

УДК: 624.131

**Фатуллаев Рустам Сейфуллаевич**  
Ассистент кафедры «Технологии и организации  
строительного производства» Московского  
государственного строительного университета.

**Джураев Уктам Уралбоевич** -  
Старший преподаватель кафедры «Строительство зданий и  
сооружений», ДжизПИ.

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ.**

***Аннотация:** Статья посвящена изучению комбинированных систем компьютерной модели, характерных для конструкций высотных зданий. Рассказывается о построении конечно-элементной модели, как и любой расчетной схемы, начинается с идеализации конструкции. Этот этап настолько привычен и естественен для инженера, что, как правило, он выполняется подсознательно, хотя полезно иногда осмыслить выполняемые действия.*

***Ключевые слова:** комбинированные системы, компьютерная модель, идеализация конструкции, высотные здания, конструкция.*

## **COMPUTER MODELS OF COMBINED SYSTEMS TYPICAL FOR THE STRUCTURES OF HIGH-RISE BUILDINGS.**

***Abstract:** The article is devoted to the study of combined computer model systems typical for high-rise building structures. It tells about the construction of a finite element model, like any calculation scheme, begins with the idealization of the design. This stage is so familiar and natural for an engineer that, as a rule, it is performed subconsciously, although it is sometimes useful to comprehend the actions performed.*

*Keywords: combined systems, computer model, idealization of construction, high-rise buildings, construction.*

Построение конечно-элементной модели, как и любой расчетной схемы, начинается с идеализации конструкции. Этот этап настолько привычен и естественен для инженера, что, как правило, он выполняется подсознательно, хотя полезно иногда осмыслить выполняемые действия. При решении практических задач часто возникают вопросы, связанные с выбором типа элемента. Ведь для решения одной и той же задачи существует целый набор конечных элементов, имеющих различные свойства.

Расчет пространственных систем может выполняться методом сил и перемещений. В настоящее время, в связи с развитием численных методов, фундаментальным становится метод конечных элементов (МКЭ).

По методу конечных элементов конструкция представляется в виде совокупности отдельных конечных элементов (дискретных систем), взаимодействующих между собой в конечном числе узловых точек. Замена исходных конструкций совокупностью дискретных систем подразумевает равенство энергии конструкции и ее дискретной модели.[2]

При составлении компьютерной модели комбинированных систем (плита, подпертая ребрами, плоские или пространственные рамно-связевые системы, плита, опирающаяся на вертикальные стержни, балка-стенка, опирающаяся на плиту или наоборот и многие другие) могут возникнуть различные трудности. Трудности возникают при стыковке конечных элементов, имеющих различные базисные функции или различный набор узловых неизвестных.[1]

#### Стыковки рамного стержня с диафрагмой.

Здесь трудность обусловлена тем, что конечные элементы плоского напряженного состояния (балки стенки) не имеют степени свободы соответствующей углу поворота относительно оси ортогональной плоскости

диафрагмы. Попытки ввести эти степени свободы, например в виде  $\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial x}$ , ни к чему не приводили, так как конечные элементы с такого типа степенями свободы не имели сходимости. Поэтому узел А (рис.а) без каких-либо дополнительных мер будет для стержня шарнирным. Для организации защемления рамного стержня в теле диафрагмы можно рекомендовать введение дополнительного стержня между узлами А и В. С одной стороны введение такого стержня будет вносить некоторые возмущения в локальной области диафрагмы в районе узла А, но с другой стороны в ряде случаев это будет моделировать конструктивное решение узла (заведение арматуры примыкающего стержня с целью анкеровки).



Рис.а Опираение плиты на точечную опору.

Такого же типа проблема возникает в задаче опирания плиты на одиночную колонну при необходимости восприятия крутящих воздействий относительно вертикальной оси колонны. В этом случаи рекомендовать введение абсолютно жестких вставок (рис.б) А-В, жестко связанного со стержнем колонны.

Такое решение с одной стороны, решает проблему учета «тела» колонны, то есть «срезки» пика моментов, возникающего при моделировании опирания на колонну как на точечную опору. С другой стороны, обеспечивает восприятие колонной крутящих деформаций. В большинстве же случаев, когда имеется по крайней мере хотя бы две колонны, этого не требуется, так как в этом случае крутящий момент от деформации в

плоскости плиты будет восприниматься парами поперечных сил в колоннах, а крутящие моменты в этих случаях будут пренебрежимо малы и их наличие просто можно не учитывать (эффект пренебрежения моментами в законструированных жестких узлах ферм, когда в расчет были введены шарнирные узлы).

Аналогичный эффект наблюдается при моделировании диафрагм конечными элементами плоского напряженного состояния, хотя на самом деле плиты перекрытий, как правило, жестко связаны с диафрагмами и в последних возникают изгибающие моменты.

#### Опираение плиты на стену (диафрагму).

В этом случае необходимо иметь в виду, что вдоль верхнего канта диафрагмы имеет место нестыковка базисных функций КЭ плиты (балочные функции) с базисными функциями КЭ плоского напряженного состояния, моделирующими работу диафрагмы (полилинейные функции – см. рис.в) такие нестыковки не являются препятствием для адекватности расчетной схемы, так как при сгущении сетки параметры НДС плиты и диафрагмы будут приближаться к точному решению (конечно, при использовании правильных конечных элементов) а совместность работы плиты и диафрагмы будут обеспечиваться одинаковыми линейными перемещениями в узлах стыковки.

Использование типов конечных элементов, кинематические характеристики которых наиболее близко соответствуют характеристикам реальных конструкций, приводит к более точной реализации расчета конструкции сооружения в целом.

#### *Использованная литература:*

1. Jumanov, A., Khudayberganova, M., Mirazimova, G., Radjabov, Y., Umarov, N., & Samatova, G. (2023). Monitoring dynamics of green spaces in

Surkhandarya region based on remote sensing data of climate change. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 401, p. 02012). EDP Sciences.

2. Миразимова, Г. Ў., & қизи Хусанова, Н. Қ. (2022). Хотин-қизларга нисбатан тайзиқ ва зўравонликнинг олдини олиш, уларга чек қўйишнинг ҳуқуқий асослари. *Science and Education*, 3(2), 809-816.
3. Аблаева, Ў. (2020). Қурилиш конструкциялар фанидан ўқитишда “зинама-зина” технологияси. *Архив Научных Публикаций JSPI*.
4. Ablayeva, U., & Normatova, N. (2019). Energy saving issues in the design of modern social buildings. *Problems of Architecture and Construction*, 2(1), 59-62.
5. Sh, A. U. (2020). Technological methods of improving the durability of concrete in a dry hot climate of Uzbekistan. *Bulletin of Science and Education*, (21-3), 99.
6. Испандиярова У.Э., Испандиярова У.Э., Давронов Б.А., Исаев Р.А., & Бобаджанов А.А. (2023). Роль, цель и задачи науки «механика грунтов, основания и фундаменты» в подготовке инженеров-строителей. *Экономика и социум*, (12 (115)-1), 1137-1141.
7. Испандиярова, У. Э. К. (2020). Усиление мостовых железобетонных балок высокопрочными композиционными материалами. *European science*, (6 (55)), 63-67.
8. Испандиярова, У. Э., угли Давронов, Б. А., Исаев, Р. А., & угли Бобаджанов, А. А. (2023). Роль, цель и задачи науки «металлические конструкции» в подготовке инженеров-строителей. *Science and Education*, 4(12), 550-556.
9. Норматова, Н. А. (2007). О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В УСЛОВИЯХ ВСЕОБЩЕГО МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА.
10. Испандиярова У.Э., & Норматова Н.А. (2023). Роль, цель и задачи дисциплины «архитектура промышленных и гражданских зданий» в

подготовке инженеров-строителей и общие правила проектирования.  
Экономика и социум, (4-2 (107)), 579-582.