

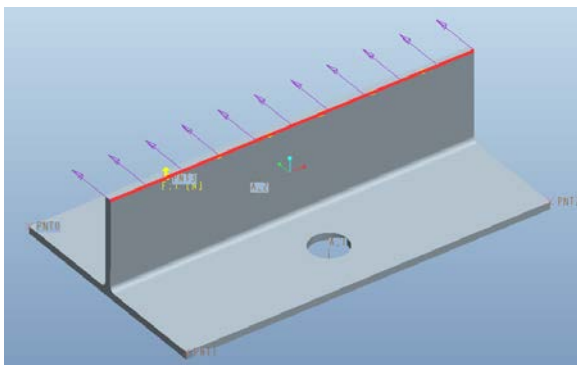
Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам №1, 2
по дисциплине «Современные РЭС специального назначения:
особенности проектирования и эксплуатации» по направлению
11.04.03 «Конструирование и технология электронных
средств» (программа магистерской подготовки «Автоматизи-
рованное проектирование и технология радиоэлектронных
средств специального назначения») всех форм обучения



Воронеж 2021

УДК 621.3.049.7.002 (075)
ББК 38.54

Составители:

канд. техн. наук А.В. Турецкий,
ассистент Е.В. Турецкая.

Методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине «Современные РЭС специального назначения: особенности проектирования и эксплуатации» по направлению 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» (программа магистерской подготовки «Автоматизированное проектирование и технология радиоэлектронных средств специального назначения») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост., А.В. Турецкий, Е.В. Турецкая Воронеж, 2021. 38 с.

Методические указания предназначены для проведения лабораторных работ по курсу «Современные РЭС специального назначения: особенности проектирования и эксплуатации». Методические указания предназначены для магистров техники и технологии по направлению 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств».

Методические указания подготовлены в электронном виде в текстовом редакторе MS Word 2003 и содержатся в файле LR12 SRSN.doc.

Библиогр.: 6 назв.

УДК 621.3.049.7.002 (075)
ББК 38.54

Рецензент - О.Ю. Макаров, д-р техн. наук, проф.
кафедры конструирования и производства
радиоаппаратуры ВГТУ

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

Лабораторная работа №1
СОЗДАНИЕ ПРОСТЫХ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ
PRO/ENGINEER. СОЗДАНИЕ ЗАКРЕПЛЕНИЙ В
PRO/ENGINEER MECHANICA

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Научиться создавать простые детали в Pro/ENGINEER. Получение навыков создания креплений в модуле Pro/ENGINEER Mechanica.

1.2. Содержание работы

Pro/ENGINEER Mechanica это составная часть CAE инструмента дающая возможность для проведения анализа механических и тепловых характеристик физической модели с использованием виртуальных 3D-моделей, позволяет определить критические значения параметров модели при различных воздействиях и на основе полученных результатов анализа изменить проект. В работе предполагается выполнить следующее:

- 1) изучить возможности системы Pro/ENGINEER по построению 3D моделей простой формы;
- 2) уяснить методику построения 3D моделей;
- 3) изучить возможности модуля Pro/ENGINEER Mechanica по заданию различного вида креплений;
- 4) уяснить методику создания креплений в Pro/ENGINEER Mechanica;
- 5) составить отчет о выполненной лабораторной работе.

При выполнении лабораторной работы техника безопасности должна соблюдаться при работе с компьютером.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

2.1. Задание № 1

Изучить назначение, возможности, модуля Pro/ENGINEER Mechanical

Для выполнения домашнего задания следует проработать содержание настоящего раздела.

Pro/ENGINEER Mechanical системы Pro/ENGINEER позволяет инженерам-конструкторам самостоятельно оценить, исследовать и оптимизировать структурное поведение разрабатываемых ими конструкций, находящихся под воздействием реальных статических и динамических нагрузок. Точное представление геометрии и уникальная адаптивная методика расчета позволяют легко получать быстрые и точные решения - решения, которые помогают повысить качество изделий, сокращая при этом время и расходы на разработку, а также расходы на изготовление и испытание опытных образцов.

Pro/ENGINEER Mechanical также имеет специализированные средства автоматической генерации полностью ассоциативных конечно-элементных сеток для проведения дальнейшего расчета в системах типа NASTRAN®, и может использоваться совместно с другими продуктами и средствами управления данными разработанными компанией PTC. Работа непосредственно с моделью Pro/ENGINEER Mechanical полностью исключает проблемы, неизбежные при передачи данных между различными программами и, одновременно, предоставляет разработчику мощные возможности параметрической оптимизации конструкции. Возможности проведения многозадачного анализа позволяют проводить одновременную опти-

мизацию по прочностным, тепловым и кинематическим характеристикам.

Pro/ENGINEER Mechanical предоставляет мощные возможности параметрического моделирования, основанные на использовании интеллектуальных операций- фичеров (features), позволяющие автоматически осуществлять изменения конструкции по результатам проведенного анализа. Обладание такой мощной функциональностью дает возможность за меньшее время рассмотреть большее количество вариантов конструкции и эффективно провести через весь проект изменения, отражающие специфику поведения конструкции под действием механических нагрузок.

Основные возможности:

- статический анализ напряженно-деформированных состояний конструкции под воздействием различного типа нагрузок, учет контактных взаимодействий;
- модальный анализ конструкций, полностью закрепленных или обладающих степенями свободы, определение собственных частот и форм колебаний;
- расчет устойчивости, коэффициента запаса устойчивости и критической нагрузки;
- моделирование установившихся тепловых состояний конструкции при различных тепловых нагрузках и граничных условиях – заданных температурах и режимах конвекции;
- комплексный анализ конструкции, в котором результаты теплового анализа используются как нагрузки для прочностного анализа.

Pro/ENGINEER Mechanical позволяет проводить:

- стандартные исследования как исходной модели, так и модели при любых допустимых значениях параметров проектирования (геометрических размеров, механических характеристик материалов);
- исследования локальной и глобальной чувствительности конструкции к изменению параметров проектирования;
- целевую оптимизацию конструкции и оценку возможности существования конструкции с заданными параметрами.

Кроме того, осуществляется автоматическая генерация сеток элементов, а также имеются широкие возможности по интерактивному управлению сетками.

Предусмотрены разнообразные форматы интерпретации результатов моделирования: редактируемая цветовая палитра, изолинии и изоповерхности, использование разрезов и сечений, разобранные виды, динамический запрос, анимация собственных форм колебаний, графики и др.

Важной возможностью модуля является то, что механические нагрузки для отдельных частей конструкции могут моделироваться исходя из результатов исследования движения системы в Pro/ENGINEER Mechanism Dynamics Option, что позволяет получить максимально приближенную к реальной картину напряженно-деформированного состояния конструкции.

Созданная конечно-элементная модель может быть передана для расчета в другие системы МКЭ анализа: ANSYS®, COSMOS/M®, MSC/NASTRAN®, MSC/PATRAN®,

Модуль может использоваться как в интегрированном режиме с Pro/ENGINEER, так и независимо.

В интегрированном режиме модуль напрямую использует модели, разработанные в Pro/ENGINEER. При работе в независимом режиме геометрия может быть импортирована из других систем CAD либо разработана средствами, имеющимися в модуле. Эта особенность делает возможным использование Pro/ENGINEER Mechanica в качестве самостоятельного аналитического пакета.

2.2. Контрольные вопросы к домашнему заданию

1. Каково назначение Pro/ENGINEER Mechanica?
2. Каковы возможности Pro/ENGINEER Mechanica?
3. Чем различаются статический вид анализа и динамический?
4. Что называют чувствительностью конструкции к изменению параметров проектирования?

5. Что понимают под оптимизацией конструкции?

3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

3.1. Методика проведения работы

Упражнение 1: Определение модели

Необходимо разработать проект детали, приведенной на рис. 1.

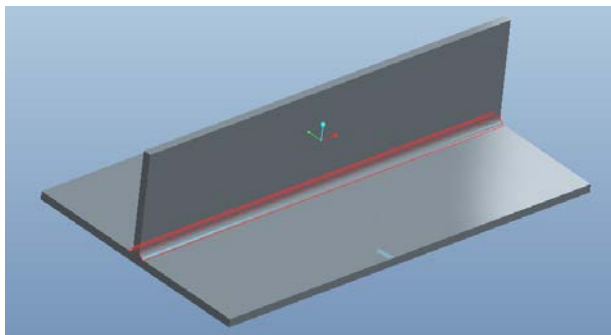




Рис. 1. Внешний вид детали

Для реализации этого задания необходимо выполнить следующее.

В меню выбрать пункты Файл- Создать. В появившемся окне необходимо выбрать пункт «Деталь». В нижней части окна задается имя файла. Необходимо завершить создание нового файла нажатием кнопки «ОК».

Затем в появившемся окне щелкнуть левой кнопкой мыши по кнопке , которая показывает все базовые плоскости, а затем также щелкнуть на базовой плоскости «Front».

Для создания объемной фигуры необходимо сначала задать проекцию одной из сторон детали путем вычерчивания эскиза. Возьмем, к примеру, нижнюю сторону, у которой эскиз представляет собой прямоугольник со сторонами 200 × 120 мм.

Для того, чтобы войти в режим вычерчивания эскиза надо на правой вертикальной панели нажать на кнопку  (эскиз). При этом появляется окно, в котором указывается размещение плоскости эскиза и указана плоскость «Front». Если плоскость не указана, то необходимо по ней щелкнуть левой кнопкой мыши. Далее необходимо нажать «Эскиз». Опорная плоскость поворачивается к вам лицом и система входит в режим вычерчивания эскиза.

Эскиз выглядит так, как представлено на рис. 2.

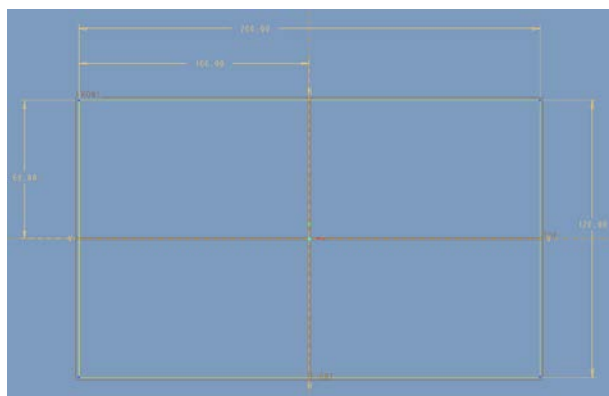









Рис. 2. Внешний вид эскиза

Для создания эскиза необходимо нажать кнопку  и нажимая на поле левую кнопку мыши вычертить произвольный прямоугольник и нажать колесико мыши. Затем необходимо с помощью двойного щелчка левой кнопки задать размеры, указанные на рис. 2, а также привязки к базовым плоскостям. Для этого может понадобиться кнопка , позволяющая задать

недостающие размеры. Для выхода из режима рисования эскиза надо нажать кнопку .

Чтобы создать объемную фигуру необходимо к полученному эскизу применить операцию «Вытягивание», нажав на кнопку  на правой вертикальной панели инструментов. Затем появляется верхняя панель управления режимом вытягивания, в которой надо ввести значение 4 мм., и подтвердить операцию нажатием кнопки . Должна появиться пластина.

Аналогичным образом на верхней поверхности необходимо создать эскиз в виде прямоугольника размерами 200 × 4 мм., и затем вытянуть его на расстояние 50 мм.


Далее необходимо скруглить поверхности, путем нажатия на кнопку  и задания в появившейся панели радиуса 3 мм. Для выделения двух ребер необходимо поочередно щелкнуть на них левой кнопкой мыши с одновременно нажатой кнопкой «Ctrl». Подтвердить операцию, нажав кнопку .

Таким образом можно создавать 3D модели деталей простой формы.

Упражнение 2.Создание закрепления ребер.

Для запуска модуля Pro/ENGINEER Mechanica необходимо в меню выбрать «Приложения»- «Механика». В появившемся окне надо выбрать вид анализа «структурный» (стоит по умолчанию) и подтвердить эту операцию.

В новом окне появляется правая панель, позволяющая задать материалы, нагрузки и закрепления.

Для задания закрепления надо нажать на кнопку  (закрепление смещения). После этого появляется окно, внешний вид которого представлен на рис. 3.

Для задания закрепления ребер необходимо выбрать пункт «Кромки/Кривые», затем надо щелкнуть левой кнопкой мыши на выбранном ребре. А в нижней части панели можно

задать фиксацию или свободу выбранного ребра относительно осей X, Y, Z.

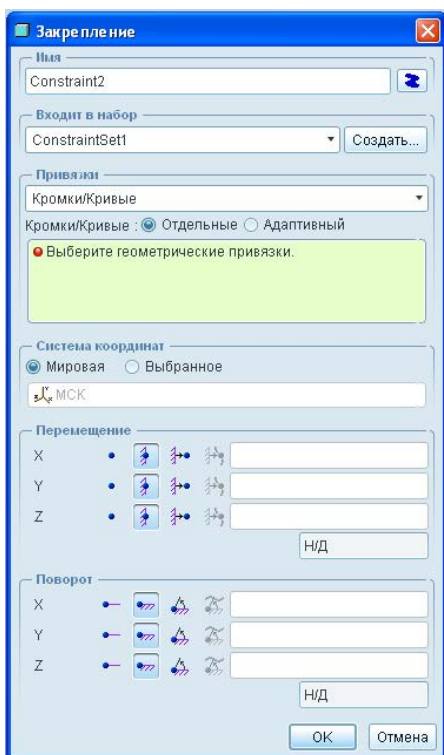


Рис. 3. Внешний вид панели закреплений

Зададим свободное вращение по оси Z. В результате должно появиться изображение, похожее как на рис. 4.

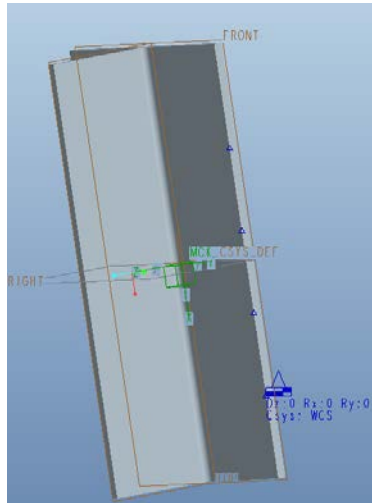



Рис. 4. Пример закрепления ребер

Упражнение 3. Создание закрепления точек.

С помощью кнопки  на правой вертикальной панели необходимо задать 3 базовые точки, как показано на рис. 5.

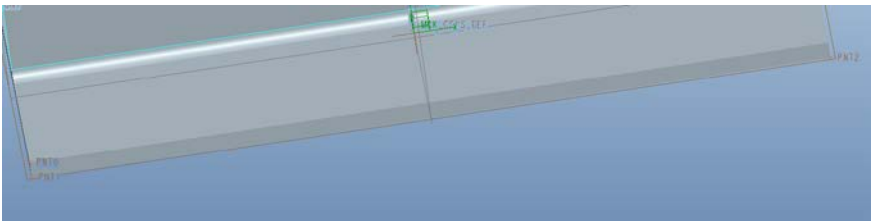



Рис. 5. Создание базовых точек

Для создания закрепления в первой точке необходимо выполнить следующее:

- нажмите на пустое поле, чтобы снять выделение точек;
- нажмите кнопку ;
- введите имя Point_Constraint1;

- оставьте существующую группу закреплений ConstraintSet1;
- в разделе «Привязки» выберите «Точки»;
- нажмите на поле ниже и выберите на модели точку «PNT0»;
- проверьте координатную систему, она должна быть MCK (WCS);
- убедитесь, что перемещения по осям X, Y и Z зафиксированы;
- нажмите свободное вращение для вращения вокруг осей X, Y и Z. Диалоговое окно должно соответствовать рис. 6;
- нажмите «Ок».

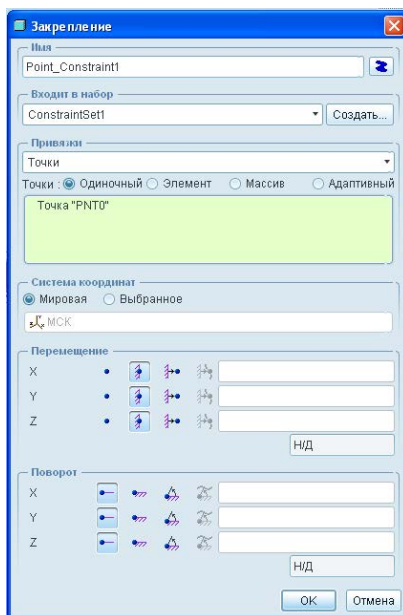





Рис. 6. Пример закрепления точки PNT0

Создайте закрепление на второй точке

Закрепите PNT1 от перемещения по осям X и Z и оставьте перемещение по оси Y свободным и свободным вращение по всем осям.

- нажмите кнопку ;
- введите имя Point_Constraint2.
- оставьте существующую группу закреплений ConstraintSet1.
- в разделе «Привязки» выберите «Точки»;
- нажмите на поле ниже и выберите на модели точку «PNT1»;
- проверьте координатную систему, она должна быть MCK (WCS);
- нажмите  для перемещения по оси Y.
- нажмите свободное вращение  для вращения вокруг осей X, Y и Z.
- нажмите ОК.

Увеличьте зону, как показано на рис. 7. Обратите внимание, на различие иконок закреплений в графическом окне.

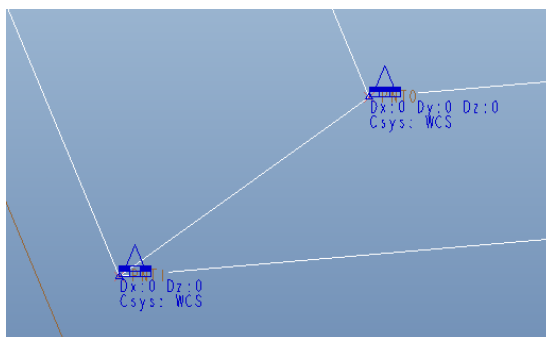





Рис. 7. Исследование закреплений

Создайте закрепление на третьей точке PNT2.

Добавьте закрепление к точке PNT2. Зафиксируйте ее от перемещения вдоль оси Z. Для этого выполните следующее:

- нажмите ;
- введите имя Point_Constraint3;
- оставьте существующую группу закреплений ConstraintSet1;
- в разделе «Привязки» выберите «Точки»;
- нажмите на поле ниже и выберите на модели точку «PNT2»;
- проверьте координатную систему, она должна быть MCK (WCS);
- нажмите  для перемещения вдоль осей X и Y.
- нажмите свободное вращение  для вращения вокруг осей X, Y и Z. Диалоговое окно должно соответствовать рис. 8.
- нажмите ОК

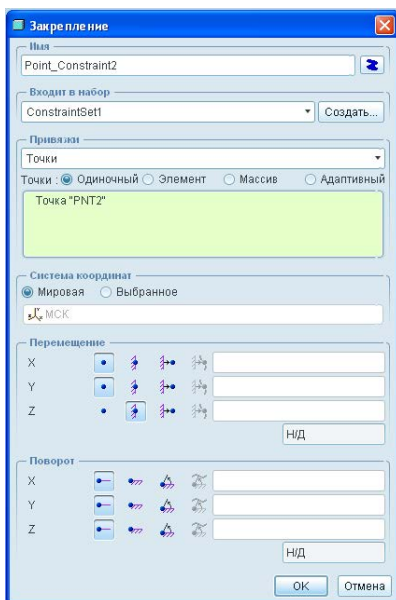




Рис. 8. Пример закрепления точки PNT2

Примечание:

Три закрепления по перемещению лишают всех шести степеней свободы, включая поворот. Это упражнение демонстрирует, что нет необходимости фиксировать каждую точку для лишения всех степеней свободы.

Упражнение 4. Создание закреплений поверхности

Для начала удалим все созданные закрепления. Для этого поочередно в дереве модели необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать «Удалить». Для создания закрепления поверхностей необходимо выполнить следующее:

- нажмите ;
 - введите имя Surface Constraints;
 - оставьте существующую группу закреплений ConstraintSet1;
 - в разделе «Привязки» выберите «Поверхности»;
 - нажмите на одну из плоских граней и удерживая «Ctrl» нажмите на противоположную грань;
 - проверьте координатную систему, она должна быть МСК (WCS);
 - выберите фиксацию по осям X , Y и Z .
 - нажмите свободное вращение  для вращения вокруг осей X , Y и Z .
 - нажмите ОК
- Должно получиться как на рис. 9.

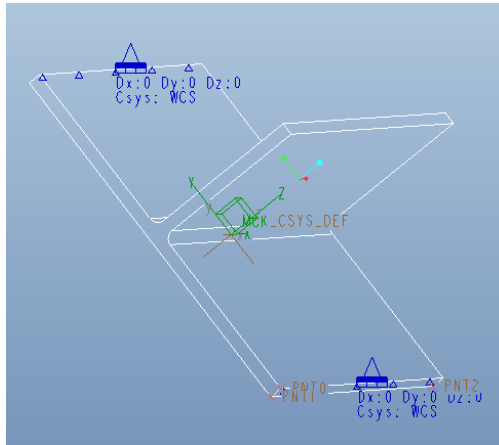




Рис. 9. Закрепленные поверхности


Упражнение 5. Создание закреплений координатных систем

Для начала создадим на нижней поверхности 2 отверстия диаметром 20 мм.

Для этого в меню выбираем «Приложения»- «Стандарт».

Используя кнопку  необходимо создать отверстие. При это ее необходимо расположить по центру. Используя кнопку  можно зеркально отразить для получения второго отверстия.

Создание цилиндрической координатной системы в отверстии для задания закреплений относительно ее. Для этого надо сделать следующее:

- создайте новую координатную систему с помощью кнопки , при этом в типе системы координат декартову поменять на цилиндрическую;
- укажите ось A_1 для расположения, удерживая CTRL укажите ребро, как показано на следующем рис. 11;
- перейдите на закладку Ориентация;

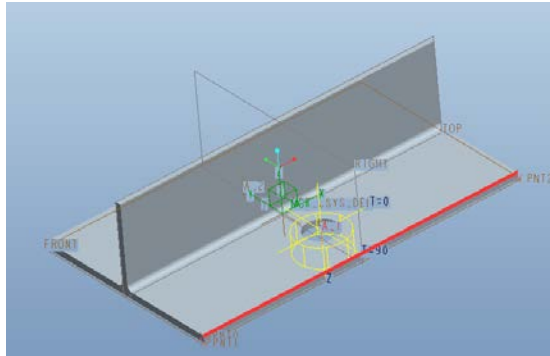


Рис. 10. Задание цилиндрической системы координат

- убедитесь, что тип все еще Цилиндрическая («Приложение»- «Механика»);
- для оси A_1(ОСЬ) выберите в выпадающем списке направление Z;
- задайте для Кромка:F6 из выпадающего списка направление $T = 0$;
- нажмите ОК.

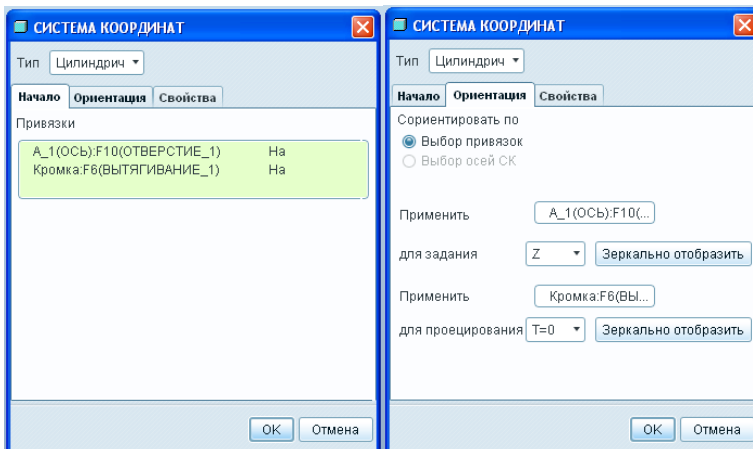


Рис. 11. Настройка системы координат

Создайте новую координатную систему с помощью кнопки



, затем:

- измените тип Декартова на Цилиндрическая.
- укажите ось A_2 для расположения, удерживая CTRL укажите ребро, указанное на рис. 11;
- перейдите на закладку Ориентация.
- убедитесь, что тип все еще Цилиндрическая.
- для оси A_2(ОСЬ) выберите в выпадающем списке направление Z. Нажмите «Зеркально отобразить» для изменения направления оси Z.
- задайте для Кромка:F6 из выпадающего списка направление $T = 0$.
- нажмите ОК.

Должно получиться так, как изображено на рис. 12.

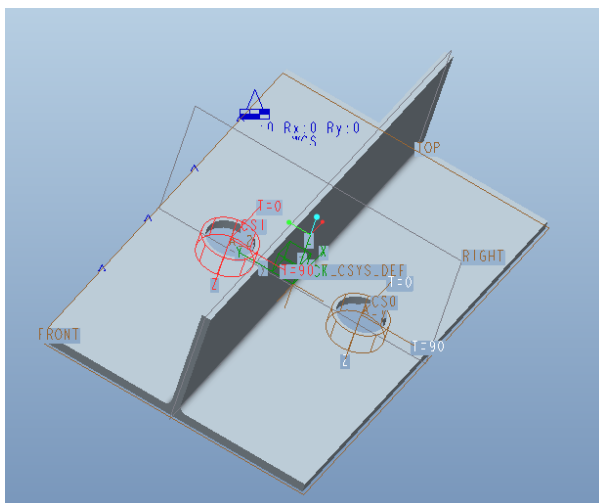




Рис. 12. Задание системы координат во втором отверстии

Затем необходимо создать закрепление аналогичное болтовому для этого необходимо:

- нажмите 
 - введите имя закрепления Bolt1.
 - оставьте существующую группу закреплений ConstraintSet1.
 - измените Поверхности на Кромки/Кривые.
 - удерживая CTRL, выберите два ребра, как показано на рис.12. Нажмите среднюю кнопку мыши для завершения выбора.
 - в окне «Системы координат» нажмите «Выбранное» и выберите созданную координатную систему CSO
 - нажмите свободное перемещение  для перемещения вдоль оси R.
 - убедитесь, что зафиксировано перемещение вдоль осей Theta и Z.
 - убедитесь, что не зафиксировано вращение вокруг осей R, Theta и Z.
 - нажмите ОК.
- Должно получиться как на рис. 13.

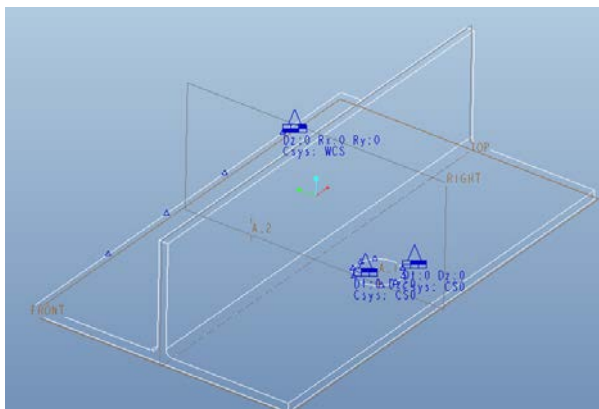


Рис. 13. Пример создания болтового закрепления

3.2. Контрольные вопросы.

1. Каковы основные операции создания объемной 3D модели?
2. Какие виды закреплений можно реализовать в Pro/ENGINEER Mechanical?
4. Каким образом происходит выбор степеней свободы закрепленных участков?
6. Каковы основные операции по созданию базовых точек и дополнительных плоскостей:

Лабораторная работа № 2

ЗАДАНИЕ НАГРУЗОК НА МОДЕЛЬ. НАЗНАЧЕНИЕ МАТЕРИАЛА

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Цель работы

Научится задавать нагрузки в Pro/ENGINEER Mechanica, а также редактировать, создавать материалы в библиотеке и назначать на 3D модель.

1.2. Содержание работы

В работе предполагается выполнить следующее:

- 1) изучить возможности системы Pro/ENGINEER по заданию различного вида нагрузок;
- 2) уяснить принципы и методику применения нагрузок;
- 3) изучить возможности модуля Pro/ENGINEER Mechanica по заданию различного вида нагрузок;
- 4) уяснить методику создания материалов в Pro/ENGINEER Mechanica;
- 5) составить отчет о выполненной лабораторной работе.

При выполнении лабораторной работы техника безопасности должна соблюдаться при работе с компьютером.

2. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ












С помощью модуля Pro/ENGINEER Mechanica можно задать многие граничные и начальные условия, задаются они с помощью инструментальной панели, основные кнопки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Кнопки инструментальной панели Pro/ENGINEER Mechanical

| Кнопка | Описание | Модуль |
|---|--|--------------|
|  | Закрепление перемещения | S, SF |
|  | Закрепление вдоль плоскости | SF |
|  | Симметричное закрепление | S |
|  | Нагрузка в опоре | S |
|  | Центробежная нагрузка | S, SF |
|  | Гравитационная нагрузка | S, SF |
|  | Глобальная тепловая нагрузка | S, SF |
|  | Тепловая нагрузка в точке | T, TF |
|  | Тепловая нагрузка по кромке | T, TF |
|  | Тепловая нагрузка на поверхность | T, TF |
|  | Тепловая нагрузка на объем | TF |
|  | Приложение силы или момента | S, SF |
|  | Нагрузка давление | S, SF |
|  | Структурная тепловая нагрузка в точке | SF |
|  | Структурная тепловая нагрузка по кромке | SF |
|  | Структурная тепловая нагрузка по поверхности | SF |
|  | Структурная тепловая нагрузка в объеме | SF |
|  | Балка | S, T, SF, TF |
|  | Контакт поверхностей | SF, TF |
|  | Сварка | S, T, SF, TF |
|  | Винтовое (болтовое) соединение | S |
|  | Добавление нового критерия измерения | S, T |

Продолжение табл. 1

| | | |
|---|-----------------------------------|--------------|
|  | Зазор | SF |
|  | Масса | S, SF |
|  | Новая пара оболочек | S, T, SF, TF |
|  | Пружина | S, SF |
|  | Жесткая связь | S, SF |
|  | Весовая связь | S, SF |
|  | Библиотека материалов | SF, TF |
|  | Контроль сетки конечных элементов | SF, TF |
|  | Циклические ограничения | T |
|  | Условия конвекции | T, TF |
|  | Установленная температура | T, TF |
| *S = Structure, T = Thermal, SF = Structure в FEM методе, TF = Thermal в FEM методе | | |

Типы материалов, применяемых в Pro/ENGINEER Mechanical.

Можно выбирать свойства для трех типов симметричности материалов:

Isotropic - материал с бесконечным числом симметричных матриц материалов, равные свойства во всех направлениях. Вводится по одному значению свойств.

Orthotropic - материал с симметрией относительно трех взаимно перпендикулярных плоскостей. Вводятся три значения для каждого направления.

Transversely isotropic - материал с вращательной симметрией об оси. Свойства равны для всех указаний в одном самолете, самолете изотропии. Вы вводите в две ценности для каждой собственности один для самолета изотропии, и один для остающегося основного материального руководства.

Материал с вращающейся симметрией вокруг оси. Свойства равны для всех направлений в одной плоскости, плоскость изотропная. Вводятся два значения для каждого свойства - один для плоскости изотропии, и один для остающегося основного направления материала.

Эти типы материальной симметрии являются независимыми для структурного и теплового анализов. Таким образом, у материала могут быть и изотропические структурные свойства и ортотропические тепловые свойства.

Можно определить материалы для модели в структурном или тепловом анализе. Если планируется работа с моделью и в структурном и тепловом анализе, Mechanica назначает тот же самый материал для обоих анализов. Однако, несколько свойств материалов, доступных в структурном анализе (модуль Юнга, коэффициент Пуассона и т.п.), отличаются от доступных в тепловом.

Рекомендуемые свойства материала

Библиотека материалов – удобно пользоваться, если один и тот же материал используется больше чем в одной модели. При установке Pro/Engineer, библиотека материалов состоит из стандартных материалов, известных как библиотека материалов по умолчанию.

Таблица 2

Свойства материала в соответствии с типом анализа

| Свойства | Тип | Необходимость |
|---|------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Плотность (mass density) | Структурный и тепловой | Только для модального анализа |
| стоимость на единицу массы (cost per unit mass) | Структурный и тепловой | Необязательно, но полезно для вычисления стоимости |
| Модуль Юнга(Young's modulus) | Структурный | да |
| | | |

Продолжение табл. 2

| 1 | 2 | 3 |
|-------------------------------------|-------------|---|
| Коэффициент Пуассона | Структурный | да |
| Модуль сдвига | Структурный | Mechanica вычисляет это автоматически для изотропических материалов |
| Коэффициент термического расширения | Структурный | Только для моделей с температурной нагрузкой |
| критерий отказа | Структурный | Только для вычисления анализа усталости |
| Определение температуры | Тепловой | Только для переходного теплового анализа |
| теплопроводность | Тепловой | Да |
| Предел прочности при растяжении | Структурный | Только для анализа усталости |
| Тип материала | Структурный | Только для анализа устойчивости |
| Фактор отказа | Структурный | Только для анализа устойчивости |
| Обработка поверхности | Структурный | Только для анализа устойчивости |

Свойства материалов в библиотеке, включенной в Pro/Engineer, взяты из стандартных ссылок и учебников и, возможно, не точно соответствуют свойствам материала, который используется. Данные свойства приведены для комнатной температуры, в реальных условиях параметры материалов зависят от окружающей температуры.

2.2. Контрольные вопросы к домашнему заданию

1. Каковы возможности Pro/ENGINEER Mechanical по заданию нагрузок?
2. Каковы возможности Pro/ENGINEER Mechanical по учетыванию свойств материалов?

3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

3.1. Методика проведения работы

Упражнение 1 Создание нагрузок на точки.

Создайте базовые точки с помощью кнопки . Затем:

- выберите четыре вершины на прямоугольной поверхности, как показано на рис. 14.
- нажмите ОК.

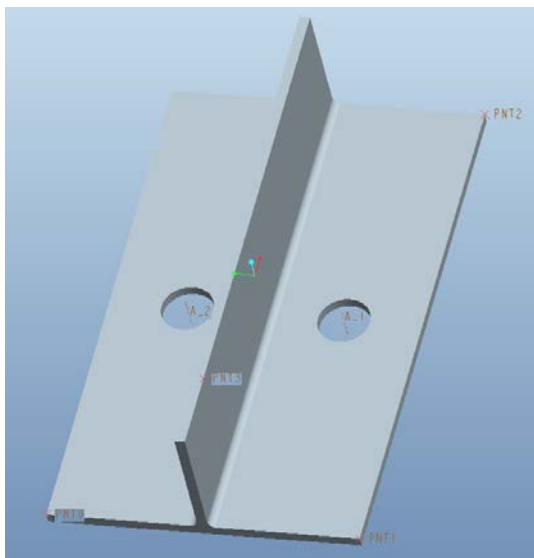




Рис. 14. Задание базовых точек

Создайте нагрузку нажав кнопку , для этого необходимо сделать:

- введите имя нагрузки point0;
- нажмите «Создать» для задания новой группы нагрузок и введите poinload в качестве имени. Нажмите «ОК»;
- выберите в разделе «Привязки» пункт «Точки»;
- нажмите на модели точку PNT0;
- убедитесь, что выбрана глобальная координатная система WCS. Убедитесь, что опция силы задана, как «Компоненты». Введите для Y значение -10;
- нажмите «Предварительный просмотр» для просмотра нагрузки;
- нажмите «Ок».

Аналогичным способом задайте нагрузку в других точках $FY=-10$ для всех точек. Момент в каждой точке разный.

Упражнение 2 Создание нагрузок на ребро.

Создайте нагрузку на ребро с помощью кнопки , для этого необходимо сделать:

- введите имя нагрузки edge_load1;
- нажмите «Создать» для задания новой группы нагрузок и введите edgeload в качестве имени;
- нажмите ОК;
- выберите в разделе «Привязки» пункт «Кромки/Кривые»;
- выберите ребро, как показано на рис. 15;
- убедитесь, что выбрана глобальная координатная система WCS;
- убедитесь, что опция силы задана, как Компоненты;
- введите для Y значение «1»;
- нажмите «Предварительный просмотр» для просмотра нагрузки;

- нажмите ОК.

Примечание:

Общая нагрузка 1 Ньютон равномерно распределена по всему ребру.

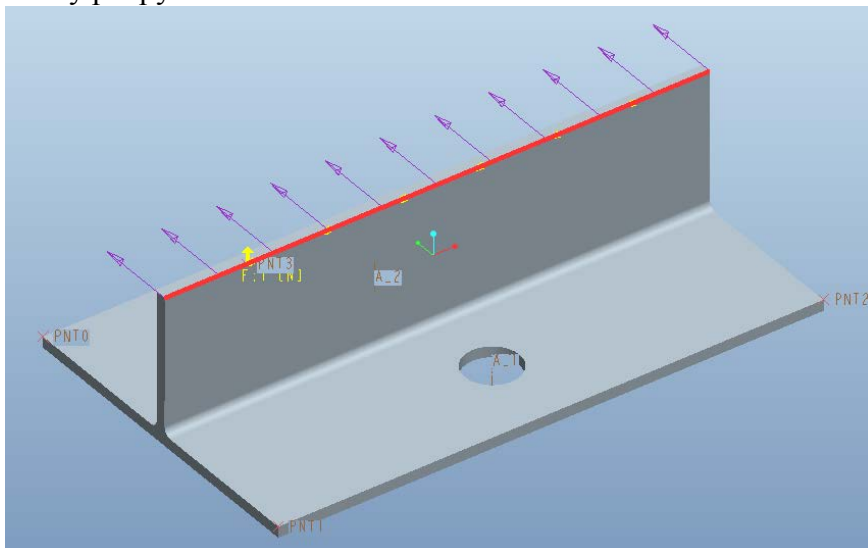


Рис. 15. Задание нагрузки на ребро

Упражнение 3 Применение переменных нагрузок

Для выполнения необходимо выполнить следующее:

- нажмите в дереве модели «Нагрузки/Закрепления» и раскройте его;

- выберите в дереве модели edgejoad1 и, удерживая правую кнопку мыши, выберите из меню «Править определение».

- - в появившемся меню нажмите кнопку «Расширенный»;

- выберите в окне «Закон распределения» пункт «Интерполяция по сущности»;

- нажмите кнопку «Задать»

- введите 0 для точки 1 и 1 для точки 2. Нажмите ОК.

- нажмите «Предварительный просмотр» для просмотра распределения нагрузки, как показано на рис. 16.
- нажмите ОК.

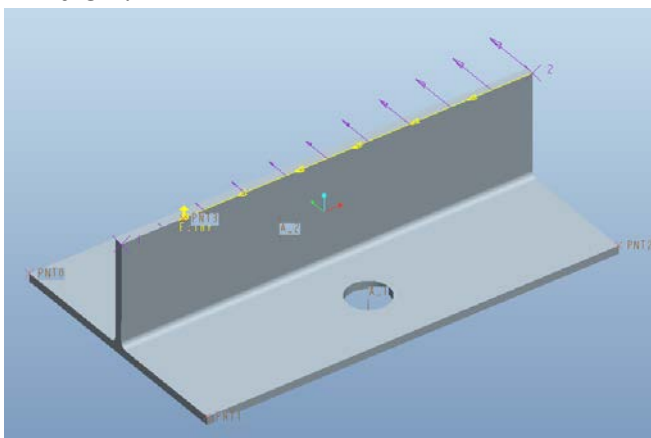



Рис. 16. Задание переменных нагрузок

Зададим 3 дополнительных точки на ребре, для этого необходимо выполнить следующее:

- нажмите на кнопку , а затем на ребро;
- на поле введите 0,25;
- в окне нажмите «Ок»;
- аналогично создайте еще 2 точки со смещением 0,5 и 0,75.

Затем необходимо сделать следующее:

- в дереве модели выбрать edgejoad1 и, удерживая правую кнопку мыши, выберите из меню «Править определение»;
- в появившемся окне нажать в разделе «Закон распределения» на кнопку «Задать»;
- в появившемся окне нажать на кнопку «Добавить» и указать среднюю созданную точку;

- по точкам выставить распределение 0-0, 1-0, 3-1, нажать на кнопку «Предварительный просмотр», должно получиться как на рис. 17;
- нажать «Ок».

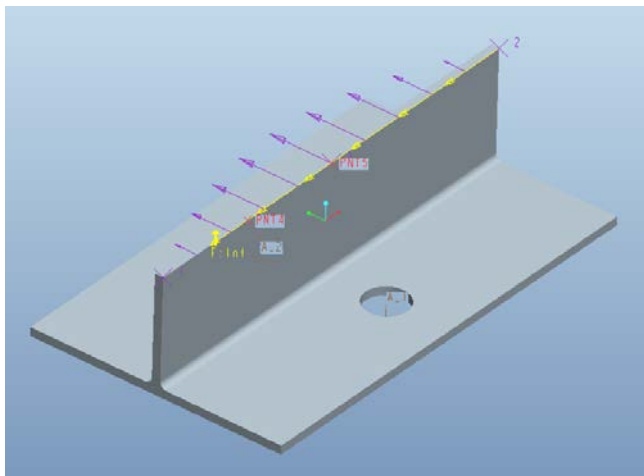


Рис. 17. Задание переменных нагрузок

Упражнение 3: Изменение направления и величины нагрузки

Необходимо изменить направление нагрузки на ребро на 45 градусов в плоскости XZ и увеличить ее в 10 раз. Для этого надо сделать следующее:

- в дереве модели выбрать edgejoad1 и, удерживая правую кнопку мыши, выберите из меню «Править определения»;
- в появившемся окне надо изменить задание силы с «Компоненты» на «Вектор направления & Величина».
- введите значение вектора по X равным 1.
- введите значение вектора по Y равным 1.
- введите величину нагрузки равной 10 Н.

- нажмите «Предварительный просмотр» для просмотра распределения нагрузки, как показано на рис. 18.
- нажмите ОК.

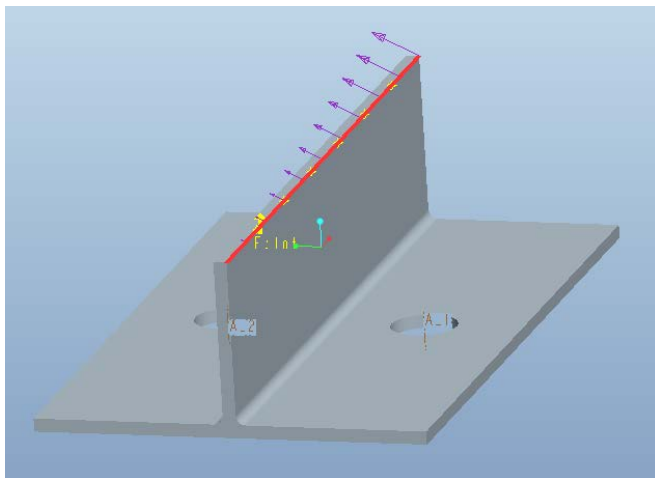


Рис. 18. Изменение направления вектора нагрузки

Упражнение 4: Применение давления и силы тяжести
 Задайте давление на правую сторону вертикальной плиты

Создайте нагрузку , затем выполните следующее:

- введите имя нагрузки `surface_load1`;
- нажмите «Создать» для задания новой группы нагрузок и введите `surface_load` в качестве имени;
- нажмите ОК.
- выберите поверхность, как показано на рис. 19.
- нажмите на кнопку «Расширенный» для задания давления, как изменяющейся функции.
- измените раздел Закон распределения на «Функцию координат»;
- введите величину давления 1;
- нажмите на список доступных функций
- нажмите «Создать» и введите имя функции `z_squared`.

- выберите тип «Символьная» из списка и введите z^2 , как показано на рис. 20.

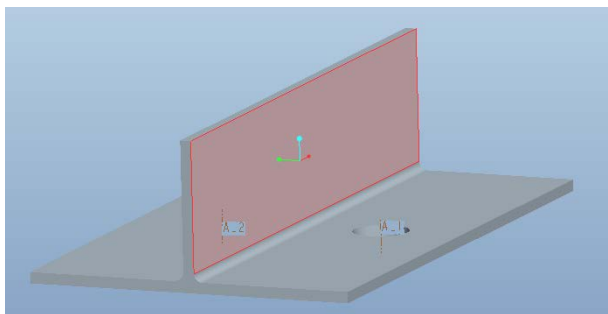


Рис. 19. Выбор поверхности

- нажмите «Просмотреть» для исследования функции.
- введите 12.5 и 250 для нижнего и верхнего пределов.
- нажмите «График» для просмотра графика.
- закройте график;
- нажмите «Готово» - «Ок» - «Ок» для возврата в диалоговое окно «Нагрузка давлением».
- нажмите «Предварительный просмотр» для просмотра распределения нагрузки, как показано на рис. 21.
- нажмите Ок.

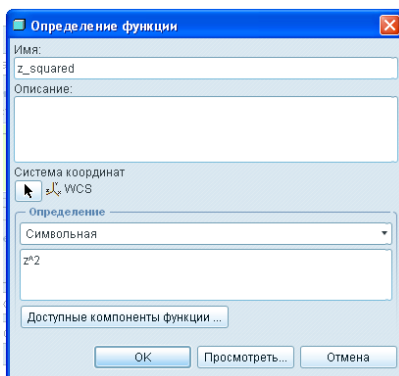


Рис. 20. Задание функции

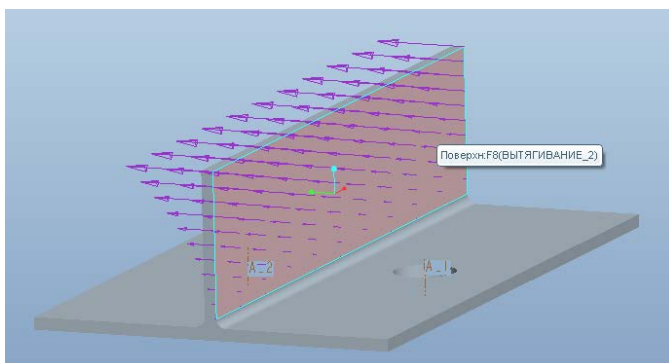





Рис. 21. Задание переменной нагрузки давлением


Задайте силу тяжести кнопкой , затем:

- введите имя *gravity1*;
 - нажмите «Создать» для задания новой группы нагрузок и введите имя *gravity*. Нажмите «Ок»;
 - введите значение Z равным $-9,810$;
 - в нижней строчке выберите m/c^2 ;
- Нажмите «Предварительный просмотр» для просмотра распределения нагрузки;
- нажмите Ок.

Упражнение 5. Задать материал в системе Pro/Engineer.

Нажмите . Добавьте сталь STEEL в список материалов модели. Для этого выберите STEEL в библиотеке материалов и нажмите .

Для задания материала модели надо нажать кнопку  и в появившемся окне выбрать STEEL, либо любой другой материал из ранее созданного списка.

Можно также проверять параметры материалов в библиотеке. Для этого надо нажать на кнопку  и на выбранном

материале щелкнуть правой кнопкой мыши. В контекстном меню выбрать «Properties».

Упражнение 2: Добавление материалов в библиотеку

Если материал отсутствует в библиотеке механики, вы легко можете добавить его.


Для создания нового материала необходимо нажать кнопку  и в появившемся окне в меню выбрать «Файл»-«Создать». В появившемся окне надо вбить параметры материала.

Таблица 3

Свойства нового материала.



| | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Имя материала | Nickel |
| Описание | Nickel Material Properties |
| Структура | Изотропный |
| Плотность | 8802 kg/m ³ |
| Коэффициент Пуассона | 0.31 |
| Модуль Юнга | 206843 N/mm или 30E06 psi |
| Коэффициент термического расширения | 1.296E-05 /C или 7.2E-06 /F |

Затем необходимо нажать кнопку «Сохранить в библиотеку» и при желании добавить в модель нажать «Сохранить в модель».

Упражнение 6. Редактирование и удаление материалов

Иногда требуется изменить свойства материала. Модуль Механика позволяет редактировать и изменять материалы.

Необходимо отредактировать материал AL6061 и задать коэффициент Пуассона

- нажмите  Добавьте AL6061 в список материалов, для этого выберите AL6061 в библиотеке материалов и нажмите .

- выберите AL6061 в списке материалов модели и щелкните правой кнопкой мыши. В контекстном меню выберите «Свойства»


- щелкните правой кнопкой мыши, справа от «Коэффициент Пуассона» и в контекстном меню выберите «Функция» для задания его зависимости от температуры;

- в появившемся окне в меню выбрать «Файл»- «Создать».

- введите имя функции Poisson_Function.

- введите описание Temperature Dependent Poisson's Ratio.

- измените в разделе «Определение» на «Таблица».

- нажмите на кнопку  для добавления 5 строк и введите значения, согласно табл. 4;

- нажмите ОК.

- нажмите ОК для закрытия диалогового окна «Определение материала».


- выберите AL6061 и нажмите  для добавления материала в библиотеку. Нажмите Ок для перезаписи материала в библиотеке.

Таблица 4

Значения коэффициента Пуассона

| Температура | Коэффициент Пуассона |
|-------------|----------------------|
| 60 | 0.31 |
| 70 | 0.32 |
| 80 | 0.33 |
| 90 | 0.34 |
| 100 | 0.35 |

3.2 Контрольные вопросы.

1. Каковы основные операции создания статических нагрузок?
2. Какие виды нагрузок можно реализовать в Pro/ENGINEER Mechanical?
4. Каким образом можно задать функциональную зависимость силы нагрузки?
6. Каковы основные операции по заданию свойств материалов.
7. Каким образом можно задать функциональную зависимость свойств материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минеев М. А. Pro/Engineer Wildfire 2.0/3.0/4.0. - М.: Наука и техника, 2008 г. -352 с.
2. Буланов А. Wildfire 3.0. Первые шаги/ А. Буланов М.: Изд-во «Поматур», 2008. 240 с.
3. Грэхам Г. Pro/Engineer 2001 / Г. Грэхам, Д. Стенффен. М.: Изд-во «Лори», 2003. 363 с.
4. Прокди Р.Г Pro/Engineer Wildfire 2.0/3.0/4.0. / Р.Г. Прокди, М.А. Минеев М.: Наука и техника 2008 352 с.
5. Чемоданова Т. В. Pro/ENGINEER: деталь, сборка, чертеж / Т.В. Чемоданова. СПб.: Изд-во «ВНУ» 2003 г. 560 с.
6. Степанов А.В. Pro/ENGINEER. Специальный справочник / А.В. Степанов. СПб.: Изд-во «Питер» 2001 624 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Лабораторная работа № 1 Создание простых деталей в системе PRO/ENGINEER. Создание креплений в Pro/ENGINEER Mechanicala..... | 1 |
| 2 Лабораторная работа №2. Задание нагрузок на модель. Назначение материала..... | 19 |
| Библиографический список..... | 34 |

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам №1, 2
по дисциплине «Современные РЭС специального назначения:
особенности проектирования и эксплуатации» по направлению
11.04.03 «Конструирование и технология электронных
средств» (программа магистерской подготовки «Автоматизи-
рованное проектирование и технология радиоэлектронных
средств специального назначения») всех форм обучения

Составители:
Туецкий Андрей Владимирович,
Туецкая Елена Викторовна.

В авторской редакции

Компьютерный набор А.В. Туецкого

Подписано к изданию _____

Уч.-изд. л. 2,1

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный
технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14