Компьютерный практикум №5

Компьютерный анализ прочности балок.

В данном компьютерном практикуме будет рассмотрена задача, которая часто возникает перед проведением различных экспериментальных исследований стальных балок. Для определения физико-механических свойств материала балок перед исследователем стоит задача выбора места отбора проб, с учетом того, чтобы нанести минимальный ущерб для конструкции.

В данном компьютерном практикуме будет рассмотрена задача анализа влияния вырезки стандартных проб для выполнения испытаний на прессовом оборудовании. Рассматриваются и сравниваются три случая напряженнодеформированного состояния балки под нагрузкой:

1. Расчет и анализ напряжений в стальной балке без повреждений.

2. Расчет и анализ стальной балки с учетом обора пробы из центра балки (нижняя полка балки).

3. Расчет и анализ стальной балки с учетом обора пробы из опорной зоны балки (нижняя полка балки).

Создание файла

Создайте файл с названием – Балка.

Описание схемы	×
Признак схемы 5 - Шесть степеней свободы в узле (X,Y,Z,Ux,Uy,Uz) 🛛 🗸	?
Имя задачи балка Результаты расчета в отдельной папке	
Описание задачи (до 255 символов)	^
	~

Для анализа будем рассматривать стальной двутавр №30Б1.

Геометрические характеристики приведены ниже в таблице.



Наименование	Н, мм	Bf, мм	Тw, мм	Tf, мм	R, мм	r, мм	А, см²	Wt, кг/м	Ix, см4	ly, см ⁴	J, см4	<mark>S,</mark> см³	Sy, см³	Sf, CM ³	Zx, cm³	Zy, см³	Сw, см ⁶	Перим см	Уклон, %	Гр AS
2051	200	100	5.6	8.5	12	0	28.49	22.36	1943	142.3	7.017	110.3	22.31	92.6	220.6	44.61	12990	78.88	0	1
2351	230	110	5.6	9	12	0	32.91	25.82	2996	200.3	8.421	147.2	28.39	122.5	294.5	56.79	24380	88.88	0	1
2651	268	120	5.8	8.5	12	0	35.62	27.95	4024	245.6	8.522	176.6	32	139.2	371.2	64	41210	100.4	0	1
2652	261	120	6	10	12	0	39.7	31.15	4654	288.8	11.79	201.5	37.44	166.2	402.9	74.87	45360	99	0	1
3051	296	140	5.8	8.5	15	0	41.92	32.89	6328	390	10.9	240	43.43	195	481.3	86.85	80330	114	0	1

Необходимо создать двутавр из пластинчатых элементов. Расчетная длина балки (пролет) – 6 метров.

Создадим профиль двутавра.

В меню – *Добавить узел* –создадим первый узел с координатами X=0; Y=0; Z=0.

Создадим геометрию нижней полки. Для этого скопируем первый созданный узел по X на расстояние 0,14м. Для этого нажать кнопку-*Отметка узлов*. При этом выбранный узел окрасится в красный цвет. Далее нажать меню – *Копирование по параметрам* - в котором нужно вбить 0,14 в графе X. Далее нажать - *Применить*.

Копиро	вание <mark>о</mark> бъе	ектов 🛛 🕅	J						
🛛 🖉 В н	📝 В новый блок								
🧿 единым блоком 🔘 по КоБ									
🗌 Упа	🗌 Упаковать совпадающие узлы								
📝 Копі	📝 Копировать объедин. перем.								
🗸 Копі	📝 Копировать жесткие тела								
P 0 0 0 0 0 0									
Копирование по параметрам									
d×	dX 0.14 м								
d۲	dY O M								
ď	αΖ 0 м								
N 1									
Создавать узлы в местах пересечения с другими КЭ									
	(× × ?							

Далее нужно создать вспомогательные элемент - Стержень, соединяющий эти два узла. Для этого, при активном меню - Добавить элемент - необходимо соединить курсором два узла. После этого нажать - Применить.

Добавить элемент		23
ヽ゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚ヽ゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚	🗇 🖪	
Добавить стержень		
🔽 Указать узлы курсором	d× 0.	
🔲 Не прерывать операцию	dY 0.	2
🔽 Учитывать промежуточные узлы	dZ 0.	
🔽 Создавать узлы в местах пересече	ения с другими К	Э

Далее разобьем данный отрезок на 4 равные части. Для этого, выделим созданный ранее вспомогательный стержень курсовом через меню – Отметка элементов. Далее через меню – Добавить элемент - и закладку-Разделить на N равных частей - внести значение 4.

Добавить элемент	x
ヽ゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚゚	
Разделить на N равных частей	n
N 4	?
Создавать узлы в местах пересечения с другими	3

Скопируем созданные стержни вверх на 0,296 м. Для этого выделим все стержни резиновым окном. После чего скопируем через меню – *Копирование объектов*.

Копирова	ние объектов	23						
📝 В нов	📝 В новый блок							
🧿 единым блоком 💿 по КоБ								
🗌 Упако	🗌 Упаковать совпадающие узлы							
📝 Копир	овать объедин	. перем.						
📝 Копир	овать жесткие	тела						
\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$								
Копирование по параметрам								
d×	dX О м							
đ۲	0	м						
ďZ	dZ 0.296 м							
N 1								
✓ Создавать узлы в местах пересечения с другими КЗ								

Создадим вспомогательный стержень стенки двутавра. Для этого нужно соединить два центральных узла в полках двутавра. Для этого, через меню - *Добавить элемент* - соединяем два узла полок балки. Полученный стержень

необходимо по аналогии с полками разделить на 9 равных частей. Это необходимо выполнить самостоятельно.

Должен получится следующий вид сечения двутавра.



Далее с помощью меню – *Перемещение образующей* - создадим элементы оболочки для стенки и полок двутавра. Для этого выделяем все созданные стержни и узлы, примыкающие к ним с помощью меню – *Отметка узлов* и *Отметка элементов*. В меню - *Перемещение образующей* - внести количество повторений – 170, в графе dY внести значение 6 м. Нажать – *Подтвердить*.



В итоге получаем созданную балку из элементов оболочки.



Создадим граничные условия для балки. Для этого выделяем два нижних крайних узла балки.



После этого через меню – *Жесткости и связи* - нажать кнопку – *Связи* - для одного из узлов задать с помощью установки соответствующих флажков закрепление по X и Z, для второго узла задать закрепление по X, Y, Z.



Также необходимо задать закрепление балки в пространстве. Для этого выделить два верхних узла и задать в них закрепление по Х.

Далее необходимо присвоить типы жесткости для стенки и полок балки. Толщина стенки балки равна 5,8мм, толщина полок балки равна 8,5мм.

Для удобства выделения элементов перейдем в вид плоскости XOZ



Выделим обе полки балки с помощью меню – Выделить элементы. Далее через меню – Жесткости и материалы – Добавить - Задание жесткостей для пластин - ввести параметры для стенки, как показано на рисунке.

Материалы: СНП 2.03.01:84* • Варнатт 1 Image: Charles and the second secon	Назначить элементам схемы						
Характеристики материала Модуль упругости 2.1е+007 ±/м²	Материалы: СНиП 2.03.01-84* ▼ Тип: Бетон: <hет> <hет> Жесткости Ж/Б Сталь Список типов жесткостей Гип. Ветон: <htрace< td=""> <htpace< td=""> Полостина H0.58 Назначить текущим Список для фрагиента</htpace<></htрace<></hет></hет>	Вариант 1	Задание жес 9 Учет орт Е 2199 V 0.3 Н 0.58 Учет нели Тип КЭ © Пли © Бал 9 Учет сде	ткости для пла тотропии т/м ² см нейности ка-стенка вига арий	стин E2 0 V21 0 G 0 Ro 7.85 Параметры и Параметры и Меньший размер 0	х т/м ³ материала арматуры М.Цвет	
Коэффициент Пуассона 0.3		- Характеристики матери Модуль упругости 2 Козффициент Пуассона 0	иала 2.1e+007 т/ 0.3	′M ²			

По аналогии нужно выделить элементы полок балки и внести соответствующие данные.

Создание нагрузок

Для удобства выделения элементов снова перейдем в вид плоскости XOZ. С помощью меню –*Выделение узлов* - выберем верхние центральные

узлы балки . Через меню - *задание нагрузок - нагрузка в узлах*, задать нагрузку 20 кг. Нажать – *Применить*.



Таким образом, мы полностью создали расчетную схему балки. Сохраним файл.



Далее смоделируем удаление части балки, например, для отбора пробы в качестве испытуемых образцов для механических испытаний на прессовом ГОСТ 1497 «Металлы. Методы испытания на оборудовании. Согласно растяжение» Размеры пластины должны составлять приблизительно 25х3,5см. Это соответствует удалению элементов В размере(1х7ячеек/элементов). Рассмотрим два случая вырезания образцов – в первом случае вырезание сделаем в центре балки, в нижней полке. Во втором случае сделаем вырезание образца в опорной зоне балки. В итоге, необходимо сравнить полученные значения напряжений в балке по сравнению с ее неповрежденным состоянием.

Сохраним файл, пользуясь функцией – Сохранить как.. - сохраним файл с названием - Балка опора.

Выделим и удалим 7 элементов в полке вблизи опорной зоны, как указано на рисунке.



Через меню - Редактирование - выполним упаковку схемы

Упаковка						
Сшивка Выполнить сшивку						
0.0001 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						
 По возможности исправлять Элементы с некорректной геометрией Image: Construct the second s						
Исключить из расчетной схемы						
🔽 'Висячие' узлы 📃 Кроме выделенных						
💟 Удаленные узлы и элементы						
Неиспользуемые жесткости						
Пеиспользуемые материалы Неиспользуемые группы объединения						
Модульность координат узлов Привести координаты узлов к модулю						
Выполнять автосохранение перед началом упаковки						
Параметры по умолчанию						

В меню - Расчет- нажать на кнопку – Выполнить полный расчет.

Перейдем к анализу напряжений. В меню – Настройки зайдем в подменю - Единицы измерений и установим в закладке Результаты – Напряжения – единицы МПа. В завершении нажать – Подтвердить.

Единицы измерения		22				
Схема Результаты д	рматура					
Перемещения, оса,	дка	MM				
Напряжения	МПа ▼					
Усилия	кн ▼	M				
Подтвердить Отменить Справка						

В результате для анализа мы можем наблюдать следующие изолинии напряжений Nx. Максимальные напряжения составляют 76.8МПа.



Теперь рассмотрим второй случай, когда вырезание образцов выполняется в центральной части балки. Для этого сохраним данный файл и обратимся еще раз к первому файлу – *Балка*. Открыв данный файл пересохраним его с названием – *Балка пролет*.

Удалим в балке в центральной ее части 7 элементов, как показано на рисунке. Выполним упаковку схемы.



В меню - Расчет- нажать на кнопку – Выполнить полный расчет.



В результате для анализа мы можем наблюдать следующие изолинии напряжений Nx. Максимальные напряжения составляют 145МПа, что значительно больше, чем в первом случае.

По результатам выполненной работы сформулируйте полученные выводы.