УДК 624.012.45

Ш.С. Абдыкеева – старший преподаватель кафедры ЗЧС, КРСУ

О РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ОСНОВАННОЙ НА МЕТОДЕ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

В данной статье анализированы деформации железобетонных плитных конструкций, решена задача о напряженно-деформированном состоянии изгибаемой конструкций по методу сосредоточенных деформаций.

Ключевые слова: жесткость, изгиб, сосредоточенная деформация, плоскоизгибная система.

S.S. Abdykeeva - Senior Lecturer of the Department of Emergency Management, KRSU

ABOUT THE CALCULATED MODEL OF BINDING REINFORCED CONCRETE STRUCTURES BASED ON THE METHOD OF CONFLICATED DEFORMATIONS

In this article deformations of reinforced concrete plate structures are analyzed, the problem of the stress-strain state of bent structures by the method of concentrated deformations is solved.

Key words: rigidity, bending, concentrated deformation, plane-bending system.

Дискретные модели для изгибаемых железобетонных плит в форме жестких элементов (брусьев), соединенных упругими связями, сопротивляющихся изгибу и кручению, предлагались и ранее, например, в[1,2].

Расчетная модель, основанная на методе сосредоточенных деформаций, отличается от известной своей общности и универсальностью; она позволяет вести расчет конструкций, составленных из разнотипных элементов (имеющих различные размеры и физические характеристики); кроме того, элементы могут иметь реальные связи между собой, что характерно для железобетонных плитных конструкций (перекрытий, элементов каркаса многоэтажных зданий и т.д.) [3].

Рассмотрим вначале изгибаемую конструкций постоянной толщины, изотропную в упругой стадии работы без реальных швов. Исходная изгибаемая железобетонная конструкция сплошного сечения развивается плоскостями сосредоточенных деформаций на прямоугольные (квадратные) элементы размером $a_k \cdot в_k$ (рис. 1. и 3.).

Элементы метода сосредоточенных деформаций рассматривая, как жесткие на изгиб, кручение и сдвиг (срез) из своей и в своей плоскости, введем между ними условные (фиктивные) связи, способные сопротивляться изгибу, кручению, сдвигу и сжатию–растяжению. Характеристики жесткости этих связей должны быть, назначены такими, чтобы исходная конструкция и ее модуль метода сосредоточенных деформаций были эквивалентными. В этом случае, при действии нагрузки давали одинаковые прогибы, углы поворота, величины изгибающих и крутящих моментов, и поперечных (перерезывающих) сил в интересующих сечениях.

Задачу о напряженно-деформированном состоянии изгибаемой конструкций будем решать на основе метода перемещений. Каждый элемент метода сосредоточенных деформаций закрепляется фиктивными связями, исключающими его поворот вокруг оси X, поворот вокруг оси Z и перемещение в направлении оси Y.

Аналогичные связи вводятся во всех других элементах метода сосредоточенных деформаций. На рис. 2 и 4 показана схема внутренних сил по плоскостям сосредоточенных деформаций. Внешние силы сводятся к узловым, прикладываемым в местах фиктивных связей метода перемещений. Чаще всего эти внешние силы – поперечная нагрузка из плоскости конструкций, однако нагрузки могут быть приложены в виде изгибающих моментов, что не меняет последовательности расчета и его трудоемкости.

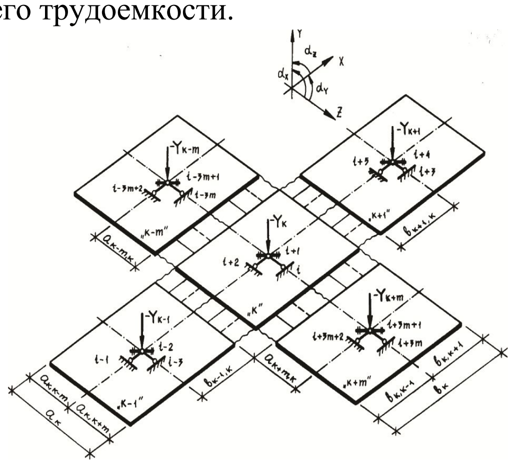

Рисунок 1. Изгибаемая железобетонная конструкция, связи метода перемещений для плосконапряженного состояния конструкций

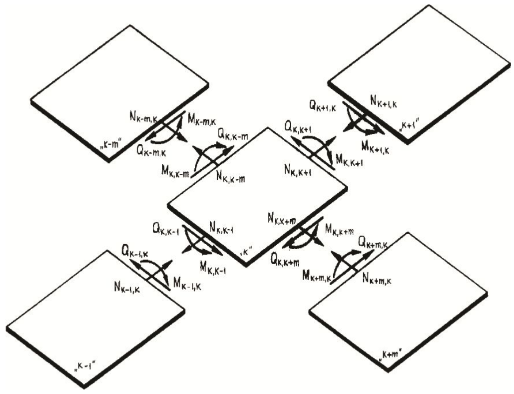

Рисунок 2. Изгибаемая железобетонная конструкция, внутренние силы плосконапряженного состояния конструкций

Напряженно-деформированное состояние железобетонных конструкций раскрывается из системы алгебраических линейных уравнений метода перемещений в общей форме:

$[R]\cdot\{\upsilon\} = \{P\}$, (1)

где: $[R]$– матрица внешней жесткости для всей рассчитываемой системы;

$\{\upsilon\}$ – вектор искомых перемещений, его элементы – перемещения элементов метода сосредоточенных деформаций (по два угловых и одному линейному для каждого);

$\{P\}$ – вектор нагрузок, его элементы – сосредоточенные силы и изгибающие моменты, действующие в узлах закрепления элементов метода сосредоточенных деформаций.

По перемещениям на основе общих зависимостей определяются внутренние силы

$\{F\} = [Э]\cdot\{\lambda\}$, (2)

где: $\{F\}$ – вектор внутренних сил, элементами которого являются внутренние силы по плоскостям сосредоточенных деформаций;

$[Э]$ – матрица внутренней жесткости системы, ее элементы – внутренние

силы по плоскостям сосредоточенных деформаций от единичного взаимного смещения соседних элементов метода сосредоточенных деформаций;

$\{\lambda\}$– вектор сосредоточенных деформаций (взаимных смещений и поворотов элементов метода сосредоточенных деформаций).

Для всех сечений элементов метода сосредоточенных деформаций по плоскостям сосредоточенных деформаций принимается гипотеза плоских сечений.

Система алгебраических уравнений (1) решается относительно вектора перемещений $\{\upsilon\}$. Для этого должны быть известны матрица внешней жесткости [R] и вектор узловых нагрузок {P}.Имея расчетную модель, без особых затруднений можно составить вектор внешних сил {P}. Основная трудность заключается в формировании матрицы внешней жесткости системы [R]. Для ее построения можно применить способ единичных перемещений элементов метода сосредоточенных деформаций в направлении наложенных связей [4,5]. Однако, как показала практика, удобнее воспользоваться формулой

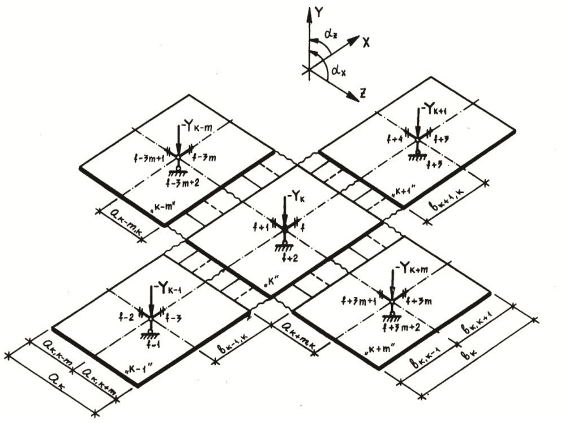

Рисунок 3. Изгибаемая пластина, схема метода сосредоточенных деформаций.

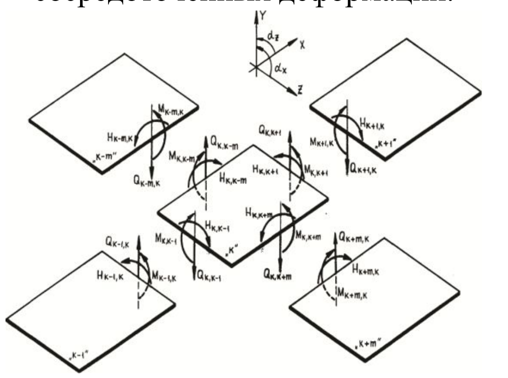

Рис. 4. Изгибаемая пластина, внутренние силы метода сосредоточенных деформаций.

$$[R] = [A]\cdot[K]\cdot[A]^T \quad (3)$$

[A] – матрица, коэффициентов уравнений равновесия элемен тов метода сосредоточенных деформаций; $[A]^T$ - матрица, транспонированная с матрицей коэффициентов уравнений Равновесия [A]; [K] – матрица внутренней жесткости сечений.

Согласно формуле (2), связь между внутренними усилиями по плоскостям сосредоточенных деформаций и соответствующими де формациями для типового конечного элемента метода сосредоточенных деформаций запишем в матричном виде (рис. 2 и 4)

$$\{F\}_k = [Э]_k \cdot \{\lambda\}_k, \quad (4)$$

где: $\{F\}_k$ – вектор внутренних сил по граням конечного элемента по плоскостям сосредоточенных деформаций;

$[Э]_k$– матрица жесткости сечений для конечного элемента по тем же граням;

$\{\lambda\}_k$– вектор соответствующих деформаций.

Аналогичным образом сечение между к-м и (к-*m*)-м элементами, запишется связь между внутренними силами и соответствующими деформациями и формируется матрица внешней жесткости всей плоскоизгибной системы.

Литература:

1. **Абдыкеева, Ш.С**. «Некоторые вопросы сейсмостойкости несущих железобетонных конструкций зданий и сооружений». [Текст] Бишкек: Вестник КРСУ, Том 12, №7, 2012. – с.

35-39.
2. **Александровский, С.В.** Зависимость деформаций ползучести стареющегося бетона от начального уровня напряжений // Межотраслевые вопросы строительства. Отечественный опыт: Реферат [Текст] /В.В. Соломонов // Сборник. Вып. 6. – М., 1972. – С. 116–118.
3. **Зулпуев, А.М.** «Теоретические исследования предельного состояния фрагмента междуэтапного перекрытия на вертикальные нагрузки методом сосредоточенных деформаций» [Текст] / Б.С. Ордобаев, Ш.С. Абдыкеева // Бишкек: Известия ВУЗов №11, 2014. – с. 18-21.
4. **Зулпуев, А.М.** Пространственная работа сборных железобетонных плит перекрытий многоэтажных зданий и сооружений. Монография. [Текст] М.Т. Насиров, Ш.С. Абдыкеева // цБ.: - Айат, 2016. – 130 с.
5. **Ньюмак, Н.М.** Численный метод расчета неразрезных плит // Расчет строительных конструкций с применением электронных машин. Под ред. А.Ф. Смирнова [Текст] М.: Стройиздат, 1967. – С. 13–18.