

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический
университет»

Кафедра «Ракетные двигатели»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Автоматизация проектирования
авиационных и ракетных двигателей» для студентов
специальности 160700.65, 24.05.02 «Проектирование
авиационных и ракетных двигателей» очной формы
обучения



Воронеж 2015

Составители: д-р техн. наук А.В. Иванов
асп. К.О. Барбарош

УДК 658.5

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Автоматизация проектирования авиационных и ракетных двигателей" для студентов специальности 160700.65, 24.05.02 "Проектирование авиационных и ракетных двигателей" очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.В. Иванов, К.О. Барбарош. Воронеж, 2015. 23 с.

В методических указаниях содержатся описание лабораторных установок по исследованию вязкости жидкости, определения основных видов гидростатического давления, экспериментальное определение и изучение составляющих полного напора, исследование равномерного движения жидкости в трубе, изучение способа оценки гидравлических сопротивлений. Приведены справочные данные.

Предназначены для студентов пятого курса.

Ил. 5. Библиогр.: 5 назв.

Рецензент д-р техн. наук, проф. И.Г. Дроздов

Ответственный за выпуск зав. кафедрой профессор В.С.

Рачук

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВПО «Воронежский
государственный технический
университет», 2015

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИЗУЧЕНИЕ КОМАНД ВЫТЯГИВАНИЯ И ВРАЩЕНИЯ


ЦЕЛЬ РАБОТЫ – построение объемной модели болта при помощи основных команд.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ – построить объёмную модель болта используя команду вращения и вытягивания.

1.1 Теоретическое обоснование

Вытягивание

Эта команда используется для создания тела заметания вытягиванием двухмерного контура, который состоит из кривых, ребер или эскиза, на заданное расстояние в заданном направлении.

Для построения тела вытягиванием необходимо вызвать команду через главное меню (Вставить → Элементы проектирования → Вытягивание) или нажать кнопку  на панели. После выполнения команды появляется диалоговое окно «Вытягивание».

В качестве задающего контура можно использовать:

- 1) ребра тела;
- 2) грань тела;
- 3) контур, построенный при помощи кривых, в том числе не лежащих в одной плоскости;
- 4) эскиз.

При выборе задающего контура необходимо правильно устанавливать способ выбора объектов.

Основные команды вытягивания:

Эскиз. Сечения создает эскиз внутри команды вытягивание;


Кривая. Позволяет выбрать кривые для выполнения команды «вытягивания», используется при построенном заранее эскизе или при использовании ребер на ранее полученном теле построения.

Меню вектора. Используется для создания вектора, вдоль которого будет произведено «вытягивание».

Выбор вектора, позволяет выбрать уже существующий вектор.

Вращение

Эта команда строит тело вращением задающей кривой вокруг заданной оси. Можно либо построить полное тело вращения, либо выполнить поворот на заданный угол, отличный от нуля.

Для того чтобы построить тело вращения, следует выполнить команду «главное меню» «вставить» → «элементы проектирования» → «тело вращение» или нажать кнопку  на панели «элементы построения». Диалоговое окно вращения и вытягивания схожи, отличие этих команд состоит в принципе построения тела. Во вращении – это задание вектора, который является осью вращения создаваемого тела, а эскиз является половиной сечения тела.

Команды во вращении выполняются, так же как и в вытягивании, некоторые из них приведены ниже.

Эскиз сечения. Создает эскиз внутри команды «вращение»;

Кривая. Выбор кривых для построения команды «вращение», используется при уже построенном заранее эскизе или при использовании ребер на существующем построении.

Меню вектора. Используется для создания вектора, вдоль которого будет произведено вращение.

Выбор вектора. Позволяет выбрать уже существующий вектор или задать на уже существующем теле построений.

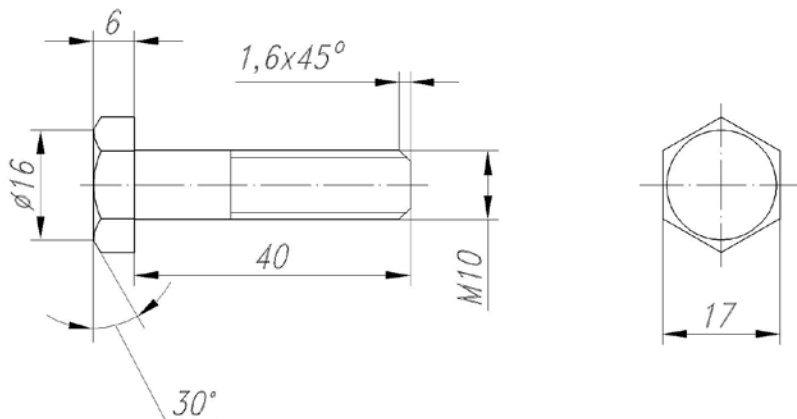
Меню точки. Используется для создания начало вектора.

Выбор точки. Позволяет выбрать уже существующую точку или задать точку на гранях тел построений.

1.2 Порядок выполнения работы

1. Изучить чертеж болта;

2. Определить очередность использования команд вытягивания и вращения;



3. Задать необходимые параметры для команд вытягивания и вращения;

4. При необходимости провести булевые операции при помощи команд вытягивание и вращения.

1.3 Оборудование, инструменты, материалы

1. ЭВМ;
2. Программное обеспечение NX 7.5

1.4 Содержание отчета и его форма

Отчет предоставляет в виде нарисованной объемной модели преподавателю на ЭВМ. При этом оценивается уровень параметризации и правильность геометрических параметров заданных студентом.

1.5 Контрольные вопросы

1. Основные параметры команды вытягивания.
2. Основные параметры команды вращения.
3. Булевые операции команд вытягивания и вращения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ КОМАНД ОТВЕРСТИЕ И МАССИВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – изучение основных параметров команд отверстие, скругление и массив.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ – построить объёмную модель импеллера, при построении задействовать команды отверстия и массив.

2.1 Теоретическое обоснование

Отверстие

Эта команда имеет большие возможности построения раз-тшов отверстий и позволяет:

- построить отверстие на любой грани (плоской, цилиндрической, криволинейной);
- выбрать тип отверстия: общее отверстие, отверстие под сверло, отвер под винт, отверстие с резьбой и т. д.;
- построить несколько отверстий одного типа и размера за одну операцию;
- задать положение отверстий с помощью удобных инструментов эскиз (позиционные размеры не используются);
- создать несколько соосных отверстий с различными параметрами через несколько тел в рабочей части или сборке.

Для построения отверстия необходимо выполнить команду **Вставить/Элементы проектирования/Отверстие**.

Скругление

Построение скругления аналогично прокатыванию сферы заданного радиуса по ребру. Сфера катится так, что она все время касается двух граней, которые образуют грани скругляемого ребра скругления.

Поверхность, заметаемая сферой, при движении создает геометрию скругления. В зависимости от того, какой угол - выпуклый или вогнутый - образуют грани скругляемого ребра, операция может как добавлять, так и удалять материал из тела.

При помощи этой команды можно построить четыре типа скругления:

1. Скругление постоянного радиуса;
2. Скругление переменного радиуса;
3. Сферическое скругление;
4. Добавление точек остановки скругления.

Чтобы добавить скругление ребра, надо выполнить команду **Вставить/Конструктивный элемент/Скругление ребра**.

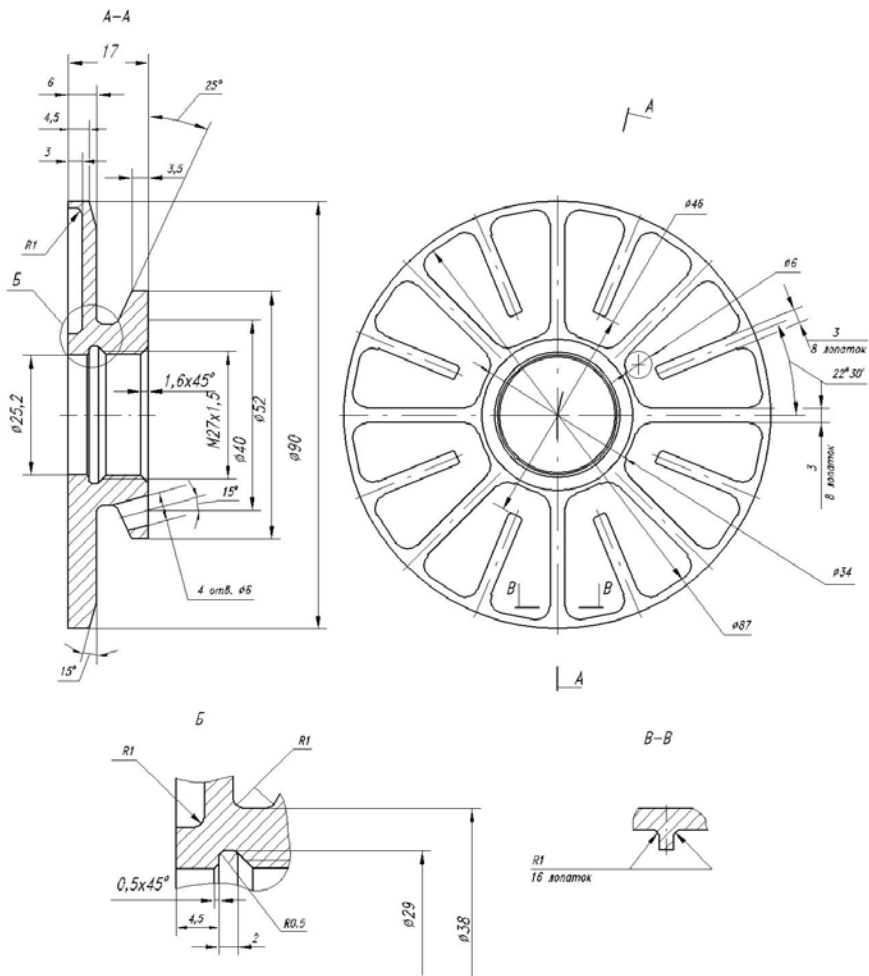
Массив элементов

Эта команда дает возможность построить упорядоченный массив геометрии элементов тела. Можно создать прямоугольный, круговой массив или сделать зеркальную копию тела.

Массив - удобный способ построения одинаковых, регулярно расположенных геометрических элементов. Так как все копии ассоциативно связаны между собой, то можно легко редактировать весь массив, меняя параметры любого из его элементов.

2.2 Порядок выполнения работы

1. Изучить чертеж импеллера;
2. Определить очередность использования команд вытягивания и вращения;
3. Задать необходимые параметры для команд вытягивания и вращения;
4. Провести булевные операции при помощи команд вытягивание и вращения
5. Определить очередность использования команд отверстие, скругление и массив;
6. Задать необходимые параметры для команд отверстие, скругление и массив;



2.3 Оборудование, инструменты, материалы

3. ЭВМ;
4. Программное обеспечение NX 7.5

2.4 Содержание отчета и его форма

Отчет предоставляет в виде нарисованной объёмной мо-

дели преподавателю на ЭВМ. При этом оценивается уровень параметризации и правильность геометрических параметров заданных студентом.

2.5 Контрольные вопросы

1. Основные параметры и назначение команды скругление.
2. Основные параметры и назначение команды отверстие.
3. Основные параметры и назначение команды массив элементов.
4. Изменения параметров команд скругление, отверстие и массив.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3


ИЗУЧЕНИЕ КОМАНДЫ ЗАМЕТАНИЕ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – изучение команды заметание.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ – построить объёмную модель изгибающейся трубы.

3.1 Теоретическое обоснование

Заметание

Эта команда используется для создания тела переносом задающего контура вдоль произвольной кривой, которая называется направляющей. В качестве направляющих используется непрерывная цепочка кривых или ребер. В результате построения создается объемное или листовое тело. Для построения этого тела необходимо выполнить команду «главное меню» → «вставить» → «заметание» → «заметание» или нажать кнопку  на панели «элементы построения».

Диалоговое окно команды «заметания» отличается от диалоговых окон команд «вытягивание» и «вращение». Одно из самых заметных отличий – отсутствие построения эскиза внутри команды «заметание». Вторым отличием является выбор нескольких сечений для построения тела вдоль направляющей. Количество направляющих в команде ограничено тремя. Ниже показаны команды разделов «заметание» необходимые для построения тела.

Выбор кривой. С её помощью выбираются кривые определяющие траекторию или сечение тела (раздел сечение и направляющие).

Реверс. Определяет направление обхода. При нескольких выбранных сечениях или направляющих обход должны быть направлен в одну сторону (раздел сечение и направляющие).

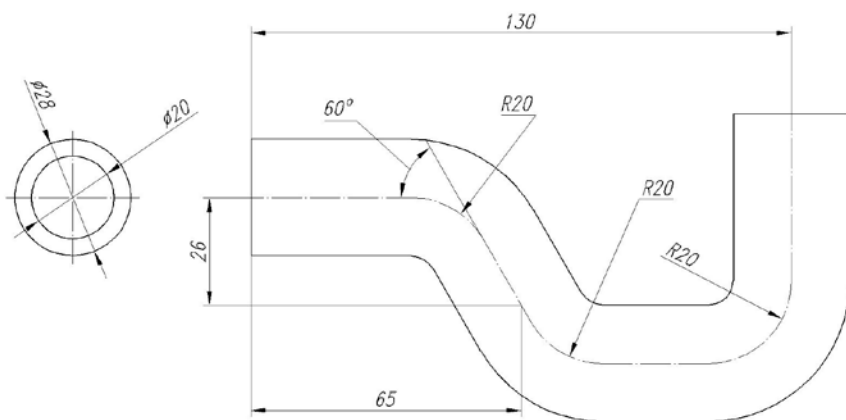
Выбор следующего эскиза или направляющей кривой, если требуется (раздел сечение и направляющие).

Внизу разделов «сечение» и «направляющие» есть список выбранных компонентов, который по умолчанию закрыт. При

необходимости его можно открыть, нажав на стрелочку, направленную вниз, которая расположена рядом со словом список.

3.2 Порядок выполнения работы

1. Изучить чертеж трубы;
2. Построение эскиза направления;
3. Построение эскиза заметание;
4. Определение необходимых параметров и их задача для построения



3.3 Оборудование, инструменты, материалы

5. ЭВМ;
6. Программное обеспечение NX 7.5

3.4 Содержание отчета и его форма

Отчет предоставляет в виде нарисованной объемной модели преподавателю на ЭВМ. При этом оценивается уровень параметризации и правильность геометрических параметров заданных студентом.

3.5 Контрольные вопросы

1. Основные параметры и назначение команды заметагие.
2. Изменение параметров команды заметания.
3. Эскизы направления и заметания.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ОБЪЁМНОЙ МОДЕЛИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – научиться задавать параметры объемной модели.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ – построить объемную модели пята, полное параметризованное (геометрическое и размерная), изменение параметров.

4.1 Теоретическое обоснование

Размерная параметризация

Вариационная, или размерная, параметризация основана на построении эскизов (с наложением на объекты эскиза различных параметрических связей) и наложении пользователем ограничений в виде системы уравнений, определяющих зависимости между параметрами.

Процесс создания параметрической модели с использованием вариационной параметризации выглядит следующим образом:

1. На первом этапе создается эскиз (профиль) для трехмерной операции. На эскиз накладываются необходимые параметрические связи.

2. Затем эскиз «образмеривается». Уточняются отдельные размеры профиля. На этом этапе отдельные размеры можно обозначить как переменные (например, присвоить имя Length) и задать зависимости других размеров от этих переменных в виде формул (например, Length/2).

3. Затем производится трехмерная операция (например, вытягивание), значение атрибутов операции тоже служит параметром (например, величина вытягивания).

4. В случае необходимости создания сборки взаимное положение компонентов сборки задается путем указания сопряжений между ними (совпадение, параллельность или перпендикулярность граней и ребер, расположение объектов на расстоянии или под углом друг к другу и т. п.).

Вариационная параметризация позволяет легко изменять форму эскиза или величину параметров операций, что позволяет удобно модифицировать трехмерную модель.

Геометрическая параметризация

Геометрической параметризацией называется параметрическое моделирование, при котором геометрия каждого параметрического объекта пересчитывается в зависимости от положения родительских объектов, его параметров и переменных.

Параметрическая модель в случае геометрической параметризации состоит из элементов построения и элементов изображения. Элементы построения (конструкторские или вспомогательные линии) задают параметрические связи. К элементам изображения относятся линии изображения (которыми обводятся конструкторские линии), а также элементы оформления (размеры, надписи, штриховки и т. п.).

Одни элементы построения могут зависеть от других элементов построения. Элементы построения могут содержать и параметры (например, радиус окружности или угол наклона прямой). При изменении одного из элементов модели все зависящие от него элементы перестраиваются в соответствии со своими параметрами и способами их задания.

Процесс создания параметрической модели методом геометрической параметризации выглядит следующим образом:

1. На первом этапе конструктор задает геометрию профиля конструкторскими линиями, отмечает ключевые точки.

2. Затем проставляет размеры между конструкторскими линиями. На этом этапе можно задать зависимость размеров друг от друга.

3. Затем обводит конструкторские линии линиями изображения - получается профиль, с которым можно осуществлять различные трехмерные операции.

Последующие этапы в целом аналогичны процессу моделирования с использованием метода вариационной

параметризации. Геометрическая параметризация обеспечивает возможность более гибкого редактирования модели. В случае необходимости внесения незапланированного изменения в геометрию модели необязательно удалять исходные линии построения (это может привести к потере ассоциативных взаимосвязей между элементами модели), можно провести новую линию построения и перенести на нее линию изображения.

4.2 Порядок выполнения работы

1. Изучить чертеж пяты;
2. Определить очередность команд требуемых для построения пяты;
3. Задать геометрические и размерные параметры (эскиз, вытягивание, вращение и т.д.);
4. После построения показать объемную деталь преподавателю;
5. Изменить размерный параметр и посмотреть результат;
6. Изменить геометрический параметр и посмотреть результат;
7. Задать количество отверстий с помощью команды массив элементов;
8. Задать параметры в массиве при помощи уравнения (один параметр задать переменной);
9. Изменить переменную пронаблюдать изменения.

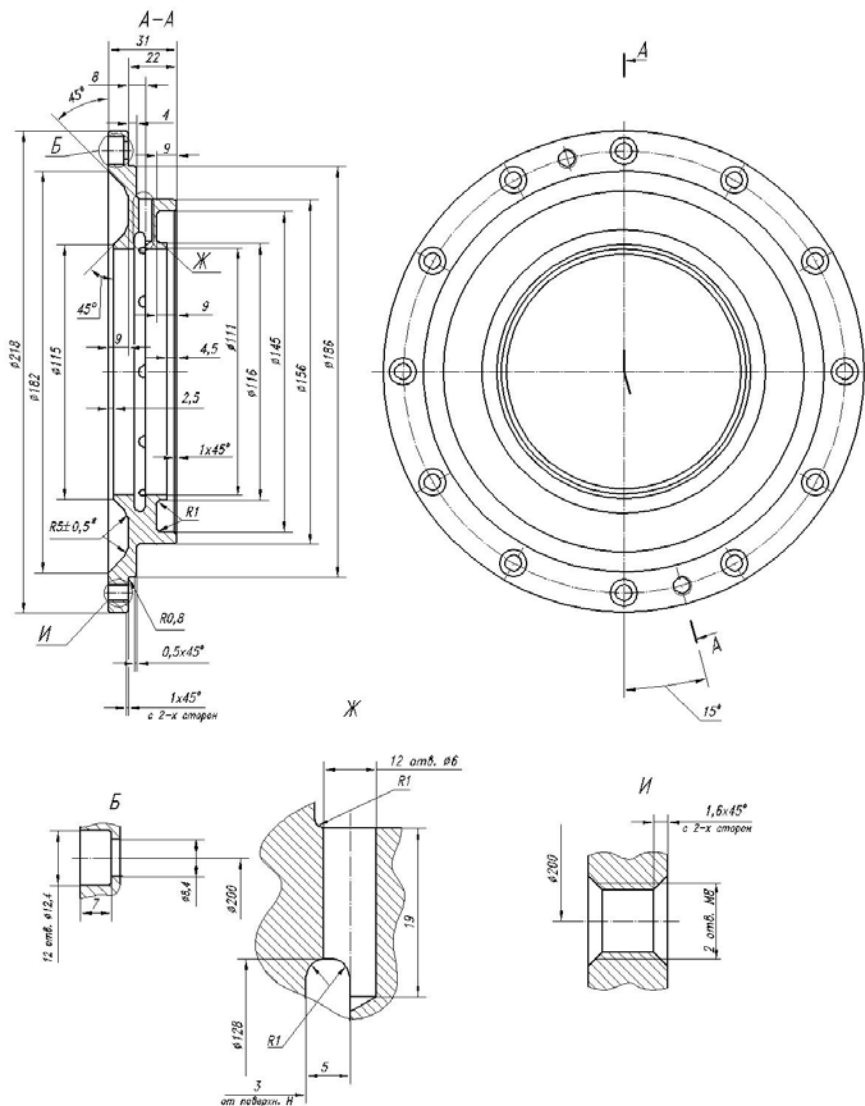
4.3 Оборудование, инструменты, материалы

1. ЭВМ;
2. Программное обеспечение NX 7.5

4.4 Содержание отчета и его форма

Отчет предоставляет в виде нарисованной объемной мо-

дели преподавателю на ЭВМ. При этом оценивается уровень параметризации и правильность геометрических параметров заданных студентом.



4.5 Контрольные вопросы

1. Геометрические параметры.
2. Размерные параметры.
3. Изменение параметров (геометрических и размерных).
4. Задача переменных и уравнений в качестве изменяемых параметров.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

КОЛЛЕКТИВНЫЙ ПОДХОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – определения наилучшего алгоритма построения объемной модели корпуса

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ – построение объемной модели корпуса с различными деревьями построениями.

5.1 Теоретическое обоснование

Создаваемые геометрические тела в NX делятся на поверхности и твердые тела. Одним из подвидов твердого тела является модель детали из листового металла, для создания которой предлагается несколько специализированных приложений NX. Твердотельное моделирование представляет собой создание замкнутого геометрического объема, описывающего геометрию детали. Для этого используются примитивы, получаемые вытягиванием и вращением плоских контуров, конструктивные элементы и логические операции комбинирования тел. Явно выраженного модуля твердотельного моделирования в NX нет, так как для этого применяются инструменты из разных приложений. В частности, твердые тела можно получать путем придания толщины поверхности созданной, в приложении Студия формы, или заполнением замкнутого контура из поверхностей.

Основная цель моделирования твердых тел - создать точное геометрическое представление проектируемой детали, которая будет основой для выпуска документации, проведения расчётов и написания программ ЧПУ. С точки зрения системы, геометрическое представление является результатом связанной последовательности операций, составляющих дерево построения модели. Работа пользователя сводится к добавлению операций в дерево построения, создающих те или иные конструктивные элементы или модифицирующие геометрию. Это справедливо для классического случая моделирования с историей построения.

Для создания моделей вы можете использовать типовые конструктивные элементы или создавать тела на базе двумерных контуров, а также комбинировать эти два способа. Эскизы являются основой для всех тел, получаемых вращением или протягиванием вдоль траектории.

5.2 Порядок выполнения работы

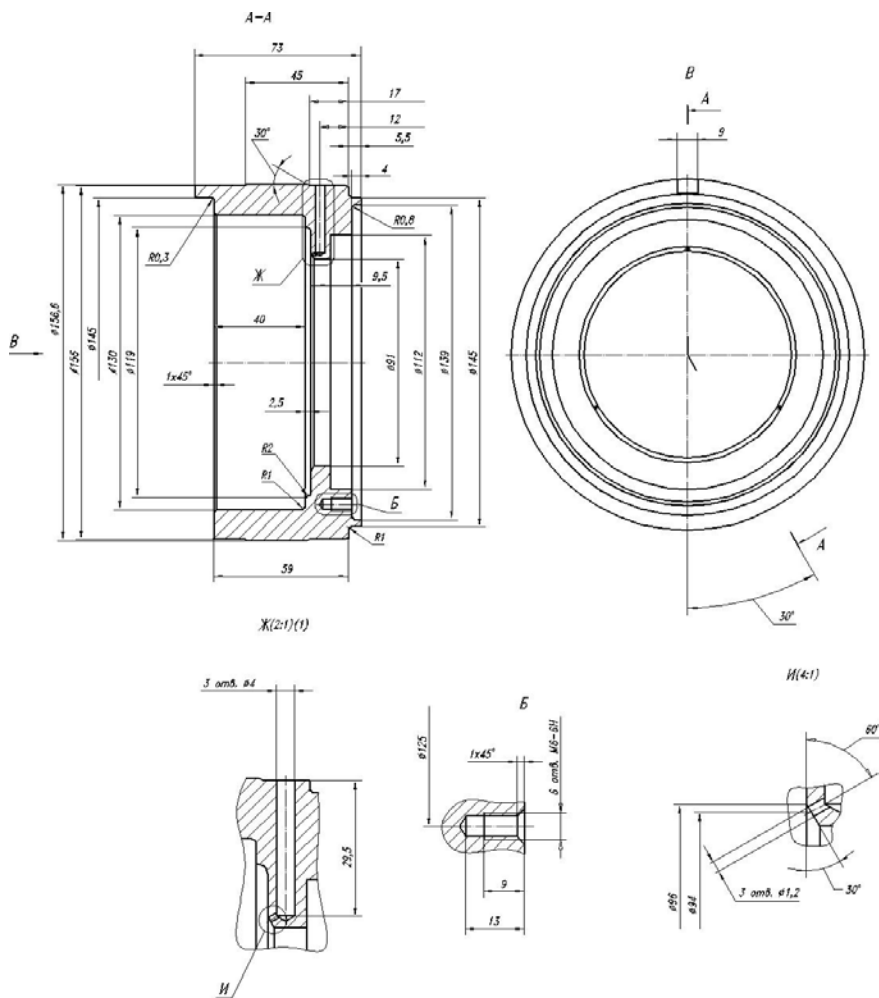
1. Изучить чертеж корпуса;
2. Определить очередность использования команд необходимых для построения корпуса;
3. Задать необходимые параметры команд для построения корпуса;
4. После полученного результата, ознакомить преподавателя;
5. Затем создать модель корпуса вторым способом (с минимальным деревом построения);
6. Сравнить, два способа построения модели.

5.3 Оборудование, инструменты, материалы

1. ЭВМ;
2. Программное обеспечение NX 7.5

5.4 Содержание отчета и его форма

Отчет предоставляет в виде нарисованной объемной модели преподавателю на ЭВМ. При этом оценивается уровень параметризации и правильность геометрических параметров заданных студентом.



5.5 Контрольные вопросы

1. Твердотельное моделирование.
2. Основные принципы построения объёмных моделей.
3. Основные параметры команд.
4. Способы изменения параметров команд.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование в NX под управлением Teamcenter / М.Ю. Ельцов, А.А. Козлов, А.В. Седойкин, Л.Ю. Широкова. М.: ДМК Пресс, 2013. 752 с.
2. Данилов Ю. Практическое использование NX / Ю. Данилов, И. Артамонов. М.: ДМК Пресс, 2011. 332 с.
3. Малюх В. Введение в современный САПР / В.Н. Малюх.: ДМК Пресс, 2014. 192 с.
4. Краснов М. Unigraphics для профессионалов / М. Краснов, Ю. Чигишев. М.: ЛОРИ, 2004. 319 с.
5. Гончаров П.С. NX для конструктора-машиностроителя. / П.С. Гончаров. М.: ДМК Пресс, 2010. 504 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1 Изучение команд вытягивание и вращения	3
Лабораторная работа №2 Изучение команд отверстие и массив	6
Лабораторная работа №3 Изучение команды заметание	10
Лабораторная работа №4 Параметризация объёмной модели	13
Лабораторная работа №5 Коллективный подход проектирования	18
Библиографический список	21

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплине
"Автоматизация проектирования авиационных и ракетных
двигателей" для студентов специальности 160700.65, 24.05.02
"Проектирование авиационных и ракетных двигателей" очной
формы обучения

Составители: Иванов Андрей Владимирович
Барбарош Кирилл Олегович

В авторской редакции

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