

УДК 691.87

## **Особенности моделирования отдельных элементов монолитного перекрытия в расчётном комплексе «Лира»**

Новик В.В., Сивец Е.О.

(Научный руководитель – Гринев В.В.)

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь

С ростом технического уровня развития различных сфер деятельности человека новые подходы к решению старых проблем за счёт применения более развитых технологий находят всё большее и большее применение. Ярким примером служит современное строительство, которое позволяет добиваться одновременно и высокой скорости монтажных работ и превосходного качества сдаваемых в эксплуатацию объектов. Так всё шире используется технология монолитного возведения стен, колон и перекрытий, поскольку монолит имеет определённые преимущества перед классическим способом монтажных строительных работ.

Особенно хорошо просматривается тенденция предпочтения монолитного метода возведения перекрытий, ведь конструкционные элементы, изготовленные таким передовым способом менее затратны, но, тем не менее, не только не уступают в качестве, но и по многим параметрам превосходят стандартные. Основными преимуществами такого вида возведения перекрытий являются возможность придания ему почти любой формы, легкодоступность материалов для их возведения, возможность формирования «единых» большепролетных перекрытий, простота отделки. Однако самым важным преимуществом является возможность индивидуального проектирования под каждый конкретный объект. Это способствует не только экономии материалов, которая напрямую приводит к уменьшению издержек и стоимости возводимого объекта, но и уменьшению их толщины, за счёт которого расширяется пространство проектируемого помещения.

Во время анализа доступной литературы подобных экспериментов обнаружено не было, самыми близкими к данной тематике были исследования в области моделирования монолитных железобетонных перекрытий на стальных балках. Это свидетельствует о том,

что наше изыскание является не только актуальным, но и отчасти инновационным в данной области изучения работы железобетона. С учётом вышеперечисленных фактов можно установить необходимость более глубоких дальнейших исследований.

С целью выявления правильной модели было составлено несколько вариантов схем реализации монолитного перекрытия и его элементов для расчётной системы «Ли́ра» ПК ЛИРА — многофункциональный программный комплекс, предназначенный для проектирования и расчета машиностроительных и строительных конструкций различного назначения. Расчёты в программе выполняются как на статические, так и на динамические воздействия. Основой расчётов является метод конечных элементов (МКЭ). Различные подключаемые модули (процессоры) позволяют делать подбор и проверку сечений стальных и железобетонных конструкций, моделировать грунт, рассчитывать мосты и поведение зданий в период монтажа и т. д.

Планируемая конструкция представляет собой монолитные квадратные плиты перекрытия размерами 9х9 метров с ригелями и колоннами (рис. 1).

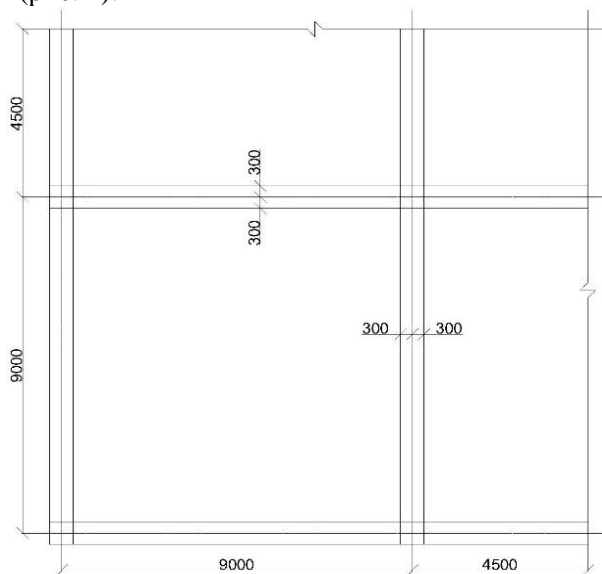


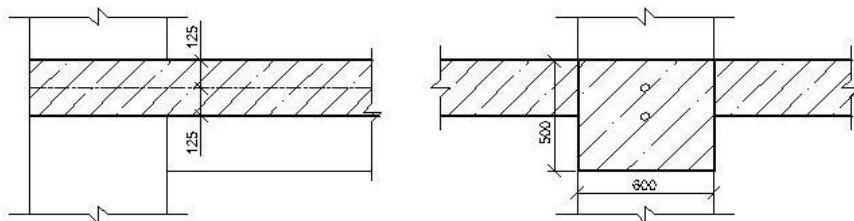
Рисунок 1. Фрагмент перекрытия

Была составлена пространственная модель фрагмента здания, в которой основная плита перекрытия моделировалась пластинчатыми элементами, колонны – стержневыми, а балки моделировались как стержневыми, так и пластинчатыми элементами. С целью выявления правильной модели было составлено несколько вариантов схем реализации монолитного перекрытия и его элементов.

Также примем полезную нагрузку (P1) и собственный вес (P2) равными соответственно  $P1 = 0.8 \text{ т/м}^2$  и  $P2 = 0.84375 \text{ т/м}^2$ .

Основным аспектом для планирования моделирования является задание узла «плита-ригель-плита». В работе были приняты следующие варианты задания элементов узлов:

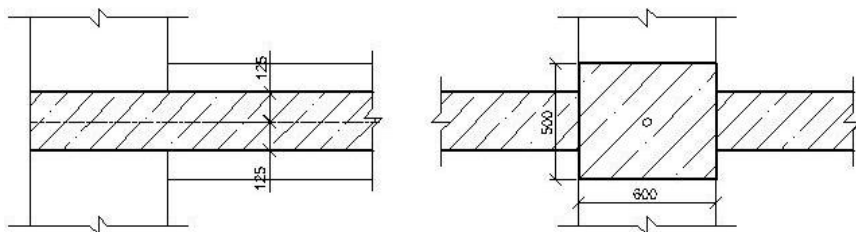
### **Вариант 1:**



Моделируем балку в расчетном комплексе из пластинчатых элементов. Параметры модели:

- размеры сечения  $600 \times 500$  мм;
- центры тяжести плиты перекрытия и балки-плиты не совпадают.

### **Вариант 2:**

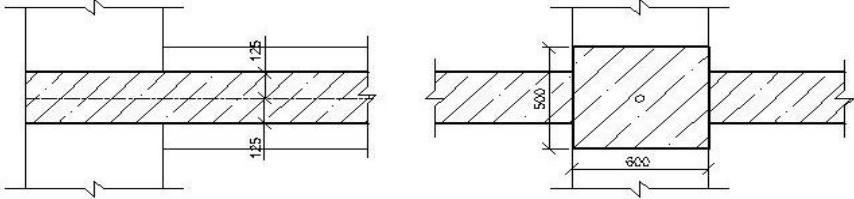


Моделируем балку в расчетном комплексе как плиту из пластинчатых элементов со следующими параметрами:

- размеры сечения  $600 \times 500$  мм;

– центры тяжести плиты перекрытия и балки-плиты совпадают.

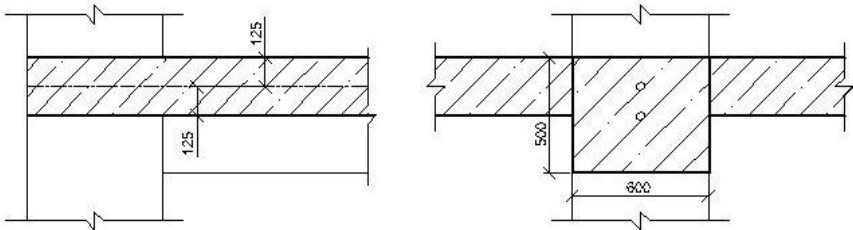
**Вариант 3:**



В данном варианте моделируем балку из стержневых элементов со следующими параметрами:

- размеры сечения 600×500 мм;
- центры тяжести плиты перекрытия и балки совпадают.

**Вариант 4:**

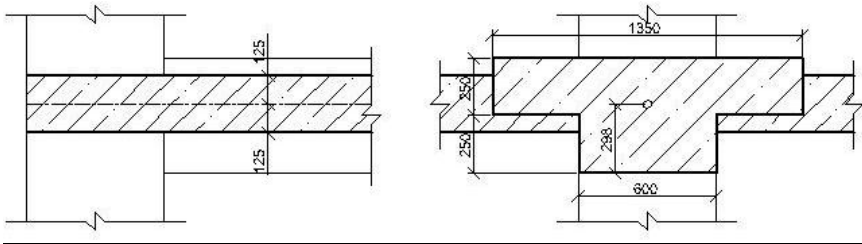


Параметры моделируемой балки:

- размеры сечения 600×500 мм;
- центры тяжести плиты перекрытия и балки не совпадают.

В четвертом варианте можем наблюдать эксцентриситет осей плиты перекрытия и балки.

**Вариант 5:**

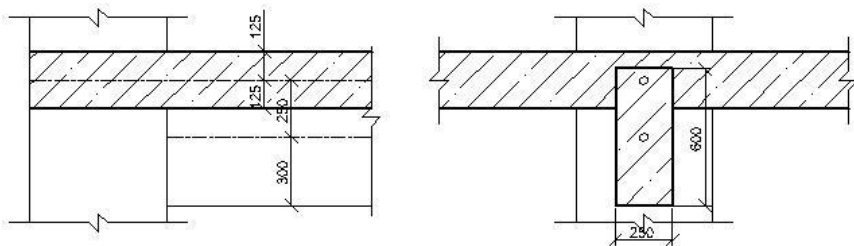


В данном варианте моделируем тавровую балку со следующими параметрами:

– максимальные размеры сечения  $1350 \times 500$  мм, стенка  $600 \times 250$  мм;

– центры тяжести плиты перекрытия и тавровой балки совпадают.

### **Вариант 6:**



Моделируем балку со следующими параметрами:

– размеры сечения  $600 \times 250$  мм;

– центры тяжести плиты перекрытия и балки расположены на расстоянии 250 мм.

Для данных вариантов в системе «Лира» были составлены расчетные схемы (рис. 2).

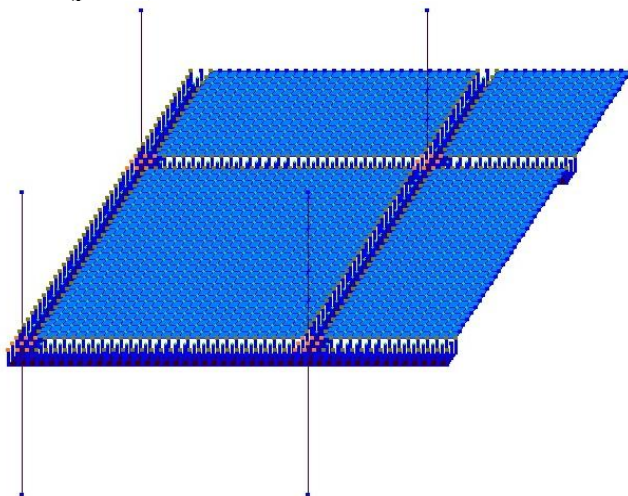


Рисунок 2. Общий вид расчетной схемы

По результатам расчётов были построены эпюры изгибающих моментов в анализируемой балке (рис. 3).

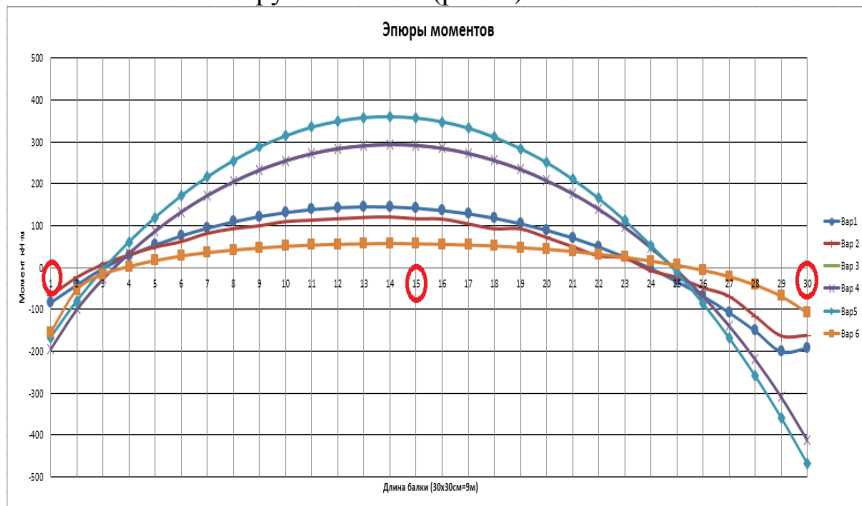


Рисунок 3. Эпюра изгибающих моментов по длине балки

Как можно заметить по полученным данным – характер изменений во всех вариантах одинаков. Небольшие различия будут наблюдаться лишь для первого и второго случая на 28, 29 и 30-ом участках – но эти различия легко объясняются моделированием балки пластинчатыми конечными элементами. Очевидно различие в числовой величине в зависимости от выбранных вариантов, несмотря на единый характер полученных данных. Для наглядности рассмотрим разницу между максимальным и минимальным значением в сравнении со средним значением момента в трёх точках

– точка соединения ригельных балок (точка 1 и 30) и в середине пролёта балки (точка 15).

Для точки 1 имеем:  $M_{\max} = -194 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ;  $M_{\min} = -68,1 \text{ кН}\cdot\text{м}$   $\text{Ср.}M = -143,42 \text{ кН}\cdot\text{м}$   
 $\Delta M_{\max} = 35,26\%$   $\Delta M_{\min} = 52,52\%$ .

Для точки 30 имеем:  $M_{\max} = -469 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ;  $M_{\min} = -162,6 \text{ кН}\cdot\text{м}$   
 $\text{Ср.}M = -292,15 \text{ кН}\cdot\text{м}$   $\Delta M_{\max} = 60,54\%$   
 $\Delta M_{\min} = 44,34\%$ .

Для точки 15 имеем:  $M_{\max} = 357 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ;  $M_{\min} = 57 \text{ кН}\cdot\text{м}$   $\text{Ср.}M = 209,68 \text{ кН}\cdot\text{м}$   
 $\Delta M_{\max} = 62,36\%$   $\Delta M_{\min} = 72,82\%$

В ходе проведенных исследований было изучено влияние жесткости элементов на величину изгибающего момента. Полученные результаты, позволят оптимально проектировать монолитные железобетонные перекрытия и более точно выполнять расчеты в программных комплексах, которые реализуют метод конечных элементов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство пользователя программным комплексом «Ли́ра 9.6»  
R7