

Николаева Анастасия Георгиевна

преподаватель

Иванова Наталия Васильевна

доцент

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный

университет им. И.Н. Ульянова»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ САПР ПРИ РАСЧЕТЕ ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА

Аннотация: в статье приведены результаты анализа различных вариантов опирания ригелей плоской железобетонной рамы. Рассмотрено три варианта моделирования узлов опирания ригелей. Произведен анализ усилий и армирования для этих вариантов.

Ключевые слова: рама, каркас, железобетон, конечный элемент, расчетная схема, Лира-САПР.

В связи с интеграцией средств автоматизированного проектирования в образовательном процессе [1; 2], при выполнении расчетно-проектировочной работы по дисциплине «САПР в строительстве» студентам, обучающимся по направлению 08.03.01 «Строительство», была предложена задача расчета трехпролетной поперечной рамы монолитного железобетонного каркаса производственного здания. Высота этажа, пролет ригелей и этажность здания варьировалась по заданию. Наружные стены – ненесущие. Нагрузка от ограждения и нагрузка на перекрытия задавались индивидуально. Размеры сечения колонн и ригелей квадратными, с размером сторон 40x40 см. Класс бетона элементов каркаса – В25, класс арматуры – А500.

Узлы сопряжения ригеля с колонной по условию задачи – жесткие. Требовалось выполнить расчет рамы в программном комплексе (ПК) Лира-САПР, рассмотрев несколько вариантов моделирования опирания ригелей на колонны: без

жестких вставок, с жесткими вставками и путем объединения перемещений узлов. И произвести анализ результатов.

Рассматривались три расчетной схемы поперечной рамы (см. рис.1):

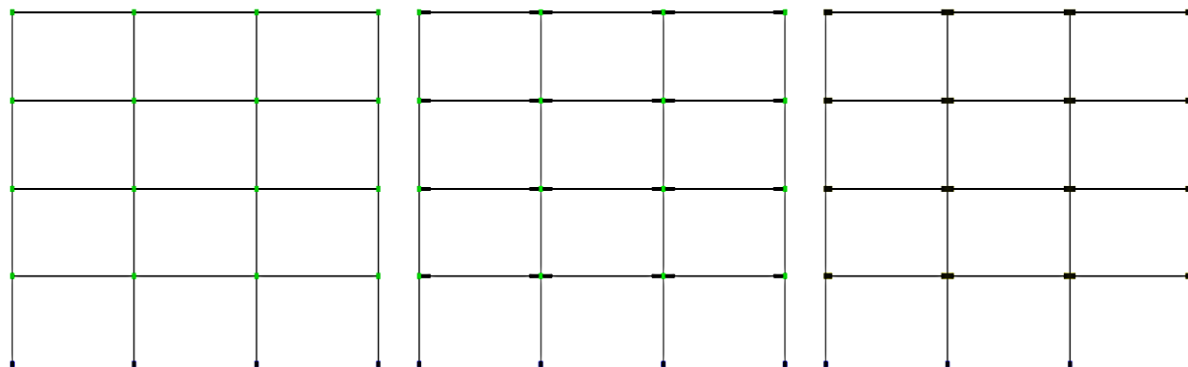


Рис. 1. Расчетные схемы рам

Стыковка конечных элементов (КЭ) между собой, по умолчанию, жесткое (кроме признака схемы 1). Принимаем во внимание тот факт, что элементы ригелей и колонн в первом варианте соединяются без учета расчетной длины ригеля равной расстоянию в свету между колоннами. Т.е. короче расстояния между осями колонн на величину высоты сечения колонны в плоскости рамы. В связи с этим, конечным элементам ригелей рамы необходимо задавать жесткие вставки по обоим концам, равным по длине половине высоты сечения колонны в плоскости рамы (2 рассматриваемый вариант). В нашем случае эта величина принималась равной 0,2 м.

Для передачи усилий от ригелей на колонны рамы в ПК Лира-САПР используется так же инструмент объединения перемещений узлов. На рис. 2 показаны три варианта моделирования опирания ригеля. Расстояние отступа узла опирания ригеля от оси колонны тоже равнялось половине высоты сечения колонны (0,2 м). В третьем варианте расчетной схемы рамы объединение перемещений было выполнено по всем направлениям координационных осей (рис.3)

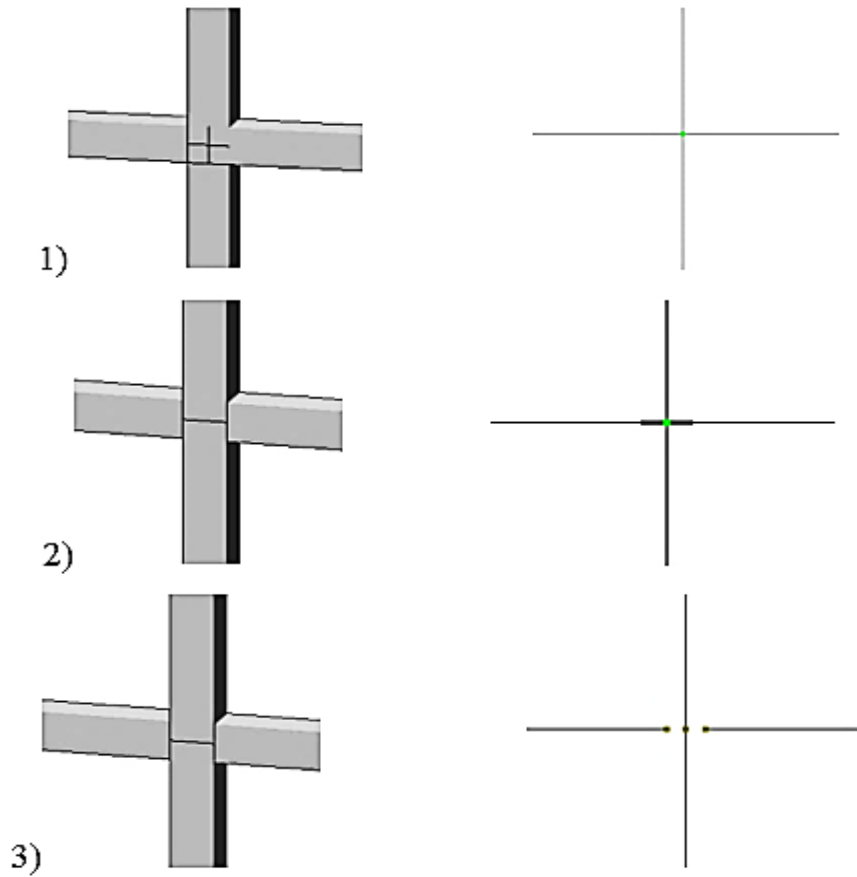


Рис. 2. Модели опирания ригеля: 3D и КЭ модель
 1) без жестких вставок; 2) с жесткими вставками;
 3) с объединением перемещений узлов

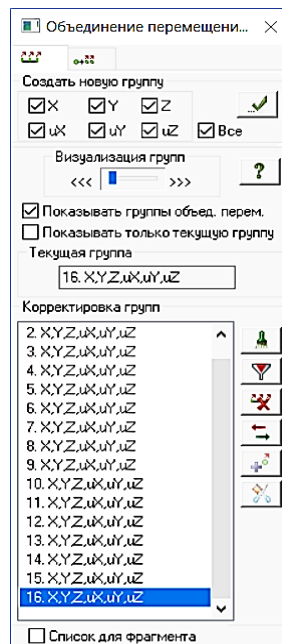


Рис. 3. Объединение перемещений

Как видно из рисунка 3D модель 2-го и 3-го варианта визуально выглядят одинаково. В 1-й модели видно «перекрестие» элементов ригелей и колонн. Конечноэлементные схемы опирания ригелей различаются.

По результатам расчета рам были получены следующие результаты (см. рис. 4, 5). По ним видно что изгибающие моменты, возникающие в ригелях при втором и третьем вариантах не очень сильно отличаются друг от друга. В отличие от результатов расчета по первому варианту.

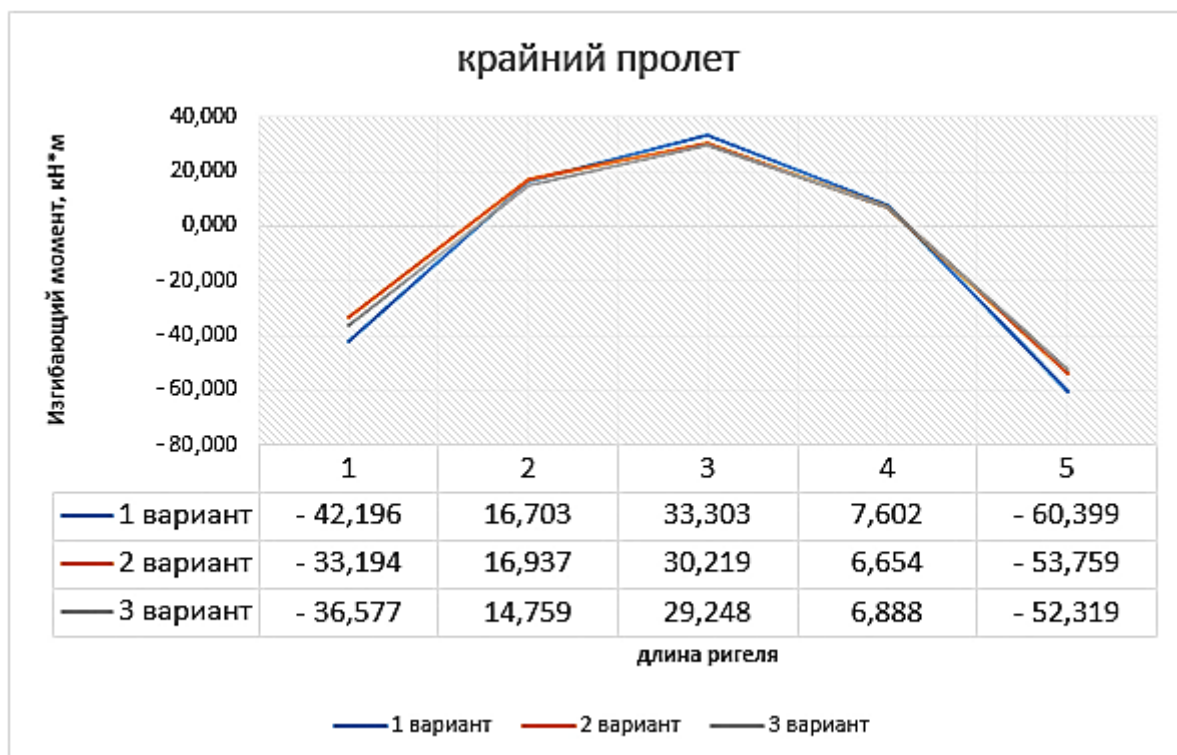


Рис. 4. Сравнительный анализ значений изгибающих моментов в ригеле крайнего пролета

Как видно из сравнительной таблицы (табл.1) процент отличия значений изгибающего момента на опоре в крайнем пролете при втором варианте моделирования опирания отличится от первого варианта на 21,3%, третьего от первого – 13,3%, разница между значениями второго и третьего вариантами – 8%. Похожая картина в среднем пролете: отличие первого от второго вариантов – 11%, первого от третьего – 13,4%, второго от третьего – 2,38%.

Это говорит о том что расчет плоских рам с моделированием опирания ригелей с использованием жестких вставок или с использованием объединения перемещений дает более реальные величины опорных моментов. Этот факт отражается в последующем при подборе арматуры в опорном узле ригеля.

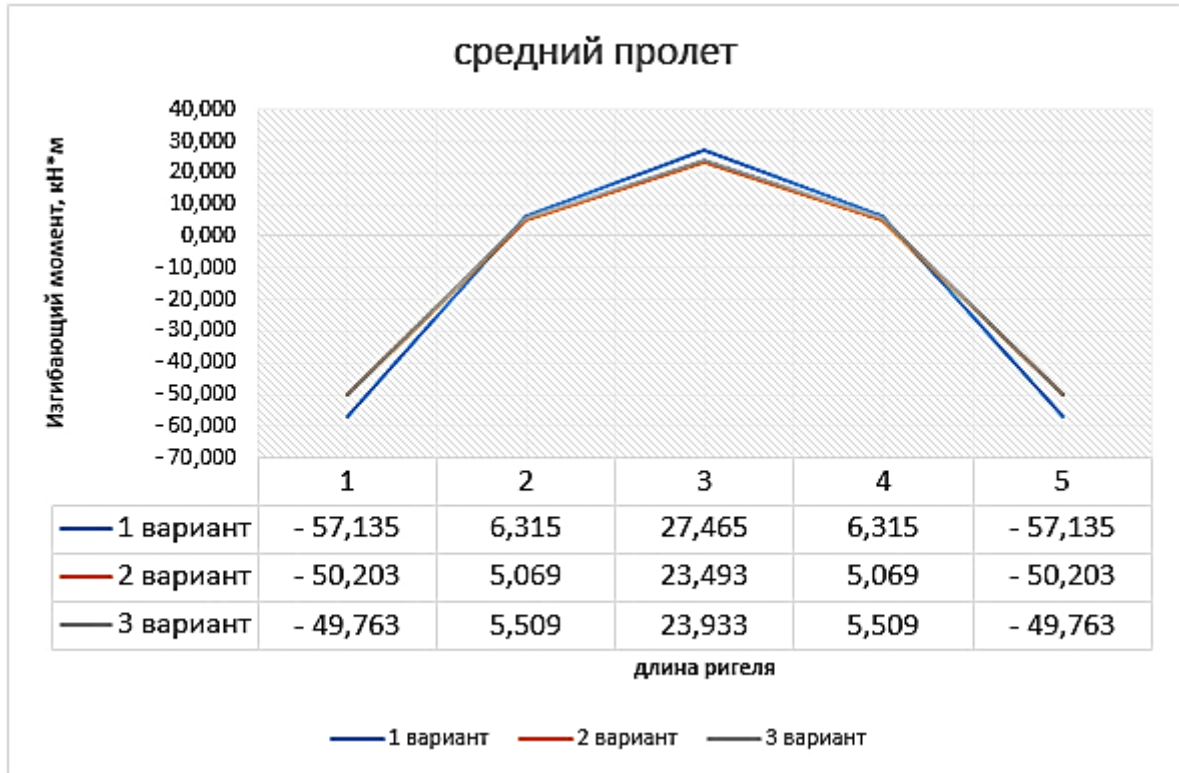


Рис. 5. Сравнительный анализ значений изгибающих моментов в ригеле среднего пролета

Таблица 1

Сравнительная таблица усилий в ригелях рамы

Наименование опоры	M_u (кН*м)	M_u (кН*м)	M_u (кН*м)	Разница значений между 1 и 2 вариантом, %	Разница значений между 1 и 3 вариантом, %	Разница значений между 2 и 3 вариантом, %
Крайняя опора	- 42.20	- 33.19	- 36.58	21.33	13.32	8.02
Средняя опора	- 60.40	- 53.76	- 52.32	10.99	13.38	2.38
Крайний пролет	33.30	30.22	29.25	9.26	12.18	2.92
Средний пролет	27.46	23.49	23.93	14.46	12.86	1.60

В итоге сравнения процента армирования трех вариантов получили следующие значения (см.табл.2). Армирование ригелей в первом варианте отличается от второго и третьего варианта в среднем на 0,03%, что дает экономию расхода арматуры [3–5].

Таблица 2

Сравнительная таблица процента армирования в ригелях рамы

	Крайняя опора	Средняя опора	Крайний пролет	Средний пролет
1 вариант	0.18	0.24	0.15	0.12
2 вариант	0.14	0.21	0.13	0.1
3 вариант	0.15	0.21	0.13	0.11

В итоге приходим к тому, что использование второго и третьего вариантов моделирования опирания ригеля дает экономию армирования в среднем на 0,03%, и понижение значения изгибающих моментов на крайних опорах в среднем на 17% на средних опорах – в среднем на 12%, то же пролетных моментов в крайних пролетах в среднем на 11% в средних пролетах – на 13%. Что дает нам возможность использовать данные результаты при выполнении курсового проектирования по дисциплине «Железобетонные конструкции».

Список литературы

1. Иванова Н.В. Интеграция САПР в образовательном процессе подготовки специалистов строительной области / Н.В. Иванова, А.Г. Николаева // Развитие современного образования: от теории к практике: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 23 дек. 2017 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017.

2. Николаева А.Г. О методике использования мультимедийных средств преподавания в технических вузах / А.Г. Николаева // Парадигмы университетской истории и перспективы университетологии (к 50-летию Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова): Сборник статей. В 2 т. Т. 1 / Редкол.: О.Н. Широков, Т.Н. Иванова, Н.Н. Агеева, М.Н. Краснова. – Чебоксары: ООО «Издательский дом «Среда», 2017. – 371–373 с.

3. Николаева А.Г. Эффективность применения расчета каркасов монолитных зданий с учетом стадийности возведения / А.Г. Николаева // Сборник научных трудов молодых ученых и специалистов. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. – С. 111–114.

4. Плотников А.Н. Расчет многоэтажных зданий с железобетонным каркасом, учитывающий распределение усилий в эксплуатационной стадии / А.Н. Плотников, А.Г. Николаева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: Материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции. – Чебоксары: Изд.во Чуваш. ун-та, 2016. – С. 109–118.

5. Иванова Н.В. Влияние процента армирования на напряженно-деформированное состояние вертикальных элементов рамных каркасов / Н.В. Иванова, А.Г. Николаева // Актуальные направления научных исследований: перспективы развития: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 10 дек. 2017 г.) / Редкол.: О. Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017.