

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР) ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НАПРЯЖЕННО ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТЫКА СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО РИГЕЛЯ И КОЛОННЫ В УСЛОВИЯХ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ

Козловский Е.А., ТурА.В., ЩербакС.Б.

В статье представлено исследование узлов конструкций сборных железобетонных зданий на их живучесть при прогрессирующем обрушении с использованием программного комплекса Femap.

В настоящее время внимание специалистов направлено на разработку методов защиты зданий и сооружений в особых расчетных ситуациях, не предусмотренных нормальными условиями эксплуатации. Особые расчетные ситуации являются результатом реализации аномальных событий (взрывов, пожаров, ударов транспортных средств в элементы здания, террористических и криминальных атак и т.д.), приводящих к развитию так называемого прогрессирующего обрушения. Главным признаком прогрессирующего обрушения принято считать непропорционально большие масштабы результирующего обрушения по отношению к локальному повреждению конструктивного элемента, инициирующего цепную реакцию разрушений конструктивных элементов, не подвергавшихся непосредственно особому воздействию. Стратегии управления рисками прогрессирующего обрушения, представленные в работах отечественных и зарубежных исследователей, включают: 1) ограничение и контроль угроз возникновения особой расчетной ситуации (реализация особого воздействия); 2) ограничение локального сопротивления отдельных элементов, определяемых как ключевые; 3) оценка реакции конструктивной системы на локальное разрушение (оценка живучести).

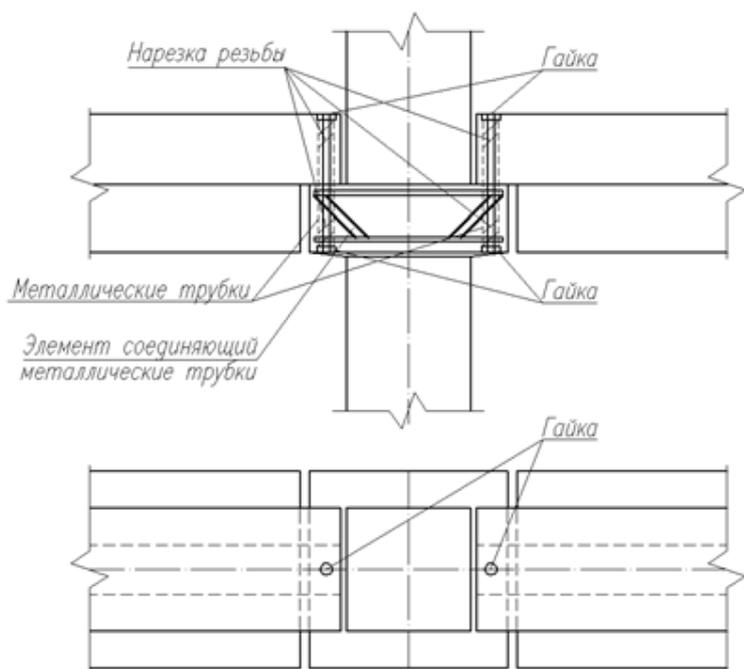
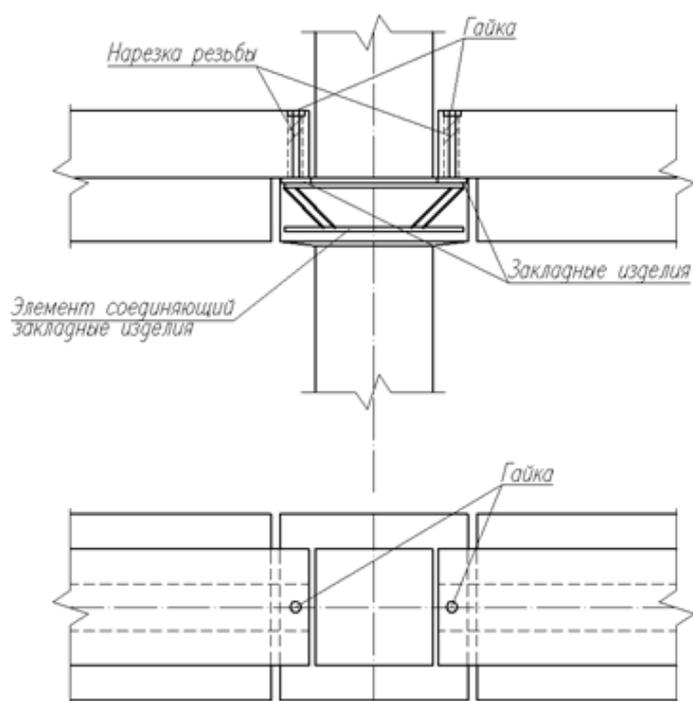


Рисунок 1 -Первый вариант узла

В данной работе проводится исследование и математическое моделирование узлов конструкций сборных железобетонных зданий и анализ их работы в условиях особых воздействий. Исследование ведется на трех ранее разработанных, возможных узла сопряжения сборного железобетонного ригеля и колонны.

Первый вариант узла предусматривает в консоли колонны отверстие, в которое вставляется стержень-связь и фиксируется с помощью гайки и полимербетона. Затем производится монтаж ригеля.



Второй вариант узла представляет собой закладную деталь с гайкой, которая устанавливается в колонну в процессе ее изготовления. Далее на строительной площадке устанавливается стержень-связь, с нарезанной резьбой с обеих сторон, на который затем монтируются ригель и фиксируются гайкой.

Рисунок 2 -Второй вариант узла

Третий вариант представляет собой арматурный стержень, который устанавливаются в колонну в процессе ее изготовления, на который затем монтируются ригель и фиксируются гайкой

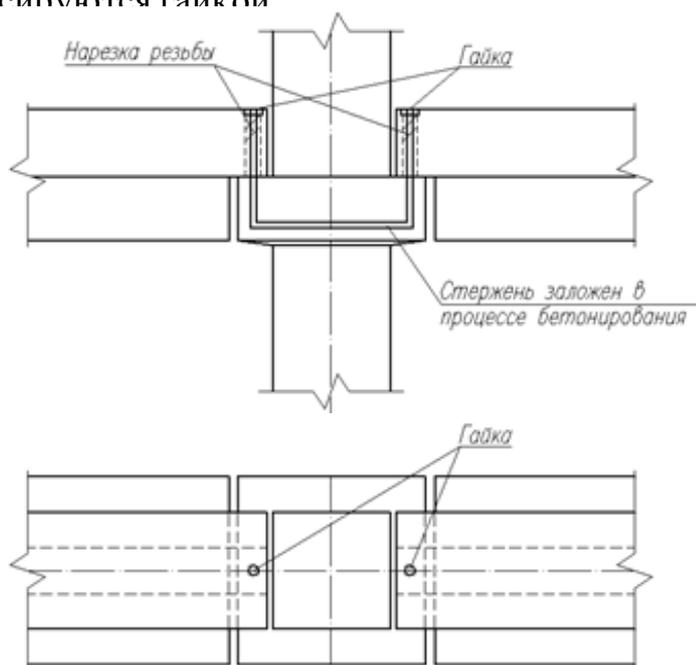


Рисунок 3 -Третий вариант узла

В данном исследовании было произведено математическое моделирование трех узлов стыка сборных железобетонных ригеля и колонны в программном комплексе Femap. Расчет был выполнен без учета физической нелинейности работы материалов, однако была учтена геометрическая нелинейность работы стыка колонны и ригеля. Схема наложения связей и способ приложения нагрузки представлены на рис. 4,5.

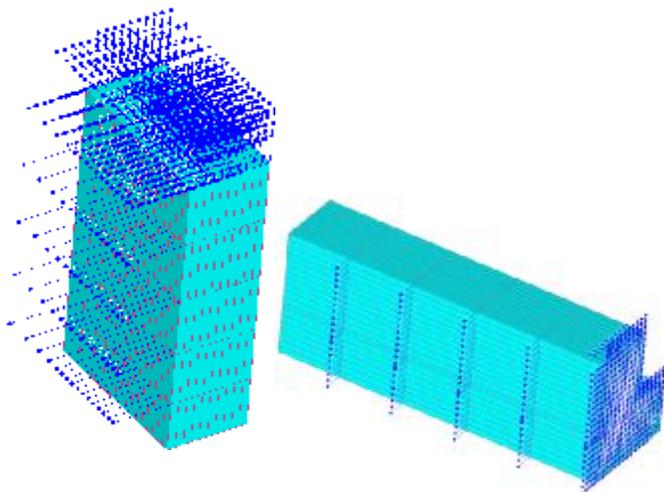


Рисунок 4 –Схема наложения связей

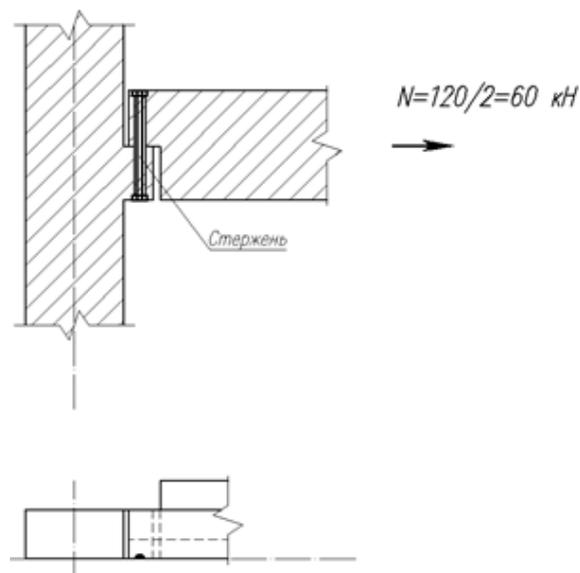


Рисунок 5 –Схема модели в Femap

В качестве нагрузок к моделям были приложены нагрузка от собственного веса конструкций ригеля и колонны, нагрузка от собственного веса плит перекрытия и конструкции пола, полезная нагрузка и горизонтальная нагрузка в 12 тонн (120 кН).

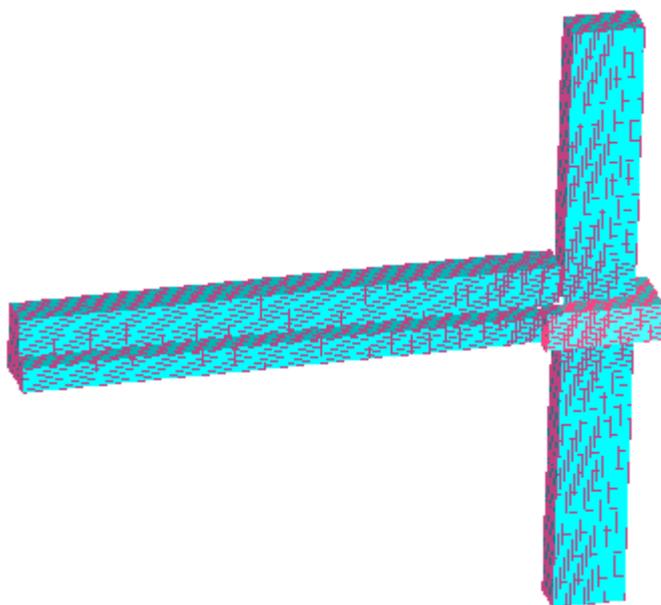


Рисунок 6 –Конечно-элементная Модель узла стыка

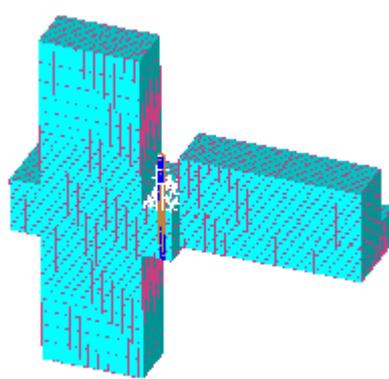
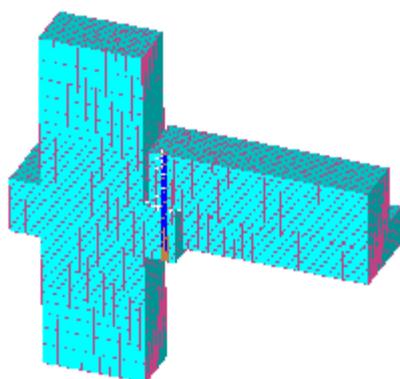


Рисунок 7 –Конечно-элементная модель первого варианта узла

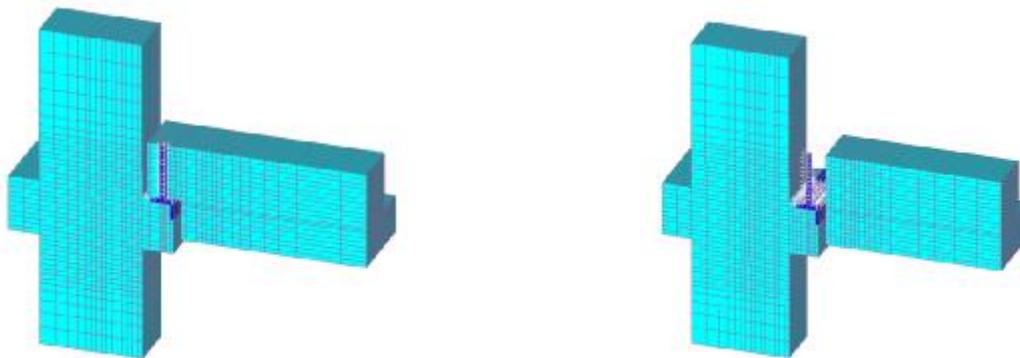


Рисунок 8 –Конечно-элементная модель второго варианта узла

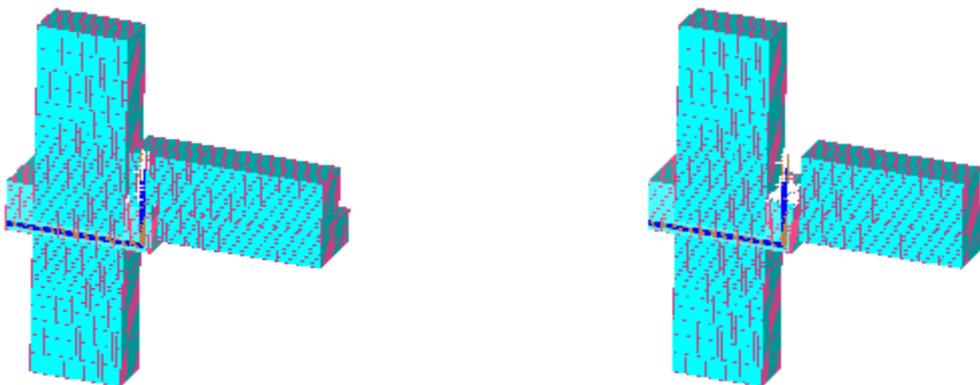


Рисунок 9 –Конечно-элементная модель третьего варианта узла

Ригель, колонна и стержень-связь были замоделированы элементами типа solid. В месте опирания ригеля на колонну были установлены элементы типа GAP, передающие только сжимающие напряжения. В месте стыка стержня-связи и ригеля также были предусмотрены элементы типа GAP, моделирующие только горизонтальную связь между ригелем и колонной, таким образом учитывалась геометрическая нелинейность работы узла.

Анализ данных, полученных в результате исследования, позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Для дальнейшего практического исследования следует выбрать второй вариант узла, т.к. его конструкция, согласно полученным данным, позволяет лучше распределять напряжения на консоль колонны.

2. Расчет был выполнен в упругой стадии. Для более корректного анализа, следует выполнить неупругий расчет узла, с заданием нелинейных свойств материалов. Для этого анализа будет использован второй вариант узла стыка.

3. Возможность использования «стержень-связи» в качестве горизонтальной связи в условиях прогрессирующего обрушения подтверждена математическим моделированием, однако должна быть проверена натурными испытаниями узла.

4. Программный комплекс Femap оказался очень удобным для решения такого рода задач, и позволил получить и визуализировать все необходимые данные для дальнейшего исследования.

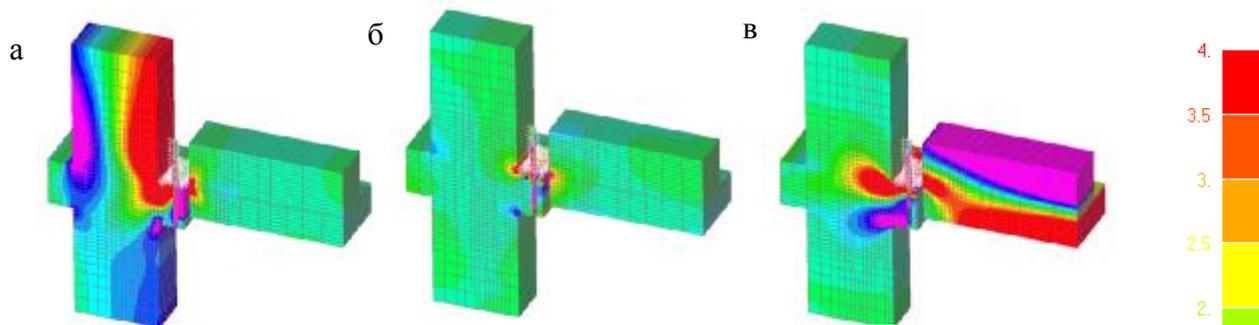


Рисунок 10 –Нормальные напряжения σ_z (а), σ_v (б), σ_x (в)(Iвариант)

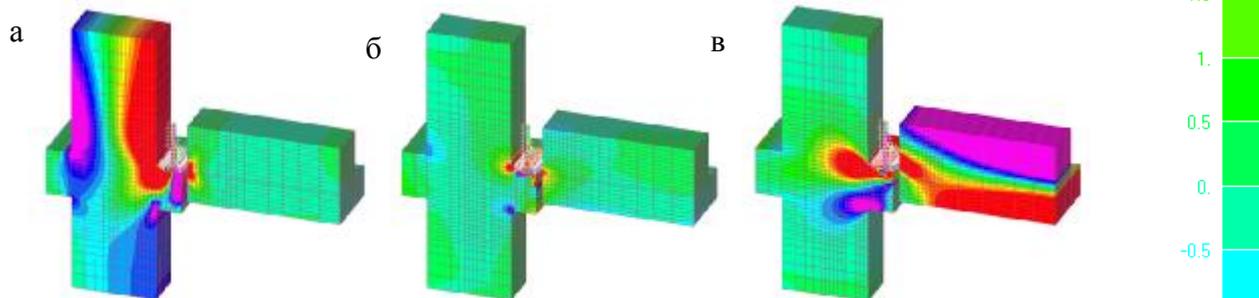


Рисунок 11 –Нормальные напряжения σ_z (а), σ_v (б), σ_x (в)(IIвариант)

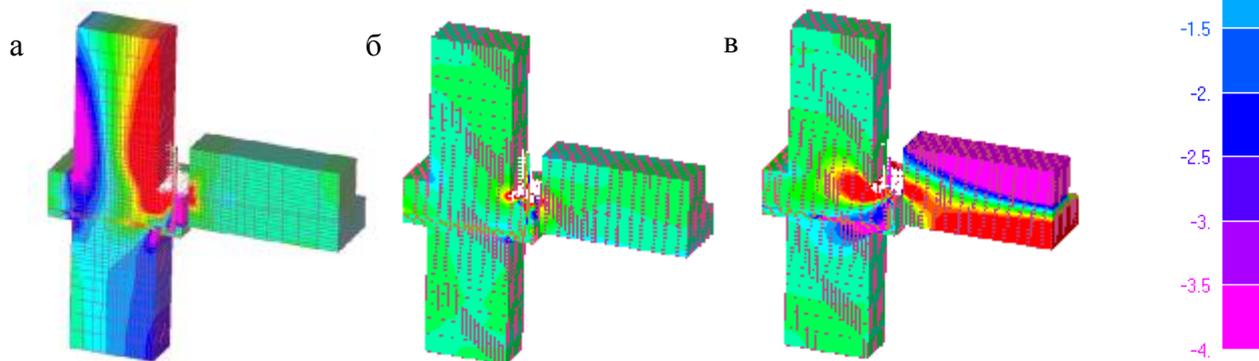


Рисунок 12 –Нормальные напряжения σ_z (а), σ_v (б), σ_x (в)(IIIвариант)

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01-02. –Введ. 01.07.2003. – Минск: Министерство строительства и архитектуры РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, 2003. – 144 с.
2. Тур А.В. Сопротивление изгибаемых железобетонных элементов при внезапном приложении нагрузки :дис. к-та техн. наук:05.23.01 / А.В. Тур. – Брест., 2012. – 228 с.
3. Железобетонные конструкции. Основы теории, расчёта и конструирования. Учебное пособие/Т.М. Пецольд [и др.]; под ред. Т.М. Пецольда, В.В.Тура. – Брест: БГТУ, 2003. – 380с.: ил.
4. FIB. Structural connections for precast concrete buildings. Guide to good practice prepared by Task Group 6.2. – 2008 – 360с.