Компьютерный практикум №6

Компьютерная оценка прогибов строительных конструкций

практике выполнения экспериментальных исследований часто В возникает необходимость проверки фактических прогибов строительных Расчетное сопровождение конструкций. ланных исследований ЛЛЯ современных многоэтажных зданий зачастую невозможна без применения современных расчетных комплексов, так как величина прогиба отдельной конструкции в единой расчетной схеме из тысяч различных элементов также взаимных перемещений смежных конструкций. зависит от Каждый расчетный комплекс имеет ряд особенностей, учет которых необходим для получения адекватных результатов.

В ПК Лира-САПР при расчете стальных балок по II-й ГПС (по прогибам) необходимо создавать раскрепления для прогибов.

<u>Информация из справки LIRA SAPR (Справка\Пояснения</u> Сталь\Проверки прогибов):

Проверка прогиба осуществляется сопоставлением реально определенного относительного прогиба (L/f) с максимально возможным для данного конструктивного элемента прогибом.

В данной версии проверка выполняется только для балок на основании состава загружений во всех сочетаниях. Учитываются коэффициенты надежности по нагрузке (заданные при формировании РСУ в среде ПК ЛИРА-САПР) и коэффициенты сочетания.

Перемещения, вызванные загружениями с долей длительности 0, в данном расчете не используются.

Прогибы находятся для каждого сечения на основании распределения MY1, MZ1, QY1, QZ1 по длине элемента. Соответственно, увеличение количества расчетных сечений способствует более точному определению прогибов (особенно, если воздействуют сосредоточенные силовые факторы).

В режиме локального расчета элемента (см. справочную систему СТК-САПР) имеется возможность расчета прогибов по огибающим эпюрам изгибающего момента в запас. Это может потребоваться, когда редактируются расчетные сочетания усилий (или нагрузок) и теряется связь с результатами расчета на ПК ЛИРА-САПР основной схемы.

Важно: Предусмотрена возможность определять не чистые перемещения (относительно локальных осей Y и Z в недеформированной схеме), а прогиб относительно двух выбранных условно неподвижных точек – точек раскрепления (в случае консоли, например, относительно одной точки).

На приведенном ниже фрагменте показан механизм определения прогибов (они обозначены как di и dk) в конструктивном элементе с наложенными раскреплениями на элементы. Если раскрепления не наложены, то прогиб принимается равным полному расстоянию до оси X.



Схема к определению прогибов балки с раскреплениями и без раскреплений

Важно: Если балка (ригель) разбита по длине промежуточными узлами, то для нее необходимо создать конструктивный элемент и раскрепления для проверки прогибов создавать как для конструктивного элемента (т.е. для балки как единого целого). В расчете стальных конструкций коэффициент расчетной длины (и для балок, и для колонн, и для ферм) применяется к длине конечного элемента (КЭ), если не задан конструктивный элемент (КоЭ). Если задан КоЭ, то коэффициент расчетной длины применяется к полной длине КоЭ.

Конструктивный элемент

В некоторых случаях для корректного расчета стержневых элементов, разбитых по длине, необходимо их объединять в конструктивный элемент. Конструктивный элемент – это совокупность нескольких конечных элементов, которые при конструировании будут рассматриваться как единое целое.

В меню «Конструктивные элементы» нужно указать:

•Варианты конструирования, в которых будут задействованы данные КоЭ;

•Номер унифицированной группы КоЭ;

- •Тип унификации КоЭ;
- •Создать/Удалить КоЭ;

Пример расчета однопролетной балки

Создадим новый файл – Прогибы балки.

Описание схемы	×
Признак схемы 5 - Шесть степеней свободы в узле (X,Y,Z,Ux,	Uy,Uz) 🔹 🦹
Имя задачи Прогибы балки Результаты расчета в отдельн	юй папке
Описание задачи (до 255 символов)	×

Создадим первый узел и скопируем его в направлении Х на 6 метров.

Копирование объектов
🔽 В новый блок
💿 единым блоком 🔿 по КоБ
🗌 Упаковать совпадающие узлы
📝 Копировать объедин. перем.
📝 Копировать жесткие тела
Копирование по параметрам
dX 6 м
dY O M
₫Z 0 м
N 1
Создавать изды в местах
Пересечения с другими КЭ
∕ X ?
(

С помощью функции – *Перемещение образующей* - создадим вертикальные элементы колонн рамы (в направлении Z = 5м).

Перемещение образующей	
Создание стержней или пластин	
Создание объемных тел Элементы Тип решетки	
 Пластины Стержни О 	
n 1	
d× 0 M	
dY 0 M	
м <u>– – – – – – – – – – – – – – – – – – –</u>	
Создавать узлы в местах пересечения с другими КЭ	

С помощью функции – *Добавить элемент* – создадим элемент ригеля, соединив верхние узлы колонн.

z_γ ⊉_x



Создадим жесткое закрепление в нижней части колонн.



Зададим жесткости для колонн. Для этого в меню – Жесткости и материалы - зададим стальное сечение из двутавров с параллельными гранями полок №16.

🔳 Жесткости и материалы 🛛 🕹	
Назначить элементам схемы Жесткость: I 2. Двутавр 3051	Стальное сечение Х
Тип: Бетон: Арматура: <het> <het></het></het>	Состав сечения: I 1. Двутавр 16 Профиль эными пранями полок <dv-s.profiles.srt> / 63 16 / /</dv-s.profiles.srt>
Жесткости Ж/Б Сталь Список типов жесткостей П 1. Двутавр 16 Г 2. Двутавр 3051 Добавить>>	Описание H = 16 Tw = 0.5 Bf = 8.1 Tw = 0.78 Bf = 8.1 Tf = 0.78 B
Изменить Проснотр Копировать Удалить Удалить Му >> взя <u>с</u> бу Список для фрагмента	Поворот Сечение Стыковка >> Комментарий: Цвет: Цвет: Поворозия: Коррозия: не задана Коррозия ОК Отмена Справка

Зададим жесткость для ригеля. Для этого в меню – *Жесткости и материалы* - зададим стальное сечение из двутавра типа Балочный №30Б1.

🔳 Жесткости и материалы	×]
Назначить элементам схемы Жесткость: I I 2. Двутавр 3051		Стальное сечение Х
Материалы: СНиП 2.03.01-84* • Вариант 1 Тип: Бетон: Арматура		Состав сечения: — Т 2. Двутавр 3051 — Т 3. Двутавр 3051 — Т
<нет> <нет> <нет> Жесткости Ж/Б Сталь Список типов жесткостей [] 1. Двутавр 16 [] 2. Двутавр 3051 []	обавить>>	$\begin{array}{c c} \hline \\ \hline $
Назначить текущим	зменить роснотр опировать Удалить >>> вта <u>т</u>	Сечение Стыковка >> Комментарий: Цвет: Коррозия: не задана Коррозия ОК Отмена Справка

Так как будем выполнять проверку сечения балки по действующитм норматитвным документам в меню жесткости необходимо дополнительно задать характеристики материала – *Сталь*. Для этого зайдем в закладку –

Сталь – в меню – Жесткости и материалы. Активировать кнопку – Материал. Нажать – Добавить. Появится меню параметры, в котором необходимо задать марку стали C235.

азначить элементам схемы		Номер	2	
Тжесткость:	1	Комментарий	Материал	-
		Сечение		-
_ 2. двугавр 5001		Таблица сталей	Стали по СП 16.13330.2	011, лист и фасон <splistprof.steels< td=""></splistprof.steels<>
_		Сталь	C245	
Материалы: СП 16.13330.2011 ▼	Вариант 1 😴 📫 📈	Сокращенный сортамент	Нет	
Материал Дополнительн	ы Ограничения по			
<pre><het></het></pre>	<net></net>			
есткости Ж/Б Сталь				
Залание параметров для стальных к	онструкций			
Т 1 Материал				
	Материал			
	- · ·			
	Дополнительные			
	характеристики			
	Ограничения			
	hogoopa			
	Добавить			
	Изменить			
	Pageran			
	hpochorp			
	Копировать			
	Удалить			
	<< >> ••• •			
	Раскрепления			
Назначить текущим	Настройки			

Далее нажать кнопку – Дополнительные характеристики. Задайте параметры балки, как указано на рисунке ниже. После задания всех характеристик необходимо в главном меню – Жесткости и материалы - присвоить эти свойства выбранной балке, нажав – Применить.



Загружение 1

Зададим равномерно-распределенную нагрузку на ригель, интенсивностью q=3.15т/м.

Загружение 2

Зададим нагрузку от собственого веса

🔳 Pe	дактор загружений			×
Реда	ктирование выбранно	го загружения		
Имя	1 Загружение 1			$\hat{}$
Вид	Постоянное		~	A
Узло	овые нагрузки: 0; Мес	стные нагрузки	: 14;	\sim
Списо	ок загружений			
#	Имя загружения	Вид	Тип	+
1	Загружение 1	Постоянн		\sim
2	Загружение 2	Постоянн		+
				1
				₽
				7
				?
[Назначи	ть текущим		

В закладке – *Расчет* - создадим таблицу РСУ (таблицу расчетных сочетаний усилий). Все действия завершаем кнопкой - *Подтвердить*.

Расчетные сочетания усилий		×
Номер таблицы РСУ 🍴 🚔 📑		1
Имя таблицы РСУ СП_1		2
Строительные нормы СП 20.133	30.2011 ~	
Номер загружения 👖 📮 Загруж	ение 1	
Вид загружения Постоянное(0)	🗸 🚽 По умолчанию	
N группы объединяемых 💦 💦	Коэффициенты для РСУ	
временных загружений		
	# 1 основ. 2 основ. Uco6.(C) U	соб.(б С) 5 сочет. Б сочет.
Эчитывать знакопеременность	1 1.00 1.00 0.90	1.00 0.00 0.00
N группы взаимоисключа- ющих загружений 0	2 1.00 1.00 0.90	1.00 0.00 0.00
NN сопутствующих 0 0		
Коэффициент надежности 1.10		
Доля длительности 1.00		
Не учитывать для II-го пред. сост. 📃		
Ограничения для кранов и тормозов		
Кран Тормоз	•	Þ
Сводная таблица для вычисления РСУ:		
№. Имя загруже Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1 Загружение 1 Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2 Загружение 2 Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
<		>

Таким образом мы завершили создание рамы с ригелем, состоящем из одного стержневого элемента.

3		
	Стержень 3	
	Номера узлов	
	3.4	
	№ 3 Блок N 🔽 Отмеченный	
	Тип жесткости	
	2. Двугавр 3051 🗸	
	Тип КЭ К-во сечений Ортотропия 10 5 Длина, координаты центра тяжести	
	L=6м, Хс=3м, Yс=0м, Zc=5м	
	Удалить элемент Добавить элемент	
	Nº sarp. 1	
	🍄 🖛 🏋 👻 C1 🖉 🗊	
	Нагрузки	
	↓↓↓↓Z р=3.15 т/м - Равномерно распреде	
	< >>	
	Добавить Удалить 🛄 🍭	
L		

Выполним копирование созданной рамы по направлению X на расстояние 7 м.

Копирование объектов		
🧕 единым блоком 💿 по КоБ		
Эпаковать совпадающие узлы		
Копировать жесткие тела		
Копирование по параметрам		
dК 7 м		
dY 0 M		
dZ 0 M		
N 1		
Создавать узлы в местах		
пересечения с другими к.э		

С помощью функции – Добавить элемент - разделить на N равных частей - разделим ригель на 6 частей.



Выделим обе созданные рамы и скопируем вниз по направлению Z на - 7м.

Таким образом, в верхней части у нас остаются две рамы в стандартном исполнении. В нижней части подобные рамы будут иметь в опорных узлах балки раскрепления.



Создадим раскрепления в балке нижней левой рамы. Для этого, выбрав элемент ригеля, зайдем в закладку – Конструирование - Раскрепление для прогибов. В нижней вкладке выбрать – Создать в каждом узле. Нажать - Подтвердить.

Раскрепления для про	огибов Х
Вариант конструиров	вания Номер: 1
Нажмите на кнопку «Г раскрепления в каждо стержневого конечног Раскрепления будут с локальных систем кос Выберите действие:	Ірименить», чтобы создать м узле каждого выделенного о элемента. заданы в плоскостях XY, XZ ирдинат стержней.
k k	
Создать в каждом узи	
	✓ X

(отображение при общем виде)



Создадим раскрепления в балке нижней правой рамы. Для этого, выбрав элемент ригеля, зайдем в закладку – *Конструирование - Раскрепление для прогибов*. В нижней вкладке выбрать – *Создать только в узлах со*

следующими №№. Укажите номера опорных узлов. В данном примере это узлы 20 и 21. Нажать - *Подтвердить*.

Pa	аскрепления для п	рогибов	×	
	Вариант конструи	рования Номер	. 1	
	Нажмите на кнопку раскрепления в выр перечисленных в сп Раскрепления будут покальных систем к	«Применить», чтобы целенных стержнях в иске. созданы в плоскос соординат стержней	ы создать в узлах, тях XY, XZ	
		<u>, z</u> , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	⊠Y1 ⊠Z1	
	Создать только в у 20	злах со следующим	и №№: ~	
			× ×	

Для визуализации заданных раскреплений в балке зайдите в меню - Флаги рисования. Выбрать меню – Материалы. В данном меню поставить галочку в обозначении - Раскрепления.



Как отмечалось в начале занятия, если элемент разбит на несколько элементов, то для правильного задания раскреплений для данного элемента необходимо создать <u>конструктивные элементы</u>.

Выделим элементы ригеля в верхней правой раме.



Обратимся к закладке – *Конструирование – Конструктивные элементы*. Нажать – *Создать КоЭ*.



По аналогии создадим конструктивный элемент для ригеля нижней правой рамы. При создании конструктивного этомента появляется отличительное обозначение, например КБ1, КБ2 и т.д.

Выполним расчет.

Перейдем к анализу полученных результатов проверки сечения балки. В закладке – *Сталь* - активируем результаты проверки по 2-му предельному состоянию. Из расчета видно, что для случаев заданного раскрепления в опорных узлах балки имеется запас по 2-му предельному состоянию

(прогибам). В случаях если не задавать раскрепление, то получаются завышенные прогибы (в нашем случае возникает перегрузка балок на 2%), которые не соответствуют действительной работе конструкции и данные искажения полученных результатов могут не правильно представить экспериментальные данные, в случае выполнения исследований в данных констукциях.



Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 предельному состоянию