Компьютерный практикум № 4

Определение внутренних усилий в элементах конструкции для анализа результатов испытаний.

Определение внутренних усилий в элементах конструкций для анализа результатов экспериментальных исследований значительно зависит от способа моделирования условий опирания исследуемой конструкции на смежные опорные конструкции.

В данном компьютерном практикуме будет рассмотрена задача моделирования условий опирания пластинчатых элементов на примере программного комплекса ЛИРА-САПР.

По умолчанию КЭ оболочки (стены и плиты) сопрягаются друг с другом жестко.

Для моделирования шарнирного опирания плиты перекрытия на стены необходимо создать цилиндрический шарнир помощью функции объединение перемещений – создать шарнир с расшивкой узлов.

Описание схемы	×
Признак схемы	
5 - Шесть степеней свободы в узле (X,Y,Z,Ux,Uy,Uz) 🔻	?
Имя задачи Цилиндрический шарнир	
Результаты расчета в отдельной папке	
Описание задачи (до 255 символов)	*
	Ŧ

Создадим новую задачу

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	
ф 6 м	
dZ U M	
N 1	
🖂 Создавать узлы в местах	
💌 пересечения с другими КЭ	
. ✓ X ?	
7	
∠_X 0== 0.000	
OTM. 0.000	

Создадим из полученных двух узлов и используя функцию – *Перемещение образующей* - два вспомогательных стержня, состоящих их 10 равных частей в направлении Y на 6 метров.



Используя функцию – *Перемещение образующей* – создадим из вспомогательных стержней пластины в вертикальном направлении Z на

3,6метра (количество элементов на 3,6 метра – 6 элементов). Таким образом, мы создадим элементы для стен.



z_γ ⊉_x

Помощью функции – *Создание и триангуляция контуров* - создадим конструкции перекрытия из пластинчатых элементов.



z_γ ⊉_x

Удалим лишние элементы вспомогательных стержней. Выполним упаковку схемы.

Зададим жесткое закрепление элементов стен в опорных зонах. Для этого повернем вид в проекции XOZ, выберем нижние опорные узлы стен и зададим их закрепление во всех направлениях.



Зададим жест костные характеристики для элементов стен. Для этого выберем все элементы стен с помощью функции - *Отметка блока*.

ZY	Отметка блока (Ctrl+Shift+Page up)
X	Отметить блок

Выбрав элементы стен, зададим жесткостные характеристики для железобетонной стены толщиной 30см.



По аналогии создадим жесткостные характеристики для железобетонной плиты перекрытия толщиной 20 см, предварительно выбрав элементы, используя функцию – Выбор блока.



Выполним согласование ориентации положения элементов в пространстве. Для этого, используя функцию – *Флаги рисования* – зайдем в

закладку – Элементы и поставим галочку – Согласование осей пластин и объемных КЭ (для результатов). Нажать – Применить.



Используя функцию – *Выбор блока* - отметим элементы перекрытий. Далее нажав правую кнопку мыши, вызовем вспомогательное окно -*Фрагментация*.

zγ ⊉_x



Обратим внимание, что при автоматическом триангулировании сетки элементов у нас отдельные элементы ориентированы не согласованно. Для правильного чтения результатов расчета необходимо, чтобы все элементы конструкции были ориентированы в едином направлении.



Выберем все элементы конструкции перекрытия, используя функцию – Отметка элементов. Далее нажав правую кнопку мыши, вызовем функцию – Местные оси пластин.



Нажмем – Сонаправить. Далее снова выберем элементы с помощью функции – Выбор элементов. Далее зайдя в закладку – Согласование осей (X1, Y1)- добиваемся согласования осей с направлением глобальных осей (для удобства чтения результатов).



Выполнив данные операции, следует далее отключить во флагах рисования отображение местных осей. Для этого, используя функцию – Флаги рисования – зайдем в закладку – Элементы и <u>снимем</u> галочку – Согласование осей пластин и объемных КЭ (для результатов). Нажать – Применить. И далее необходимо восстановить прежний вид всех конструкций с помощью меню правой кнопки мыши.

	I II	
Æ	Предыдущий фрагмент	
閛	Предыдущая отметка	
	Отметка узлов	Ctrl+Page up
Θ	Отметка элементов	Page up
0	Отметка вертикальных стержней	
0	Отметка горизонтальных стержней	
F	Восстановление конструкции	
+	Добавить узел	Ctrl+Shift+N
₽4	Добавить элемент	Ctrl+Shift+E
\$⁺	Добавить суперэлемент	
	Создание	×
\$	Задание и назначение жесткостей и материалов	Ctrl+R
7	Редактор загружений	
	Копировать загружение	
1	ДОКУМЕНТАТОР	
1	Интерактивные таблицы	Ctrl+Shift+G

Зададим нагрузку от собственного веса. Зайдем во вкладку - Нагрузки и добавим собственный вес. Это необходимо сделать, чтобы выполнить

пробный поверочный расчет. Далее выполним расчет и проанализируем формы деформирования элементов.



На исходной схеме деформирования наблюдаем, что по умолчанию сопряжение элементов стен и плиты перекрытия в программе задается с жесткими узлами.

При выполнении экспериментальных исследованиях конструкций зачастую приходится выполнять проверку наличия шарнирного опирание конструкций. Например, опирание железобетонных плит на кирпичную кладку, опирание железобетонных плит на ригели, опирание железобетонных монолитных плит на стены в узлах температурно-деформационных швов и т.д. Все экспериментальные данные должны проверяться поверочными расчетами. Для этого необходимо уметь пользоваться возможностями моделирования шарнирных соединений в различных расчетных комплексах.

Как отмечалось выше - по умолчанию КЭ оболочки (стены и плиты) сопрягаются друг с другом жестко. Для моделирования шарнирного опирания плиты перекрытия на стены необходимо создать цилиндрический шарнир помощью функции объединение перемещений – *Создать шарнир с расшивкой узлов*.

Шарнир в пластинах алгоритмически организуется при помощи расшивки схемы по соответствующей линии узлов, как правило, ориентированной вдоль одной из осей глобальной системы координат. Расшивка сопровождается раздвоением узлов на линии расшивки (в одних и тех же координатах появляется по два узла). Чтобы не допустить полного нарушения совместности, новым узлам должно быть дано указание, к каким именно элементам они должны принадлежать.

В связи с этим моделирование шарнира в пластине рекомендуется производить в следующем порядке:

•Отметить на схеме узлы, лежащие на линии расшивки.

•Отметить на схеме элементы, которым должны принадлежать новые узлы (элементы, примыкающие к отмеченным узлам).

•Создать для линии узлов расшивки группу объединения соответствующих перемещений и с помощью установки соответствующих флажков зафиксировать нужные перемещения -Х, Ү, Z, UX, UY, UZ. Так, например, если на линии расшивки необходимо создать шарнир вокруг оси Y, то в группу объединения войдут все перемещения, кроме UY.

•Занести созданную группу в поле ввода текущей группы и в поле накопления групп при помощи команды *Применить*.

В результате выполнения команды произойдет раздвоение всех узлов на линии стыка. Узлы с большими номерами будут принадлежать отмеченным ранее элементам.

Реализуем это в нашем примере

Выполним копирование схемы по направлению X=10м.



Начальную схему оставим для сравнения. Все операции будем выполнять на правой схеме.

•Отметим на схеме узлы, лежащие на линии расшивки для левой стены



Для удобства можно развернуть вид на 90 градусов



•Отметим на схеме элементы, которым должны принадлежать новые узлы (элементы, примыкающие к отмеченным узлам).



•Создадим для линии узлов расшивки группу объединения соответствующих перемещений и с помощью установки соответствующих флажков зафиксировать нужные перемещения -X, Y, Z, UX, UY, UZ. Так, например, если на линии расшивки необходимо создать шарнир вокруг оси Y, то в группу объединения войдут все перемещения, кроме UY.

В меню – *Жесткости и связи* - нажмем функцию – *Объединение перемещений*. Поставим галочки для направлений Х,Ү и Z.





По аналогии выполним операции для узлов опирания с правой стороны.

Шаг 1.











Используя объединение перемещений, во время упаковки <u>нельзя</u> <u>снимать галочку</u> «Не сшивать узлы с объединением перемещений».

Улаковка Сшивка Сшивка О.0001 м Точность сшивки О.0001 м Точность сшивки Не сшивать элементы с разными типами жесткости Не сшивать узлы с объединением перемещений Не сшивать узлы жестких тел Только для фрагмента Кроме выделенных узлов и элементов Не удалять элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией О о возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Выполнить из расчетной сеометрией Высячие' узлы Иоключить из расчетной схемы Висячие' узлы Кроме выделенных Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые касткости Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю О.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию О С О о умолчанию	-	
Сшивка Выполнить сшивку 0.0001 м Точность сшивки Не сшивать элементы с разными типами жесткости И не сшивать узлы собъединением перемещений Не сшивать узлы собъединением перемещений Не сшивать узлы жестких тел Только для фрагмента Кроме выделенных узлов и элементов Не удалять элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией О по возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Висячие узлы Иоключить из расчетной схемы Висячие узлы Кроме выделенных Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые кесткости Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию	y I	паковка
0.0001 м Точность сшивки Не сшивать элементы с разными типами жесткости У Не сшивать узлы с объединением перемещений Не сшивать узлы жестких тел Только для фрагмента Кроме выделенных узлов и элементов Не удалять элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Висячие' узлы Кроме выделенных Удалять элементы с некорректной геометрией У удалять элементы с некорректной геометрией Уудаленные узлы и элементы Висячие' узлы Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые кесткости Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию модула		Сшивка
 Не сшивать элементы с разныни типами жесткости Не сшивать узлы с объединением перемещений Не сшивать узлы жестких тел Только для фрагмента Кроме выделенных узлов и элементов Не удалять элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией О по возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с кемерректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией Удаленные узлы Кроме выделенных Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые жесткости Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию 		0.0001 м Точность сшивки
 Не сшивать узлы с объединением перемещений Не сшивать узлы жестких тел Только для фрагмента Кроме выделенных узлов и элементов Не удалять элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией О по возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Удалять заементы с некорректной геометрией О по возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Удалять заементы с некорректной геометрией Удаленные узлы кометрией Удаленные узлы улементы Неиспользуемые жесткости Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию (*) 	4	🔲 Не сшивать элементы с разными типами жесткости
 Не сцивать узлы жестких тел Только для фрагмента Кроме выделенных узлов и элементов Не удалять элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Удалять заементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Удалять заементы с некорректной геометрией Исключить из расчетной схемы Удаленные узлы и элементы Чеиспользуемые жесткости Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию 		Не сшивать узлы с объединением перемещений
 Только для фрагмента Кроме выделенных узлов и элементов Не удалять элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Исключить из расчетной схемы 'Висячие' узлы Кроме выделенных Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые жесткости Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию (2) 		🔲 Не сшивать узлы жестких тел
 Кроме выделенных узлов и элементов Не удалять элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Юсключить из расчетной схемы Удаленные узлы Кроме выделенных Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые жеткости Неиспользуемые пруппы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию Х 		🔲 Только для фрагмента
 Не удалять элементы с некорректной геометрией Удалять элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Исключить из расчетной схемы 'Висячие' узлы Кроме выделенных Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые жесткости Неиспользуемые пруппы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию (?) 		Кроме выделенных узлов и элементов
 Удалять элементы с некорректной геометрией По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Элементы с некорректной геометрией Исключить из расчетной схемы Удаленные узлы Кроме выделенных Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые жеткости Неиспользуемые териалы Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию Х 2 		Не удалять элементы с некорректной геометрией
 По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Юключить из расчетной схемы Висячие' узлы Кроме выделенных Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые жесткости Неиспользуемые патериалы Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию Х 		🔘 Удалять элементы с некорректной геометрией
Элементы с некорректной геометрией	1	По возможности исправлять
Исключить из расчетной схены Висячие' узлы Кроме выделенных Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые жесткости Неиспользуемые припы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию		Элементы с некорректной геометрией
Висячие' узлы Кроме выделенных Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые жесткости Неиспользуемые материалы Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию 💉 ?		Исключить из расчетной схемы
 Удаленные узлы и элементы Неиспользуемые жесткости Неиспользуемые натериалы Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию Х 2 		Висячие' узлы Кроме выделенных
 Неиспользуемые жесткости Неиспользуемые материалы Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию 		Удаленные узлы и элементы
 Неиспользуемые материалы Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию Х 2 		Неиспользуемые жесткости
Неиспользуемые группы объединения Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию Х 2		Неиспользуемые материалы
Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю 0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию Я ? ?		Неиспользуемые группы объединения
0.0001 м Величина модуля Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию Х ?		Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю
Выполнять автосохранение перед началом упаковки Параметры по умолчанию		0.0001 М Величина модуля
Параметры по умолчанию		Выполнять автосохранение перед началом упаковки
		Параметры по умолчанию



Выполним расчет и получим сравнение двух вариантов закреплений