

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Л.А. ЧЕМПИНСКИЙ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ
ВЕРТОЛЕТНОГО РЕДУКТОРА В СРЕДЕ ADEM VХ.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫХОДНОЙ СТУПЕНИ.
СОСТАВЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА**

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве учебного пособия для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

САМАРА
Издательство Самарского университета
2020

УДК 004.9(075)+629.735(075)

ББК 22.151.3я7

Ч 426

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. В.Б. Балякин;
д-р техн. наук, доц. А.А. Черепашков

Чемпинский, Леонид Андреевич

Ч426 Моделирование конструкции вертолетного редуктора в среде ADEM VX. Моделирование выходной ступени. Составление чертежа общего вида: учебное пособие / Л.А. Чемпинский. – Самара: Издательство Самарского университета, 2020. – 56 с. : ил.

ISBN 978-5-7883-1543-0

Изложены методики построения сборочной единицы (ЭМСЕ) способами восходящего и нисходящего конструирования, с использованием библиотек параметрических геометрических моделей стандартных и типовых деталей: электронной 3D модели сборочной единицы выходной ступени главного редуктора вертолѐта; электронной модели изделия (ЭМИ) – полной сборки главного редуктора вертолѐта, а также составления чертежа общего вида на основе ассоциативного чертежа ЭМИ.

В качестве примера рассмотрен порядок создания 3D модели выходной ступени редуктора, схемы сборки выходной ступени, а также схемы сборки трансмиссии редуктора вертолѐта в целом, 3D модели главного редуктора вертолѐта и его обвязки в сборе, а также, на основе полученной ЭМИ и ассоциативного чертежа, чертѐж общего вида редуктора вертолѐта.

Учебное пособие предназначено для студентов младших курсов механических специальностей аэрокосмических вузов.

Выполнено на кафедре инженерной графики.

УДК 004.9(075)+629.735(075)

ББК 22.151.3я7

ISBN 978-5-7883-1543-0

© Самарский университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Разработка объемных моделей конструкций планетарной передачи, выходного вала и схемы сборки	11
1.1 Моделирование планетарной передачи.....	13
1.1.1 Моделирование сателлита	14
1.1.2 Моделирование короны планетарной передачи.....	14
1.1.3 Моделирование планшайбы	15
1.1.4 Моделирование распорной втулки планетарной передачи.....	16
1.1.5 Моделирование оси сателлита	16
1.2 Моделирование выходного вала и водила	17
1.2.1 Моделирование заготовки выходного вала	18
1.2.2 Моделирование распорной втулки выходного вала	21
1.2.3 Моделирование типовых деталей выходного вала	21
1.3 Моделирование сборки планетарной передачи и выходного вала.....	21
1.4 Построение схемы сборки планетарной передачи и выходного вала по объёмной модели	22
2 Разработка объёмной модели конструкции полной сборки главного редуктора вертолёта	22
2.1 Моделирование среднего корпуса	24
2.2 Моделирование корпуса выходного вала	27
2.3 Моделирование деталей маслосистемы и деталей крепления к раме	29
2.3.1 Моделирование приливов и отверстий в корпусе выходного вала.....	29
2.3.2 Моделирование штуцера, форсунки и сборки сапуна	29
2.3.3 Моделирование крепления редуктора к подмоторной раме	30
2.4 Моделирование корпуса редуктора в сборе	31
2.5 Построение схемы общей сборки редуктора.....	33
3 Построение и оформление чертежа общего вида	33
3.1 Построение схемы чертежа общего вида.....	40
3.2 Оформление чертежа общего вида редуктора.....	41
Список литературы	49
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Варианты заданий	50
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Кольца пружинные упорные плоские (ГОСТ 13943-86).....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Оформление отчетных материалов	53

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое учебное пособие представляет собой вторую часть методических материалов, предназначенных для выполнения комплексной графической работы «Моделирование конструкции редуктора вертолѐта в среде ADEM VX и создание конструкторской документации».

Первая часть учебного пособия [1] предназначена для выполнения заданий студентами по моделированию конструкции входной ступени вертолѐтного редуктора во время прохождения учебной практики по окончании 2-го семестра.

Вторая часть пособия предназначена обеспечить методическую поддержку учебных занятий студентов в 3-м семестре.

Она состоит из трёх частей:

- моделирование конструкций планетарной передачи и выходного вала;
- моделирование конструкции полной сборки главного редуктора вертолѐта;
- построение и оформление чертежа общего вида на основе использования 3D модели полной сборки редуктора.

В процессе выполнения индивидуальных заданий на учебной практике студенты, моделируя 1-ю ступень редуктора, использовали метод т.н. «восходящего конструирования» [2].

Восходящее конструирование (конструирование «снизу-вверх») выполняется по принципу «от частного к общему» – вначале проектируются самые мелкие компоненты в иерархии сборки (нижний уровень), а затем состоящие из них сборочные единицы. При создании электронной модели сборочной единицы (ЭМСЕ) восходящее конструирование реализуется следующим образом: отдельно создаются модели составных частей изделий, а далее создается файл ЭМСЕ, в который вносятся и ориентируются компоненты, отражающие разработанные составные части. Восходящее конструирование используется для относительно простых сборок с небольшим количеством составных частей. При большом количестве составных частей возникают сложности с согласованием размеров и геометрии различных изделий сборочной единицы. Кроме того, полный состав проектируемой сборочной единицы и конструкция каждой составной части обычно являются неопределенными на начальных этапах проектирования.

Моделируя конструкцию корпуса редуктора, мы будем использовать также метод «нисходящего конструирования».

Нисходящее конструирование (конструирование «сверху-вниз») – выполняется по принципу «от общего к частному» – вначале конструируется сборка в целом, наиболее важные компоненты (верхний уровень), а в дальнейшем состав сборки уточняется и определяется конструкция всех составных частей. При создании ЭМСЕ нисходящее конструирование реализуется за счет реализации конструирования в контексте сборки.

Конструирование в контексте сборки – создание и изменение моделей компонентов при их непосредственном отображении в сборке. При этом элементы окружающих компонентов могут использоваться при построениях для задания положений, привязки, проецирования и т. п. При конструировании в контексте сборки можно также выполнять булевы операции над

компонентами или делать общую операцию над различными компонентами (например, построить отверстие одновременно в нескольких компонентах). Создаваемая при этом модель изделия сохраняется в отдельном файле.

В большинстве случаев реальной разработки ЭМСЕ используется смешанный стиль проектирования, при котором попеременно осуществляется нисходящее и восходящее проектирование.

Для реализации заданий 3-го семестра, связанных, в частности, с выпуском конструкторской документации, необходимо знать, постоянно учитывать положения, а также использовать определения, представленные в последних редакциях ГОСТов ЕСКД.

Виды изделий [3]

Изделие – предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии по конструкторской документации.

Составная часть изделия (СЧ) – изделие, выполняющее определенные функции в составе другого изделия.

Классификация видов изделий представлена на рисунке 1.

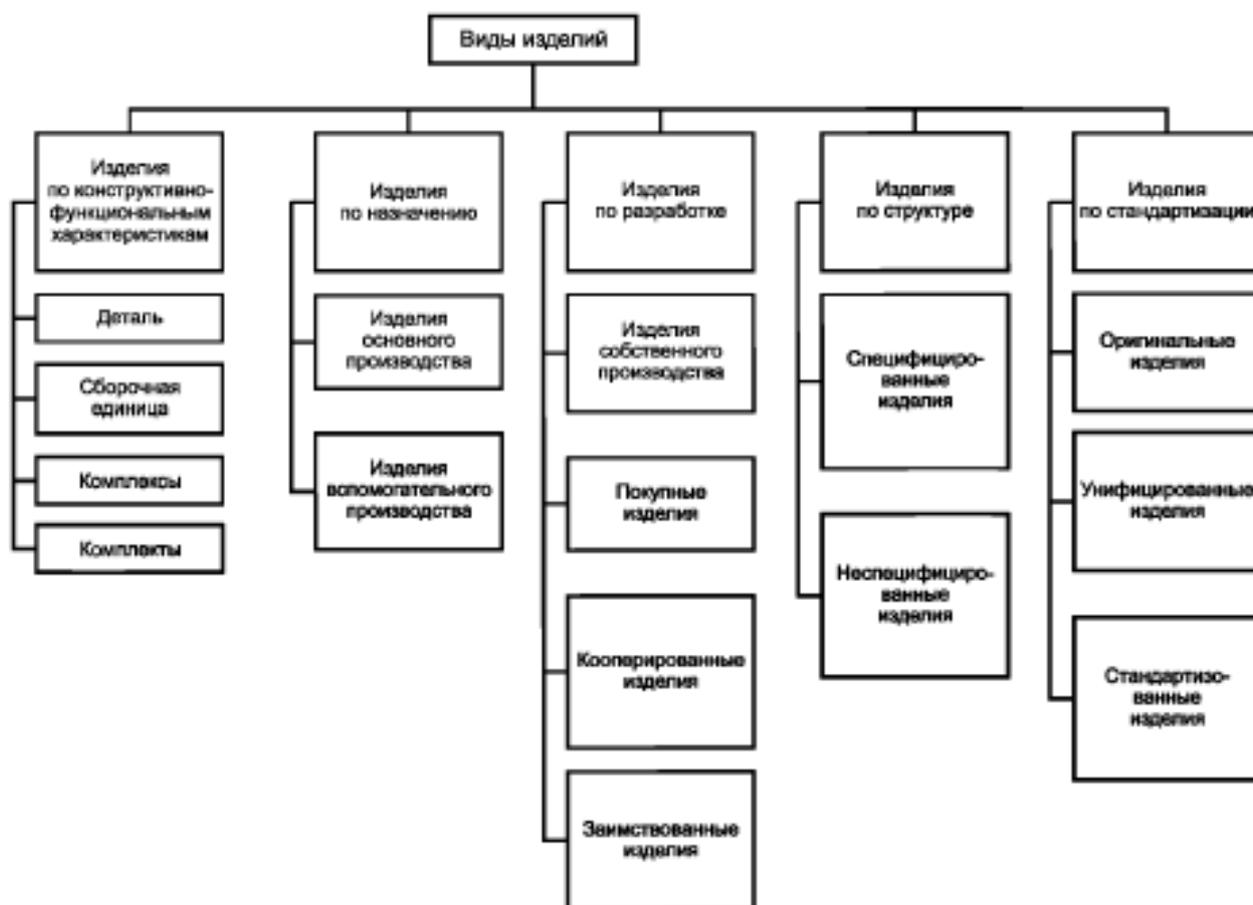


Рисунок 1 – Классификация видов изделий

Изделия по конструктивно-функциональным характеристикам (см. рисунок 1)

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, например, валик из одного куска металла; литой кор-

пус; пластина из биметаллического листа; печатная плата; маховичок из пластмассы (без арматуры); отрезок кабеля или провода заданной длины. Эти же изделия, подвергнутые покрытиям (защитным или декоративным), независимо от вида, толщины и назначения покрытия, или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склейки, сшивки и т. п., например, винт, подвергнутый хромированию; трубка, спаянная или сваренная из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона.

Сборочная единица – изделие, составные части (СЧ) которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клёпкой, сваркой, пайкой, запрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшиванием, укладкой и т. п.), например, автомобиль, станок, телефонный аппарат, микромодуль, редуктор, сварной корпус, маховичок из пластмассы с металлической арматурой.

К сборочным единицам, при необходимости, также относят:

а) изделия, для которых конструкцией предусмотрена разборка их на составные части;

б) совокупность сборочных единиц и/или деталей, имеющих общее функциональное назначение и совместно устанавливаемых на предприятии-изготовителе в другой сборочной единице, например, электрооборудование станка, автомобиля, самолета; набор составных частей для установки врезного замка (замок, запорная планка, ключи);

в) совокупность сборочных единиц и/или деталей, имеющих общее функциональное назначение, совместно уложенных на предприятии-изготовителе в укладочные средства (футиляр, коробку и т. п.), которые предусмотрено использовать вместе с уложенными в них изделиями, например, набор чертежных инструментов (готовальня), набор концевых плоскопараллельных мер длины;

г) упаковочную единицу, представляющую изделие, создаваемое в результате соединения упаковываемой продукции с упаковкой.

Комплекс – два и более специфицированных (определение см. ниже: *изделие по структуре*) изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций.

Каждое из этих специфицированных изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса, например, цех-автомат; завод-автомат, автоматическая телефонная станция, бурильная установка; изделие, состоящее из метеорологической ракеты, пусковой установки и средств управления; корабль.

В комплекс, кроме изделий, выполняющих основные функции, могут входить детали, сборочные единицы и комплекты, предназначенные для выполнения вспомогательных функций, например, детали и сборочные единицы, предназначенные для монтажа комплекса на месте его эксплуатации; комплект запасных частей, укладочных средств, тары и др.

Комплект – два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т. п.

К комплектам также относят сборочную единицу или деталь, поставляемую вместе с набором других сборочных единиц и/или деталей, предназначенных для выполнения вспомогательных функций при эксплуатации этой сборочной единицы или детали, например, ос-

циллограф в комплекте с укладочным ящиком, запасными частями, монтажным инструментом, сменными частями.

Изделия по назначению (см. рисунок 1)

Изделие основного производства – изделие, предназначенное для поставки (реализации) в качестве товарной продукции.

Изделие вспомогательного производства – изделие, предназначенное для нужд предприятия, изготовившего его (нетоварное изделие).

Изделия по разработке (см. рисунок 1)

Изделие собственного производства – изделие, которое изготавливают на данном предприятии по конструкторской документации (КД), переданной разработчиком – держателем подлинника (либо другой организацией – держателем подлинника, предусмотренной техническим заданием).

Покупное изделие – изделие, изготовленное по КД предприятия-поставщика, приобретаемое предприятием в готовом виде с эксплуатационной документацией.

Кооперированное изделие – изделие, получаемое предприятием в готовом виде и изготовленное по его КД.

Заемствованное изделие – изделие, которое применяют в готовом виде в другом изделии по ранее разработанной КД другим предприятием.

Изделия по структуре (см. рисунок 1)

Специфицированное изделие – изделие, состоящее из двух или более СЧ.

Неспецифицированное изделие – изделие, не имеющее СЧ.

Изделия по уровню стандартизации (см. рисунок 1)

Оригинальное изделие – изделие, примененное в конструкторской документации только одного изделия.

Унифицированное изделие – изделие, примененное в конструкторской документации нескольких изделий.

Стандартное изделие – изделие, примененное по стандарту, полностью и однозначно определяющему его конструкцию, показатели качества, методы контроля, правила приёмки и поставки.

Виды и комплектность конструкторских документов [4]

Конструкторские документы (КД) подразделяют на виды, в частности:

Электронная модель детали – документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю. В зависимости *от стадии разработки* он включает в себя *предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей и др.*

Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Электронная модель сборочной единицы – документ, содержащий электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Электронная структура изделия – документ, содержащий структуру изделия (сборочной единицы, комплекса или комплекта) и другие данные в зависимости от его назначения.

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта

Пояснительная записка – документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений.

Технические условия – документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приёмке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах.

Внимание, важно! Все двумерные (2D) конструкторские документы (КД) могут быть выполнены как **бумажный КД** и/или как **электронный КД**. Документы одного вида и наименования **независимо от выполнения** являются **равноправными и взаимозаменяемыми**. Все графические документы (чертежи, схемы) могут быть выполнены как электронные чертежи (2D) и/или как электронные модели (3D). Все текстовые документы могут быть выполнены как электронные конструкторские документы. Вид документа и его наименование при этом **сохраняются**.

В случаях, когда одновременно применяют 2D бумажные и электронные конструкторские документы одного вида и наименования, **допускается их взаимное преобразование друг в друга**. При этом соблюдают следующие правила:

- документы, полученные в результате взаимного преобразования, **должны иметь соответствующие ссылки друг на друга**;
- взаимное соответствие между этими документами обеспечивает разработчик.

При определении комплектности конструкторской документации на изделия следует различать:

- основные конструкторские документы;
- основной комплект конструкторской документации;
- полный комплект конструкторской документации.

Основной конструкторский документ изделия в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем КД полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав.

За основные конструкторские документы, в зависимости от формы выполнения, принимают:

- для деталей – чертеж детали и/или электронную модель детали;
- для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификацию и/или электронную структуру изделия (конструктивную) в соответствии с ГОСТ 2.053 [5].

Основной комплект КД изделия объединяет КД, относящуюся ко всему изделию (составленную на все данное изделие в целом), например, сборочный чертеж, принципиальная электрическая схема, технические условия, эксплуатационные документы.

КД составных частей в основной комплект документов изделия не входят.

Допускается, при необходимости, в комплект КД включать документы различных форм выполнения (бумажная и электронная) одного вида.

Полный комплект КД изделия состоит (в общем случае) из следующих документов:

- основного комплекта КД на данное изделие;
- основных комплектов КД на все составные части данного изделия, примененные по своим основным КД.

В обозначении основных КД **в конце обозначения** код документа **не указывают**. При обозначении всех остальных КД в конце обозначения проставляют код документа.

Электронным документам присваивают дополнительные коды, которые указывают в реквизитной части документа:

Электронная структура изделия – **ЭС**.

Электронные модели изделия (детали, сборочной единицы) – **ЗД**.

Электронные чертежи – **2Д**.

Текстовые электронные КД – **ТЭ**.

Документы в зависимости от стадии разработки подразделяют на **проектные** (техническое предложение, эскизный проект и технический проект) и **рабочие** (рабочая документация) в соответствии с ГОСТ 2.103 [6].

Более подробно остановимся на содержании документов **проектной** стадии разработки (полу жирным шрифтом выделим обязательные по итогам выполнения этапа документы).

Комплект КД – **техническое предложение** – включает:

- электронные модели сборочных единиц;
- чертежи общего вида;
- схемы;
- **пояснительную записку;**
- **ведомость технического предложения.**

Комплект КД – **эскизный проект** – включает:

- электронные модели сборочных единиц;
- чертежи общего вида;
- теоретические чертежи;
- схемы;
- **пояснительную записку;**
- **ведомость эскизного проекта.**

Комплект КД – **технический проект** – включает:

- электронные модели деталей;
- электронные модели сборочных единиц;
- **чертежи общего вида;**
- теоретические чертежи;
- схемы;
- **пояснительную записку;**
- **ведомость технического проекта.**

Как видим, чертежи общего вида **разрабатываются на всех этапах проектной стадии** и являются **обязательными** (завершёнными) на **стадии окончания технического проекта.**

Цель и задачи работы в третьем семестре.

Целью работы является освоение методики построения сборочной единицы (ЭМСЕ) способами восходящего и нисходящего конструирования, с использованием библиотек ПРМ стандартных и типовых деталей, а также составление чертежа общего вида.

Задачами работы являются:

- создание (3D) электронной модели сборочной единицы выходной ступени главного редуктора вертолѐта;
- построение электронной модели изделия (ЭМИ) (полной сборки главного редуктора вертолѐта);
- составление чертежа (2D) общего вида (ВО) на основе ассоциативного чертежа ЭМИ;
- выпуск (на бумажном носителе) чертежа общего вида (ВО).

Порядок выполнения задания

В соответствии с индивидуальным заданием (приложение 1) студент должен разработать свой вариант объёмной модели типовой конструкции выходной ступени редуктора.

Для этого необходимо последовательно создать объёмные модели сборочных единиц сателлитов, планетарной передачи и выходного вала редуктора в сборе, после чего, скомпоновав их в единый узел, разработать конструкцию корпуса.

Для моделирования каждой сборочной единицы необходимо предварительно построить 3D модели каждой из входящих в эту сборку деталей и сборочных единиц, используя базу параметрических моделей (ПРМ) типовых и стандартных деталей, а также их элементов.

Для каждой 3D модели сборочной единицы студент создаёт *два* варианта:

- *первый* – для построения схемы сборки (2D) выходной ступени редуктора на основе использования ее 3D модели без объёмного моделирования резьбы на валах, гайках и деталей крепежа, зубчатых венцов колѐс, шлицов, *строя лишь* модели продольных пазов на выходном валу, канавок и проточек для выхода инструмента;
- *второй* – для построения 3D модели выходной ступени редуктора в сборе с подробным объёмным моделированием всех элементов деталей, включая резьбу, зубчатые венцы, шлицы и пр.

Построенные 3D модели деталей и сборочных единиц для удобства сборки в среде CAD модуля следует сохранить в .cat формате, выбрав рациональную точку привязки.

После построения объёмной модели выходной ступени редуктора в сборе (по первому варианту) следует выполнить по ней схему сборки (продольный разрез), а затем схему сборки трансмиссии главного редуктора вертолѐта в целом. Для этого необходимо использовать результат выполнения индивидуального задания студентом (схему сборки первой ступени редуктора) во время прохождения учебной практики (после 2-го семестра).

По результатам выполненной работы студент представляет альбом, а также все материалы в электронном виде (приложение 3). Представленные материалы являются основанием для получения дифференцированного зачета.

В качестве примера последовательно рассмотрим порядок создания 3D модели выходной ступени редуктора, схемы сборки выходной ступени, а также схемы сборки трансмиссии редуктора вертолѐта, 3D модели (ЭМИ) главного редуктора вертолѐта и его обвязки в сборе, а также на основе полученной ЭМИ, чертѐж (2D) общего вида (ВО) редуктора вертолѐта.

1 РАЗРАБОТКА ОБЪЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ КОНСТРУКЦИЙ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ, ВЫХОДНОГО ВАЛА И СХЕМЫ СБОРКИ

На рисунке 2 показаны аксонометрические проекции объёмной модели планетарной передачи и выходного вала в сборе и с вырезом четверти.

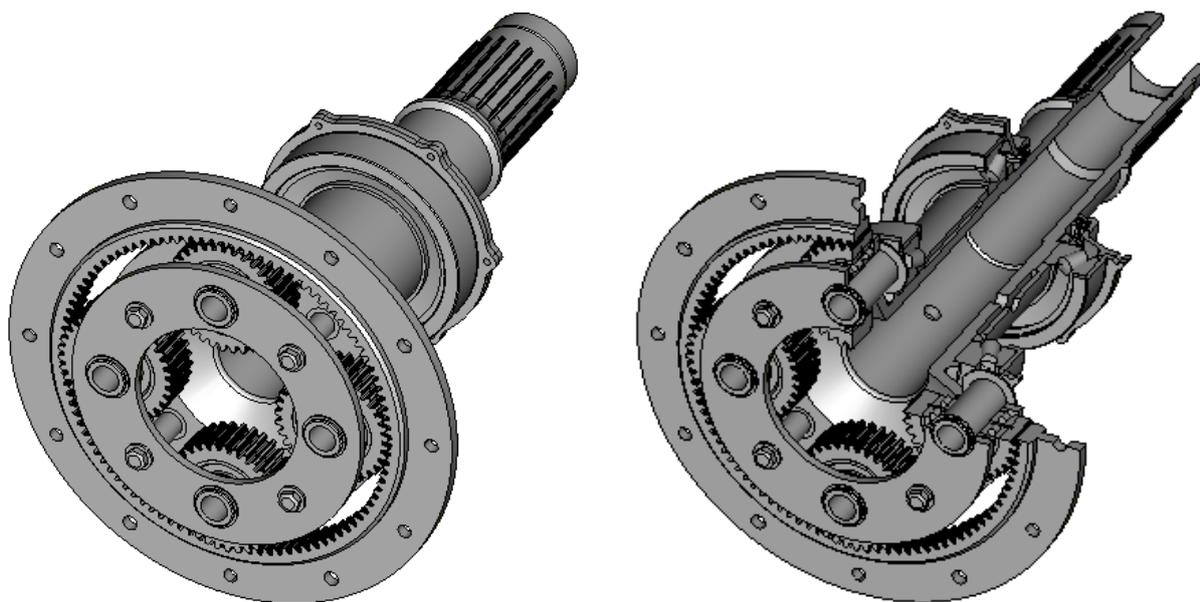


Рисунок 2 – Аксонометрия планетарной передачи и выходного вала

Схема сборки планетарной передачи и выходного вала показана на рисунке 3.

Конструкция детали «выходной вал» **1** выполнена полый. Чтобы предотвратить попадание пыли и атмосферных осадков во внутреннюю полость, предусмотрена радиусная канавка, в которую развальцована заглушка **2**. В цилиндрической стенке вала (между опорами) просверлены 3 радиальных отверстия **32**, через которые во внутреннюю полость поступает масло из форсунок, закрепленных на корпусе выходного вала. На шейках выходного вала симметрично установлены опоры качения, в виде роликовых радиально-упорных подшипников, которые от осевого смещения фиксируются одной гайкой **6**, установленной справа. Гайка последовательно прижимает стопорную шайбу **7**, внутреннее кольцо правого подшипника **8**, распорную втулку **11** и внутреннее кольцо левого подшипника **14** к бурту вала.

Способы фиксации в стаканах наружных колец подшипников **9** и **13** аналогичны способам, рассмотренным ранее (см. разделы 1.6 и 1.7 [1]): для фиксации от осевого смещения наружное кольцо **9** упирается в стакан **10**, который вместе с крышкой **3** и прокладкой **35** жёстко прижат к корпусу выходного вала болтами **33**, законтренными от отворачивания пластинчатыми шайбами **34**. Аналогично кольцо **13** упирается в стакан **12**, который также жёстко установлен в корпус выходного вала своим буртом и законтрен от проворачивания с помощью штифта (на схеме не показан). Конструкция узла уплотнения в виде сквозной крышки с манжетой аналогична конструкции уплотнительного узла входного вала (см. разделы 1.6 и 1.7 [1]): манжета **4** установлена с натягом в корпус крышки **3** и законтрена от осевого перемещения упорным кольцом **5**.

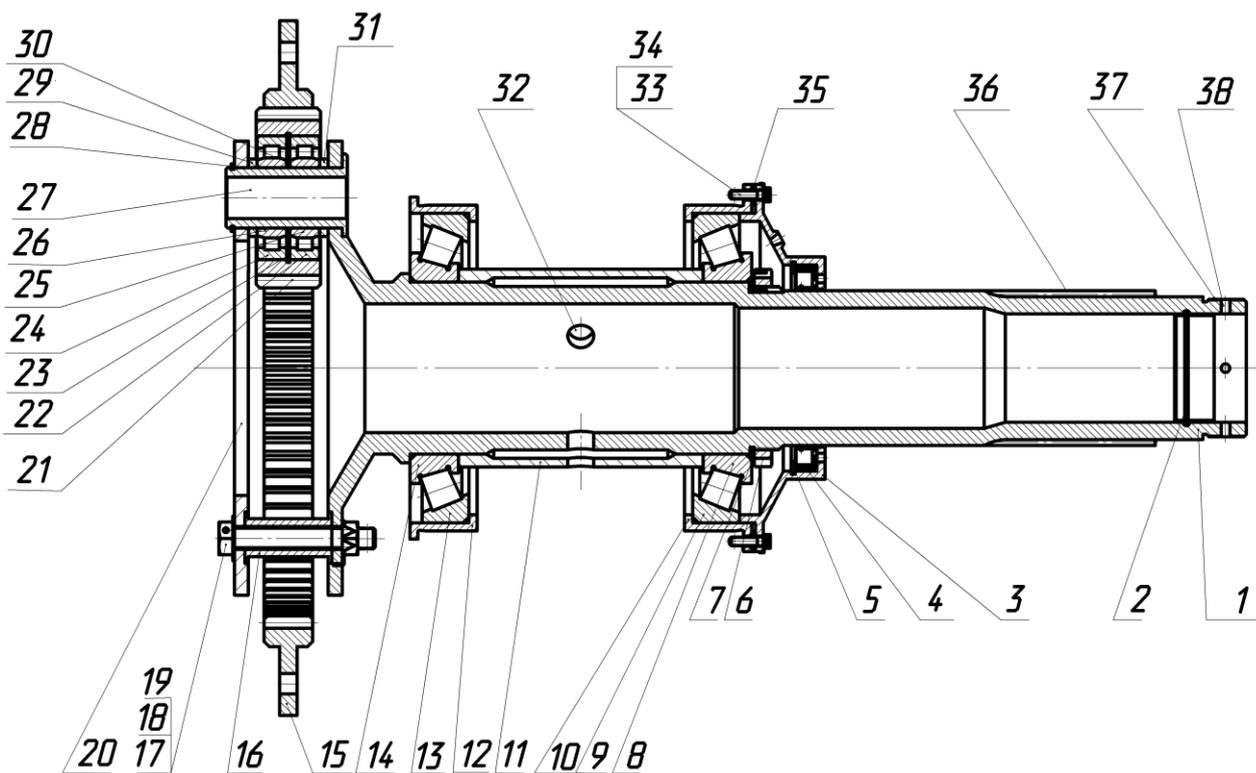


Рисунок 3 – Схема сборки планетарной передачи и выходного вала

Левая часть выходного вала представляет собой т.н. «водило», в отверстия которого вставлены оси сателлитов **27**. Чтобы ось не вращалась, её буртик срезан (см. далее п. 1.1.5, рисунок 11). Срезанной частью бурта каждая ось устанавливается в соответствующую выборку материала на «водиле» (см. далее п. 1.1.6, рисунок 12). От осевого смещения относительно водила и планшайбы (см. рисунки 1 и 2) оси сателлитов фиксируются упорными кольцами **28**, устанавливаемыми в канавках. Водило, планшайба **20** и центрирующие втулки **16** жёстко стянуты болтами **17** с гайками **18**, контрящимися от отворачивания пластинчатыми шайбами **19**.

На каждой из осей **27** между водилом и планшайбой **20** с натягом установлены внутренние кольца **25** и **26** двух роликовых подшипников и регулировочные кольца **29**, **30**, **31**. Наружные кольца подшипников **22**, **24** запрессованы в осевые отверстия сателлитов **21**.

Для предотвращения осевого перемещения подшипников между наружными кольцами подшипников в канавках сателлитов также установлены упорные кольца **23**.

Сателлиты в сборе, корона **15** и водило являются компонентами планетарной передачи.

На правой части выходного вала редуктора выполнены шлицы эвольвентного профиля **36**, на которые устанавливается ступица несущего винта вертолёт. На валу также предусмотрен участок с резьбой **37** для установки на него гайки, фиксирующей ступицу винта от осевого перемещения и отверстия **38**, предназначенные для установки шплинтов, позволяющих предотвратить отворачивание гайки во время работы редуктора.

Схемы планетарной передачи показаны на рисунке 4.

Сателлиты (планеты) **1** являются зубчатыми колесами, которые находятся в зацеплении одновременно с центральным колесом (солнцем) **2** планетарной передачи (выполненном заодно с рессорой промежуточного вала – рисунок 58 [1]) и короной **3** (зубчатым колесом с внутренним зацеплением), жёстко установленной в корпусе редуктора с помощью штифтов и болтов.

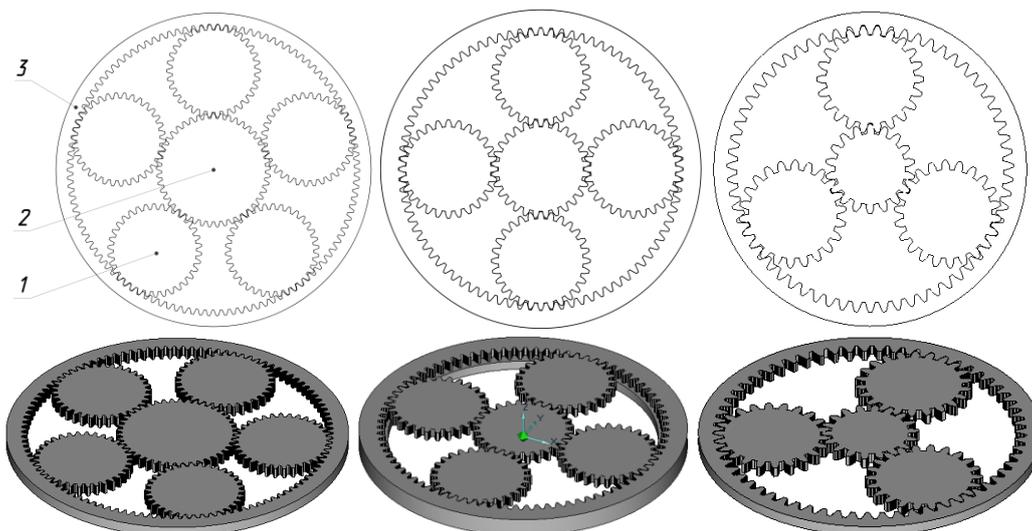


Рисунок 4 – Схемы планетарной передачи

От центрального колеса крутящий момент планетарной передачи воспринимают сателлиты, затем через их оси и водило он передается на выходной вал и посредством шлицевого соединения – на несущий винт вертолета. Ступица несущего винта центрируется на шлицах выходного вала аналогично центрированию насадного зубчатого колеса на промежуточном валу.

1.1 Моделирование планетарной передачи

На рисунке 5 представлен состав сборки планетарной передачи.

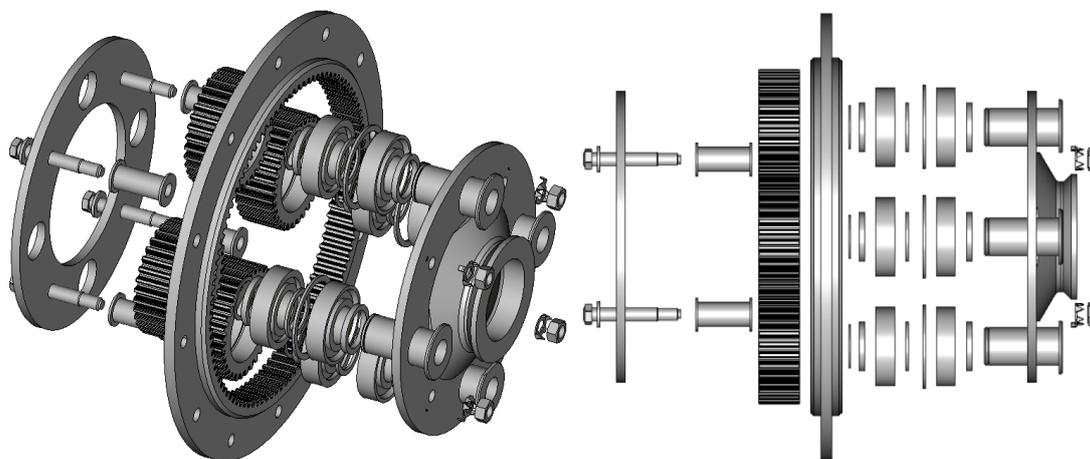


Рисунок 5 – Состав сборки планетарной передачи (слева – направо):

болты с шайбами, планшайба, распорные втулки, зубчатые колеса (сателлиты и корона), упорные кольца, регулировочные кольца, подшипники, упорные кольца и регулировочные кольца между подшипниками, подшипники, регулировочные кольца, оси сателлитов, водило (часть выходного вала удалена), шайбы, гайки

В соответствии с индивидуальным заданием (приложение 1) построим объёмные модели сателлитов, короны, планшайбы с отверстиями под оси и болты, распорных втулок, осей сателлитов и распорной втулки на выходном валу. Модели остальных деталей выберем из баз крепежных деталей или построим, используя параметрические модели (ПРМ) деталей.

1.1.1 Моделирование сателлита

Модуль зубчатого венца сателлита соответствует модулю центрального колеса планетарной передачи, количество зубьев для каждого варианта задания своё (см. приложение 1), высота сателлита и геометрия внутренней полости определяются параметрами роликовых радиальных подшипников по ГОСТ 8328 (см. базу ПРМ подшипников). Параметры канавки под упорное кольцо возьмем из библиотеки 3D ПРМ (табл. 1, приложение 2): например, для наружного диаметра наружного кольца подшипника № 2207, равного 72 мм: ширина канавки = 1,9 мм, наружный диаметр канавки = 75 мм.

Геометрия наружного контура определяется заданием. Например, для восьмого варианта (см. приложение 1) модуль $m = 3,5$ мм, количество зубьев $z = 28$, поэтому диаметр делительной окружности сателлита равен 98 мм, наружный диаметр 105 мм (рисунок 6 слева). Высота сателлита равна 36 мм (сумма высот двух подшипников № 2207 и толщины упорного кольца между ними).

Объёмную модель сателлита (рисунок 6 справа) построим, используя ПРМ насадного зубчатого колеса (см. п. 2.3 [1]).

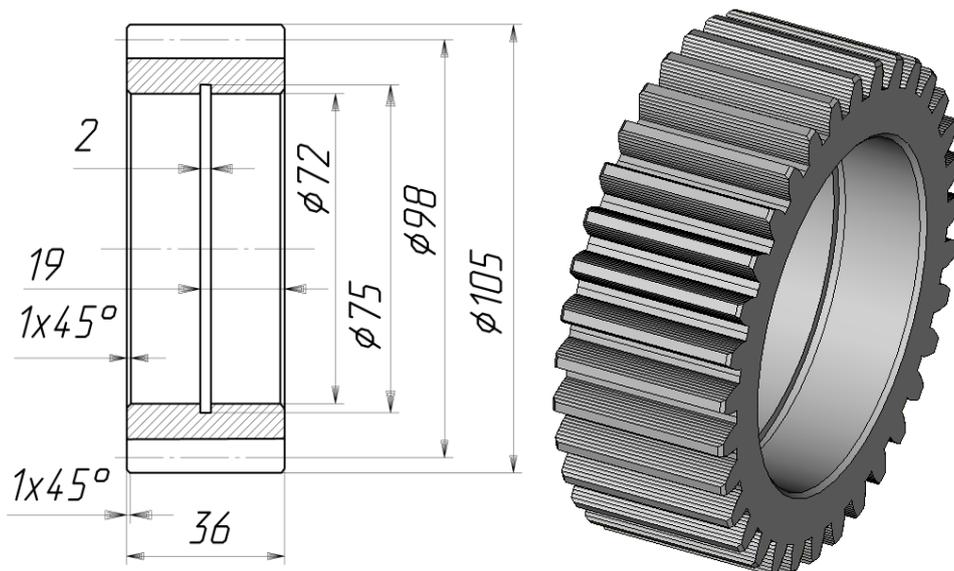


Рисунок 6 – Сателлит

Сохраним 3D модель сателлита в файле «3D модель сателлита. sat» в папке «Готовые детали_2».

1.1.2 Моделирование короны планетарной передачи

Для каждого варианта задания (см. приложение 1) указано число зубьев короны (величина модуля для центрального колеса, сателлита и короны одинакова), по которым определим диаметр делительной окружности и диаметр выступов зубьев. Монтажные (для крепления короны между корпусами редуктора) размеры ориентировочно указаны на рисунке 7. Изображения зубьев за секущей плоскостью показаны условно.

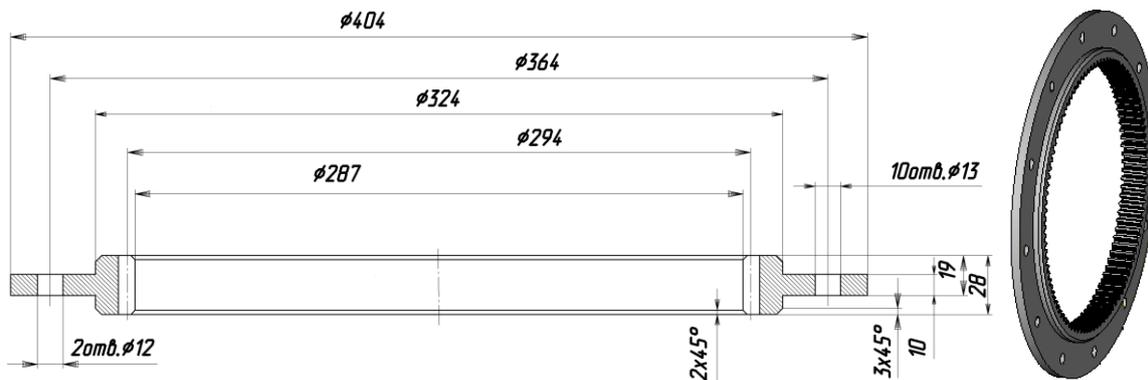


Рисунок 7 – Корона планетарной передачи

Для построения зубчатого венца внутреннего зацепления воспользуемся файлами папки «Зубья во втулке» (из библиотеки 3D ПРМ).

Сохраним 3D модель короны в файле «3D модель короны. cat» в папке «Готовые детали_2».

1.1.3 Моделирование планшайбы

Варианты задания предполагают различное количество сателлитов (от трёх до пяти). На рисунке 8 в качестве примера указаны размеры одного из вариантов планшайбы планетарной передачи.

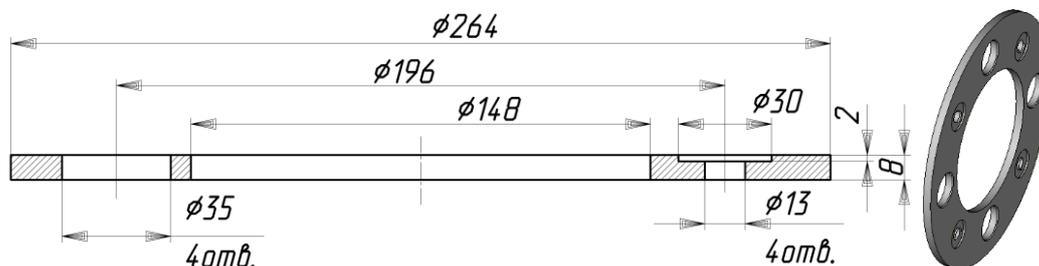


Рисунок 8 – Планшайба

Диаметр 196 мм является диаметром, на котором находятся центры отверстий для установки осей 4 сателлитов и отверстий (диаметром 13 мм) для 4 стягивающих болтов. Для каждого варианта задания этот диаметр будет разным: его предварительно следует определить. Диаметры четырех отверстий под установку осей сателлитов соответствуют внутреннему диаметру внутренних колец подшипников, указанных в задании. Для планетарных передач с тремя или четырьмя сателлитами размеры диаметров отверстий под стягивающие болты (для трёх или четырёх болтов соответственно), мест, в которые устанавливаются распорные втулки (3 или 4 соответственно), а также толщину планшайбы примем такими, как показано на рисунке (рисунок 8).

Диаметр 264 мм соответствует наружному диаметру «води́ла» (на выходном валу), а внутренний диаметр планшайбы (148 мм на рисунке 8), примерно, на 50 мм меньше диаметра центров отверстий для элементов крепления.

В случае, когда планетарная передача содержит 5 сателлитов, диаметры пяти отверстий под стягивающие болты следует принять равными 9 мм, что поясняет рисунок 9.

Вариант 24

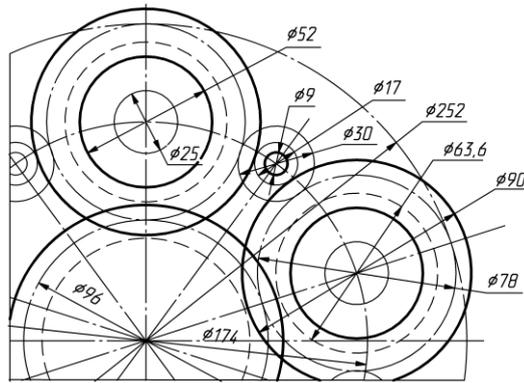


Рисунок 9 – Схема размещения сателлитов и отверстий крепления (фрагмент)

Сохраним 3D модель планшайбы в файле «3D модель планшайбы. cat» в папке «Готовые детали_2».

1.1.4 Моделирование распорной втулки планетарной передачи

Модель распорной втулки между водилом и планшайбой в случае наличия трёх или четырёх сателлитов построим, приняв размеры диаметров и толщины буртов такими, как показано на рисунке 10. Высота (на рисунке 10 размер 50 мм) зависит от ширины подшипников, указанных в задании. Она складывается из ширины двух подшипников, толщины регулировочного кольца между ними (2 мм для всех вариантов задания), толщин двух регулировочных колец, устанавливаемых слева и справа подшипников на оси сателлита (по 5 мм у каждой для всех вариантов), и толщин уже указанных буртов.

В случае наличия пяти сателлитов изменятся только 2 диаметральных размера: внутренний диаметр составит 9 мм, наружный – 17 мм (рисунок 9).

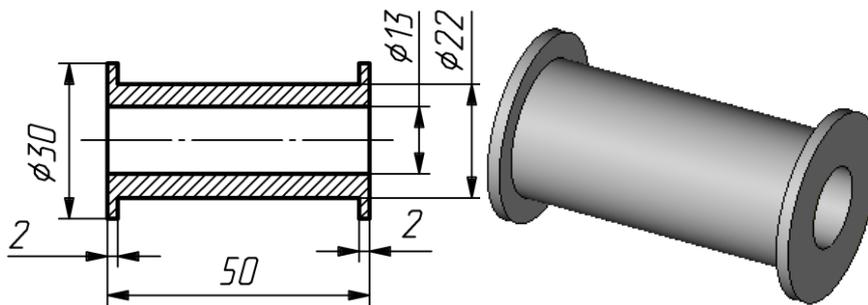


Рисунок 10 – Втулка распорная

Сохраним 3D модель распорной втулки в файле «3D модель втулки распорной планетарной передачи. cat» в папке «Готовые детали_2».

1.1.5 Моделирование оси сателлита

Геометрические параметры оси сателлита и регулировочных колец определяются конструктивными соображениями. Длина оси зависит от ширины подшипников индивидуального задания. Она складывается из ширины двух подшипников, толщины регулировочного

кольца между ними (2 мм для всех вариантов задания), толщины двух регулировочных колец, устанавливаемых слева и справа подшипников на оси сателлита (по 5 мм у каждой для всех вариантов), толщины планшайбы и толщины стенки водила (по 8 мм для всех вариантов задания), а также толщины бурта (3 мм для всех вариантов) и величины расстояния от канавки под упорное кольцо до торца оси сателлита (например, размер 4,9 мм на рисунке 11), чтобы зафиксировать ось от осевого смещения упорным кольцом (см. рисунки 2, 3 и 5).

Диаметральные размеры оси (в соответствии с вариантом задания): наружный – соответствует внутреннему диаметру внутреннего кольца заданного подшипника, внутренний – чтобы обеспечить толщину стенки оси (порядка 5 – 5,5 мм). Диаметр бурта и величина его подрезки указаны на рисунке 11. Параметры канавки под упорное кольцо (табл. 2, приложение 2) возьмем из библиотеки 3D ПРМ.

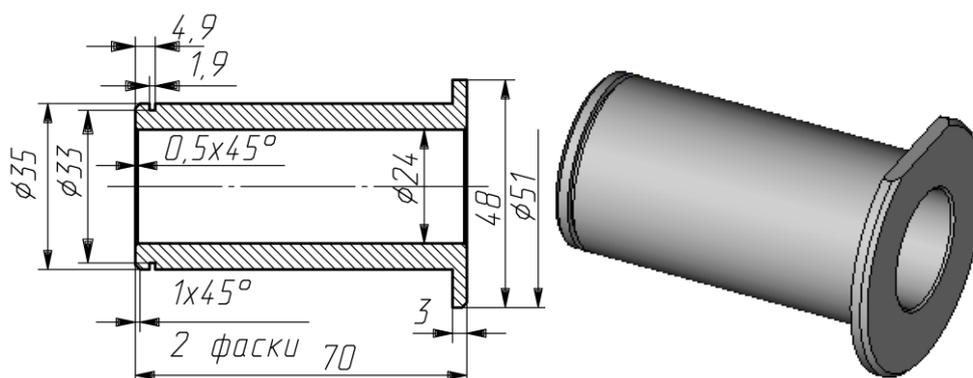


Рисунок 11 – Ось сателлита

Сохраним 3D модель оси сателлита в файле «3D модель оси сателлита. cat» в папке «Готовые детали_2».

Для всех регулировочных колец внутренний диаметр равен наружному диаметру втулочной части оси сателлита, наружный диаметр – менее наружного диаметра внутреннего кольца подшипника.

Сохраним 3D модель регулировочного кольца в файле «3D модель регулировочного кольца. cat» в папке «Готовые детали_2».

1.2 Моделирование выходного вала и водила

Для построения 3D модели выходного вала последовательно создадим 3D модель заготовки, на которой затем сформируем зубья наружных шлицов и пазы (рисунок 12).

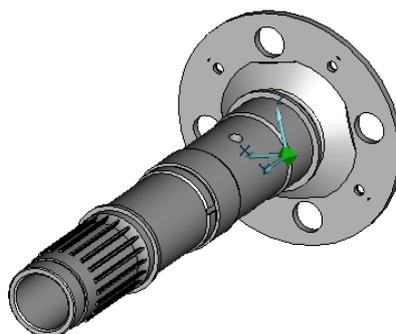


Рисунок 12 – 3D модель выходного вала

1.2.1 Моделирование заготовки выходного вала

Для построения 3D модели заготовки выходного вала воспользуемся параметрической моделью его комплексного представителя, схема которого показана на рисунке 13.

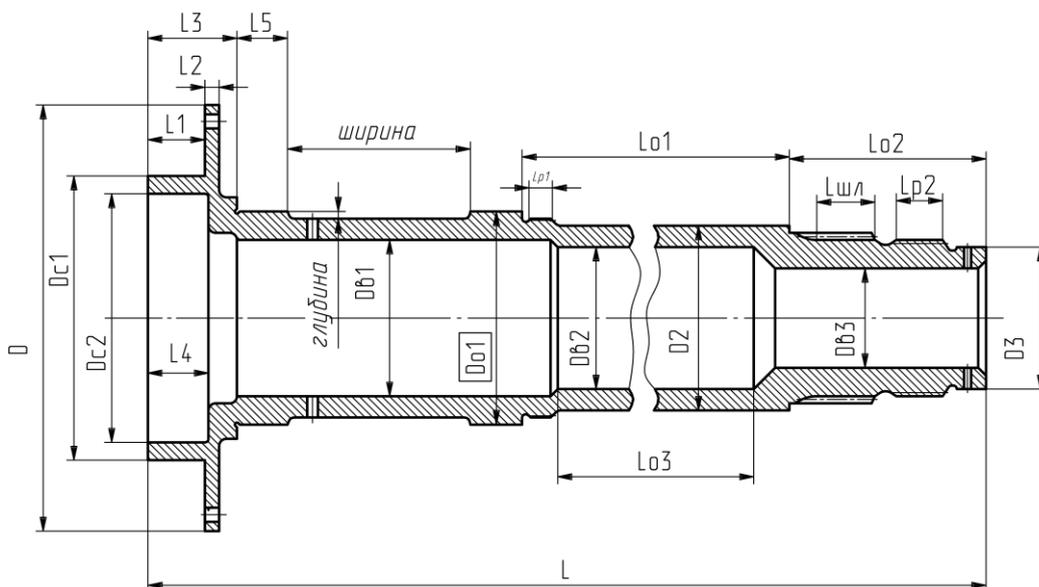


Рисунок 13 – Схема комплексного представителя выходного вала

На схеме условно представлены *основные размеры* (размерные числа которых помещены в рамки) и *типовые размеры*. Остальные размеры являются производными от этих размеров.

1. Чтобы воспользоваться параметрической моделью заготовки выходного вала, зададим основные и типовые размеры (рисунок 14). Модуль шлицов ($m_{шл2}$) для всех вариантов равен 4 мм. Число зубьев ($Z_{шл2}$) равно 20 – также для всех вариантов.

Каждой схеме вала соответствует по 2 файла с информацией о параметрической модели: «Вых_вал со ступицей .xls», созданного в среде MS Excel, и «Вых_вал со ступицей .cat», сохраненного в каталоге фрагментов системы ADEM 8.1.

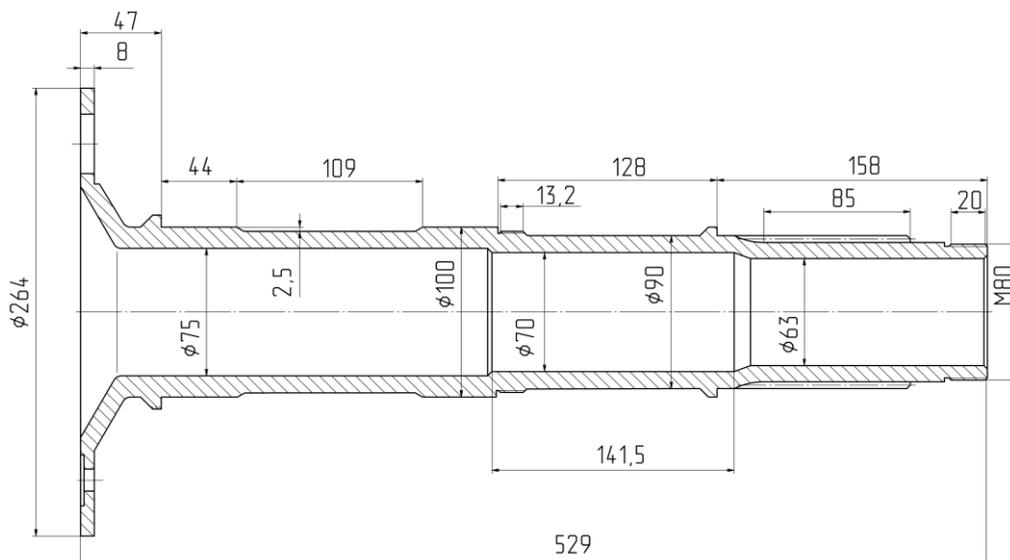


Рисунок 14 – Основные и типовые размеры выходного вала

2. Откроем файл «Вых_вал со ступицей .xls» (рисунки 15 и 16) и введем в ячейки *вторых* строк 1-го («Основные размеры чертежа») и 3-го («Типовые размеры») листов книги MS Excel предварительно заданные значения основных и типовых параметров заготовки вала (см. рисунок 14).

Остальные ячейки можно не заполнять – их значения пересчитываются автоматически в соответствии с рекомендациями справочника конструктора.

3. Сохраним файл с введенными нами параметрами под именем «Вых_вал со ступицей _ N. xls», где N – номер варианта задания.

Конструктивные параметры выходного вала со ступицей																									
Параметры ступицы							Параметры первой опоры за ступицей						Параметры второй опоры за ступицей					Параметры шлицевого соединения				Общие параметры детали			
Наружный диаметр ступицы	Внутренний диаметр ступицы	Длина цилиндра ступицы	Диаметр диска ступицы	Толщина диска ступицы	Длина ступицы с заплечиком	Глубина внутри ступицы	Диаметр 1-ой опоры	Длина опоры от заплечика до проточки	Ширина проточки	Глубина проточки	Длина опоры с резьбой	Длина резьбы	Диаметр внутреннего цилиндра	Диаметр 2-ой опоры	Длина опоры со шлицами	Длина внутреннего шлицевого соединения	Диаметр внутреннего цилиндра	Модуль шлицев	Длина шлицев	Габаритный размер вала	Длина резьбы	Диаметр внутренней полости справа			
Do1	Do2	L1	D	L2	L3	L4	Do1	L5	B	H	Lo1	Lp1	De1	Do2	Lo2	Lo3	De2	m _ш	Lшп	L	Lp2	De3			
100	75	30	150	8	48	24	50	25	50	5	105	15	38	45	105	45	28	1,5	50	340	15	20			
75	75	0	150	8	18	0	50	25	50	5	105	15	38	45	105	45	28	1,5	50	310	15	20			
60	60	0	150	8	18	0	50	25	50	5	105	15	38	45	105	30	28	1,5	50	310	15	20			

Рисунок 15 – Основные размеры чертежа таблицы MS Excel (файл «Вых_вал со ступицей .xls»)

Типовые параметры выходного вала со ступицей																
Параметры ступицы			Параметры 1-й опоры вала				Параметры наружного шлицевого соединения справа				Параметры 2-й опоры вала					
Высота заплечика	Ширина канавки ступица - вал	Глубина канавки ступица - вал	Диаметр резьбы	Ширина фаски резьбы	Диаметр резьбы	Ширина канавки резьбы	Диаметр манжеты	Кол-во зубьев	Наружный диаметр шлицев	Диаметр впадин шлицев	Радиус фрезы	Диаметр резьбы	Ширина фаски резьбы	Диаметр фаски резьбы	Ширина канавки резьбы	Диаметр под крепление
h	b	r	d1	Z1	dфр1	b1	Dманж	Zшд	Dшд = mшд * (Zшд + 1,8)	Df	Rфр1	d2	Z2	dфр2	b2	D3
3	1,5	2	48	1,15	45,7	2,5	44	26	41,7	38,7	20	33	1,15	30,7	2,5	32
3	1,5	2	48	1,15	45,7	2,5	44	26	41,7	38,7	20	33	1,15	30,7	2,5	32
3	1,5	2	48	1,15	45,7	2,5	44	26	41,7	38,7	20	33	1,15	30,7	2,5	32

Рисунок 16 – Типовые размеры таблицы MS Excel (файл «Вых_вал со ступицей .xls»)

4. Запустим ADEM 8.1 и прочтем из каталога фрагментов файл «Вых_вал со ступицей .cat» (рисунок 17).

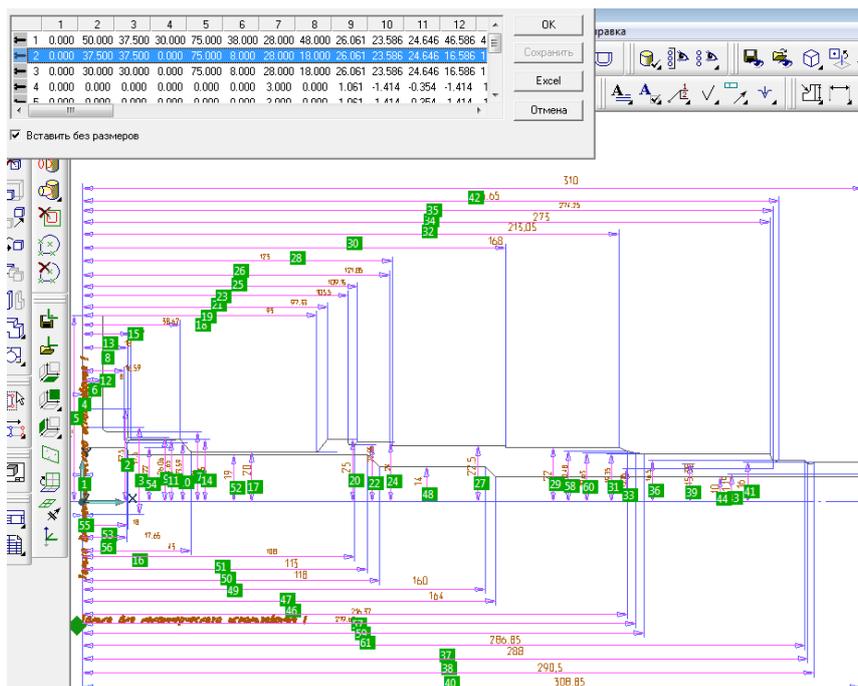


Рисунок 17 – Параметрическая модель заготовки выходного вала

Для построения заготовки выходного вала с нужными нам параметрами нажмем кнопку **Excel**. В меню «Параметры Excel» найдем и подключим файл, записанный нами под именем «Вых_вал со ступицей _N .xls», укажем лист 2 («Рассчитанные параметры») книги MS Excel и размер колонки не менее 5, **ОК**.

При этом во второй строке таблицы параметров должны появиться значения новых, нами введенных при выполнении п. 2 (см. выше) значений размеров.

5. Укажем на только что сформированную строку в таблице параметров, нажмем **ОК** и в соответствии с просьбой системы о положении вызываемого объекта укажем в качестве точки привязки начало координат **Home**, **Пробел** и направление – **горизонтально**, **Пробел**, **Esc** и, тем самым, получим нужную нам предварительную геометрию плоского контура заготовки выходного вала (рисунок 18).



Рисунок 18 – Геометрия плоского контура заготовки выходного вала, полученная по параметрической модели

Сохраним информацию в файле под именем «Заготовка по ПРМ_выходного вала предварительная .adm».

6. Прежде чем по плоскому контуру заготовки получить объёмную модель, отредактируем его левую часть (см. рисунок 14).

3D модель заготовки выходного вала получим, вращая построенный контур вокруг оси (рисунок 19).

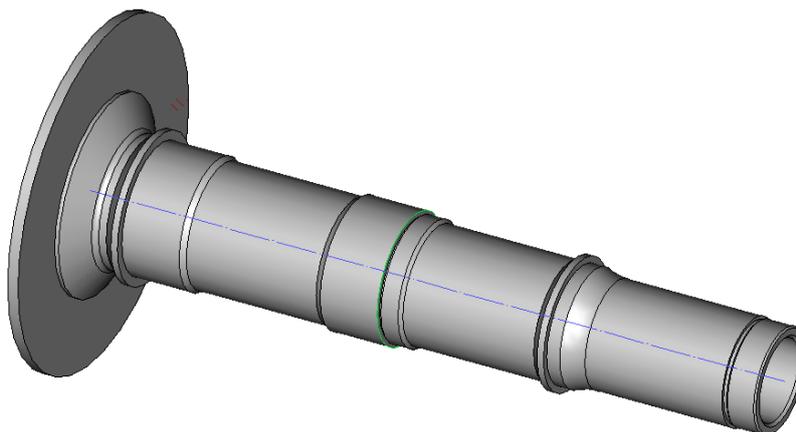


Рисунок 19 – Объёмная модель заготовки выходного вала

Сохраним 3D модель заготовки выходного вала в файле под именем «Заготовка 3D_вых вала .adm».

Используя параметрические (ПРМ) модели стандартных и типовых элементов, построим недостающие типовые элементы: шлицы, пазы, резьбу, а также отверстия и выборки (см. рисунок 12).

Сохраним 3D модель выходного вала в файле под именем «3D_вых вала .adm» (в папке Готовые детали _2).

1.2.2 Моделирование распорной втулки выходного вала

Модель распорной втулки, устанавливаемой на выходном валу между внутренними кольцами радиально-упорных подшипников, построим в соответствии с размерами, представленными на рисунке 20 (для всех вариантов задания она одинакова).

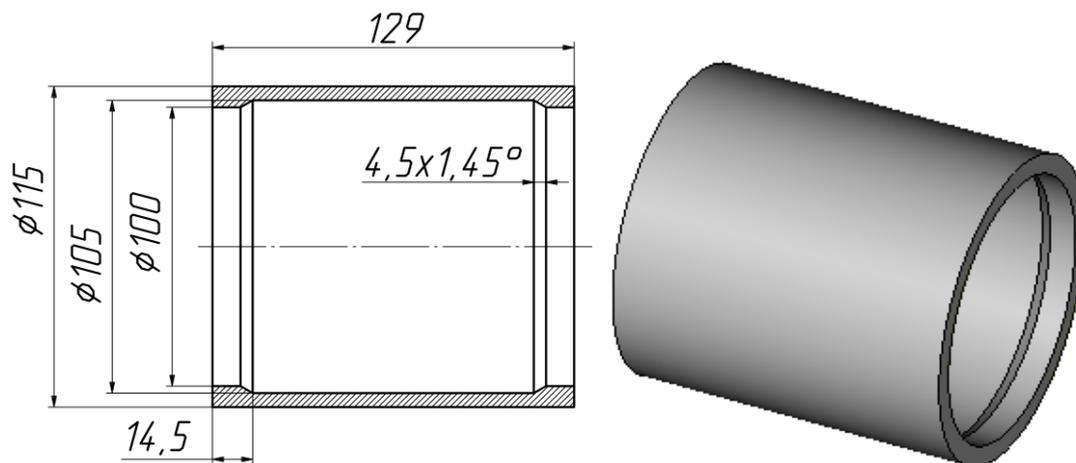


Рисунок 20 – Втулка распорная

Сохраним 3D модель распорной втулки в файле «3D модель распорной втулки. cat» в папке «Готовые детали _2».

1.2.3 Моделирование типовых деталей выходного вала

Построим 3D модели каждой из входящих в сборку выходного вала типовой детали (подшипники роликовые конические однорядные № 7220 – легкая серия – по ГОСТ 333-79, стаканы, кольца, крышки, прокладки), а также деталей крепежа, используя параметрические модели, аналогично тому, как в случае моделирования деталей входного вала. Сохраним их в виде файлов с расширением .cat в папке «Готовые детали _2» (см. раздел 1.6 [1]).

1.3 Моделирование сборки планетарной передачи и выходного вала

В соответствии со схемой сборки (см. рисунок 3) методом восходящего конструирования- «снизу – вверх» – создадим 3D модель сборки планетарной передачи и выходного вала (см. рисунок 2) аналогично сборке входного вала во время прохождения учебной практики (см. раздел 1.7 [1]), предварительно собрав узлы опор и узел уплотнения.

Затем:

- в отверстия водила вставим оси сателлитов, на каждую из которых последовательно установим регулировочные кольца, сателлиты в сборе (в составе каждого по два радиальных роликовых подшипника, между которыми установлены упорное и регулировочное кольца), регулировочные кольца, распорные втулки, планшайбу, упорные кольца для предотвращения осевых перемещений осей сателлитов;

- в отверстия планшайбы (внутри распорных втулок) вставим стяжные болты, на которые установим стопорные шайбы и гайки;
- на левую шейку выходного вала установим с натягом узел радиально-упорного роликового подшипника в сборе (в составе подшипника, стакана и штифта);
- установим распорную втулку;
- на правую шейку вала установим с натягом узел правой опоры (в составе радиально-упорного роликового подшипника, стакана, гайки со стопорной шайбой, прокладки) и узел уплотнения в сборе (в составе крышки с предустановленными в ней манжетой с упорным кольцом, шпилек, гаек и стопорных шайб);
- установим корону так, чтобы она оказалась в зацеплении со всеми сателлитами.

Окончательно построенную модель выходного вала редуктора сохраним в файле «3D сборка планетарной передачи и вых вала N_.adm» в папке «Готовые детали_2».

1.4 Построение схемы сборки планетарной передачи и выходного вала по объёмной модели

Воспользуемся режимом **Создание чертежных видов по 3D модели** , выбрав модели болтов, шпилек, гаек, шайб и штифтов в качестве неразрезаемых тел, как показано ранее (см. раздел 1.8 [1]), последовательно построим вид и продольный разрез сборки выходного вала, который отредактируем в соответствии с требованиями ГОСТов ЕСКД (см. рисунок 3).

Сохраним файл «Схема сборки вых вала N_.adm» с полученным изображением в папке «Готовые детали_1».

2 РАЗРАБОТКА ОБЪЁМНОЙ МОДЕЛИ КОНСТРУКЦИИ ПОЛНОЙ СБОРКИ ГЛАВНОГО РЕДУКТОРА ВЕРТОЛЁТА

В период прохождения учебной практики каждый студент по индивидуальному заданию выполнил 3D модель первой ступени редуктора (в составе 3D моделей входного и промежуточного валов редуктора в сборе, а также нижнего и верхнего корпусов). Модели корпусов построили, используя предварительно полученную схему сборки первой ступени редуктора.

На рисунке 21 представлена схема сборки редуктора вертолета с элементами обвязки, к которым относятся детали масляной системы (форсунки, штуцер и сапун) и детали крепления редуктора к раме (рым-болты и кронштейны).

Как видно из рисунка 21, в соответствии с рекомендациями [7] корпус редуктора для возможности осуществления сборки редуктора в целом состоит из нескольких корпусов: нижнего и верхнего корпусов первой ступени (на рисунке слева), среднего и корпуса выходного вала. Конструкция сборки редуктора с планетарной ступенью предполагает установку между средним и корпусом выходного вала короны, с внутренним зубчатым зацеплением. Корпуса соединены между собой болтами, шайбами и гайками, которые контрятся от возможного проворачивания в процессе работы, возникающего из-за наличия вибраций, пластинчатыми шайбами. Для обеспечения возможности центрирования корпусов в процессе эксплуатации, а также сборки-разборки корпусов используются штифты.

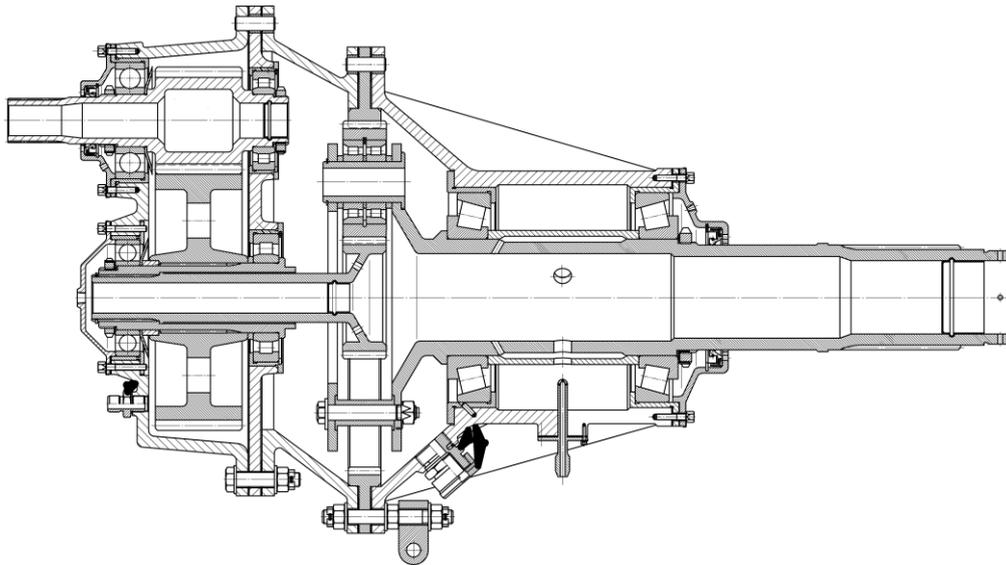


Рисунок 21 – Схема сборки редуктора вертолета

Вращающиеся детали редуктора для исключения их нагрева и возможной деформации, а также повышенного износа их трущихся поверхностей во время работы интенсивно смазываются жидким маслом. Смазка необходима также для исключения коробления корпусов от повышенных температур. Для этого на корпусе установлены форсунки, подающие под давлением масло вовнутрь корпуса, сапун, позволяющий уравнивать давление внутри и снаружи редуктора (в частности, сбросить излишнее давление масла в корпусе, возникающее за счет нагрева и расширения воздушно-масляной смеси). Для слива отработанного масла в нижний корпус устанавливаются штуцеры. Для обеспечения герметичности между корпусами редуктора устанавливают паронитовые или фибровые прокладки. Такие же прокладки устанавливают, например, между корпусом и крышками подшипников, корпусом и форсунками.

Приступим к конструированию недостающих корпусов (среднего и выходного вала) в «контексте сборки» (методом нисходящего конструирования – «сверху-вниз»).

Предварительно построим схему сборки внутренней части (трансмиссии) редуктора вертолёта (рисунок 22).

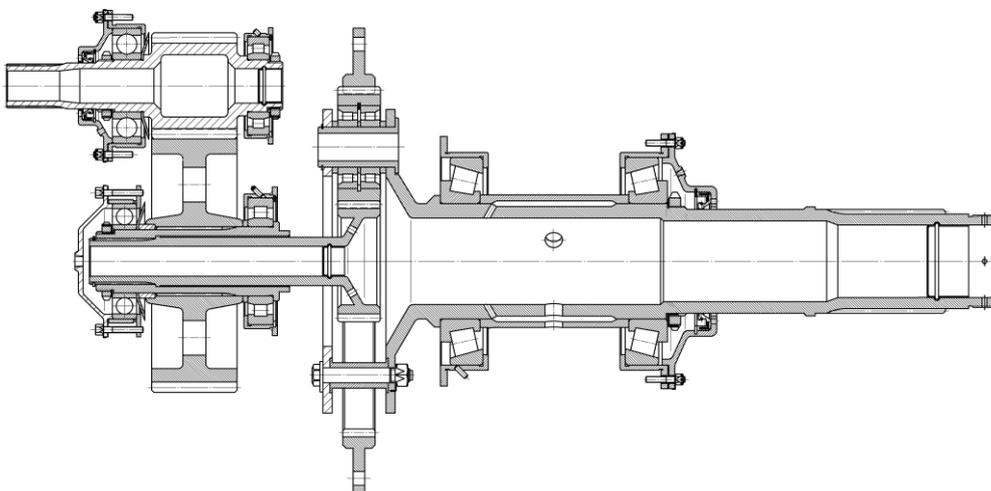


Рисунок 22 – Схема сборки трансмиссии редуктора

Для этого из папки «Готовые детали_1» последовательно откроем созданные ранее файлы «Схема сборки первой ступени N_.adm» (см. рисунок 81 [1]) и «Схема сборки вых вала N_.adm» (см. рисунок 3). Для реализации сборки воспользуемся буфером обмена (Ctrl+C, Ctrl+V). Доработаем изображение в соответствии с ГОСТами (см. рисунок 22).

Сохраним схему сборки валов редуктора в файле «Схема сборки валов редуктора N_.adm», поместив его в папку «Готовые детали_1».

2.1 Моделирование среднего корпуса

Воспользуемся файлом «3D модель первой ступени редуктора N_.adm» (см. рисунок 100 [1]) из папки «Готовые детали_2». У объёмной модели первой ступени удалим элементы крепления корпусов (штифты, болты и шайбы).

Воспользовавшись буфером обмена (Ctrl+C, Ctrl+V), в соответствии со схемой сборки (см. рисунок 22), к объёмной модели первой ступени добавим объёмную модель короны (файл «3D модель короны. sat» из папки «Готовые детали_2») так, чтобы её ось совпала с осью промежуточного вала и корона оказалась симметрично расположена относительно ширины центрального колеса (рессоры) (рисунок 23).

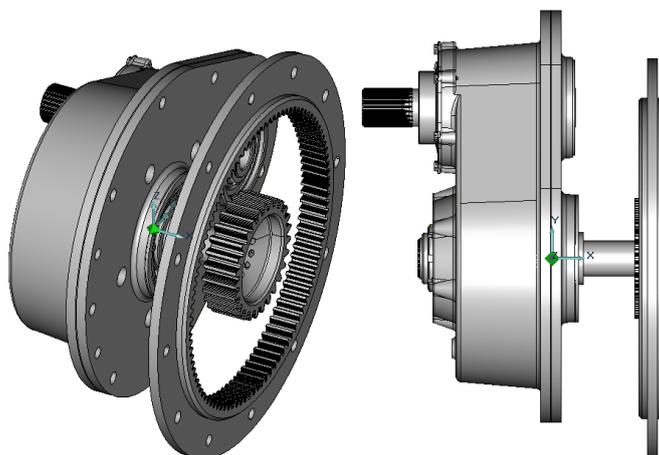


Рисунок 23 – Объёмная модель первой ступени и корона

Для построения модели среднего корпуса нам необходимо знать, в первую очередь, геометрию его фланцев и расположение их в пространстве.

Вначале построим модель прокладки между верхним и средним корпусами.

Модель короны сделаем невидимой . Используя функцию **Совмещение системы координат** , установим начало координат в центр верхней грани верхнего корпуса (первой ступени) и получим проекцию этой грани  на установленное нами положение рабочей плоскости. Соберём проекцию контура грани  **Сборка элемента**. К полученному профилю внутрь на расстоянии, равном ширине фланца верхнего корпуса первой ступени, порядка 35 мм построим **эквидистанту**  (рисунок 24 слева). Сместим  оба профиля на 1 мм в положительном направлении оси Z и создадим 12 сквозных отверстий  в построенной модели прокладки. Все объёмные модели, кроме модели прокладки, сделаем невидимыми (рисунок 24 справа).

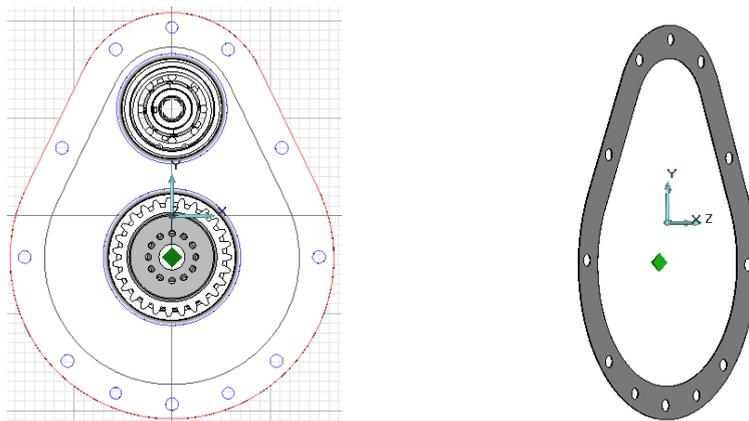


Рисунок 24 – Построение модели прокладки

Определим геометрию левого фланца среднего корпуса.

Используя функцию **Совмещение системы координат** , установим начало координат в центр верхней грани прокладки и получим проекцию этой грани  на установленное нами положение рабочей плоскости. Соберём проекцию наружного контура грани  **Сборка элемента**. К полученному профилю внутрь на расстоянии 40 мм построим эквидистанту  (рисунок 25,а). Сместим  оба профиля на 10 мм в положительном направлении оси Z и создадим 12 сквозных отверстий  в построенной модели левого фланца среднего корпуса (рисунок 25,б).

Определим положение профилей боковой стенки среднего корпуса в месте её примыкания к левому фланцу.

Используя функцию **Совмещение системы координат** , установим начало координат в центр верхней грани фланца и получим проекцию этой грани  на установленное нами положение рабочей плоскости. Соберём проекцию внешнего контура грани  **Сборка элемента**. Последовательно к полученному профилю внутрь построим две эквидистанты : на расстоянии 40 мм и 30 мм (рисунок 25,в).

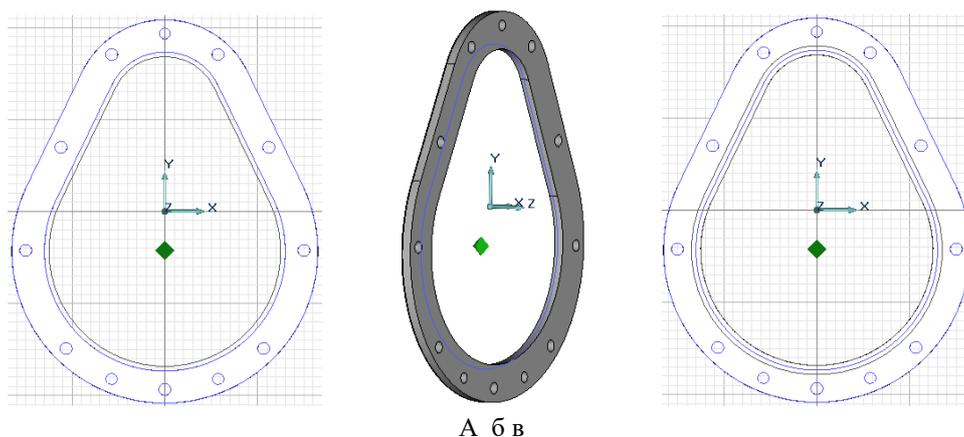


Рисунок 25 – Построение модели левого фланца среднего корпуса

Сохраним построенную модель левого фланца среднего корпуса в папке «Готовые детали_2» под именем «3D модель левого фланца .adm».

Определим геометрию правого фланца среднего корпуса.

Сделаем видимыми невидимые 3D модели . Оставим для работы объёмную модель короны, сделав все остальные модели невидимыми .

Установим начало координат в центр грани короны, к которой должен примкнуть через прокладку правый фланец среднего корпуса (см. рисунок 21), и получим проекцию этой грани  на установленное нами новое положение рабочей плоскости (рисунок 26,а).

Действуя аналогично последовательности моделирования прокладки левого фланца и разметки контуров боковой стенки (см. выше), последовательно построим объёмные модели прокладки (толщиной 1 мм с 12 сквозными отверстиями) между правым фланцем среднего корпуса; правого фланца (толщиной 10 мм с 12 сквозными отверстиями) (рисунок 26,б) и контуры примыкания боковой стенки среднего корпуса к правому фланцу (эквидистанта от внутреннего контура отстоит на 10 мм) (рисунок 26,в).

Сохраним построенную модель правого фланца среднего корпуса в папке «Готовые детали_2» под именем «3D модель правого фланца. adm».

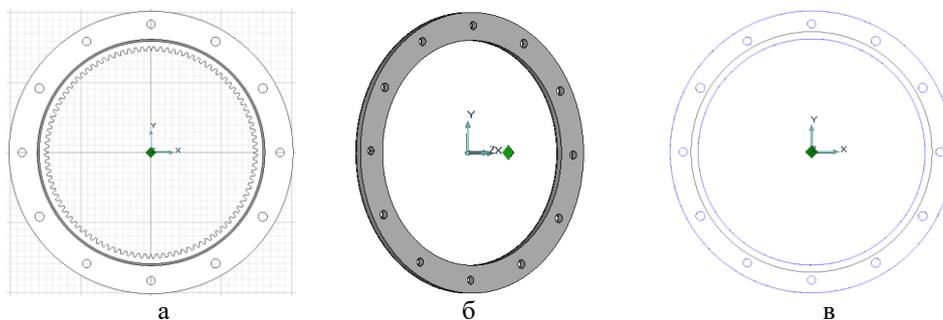


Рисунок 26 – Построение моделей прокладки и правого фланца

Сделаем видимыми невидимые 3D модели . Оставим для работы только контуры прилегания боковой стенки среднего корпуса к левому и правому фланцам (рисунок 27,а), сделав все остальные модели невидимыми . Как показано на рисунке 27,б, последовательно выделим и переместим внутренние контуры: левый – на 1 мм влево, правый – на 1 мм вправо. Функцией Построение тела по набору кривых  последовательно построим наружную (указав внешние контуры) и внутреннюю (указав внутренние контуры) поверхности боковой стенки среднего корпуса. Произведя операцию Вычитание , получим готовую модель боковой стенки среднего корпуса (рисунок 27,в).

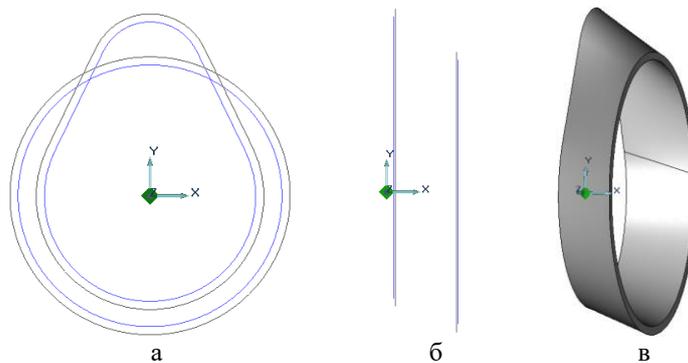


Рисунок 27 – Построение модели боковой стенки среднего корпуса

Сделаем видимыми невидимые 3D модели . Последовательно объединим  модель боковой стенки среднего корпуса сначала с левым, затем с правым фланцами. Места перехода от фланцев к стенке скруглим радиусом 5 мм (рисунок 28).

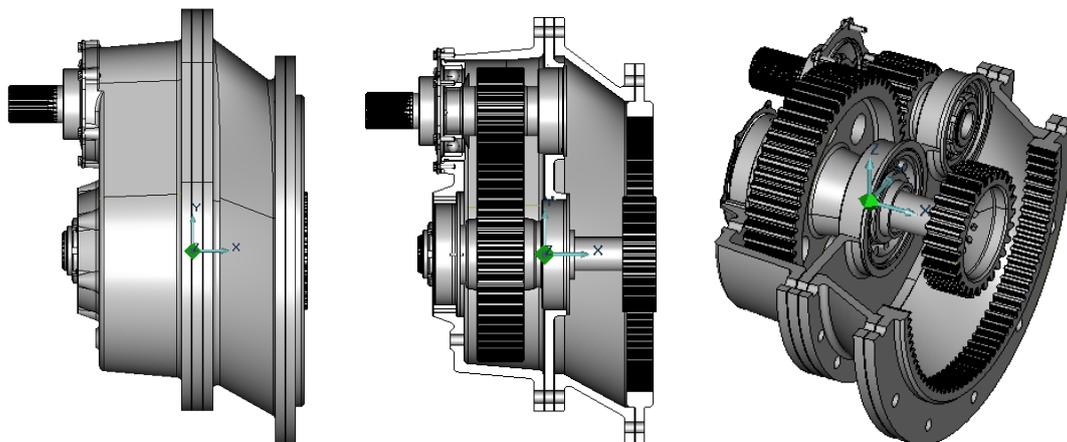


Рисунок 28 – Модели нижнего, верхнего и среднего корпусов редуктора

Сохраним построенную модель сборки трёх корпусов в папке «Готовые детали_2» под именем «3D модель трёх корпусов .adm».

2.2 Моделирование корпуса выходного вала

Как следует из схемы сборки, конструкция корпуса представляет собой тело вращения с оребрением (рисунок 29) для обеспечения жёсткости и прочности конструкции в целом (см. рисунок 21).

В качестве основы при моделировании корпуса выходного вала будем использовать схему сборки планетарной передачи и выходного вала (см. рисунок 3). Таким образом, объёмное моделирование корпуса выходного вала будем осуществлять также в «контексте сборки» (методом нисходящего проектирования – «сверху-вниз»).

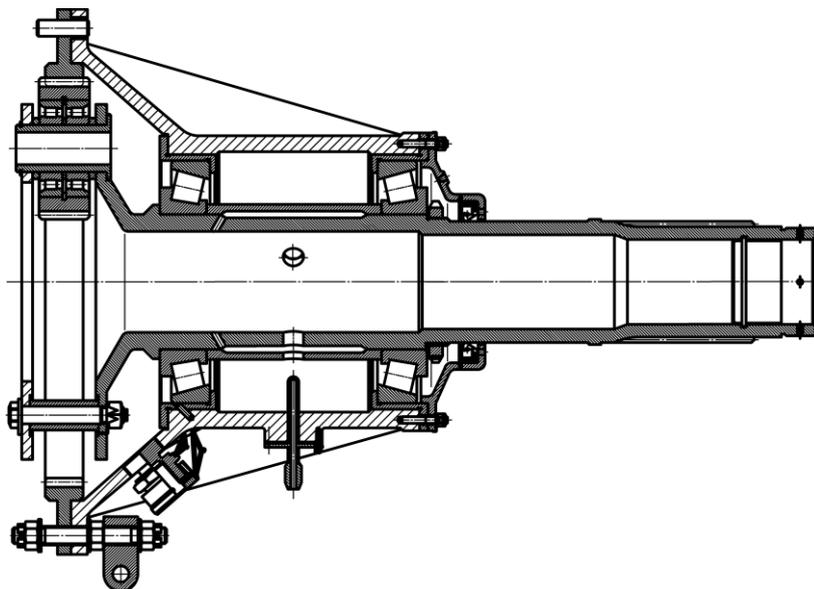


Рисунок 29 – Схема сборки планетарной передачи, выходного вала и корпуса в сборе

Моделирование прокладки толщиной 1 мм осуществим аналогично тому, как описано выше при моделировании среднего корпуса (см. п. 2.1.1), только используя правый фланец короны.

Построение профилей тела вращения и одного из рёбер корпуса выходного вала представлено на рисунке 30.

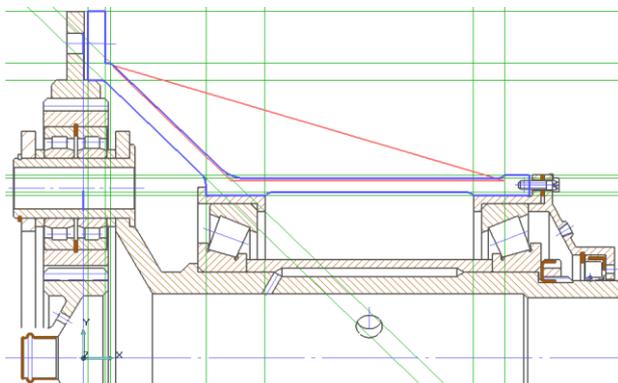


Рисунок 30 – Построение профилей выходного вала

Конструкция фланца толщиной 10 мм предполагает не только наличие различных отверстий для центрирования и крепления корпуса к короне, но возможность установки элементов крепления, в частности шайб и гаек.

Конструкция конической части корпуса предполагает свободную стыковку корпуса с короной и также свободную установку в корпус стакана подшипника. Толщина конической части 10 мм.

Цилиндрическая часть корпуса также толщиной 10 мм между стаканами подшипников выполнена облегчённой (толщина 7...8 мм) и предполагает наличие на правом фланце элементов центрирования и крепления.

В торце фланца выполнены глухие отверстия, соответствующие расположению отверстий в стакане правого подшипника и в крышке.

Для уплотнения стыков между корпусом и стаканом, а также стаканом и крышкой размещены прокладки с отверстиями.

Конструкция корпуса предполагает наличие литейных радиусов 5...10 мм.

Как видно из рисунка, профиль одного из шести рёбер жёсткости выполнен также в «контексте сборки», «по месту» (методом нисходящего проектирования – «сверху-вниз»).

Объёмная модель корпуса, построенная в соответствии со схемой сборки, показана на рисунке 31.



Рисунок 31 – Объёмная модель корпуса выходного вала с прокладками

Сохраним построенную модель корпуса выходного вала в папке «Готовые детали_2» под именем «3D модель корпуса вых вала .adm».

2.3 Моделирование деталей маслосистемы и деталей крепления к раме

Как ранее было отмечено, функционирование редуктора в условиях эксплуатации на вертолёте предполагает, с одной стороны, наличие элементов крепления его к подредукторной раме, которая обеспечивает жёсткую стыковку редуктора с приводом (ВСУ – высотной силовой установкой). С другой стороны, необходима принудительная смазка маслом.

Построим объёмные модели деталей, которые непосредственно примыкают к корпусам редуктора.

2.3.1 Моделирование приливов и отверстий в корпусе выходного вала

Прежде чем перейти к моделированию деталей маслосистемы, построенную модель корпуса выходного вала необходимо доработать. Так же как при моделировании приливов под штуцеры в нижнем корпусе и крышках (входного и промежуточного вала), последовательность построения которых представлена на рисунке 32, выполним приливы под форсунки и сапун (см. рисунок 21). Сохраним построенную модель корпуса выходного вала с приливами под детали маслосистемы в папке «Готовые детали_2» под именем «3D модель корпуса вых вала и приливов .adm».

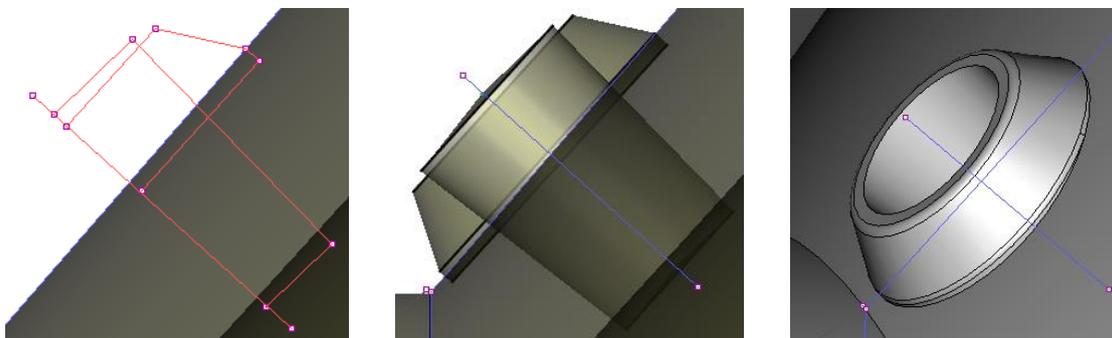


Рисунок 32- Схема моделирования прилива и отверстия для штуцера

2.3.2 Моделирование штуцера, форсунки и сборки сапуна

На рисунках 33, 34 показаны модели штуцера и форсунки, которые имеются в прилагаемой библиотеке (раздел «Обвязка корпуса»).

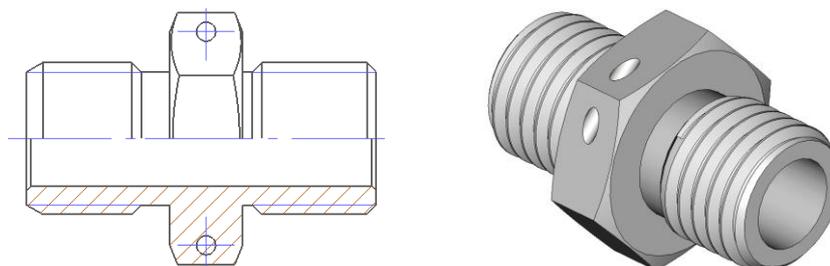


Рисунок 33 – Штуцер

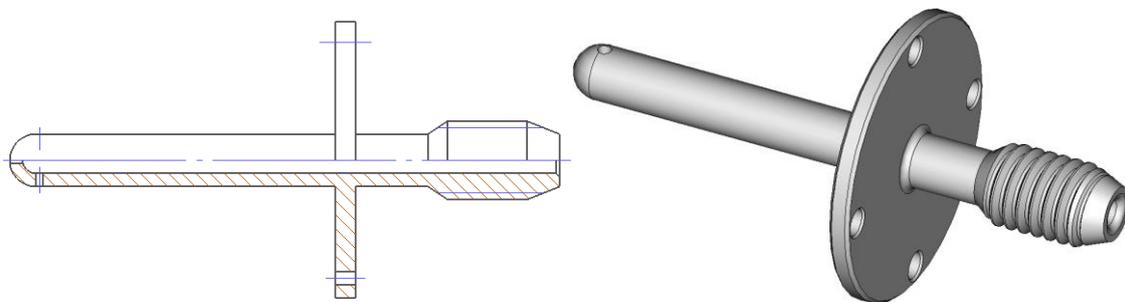


Рисунок 34 – Форсунка

На рисунке 35 представлена схема сборки сапуна, конструкция которого состоит из штуцера **1** с отверстиями для контровочной проволоки **3**, на ввинчиваемую в корпус часть которого для обеспечения герметичности установлена кольцевая прокладка **2**; сетки **4**, установленной во внутреннюю часть штуцера, предназначенной для отделения воздуха из вспененного при работе редуктора масла; крышки **5**, прижимающей сетку к торцу штуцера, имеющей четыре отверстия **7** для стравливания избыточного давления воздуха в атмосферу и одно отверстие **8** для осуществления контровки от отворачивания в процессе работы.

Объёмная модель сапуна также представлена в виде файла в библиотеке (раздел «Обвязка корпуса»).

Установим модели деталей маслосистемы (трёх форсунок с прокладками (!) и сапуна) на соответствующие места модели корпуса выходного вала в соответствии с рисунком 21 (см. выше). Детали сапуна законтрим от отворачивания проволокой.

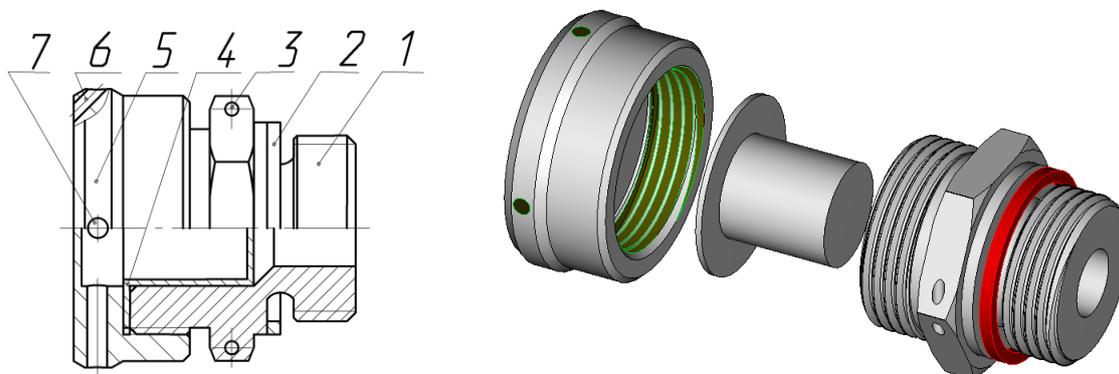


Рисунок 35 – Схема сборки сапуна

Сохраним модель корпуса выходного вала с деталями маслосистемы в папке «Готовые детали_2» под именем «3D модель корпуса вых вала и деталей .adm».

2.3.3 Моделирование крепления редуктора к подmotorной раме

Установим модели деталей крепления в соответствии со схемой сборки редуктора (см. рисунок 21). Файлы, содержащие модели болтов, рым-болтов, шайб, в том числе пластинчатых, гаек, в том числе корончатых, шплинтов, штифтов и футерок, представлены в библиотеке.

На рисунке 36 представлена модель проушины (кронштейна), предназначенной для крепления редуктора к подредукторной раме (см. рисунок 21).

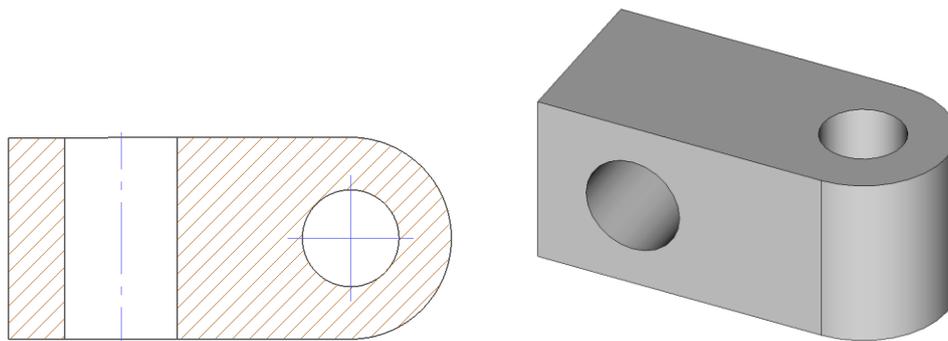


Рисунок 36 – Проушина

2.4 Моделирование корпуса редуктора в сборе

Для построения модели корпусов редуктора в сборе из папки «Готовые детали_2» извлечём файлы «3D модель трёх корпусов .adm» и «3D модель корпуса вых вала и деталей .adm». Для удобства работы выделим и удалим модели деталей трансмиссии.

Для предотвращения отворачивания элементов крепежа под действием вибрационных нагрузок, возникающих в процессе работы редуктора, их следует контрить пластинчатыми шайбами или шплинтами.

Элементы пластинчатых шайб, предназначенные для фиксации, должны быть установлены в предварительно изготовленные на фланцах отверстия.

С целью упрощения работы «нарастим» элементы фиксации пластинчатых шайб так, чтобы они, будучи отогнутыми на края фланцев, препятствовали отворачиванию, предполагая, что все элементы крепежа имеют правую резьбу.

В дальнейшем, на этапе детализирования чертежа общего вида (при выполнении рабочих чертежей), мы вынуждены будем вернуться к вопросу изготовления во фланцах не только отверстий, предназначенных для фиксации пластинчатых шайб (т.к. их размеры выполнены в соответствии с ГОСТом), но отверстий с резьбой, предназначенных обеспечить процесс необходимой разборки корпуса редуктора.

На рисунке 37 показаны модели корпусов редуктора в сборе.

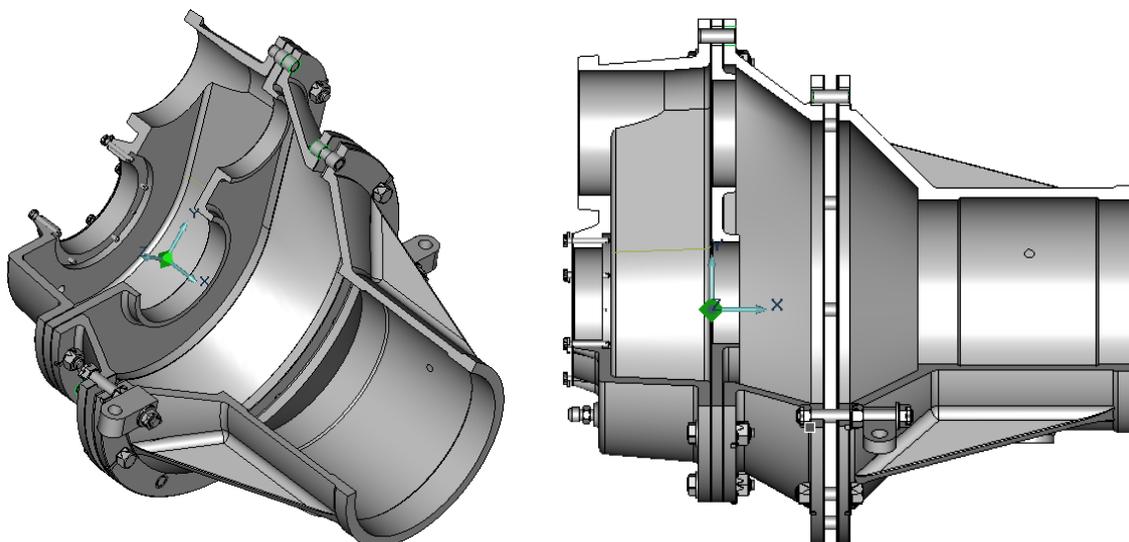


Рисунок 37 – Крепление корпусов

Сохраним модель корпусов редуктора в сборе в папке «Готовые детали_2» под именем «3D модель корпусов редуктора в сборе .adm».

Из папки «Готовые детали_2» ещё раз извлечём файлы «3D модель трёх корпусов .adm» и «3D модель корпуса вых вала и деталей .adm».

Используя буфер обмена (Ctrl+C, Ctrl+V), в файл «3D модель корпусов редуктора в сборе .adm» вставим объёмные модели деталей трансмиссии, предварительно сделав невидимыми модели корпусов.

Процесс объёмного моделирования конструкции редуктора в сборе рассмотрим с точки зрения последовательной сборки модуля первой ступени, среднего корпуса и модуля выходного вала с планетарной ступенью, руководствуясь схемой сборки (см. рисунок 21).

С помощью болтов собирают средний корпус, корону и корпус выходного вала, совместно сверлят и разворачивают в них отверстия, в которые по посадке устанавливают втулки и штифты.

В таком виде собранные корпуса состыковывают с корпусом первой ступени, добиваясь положения, при котором оси выходного и промежуточного валов максимально совпадают. Совместно сверлят и разворачивают отверстия, в которые по посадке устанавливают втулки и штифты.

В собранном виде растачивают отверстия под стаканы подшипников выходного вала (ориентируясь на посадочные диаметры под стаканы промежуточного вала).

После этого болты снимают, корпуса разделяют.

В корпус выходного вала последовательно устанавливают на место и фиксируют штифтом стакан нижнего подшипника выходного вала, затем (на схеме – см. рисунок 21 – в направлении слева – направо) детали конструкции планетарной передачи в сборе с выходным валом, кроме стакана верхнего подшипника с подшипником, гайки с шайбой и узла уплотнения с элементами крепления, которые устанавливаются в корпус последними.

В собранном виде модули первой ступени и корпуса выходного вала состыковывают со средним корпусом и скрепляют. В предназначенные места устанавливают детали маслосистемы.

Погрешности сборки в нашем случае компенсируются возможностями упругого деформирования рессоры (центральное колесо относительно сателлитов самоустанавливается).

Готовая модель редуктора в сборе представлена на рисунке 38.

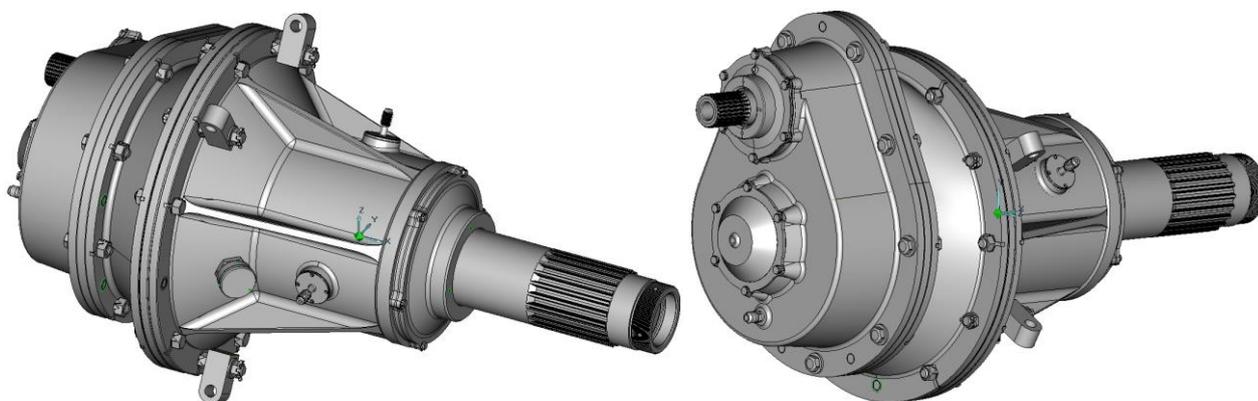


Рисунок 38 – Модель редуктора в сборе

Сохраним модель сборки редуктора в файле «3D модель сборки редуктора вертолѐта ПОЛНАЯ_.adm», поместив его в папку «Готовые детали_2».

2.5 Построение схемы общей сборки редуктора

Руководствуясь схемой трансмиссии (см. рисунок 22) и моделью корпуса редуктора в сборе (см. рисунок 37) (нужно выполнить продольный разрез, в котором детали крепежа должны быть показаны нерассечѐнными), построим схему общей сборки редуктора (см. рисунок 21).

Сохраним схему сборки редуктора в файле «Схема сборки редуктора вертолѐта ПОЛНАЯ_.adm», поместив его в папку «Готовые детали_1».

3 ПОСТРОЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА

Чертѐж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Код чертежа – ВО. Чертѐж общего вида предназначен для разработки чертежей деталей, входящих в изделие: выявляет форму всех этих деталей. На нем проставляются не только габаритные, присоединительные размеры, но и конструкторские, характеризующие отдельные части изделия. Чертѐж общего вида сопровождается таблицей составных частей с указанием материала деталей.

Руководствуясь построенной электронной моделью сборочной единицы (редуктора вертолѐта), произведѐм еѐ анализ с точки зрения разработчика, предполагающего создать чертѐж общего вида, по которому будут выполнены чертежи (рабочие чертежи деталей и чертежи сборочных единиц).

Как следует из требований ГОСТов ЕСКД к чертежам общего вида, количество изображений вновь разрабатываемых деталей должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы можно было определить полную геометрию каждой из них, предназначение и расположение этой детали в конструкции.

Как следует из электронной модели изделия (ЭМИ) сборки редуктора (см. рисунок 38) и схемы сборки (см. рисунок 21), его конструкция состоит из сборочных единиц корпусов:

- нижнего корпуса с пятью запрессованными штифтами (2 – для установки стакана промежуточного вала и 3 – для установки на них верхнего корпуса первой ступени и среднего корпусов);
- верхнего корпуса первой ступени с предустановленными и зафиксированными двумя штифтами стаканами (входного и промежуточного валов), а также тремя втулками для установки на штифты нижнего корпуса;
- среднего корпуса с пятью запрессованными в отверстия фланцев втулками (3 – в левом фланце, 2 – в правом) для установки на штифты нижнего корпуса и штифты, запрессованные в корону;
- корпуса выходного вала с двумя запрессованными в отверстия фланца втулками для установки в них штифтов, запрессованных в корону, предустановленных и зафиксированных штифтом стаканом нижнего подшипника;

сборочных единиц:

- короны с двумя запрессованными штифтами;
- входного вала с заглушкой;
- промежуточного вала с заглушкой;
- выходного вала с заглушкой;
- узлов уплотнений входного и выходного валов в составе сквозных крышек, манжет и упорных колец;
- деталей, предварительно собранных в модули входного и промежуточного валов, выходного вала с планетарной ступенью, а также деталей маслосистемы и крепления;

а также проволоки для контровки от отворачивания деталей маслосистемы (которую следует отнести к материалам).

Изделия в составе сборочной единицы, представленной в виде чертежа общего вида, могут быть заимствованными, покупными или вновь разработанными (оригинальными). ГОСТ 316-68 [8] рекомендует список составных частей начинать с заимствованных изделий. Затем перечислить покупные и вновь разработанные изделия.

В условиях учебного процесса заимствованные изделия не применяем. Список начнём с перечисления вновь разработанных изделий.

В таблице 1 представлен состав сборки редуктора.

Таблица, как следует из названия, включает позиции, обозначения и наименования как вновь разрабатываемых деталей, так и стандартных, которые можно купить или изготовить самостоятельно.

Она состоит из пяти столбцов:

- номеров позиций деталей, преимущественно представленных на продольном разрезе чертежа общего вида (рисунок 39);
- обозначений вновь разрабатываемых деталей в виде шифра, где ИГ – индекс кафедры инженерной графики, ХХХХХХ – номер, состоящий из 6 цифр (в соответствии с требованиями общероссийского классификатора изделий и конструкторских документов -классификатора ЕСКД): слева направо – обозначение класса – 2 цифры, подкласса – 1 цифра, группы – 1 цифра, подгруппы – 1 цифра, вида – 1 цифра, который мы в учебном процессе *не расшифровываем*; 001 – порядковый регистрационный номер детали или сборочной единицы – 3 цифры и, через дефис, 01 – номер модификации детали;
- наименований покупных и вновь разрабатываемых деталей;
- количества деталей каждого наименования в сборочной единице;
- дополнительных указаний в качестве необходимых примечаний.

Часть деталей относится к стандартным деталям ГОСТ (болты, шпильки, гайки, шайбы, штифты, шпильки, уплотнительные манжеты, упорные кольца, подшипники), а часть к оригинальным (корпуса, валы, зубчатые колёса, стаканы подшипников, различные крышки, втулки, центрирующие, регулировочные и маслоотражательные кольца, оси сателлитов, планшайба, распорные втулки, заглушки и пр.).

Если требования на стандартные детали, в частности к их геометрии, предварительно оговорены, то для изготовления оригинальных деталей необходима исчерпывающая информация.

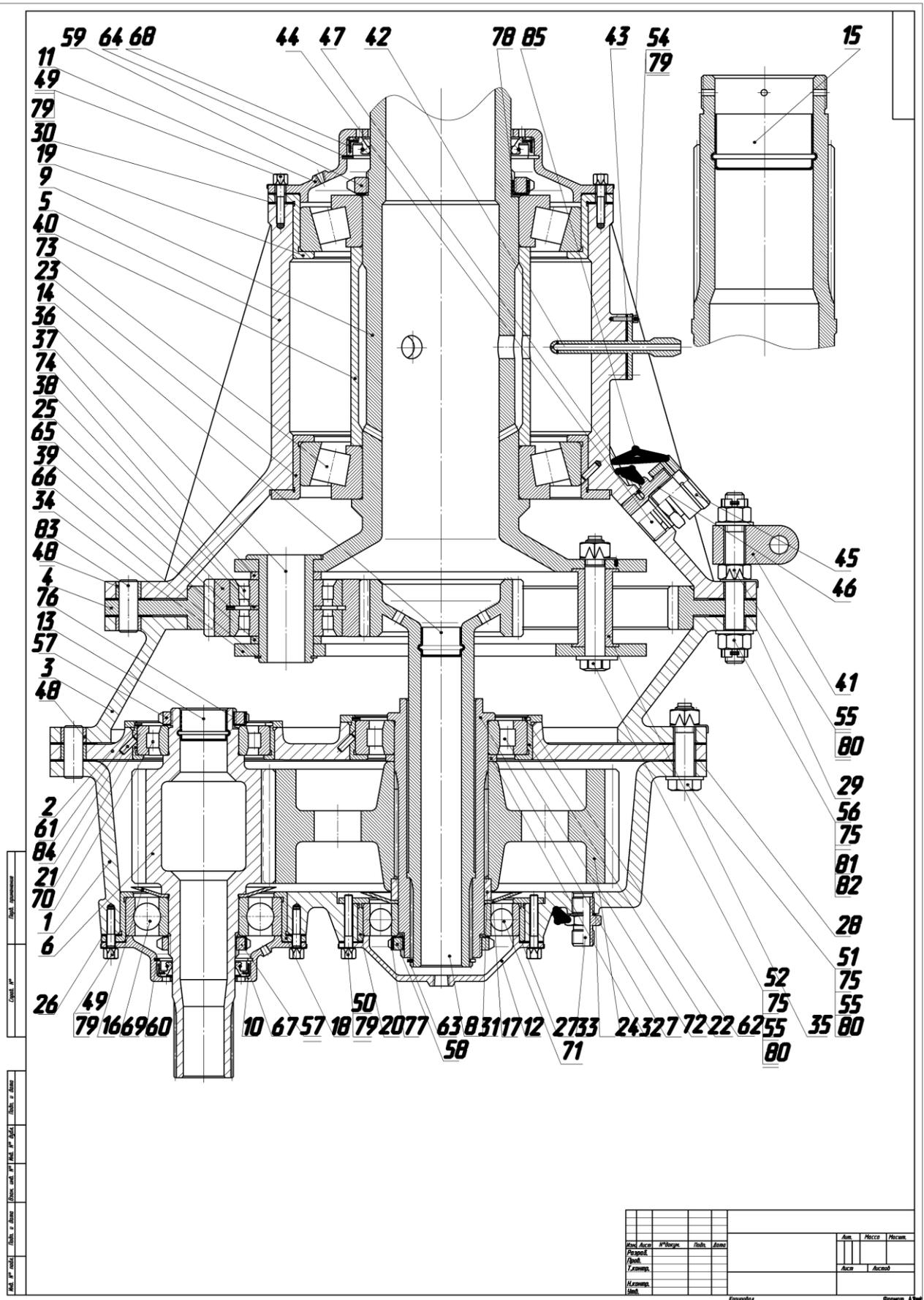


Рисунок 39 – Фрагмент чертежа общего вида редуктора – продольный разрез и позиции

Таблица 1. Составные части сборочной единицы

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Доп. указания
Вновь разрабатываемые изделия				
1	ИГ.ХХХХХХ. 001	Корпус нижний	1	АЛ9 ГОСТ 1583-93
2	ИГ.ХХХХХХ. 002	Корпус верхний	1	АЛ9 ГОСТ 1583-93
3	ИГ.ХХХХХХ. 003	Корпус средний	1	АЛ9 ГОСТ 1583-93
4	ИГ.ХХХХХХ. 004	Корона	1	12Х2Н4А-Ш ГОСТ 4543-71
5	ИГ.ХХХХХХ. 005	Корпус выходного вала	1	АЛ9 ГОСТ 1583-93
6	ИГ.ХХХХХХ. 006	Вал входной	1	12Х2Н4А ГОСТ 4543-71
7	ИГ.ХХХХХХ. 007	Вал промежуточный	1	40Х ГОСТ 4543-71
8	ИГ.ХХХХХХ. 008	Рессора	1	12Х2Н4А ГОСТ 4543-71
9	ИГ.ХХХХХХ. 009	Вал выходной	1	40Х ГОСТ 4543-71
10	ИГ.ХХХХХХ. 011-1	Крышка сквозная	1	АЛ9 ГОСТ 1583-93
11	ИГ.ХХХХХХ. 011-2	Крышка сквозная	1	АЛ9 ГОСТ 1583-93
12	ИГ.ХХХХХХ. 012	Крышка глухая	1	АЛ9 ГОСТ 1583-93
13	ИГ.ХХХХХХ. 013-1	Заглушка	1	Ст3Гсп ГОСТ 380-2005
14	ИГ.ХХХХХХ. 013-2	Заглушка	1	Ст3Гсп ГОСТ 380-2005
15	ИГ.ХХХХХХ. 013-3	Заглушка	1	Ст3Гсп ГОСТ 380-2005
16	ИГ.ХХХХХХ. 014-1	Кольцо маслоотражающее	1	Сталь 3 ГОСТ 1050-88
17	ИГ.ХХХХХХ. 014-2	Кольцо маслоотражающее	1	Сталь 3 ГОСТ 1050-88
18	ИГ.ХХХХХХ. 015-1	Стакан подшипника	1	40ХН ГОСТ 4543-71
19	ИГ.ХХХХХХ. 015-2	Стакан подшипника	1	40ХН ГОСТ 4543-71
20	ИГ.ХХХХХХ. 016	Стакан подшипника	1	40ХН ГОСТ 4543-71
21	ИГ.ХХХХХХ. 017-1	Стакан подшипника	1	40ХН ГОСТ 4543-71
22	ИГ.ХХХХХХ. 017-2	Стакан подшипника	1	40ХН ГОСТ 4543-71

23	ИГ.ХХХХХХ. 017-3	Стакан подшипника	1	40ХН ГОСТ 4543-71
24	ИГ.ХХХХХХ. 018	Колесо зубчатое	1	12Х2Н4А-Ш ГОСТ 4543-71
25	ИГ.ХХХХХХ. 019	Сателлит	4	12Х2Н4А-Ш ГОСТ 4543-71
26	ИГ.ХХХХХХ. 021	Прокладка	2	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80
27	ИГ.ХХХХХХ. 022	Прокладка	1	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80
28	ИГ.ХХХХХХ. 023	Прокладка	2	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80
29	ИГ.ХХХХХХ. 024	Прокладка	2	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80
30	ИГ.ХХХХХХ. 025	Прокладка	2	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80
31	ИГ.ХХХХХХ. 026	Кольцо центрирующее	1	40Х ГОСТ 4543-71
32	ИГ.ХХХХХХ. 027	Кольцо регулировочное	1	40Х ГОСТ 4543-71
33	ИГ.ХХХХХХ. 028	Штуцер	1	12Х13 ГОСТ 5949-75
34	ИГ.ХХХХХХ. 029	Планшайба	1	30ХГСА ГОСТ 4543-71
35	ИГ.ХХХХХХ. 031	Втулка распорная	4	30ХГСА ГОСТ 4543-71
36	ИГ.ХХХХХХ. 032	Ось сателлита	4	30ХГСА ГОСТ 4543-71
37	ИГ.ХХХХХХ. 033-1	Кольцо регулировочное	4	40Х ГОСТ 4543-71
38	ИГ.ХХХХХХ. 033-2	Кольцо регулировочное	4	40Х ГОСТ 4543-71
39	ИГ.ХХХХХХ. 033-3	Кольцо регулировочное	4	40Х ГОСТ 4543-71
40	ИГ.ХХХХХХ. 034	Втулка распорная	1	30ХГСА ГОСТ 4543-71
41	ИГ.ХХХХХХ. 035	Кронштейн	4	12Х13 ГОСТ 5949-75
42	ИГ.ХХХХХХ. 036	Форсунка	3	12Х13 ГОСТ 5949-75
43	ИГ.ХХХХХХ. 037	Прокладка	3	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80
44	ИГ.ХХХХХХ. 038	Штуцер	1	12Х13 ГОСТ 5949-75

45	ИГ.ХХХХХХ. 039	Крышка	1	12Х13 ГОСТ 5949-75
46	ИГ.ХХХХХХ. 041	Сетка	1	Л63 ГОСТ 6613-86
47	ИГ.ХХХХХХ. 042	Прокладка	1	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80
48	ИГ.ХХХХХХ. 043	Втулка	38	12Х13 ГОСТ 5949-75
Покупные изделия				
49		Болт М5х25 ГОСТ 7798-80	12	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
50		Болт М5х35 ГОСТ 7798-80	6	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
51		Болт М12х50 ГОСТ 7798-80	9	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
52		Болт М12х80 ГОСТ 7798-80	4	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
53		Болт М12х45 ГОСТ 7798-80	6	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
54		Болт М5х14 ГОСТ 7798-80	12	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
55		Гайка М12 ГОСТ 5927 -70	23	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
56		Гайка 3346А-12	8	30ХГСА ГОСТ 4543-71
57		Гайка ВМ42х1.5 ГОСТ 11871-80	2	38ХА ГОСТ 4543-71
58		Гайка ВМ52х1.5 ГОСТ 11871-80	1	38ХА ГОСТ 4543-71
59		Гайка ВМ95х1.5 ГОСТ 11871-80	1	38ХА ГОСТ 4543-71
60		Кольцо упорное А62 ГОСТ 13943-86	1	30Х13 ГОСТ 4543-71
61		Кольцо упорное А88 ГОСТ 13943-86	1	30Х13 ГОСТ 4543-71
62		Кольцо упорное А115 ГОСТ 13943-86	1	30Х13 ГОСТ 4543-71
63		Кольцо упорное А42 ГОСТ 13942-86	4	30Х13 ГОСТ 4543-71
64		Кольцо упорное А125 ГОСТ 13943-86	1	30Х13 ГОСТ 4543-71
65		Кольцо упорное А75 ГОСТ 13943-86	4	30Х13 ГОСТ 4543-71

66		Кольцо упорное А 40 ГОСТ 13942-86	4	30X13 ГОСТ 4543-71
67		Манжета 40x60 ГОСТ 8752-79	1	Резиновая смесь ИРП- 1316 по ТУ380051166- 73
68		Манжета 90x120 ГОСТ 8752-79	1	Резиновая смесь ИРП- 1316 по ТУ380051166- 73
69		Подшипник 209 ГОСТ 8338-75	1	
70		Подшипник 32209 ГОСТ 8328-75	1	
71		Подшипник 1000909 ГОСТ 8338-75	1	
72		Подшипник 32111 ГОСТ 8328-75	1	
73		Подшипник 7220 ГОСТ 333-79	2	
74		Подшипник 2207 ГОСТ 8328 -75	8	
75		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	21	20X13 ГОСТ 5632-72
76		Шайба 2Н.42 ГОСТ 11872-89	2	Сталь 15 ГОСТ 1050-88
77		Шайба 2Н.52 ГОСТ 11872-89	1	Сталь 15 ГОСТ 1050-88
78		Шайба 2Н.95 ГОСТ 11872-89	1	Сталь 15 ГОСТ 1050-88
79		Шайба 2Н.5 ГОСТ 13463-77	30	12X18Н10Т ГОСТ 4543-71
80		Шайба 2Н.12 ГОСТ 13463-77	29	12X18Н10Т ГОСТ 4543-71
81		Шпилька 5359А-12-110-3.2	4	38ХА ГОСТ 4543-71
82		Шплинт 3.2x25-2.16 ГОСТ 397-79	8	12X18Н10Т ГОСТ 4543-71
83		Штифт 12h8x35 ГОСТ 3128-70	5	30ХГСА ГОСТ 4543-71
84		Штифт 4h8x12 ГОСТ 3128-70	5	30ХГСА ГОСТ 4543-71
Материалы				
85		Проволока 0.8-ТС-1 12X18Н10Т ГОСТ 18143-72	0.02	кг

Хотя практически вся нужная нам информация о геометрии оригинальных деталей содержится в их объёмных электронных геометрических моделях (ЭМД), которые мы уже построили ранее, для пояснения геометрии и расположения отдельных оригинальных деталей на чертеже общего вида нам потребуется предоставить информацию:

- о геометрии каждого из корпусов;
- о форме фланцев корпусов, короны, планшайбы, а также расположения отверстий в них;
- о геометрии фигурных фланцев крышек и стаканов, отверстий в них, а также пазов на валах;
- о форме приливов и расположения в них отверстий для установки деталей маслосистемы;
- о форме и расположении рёбер жёсткости на корпусе выходного вала;
- о форме и расположении вспомогательных рёбер на корпусах, предназначенных для фиксации в их отверстиях контрольной проволоки.

3.1 Построение схемы чертежа общего вида

Чертёж общего вида сборочной единицы (как любой другой чертёж) включает три части: графическую, атрибутивную и текстовую.

Атрибутивная часть чертежа содержит сведения о габаритах, а также другие сведения, предназначенные для стыковки с устройствами на входе и на выходе. Текстовая часть содержит техническую характеристику и требования, обеспечивающие функционирование редуктора в условиях эксплуатации.

Схема расположения изображений, атрибутивной и текстовой частей на листах чертежа общего вида представлена на рисунке 40.

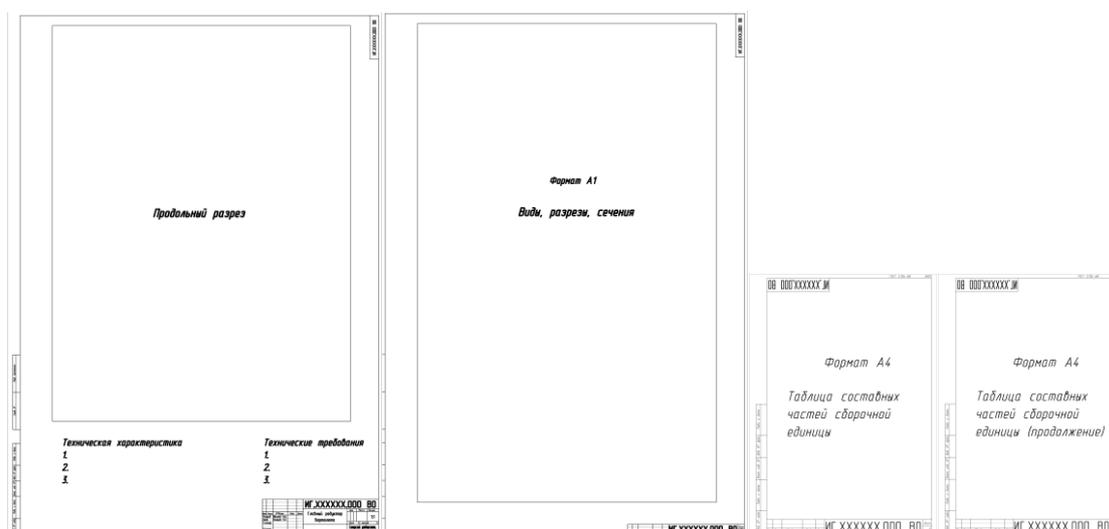


Рисунок 40 – Схема чертежа общего вида

Как следует из рисунка, листы формата А1 (лист 1 и лист 2) с соответствующими форматами и содержанием основных надписей чертежа должны включать преимущественно графическую и атрибутивную информацию, листы формата А4 (лист 3, лист 4 и т.д.) – текстовую.

На первом листе для пояснения общей конструкции редуктора расположим главный вид в разрезе с номерами позиций деталей, входящих в сборочную единицу (см. рисунок 39), внизу слева представим техническую характеристику и над основной надписью технические требования.

На втором листе представим графическую и атрибутивную информацию о сборочной единице (виды, разрезы, сечения), которая дополняет информацию, размещённую на первом листе (в виде продольного разреза). Для пояснения геометрии и расположения деталей сборки дополнительно воспользуемся:

- видами сверху и снизу, поясняющими, в частности, форму корпусов и их фланцев с отверстиями, расположение рёбер жёсткости, способы установки стопорных шайб и крепления изделия к подредукторной раме;
- местными видами и разрезами, поясняющими геометрию приливов на крышках и корпусах, а также пазов на валах и пр.

На третьем, четвёртом и далее листах в виде таблицы (см. таблицу 1) разместим текстовую информацию о деталях, входящих в состав сборочной единицы.

3.2 Оформление чертежа общего вида редуктора

Оформление чертежа общего вида произведём в соответствии со схемой (см. рисунок 40) и содержанием (см. выше п. 3.1).

Первый лист чертежа общего вида в соответствии со схемой (см. рисунок 40) представляет собой вертикально расположенный формат А1 (**Режим, Формат листа А1 (841x594), Кратность 1, Вертикальный, Загрузить первый лист, ОК**), на котором выполнен продольный разрез сборочной единицы редуктора с обозначением позиций входящих в неё деталей (см. рисунок 39), нанесены размеры (габаритные и присоединительные), а также оформлены (заполнены) основная и дополнительная надписи, представлена техническая характеристика и технические требования (рисунок 41).

Для автоматизированного заполнения основной и дополнительной надписи воспользуемся таблицами диалога меню **Свойства** : **Общие и САД** (таблицу **Материал** в нашем случае не заполняем).

В поля таблицы **Общие** запишем **Обозначение:** ИГ.ХХХХХХ.000 ВО; **Наименование:** РЕДУКТОР ГЛАВНЫЙ Чертеж общего вида; **Разработал:** Фамилию И.О. студента; **Проверил:** Фамилию И.О. преподавателя. В поля таблицы **САД** записываем **Масштаб:** 1:1; **Лист:** 1, **Листов:** 6, **Литера 1:** У, **ОК**. Записанная в полях информация должна автоматически отобразиться в основной и дополнительной надписях формата.

Чтобы отредактировать содержание поля **Наименование предприятия** (в нижнем правом углу), последовательно нажмём **Режим, Редактирование формата, Редактирование текста** , строку текста, в появившейся таблице **Настройка заполнения спецификации** заполним поле **Наименование предприятия:** Самарский университет, номер группы (например, 2205), **ОК**.

Чтобы сделать текст, размещённый в полях основной и дополнительной надписи, наклонным, последовательно отредактируем  его (указав строку курсором, **ПКМ, Свойства, Курсив, ОК**).

Используя буфер обмена (**Ctrl+C**, **Ctrl+V**) из файла «Схема сборки редуктора вертолёта ПОЛНАЯ_.adm» (папка «Готовые детали_1») (см. рисунок 20), перенесём информацию о продольном разрезе редуктора, которую расположим вертикально. Чтобы продольный разрез разместился в пределах формата А1, «отрежем» (ограничив тонкими линиями обрыва  и удалив  изображение между ними) часть изображения выходного вала, которую разместим правее (см. рисунок 39).

Для нанесения номеров позиций деталей, входящих в состав сборочной единицы, воспользуемся режимом **Создание выносной полки**  и, при необходимости редактирования номера позиции, режимом **Редактирование текста** . Положение выносной полки, при необходимости, редактируем с использованием режима **Изменение положения узлов элемента** .

Для записи текста технических требований воспользуемся режимом **Технические требования** . Технические характеристики записываем, используя редактор текста , .

На рисунке 42 представлен оформленный 2-й лист чертежа общего вида.

Оформление второго листа аналогично оформлению первого листа чертежа общего вида: формат А1 (**Режим, Формат листа А1 (841x594), Кратность 1, Вертикальный, Загрузить следующий лист, ОК**). Виды сверху (А) и снизу (Б) получим, используя возможности построения чертёжных видов по 3D моделям .

В качестве 3D модели возьмём файл «3D модель сборки редуктора вертолёта ПОЛНАЯ_.adm» (из папки «Готовые детали_2») (см. рисунок 38). По построенному виду сверху (**удалить невидимые линии, ОК**) построим чертёжные виды А и Б (рисунок 43).

Для экономии времени построения видов А и Б предварительно удалим из файла 3D модели деталей трансмиссии, оставив только 3D модели входного и выходного валов и короны.

Для автоматизированного заполнения основной и дополнительной надписи так же, как раньше, воспользуемся таблицами диалога меню **Свойства** : **Общие** и **CAD**.

Оформление третьего, четвертого и пятого листов аналогично оформлению первого листа чертежа общего вида: формат А4 (**Режим, Формат листа А4, Кратность 1, Загрузить следующий лист, ОК**).

Для автоматизированного заполнения основных и дополнительных надписей также воспользуемся таблицами диалога меню **Свойства** : **Общие** и **CAD**.

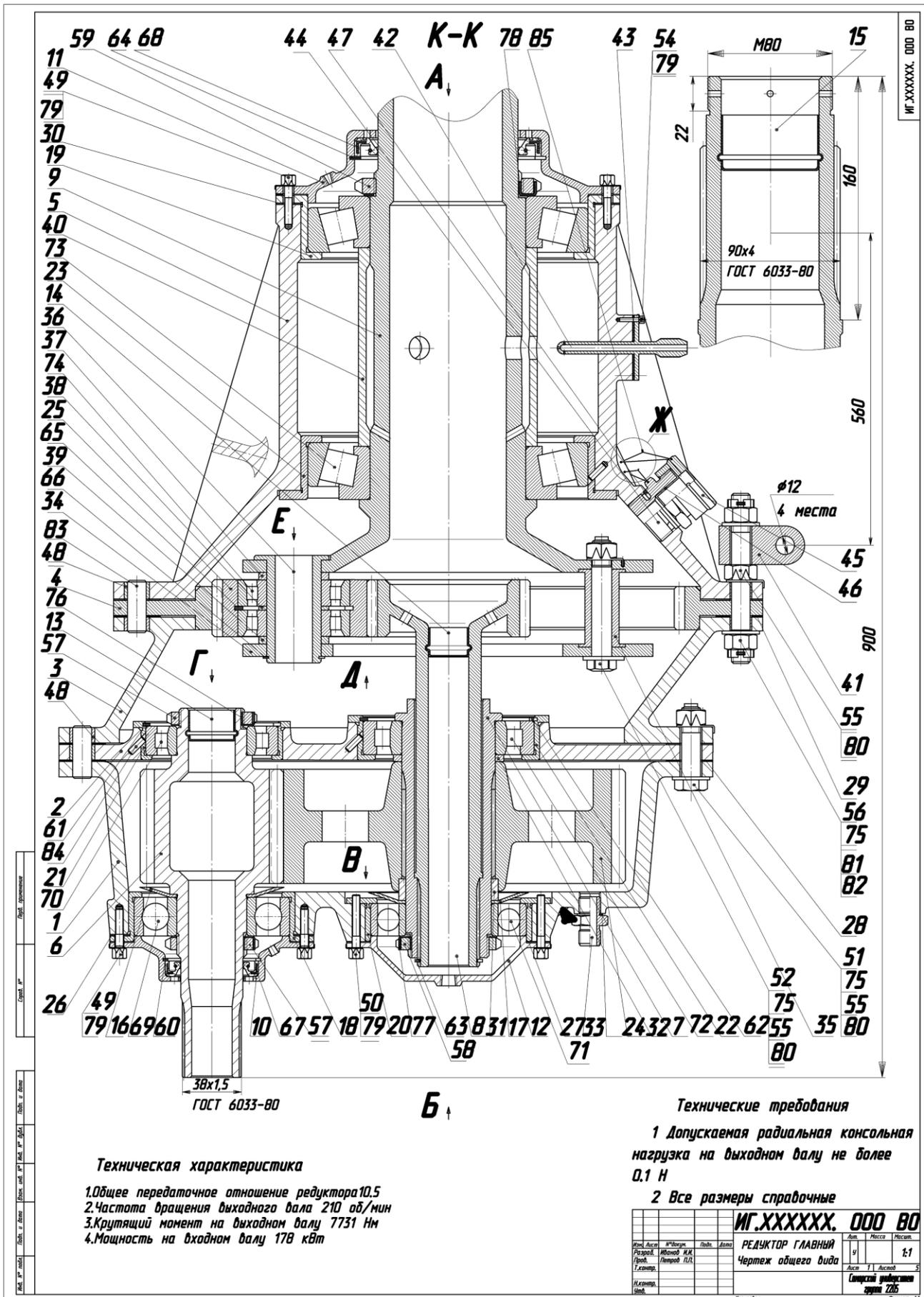
Таблицу составных частей сборочной единицы построим «вручную», используя функции **Отрезок**  и **Копия** , **Линейная** (вдоль оси Y).

Ширина первого столбца таблицы – 15 мм, второго столбца – 60 мм, третьего – 60 мм, четвёртого – 15 мм, пятого – 35 мм. Высота каждой строки 8 мм.

С целью экономии места ширина второго и третьего столбцов таблицы, расположенной на пятом листе чертежа ВО, составляет 40 мм и 80 мм соответственно.

Заполнение каждой ячейки в таблицах реализуем, используя режим **Текст** . Для необходимой корректировки текста – режим **Редактирование текста** .

На рисунках 43-46 соответственно представлены оформленные 3-й, 4-й, 5-й и 6-й листы чертежа общего вида. Формирование видов по 3D модели представлено на рис. 47.



Техническая характеристика

1. Общее передаточное отношение редуктора 10.5
2. Частота вращения выходного вала 210 об/мин
3. Крутящий момент на выходном валу 7731 Нм
4. Мощность на входном валу 178 кВт

Технические требования

1. Допускаемая радиальная консольная нагрузка на выходном валу не более 0.1 Н
2. Все размеры справочные

				ИГ.ХХХХХХ. 000 В0		
Имя	Адрес	№ документа	Дата	РЕДУКТОР ГЛАВНЫЙ		
Разработ.	Иванов И.И.	Лист	Всего	Чертеж общего вида		
Проект.	Петров П.П.	Лист	Всего	ИГ.ХХХХХХ. 000 В0		
Контр.		Лист	Всего	РЕДУКТОР ГЛАВНЫЙ		
Исполн.		Лист	Всего	Чертеж общего вида		
Свч.		Лист	Всего	ИГ.ХХХХХХ. 000 В0		

Рисунок 41 – Содержание чертежа общего вида (лист 1)

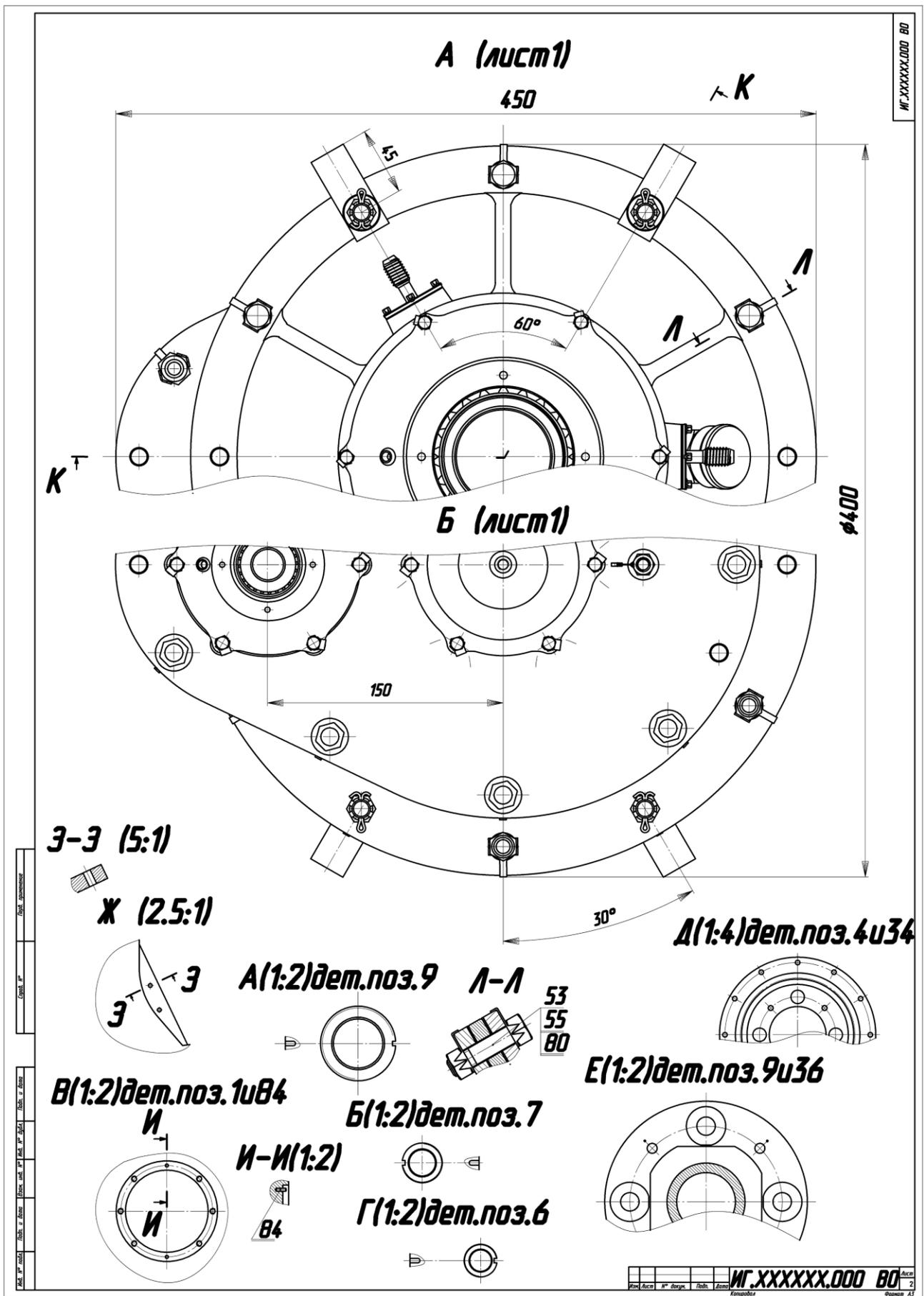


Рисунок 42 – Содержание чертуа общего вида (лист 2)

08 000'XXXXXX'JI

Таблица составных частей (продолжение)

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Доп. указания	
28	ИГ.ХХХХХХ.023	Прокладка	1	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80	
29	ИГ.ХХХХХХ.024	Прокладка	1	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80	
30	ИГ.ХХХХХХ.025	Прокладка	1	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80	
31	ИГ.ХХХХХХ.026	Кольцо центрирующее	1	40Х ГОСТ 4543-71	
32	ИГ.ХХХХХХ.027	Кольцо регулировочное	1	40Х ГОСТ 4543-71	
33	ИГ.ХХХХХХ.028	Штуцер	1	12Х13 ГОСТ 5949-75	
34	ИГ.ХХХХХХ.029	Планшайба	1	30ХГСА ГОСТ 4543-71	
35	ИГ.ХХХХХХ.031	Втулка распорная	1	30ХГСА ГОСТ 4543-71	
36	ИГ.ХХХХХХ.032	Ось сателлита	1	30ХГСА ГОСТ 4543-71	
37	ИГ.ХХХХХХ.033-1	Кольцо регулировочное	1	40Х ГОСТ 4543-71	
38	ИГ.ХХХХХХ.033-2	Кольцо регулировочное	1	40Х ГОСТ 4543-71	
39	ИГ.ХХХХХХ.033-3	Кольцо регулировочное	1	40Х ГОСТ 4543-71	
40	ИГ.ХХХХХХ.034	Втулка распорная	1	30ХГСА ГОСТ 4543-71	
41	ИГ.ХХХХХХ.035	Кронштейн	1	12Х13 ГОСТ 5949-75	
42	ИГ.ХХХХХХ.036	Форсунка	1	12Х13 ГОСТ 5949-75	
43	ИГ.ХХХХХХ.037	Прокладка	1	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80	
44	ИГ.ХХХХХХ.038	Штуцер	1	12Х13 ГОСТ 5949-75	
45	ИГ.ХХХХХХ.039	Крышка	1	12Х13 ГОСТ 5949-75	
46	ИГ.ХХХХХХ.041	Сетка	1	Л63 ГОСТ 6613-86	
47	ИГ.ХХХХХХ.042	Прокладка	1	Паронит ВП-1 по ТУ11430-80	
48	ИГ.ХХХХХХ.043	Втулка	1	12Х13 ГОСТ 5949-75	
		Покупные изделия			
49		Болт М5х25 ГОСТ7798-80	12	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	
50		Болт М5х35 ГОСТ7798-80	6	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	
51		Болт М12х50 ГОСТ7798-80	9	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	
52		Болт М12х80 ГОСТ7798-80	4	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	
53		Болт М12х45 ГОСТ7798-80	6	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	
54		Болт М5х14 ГОСТ7798-80	12	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	
		ИГ.ХХХХХХ.000 ВО			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	4

Копировал

Формат А4

Рисунок 44 – Содержание чертежа общего вида (лист 4)

08 000'XXXXXX'И

Таблица составных частей (продолжение)

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Доп. указания
55		Гайка М12ГОСТ5927-70	23	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
56		Гайка334А-12	8	30ХГСА ГОСТ 4543-71
57		Гайка ВМ42х1.5 ГОСТ 11871-80	2	38ХА ГОСТ 4543-71
58		Гайка ВМ52х1.5 ГОСТ 11871-80	1	38ХА ГОСТ 4543-71
59		Гайка ВМ95х1.5 ГОСТ 11871-80	1	38ХА ГОСТ 4543-71
60		Кольцо А62 ГОСТ13943-86	2	30Х13 ГОСТ4543-71
61		Кольцо А88 ГОСТ13943-86	1	30Х13 ГОСТ 4543-71
62		Кольцо А115 ГОСТ13943-86	1	30Х13 ГОСТ 4543-71
63		Кольцо А42 ГОСТ13942-86	4	30Х13 ГОСТ 4543-71
64		Кольцо А125 ГОСТ13943-86	1	30Х13 ГОСТ 4543-71
65		Кольцо А75 ГОСТ13943-86	4	30Х13 ГОСТ 4543-71
66		Кольцо А40 ГОСТ13942-86	4	30Х13 ГОСТ 4543-71
67		Манжета 40х60 ГОСТ 8752-79	1	Резиновая смесь ИРП-1316 по ТУ 380051166-73
68		Манжета 90х120 ГОСТ 8752-79	1	Резиновая смесь ИРП-1316 по ТУ 380051166-73
69		Подшипник 209 ГОСТ 8338-75	1	
70		Подшипник 32209 ГОСТ 8328-75	1	
71		Подшипник 1000909 ГОСТ8338-75	1	
72		Подшипник 32111 ГОСТ 8328-75	1	
73		Подшипник 7220 ГОСТ 333-79	2	
74		Подшипник 2207 ГОСТ 8328-75	8	
75		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	21	20Х13 ГОСТ 5632-72
76		Шайба 2Н.42 ГОСТ 11872-89	2	Сталь 15 ГОСТ 1050-88
77		Шайба 2Н 52 ГОСТ 11872-89	1	Сталь 15 ГОСТ 1050-88
78		Шайба 2Н.95 ГОСТ 11872-89	1	Сталь 15 ГОСТ 1050-88
79		Шайба 2Н.5 ГОСТ 13463-77	30	12Х18Н10Т ГОСТ 4543-71
80		Шайба 2Н.12 ГОСТ 13463-77	29	12Х18Н10Т ГОСТ 4543-71
81		Шпилька 5359А-12-110-3.2	4	38ХА ГОСТ 4543-71
82		Шпунт 3.2х25-2.16 ГОСТ397-79	8	12Х18Н10Т ГОСТ 4543-71
83		Штифт 12h8x35 ГОСТ 3128-70	5	30ХГСА ГОСТ 4543-71
84		Штифт 4h8x12 ГОСТ 3128-70	5	30ХГСА ГОСТ 4543-71

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ИГ.ХХХХХХ.000 ВО Лист 5

Копировал

Формат А4

Рисунок 45 – Содержание чертежа общего вида (лист 5)

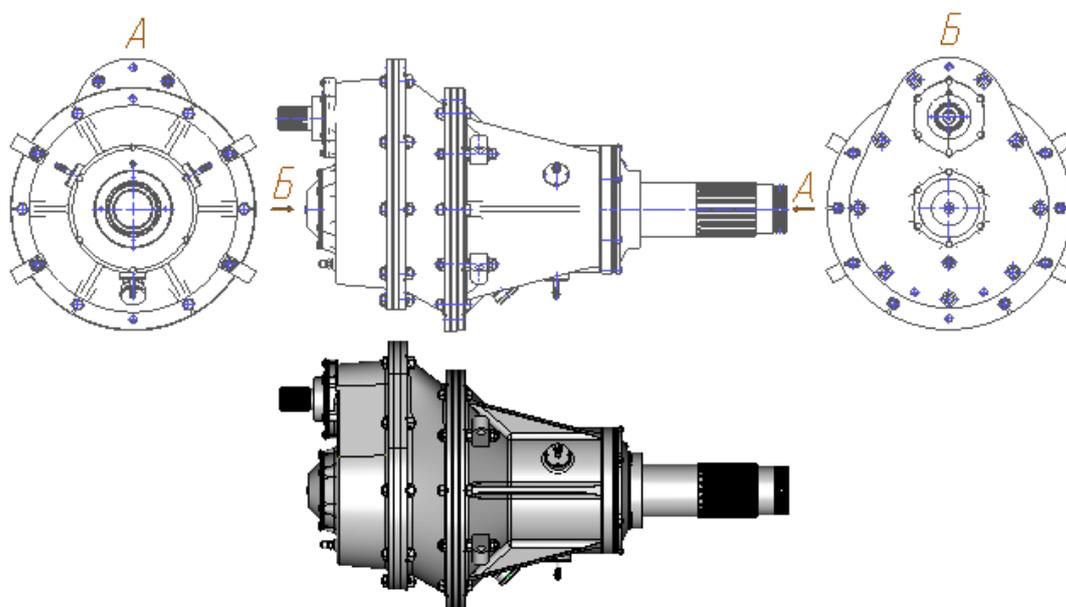


Рисунок 47 – Формирование видов по 3D модели

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чемпинский, Л.А. Моделирование конструкции вертолетного редуктора в среде ADEM VX. Моделирование первой ступени: учеб. пособие [Текст]/ Л.А. Чемпинский. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2019. – 76 с.
2. Вальтер, А.В. Системы подготовки электронной технической документации (препринт) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/a/AVWALTER/academic/Tab1/SPETD.pdf> – (Дата обращения: 19.08.2019)
3. ГОСТ 2.101—2016. Единая система конструкторской документации. Виды изделий [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2014. – 7 с.
4. ГОСТ 2.102—2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.
5. ГОСТ 2.053—2013. Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.
6. ГОСТ 2.103—2013. Единая система конструкторской документации. Стадии разработки [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2015. – 10 с.
7. Карталис, Н.И. Особенности проектирования корпусных деталей типовых конструкций редукторов: учеб.-метод. пособие [Текст]/ Н.И. Карталис, В.А. Пронин – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 46 с.
8. ГОСТ 2.316-2008. Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2009. – 10 с.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

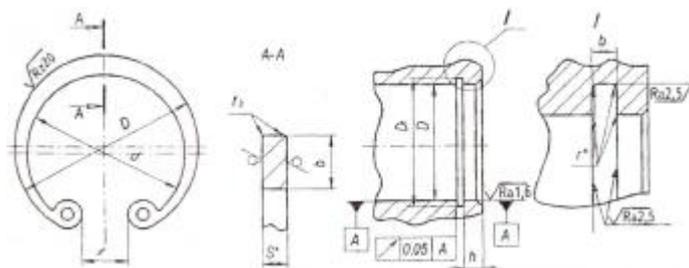
Сконструировать сборку планетарной передачи

№ варианта	Рессора			Сателлит		Кол. шт.	Корона		№ подшипника
	m	z_p	D_p (mz_p)	$Z_{сат}$	$D_{сат}$ ($mz_{сат}$)		$D_{короны}$ ($D_p+2D_{сат}$)	$Z_{кор}$ ($D_{кор}/m$)	
1	2,5	33	82.5	42	105	3	292.5	117	2207
2	2,5	36	90	38	95	4	280	112	2206
3	2,5	40	100	35	87.5	5	275	110	2205
4	3	27	81	36	108	3	297	99	2207
5	3	32	96	32	96	4	288	96	2206
6	3	35	105	30	90	5	285	95	2205
7	3,5	24	84	30	105	3	294	84	2207
8	3,5	28	98	28	98	4	294	84	2206
9	3,5	30	105	25	87.5	5	280	80	2205
10	4	21	84	27	108	3	300	75	2207
11	4	24	96	24	96	4	288	72	2206
12	4	25	100	20	80	5	260	65	2205
13	4,5	18	81	21	94.5	3	270	60	2207
14	4,5	20	90	24	108	4	306	68	2206
15	4,5	20	90	20	90	5	270	60	2205
16	5	15	75	21	105	3	285	57	2207
17	5	16	80	20	100	4	280	56	2206
18	5	20	100	15	75	5	250	50	2205
19	5,5	15	82.5	18	99	3	280.5	51	2207
20	5,5	16	88	16	88	4	264	48	2206
21	5,5	20	110	15	82.5	5	275	50	2205
22	6	15	90	15	90	3	270	45	2207
23	6	16	96	16	96	4	288	48	2206
24	6	15	90	15	90	5	270	45	2205

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1

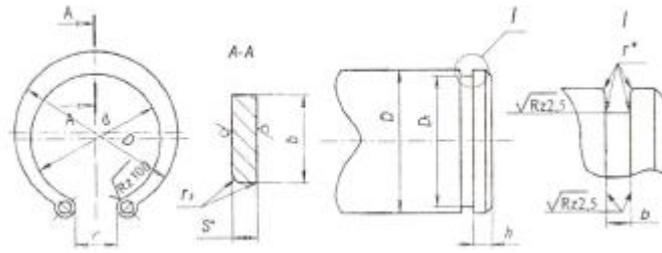
Кольца пружинные упорные плоские внутренние эксцентрические (ГОСТ 13943-86)*



Диаметр корпуса $D_{корп.}$	Кольцо					Канавка			
	$D_{кольца}$	d	b	l	S	D_1	b	r	h
40	43,5	37,7	3,9	12,0	1,0	42,5	1,9	0,1	3,8
42	45,5	39,3	4,1			44,5			
45	48,5	42,1	4,2			47,5			
46	49,5	43,1	4,3	14,0	1,1	48,5			
47	50,6	44,0	4,4			49,5			
48	51,6	44,8	4,5			50,5			
50	54,2	47,2	4,6	16,0	1,3	53,0		0,1	4,5
52	56,2	49,4	4,7			55,0			
54	58,2	51,2	4,8			57,0			
55	59,2	51,8	5,0			58,0			
56	60,2	52,6	5,1			59,0			
58	62,2	54,4	5,2			61,0			
60	64,2	56,0	5,4			63,0			
62	66,2	57,8	5,5			65,0			
65	69,2	60,2	5,8			68,0			
68	72,5	62,9	6,1			71,0			
70	74,5	65,1	6,2	73,0	1,5	0,2	5,3		
72	76,5	66,7	6,4	75,0					
75	79,5	69,3	6,6	78,0					
78	82,5	71,9	6,8	81,0					
80	85,5	74,5	7,0	83,5					
82	87,5	76,5		85,5					
85	90,5	79,1	7,2	88,5	20,0	2,2	5,3		
88	93,5	81,7	7,4	91,5					
90	95,5	83,9	7,6	93,5					
92	97,5	85,5	7,8	95,5					
95	100,5	87,9	8,1	98,5					
98	103,5	90,5	8,3	101,5					
100	105,5	92,3	8,4	103,5					

* Параметрические модели колец построены с условием, что кольцо на вал (и в канавку) может быть установлено без предварительного деформирования, т.е. $D_{кольца} = D_1$

Кольца пружинные упорные плоские наружные эксцентрисические



Диаметр вала D	Кольцо					Канавка			
	D	d	b	l	S	D ₁	b	r	h
25	28,5	23,1	3,6	3	1,2	23,5	1,4	0,1	2,3
28	31,8	25,8	4,0			26,5			
30	33,8	27,8				28,5			
32	36,1	30,1	4,4	6	1,7	30,2	1,9	0,2	2,7
35	39,6	32,2	4,9			33,0			
38	42,6	35,0				36,0			
40	44,7	36,5	5,5			37,5			
42	46,7	38,5				39,5			
45	49,7	41,5				42,5			
48	52,7	44,5		45,5					
50	54,8	45,8	6,0	2,0	47	2,2	4,5		

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА»

ИНСТИТУТ ДВИГАТЕЛЕЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

**АЛЬБОМ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

по результатам работы в третьем семестре

Вариант задания N

Студент: гр.2205 Иванов И.И.

Проверил: Петров П.П.

Самара 2020

Содержание альбома технической документации по результатам работы в третьем семестре

1. Аксонометрия 3D модели сборки выходной ступени редуктора (планетарной передачи и выходного вала) с четвертным вырезом, формат А4.
2. Схема сборки выходной ступени редуктора (планетарной передачи и выходного вала), формат А3.
3. Аксонометрия 3D модели редуктора и его обвязки в сборе (с четвертным вырезом), формат А4.
4. Схема сборки трансмиссии редуктора вертолёта, формат А3.
5. Чертёж общего вида редуктора вертолёта (2 листа формата А1 и 4 листа формата А4 с таблицей составных частей).

Содержание приложенных файлов к альбому технической документации на съёмном носителе (студента Иванова И.И., группа 2205):

- две 3D модели выходной ступени в сборе (с резьбой, шлицами, зубьями и без них);
- аксонометрия с четвертным вырезом 3D модели выходной ступени в сборе (с резьбой, шлицами и зубьями);
- схема сборки выходной ступени редуктора;
- две 3D модели редуктора и его обвязки в сборе (с резьбой, шлицами, зубьями и без них);
- аксонометрия 3D модели редуктора и его обвязки в сборе (с четвертным вырезом);
- схема сборки трансмиссии редуктора вертолёта;
- чертёж общего вида редуктора вертолёта.

Студент прикладывает также файлы с замечаниями и предложениями по ходу выполнения практики (с необходимыми скриншотами).

Вывод на печать

Вывод на печать осуществляется с использованием интерфейса ADEM print:

- для схем сборочных чертежей и чертежа общего вида – вывод на печать чертежа соответствующего формата (А1, А3 или А4);
- для аксонометрических изображений – вывод в файл .emf с дальнейшей печатью из MS Word;
- для распечатки с любого принтера текстово-графической информации – вывод в файл .xps с предварительным выбором и настройкой параметров печати принтера.

Учебное издание

Чемпинский Леонид Андреевич

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ
ВЕРТОЛЕТНОГО РЕДУКТОРА В СРЕДЕ ADEM VX.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫХОДНОЙ СТУПЕНИ.
СОСТАВЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА**

Учебное пособие

Редактор Т.К. К р е т и н и н а
Компьютерная верстка Л.Р. Д м и т р и е н к о

Подписано в печать 21.10.2020. Формат 60x84 1/8.
Бумага офсетная. Печ. л. 7,0.
Тираж 25 экз. Заказ . Арт. – 7(P2У)/2020.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Издательство Самарского университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

