

УДК 624.04 (075) (575.2) (04)

**РАСЧЕТ ДИАФРАГМ ЖЕСТКОСТИ
МЕТОДОМ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ
С УЧЕТОМ РЕАЛЬНЫХ ШВОВ**

Г.Дж. Адыракаева – канд. техн. наук

The principles of assembled stiffening diaphragm calculation by horizontal load effect are described. Accounting of real seams is done by two calculation models: discrete-continual and discrete. Results are valuable for design of bearing system multistory buildings.

Несущая система многоэтажного здания образуется разнотипными вертикальными несущими элементами: рамами, диафрагмами, рамодиафрагмами, ядрами жесткости, объединенными в единую пространственную систему при помощи горизонтальных диафрагм жесткости – междуэтажных перекрытий и покрытий.

Плоская система многоэтажного здания может быть схематизирована различными расчетными моделями: дискретными, дискретно-континуальными и континуальными. Анализ этих моделей позволил разработать расчетную модель, которая реализуется на основе метода сосредоточенных деформаций (МСД).

Экспериментальные исследования дисков перекрытий показывают, что их общая деформативность (и прочность) определяется в основном податливостью (прочностью) связей между отдельными сборными элементами, при этом сами элементы могут рассматриваться как недеформируемые. Это обстоятельство, характерное для сборных железобетонных конструкций вообще, позволяет моделировать и сборные диафрагмы жесткости набором жестких в своей плоскости элементов, разделенных между собой швами, в которых сосредоточиваются деформации связей в этих швах, а также в необходимых случаях и собственные деформации соединяемых элементов (рис. 1). Швы между

элементами могут быть реальными, собственными и комплексными.

Основная идея метода сосредоточенных деформаций заключается в том, что исходная плоская несущая система разбивается плоскостями сосредоточенных деформаций на прямоугольные элементы, причем целесообразно плоскости сосредоточенных деформаций совмещать с имеющимися реальными швами между сборными железобетонными элементами: горизонтальными и вертикальными швами в панельных сборных стенах, межплитными швами в сборных перекрытиях и т.д.

На рис. 1 представлена расчетная модель метода сосредоточенных деформаций для плоских несущих систем, в соответствии с которой элементы МСД представляются абсолютно жесткими, а собственная деформативность и податливость реальных швов сосредоточивается по плоскостям деформаций.

По плоскостям сосредоточенных деформаций располагаются реальные и собственные связи. Реальные связи характеризуют свойства соединительных швов, собственные связи оценивают свойства самих элементов. Совместно реальные и собственные связи, работая по схеме последовательного соединения между собой, образуют комплексные связи метода сосредоточенных деформаций (рис. 2).

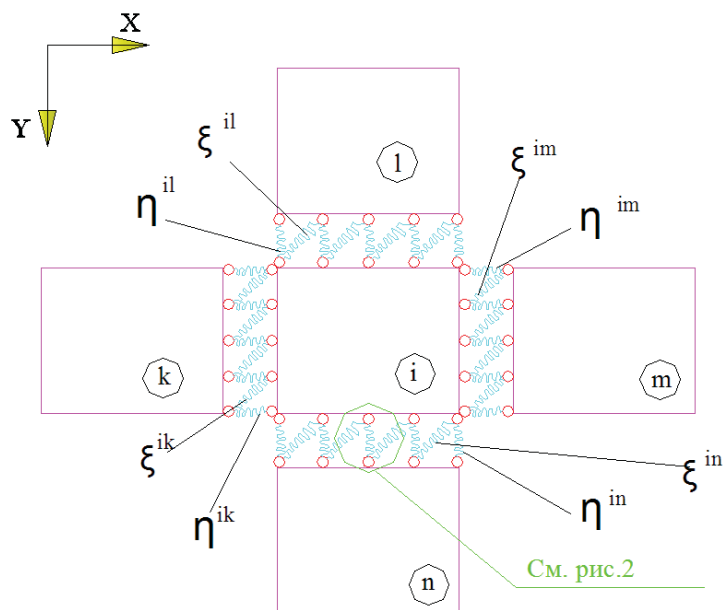


Рис. 1. Расчетная модель метода сосредоточенных деформаций.

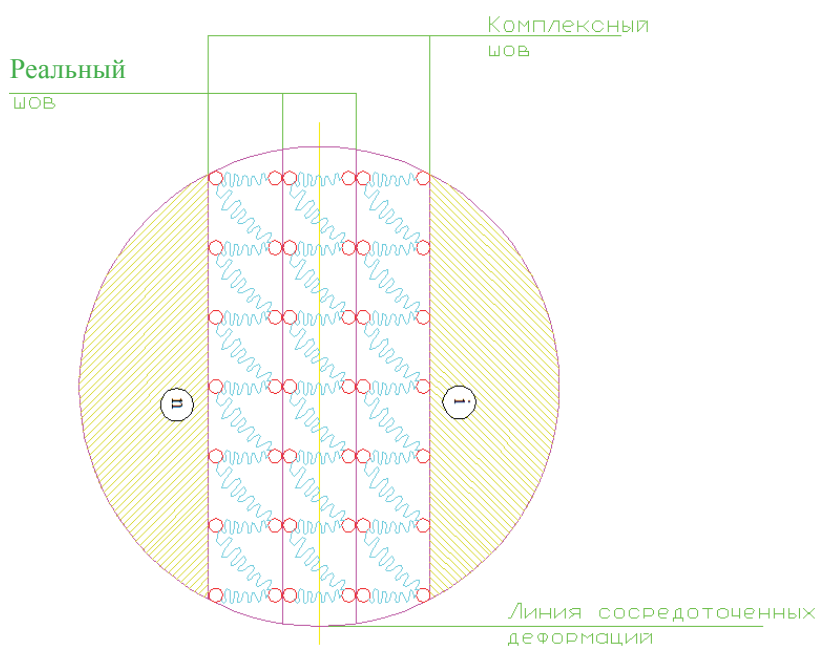


Рис. 2. Комплексные связи при методе сосредоточенных деформаций.

Поле перемещений в пределах каждого плоского элемента складывается из осевого сжатия (растяжения), изгиба и сдвига в своей плоскости. В силу этого каждый жесткий элемент МСД обладает тремя степенями свободы – он может перемещаться поступательно в направлении осей X и Y, поворачиваться в своей плоскости.

Вводя соответствующие связи метода перемещений, составим систему алгебраических уравнений:

$$[R]x\{W\}=\{P\}, \quad (1)$$

где $[R]$ – матрица внешней жесткости системы; $\{W\}$ – вектор перемещений; $\{P\}$ – вектор внешних сил.

Элементы вектора перемещений имеют по 2 линейных перемещения и по одному угловому на каждый элемент МСД (рис. 3).

Вектор нагрузок $\{P\}$ – образуется из узловых нагрузок, приложенных к связям метода перемещений (рис. 4).

По предложенной методике проведен расчет 5-ти, 10-ти, 15-ти этажных плоских стол-

бовых диафрагм жесткости при действии горизонтальной равномерно-распределенной нагрузки. Размеры диафрагм и соотношение размеров элементов – столбов, проемов и перемычек – принимались близкими к реальным.

Разбивка элементов диафрагм на конечные элементы линиями сосредоточенных деформаций выполнялась различным образом. Результаты расчетов: нормальные силы в столбах внизу, прогибы вершин, изгибающие моменты в столбах внизу приведены в таблице.

Расчеты, выполненные при различной разбивке, сравнивались с результатами, полученными на основе дискретно-континуальной модели и (ДКМ) в форме [1]. Здесь прогибы и усилия в элементах вертикальной диафрагмы определены по формулам П.Ф. Дроздова (см. таблицу).

Разбивка, кривые прогибов и эпюра “N” для всех диафрагм показана на рис. 5–7, для сравнения на рисунках приведены результаты (штриховые линии), полученные на основе дискретно – континуальной модели в форме [1].

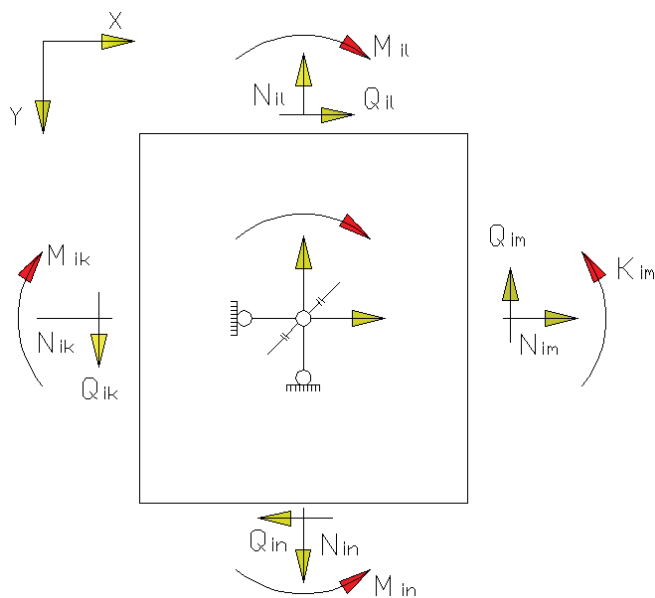


Рис. 3. Элементы вектора перемещений.

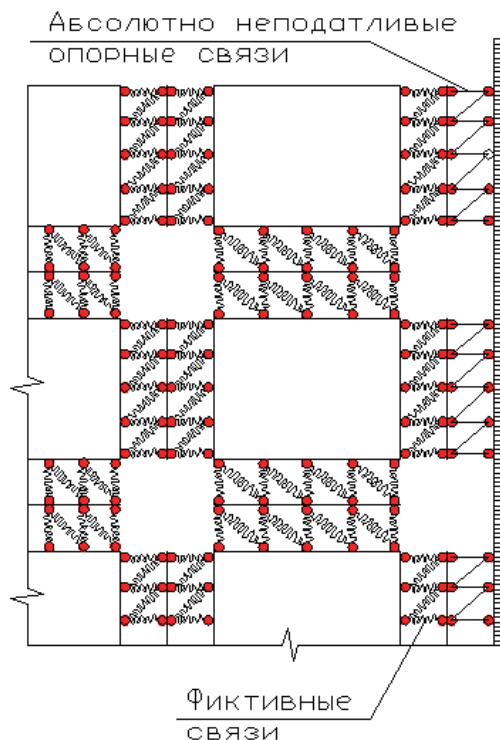


Рис. 4. Схема опорных и фиктивных связей.

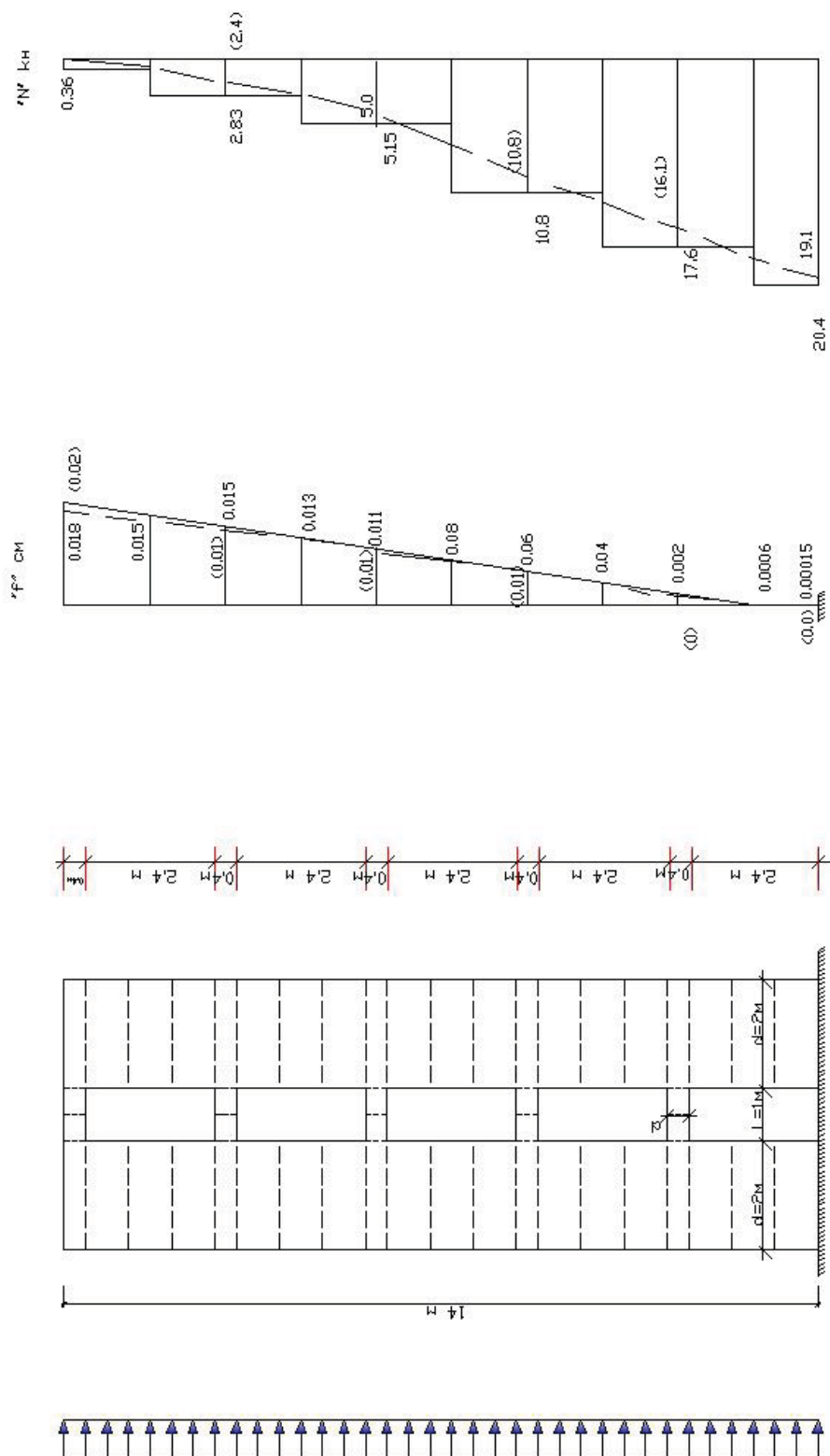


Рис. 5. Результаты расчета 5-этажной диафрагмы по МСД.

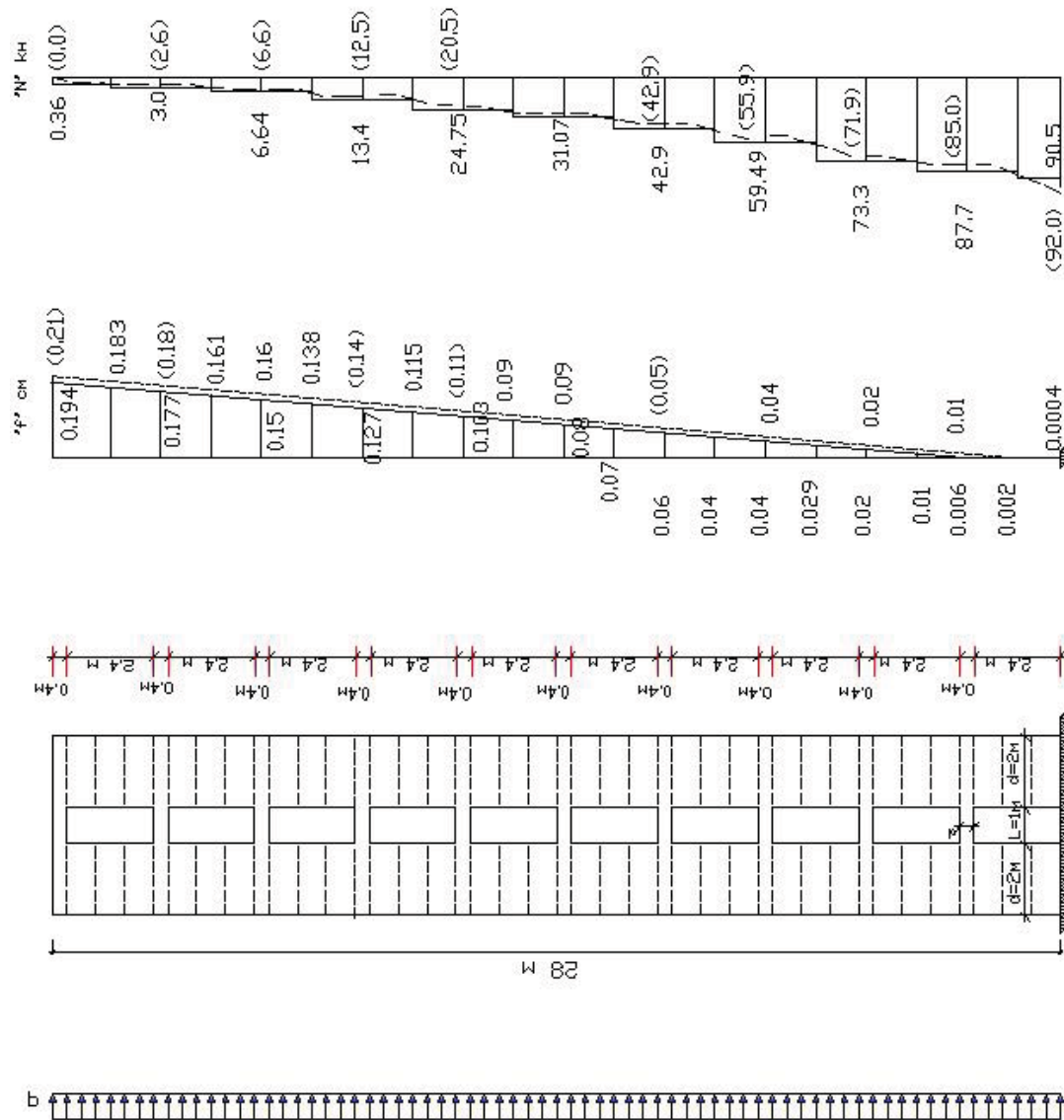


Рис. 6. Результаты расчета 10-этажной диафрагмы по МСД.

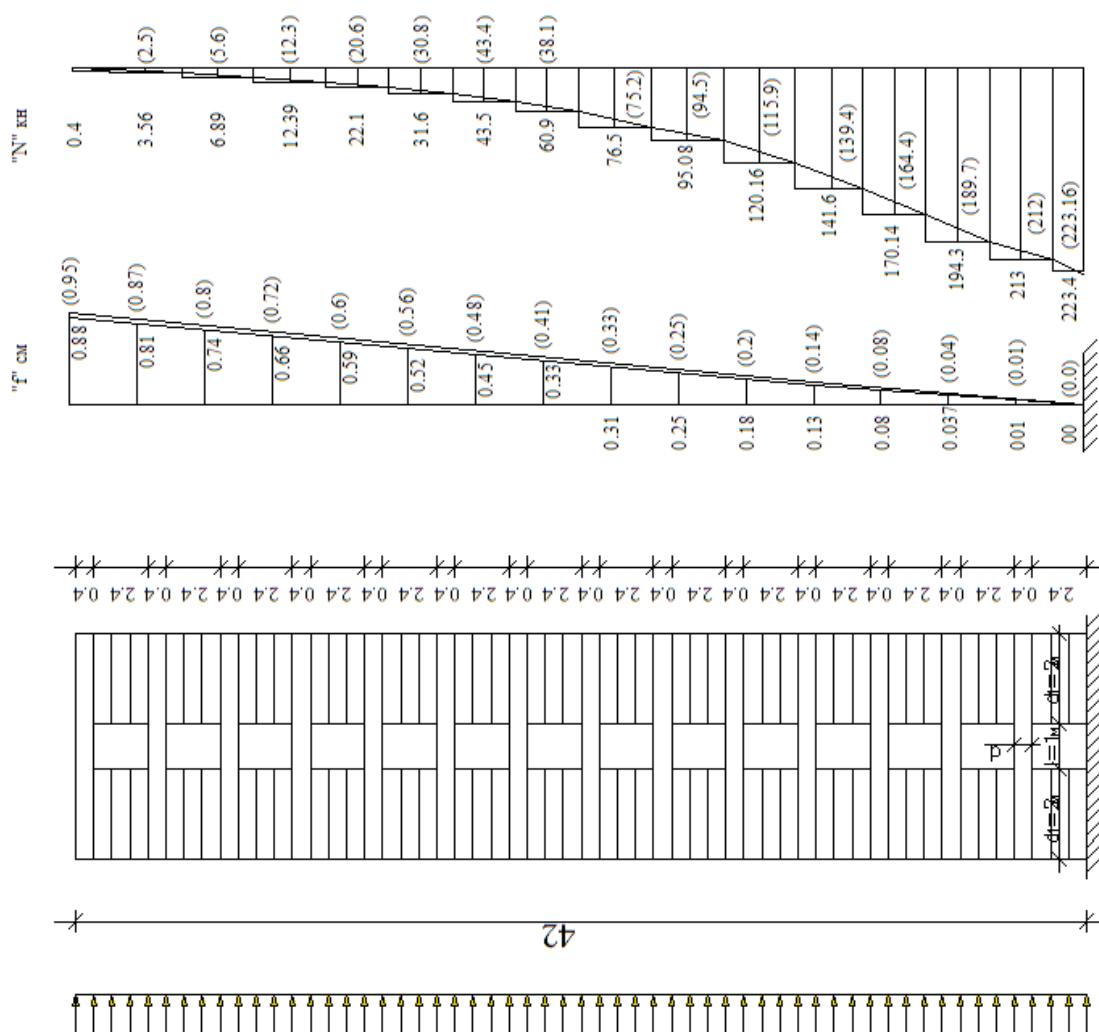


Рис. 7. Результаты расчета 15-этажной диафрагмы по МСД.

Результаты расчета многоэтажных диафрагм жесткости

Этажность	Решение по ДКМ* П.Ф. Дроздова				Решение по МСД в форме[3] при $G=E/[2(1+\mu)]$ и $\mu = 1,2$			Разбивка МСД	Условие равновесия		
	N, Кн	Q, Кн	M, Кн*м	прогиб		f, см	Усилия		ДКМ	МСД	
				Без учета сдвига V(H), см	С учётом сдвига V(H), см		N, Кн				Q, Кн
5	-19,1	-7,0	-20,3	0,014	0,021	0,018	-20,35	-7,64	-19,03	98	97,98
10	-92,8	-14,0	-56,7	0,139	0,172	0,194	-90,5	-15,03	-17,09	392	391,99
15	-223,4	-21,0	-105,9	0,577	0,95	0,88	-226,76	-18,74	-96,61	882	872,31

*ДКМ – дискретно–континуальная модель.

Приведенные расчеты показывают, что результаты, полученные по рассматриваемой методике с использованием ЭВМ, удовлетворительно согласуются с результатами по [1].

Литература

1. Дроздов П.Ф. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов: Учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1977. – 223 с.
2. Додонов М.И., Адыракаева Г.Д. Автоматизация расчета плоских систем методом упругих сосредоточенных деформаций / Моск. инженерно-строительный институт. – М., 1987. – С.31. Деп. ВНИИИС № 622.
3. Проектирование и расчет многоэтажных гражданских зданий и их элементов: Учебное пособие для вузов / П.Ф. Дроздов, М.И. Додонов, Л.Л. Панышин, Р.Я. Саруханян; Под ред. П.Ф. Дроздова. – М.: Стройиздат, 1986. – С. 351.