
4. Шапошников Н.Н., Потапов В.Д., Косицин С.Б. Строительная механика. М., 2006.
5. Достанова С.Х., Касимова Г.Т. Влияние узловых соединений элементов тонкостенных пространственных конструкций на прочность и устойчивость // - Сб. материалов Международ. науч.-практ. конф. «Строительство, архитектура, дизайн: интеграционные процессы в современных условиях». Т.1. -Алматы, изд. Дом «Строительство и архитектура», 2012. – С. 57-61.