

Расчёт плоско-напряжённых несущих систем многоэтажных зданий в упругой стадии работы на программе «МСД»

Научный руководитель – Зулпуев Абдивап Момунович

Абдыкеева Ш.С.¹, Асанова С.А.²

1 - Кыргызско-Российский Славянский университет, Факультет архитектуры, дизайна и строительства, Бишкек, Киргизия, *E-mail: shirin_280990@mail.ru*; 2 - Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова, Бишкек, Киргизия, *E-mail: sakina1485@mail.ru*

Данная статья посвящена описанию блок-схемы для расчета плоских железобетонных несущих элементов по программе «МСД». Приведены примеры расчётов по методу сосредоточенных деформаций.

Ключевые слова: метод сосредоточенных деформаций, плоские железобетонные несущие системы, расчет, блок-схема.

Плоские железобетонные несущие элементы и их системы работают под нагрузкой, как правило, в неупругой стадии и их расчет должен это учитывать.

Вместе с тем, расчеты железобетонных плоских несущих систем на ЭВМ, основывающиеся на итерационных подходах, начинаются от упругого состояния, принимаемого в качестве первого приближения [3-5].

Задачи о плоском напряженном состоянии элементов и несущих систем методом сосредоточенных деформаций решаются на ЭВМ в такой последовательности.

Во-первых, составляется расчетная схема, т.е. назначаются плоскости (линии) сосредоточенных деформаций.

Получающиеся при этом элементы МСД могут иметь квадратную или прямоугольную форму. Разбивку исходной плоской системы на элементы МСД следует производить, учитывая некоторое предварительное представление о работе рассчитываемой конструкции: плоскости сосредоточенных деформаций следует совмещать с местами наибольших усилий в системе, а также реальными швами (связями); число элементов МСД следует принимать по возможности небольшим; целесообразно стремиться также к однотипности элементов МСД, даже если это приводит к увеличению их общего числа.

Во-вторых, описываются физические свойства рассчитываемой системы, и формируется матрица внутренней жесткости в памяти ЭВМ. По заданным размерам элементов МСД, их упругим свойствам и характеристикам реальных швов вычисляются характеристики жесткости комплексных связей метода сосредоточенных деформаций; характеристики комплексных связей МСД сохраняются в памяти ЭВМ и при необходимости используются при формировании матрицы внешней жесткости.

В-третьих, формируется вектор нагрузок, как реакции в фиктивных связях метода перемещений, накладываемых на каждый элемент МСД, от внешних сил. Эти реакции в связях вычисляются из элементарных уравнений равновесия для каждого элемента МСД, рассматриваемого изолированно от всех примыкающих к нему элементов, закрепленного связями метода перемещений и нагруженного непосредственно приложенной нагрузкой.

В-четвертых» формируется матрица внешней жесткости всей плоской системы.

В-пятых формируется и решается система уравнений метода перемещений общего типа неизвестными которой являются перемещения элементов МСД (по два линейных и одному угловому).

В-шестых, вычисляются внутренние усилия по граням элементов (продольные и поперечные силы и изгибающие моменты). Блок-схема программы «МСД» представлена на рис. По программе «МСД» выполнены многочисленные расчеты; приведем некоторые из них. Эти примеры призваны проиллюстрировать, возможности метода сосредоточенных деформаций и оценить точность получаемых решений (в сравнении с другими).

Пример 1.

Консольная балка-стенка загружена по торцу касательными силами, распределенными по закону квадратной параболы; точное решение этой задачи дается во многих курсах по теории упругости [1], при таком распределении нагрузки должно сохраняться линейное распределение нормальных напряжений по всей высоте (рис. 1).

Деформативные свойства элементов МСД сосредоточены по линиям (плоскостям) разбивки, а также на периферии; такая схема приводит к одинаковым характеристикам жесткости собственных условных связей во всех элементах. При достаточно "грубой" разбивке (рис. 2 а) в данном случае достигается хорошее совпадение по прогибам продольной оси (рис.2 б), нормальным напряжениям (рис. 2 в); отмечается заметное расхождение в величинах касательных напряжений (рис.2), что вызывается заложенным в расчете равномерным распределением касательных напряжений, в том числе и для элементов, выходящих на контур, свободный от нагрузок.

Пример 2.

Та же консольная балка, но с разбивкой на $10 \times 20 = 200$ элементов МСД, загружена по торцу сдвигающими напряжениями, распределенными по закону квадратной параболы (рис. 3).

Из рис. 3 б видно, что вычисленные по МСД прогибы хорошо согласуются с полученными по формулам теории упругости; то же можно сказать о нормальных напряжениях (рис. 3в); касательные напряжения, в отличие от примера 2, сблизилась с вычисленными по формулам теории упругости.

Пример 3.

Квадратная балка-стенка жёстко заделана по боковым граням (опоры воспринимают распорные силы) и загружена равномерно распределённой по верхней грани нагрузкой интенсивностью $q=1$ кГс/см.

Размеры балки-стенки $a \times b = 12 \times 12$ см, толщина $t = 1$ см, материал принят с характеристиками: модулем упругости $E = 2 \times 10$ кГс/см² и коэффициентом поперечного расширения $\mu = 0,3$.

Целью настоящих расчётов по методу сосредоточенных деформаций (МСД) являлась проверка этой расчётной модели и основных её допущений. Сравнение проведено с табличными данными [2], также с результатами специально выполненных расчётов по МКЭ при той же степени дискретизации с узлами МКЭ, имеющими три степени свободы (два линейных и одно угловое перемещение в плоскости балки-стенки)

Источники и литература

- 1) Список литературы: Никифоров С.Н. Теория упругости и пластичности.- М., - 1955. – 284 с. Вайнберг Д.В. Справочник по прочности, устойчивости и колебаниям пластин. - Киев. - 1973. - 487 с. Абдыкеева Ш.С. «Некоторые вопросы сейсмостойкости несущих железобетонных конструкций зданий и сооружений». – Бишкек: Вестник КРСУ, Том 12, №7, 2012. – с. 35-39. Зулпуев А.М., Насиров М.Т., Абдыкеева Ш.С. Пространственная работа сборных железобетонных плит перекрытий многоэтажных

зданий и сооружений. Монография. – Б.: - Айат, 2016. – 130 с. Абдыкеева Ш.С. Расчет по методу сосредоточенных деформаций железобетонных стержневых систем с учетом физической нелинейности и деформированной расчетной схемы. Материалы II МНПК «Совершенствование системы прогнозирования, снижения и смягчения ущербов от опасностей». Б.: КРСУ, 2017г. – с. 18-19.

Иллюстрации



Рис. 1. Блок-схема программы МСД

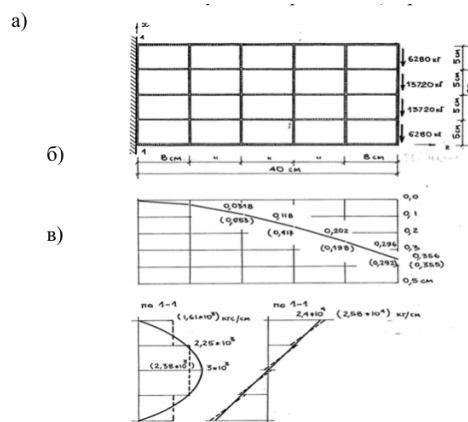


Рис. 2. Рисунок 2. Расчет консольной балки-стенки:

