

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО ИМ. Д. Н. ОГЛОБЛИНА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по выполнению курсового проекта по дисциплине
«Математическое моделирование в маркшейдерии»**

уровень профессионального высшего образования «специалист»
специальность 21.05.04 «Горное дело»
специализация «Маркшейдерское дело»

РАССМОТРЕНО

на заседании кафедры
маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина
Протокол № 7 от 13 января 2020 г.

УТВЕРЖДЕНО

на заседании Учебно-издательского
совета ДОННТУ
Протокол № _ от _____ 2020 г.

Донецк
2020

УДК 528.3:622.1(076)

ББК 26.12:33.12я73

М54

Рецензент:

Проскурня Юлия Анатольевна - кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет».

Составители:

Грищенко Андрей Николаевич - старший преподаватель кафедры маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина ГОУВПО «ДОННТУ»;

Канавец Александра Андреевна - ассистент кафедры маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина ГОУВПО «ДОННТУ»;

Тонофа Алина Витальевна - ассистент кафедры маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина ГОУВПО «ДОННТУ».

Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Математическое моделирование в маркшейдерии» [Электронный ресурс] : уровень проф. высш. образования «специалист» специальность 21.05.04 «Горное дело» специализация «Маркшейдерское дело»/ ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина ; сост.: А. Н. Грищенко, А. А. Канавец, А.В. Тонофа. – Электрон. дан. (1 файл). - Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.

Методические указания содержат общие положения и сведения о использовании программного комплекса ANSYS для решения маркшейдерских задач так же использование программного комплекса в разных инженерно-геодезических задачах, список литературы.

Методические указания рекомендованы к изданию методической комиссией специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Маркшейдерское дело» (протокол №. 7) и предназначены для подготовки специалистов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Маркшейдерское дело» очной и заочной форм обучения.

УДК 528.3:622.1(076)

ББК 26.12:33.12я73

М54

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Общие положения.....	5
Содержание основной части проекта «Введение».....	7
1. Разработка модели конструкции.....	8
2. Статистический и динамический анализ напряженно – деформированного состояния элементов конструкции.....	10
2.1. Подготовка конструкции к выполнению расчета	10
2.2 расчет динамического напряженно – деформированного состояния детали.....	12
2.3 расчет статистического напряженно – деформированного состояния детали.....	15
3. Тепловой анализ напряженно – деформированного состояния элементов конструкции.....	17
3.1 Подготовка модели к тепловому расчету.....	17
3.2 выполнение теплового расчета для заданной конструкции.....	19
3.3 построение графиков распределения температуры.....	20
Вывод.....	23
Приложение А – Образец титульного листа.....	24
Приложение Б – Образец листа задания.....	25
Приложение В – Образец реферата.....	26
Приложение Г – Образец содержания.....	27
Приложение Д – индивидуальное задание для курсового проектирования....	28
Список литературы	64

ВВЕДЕНИЕ

ANSYS — универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа и решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций (включая нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций), задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей

Программа имеет мощную аналитическую базу, что позволяет вести расчеты во многих областях инженерии.

Сам комплекс представлен целым рядом дополнительных программ разной тематики, которое отображают специфику той или иной среды расчета. К таким вспомогательным модулям относятся, например: ANSYS Mechanical APDL; ANSYS AUTODYN; ANSYS ICEM CFD; ANSYS Workbench.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для закрепления изученного материала каждый студент разрабатывает проект расчета напряженно-деформированного состояния трех деталей при действующих на них нагрузках.

Исходные данные каждому студенту выдаются индивидуально. Студент выполняет разработку конструкции модели, разрабатывает конечно-элементную модель конструкции, проводит статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции, а так же выполняет различные анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции.

Пояснительная записка содержит:

- титульный лист (приложение А);
- задание на курсовое проектирование (приложение Б);
- реферат (приложение В);
- содержание (приложение Г);
- Индивидуальное задание (приложение Д);
- основную часть;
- вывод (выводы полученные в курсовом проекте);
- список литературы;
- приложение.

Реферат и содержание пишут на листах со штампами установленного образца (приложения В и Г).

Название разделов и их нумерация должны отвечать этим указаниям. В конце проекта приводят пронумерованный список литературы, который составляется согласно действующему стандарту. Приводится только та литература, на которую есть ссылки в тексте. Ссылки даются в виде цифры в

квадратных скобках, которая означает номеру, которым обозначается источник в списке литературы (например, [3]).

Рисунки, которые приводятся в пояснительной записке, нумеруются последовательно в пределах раздела арабскими цифрами. Номер рисунка должен состоять из номера раздела и порядкового номера рисунка в этом разделе, которые разделены точкой. Например: "Рис.1.2", (второй рисунок первого раздела). Рисунки должны сопровождаться содержательной подписью. Аналогично нумеруются таблицы, которые содержат цифровой материал.

Приложения (если они есть) оформляются как продолжения пояснительной записки. Каждое приложение начинают с новой страницы. В правом верхнем углу пишется слово "Приложение" и указывается его номер. Под ним пишется содержательный заголовок.

Реферат содержит сведения об объеме работы. Указывается количество страниц, рисунков, таблиц и графиков. В реферате должна быть отображена суть выполненной работы и короткие выводы из проекта.

Объем реферата 0,5 – 1 страница. Не допускается использование в тексте и на рисунках неустановленных сокращений слов и выражений.

СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

«ВВЕДЕНИЕ»

Во введении указывается цель проекта, формулируются основные задачи, дается короткая характеристика работ, которые проектируются выполнить.

В ходе выполнения данного курсового проекта, используется модуль - ANSYS Workbench. Он обеспечивает мощные методы взаимодействия с семейством решающих программ ANSYS.

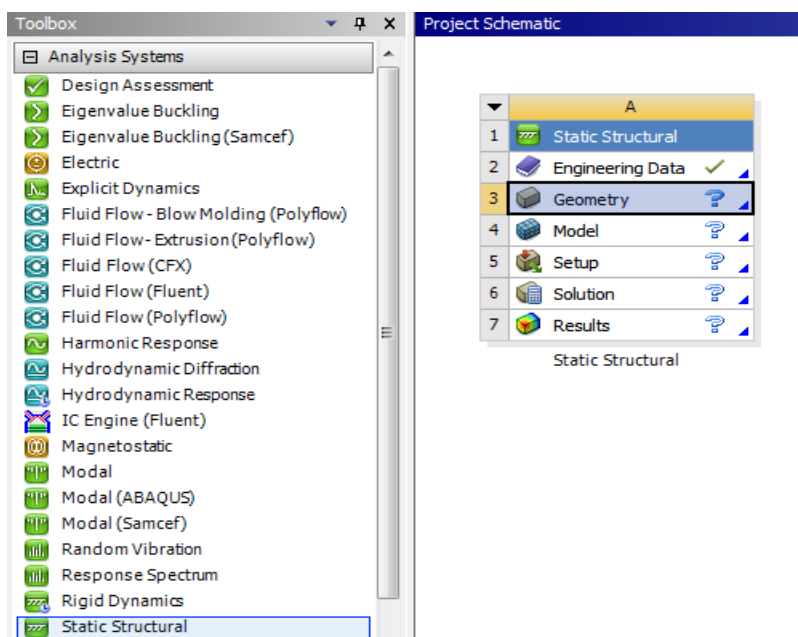
Workbench – это среда поддержки приложений двух типов:

- Собственные приложения (Рабочее пространство): такие приложения как Project Schematic, Engineering Data и Design Exploration
- Интегрированные приложения: включают в себя Mechanical, Mechanical APDL, FLUENT, CFX, AUTODYN и другие.

Workbench имеет меню toolbox, которое имеет 4 подгруппы:

- **Analysis systems** – встроенные шаблоны, которые можно разместить схематично;
- **Component systems** – различные приложения для построения, расширения, анализа систем;
- **Custom systems** – встроенная система анализа для связанных приложений;
- **Design Exploration** – параметрическое управление и инструменты оптимизации.

1. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КОНСТРУКЦИИ



Для выполнения работы запускается ANSYS Workbench. Создается новый проект и из меню toolbox нужно выделить элемент «Analysis Systems» в диалоговом окне запускается вкладка «Static Structural» (рис.1). В интерактивном меню выбирается вкладка

Рисунок1 - Меню Analysis Systems

Geometry и с помощью мышки данный модуль перетаскивается в рабочее пространство Workbench. Двойным кликом по модулю выполняется открытие

Geometry – New Design Modeler Geometry (рис. 2). В данном модуле происходит построение и разработка конструкции модели.

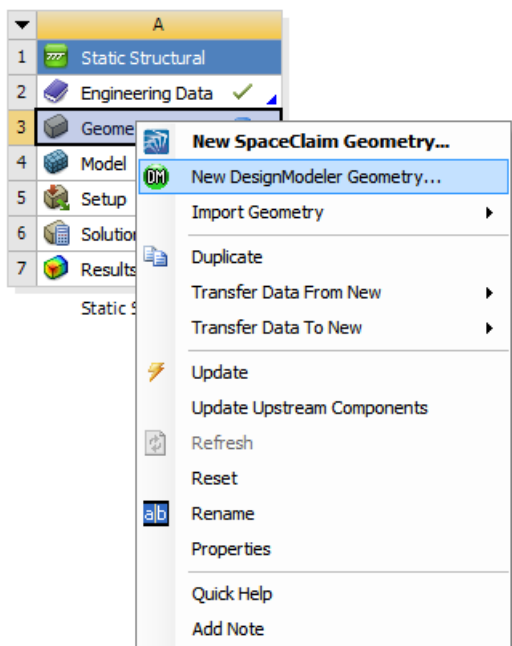



Рисунок 2 - Geometry – DesignModeler

«Outline» выбираем систему координат.

В нашем случае это – XY Plane.

Переключаемся в режим эскиза - вкладка Sketching. **Примечание:** Кнопка «Look At»  ориентирует плоскость перпендикулярно взгляду.

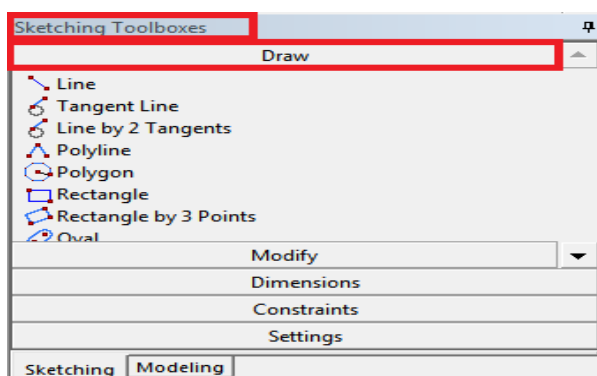


Рисунок 4 – Панель меню «Sketching ToolBox»

В панели инструментов меню «DesignModeler» открывается выпадающий список команд «Units», это меню выбора единиц измерения, в которых будет происходить построение модели, изменяем их на «Millimeter», построение производится в мм. (рис.3). В окне Tree

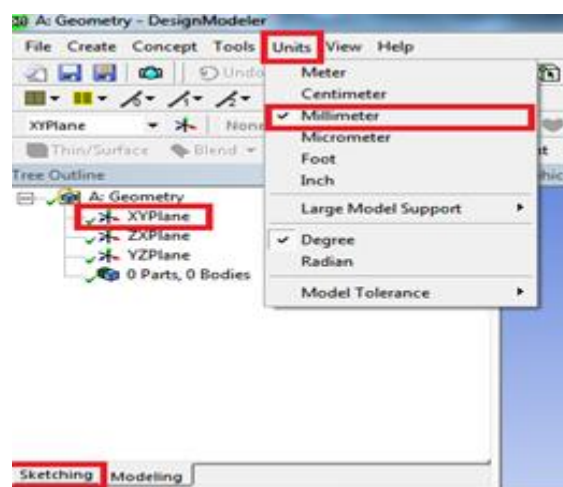


Рисунок 3 – Панель меню «Units»

В окне «Sketching ToolBox» выполняется переход в подменю «Draw», это меню содержит набор инструментов, для вычерчивания эскиза детали, (рис.4). С помощью инструментов Draw вычерчиваем эскиз детали. Затем выполняется расстановка размерностей детали. Для этого переходим во вкладку

Dimensions и разрешаем настройки по умолчанию с помощью «General», (рис.5).

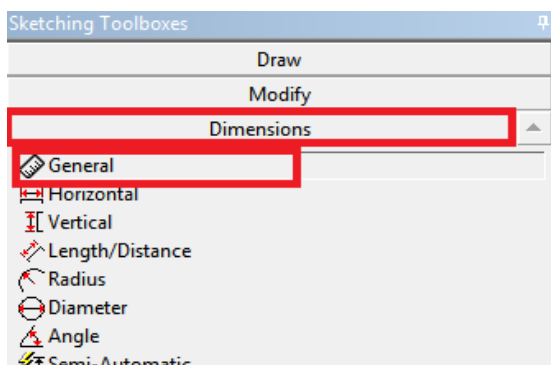


Рисунок 5 – Выбор настроек по умолчанию

из заданных на детали размеров переходим в окно «Details View» и во

Dimensions: 4	
<input type="checkbox"/> H5	18 mm
<input type="checkbox"/> H6	40 mm
<input type="checkbox"/> V4	35 mm
<input type="checkbox"/> V7	13 mm

Рисунок 6 –Отображение размеров

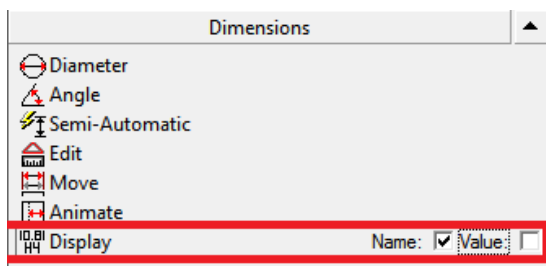


Рисунок 7 –Быстрое отображение размеров

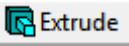
таким способом: в контекстном меню «Design Modeler» выбираем «Selection Filter: Faces» и выбираем плоскость на вычерченном фрагменте детали, в которой хотим продолжить чертеж детали (рис. 8), затем нажимаем на вкладку «Sketching» - переходим к черчению в выбранной плоскости.

Кликом мышки выделяется верхняя линию прямоугольника для отображения горизонтального размера «H1». Передвигаем мышь вверх, для вынесения размера за прямоугольник, повторным кликом закрепляется размер. Описанным способом выносятся все заданные размеры на эскизе детали. Чтобы проставить численное значение каждого

вкладке «Dimensions» проставляем все заданные размеры детали (рис.6). **Примечание:** Можно изменить отображения размера с «Name» на «Value», (рис.7) («Name» – буквенное обозначение размера; «Value» – численное

отображение размера). Так как, представленные в задании детали имеют сложную конфигурацию, их необходимо вычерчивать в разных вертикальных и горизонтальных плоскостях системы координат. Для этого, вычертив фрагмент детали в одной из плоскостей, переключаемся на следующую плоскость

Примечание: Зеленым цветом на рисунке 9 отображена выбранная черчения плоскость.

Чтобы придать детали объемную форму, воспользуемся функцией «Extrude» , данная опция будет применяться к последней активной плоскости.

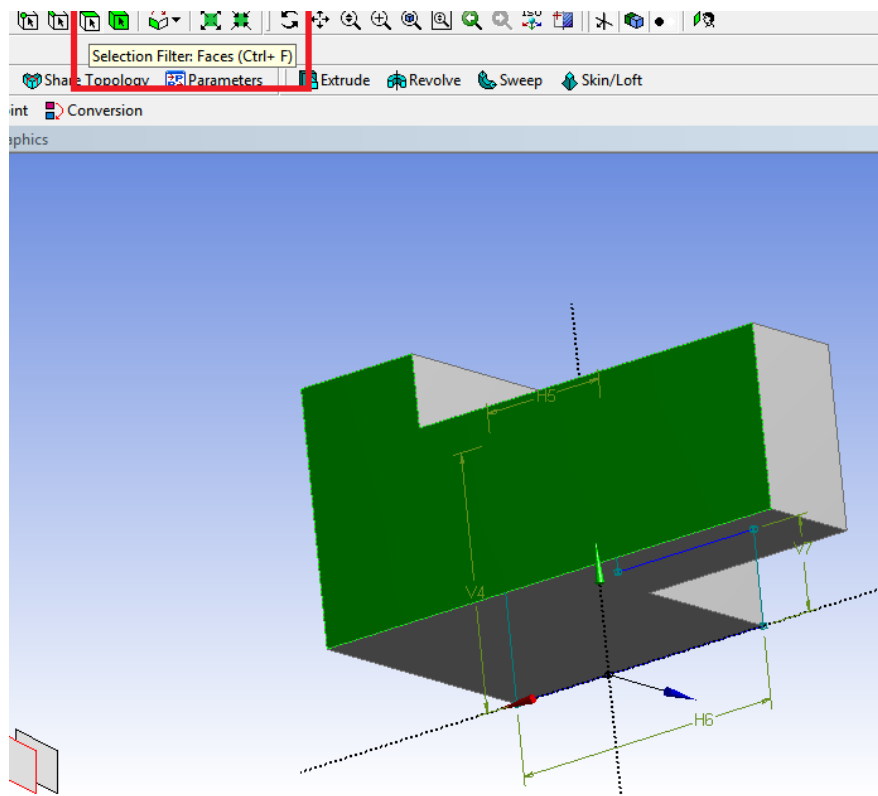


Рисунок 8 – Выбор плоскости отображения

2. СТАТИСТИЧЕСКИЙ И ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО – ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ

2.1. ПОДГОТОВКА КОНСТРУКЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТА

Перед использованием модулем расчета, нужно задать исходные параметры расчетной среды. В главном дереве проекта выбираем «Engineering Data». Кликнув по ней дважды, откроем меню параметров, где непосредственно можем выбрать тип материала, из которого будет изготовлена наша конструкция, а также иные параметры согласно выданному заданию. Например, деталь изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4540$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Пример задания параметров среды представлен на рисунке 9.

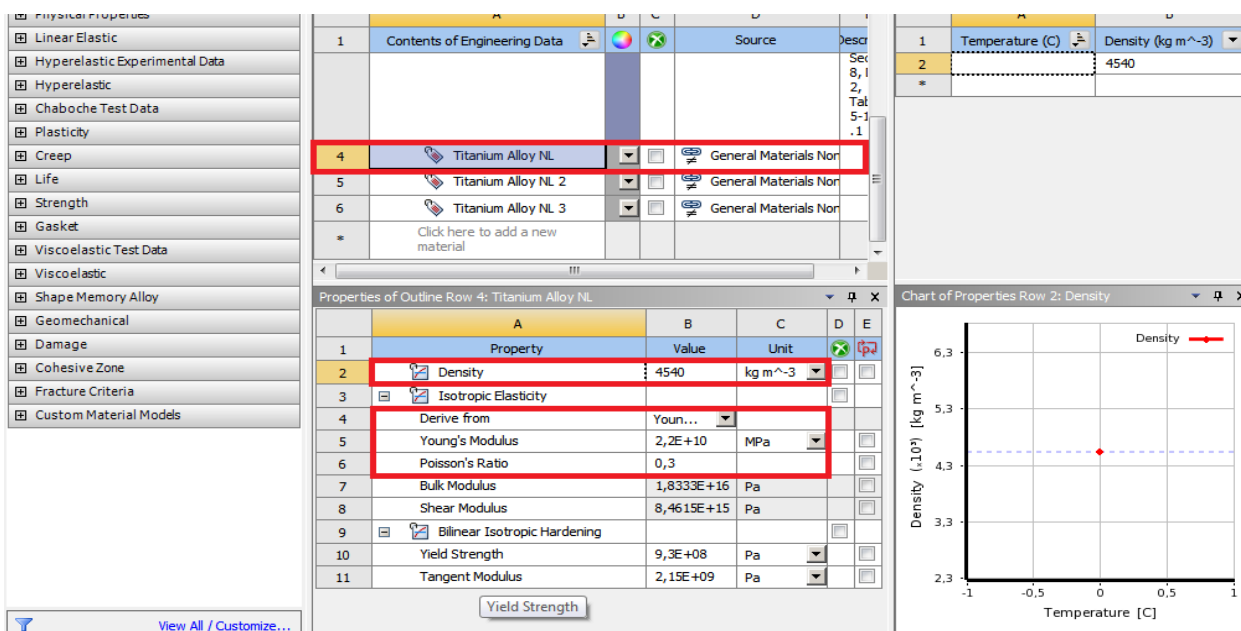
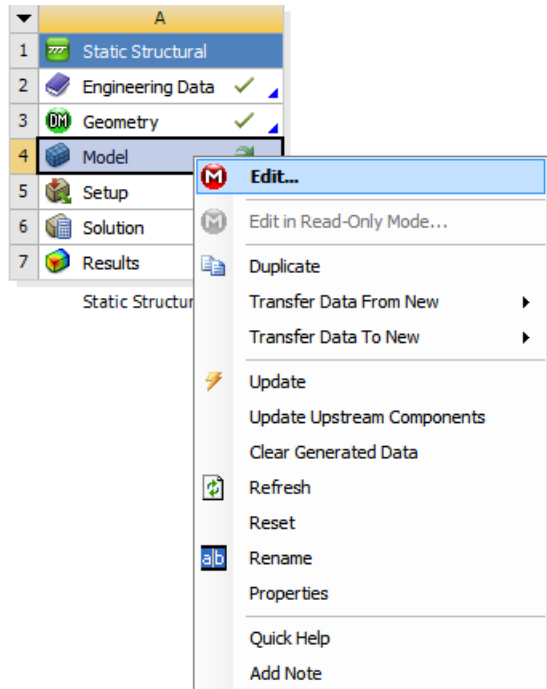


Рисунок 9 – Параметры расчетной среды элемента

После установления параметров детали необходимо перейти непосредственно к модулю «Static Structural», расположенным во вкладке «Analysis Systems» главного окна Workbench. В дереве проекта Workbench

правым кликом мыши нажимаем на позицию Model, вызываем контекстное меню. Выбираем «Edit» (рис. 10).



Запускается «Static Structural» – «Mechanics». Нам необходимо наложить сетку на 3D модель детали, которая необходима для выполнения расчетов, для этого в окне «Outline» кликаем правой кнопкой мыши на позицию «Mesh» и в контекстном меню выбираем «Update». На деталь наносится сетка. В дальнейшем ANSYS произведет необходимые нам

расчеты по точкам сетки (рис. 11).

Рисунок 9 – Контекстное меню

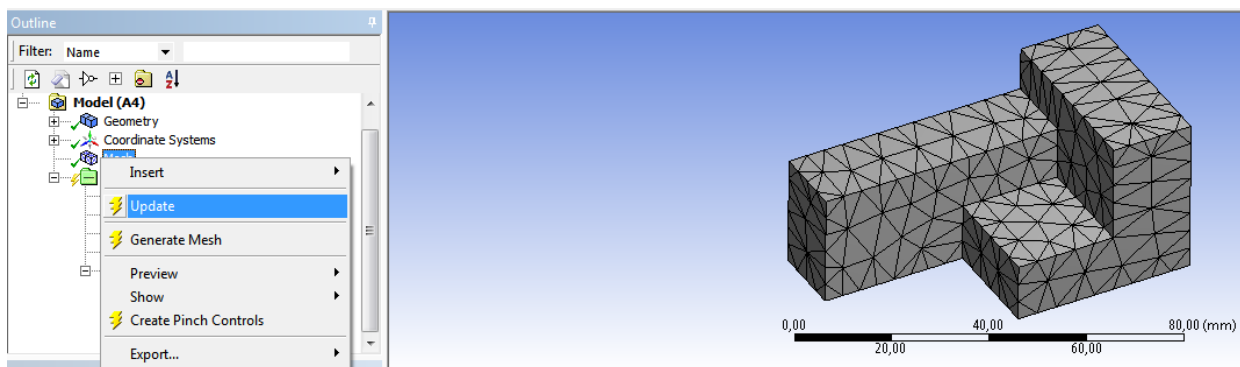
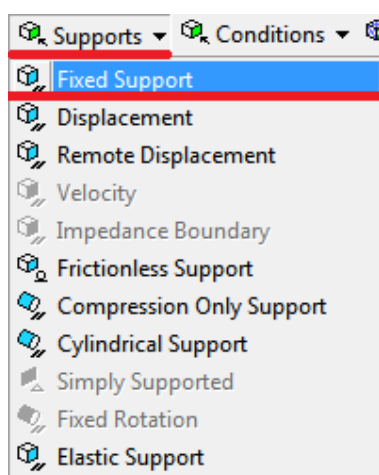


Рисунок 11 - Нанесение сетки на деталь

2.2 РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕННО – ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛИ

Произведем последовательный расчет напряженно деформированного состояния. Для выполнения расчета нам необходимо зафиксировать одну грани детали, для этого нажимаем на позицию «Static Structural» в верхнем подменю программы кликаем на «Supports» и в подменю выбираем «Fixed Support». Данная функция преобразует курсор мыши и позволит нам зафиксировать конкретную грань, что сделает данную грань жесткой, т.е. не



подверженной деформаций – своего рода опорой. Данная операция отображена на рисунке 12.

Также после активации данной функции в древе проекта, в разделе «Static Structural» добавится новая составляющая «Fixed Support». В меню деталей данной функции «Details» выберем раздел «Scope» и во вкладке «Geometry» выберем опцию «Apply», после чего выбранная нами грань будет окрашена синим цветом, что подтверждает тот факт, что данная грань отныне является жесткой. . Выбираем какую из граней детали необходимо зафиксировать (подсвечивается зеленым цветом), нажимаем

Рисунок 12 –
Фиксация грани
детали

«Apply» (строка Geometry), зафиксированная грань будет подсвечена фиолетовым цветом (рис.13).

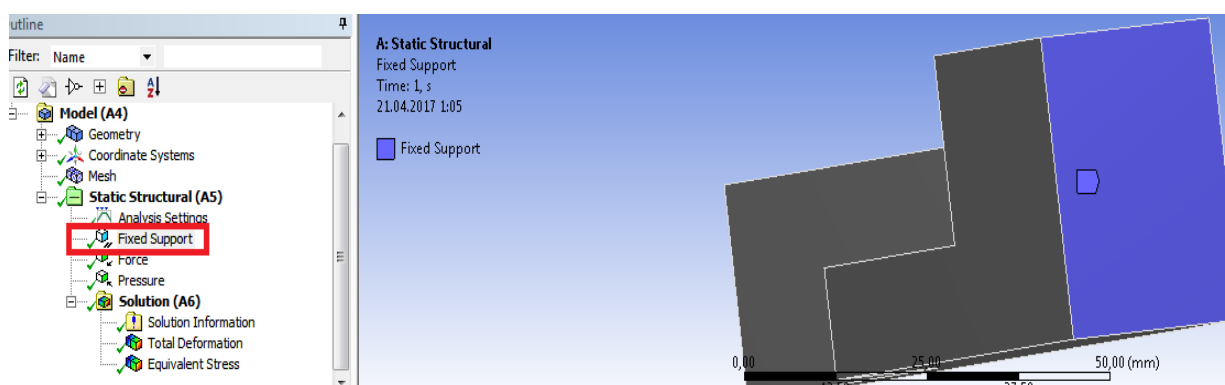


Рисунок 13 – Отображение зафиксированной грани

Так же в этом окне можно задать направление силы вектора силы к граням детали и указать значения силы, для этого нажимаем на позицию

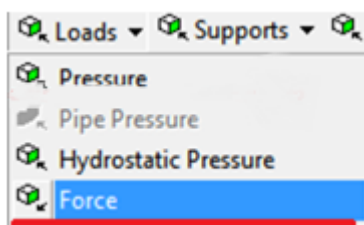


Рисунок 14 – Вектор силы

«Static Structural» в верхнем подменю программы кликаем на «Loads» и в подменю выбираем функцию «Force» (рис. 14). После проделанных действий курсор мыши измениться и в окне графики

можно будет выбрать грань, к которой будет приложена сила. Выбираем, к какой из граней детали необходимо приложить вектор силы (подсвечивается зеленым цветом), нажимаем «Apply» (строка Geometry), зафиксированная грань будет подсвечена красным цветом. В окне «Details», в строке «Magnitude» задаем

Details of "Force"	
[-] Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Face
[-] Definition	
Type	Force
Define By	Vector
Magnitude	1.000000000
Direction	Click to Change
Suppressed	No

Рисунок 15 – Значения приложенной силы

значение приложенной силы (рис. 15). Так же кликнув на Direction можно выбрать направления вектора силы. Так как в задании к курсовому проекту не заданы численные значения силы и не указано, к каким граням прикладывать вектор силы, эти параметры выбираются самостоятельно.

Величина силы в 100000000 Н (100000 кН) обусловлена тем, что деталь будет изготовлена из устойчивого к внешним нагрузкам и деформационным усилиям материала – титана. Прикладываем вектор силы к одной из граней (рис. 16). На этом этапе условия для выполнения статического анализа

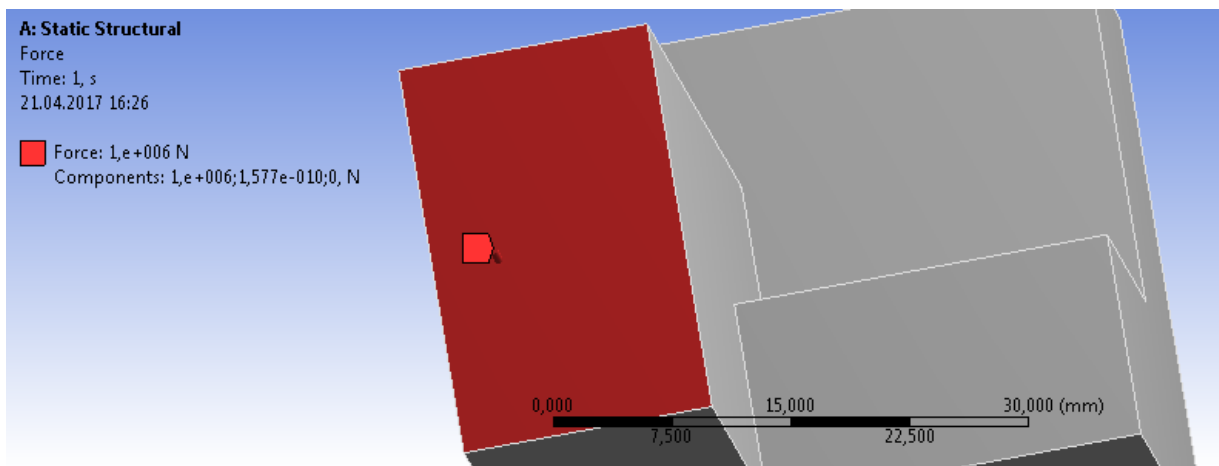
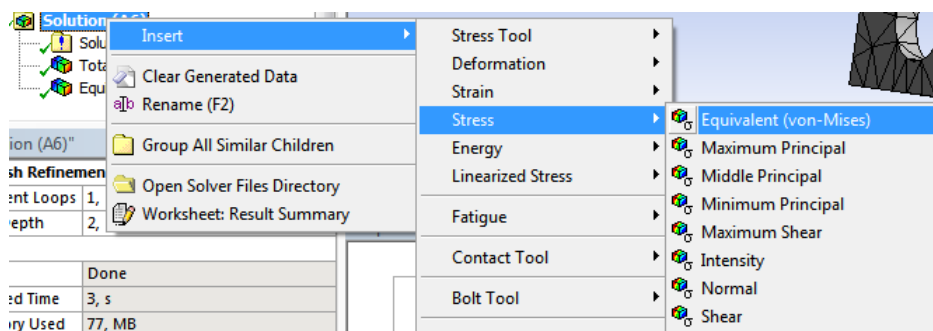


Рисунок 16 – Условия для выполнения статического анализа



выполнены, переходим к заданию условий для динамического анализа.

Рисунок 17 – Аналитический расчет

Далее приступаем к

аналитическому и графическому решению. Для чего необходимо выбрать вкладку «Solution» в древе проекта, работая с данным вложением, выбираем функцию «Deformation» далее, в появившемся окне «Total» (рис. 17).

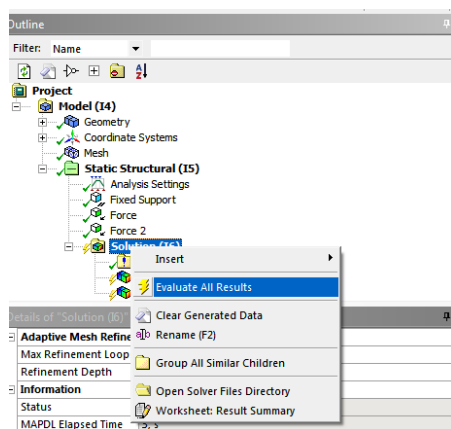


Рисунок 18 – Динамический анализ

В той же вкладке «Solution» выбираем опцию «Stress», в появившемся окне выбираем «Equivalent». Далее, работая с вкладкой древа «Solution», нажимаем на нее

правой кнопкой мыши и выбираем опцию «Evaluate All Results» либо же просто можем воспользоваться вкладкой «Solve» (рис. 18).

После чего программа производит расчет и выполняет графическое построение получаемых процессов, причем программа дает возможность отобразить все в динамике.

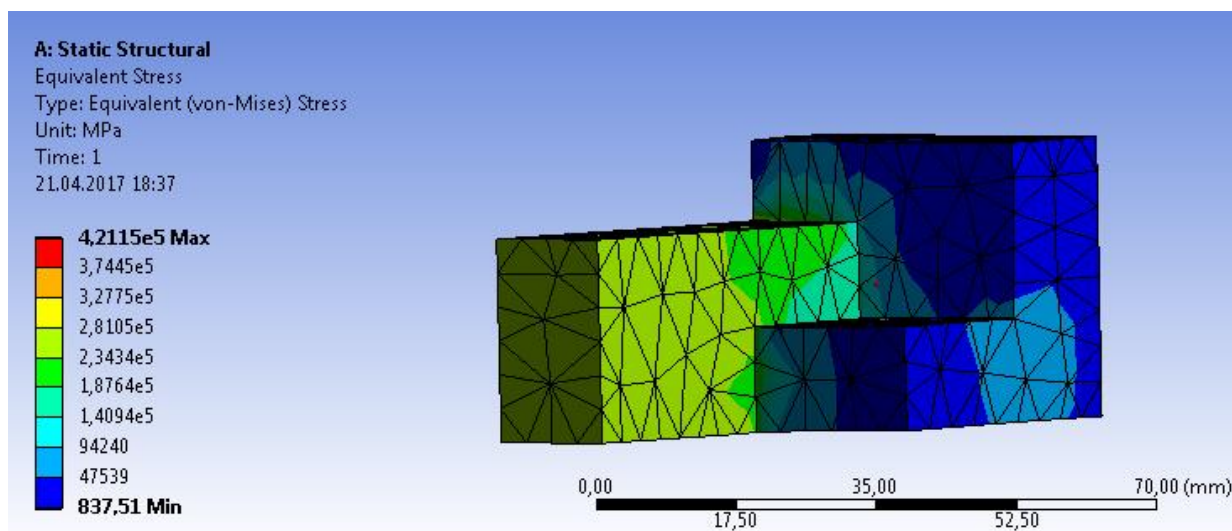


Рисунок 19 - Динамический расчет состояния детали

2.3 РАСЧЕТ СТАТИСТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕННО – ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛИ

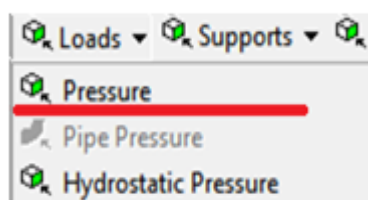


Рисунок 20 – Вектор давления

Задаем направление силы вектора давления к граням детали и указать значения силы, для этого нажимаем на позицию «Static Structural» в верхнем подменю программы кликаем на «Loads» и в подменю выбираем функцию «Pressure» (рис.20). Прикладываем к одной из граней детали вектор давления (рис. 21).

Аналогично предыдущему пункту выбираем грань, фиксируем и прикладываем вектор давления (рис.21) и в строке «Magnitude» окна «Details» задаем значение величины давления, в нашем случае – 100 МПа (рис. 22). Если в условии заданы две и более поверхности для приложения

давления, то проделываем аналогичные действия для каждой поверхности. В конечном итоге получаем общий вид распределения нагрузок.

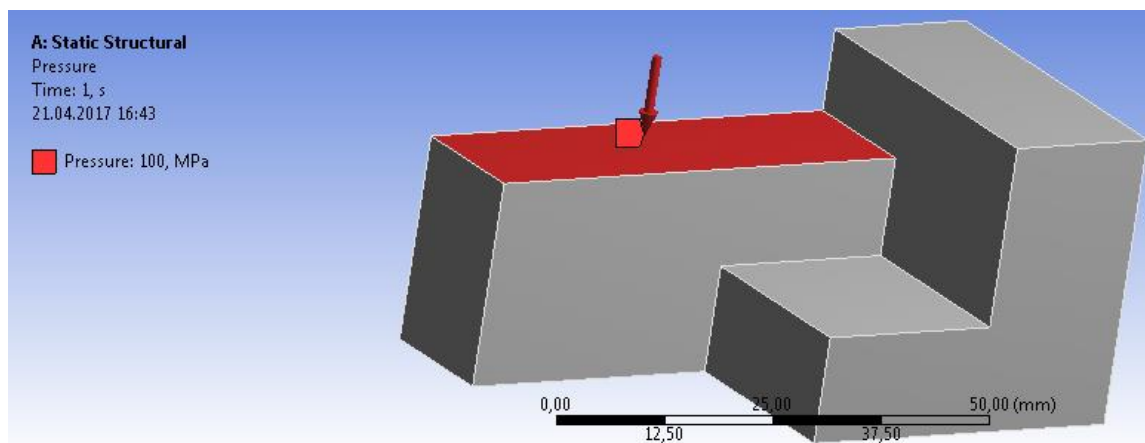


Рисунок 21 – Приложение вектора давления

Details of "Pressure"	
<input type="checkbox"/> Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Face
<input type="checkbox"/> Definition	
Type	Pressure
Define By	Normal To
Applied By	Surface Effect
<input type="checkbox"/> Magnitude	100, MPa (ramped)
Suppressed	No

Рисунок 22 – Задание параметров давления

Теперь нам необходимо выбрать вид анализа, который нам необходимо произвести. Для этого в окне «Outline» кликаем правой кнопкой мыши на позицию «Solution» в контекстном меню переходим к «Insert» – «Deformation» – «Total» статический

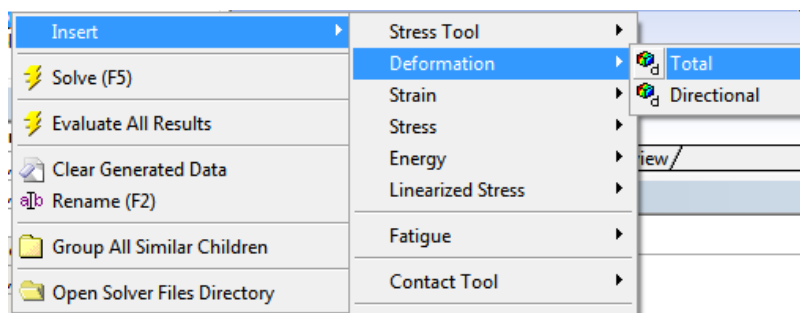


Рисунок 23 – Статистический анализ

анализ (рис.23).

Для производства заданного вида анализа в верхней строке меню программы нажимаем на

кнопку **Solve**

 , получаем

результаты расчета (рис. 24).

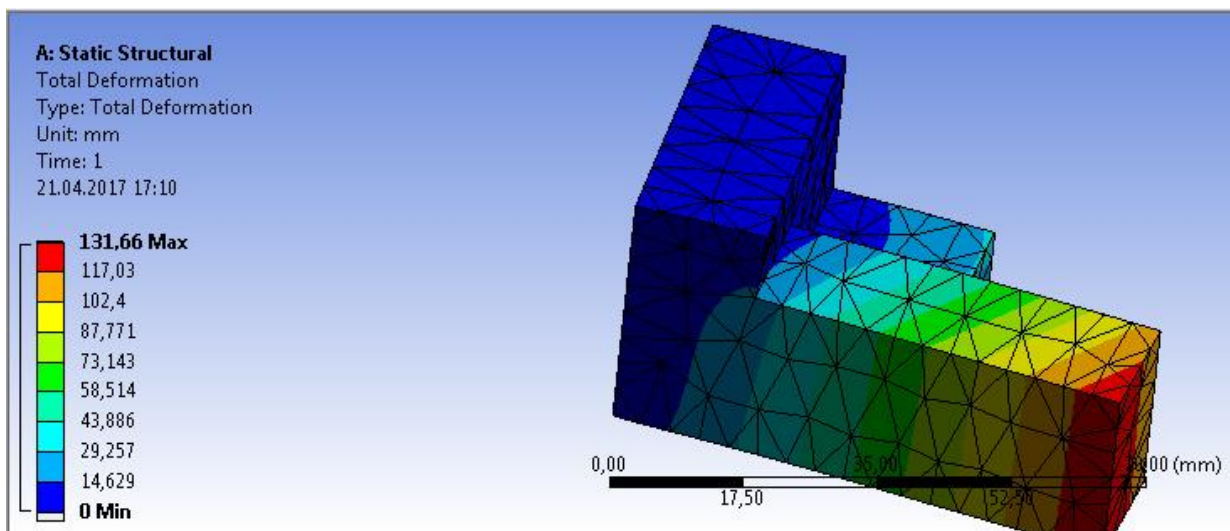
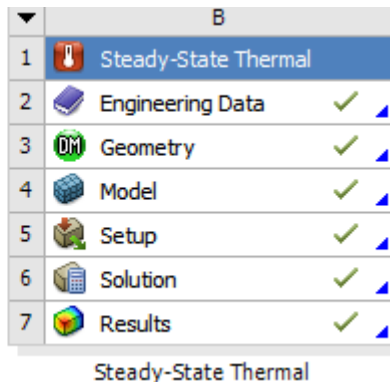
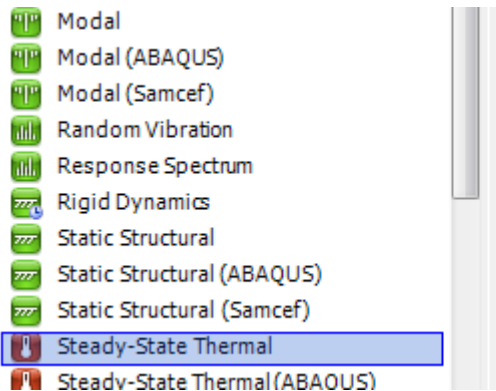


Рисунок 24 – Результаты статистического расчета

3. ТЕПЛОВОЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО – ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ

3.1 ПОДГОТОВКА МОДЕЛИ К ТЕПЛОВОМУ РАСЧЕТУ

Переходим в окно проекта Workbench. В подменю «Analysis Systems»



выбираем «Steady - State Thermal» (рис. 25). Теперь нам необходимо «связать» файл геометрии с «Static

Рисунок 23 – Внешний вид окна теплового расчета

Structural– Mechanical» с файлом теплового расчета «Steady-State Thermal». Для этого выделяем позицию «Geometry» в «Static Structural– Mechanical», жажимаем левую кнопку мыши и перетягиваем выделенную область в строку «Geometry» в «Steady-State Thermal» – появиться линия обозначающая связь геометрии. Тоже самое проделываем с «Engineering Data» – перенесем параметры материала детали. (рис.26)

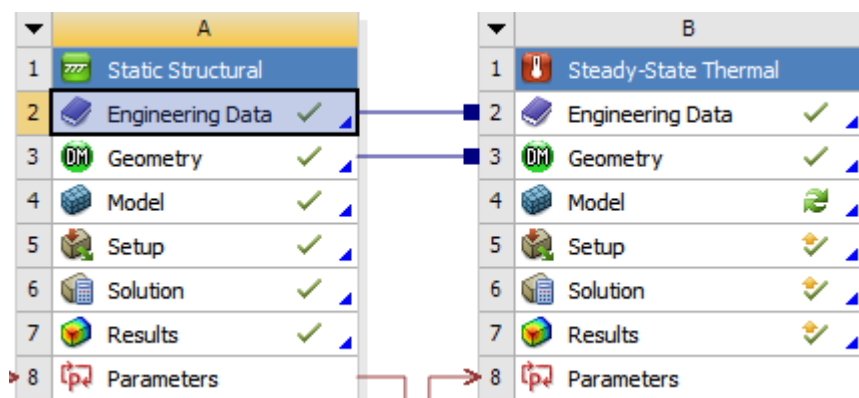


Рисунок 26 – Перенос данных из статистической модели в тепловую

Аналогично разделу 2.1, обращаясь к «Engineering Data», необходимо выбрать материал детали и задать его параметры.

Затем правым кликом мыши по «Model», вызываем контекстное меню. Выбираем «Edit». Запускается «Steady-State Thermal – Mechanical». Нам необходимо наложить сетку на 3D модель детали [см. п.2.1]. (рис. 27)



Рисунок 27 – Деталь с сеткой

Далее нам нужно указать грань, на которую будет воздействовать заданная нами температура «Temperature» и грань, на которую будет воздействовать охлаждение (конвенции) «Convection». Для этого в окне «Outline» кликаем правой кнопкой мыши на позицию «Steady-State Thermal» и в появившемся верхнем подменю программы выбираем сначала «Temperature», задавая грань, и аналогично проделываем с конвенцией «Convection» (рис. 28).

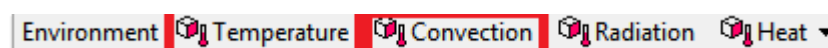


Рисунок 28 – Температура и охлаждение

В окне «Details» для «Convection» и для «Temperature», в поле «Magnitude» необходимо ввести значения температур, заданных по исходным данным - температура на одну сторону, например равна 2500 °С, а для второй стороны - 1200 °С, конвекция выбирается самостоятельно – задаем параметр конвекции величиной 3000 °С (рис.29).

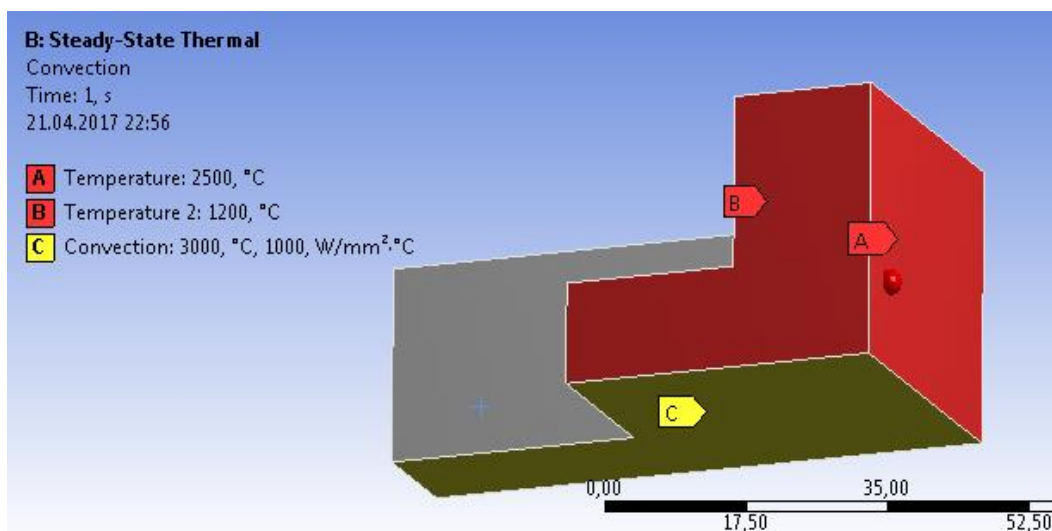


Рисунок 29 – Задание температур различным поверхностям

3.2 ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА ДЛЯ ЗАДАННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Для выполнения теплового анализа в окне «Outline» кликаем правой кнопкой мыши на позицию Solution и в контекстном меню выбрать «Insert – Thermal – Temperature» (рис. 30)

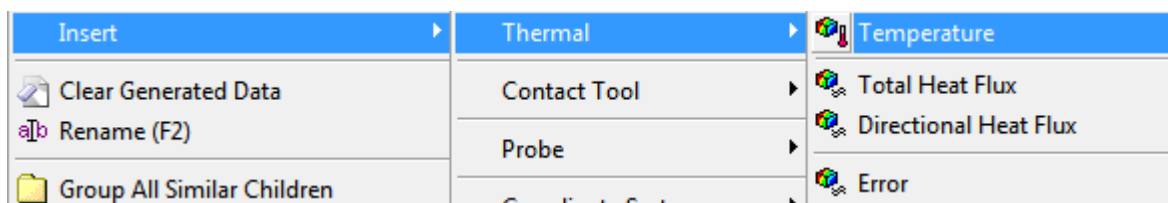



Рисунок 30 – Выполнение расчета

Для производства анализа в верхней строке меню программы нажимаем на кнопку «Solve» , получаем результаты анализа, или ждем правой кнопкой мыши по позиции «Solution» и также используем вкладку «Solve» (рис.31).

Изображение достаточно наглядно отображает распределение температуры по корпусу конструкции. Существует отградуированная цифровая шкала распределения температуры, расположена левее на изображении.

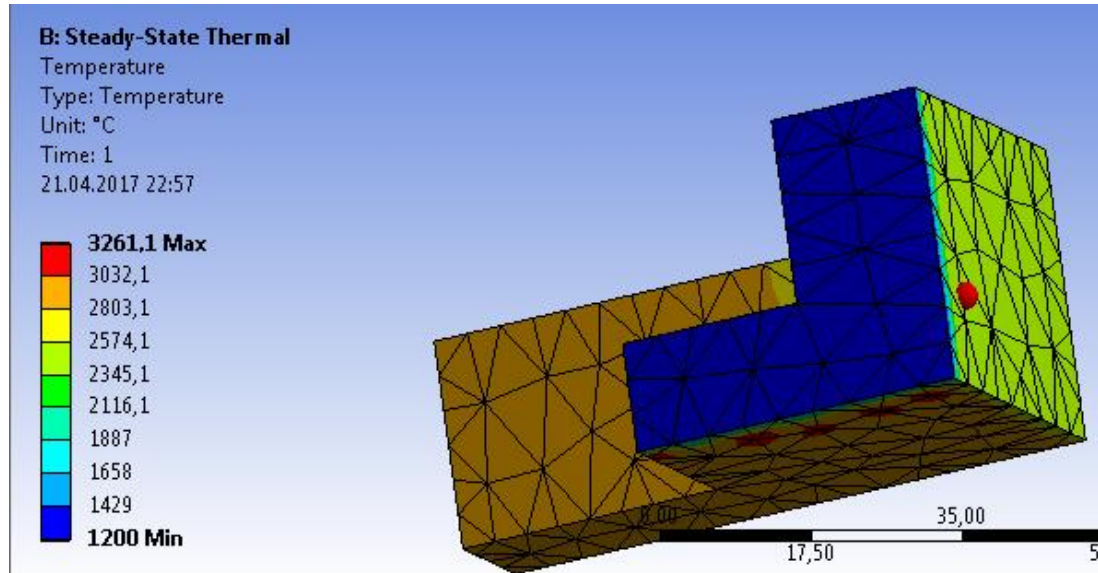


Рисунок 31 – Результаты теплового анализа

Исходя из результатов теплового анализа, можно сделать вывод, что заданные условия, с учетом конвекции величиной 3000 °C оптимальны для теплового режима детали.

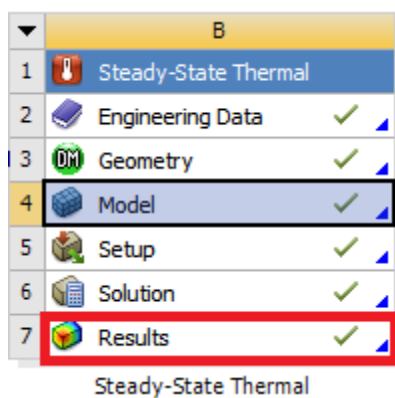


Рисунок 32 – Результаты распределения температур

3.3 ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Произведем построение графиков распределения температур по одной из грани любой из сторон детали.

Для этого в окне проекта Workbench, в «Steady-State Thermal», двойным кликом левой кнопки мыши нажимаем на «Results» (рис.32).

Откроется «Steady-State Thermal» – «Mechanical». Переходим в «Project – Model» в древе проекта «Steady-State

Thermal – Mechanical». В верхнем контекстном меню нажимаем на кнопку «Construction Geometry», после этого в древе проекта появиться соответствующая позиция. Правой кнопкой мыши нажимаем на позицию «Construction Geometry», тем самым вызываем контекстное меню. В этом меню выбираем «Insert – Path» (рис.33). В «Construction Geometry» появиться

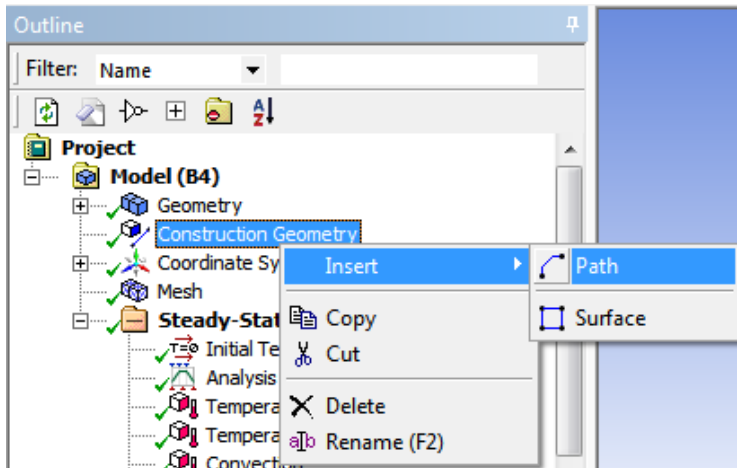


Рисунок 33 - Insert – Path

позиция «Path». Теперь в окне Details of «Path», необходимо выбрать по каким двум граничным точкам на детали будет построен график (строка Type), мы выбираем Edge (грань), то есть будет построен график распределения температуры по двум крайним

точкам выбранной грани. Выбираем нужную нам грань и нажимаем «Apply» (рис. 34).

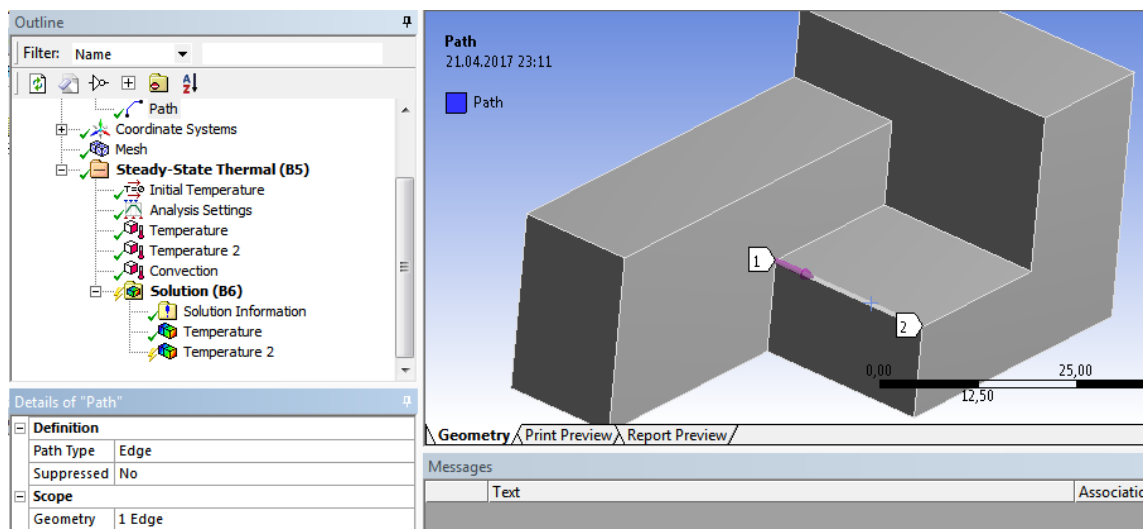
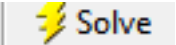


Рисунок 34 – Выбор граней для графика

Теперь в древе проекта переходим к позиции «Solution», в контекстном меню переходим к «Insert – Thermal – Temperature».

В окне Details of «Temperature», в строке «Scoping Method» необходимо выбрать – Path и далее в появившейся строке Path выбрать из всплывающего списка созданный ранее в «Construction Geometry – Path». Затем нажимаем

кнопку Solve  - объёмный график, привязанный к 3D отображению модели, для одной из граней будет построен (рис. 35).

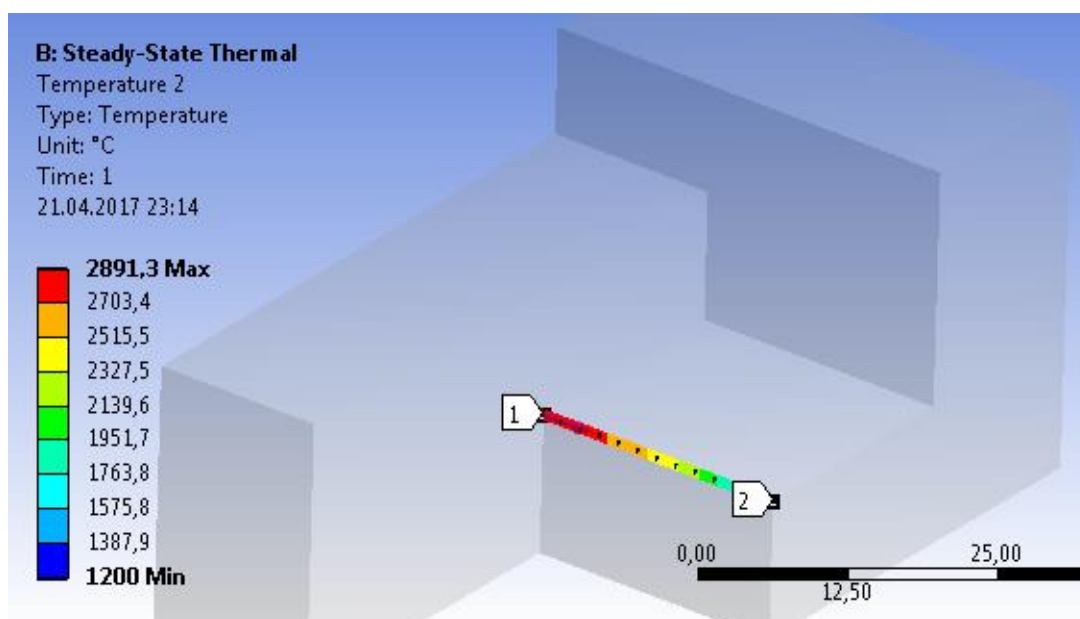


Рисунок 35 – Грани для построения объёмного графика с отображением графических изменений

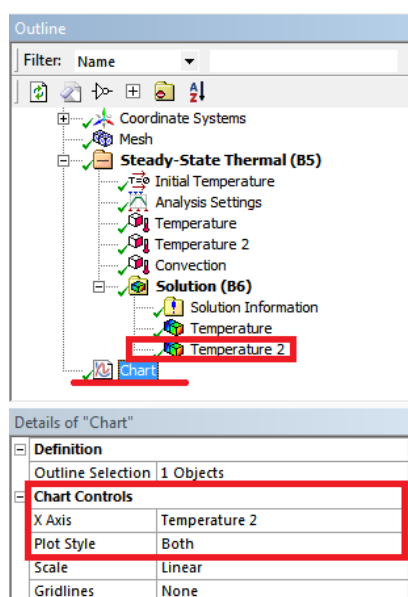



Рисунок 36 – Построение объёмного графика

После этого в верхнем контекстном меню «Steady-State Thermal – Mechanics» нажимаем кнопку «Chart»  - в дереве проекта появиться соответствующая строка. Теперь привязываем объёмный график к отдельному «Chart'у» – переведем объёмный график в 2D изображение. Для этого в окне Details of «Chart», в строке «Outline Selection» выбираем наш построенный график «Temperature» и в строке «X Axis» так же выбираем «Temperature» (рис. 36) – получаем 2D график

распределения температуры на отдельной грани и данные по этому графику сведенные в таблицу (рис. 37).

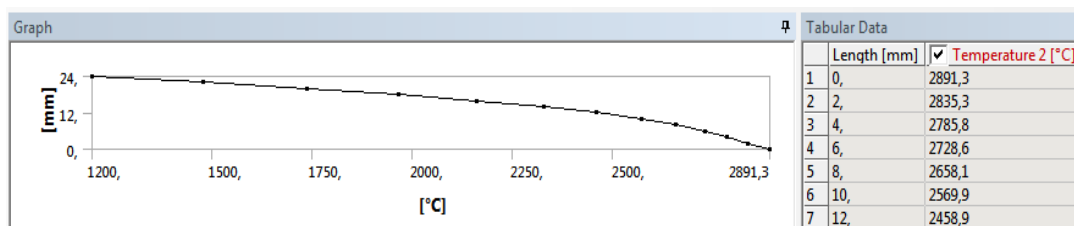


Рисунок 37 – Объемный график и таблица данных

На данном этапе все необходимые нам расчеты выполнены, цель проекта – достигнута и тепловой анализ выполнен. Полученные данные сохраняются в файле с расширением производителя программного обеспечения. Динамический анализ может быть представлен видеофайлом формата Avi или MP4. Результаты анализа могут быть выведены на внешний носитель и конвертированы в разные форматы.

ВЫВОД

Сделать выводы по полученному проекту о функциональных возможностях расчетно-графического приложения ANSYS Workbench. Также итогом выполнения проекта являются графические объемные модели конструкций. Где с помощью обширной цветовой палитры более наглядно отображены те или иные процессы, рассматриваемые в ходе выполнения анализа конструкции.

Приложение А

ГОУ ВПО Донецкий Национальный Технический Университет

Кафедра маркшейдерского дела
им. Д.Н. Оглоблина

**Проект расчета напряженно-деформированного состояния
трех деталей при действующих на него нагрузках**

**Пояснительная записка
курсового проекта по дисциплине
«Математическое моделирование в маркшейдерском деле»**

Руководитель _____ **(И. О. Ф.)**
(подпись)

Разработал _____ **(И.О.Ф.)**
(ст. гр. М-1) (подпись)

Донецк 2020

Приложение Б

ГОУ ВПО "Донецкий национальный технический университет"

Кафедра "Маркшейдерское дело им.Д.Н. Оглоблина"

Дисциплина "Математическое моделирование в маркшейдерском деле "

Специальность "Горное дело"

Специализация " Маркшейдерское дело "

Курс

5

Группа

М-1

Семестр

10

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект студента

Блынскогo Никиты Александровича

1. Тема проекта. " Проект расчета напряженно-деформированного состояния трех деталей при действующих на него нагрузках "

2. Сроки сдачи студентом законченного проекта. 25.01.2020 г.

3. Исходные данные по проекту. Индивидуальное задание

4. Содержание расчетно-объяснительной записки (перечень вопросов, которые подлежат разработке).

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей).

6. Дата выдачи задачи. 25.09.2019 г.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка к курсовому проекту содержит: ___ страниц; ___ рисунков; ___ таблиц, ___ приложений.

Целью проекта является закрепление материала курса «Математическое моделирование в маркшейдерском деле», приобретение и закрепление навыков работы с пакетом ПО «ANSYS».

Выполнение проекта направлено на получение некоторых рекомендаций относительно оптимизации детали на стадии графической модели, путем анализа результатов исследований.

В данном курсовом проекте выполнены: построения 3 моделей конструкций, согласно исходным данным (заданы преподавателем); статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции; тепловой анализ напряженно-деформированного состояния элементов конструкции; оптимизация детали на стадии графической модели.

STATIC STRUCTURAL, ДЕРЕВО ПРОЕКТА, КОНТЕКСТНОЕ МЕНЮ, МОДЕЛЬ, КОНВЕКЦИЯ, НАГРУЗКА, ДЕФОРМАЦИЯ, DESIGN MODELER

					<i>Расчет напряженно-деформированного состояния трех деталей при действующих на них нагрузках</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>					<i>Курсовой проект</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>							3	
<i>Реценз.</i>						<i>ДонНТУ, группа М-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

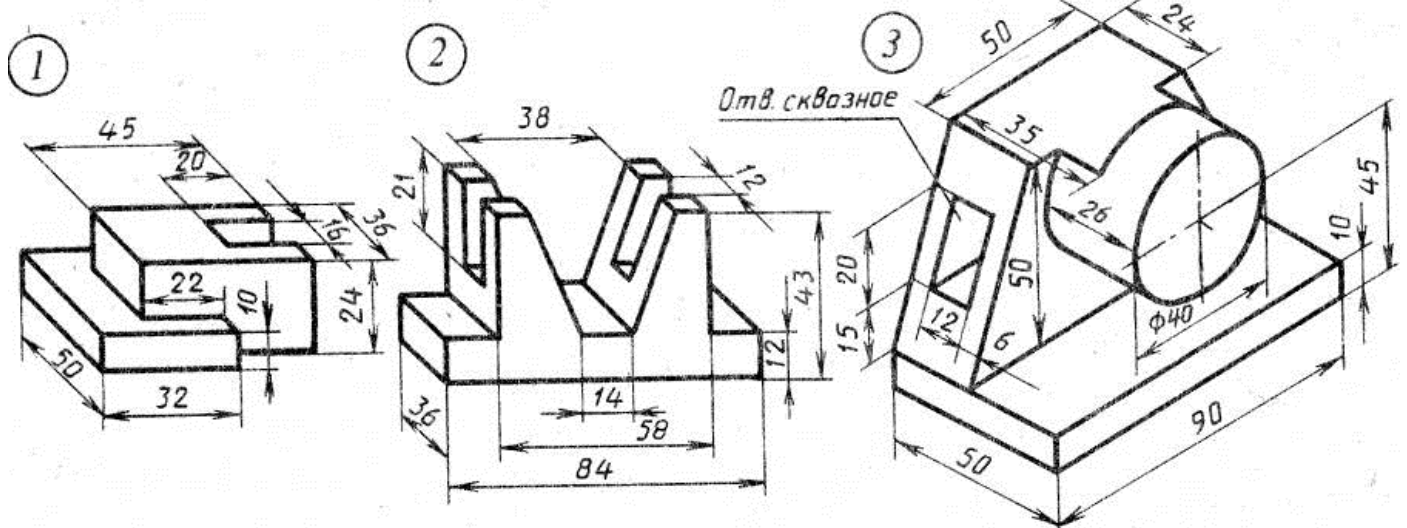
Содержание

Реферат	
Задание к курсовому проекту	
1. Введение.....	
2. Разработка модели конструкции	
3. Статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния элементов конструкции.....	
3.1. Подготовка конструкции к выполнению расчета.....	
3.2. Выполнение аналитического расчета	
3.4. Выводы на основе результатов расчета и практические рекомендации относительно оптимизации модели	
4. Тепловой анализ напряженно-деформированного состояния элементов конструкции	
4.1 Подготовка модели к тепловому анализу.....	
4.2. Выполнение аналитического расчета теплового воздействия	
4.3. Результаты аналитического расчета теплового воздействия	
4.4. Выводы на основе результатов теплового расчета и практические рекомендации относительно оптимизации модели.....	
4.5. Построение графиков распределения температуры по заданному пути	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.

Вариант 1



Деталь 1 изготовлена из стали (модуль Юнга $E = 2,2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7850$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1520 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 2260$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2000 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 1000$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 4000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 84

мм - $q = 500 \text{ Н/м}$; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, плотность $\rho = 7500 \text{ кг/м}^3$, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону $1520 \text{ }^\circ\text{C}$, а для стороны 2 - $500 \text{ }^\circ\text{C}$, конвенция выбирается самостоятельно. Предел прочности 600 МПа . Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F1 = 10000 \text{ Н}$; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F2 = 4000 \text{ Н}$; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 90 мм - $q = 1000 \text{ Н/м}$; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

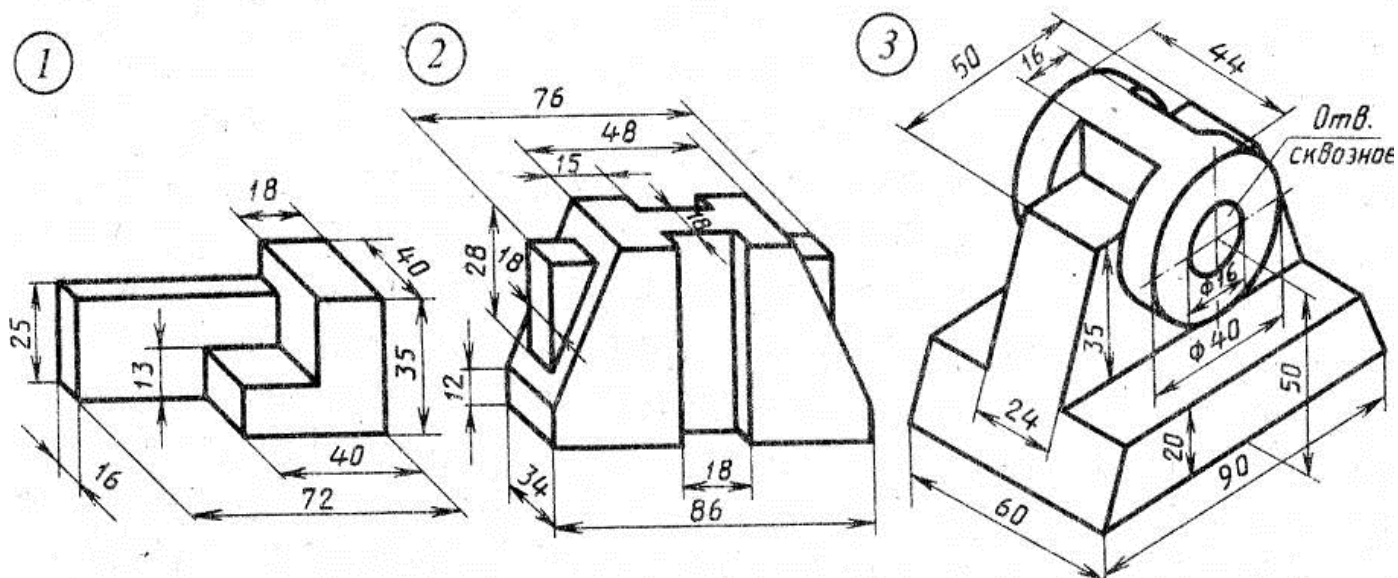
1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.

Вариант 2



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4540$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2500 °С, а для стороны 2 - 1200 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 7200$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1800 °С, а для стороны 2 - 800 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 600$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 86

мм - $q = 500 \text{ Н/м}$; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, плотность $\rho = 7500 \text{ кг/м}^3$, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону $1520 \text{ }^\circ\text{C}$, а для стороны 2 - $500 \text{ }^\circ\text{C}$, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 600 МПа . Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F1 = 10000 \text{ Н}$; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F2 = 4000 \text{ Н}$; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 90 мм - $q = 1000 \text{ Н/м}$; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

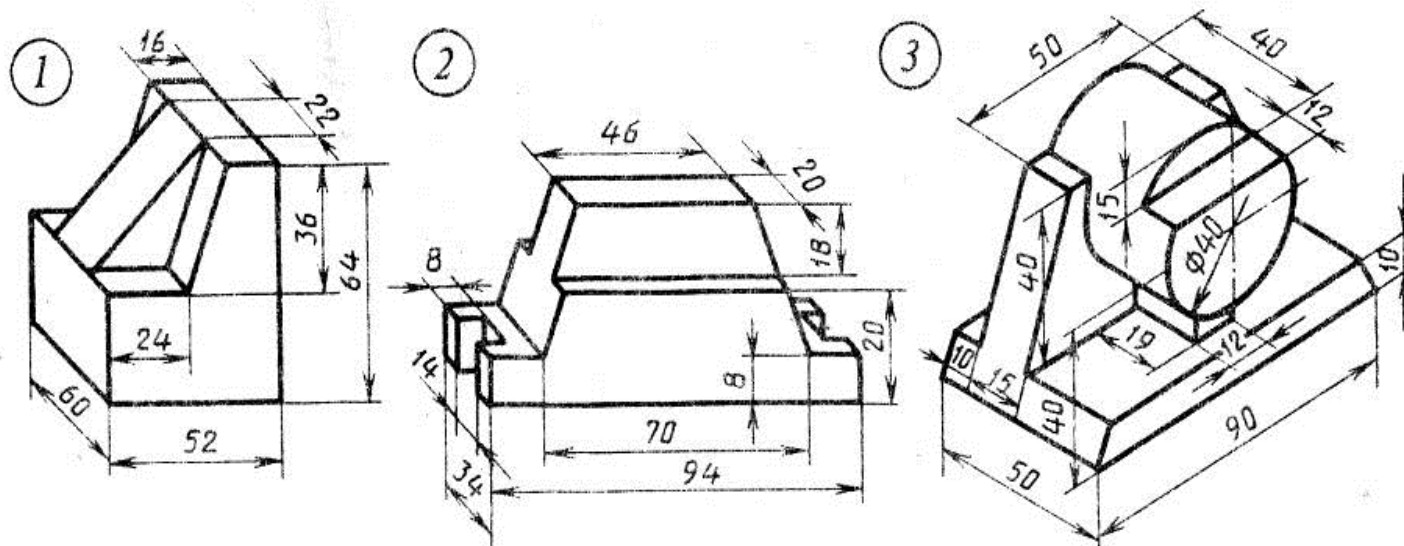
1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.

Вариант 3



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4640$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1500 °С, а для стороны 2 - 200 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 7100$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 3000 °С, а для стороны 2 - 800 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 2500$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 94 мм - $q = 800$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

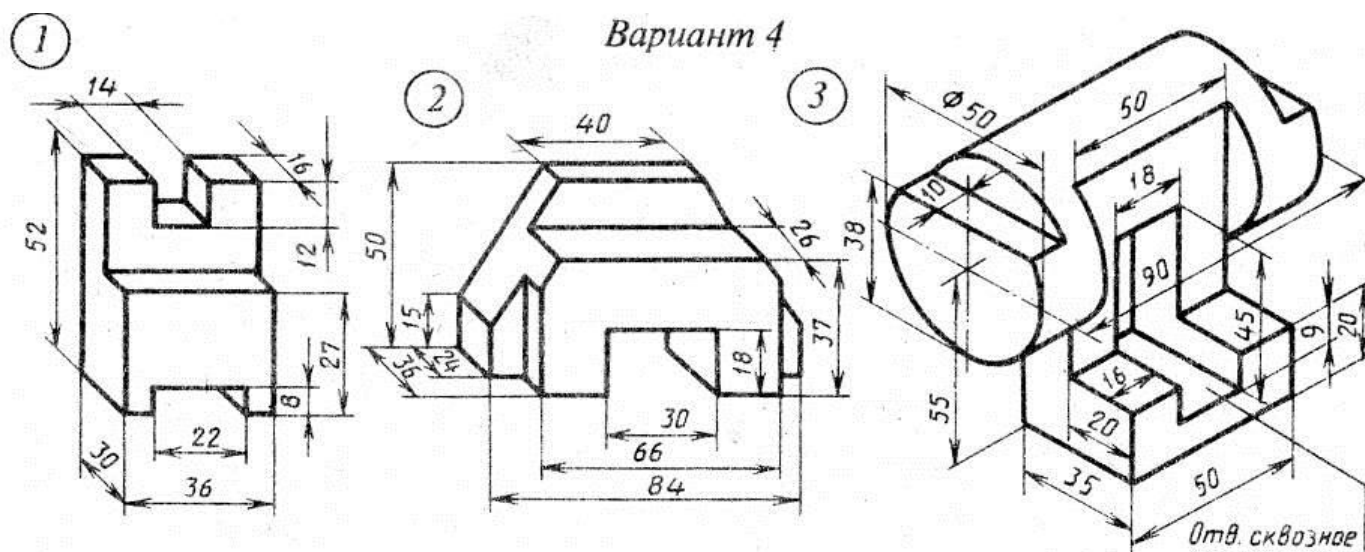
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7700$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1600 °С, а для стороны 2 - 300 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 600 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 1000$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 4000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 90 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4220$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1500 °С, а для стороны 2 - 2000 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8900$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1800 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 250$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 40 мм - $q = 600$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

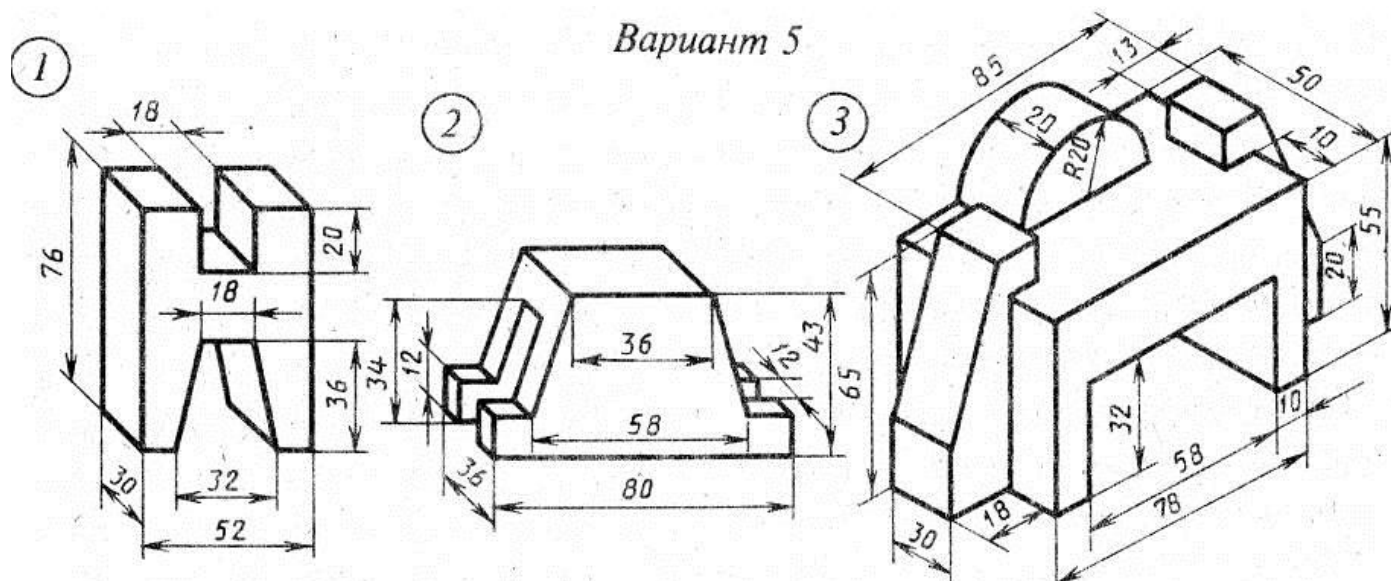
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7300$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1750 °С, а для стороны 2 - 900 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 420 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 500$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 4000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 10 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4505$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1800 °С, а для стороны 2 - 200 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8888$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1900 °С, а для стороны 2 - 1083 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 500$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 900$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 36 мм - $q = 5000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

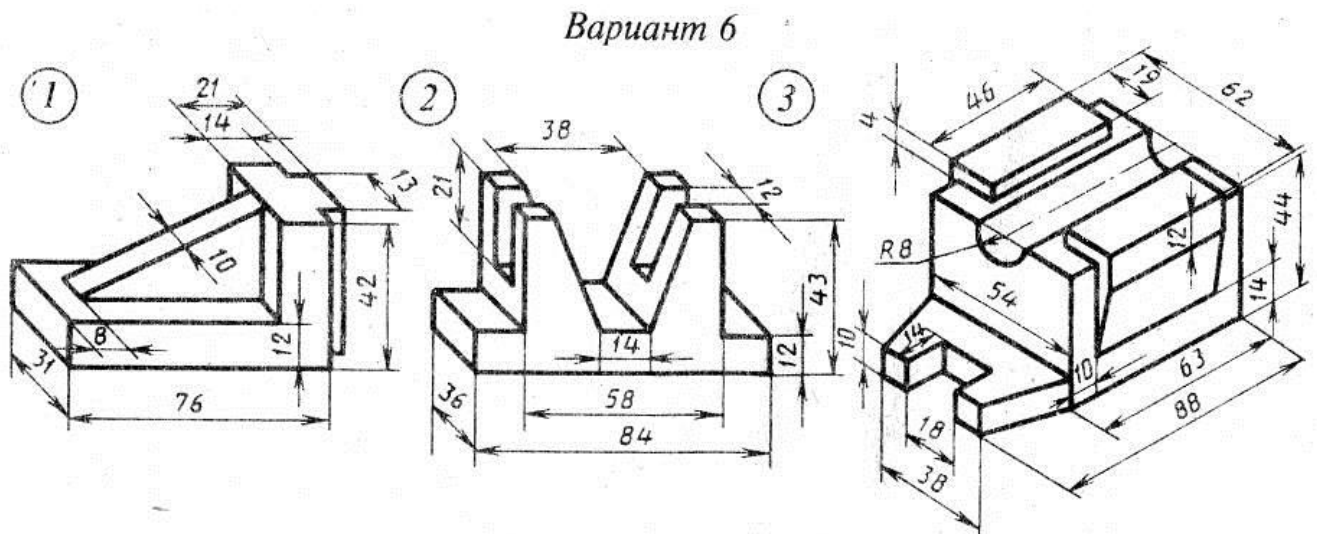
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7900$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1900 °С, а для стороны 2 - 1000 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 373 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 900$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 200$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 85 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4505$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2000 °С, а для стороны 2 - 200 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8890$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 3000 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 550$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 100$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 84 мм - $q = 900$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

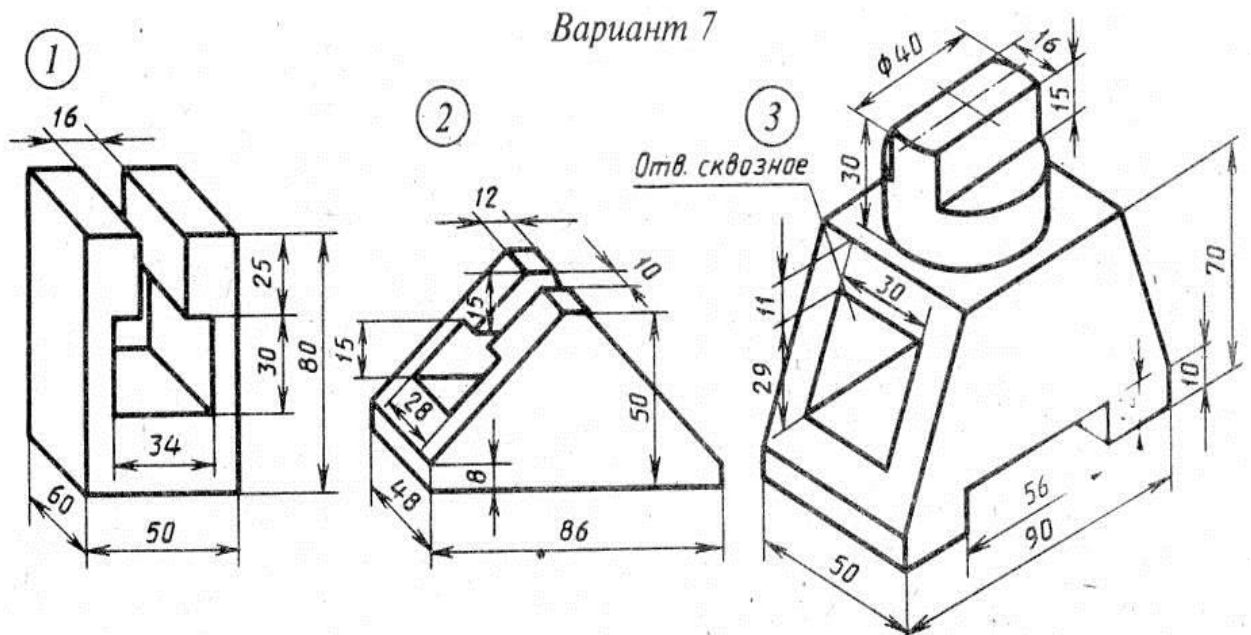
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7700$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2600 °С, а для стороны 2 - 900 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 500 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 1500$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 600$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 38 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4400$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1110 °С, а для стороны 2 - 2100 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8900$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2000 °С, а для стороны 2 - 750 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 750$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1700$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 12 мм - $q = 300$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

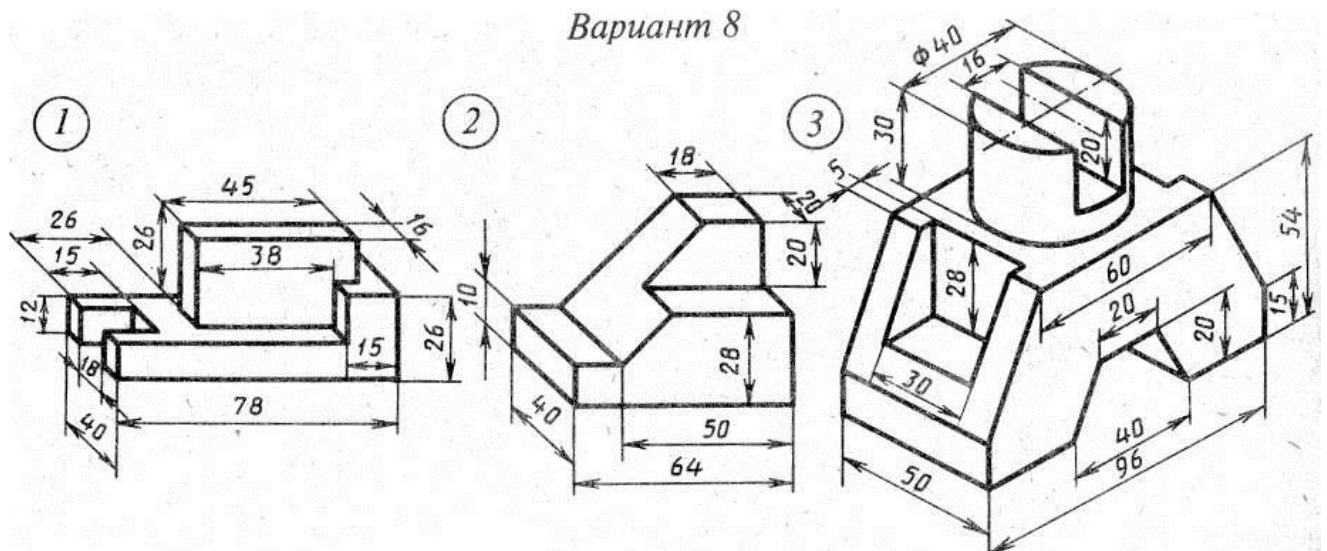
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7300$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1780 °С, а для стороны 2 - 400 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 420 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 600$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 16 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4400$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1410 °С, а для стороны 2 - 2800 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8900$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2800 °С, а для стороны 2 - 1050 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 750$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 170$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 18 мм - $q = 500$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

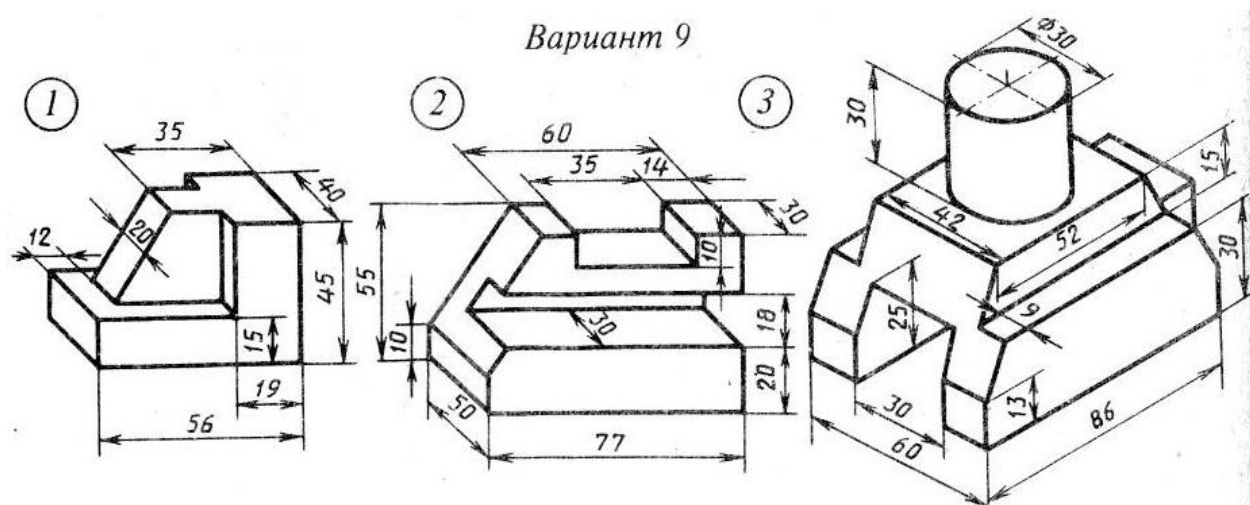
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7300$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1880 °С, а для стороны 2 - 1000 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 412 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 900$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 200$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 60 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4505$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2000 °С, а для стороны 2 - 200 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8890$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 3000 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 550$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 100$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 84 мм - $q = 900$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;

3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

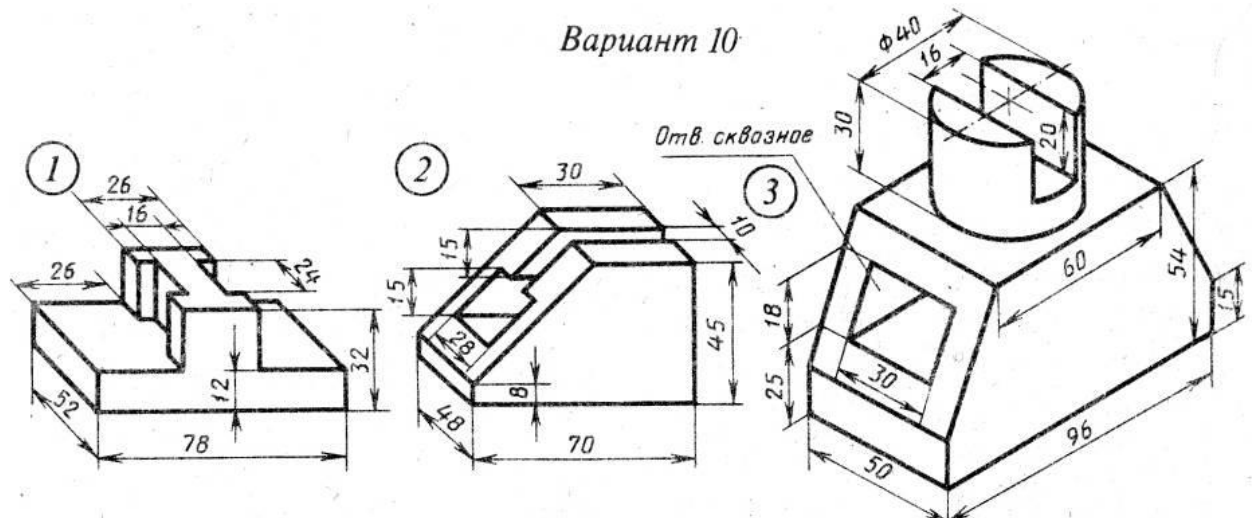
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7700$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2600 °С, а для стороны 2 - 900 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 500 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 1500$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 600$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 38 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4220$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1500 °С, а для стороны 2 - 2000 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8900$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1800 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 250$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 40 мм - $q = 600$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;

3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

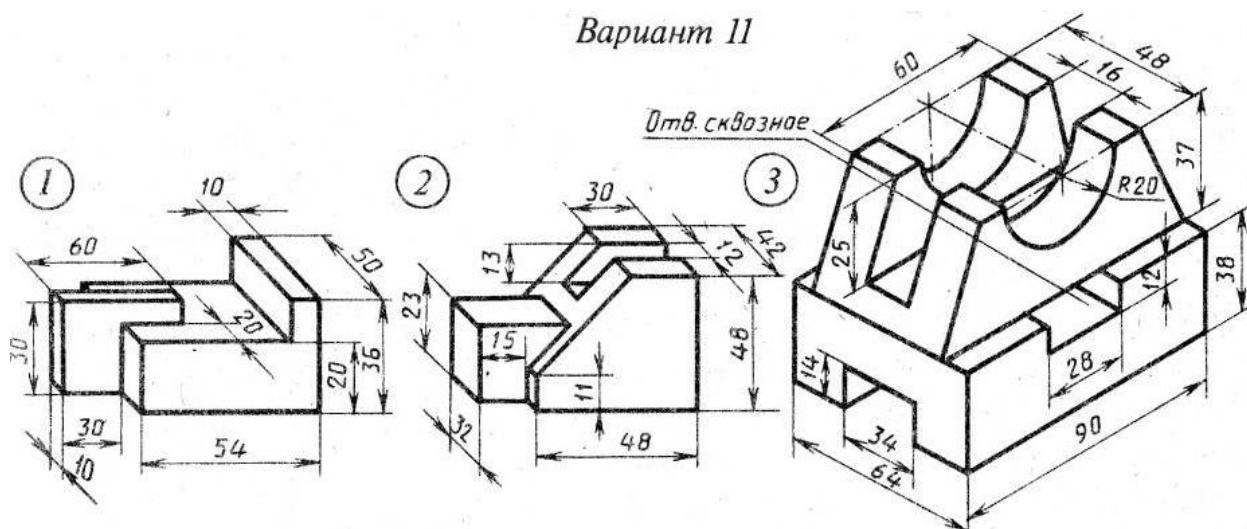
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7300$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1750 °С, а для стороны 2 - 900 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 420 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 500$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 4000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 10 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из стали (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7850$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1520 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 2260$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2000 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 1000$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 4000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 84 мм - $q = 500$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

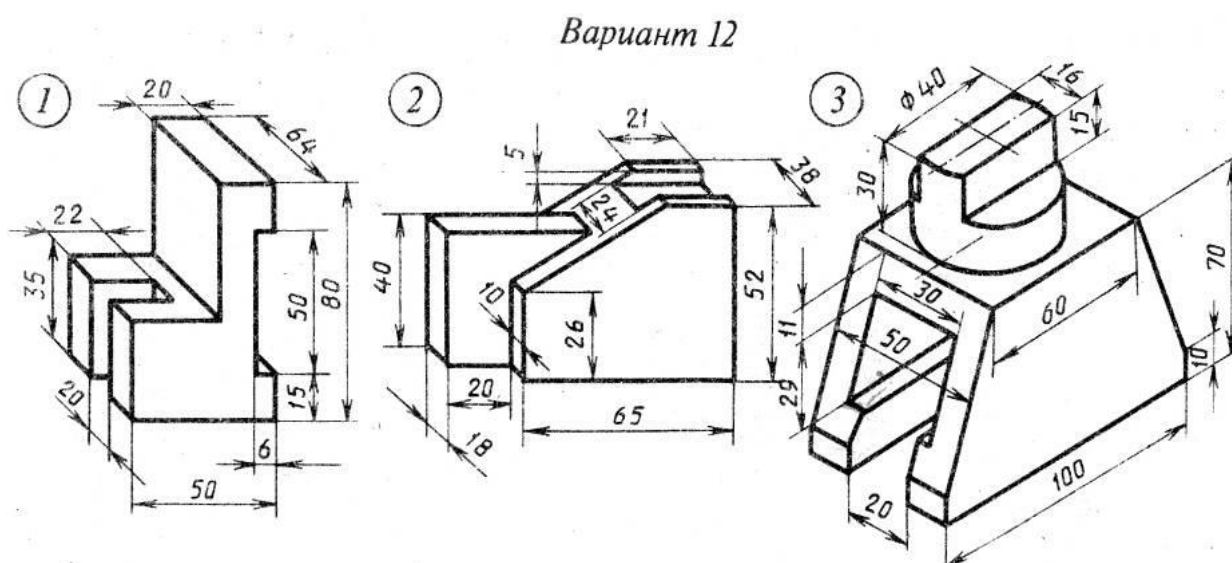
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7500$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1520 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвенция выбирается самостоятельно. Предел прочности 600 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 10000$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 4000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 90 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4540$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2500 °С, а для стороны 2 - 1200 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 7200$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1800 °С, а для стороны 2 - 800 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 600$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 86 мм - $q = 500$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

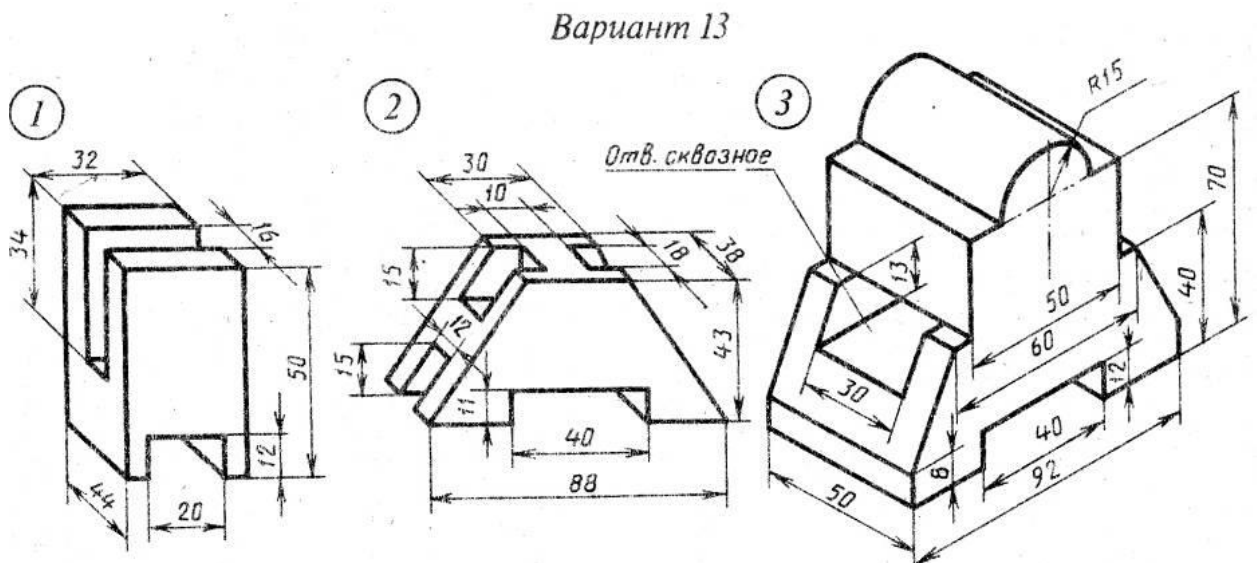
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7500$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1520 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 600 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 10000$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 4000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 90 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4640$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1500 °С, а для стороны 2 - 200 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 7100$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 3000 °С, а для стороны 2 - 800 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 2500$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 94 мм - $q = 800$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7700$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1600 °С, а для стороны 2 - 300 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 600 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 1000$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 4000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 90 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

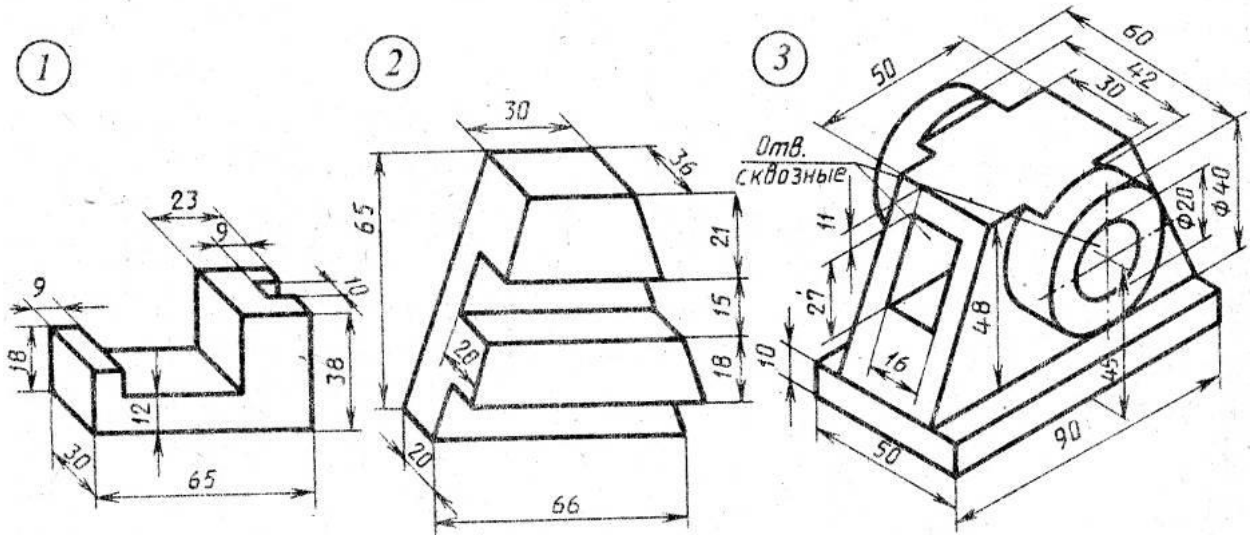
1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.

Вариант 14



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4220$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1500 °С, а для стороны 2 - 2000 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8900$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1800 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 250$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 40 мм - $q = 600$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

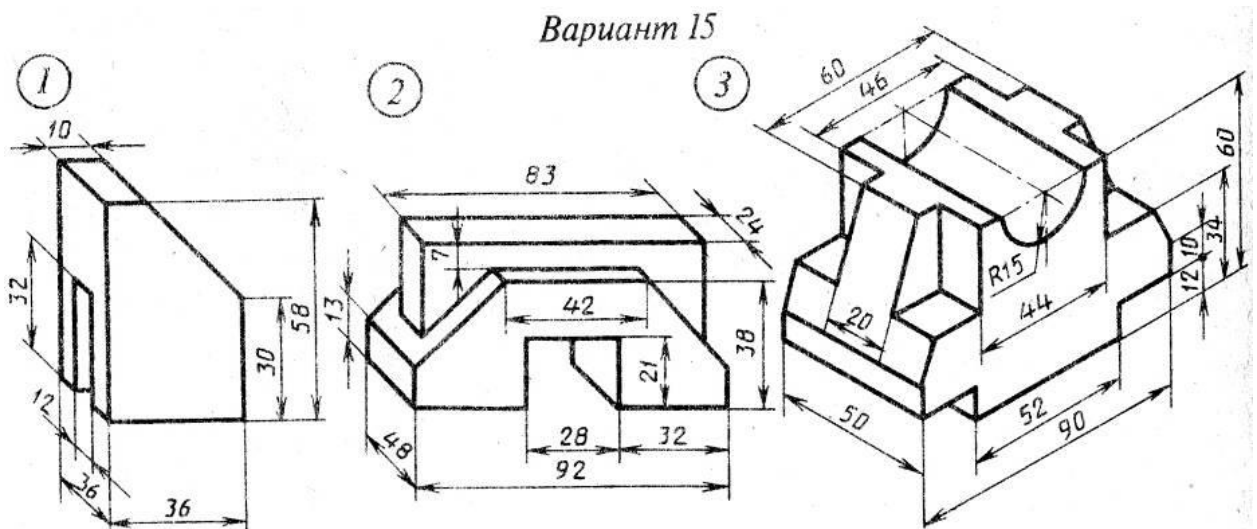
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7300$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1750 °С, а для стороны 2 - 900 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 420 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 500$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 4000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 10 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4505$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1800 °С, а для стороны 2 - 200 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8888$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1900 °С, а для стороны 2 - 1083 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 500$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 900$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 36 мм - $q = 5000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

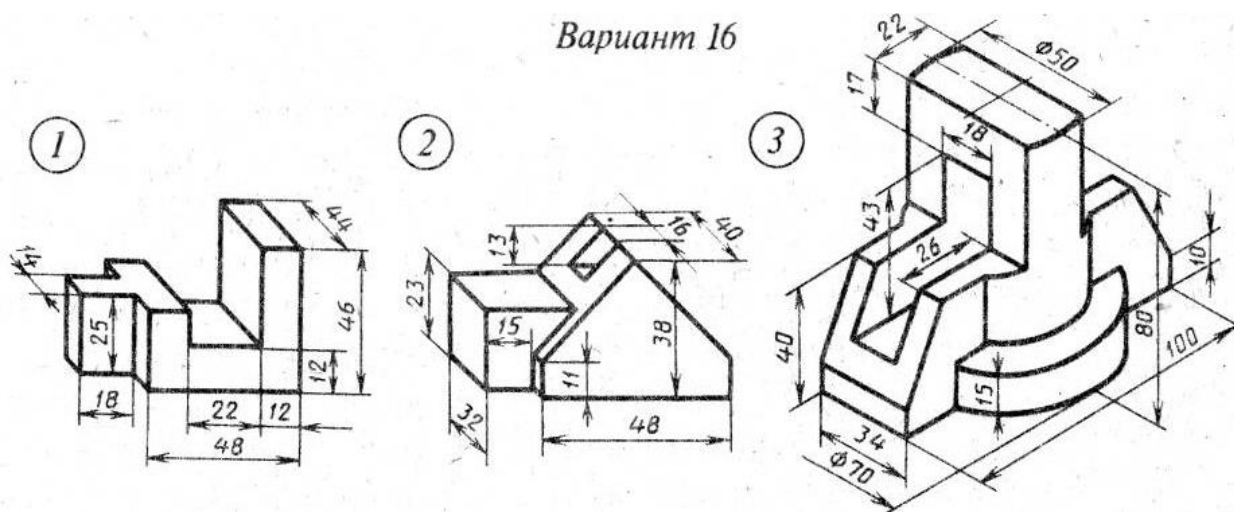
Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7900$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1900 °С, а для стороны 2 - 1000 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 373 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 900$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 200$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 85 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4505$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2000 °С, а для стороны 2 - 200 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8890$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 3000 °С, а для стороны 2 - 500 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 550$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 100$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 84 мм - $q = 900$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7700$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2600 °С, а для стороны 2 - 900 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 500 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 1500$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 600$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 38 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

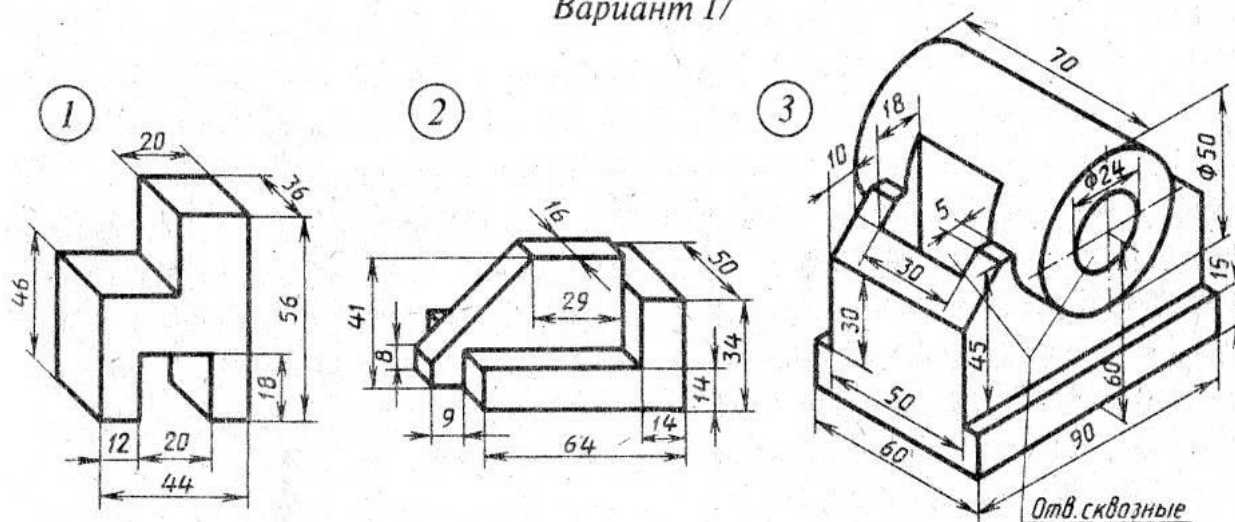
1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.

Вариант 17



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4400$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1110 °С, а для стороны 2 - 2100 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8900$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2000 °С, а для стороны 2 - 750 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 750$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1700$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 12 мм - $q = 300$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7300$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1780 °С, а для стороны 2 - 400 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 420 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 600$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 1000$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 16 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

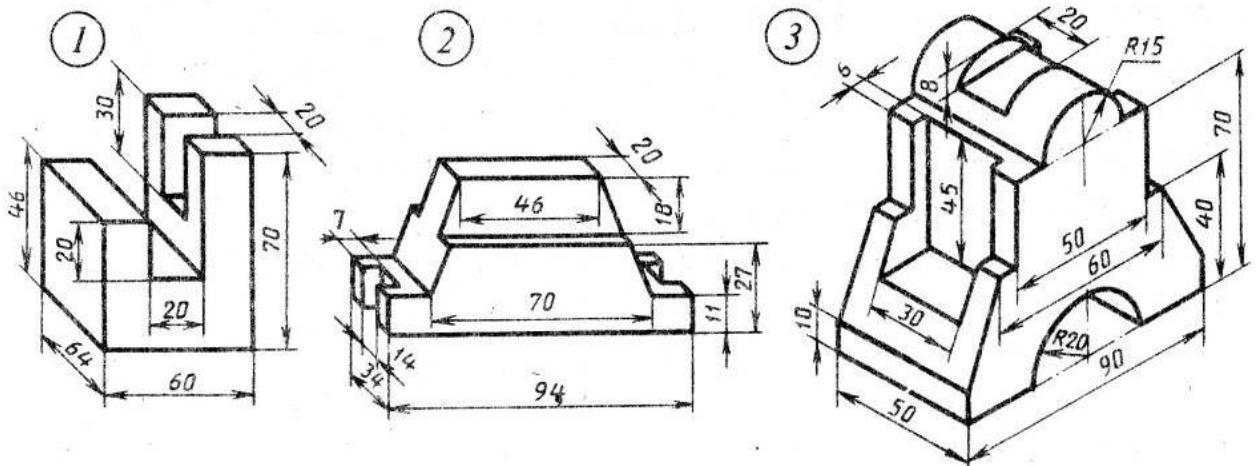
1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведенных расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

Цель работы: рассчитать напряженно-деформированное состояние трех деталей (рис.1) при действующих на него нагрузках.

Вариант 18



Деталь 1 изготовлена из титана (модуль Юнга $E = 2,2 * 10^{10}$ МПа, плотность $\rho = 4400$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1410 °С, а для стороны 2 - 2800 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
4. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
5. Провести оптимизацию модели.

Деталь 2 изготовлена из медного сплава (модуль Юнга $E = 2 * 10^{11}$ МПа, плотность $\rho = 8900$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 2800 °С, а для стороны 2 - 1050 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 750$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 170$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 18 мм - $q = 500$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.

2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Деталь 3 изготовлена из нержавеющей стали (модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, плотность $\rho = 7300$ кг/м³, коэффициент Пуассона $\mu = 0.3$). Температура на одну сторону 1880 °С, а для стороны 2 - 1000 °С, конвекция выбирается самостоятельно. Предел прочности 412 МПа. Сосредоточенная сила, приложенная в точке 1 - $F_1 = 900$ Н; Сосредоточенная сила, приложенная в точке 2 - $F_2 = 200$ Н; Интенсивность распределенной нагрузки, действующей на участке длиной 60 мм - $q = 1000$ Н/м; Для анализа прочности конструкции в условиях эксплуатации необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать конечно-элементную модель конструкции.
2. Провести статический и динамический анализы напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
3. Исследовать напряженно-деформированное состояние при растяжении-сжатии.
4. Провести тепловой анализ напряженно-деформированного состояния всех элементов конструкции;
5. Провести анализ результатов, полученных на основании проведённых расчётов;
6. Провести оптимизацию модели.

Окончив все расчеты, необходимо построить соответствующие графики, написать подробный отчет и сделать вывод по результатам расчетов.

Курсовой проект сдать в назначенный срок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огородникова О.М. Компьютерный инженерный анализ в среде ANSYS Workbench [Электронный ресурс] // Екатеринбург: Техноцентр компьютерного инжиниринга УрФУ. 2018. 350 с.
2. Математические модели и методы в горном производстве: методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов специальностей 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование» и 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства» / Г. В. Казаченко, С. Г. Шульдова. – Минск: БНТУ, 2015. – 30 с.
3. Жидков А.В. Применение системы ANSYS к решению задач геометрического и конечно-элементного моделирования. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Информационные системы в математике и механике». Нижний Новгород, 2006, 115 с.
4. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Учеб.пособ. / В.А. Бруйка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова, Н.А. Глазунова, И.Е. Адвянов. – Самара: Сам. гос. техн. ун-т, 2010. – 271с.: ил.
5. Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли. Учебное пособие. Составители: Зарипов Р.М., докт. физ.-мат. наук, профессор каф. математики Сулейманов И.Н., канд. техн. наук, доцент каф. математики Хайбуллин Р.Я., канд. техн. наук, доцент каф. математики, Уфа, 2018. - 208 с.
6. Информационные технологии в горном деле: Учеб. пособие / Ю.Н. Попков, А.Ю. Прокопов, М.В. Проколова / Шахтинский ин- т (филиал) – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007. – 202 с.
7. Ильин В.П. Математическое моделирование. Часть 1. Непрерывные и дискретные модели, Новосибирск, 2017. - 430 с.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО
КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ
«Математическое моделирование в
маркшейдерском деле»**

Составители:

Грищенко Андрей Николаевич

Канавец Александра Андреевна

Тонофа Алина Витальевна