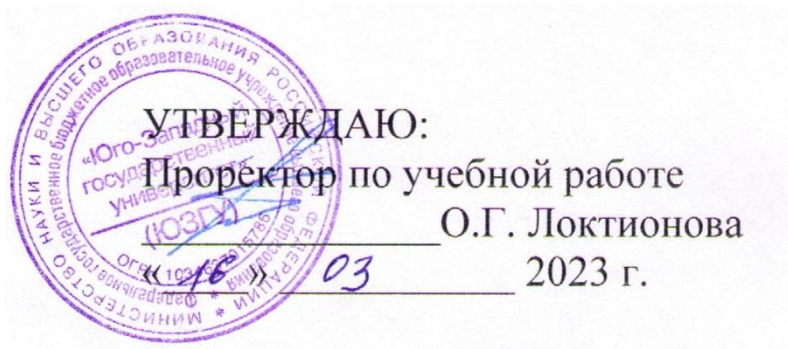


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 01.10.2023 15:28:40  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования



### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СБОРКИ РЕДУКТОРА. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ СБОРКИ.**

Методические указания к выполнению лабораторной работы №1  
по дисциплине «Технология машиностроения, специальная часть»  
для студентов направления подготовки 15.04.01  
«Машиностроение» очной и заочной форм обучения

Курск 2023

УДК 621.9.06

Составители: В.В. Пономарев, В.В. Сидорова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент О.С. Зубкова

**Определение последовательности сборки редуктора. Разработка схемы сборки.:** Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технология машиностроения, специальная часть» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Пономарев, В.В. Сидорова. Курск, 2023. 15 с.: ил. 6. Библиогр.: с. 14.

Излагаются методические указания по определению последовательности сборки редуктора и разработки схемы сборки.

Методические указания соответствуют требованиям образовательной программы, утвержденной учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки «Машиностроение».

Предназначены для студентов направления подготовки 15.04.01 очной и заочной форм обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 0,81. Уч.-изд. л. 0,74. Тираж 100 экз. Заказ Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ.

Приобретение навыков в разработке технологического процесса сборки изделия.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### 1. СТРУКТУРА МАШИНЫ

Каждая машина состоит из ряда сборочных единиц: узлов, подузлов, комплектов и деталей. Такое деление изделий машиностроения на сборочные единицы необходимо для облегчения сборки и позволяет создавать машины по агрегатному принципу. Деление на отдельные сборочные единицы позволяет осуществлять их изготовление и регулирование одновременно независимо одной от другой и, следовательно, сократить сроки изготовления машины или любого другого изделия, увеличить оборачиваемость оборотных средств.

Под деталью следует понимать кусок необходимого количества выбранного материала, ограниченного рядом поверхностей, расположенных относительно друг друга (относительно баз) исходя из служебного назначения детали в машине и наиболее экономичной технологии ее изготовления и монтажа (рис. 1. а).

Построение машины осуществляется путем соединения деталей. Соединяясь в процессе сборки, детали образуют сборочные единицы. Элементарно простой сборочной единицей является комплект.

Под комплектом понимают сборочную единицу, к базирующей детали которой присоединены одна или несколько других деталей машины. Функции базирующей детали сводятся не только к соединению одних деталей с другими, но и обеспечению их относительных поворотов и расстояний, требуемых служебным назначением в машине (рис. 1.б).

Следующей по сложности сборочной единицей является подузел. Подузел – это сборочная единица, состоящая из базирующей детали, на которую смонтирована хотя бы одна предшествующая сборочная единица, т. е. комплект. В общем случае подузел может иметь несколько комплектов и отдельных деталей, смонтированных непосредственно на его базирующую деталь (рис. 1.в). Положив в основу дальнейшего усложнения сборочных единиц присое-

динение к базирующей детали, как минимум, одной предшествующей сборочной единицы, получим следующие более сложные сборочные единицы: узел 1 порядка, узел 2 порядка и т.д. (рис. 1. г). Последний наиболее сложной сборочной единицей является сама МАШИНА (рис. 1.д).

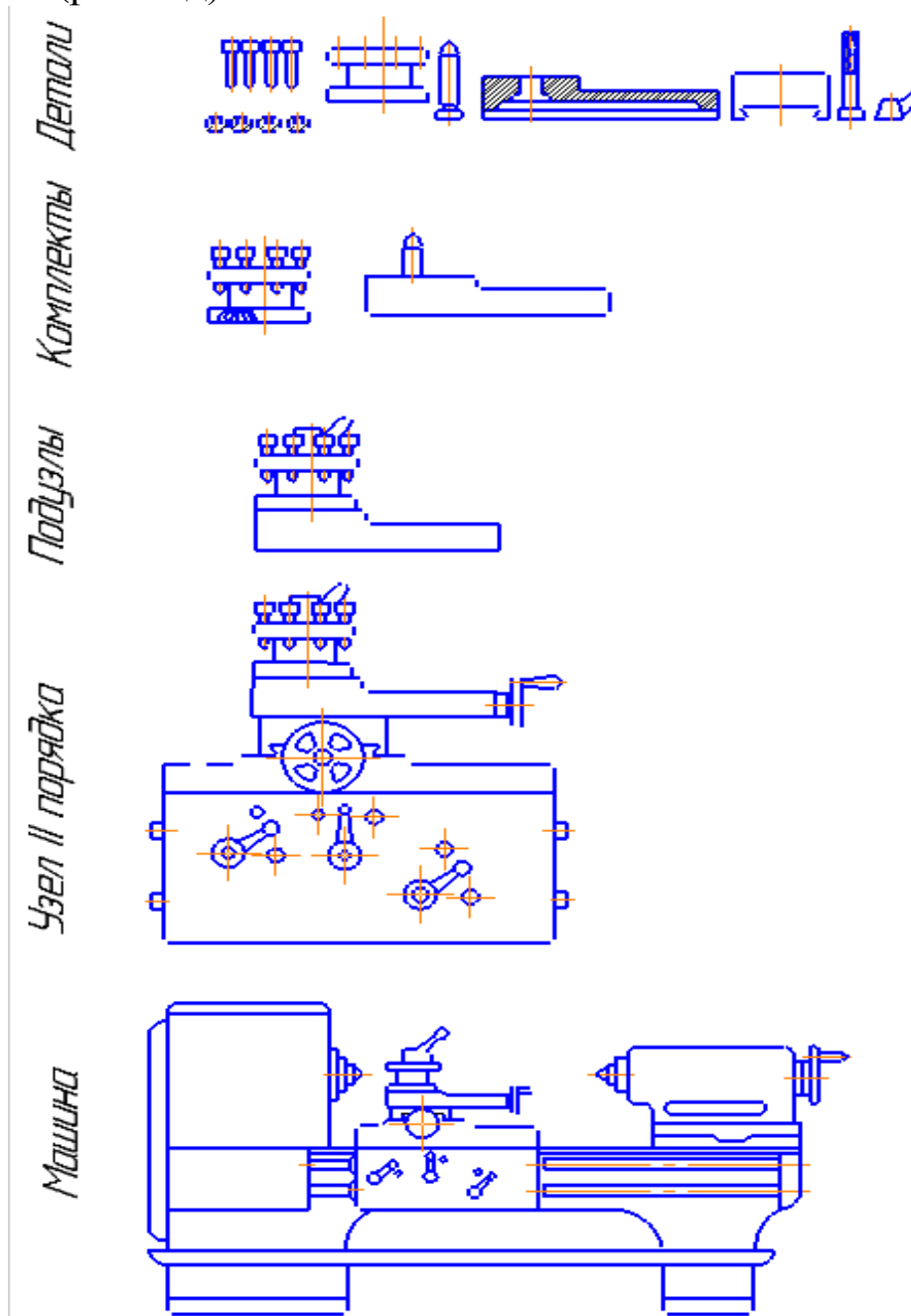


Рис.1 Машина как объект производства

## 2. РАЗМЕРНЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ОТДЕЛЬНЫМИ ДЕТАЛЯМИ И СБОРОЧНЫМИ ЕДИНИЦАМИ МАШИНЫ ПРИ СБОРКЕ

Соединение деталей и сборочных единиц осуществляется путем приведения в соприкосновение поверхностей основных без присоединения сборочной единицы или детали с вспомогательными базами детали, к которой они присоединяются (базирующей).

Изложенное выше может быть схематически показано на примере построения любой машины (рис. 2). Базирующую деталь 1 машины устанавливают основными базами (основные базы всех деталей обозначены буквами: вспомогательные- буквами В, исполнительные- буквами И). на ее вспомогательные базы В устанавливают основными базами О сборочные единицы 2 и 5. На вспомогательные базы (В) деталей 2 и 5 основными базами устанавливают детали 3 и 6. На их вспомогательные базы основными базами соответственно устанавливают вращающиеся детали 4 и 7, несущие исполнительные поверхности И1 и И2 машины.

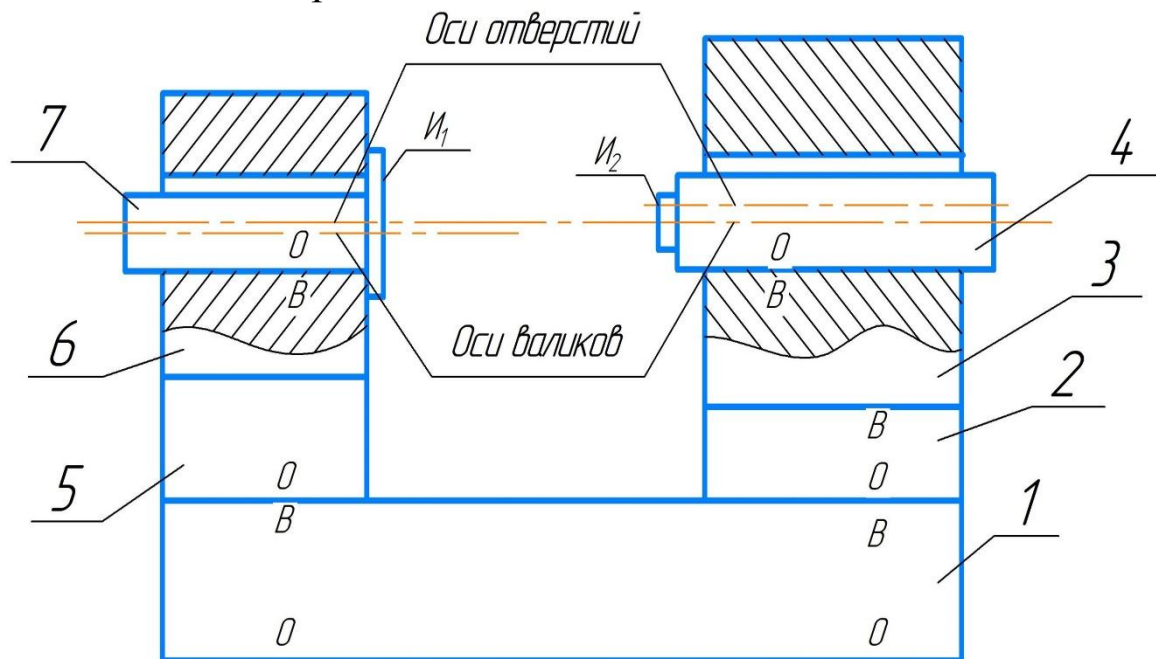


Рис. 2. Схема соединения деталей и сборочных единиц при построении машины.

Между вспомогательными и основными базами каждой из деталей существуют непосредственные связи, определяющие положение (расстояние и поворот) вспомогательных баз относительно основных (рис. 2.). Соединение двух деталей можно себе предста-

вить, как совмещение двух координатных систем, принадлежащих этим деталям (рис.3).

Из рассмотренного примера видно, что положение базированной детали 2 в системе  $OXYZ$  осуществлено с помощью нескольких ее поверхностей-баз, полностью определяющих положение системы  $O_1X_1Y_1Z_1$ . В данном случае потребовалось три базы (поверхность, ось, точка). Совокупность трех баз, образующих систему координат  $O_1X_1Y_1Z_1$  или  $OXYZ$  называется комплектом баз. Известны три типовых комплекта баз [1]. В нашем случае типовой комплект баз состоит из двойной направляющей и двух опорных. Для детали 2 эти базы будут основными, а для детали 1 – вспомогательными.

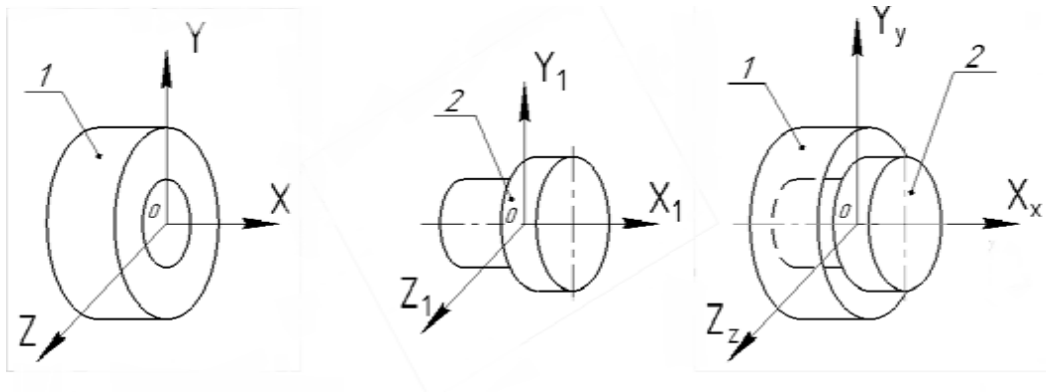


Рис.3. схема координатных систем двух сопрягаемых деталей:

а-перед сборкой, б- после сборки; 1-втулка; 2-валик

Комплект баз, в состав которого входит установочная, направляющая и опорная, может считаться также типовым.

Третьим типовым комплектом баз следует считать комплект, состоящий из установочной, двойной опорной и опорной баз.

Согласно ГОСТ 21495-76 «Базирование и базы в машиностроении» полное название базы должно охватывать в принятой очередности три классификационных признака: по назначению; по лишаемым степеням свободы; по характеру проявления. Так, базы, определяющие положение вала, показанного на рис. 4 имеют следующие название: конструкторская основная, двойная направляющая, скрытая база (опорные точки 1, 2, 3, 4.); конструкторская основная, опорная явная база (опорная точка б). Ради упрощения из названия баз часто опускают слово «конструкторская» и «явная», имея в виду, если база основная или вспомогательная, то само со-

бой разумеется, что она конструкторская и если база не скрытая, то она явная.

Например, ставится задача: выявить схему базирования вала в корпусе (рис. 4). Так как задача касается определения положения самого вала в какой-то сборочной единице, то речь может идти лишь о конструкторских основных базах. Поэтому согласно выше изложенному в комплект основных баз входят: двойная направляющая скрытая, опорная и опорная скрытая. При нанесении опорных точек, обозначающих скрытые базы, их проставляют на оси вне чертежа (точки 1, 2, 3, 4 и 6). Опорная точка 5 должна своим острием быть направлена от втулки подшипника на торец вала и символизировать опору.

Средняя шейка вала является вспомогательной базой: для втулок-двойной опорной (т.к.  $L_d < 1$ ); скрытой для зубчатого колеса-двойной направляющей (т.к.  $L_1 d > 1$ ), скрытой.

Совместить координатные системы двух деталей можно только в том случае, если сопрягаемые поверхности основных и вспомогательных баз соединяемых деталей будут иметь геометрически правильные формы (плоскость, цилиндр и т.д.).

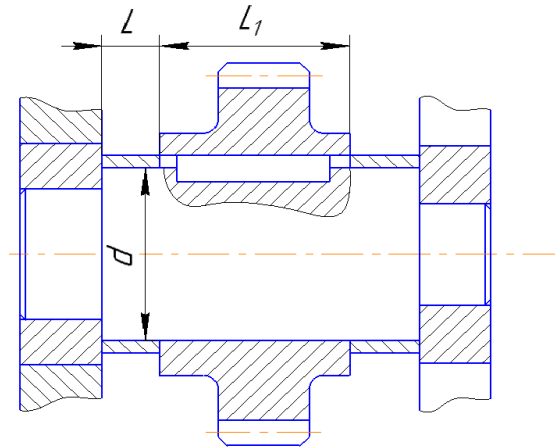


Рис. 4. Реализация двойной направляющей базы сочетанием двух поверхностей опорных шеек вала

Поэтому дополнительно к необходимости получения поверхностей деталей правильной геометрической формы добавляется требование обеспечения требуемой шероховатости и качества поверхностного слоя материала. Для этого исполнительные поверхности и поверхности основных и вспомогательных баз обрабатывают, в то время как свободные поверхности (несопрягаемые), как прави-

ло, не обрабатывают. Необходимость в их обработке возникает при уменьшении дисбаланса; повышения усталостной прочности; назначении на массу детали жесткого допуска; работе в среде, вызывающей коррозию и т. п.

### 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СБОРКИ МАШИН

Последовательность сборки машин разного назначения в основном зависит от специфики их конструкции. Однако существуют следующие некоторые общие положения, которых надо придерживаться, разрабатывая технологию сборки конкретной машины.

1. Сборку следует начинать с формирования тех размерных цепей, с помощью которых в машине решаются наиболее ответственные задачи. Для двухступенчатых редукторов это промежуточный вал, воспринимающий и передающий крутящий момент наибольшему числу других валов редуктора, а следовательно, находящиеся в зависимости с большим числом размерных цепей заложенных в конструкцию.

2. При наличии параллельно связанных размерных цепей их построение в машине следует начинать с установки деталей, размеры которых являются общими звеньями. При этом в первую очередь решаются задачи обеспечения точности размерных цепей с наименьшим допуском замыкающего звена.

3. Если качество изделия обеспечивается методами полной или групповой взаимозаменяемости, то последовательность сборки может быть любой (в соответствии с расположением деталей на валах или других базовых деталях), лишь бы не потребовалась разборка из-за неблагоприятного соотношения размеров устанавливаемых деталей.

4. При применении методов неполной взаимозаменяемости, пригонки и регулирования определяющим фактором при выборе варианта последовательности установки деталей в изделие служит минимальный объем сборочных, пригоночных и регулировочных работ.

5. Для изделий высокой точности, сборка которых должна осуществляться по методам взаимозаменяемости, пригонки или регулировки с изменением их положения, сборку начинают с установки деталей той размерной цепи, с помощью которой решается



наиболее ответственная задача. Такой задачей обычно является обеспечение относительных поворотов исполнительных поверхностей деталей изделий.

6. Далее, независимо от назначения изделий, следует переходить к установке тех сборочных единиц и деталей, относительные повороты поверхностей и размеры которых являются общими звеньями, принадлежащими наибольшему числу размерных цепей. Заканчивается обычно сборка изделия установкой крышек, маслоуказателей, сливных пробок, затяжкой винтов крепления.

7. При достижении точности замыкающих звеньев размерных цепей методом пригонки пригоночные работы нужно выполнять вне собираемого объекта.

8. Последовательность сборки машины и ее сборочных единиц должна соответствовать избранному виду и форме организации производственного процесса.

Последовательность сборки машины удобно отображать графически в виде схемы сборки.

#### 4. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ СБОРКИ

Схема сборки является оперативным документом, по которому персонал сборочного цеха знакомится с последовательностью сборки новой машины, организует процесс сборки, ведет комплекта не сборочных единиц и их подачу в надлежащий последовательности к местам сборки, а также помогает решать другие организационные и управленческие задачи.

Конструкция большинства машин не позволяет вести их сборку без частичной разборки некоторых сборочных единиц, поступающих на общую сборку в собранном виде. Поэтому в схему сборки необходимо включать и все неизбежные по ходу технологического процесса разборки сборочных единиц. Схема сборки и разборки должна быть наглядной и отражать последовательность сборки машины во времени. Этим требованиям в наибольшей мере отвечает схема сборки, построенная следующим образом.

Лист бумаги по горизонтали делят на несколько зон для деталей, комплектов, подузлов, узлов и машины. Каждому из элемен-

тов, составляющих машину, дают условное обозначение в виде геометрической фигуры. Например, детали условно обозначаются прямоугольниками (30x10 мм) с указанием в нем наименования детали, ее номер (или номер позиции) и число деталей в данной единице, комплекты-треугольниками, подузлы – окружностями и т.д. (рис.6).

Построение общей сборки машины также, как и любой сборочной единицы, следует начинать с базирующей детали. Рассмотрим пример составления схемы сборки одноступенчатого конического редуктора (рис. 5).

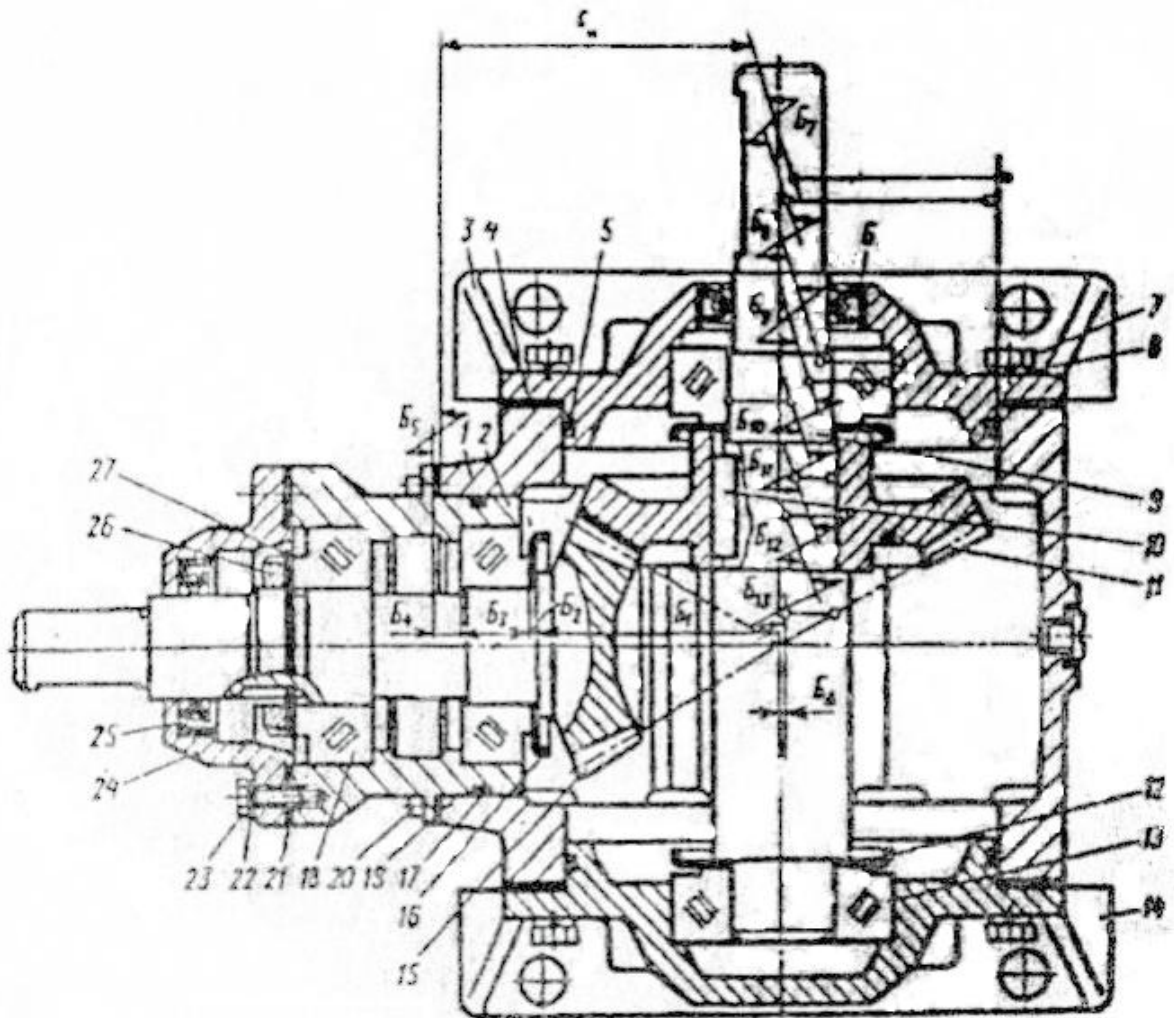


Рис.5. Конический редуктор

Корпус 1, если в него предварительно не подготавливают другие детали, поступает на сборку по крайней мере комплекта (возможно,

и на сборку более сложной сборочной единицы, например, подузла или даже изделия). Поскольку пока неизвестно, какая именно сборочная единица по сложности будет собираться, проведем линию от прямоугольника (корпус 1) только до зоны сборки комплекта.

Далее не трудно заметить, что со стороны выходного вала 9 редуктора значительно больше сложных сборочных единиц (две крышки 3 и 14 в сборе и вал 9), чем со стороны стакана 2.

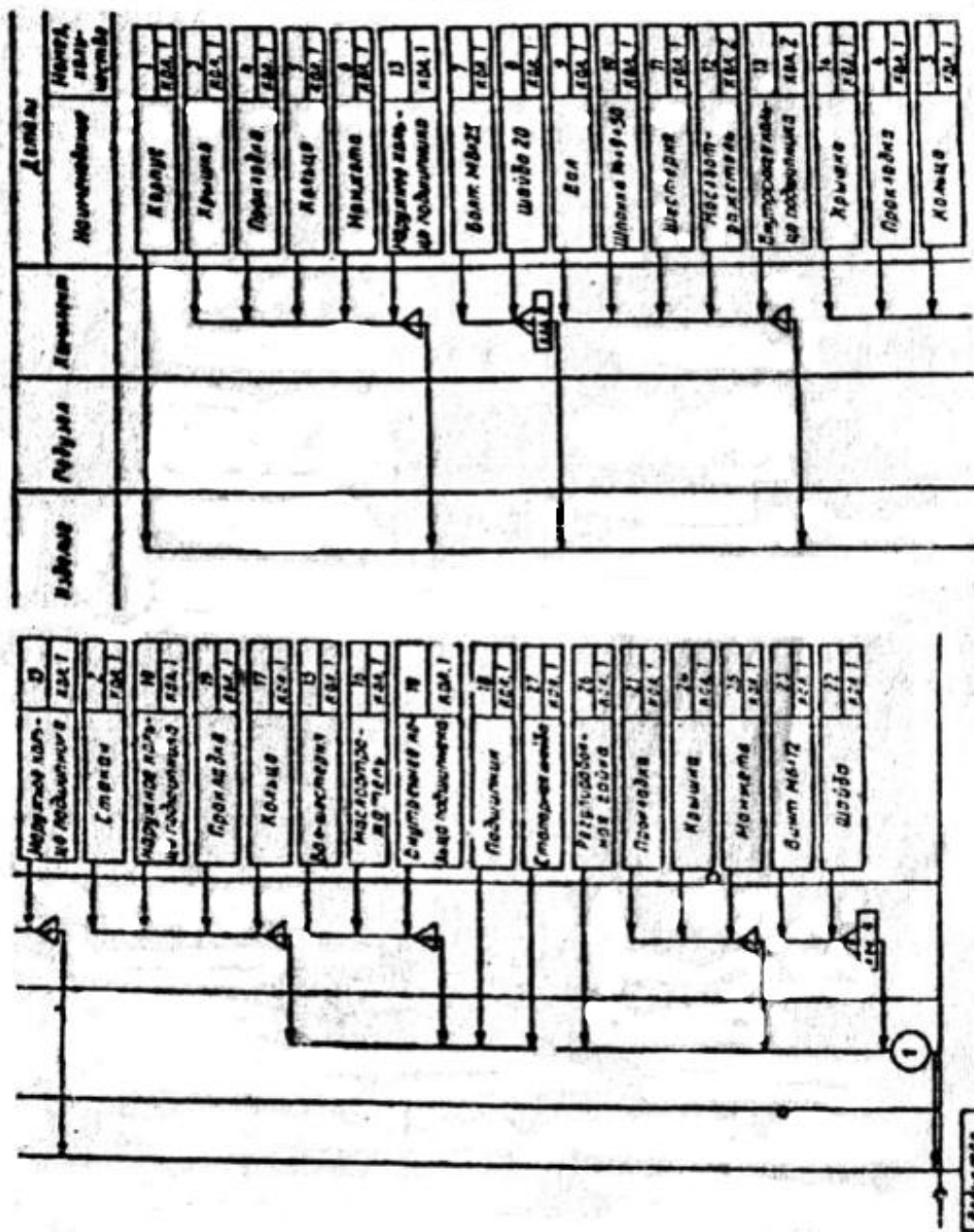


Рис.6. Схема сборки конического редуктора

Следовательно, там больше и размерных связей, а потому сборку редукторов следует производить со стороны выходного вала 9.

Установить вал 9 в корпус 1 редуктора в сборе можно только после установки одной из двух крышек 3 или 14. Конструктивно сложнее крышка 3, поэтому ее желательно собирать в первую очередь. Базовая деталь-крышка 3 этой сборочной единицы, ее заносят в схему первой. По наружной поверхности на ней базируются прокладка 4, кольцо 5, а по внутренней поверхности манжета 6, а также наружное кольцо роликоподшипника 13.

Все эти присоединяемые детали базируются на одной общей детали-крышке 3, следовательно, они образуют сборочную единицу комплект. Отразим это на схеме сборки, соединив в зоне комплектов все детали этого комплекта, а его образование изобразим в виде треугольника с цифрой 1. Поскольку комплект 1 и корпус 1 редуктора будут поступать на сборку по крайней мере подузла, проведем от треугольника с цифрой 1 и прямоугольника «корпус 1 редуктора» линии до зоны подузлов.

Крепление крышки 3 в сборе к корпусу 1 редуктора осуществляется восемью комплектами 2, каждый из которых состоит из болта 7 и шайбой 8. Этот комплект также будет поступать в зону подузлов.

Далее устанавливается сборочная единица «вал 9 в сборе». На валу 9 по наружному контуру размещается шпонка 10, шестерня 11, два маслоотражателя 12, два внутренних кольца с сепараторами роликоподшипников 13. Имеется одна базовая деталь-вал 9, следовательно, это комплект 3. Шпонка устанавливается методом пригонки, поэтому ее следует устанавливать в первую очередь. Последовательность установки остальных деталей определяется их расположением на валу 9.

Комплект 4 собирается аналогично комплекту 3. Закрепляется комплект 4 восемью комплектами 2. Осуществляется регулировка зазоров в подшипниках 13 прокладками 4. Далее на сборку поступает стакан 2 в сборе. Это сложная сборочная единица, имеющая несколько базовых деталей. Положение этой сборочной единицы в редукторе определяется положением стакана 2. Следовательно, это базовая деталь для всей сборочной единицы. По наружному кон-

туру стакана базируются прокладка 19 и уплотнительное кольцо 17, а по внутренней поверхности наружное кольцо роликоподшипника 18. По расточке под роликоподшипник 18 в этой сборочной единице базируется сборочная единица вал-шестерня 15 в сборе. Эта сборочная единица состоит из базовой детали- вала-шестерни 15, на которой базируются маслоотражатель 16 и внутренне кольцо с сепаратором роликоподшипника 18, а также другие детали и сборочные единицы, установка которых в собранном виде невозможна.

Поскольку имеется комплект 6, который базируется в комплекте 5, следовательно, осуществляется сборка подузла 1, а данный подузел и другие ранее собранные комплекты и отдельные детали будут поступать, по крайней мере, на сборку узла. Так осуществляется посторонние схемы сборки. Иногда схема сборки сопровождается эскизами.

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить методические указания.
2. Изучить сборочный чертеж цилиндрического 2-х ступенчатого редуктора. Сформулировать служебное назначение цилиндрического двухступенчатого редуктора.
3. Исходя из служебного назначения редуктора сформулировать технические требования, обеспечивающие точность зацепления передачи.
4. Выбрать метод достижения точности.
5. Разработать схему сборки редуктора.
6. Начертить конструкцию промежуточного вала редуктора с указанием комплекта основных баз и комплектов вспомогательных баз вала, а также комплектов основных баз присоединяемых деталей.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что должна отражать формулировка служебного назначения машины?
2. Почему разработку технологического процесса изготовления машины надо начинать с изучения комплекта основных баз и

комплектов вспомогательных баз вала, а также комплектов основных баз присоединяемых деталей?

3. Какие сборочные единицы входят в конструкцию машины?
4. Что такое база, комплект баз и опорная точка?
5. Как классифицируются базы?
6. Назвать три типовых комплекта баз.
7. Сущность размерных связей при сборке.
8. В какой последовательности осуществляется сборка машины?
9. Как строится схема сборки машины (на примере цилиндрического редактора).
10. На примере промежуточного вала цилиндрического редуктора в сборе рассказать о комплектах основных и вспомогательных баз сопрягаемых деталей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудряшов, Евгений Алексеевич. Основы технологии машиностроения [Текст] : [учебник для студентов вузов по направлениям "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)"] / Е. А. Кудряшов, И. М. Смирнов, Е. И. Яцун ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Е. А. Кудряшова. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 431 с. : ил. - Библиогр.: с. 424-426
2. Безъязычный, Вячеслав Феоктистович. Основы технологии машиностроения [Текст] : учебник / В. Ф. Безъязычный. - Москва : Машиностроение, 2013. - 568 с. : ил.
3. Технологические процессы машиностроительного производства [Текст] : учебное пособие / В. А. Кузнецов [и др.]. - М. : Форум, 2010. - 528 с. : ил. - (Высшее образование).
4. Технология машиностроения [Текст] : сборник задач и упражнений / В. И. Аверченков [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ИНФРА-М, 2006. - 288 с. - (Высшее образование)