



Московский государственный университет
имени Н.Э. Баумана

Учебное пособие

В.Н. Пивоваров, Н.И. Нарыкова, В.Н. Климов

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ КУРСОВОМ
ПРОЕКТИРОВАНИИ**

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана

Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

В.Н. Пивоваров, Н.И. Нарыкова, В.Н. Климов

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ КУРСОВОМ
ПРОЕКТИРОВАНИИ**

*Рекомендовано редсоветом МГТУ им. Н.Э. Баумана
в качестве учебного пособия по курсам «Основы
конструирования приборов», «Проектирование оптико-
электронных приборов», «Детали машин и приборов»*

М о с к в а
Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
2 0 0 6

УДК 681.2-1/-9+62.1.8(075.8)
ББК 34.9
П32

Рецензенты: *Ю.А. Мишин, В.М. Недашковский*

Пивоваров В.Н., Нарыкова Н.И., Климов В.Н.

П32 Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании: Учеб. пособие по курсам «Основы конструирования приборов», «Проектирование оптико-электронных приборов», «Детали машин и приборов». – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 60 с.: ил.

ISBN 5-7038-2861-9

В пособии изложены методики компоновки приборов, разработки геометрической формы деталей и классификации изделий в соответствии с Классификатором ЕСКД. Приведены основные требования к содержанию конструкторских документов и их оформлению.

Для студентов 3-го курса.
Ил. 28. Библиогр. 9 назв.

УДК 681.2-1/-9+62.1.8(075.8)
ББК 34.9

Учебное издание

**Владимир Николаевич Пивоваров
Наталья Ивановна Нарыкова
Владимир Николаевич Климов**

**Разработка конструкторской документации
при курсовом проектировании**

Редактор *О.М. Королева*
Корректор *Л.И. Малютина*
Компьютерная верстка *А.Ю. Ураловой*

Подписано в печать 15.08.2006. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печ. л. 3,75. Усл. печ. л. 3,49. Уч.-изд. л. 3,25.
Тираж 300 экз. Изд. № 13. Заказ

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5.

ISBN 5-7038-2861-9

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

Со времени выхода в печать фундаментального учебного пособия [1], в котором были изложены правила и рекомендации по выполнению графической части курсового проекта, в практике конструирования приборов произошли заметные изменения. К ним, в первую очередь, относятся:

- широкое внедрение автоматизированных систем разработки и учета конструкторской документации, обусловленное стремительным развитием аппаратных средств автоматизированного проектирования на базе персональных ЭВМ;

- развитие графических систем АСАД, КОМПАС, РСАД и др.;

- изменение некоторых положений стандартов ЕСКД, учитывающее особенности автоматизированной разработки чертежей;

- изменения в системах обозначения параметров шероховатости, зависимых допусков и др.;

- обязательное внедрение во всех отраслях промышленности единой обезличенной классификационной системы обозначения изделий.

Кроме того, практика курсового проектирования выявила некоторые пробелы в системе знаний студентов, относящиеся прежде всего к области формирования геометрических форм деталей и сборочных единиц. Связано это с тем, что соответствующие проектные процедуры относятся к разным учебным дисциплинам, а обеспеченность последних литературой уменьшилась. Например, такие элементы формы деталей, как фаски, галтели, проточки, буртики (и т. п.), рассматриваются в курсе «Инженерная графика» с точки зрения правил изображения их на чертежах; необходимость введения их в форму деталей частично обосновывается в конструкторских курсах, частично в технологических, частично в теории прочности. В то же время эти элементы присутствуют в инструментальных панелях графических систем КОМПАС, АСАД и вводятся студентами в форму деталей без глубокого осмысливания их назначения.

Предлагаемое учебное пособие следует рассматривать как дополнение к [1], учитывающее перечисленные выше обстоятельства. Кроме того, авторы сочли возможным включить в него некоторые важные, но разбросанные по разным литературным источникам сведения об особенностях и правилах конструирования конструктивных элементов, общих для многих классов деталей.

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРИБОРОВ

Рассмотрим этапы проектирования. Понятие «проектирование» в комплексе понятий, относящихся к созданию приборов, является наиболее общим. Оно включает выбор принципа действия прибора, разработку его принципиальной и других схем, расчеты (инженерный анализ), конструирование, технологическую разработку, изготовление и испытания опытных образцов, разработку всей технической документации, необходимой для изготовления, испытаний и обслуживания прибора.

Часть процесса проектирования, связанную с разработкой конструкторских документов (чертежей, схем), а также документов, в которых дается обоснование реализованных в чертежах и схемах решений (пояснительные записки, расчеты) или определяется комплектность чертежей (ведомости) и их состав (спецификации), называют конструированием.

Процесс конструирования состоит из последовательности взаимно увязанных этапов (стадий), которые по мере накопления опыта были стандартизованы. ГОСТ 2.103–68* устанавливает следующие стадии разработки конструкторской документации (КД): 1) техническое предложение; 2) эскизный проект; 3) технический проект; 4) разработку рабочей конструкторской документации¹.

На стадии разработки технического предложения изучаются и анализируются аналоги, устанавливается принципиальная возможность изготовления изделия с заданными в техническом задании (ТЗ) параметрами, уточняется ТЗ в целом. ТЗ содержит описание еще не существующего изделия, а также различные условия его изготовления, испытаний, приемки.

¹ Проставляемая в конце обозначения стандарта звездочка означает, что в стандарт внесены изменения. На первой странице такого стандарта в сноске указывается номер изменения, номер и год его публикации. Наличие изменений не меняет начальное обозначение стандарта, в котором после тире указан год введения стандарта.

Эскизное проектирование начинается с разработки основных схем прибора и выполнения расчетов, сопутствующих этим схемам. Последовательно создаются схемы: функциональная, структурная, принципиальная. На основе полученных принципиальных схем приступают к разработке эскизов чертежей общих видов изделия – выполняют общую геометрическую компоновку (размещение и соединение элементов конструкции в ограниченном пространстве), обеспечивающую правильность функционирования изделия. При этом чертежи конструктивных элементов выполняют упрощенно, без подробной проработки. Чертеж общего вида на стадии эскизного проекта отражает наиболее удачный вариант размещения конструктивных элементов в заданном объеме проектируемого изделия.

Технический проект (ТП) отличается от эскизного детальной и окончательной проработкой конструкции изделия и его элементов.

На стадии рабочего проектирования разрабатываются чертежи всех сборочных единиц, деталей, спецификации, монтажные чертежи, а также текстовые документы, необходимые для подготовки и оснащения производства данного изделия, его контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Виды и комплектность КД, включаемых в состав эскизного, технического и рабочего проектов, установлены ГОСТ 2.102–68* (см. также [1, 2]). Среди всех видов документов стандарт выделяет основные КД. Основной КД изделия в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем КД полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав. За основные КД принимают: для деталей – чертеж детали, для сборочных единиц – спецификацию.

Курсовое проектирование включает разработку технического предложения, эскизного, технического и рабочего проектов. При этом, как правило, разрабатываются следующие КД: схема принципиальная, чертеж общего вида, сборочные чертежи, спецификации, габаритный чертеж изделия, чертежи деталей, пояснительная записка.

2. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ ПРИБОРОВ И ДЕТАЛЕЙ

2.1. Общие положения

Конструирование прибора подразумевает прежде всего его компоновку. Это творческий и многовариантный процесс. Однако существуют основные принципы, которые следует иметь в виду при компоновке любого прибора: 1) обеспечение наименьших га-

баритов при соблюдении требований ТЗ; 2) рациональное деление приборов на составные части: сборочные единицы и отдельные детали; 3) обеспечение возможностей для регулировки и сборки отдельных сборочных единиц, узлов и всего прибора в целом; 4) исключение вредного влияния отдельных блоков и элементов на точность работы других элементов и прибора в целом (электромагнитных наводок, вибраций, теплового излучения, бликов, деформаций и т. п.); 5) обеспечение технологичности; 6) учет требований технической эстетики и эргономики; 7) обеспечение удобного осмотра, ремонта, замены элементов в процессе эксплуатации. Кроме того, следует различать три вида конструирования: техническое (Т), эргономическое (Э) и художественное (Х).

При техническом конструировании все подчинено наиболее экономичному решению технической задачи. Основой технического конструирования является техническая компоновка отдельных узлов и деталей в изделии. Этот вид конструирования главным образом касается первых опытных образцов изделия, создаваемых по заданным техническим условиям, когда проверяются принципиальная схема, работоспособность, точность и надежность прибора.

При эргономическом конструировании главным требованием является удобство работы с прибором, надежность работы оператора и меньшая его утомляемость. Основой этого вида конструирования является так называемая эргономическая компоновка, служащая целям эргономической целесообразности, удобству, скорости и безошибочности обслуживания данного прибора. В полностью автоматизированных приборах вопросы эргономики, естественно, отступают на задний план, подчиняясь вопросам надежности действия автоматических систем, применяемых в приборе.

Цель художественного конструирования – создание приборов, гармонически сочетающих высокие технические и эстетические качества. В промышленных образцах приборов должен отражаться стиль эпохи, оригинально должны решаться вопросы композиции и компоновки.

Преимущество того или иного вида конструирования зависит от характера прибора и стадии конструирования. Так, например, при создании первого экспериментального образца, когда в основном проверяется принципиальная схема работы прибора, применяется только техническое конструирование. Второй и третий виды конструирования имеют большее значение при переходе к разработке КД для серийного производства.

Взаимосвязь видов конструирования можно наглядно пояснить диаграммой, представленной на рис. 1. Диаграмма в целом отражает полную совокупность действий по созданию изделия, начиная с ТЗ и до широкого выпуска изделий в эксплуатацию. Очевидно, что в совершенном изделии (на рисунке – зона ТЭХ) интегрируются наиболее гармонично сочетающиеся решения, соответствующие всем видам конструирования.

Курсовое проектирование практически полностью находится в зоне технического конструирования – зоне Т.

Конструирование деталей включает: установление формы и размеров деталей, выбор материалов, выбор и расчет типов сопряжений деталей или выбор способа связи одной детали с другими, назначение предельных отклонений размеров, качества поверхностей, покрытий и т. д. Для решения этих задач необходимо знать: требования к деталям по прочности, жесткости, точности, массе, допустимым размерам; условия работы деталей (среда, силовой и скоростной режимы, уровень вибраций и т. п.); объем производства.

Любая поверхность детали в зависимости от своего функционального назначения может быть отнесена к одному из видов:

исполнительные поверхности (ИП), при помощи которых деталь выполняет в изделии свое функциональное назначение;

основные базы (ОБ), при помощи которых определяется положение данной детали в изделии; вспомогательные базы (ВБ), при помощи которых определяется положение присоединяемых деталей относительно данной;

свободные поверхности (СП), не соприкасающиеся с поверхностями других деталей.

В зависимости от роли, которую играют те или иные поверхности в процессе конструирования и изготовления деталей, ГОСТ 21495–76 выделяет среди них конструкторские, измерительные и технологические базы. Правильный выбор баз – необходимое условие создания работоспособного изделия. Конструкторская база вы-

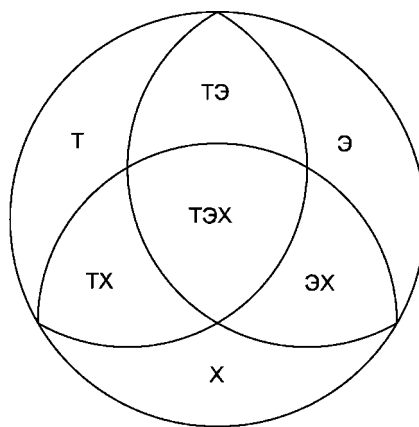


Рис. 1

бирается, как правило, из ОБ или ВБ. Относительно нее посредством линейных и угловых размеров устанавливается расположение других поверхностей детали. Технологическая база – это набор поверхностей, определяющих положение, заготовки или изделия при изготовлении или ремонте. Измерительная база определяет относительное положение заготовки или изделия и средств измерения.

В составе сборочной единицы детали контактируют между собой поверхностями ОБ и ВБ (это следует из определения). Если при этом поверхности являются охватывающими и охватываемыми, то их называют сопрягаемыми. Как известно, номинальные размеры таких поверхностей одинаковы. Если же поверхности ОБ и ВБ соприкасаются, но не являются охватывающими или охватываемыми, то их называют привалочными или прилегающими.

Одна из главных задач конструирования, которая решается в процессе компоновки и при разработке конструкций деталей, состоит в обеспечении точности расположения исполнительных поверхностей деталей в координатной системе прибора.

С математической точки зрения (и с точки зрения выбора баз) начальные шаги компоновки заключаются в следующем.

Конструктор выделяет в проектируемом изделии его основную часть (например, одну из плат корпуса, главную плоскость оптического элемента и т. п.) и устанавливает на нее декартову систему координат, являющуюся в дальнейшем основной для изделия в целом. Затем конструктор устанавливает системы координат для остальных составных частей изделия (сборочных единиц, деталей), привязывая их к характерным элементам этих частей (плоскостям, осям и т. д.), и связывает координатными размерами эти «местные» системы координат с основной или с промежуточной «местной». Совокупность таких систем координат позволяет точно определить положение в изделии любой сборочной единицы, детали или ее поверхности. Плоскости деталей или их оси, с которыми конструктор связал введенные системы координат, являются конструкторскими базами.

Использование графических систем КОМПАС или АСАД позволяет вводить необходимые системы координат, делая их видимыми или невидимыми на экране монитора. Это локальные системы координат в системе КОМПАС или пользовательские системы координат в системе АСАД. Точная установка этих систем координат выполняется с помощью широкого набора объектных привязок.

Следует особо отметить, что конструирование деталей и процесс компоновки не являются полностью самостоятельными эта-

пами, а, наоборот, во многом зависят друг от друга. Это процессы пошаговые, с возвратами.

2.2. Компоновка. Разработка чертежа общего вида

Для студентов, приступивших к выполнению конструкторской части проекта, компоновка является наиболее трудным этапом. Поэтому рассмотрим подробнее особенности этой работы.

Исходными материалами для выполнения компоновки являются: кинематическая схема механизма, оптическая схема оптического устройства, схема принципиальная электрическая (и т. п.), геометрические параметры элементов, определившиеся в ходе разработки кинематической схемы: форма и размеры электродвигателя, виды и размеры зубчатых колес, валов, кулачков, микропереключателей, размеры и форма оптических элементов и т. д.

Вначале следует разобраться в том, что означает понятие «промежуточные результаты процесса компоновки». Для этого нужно положить перед собой компоновочные чертежи – чертежи общих видов нескольких аналогичных по назначению конструкций (аналогов) из доступных литературных источников [1, 3].

Изучив один из выбранных чертежей, надо воспроизвести принципиальную кинематическую схему соответствующего ему аналога (сделать карандашный набросок схемы), выделить отличия этой схемы от своей и после этого попробовать добавить в чертеж аналога свои элементы, отсутствующие в аналоге, с целью преобразовать аналог в нужный вам объект. Делать это можно мысленно или карандашной дорисовкой упрощенного изображения элементов на ксерокопии чертежа-аналога. При хороших навыках работы с графическими пакетами АСAD, КОМПАС все это можно делать на экране монитора. Затем эти же действия повторяются с чертежом второго аналога и т. д. Все это может занять один-два часа, однако позволит понять ход рассуждений при компоновке. Теперь можно приступить к компоновке своей конструкции.

Компоновку нужно начинать с поиска наиболее целесообразного расположения конструктивных элементов в ограниченном пространстве, с соединением их между собой в соответствии с принципиальной схемой. При этом конструктивные элементы изображаются упрощенно, например эскизами внешних видов или габаритными чертежами.

Первое правило компоновки: идти от общего к частному, а не наоборот. Выяснение подробностей конструкции на данном этапе не

только бесполезно, но и вредно, так как отвлекает внимание конструктора от основных задач компоновки и сбивает логический ход разработки конструкции.

Второе правило компоновки: разрабатывать несколько вариантов. Полная разработка вариантов не обязательна. Обычно достаточно карандашных набросков от руки, чтобы получить представление о перспективности варианта и решить вопрос о целесообразности дальнейшей работы над ним.

В качестве примера рассмотрим процесс компоновки программного механизма, вариант принципиальной схемы которого представлен на рис. 2.

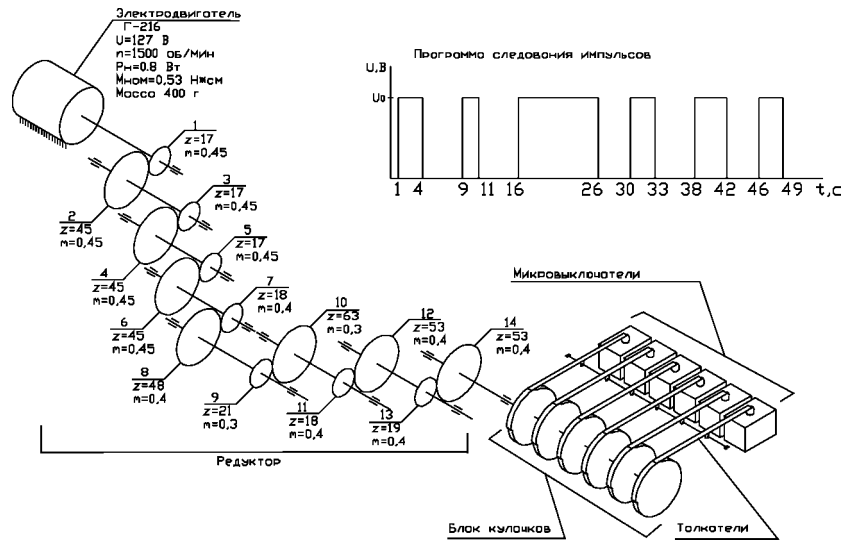


Рис. 2

Опытный конструктор, приступая к компоновке, вначале вспоминает конструкции ранее разработанных аналогов, их основных сборочных единиц и деталей и выстраивает свои действия с учетом этого опыта. Мы же, не имея пока такого опыта, забежим далеко вперед и посмотрим на возможный вариант конечного результата компоновки – фрагмент чертежа вида общего программного механизма (рис. 3)*.

* Здесь и далее на рисунках нумерация позиций соответствует требованиям к спецификациям по ГОСТ 2.106–98.

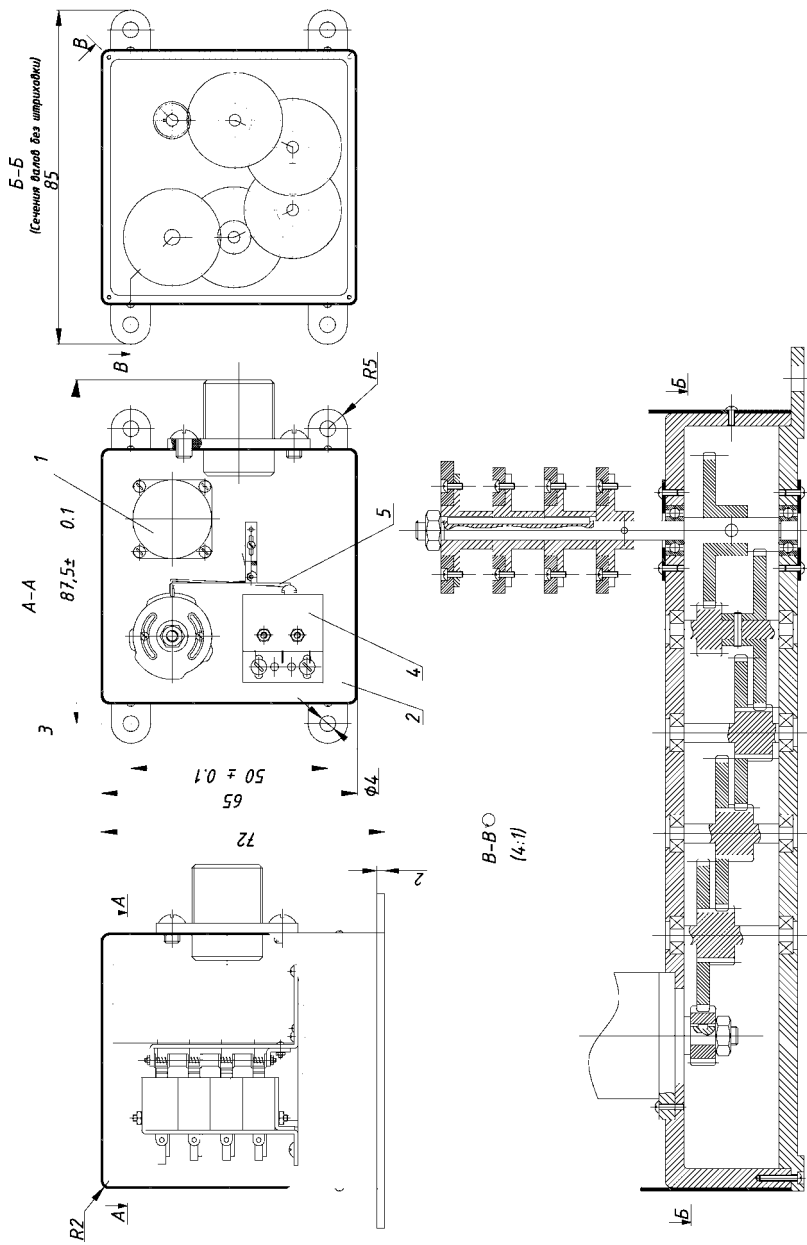


Рис. 3

Рассматривая чертеж вида общего, замечаем, что в конструкции программного механизма явно присутствуют конструктивные узлы, которые соответствуют блокам принципиальной схемы: электродвигатель (Дв) 1, редуктор (Р) 2, блок кулачков (К) 3, блок микровыключателей (МП) 4 и блок рычажных толкателей (Т) 5. Более того, нетрудно заметить, что эти блоки можно было расположить и по-другому.

Вернемся к принципиальной схеме и результатам расчетов, которые выполнялись для построения этой схемы. Среди этих результатов присутствуют размеры кулачков, зубчатых колес,

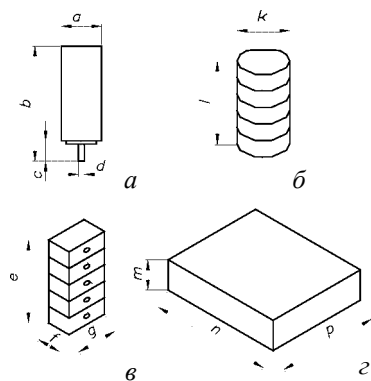


Рис. 4

двигателя, микровыключателей, примерные размеры толкателей. По ним можно построить упрощенные графические изображения основных крупных блоков программного механизма (рис. 4): двигателя – рис. 4, а; блока микропереключателей – рис. 4, б; блока кулачков – рис. 4, в; и, пока ориентировочно, редуктора – рис. 4, г. Теперь попробуем собрать из этих блоков наиболее компактную упаковку (помня, однако, о функциональных взаимосвязях блоков). Варианты компоновки представлены на рис. 5.

Сопоставив ожидаемые габариты, останавливаемся для дальнейшей разработки, например, на варианте 5, б. Далее займемся проработкой неясного пока по компоновке редуктора. Его кинематическая схема является частью принципиальной схемы, представленной на рис. 2.

Рекомендации.

1. Компоновку лучше всего вести в масштабе 1:1, если это допускают размеры проектируемого объекта. При этом легче выбрать нужные размеры и сечения, составить представление о соразмерности частей конструкции, прочности и жесткости деталей, а также представить конструкцию в целом. Вместе с тем такой масштаб избавляет от необходимости нанесения большого числа размеров и облегчает последующие процессы проектирования, в частности детализовку. Размеры деталей в этом случае можно взять непосредственно с чертежа.

2. Компоновку простейших объектов можно разрабатывать в одной проекции, в которой конструкция выполняется наиболее

полно. Формы конструкции в поперечном направлении дополняются пространственным воображением.

3. При компоновке более сложных объектов обязательна их разработка во всех необходимых видах, разрезах, сечениях.

Известно, что в приборостроении корпуса ступенчатых редукторов часто изготавливают сборными [1], состоящими из отдельных плат (пластин), кронштейнов и соединяющих их элементов. Наиболее распространенной является двухплатная конструкция, в которой две (или более) платы жестко соединяются между собой стойками, одновременно фиксирующими взаимное расположение плат. Если редуктор работает в условиях возможного загрязнения, то вместо параллельно расположенных плат применяют конструкцию в виде коробки с крышкой, в которой дно коробки и плоскость крышки параллельны (см. рис. 3; другие примеры можно найти в [3, листы 28–29]).

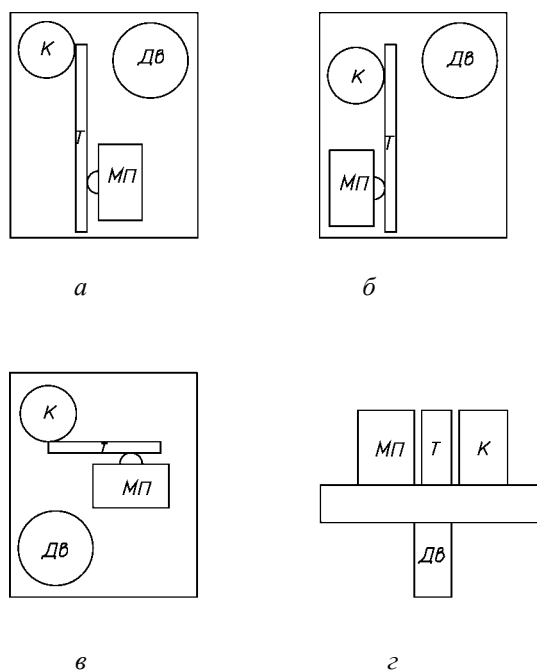


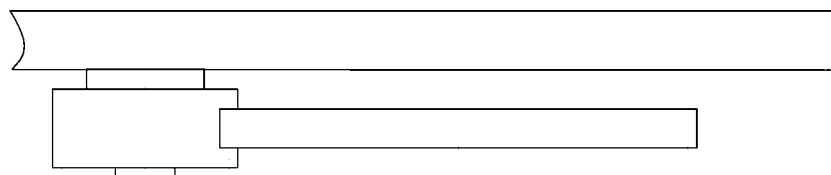
Рис. 5

Практикой конструирования приборных редукторов установлено, что их компоновку наиболее удобно начинать с разработки раз-

вертки редуктора. Разверткой называют ступенчатый разрез редуктора, при котором плоскости разреза проходят последовательно через центры валов на плане редуктора. Пример развертки – разрез $A-A$ на рис. 3. Развертка позволяет наиболее полно проработывать конструкции всех валов и сопряженных с ними элементов.

Рекомендуется следующий подход к компоновке развертки механической передачи. В выбранном масштабе вдоль прямой линии (она является как бы внутренней границей сечения одной из плат корпуса) откладывают межосевые расстояния всех ступеней передачи (рис. 6). Через отмеченные точки перпендикулярно выбранной прямой строят параллельные линии осей валов. Далее в предположении, что колеса по форме являются плоскими дисками, на этих осях в соответствии с кинематической схемой располагают прямоугольники сечений дисков колес плоскостями ступенчатого разреза. Места расположения этих прямоугольников выбирают произвольно, но стремятся получить по возможности меньшие размеры редуктора вдоль осей валов. При этом необходимо иметь в виду, что первое колесо располагается, как правило, непосредственно на валу двигателя. Минимальные зазоры между двумя подвижными, не находящимися в зацеплении деталями, должны быть в пределах 0,3...1,0 мм.

Внутренняя сторона корпусной пластины



Колеса

Оси валов

Рис. 6

После выполнения варианта расположения колес на валах следует изобразить сами валы с их расчетными диаметрами и провести линию внутренней границы сечения второй платы. Результатом описанных действий является габаритный эскиз развертки (рис. 7).

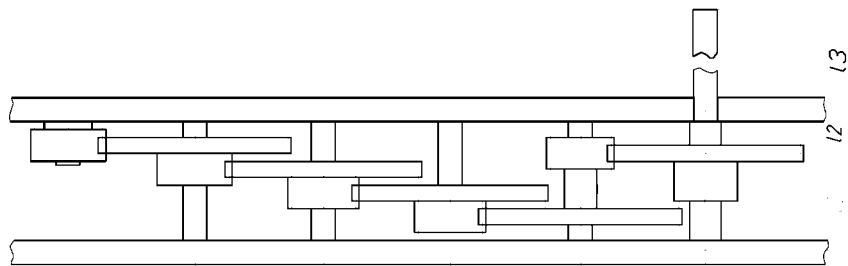


Рис. 7

В процессе компоновки проводят расчеты основных деталей конструкции на прочность и жесткость. Например, в процессе компоновки многоступенчатого редуктора после разработки эскиза его ступенчатого разреза (см. рис. 7) наступает этап конструирования опор валов и самих валов. А для этого надо знать диаметры валов, размеры их цапф и нагрузку на валах и опорах. Здесь компоновку приостанавливают. С эскиза разрабатываемого варианта снимают продольные размеры для конкретного, например, выходного вала – l_1 , l_2 , l_3 (см. рис. 7), выполняют расчет его на прочность, выбирают тип опор и рассчитывают сами опоры. (Эта работа известна студентам по домашнему заданию «Расчет и конструирование валов и опор механических передач приборов» [4].)

После проработки конструкций валов и опор можно уточнить конструкцию плат по их толщине и заняться разработкой конструкций колес [1, § 55] и способов их крепления на валах [1, §§ 52, 56], разработкой конструкции стоек. В результате из варианта, представленного на рис. 7, получается вариант, представленный на рис. 8, который можно считать завершенным чертежом развертки редуктора на этапе эскизного проектирования.

При компоновке плана редуктора (см. разрез $B-B$ на рис. 3) стремятся расположить колеса так, чтобы занимаемая ими площадь была по возможности меньшей. Однако бывают ситуации, когда расположение осей отдельных валов предопределено расположением других частей изделия, сопрягаемых с редуктором. Так, в рассматриваемом примере на расположение входного и выходного валов влияет расположение электродвигателя, блока кулачков и их размеры. Последнее утверждение легко понять, сравнив изображения на рис. 5, б и рис. 3 (разрезы $A-A$, $B-B$).

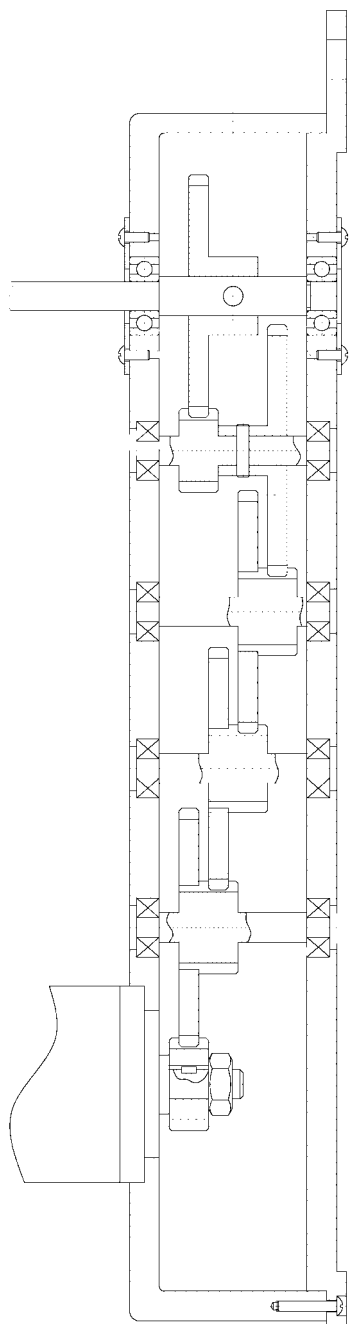


Рис. 8

Компоновка на этапе технического проектирования, результатом которой будет вид общий технического проекта (см. рис. 3), отличается от эскизной компоновки подробной проработкой всех элементов конструкции эскизного проекта. Кроме того, на этом этапе фактически разрабатываются конструкции тех элементов деталей, которые определяют относительное расположение деталей в сборке: выступы, буртики, проточки, упоры, базовые поверхности и т. п.

Для правильного конструирования необходимо постоянно иметь в виду вопросы изготовления и сборки и с самого начала придавать деталям технологически целесообразные формы с учетом того, что размеры основных элементов конструкции должны соответствовать рядам нормальных размеров (об этом в разделе 2.6). Начинающему конструктору для этого надо постоянно обращаться к справочникам конструктора [5–7] или атласу конструкций [3].

Первый ряд: 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630.

Второй ряд: 1,2; 2,0; 3,2; 5,0; 8,0; 12; 20; 32; 50; 80; 125; 200; 320; 500.

Третий ряд: 1,1; 1,4; 1,8; 2,2; 2,8; 3,6; 4,5; 7,1; 9,0; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45; 56; 71; 90; 110; 140; 180; 220; 280; 360; 450; 570.

Четвертый ряд: 1,05; 1,15; 1,3; 1,5; 1,7; 1,9; 2,1; 2,4; 2,6; 3,0; 3,4; 3,8; 4,2; 4,8; 5,3; 6,0; 6,7; 7,5; 8,5; 9,5; 10,5; 11,5; 13; 15; 17; 19; 21; 24; 26; 30; 34; 38; 42; 48; 53; 60; 67; 75; 85; 95; 105; 120; 130; 150; 170; 190; 210; 240; 260; 300; 340; 380; 420; 480; 530; 600.

Угловые размеры, первый ряд: 0°, 5°, 15°, 20°, 30°, 45°, 60°, 90°, 120°.

Второй ряд: 0°30', 1°, 2°, 3°, 4°, 6°, 7°, 8°, 10°, 40°, 75°.

Третий ряд: 0°15', 0°45', 1°30', 2°30', 9°, 12°, 18°, 22°, 25°, 35°, 50°, 55°, 65°, 70°, 80°, 85°, 100°, 110°, 135°, 150°, 165°, 180°, 270°, 360°.

Уклоны: 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500.

Одновременно следует добиваться максимальной унификации нормализованных конструктивных элементов деталей, т. е. стремиться к тому, чтобы элементы, выполняющие сходные функции, были одинаковы. Пусть, например, в результате расчетов модулей зубчатых колес получился такой вариант значений: 0,3; 0,4; 0,6 мм. Более конструктивно будет принять варианты либо 0,4; 0,4; 0,6 мм, либо все значения по 0,6 мм. Такое решение сократит номенклатуру инструмента для изготовления колес. Вместо варианта расчетных значений для диаметров валов, например 2; 2,5; 4 мм, лучше

принять вариант, в котором диаметры всех валов равны. Это сократит номенклатуру шарикоподшипников. То же нужно сказать и о винтах, гайках, штифтах, шпонках и т. п.

При компоновке надо учитывать и прорабатывать условия смазки, порядок сборки–разборки, способы крепления механизма и смежных с ним элементов в приборе, а также удобство обслуживания и регулирования.

Особого внимания требуют вопросы обеспечения однозначности относительного расположения деталей и сборочных единиц в общей компоновке, точности этого расположения и выбора конструктивных способов закрепления достигнутого положения. От глубины осмысления этой проблемы в значительной степени зависит стратегия выбора баз для простановки размеров на деталях и сборочных единицах и правильность простановки этих размеров. Именно здесь начинают решаться вопросы обеспечения точности расположения ИП деталей в изделии.

Наиболее понятным и ясным является решение этих вопросов по отношению к деталям, соединяемым по сопрягаемым поверхностям. Точность расположения в направлениях нормалей к сопрягаемым поверхностям (точность центрирования) определяется здесь выбором посадок. Например, для обеспечения хорошего центрирования деталей применяют переходные посадки $H8/j_7$, $H8/k7$, $H8/n7$, $J_8/h7$, $K8/h7$, $M8/h7$; при высоких требованиях к точности центрирования посадки: $H7/k6$, $H7/j_6$, $H7/m6$, $H7/n6$, $J_7/h6$, $K7/h6$, $M7/h6$.

Примеры центрирования деталей с помощью посадок приведены на рис. 9, 10, 11. На рис. 9 подшипники 4 установлены и центрированы на валу 1 посредством посадок с натягом, а зубчатое колесо 2 по переходной посадке. На рис. 10 линзы 7, 8, 9 установлены в корпусных деталях 5, 6 объектива с помощью точных посадок с зазором; корпусная деталь 6 центрируется в корпусной детали 5 с помощью точной посадки с зазором $\varnothing 14H7/h7$, а необходимая фокусировка обеспечивается свинчиванием по резьбе $M12 \times 0.5$. На рис. 11 подвижная зубчатая рейка 2 установлена в направляющей 1 по посадке $H7/f7$.

Удобство применения посадок для центрирования обусловило широкое использование дополнительных установочных элементов – штифтов, шпонок, стоек, колонок (и т. п.), с помощью которых точно располагаются друг относительно друга две или более деталей, каждая из которых образует с дополнительным элементом точную посадку. Примеры приведены на рис. 12, 13.

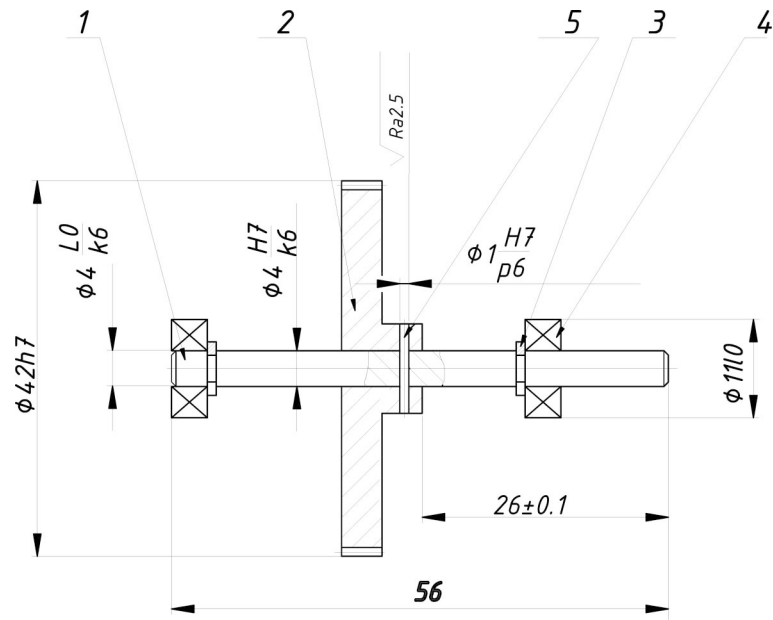


Рис. 9

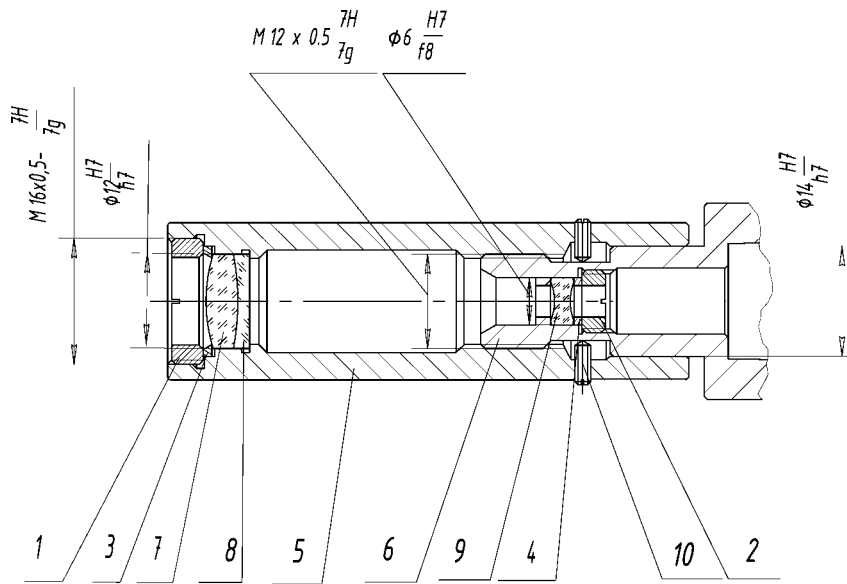


Рис. 10

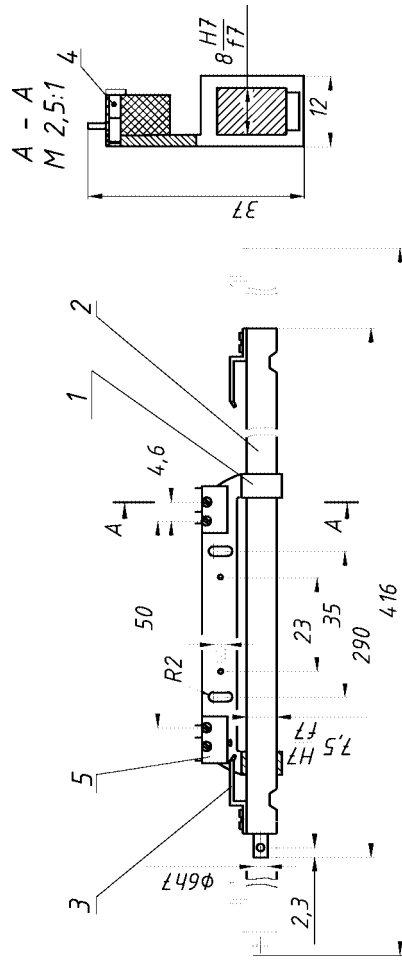


Рис. 11

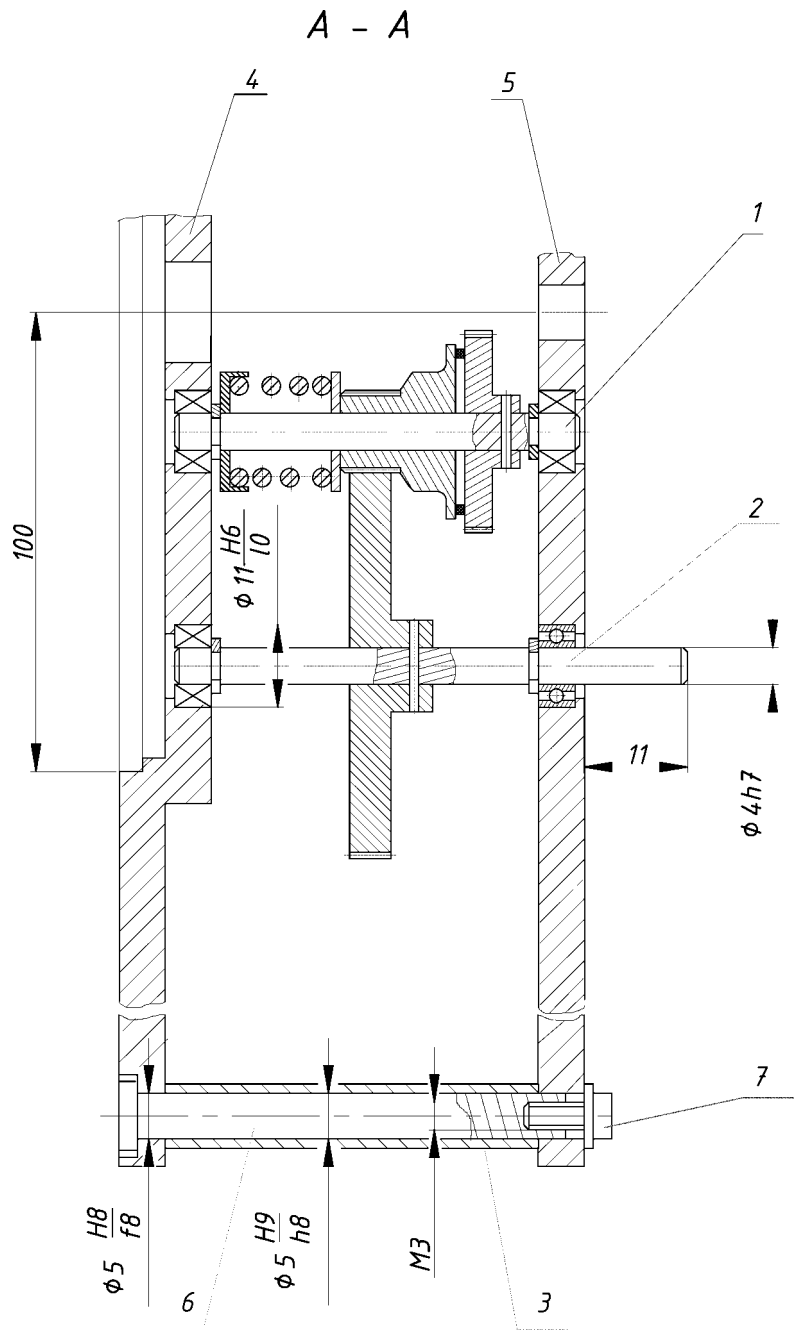


Рис. 12

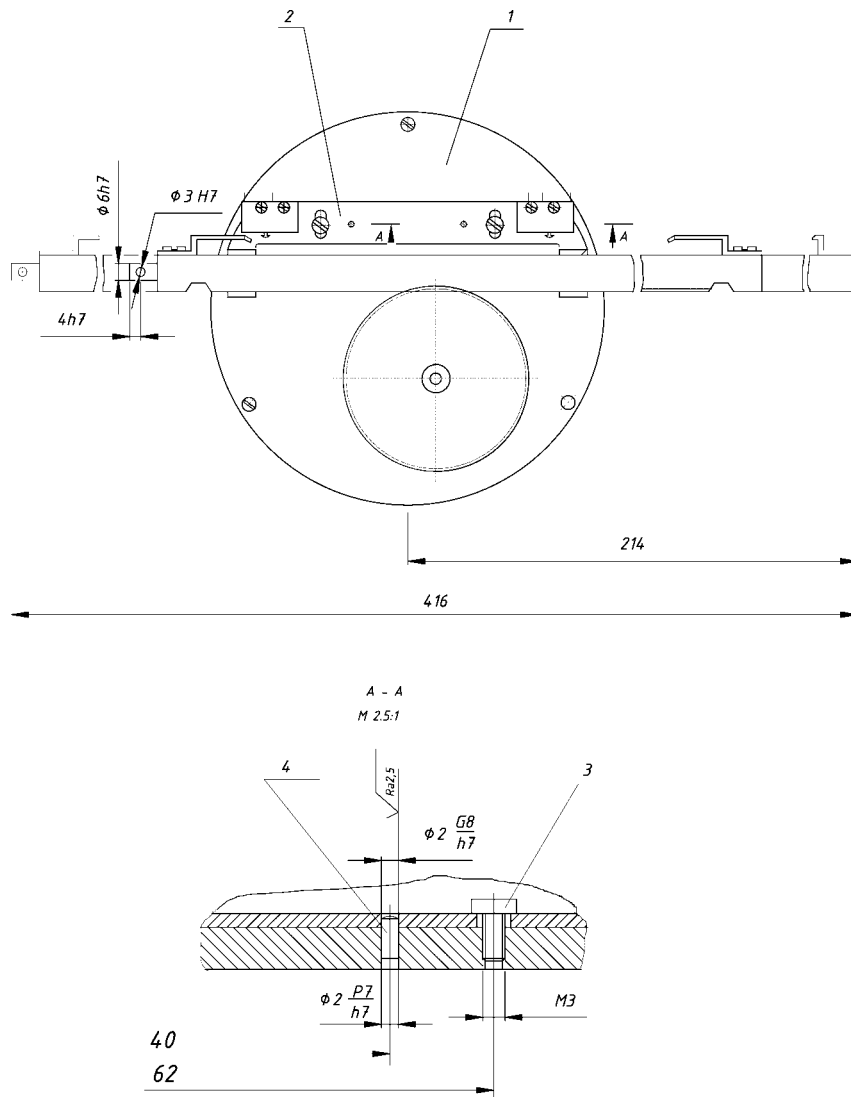


Рис. 13

На рис. 12 представлен фрагмент сборочного чертежа редуктора, корпус которого выполнен из двух плат 4, 5, расположение которых относительно друг друга обеспечивается несколькими стойками 6, втулками 3 и винтами 7. При этом платы 4, 5 поса-

жены на стойки 6 по точным посадкам $H8/h7$. Этим достигается точность относительного расположения плат в параллельных плоскостях, необходимая для обеспечения соосности отверстий под подшипники валов, а сама параллельность плат обеспечивается точностью размеров втулок.

На рис. 13 узел реечного механизма 2 соединяется с корпусом редуктора 1 с помощью винтов 3 и штифтов 4. При этом штифты выполняют функции дополнительных центрирующих элементов, обеспечивающих точность относительного расположения рейки и выходного зубчатого колеса редуктора.

Детали, нуждающиеся в точной взаимной фиксации, но не образующие друг с другом посадку, предпочтительно устанавливать в одном корпусе при минимальном числе установочных конструктивных элементов и посадок. В качестве примеров рассмотрим узел редукционного клапана (рис. 14), передачу коническими зубчатыми колесами (рис. 15) [7], вал с шарикоподшипниками в двухплатном корпусе, изображенном на рис. 12.

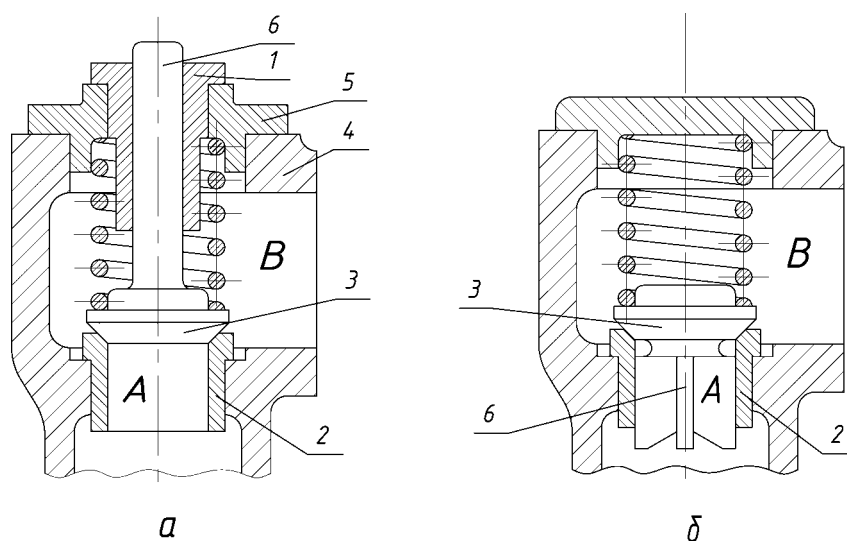


Рис. 14

На рис. 14 представлены варианты конструктивного исполнения редукционного клапана – устройства, автоматически перепускающего жидкость или газ из полости более высокого давления *A*

в полость более низкого давления *B* с поддержанием постоянства давления в одной из этих полостей. Наиболее точное сопряжение, определяющее надежность работы узла, – сопряжение конической фаски клапана 3 с гнездом 2, осуществляемое через ряд промежуточных сопряжений, каждое из которых является источником неточностей. В конструкции на рис. 14, *a* эти сопряжения следующие: посадка $H7/g6$ между хвостовиком 6 клапана и направляющей втулкой 1; посадка $H7/r6$ между втулкой 1 и крышкой 5; посадка $H7/n6$ между крышкой 5 и корпусом 4; посадка $H7/r6$ между гнездом 2 клапана 3 и корпусом 4.

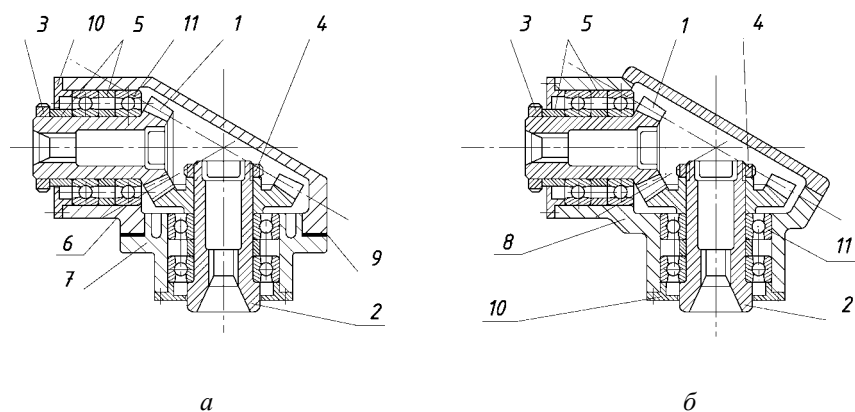


Рис. 15

Конструкция требует соблюдения строгой соосности следующих элементов: в клапане 3 – направляющей поверхности клапана и фаски тарелки; во втулке 1 – отверстия и посадочной поверхности; в крышке 5 – отверстия и центрирующего буртика; в корпусе 4 – центрирующего отверстия под крышку и отверстия под гнездо 2; в гнезде 2 – фаски и посадочной поверхности.

При притирке по гнезду 2 клапан 3 центрируется в направляющей втулке 1. Достигнутая герметичность нарушается при переборках в результате смещения крышки 5 относительно корпуса 4.

В более рациональной конструкции, представленной на рис. 14, *б*, клапан 3 центрирован непосредственно в гнезде 2. Точность направления клапана 3 определяется только одним сопряжением – посадкой $H7/g6$ между направляющим хвостовиком 6 клапана и гнездом 2. Для обеспечения правильной работы необходимо соблюсти соосность только следующих элементов: в клапане 3 направляющей поверхности крестообразного хвостовика 6

и фаски; в гнезде 2 – фаски и посадочной поверхности. Все остальные элементы узла можно выполнить с пониженной точностью. При притирке клапан 3 центрируется в гнезде 2, переборки узла не влияют на достигнутую герметичность.

Изготовление угловой передачи с коническими зубчатыми колесами 1 и 2, смонтированными в разных корпусах (рис. 15, а), затруднительно. Стыковые поверхности корпусов должны быть обработаны строго параллельно оси малого колеса и перпендикулярно оси большого. Тем не менее точность установки нарушается при затяжке прокладки 9 на стыке. Другим недостатком двухкорпусной конструкции является невозможность осмотра колес в сборе. Их осевое положение можно отрегулировать только по краске, наносимой для этого на зубья колес, с несколькими повторными пробами, каждый раз с демонтажем большого колеса. Точность регулировки нарушается и при переборках в результате неодинаковой затяжки прокладки 9.

При установке колес в одном корпусе (рис. 15, б) точность их расположения при монтаже и переборках не нарушается. Колеса доступны для проверки в сборе. Регулировка зацепления упрощается.

В конструкции двухплатного редуктора (см. рис. 12) необходимо обеспечить соосность противоположно расположенных отверстий под подшипники. Наиболее точно эту операцию можно выполнить, если обе платы посадить на технологические оправки типа стоек 6 на рис. 12, а затем просверлить каждую пару отверстий под подшипники одного вала за один проход. После этого каждая из плат обрабатывается отдельно.

Обеспечение точного расположения деталей в продольном направлении достигается с помощью введения в конструкцию деталей или сборочных единиц дополнительных фиксирующих элементов. Так, для продольной фиксации деталей на валах и в отверстиях применяют ступени в виде резкого изменения диаметра, буртики, кольца, стопорные кольца, фланцы, штифты, врезные винты. Рассмотрим примеры. В сборочной единице вала 1 (см. рис. 9) продольное расположение шарикоподшипников 4 фиксируется разрезными установочными кольцами 3, а зубчатого колеса 2 штифтом 5. В сборке объектива (см. рис. 10) продольное расположение блока линз 7, 8 фиксируется справа буртиком в отверстии корпуса 5, линза 9 фиксируется буртиком неподвижной части корпуса 6 слева, продольное расположение неподвижной части корпуса 6 в подвижной части корпуса 5 – стопорными винтами 10. Фиксация расположения (см. рис. 15) шарикоподшипников 11 на валах 1, 2 конической пере-

дачи осуществляется кольцами 5, ступенью на валу 2 и гайками 3, 4, а фиксация сборок валов с подшипниками и колесами в корпусах 6, 7, 8 – с помощью фланцев 10.

Для продольной фиксации расположения деталей нецилиндрической формы также применяют установочные штифты, врезные винты, ступени на поверхностях деталей, зажимы и др.

При разработке чертежей видов общих часто возникает задача соединения деталей и сборочных единиц по поверхностям, которые не являются охватываемыми или охватывающими. Это так называемые привалочные поверхности. Основная рекомендация: привалочные поверхности должны выполняться плоскими. Рассмотрим примеры [7].

Следует избегать крепления на цилиндрической поверхности (рис. 16, *а*). Изготовление таких соединений очень трудоемко. Привалочная поверхность присоединяемой детали должна быть обработана в приспособлении, обеспечивающем равенство диаметров привалочных поверхностей детали и корпуса. Равномерная затяжка болтов, расположенных под углом, затруднительна. Правильная конструкция с плоской привалочной поверхностью показана на рис. 16, *б*.

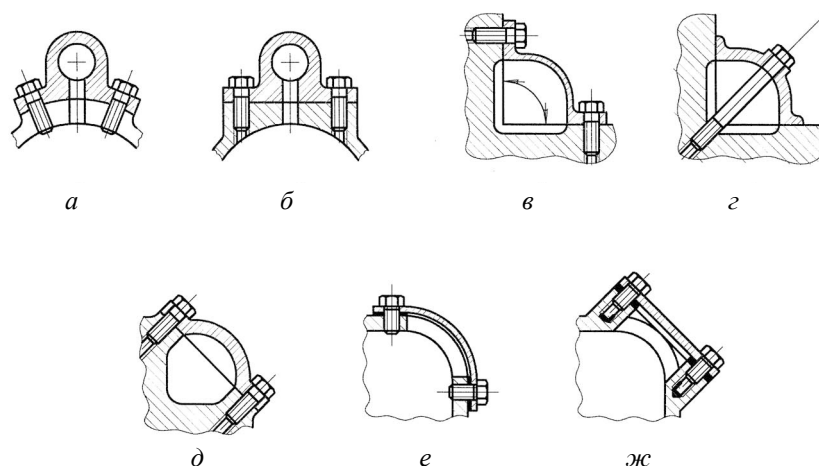


Рис. 16

Правило крепления по плоскости имеет особое значение для герметичных соединений. На уплотняющих поверхностях не

должно быть ступенек, внутренних и наружных углов. Недопустима подгонка по криволинейным поверхностям. В конструкции крышки (рис. 16, в), закрывающей угловую полость, допущены две ошибки. Во-первых, невозможно уплотнить торцовые стенки полости на входящем углу α , во-вторых, нельзя правильно затянуть крышку (затяжка одного ряда болтов мешает затяжке другого ряда). Вторая из этих ошибок устранена в конструкции (рис. 16, з), где крышка притянута одним рядом диагональных болтов. Такой способ нередко применяют для крепления щитков над полостями, не нуждающимися в герметичности, или для закрытия сквозных туннелей. Если требуется герметичность, то единственно правильным решением является сопряжение крышки по плоской поверхности (рис. 16, д).

Ошибочна конструкция крышки (рис. 16, е), закрывающей люк на углу сварного корпуса из листовой стали. Обеспечить плотную затяжку по криволинейной поверхности даже при наличии толстой прокладки практически невозможно. В правильной конструкции (рис. 16, ж) люк усилен рамкой, образующей плоскую уплотнительную поверхность.

Рекомендации.

1. При разработке чертежа вида общего в системах АСAD или КОМПАС следует использовать слои [8, 9]. Это резко упрощает решение компоновочных задач, уменьшает вероятность ошибок, повышает производительность. На каждом этапе разработки чертежа (в том числе при вспомогательных построениях) используются только те слои, которые необходимы в данный момент. Оставив открытым один слой, можно производить в нем подробную проработку какого-то фрагмента чертежа, который, благодаря единству систем координат для всех слоев, оказывается сразу привязанным ко всему разрабатываемому изделию. Например, при отключении (off) всех слоев, кроме слоя 0 и слоя OSI, на экране остается лишь контурное изображение всей конструкции, что позволяет вносить в нее изменения, не затрагивая изображений в других слоях. При отключении, например, всех слоев, кроме слоя SHTRHOVKA, можно стереть частично или полностью штриховку чертежа без опасения, что будет стерто какое-либо изображение в другом слое.

2. Различные изображения чертежа желательно размещать по слоям с определенными фиксированными названиями и цветами. На кафедре «Элементы приборных устройств» принято использовать следующие названия и цвета:

0 – слой для построения всей конструкции, толщина линии нулевая, без обводки, штриховки, размеров и текста;

OBVODKA – слой для обводки конструкции линиями ненулевой толщины, цвет коричневый;

OSI – слой осевых линий (штрихпунктиров), цвет красный;

PUNKTIR – слой пунктирных линий для невидимых контуров конструкции, цвет желтый;

RAZMER – слой для простановки размеров, шероховатости поверхностей, отклонений формы, посадок и других обозначений, связанных с точностью изготовления изделия; цвет синий;

SHTRIHOVKA – слой штриховки, цвет голубой;

TEXT – слой текстовой части чертежа (за исключением текстов размеров в выносных линиях): технических требований, технической характеристики, примечаний, указаний и т. п.; цвет зеленый.

«Разнесение» чертежа по слоям необходимо как для удобства редактирования чертежа (по цвету видно, какой именно слой чертежа вы редактируете), так и для удобства пользователей, заимствующих фрагменты из чертежей прототипов, имеющихся в библиотеке кафедр.

2.3. Чертеж общего вида

Чертеж общего вида относится к проектной документации и входит в состав эскизного и технического проектов. Код чертежа: ВО. Чертеж ВО адресован разработчикам рабочей КД и за пределы конструкторского бюро не выходит.

В курсовых проектах ВО выполняется в два этапа. Сначала в процессе компоновки ВО выполняется на миллиметровой бумаге или на другом носителе, который после завершения подписывается консультантом; такой ВО с некоторыми упрощениями можно считать общим видом эскизного проекта. Затем выполняется ВО технического проекта на листах формата А1, А2, этот ВО должен полностью соответствовать требованиям стандартов ЕСКД.

Чертеж ВО эскизного проекта в общем случае, согласно ГОСТ 2.119–73*, должен содержать:

а) изображения изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его основных частей и принципа работы изделия. Изображения выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД;

б) размеры и другие данные (при необходимости);

в) схему деления изделия на составные части, если она требуется, но оформлять ее отдельным документом нецелесообразно. Оформляют схему по ГОСТ 2.711–82, согласно которому составные части подразделяют на вновь разрабатываемые (графическое обозначение на схеме – четырехугольник), заимствованные (ромбик), покупные (двойной четырехугольник, рис. 17). При выполнении схемы на отдельном листе в основной надписи к обозначению чертежа добавляют код Е1;

г) наименования, а также обозначения (если они уже имеются) тех составных частей изделия, для которых необходимо указать данные (технические характеристики, количество, указания о материале, принципе работы и др.) или запись которых необходима для пояснения изображений чертежа ВО, описания принципа работы изделия, указания о составе и др. Их указывают на полках линий-выносок или в таблице, помещаемой на том же листе или на отдельных листах формата А4 в качестве последующих листов чертежа ВО. При наличии таблицы на полках линий-выносок указывают номера позиций составных частей, перечисленных в таблице. Таблица в общем случае состоит из граф «Поз.», «Обозначение», «Кол.», «Дополнительные указания» (например, о материале) и содержит разделы: «Вновь разрабатываемые изделия», «Заимствованные изделия», «Покупные».

Такую таблицу неправильно называть спецификацией и оформлять как спецификацию.

На чертеже ВО технического проекта (ГОСТ 2.120–73*) кроме перечисленного выше для ВО эскизного проекта приводят:

указания о выбранных посадках деталей (нанесены размеры и предельные отклонения сопрягаемых поверхностей);

технические требования к изделию, например по применению покрытий, способам пропитки обмоток, методам пайки, сварки, склеивания, обеспечивающие необходимое качество изделия (эти требования учитываются в дальнейшем при разработке рабочей документации);

технические характеристики изделия, которые необходимы для последующей разработки рабочей документации.

Чертеж ВО технического проекта выполняется без упрощений; фаски, проточки, сбеги и многие другие элементы деталей изображают полностью. Стандартные и покупные элементы конструкций, например электродвигатели, потенциометры, порошковые электромагнитные муфты, показывают внешним видом, но с подробной проработкой способа их крепления и монтажа.

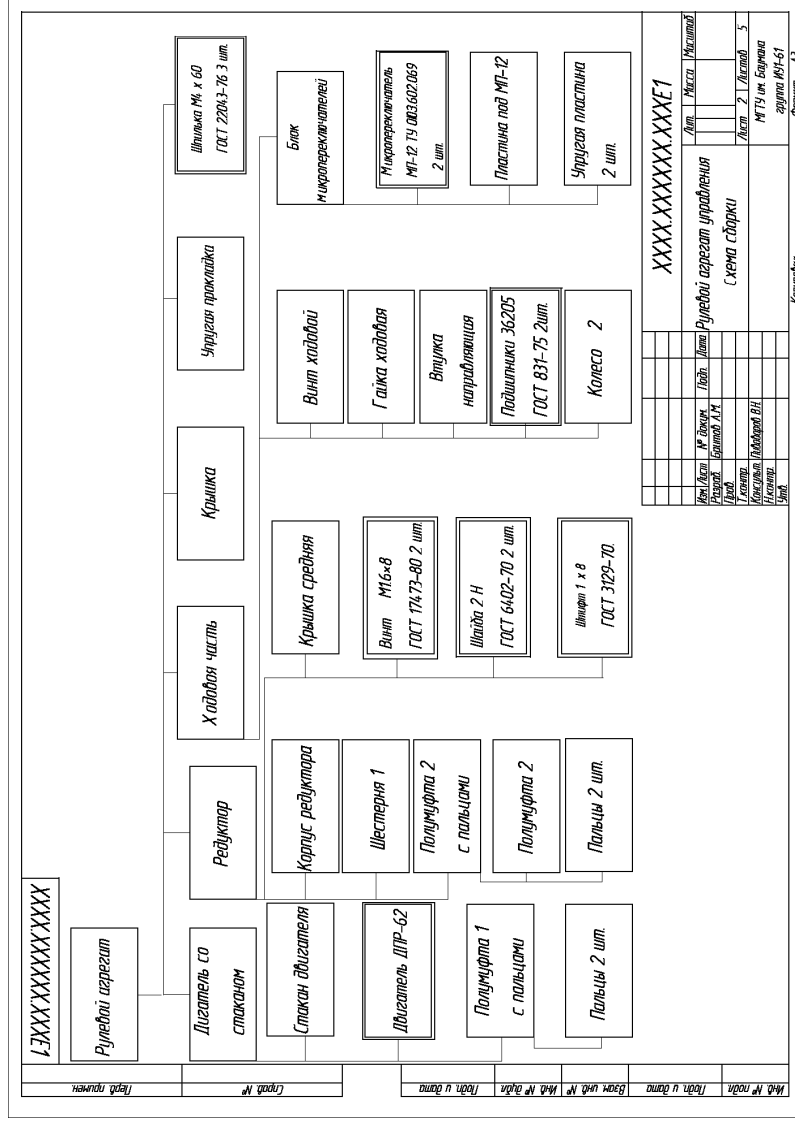


Рис. 17

Перемещающиеся части изделия на чертеже ВО следует изображать в крайнем или промежуточном положении с указанием размеров этих положений или перемещения.

2.4. Чертежи сборочные

Сборочный чертеж (код – СБ) выполняется на стадии разработки рабочей КД на основе чертежей ВО. Сборочный чертеж, согласно ГОСТ 2.109–73*, должен содержать:

а) изображение сборочной единицы, которое дает представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивает возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы. При выполнении сборочных чертежей допускаются следующие упрощения: если в состав данной сборочной единицы входят другие сборочные единицы, на которые в составе КД изделия имеются подробные чертежи, то эти сборочные единицы на разрезах изображаются не расчлененными (рис. 18, валы 1–6 показаны внешним видом); типовые покупные элементы (электродвигатели, потенциометры, электромагнитные муфты, микропереключатели и др.) изображаются внешним видом или контуром внешних очертаний (электродвигатель 8 и потенциометр на рис. 18); если в составе чертежа СБ имеется несколько одинаковых по форме и размерам элементов (колеса, катки, болты, винты, шпильки, отверстия и др.), то подробно изображается один из них, а остальные – контуром внешних очертаний или расположением их осей; у деталей, на которые в составе КД имеются чертежи, можно не показывать фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и т.п. (платы корпуса 10, 11 и стойка 12 на рис. 18); крепежные элементы изображаются упрощенно по ГОСТ 2.305–68*, 2.311–68*, 2.315–68* (крепежные элементы на рис 18); винтовые пружины в сечениях изображают лишь сечениями витков, а «обстановку» за пружиной не показывают; крышки, кожухи, перегородки (и т. п.), закрывающие важные части изображения, не показывают, сопровождая изображение надписями типа «Крышка не показана»;

б) размеры, посадки, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или контролированы по данному сборочному чертежу. Обозначение посадок подшипников качения имеет особенность (см. рис. 18), связанную с расположением и обозначением полей допусков внут-

ренного и наружного колец подшипника: поля допусков внешнего кольца располагаются внутри кольца и обозначаются так: *I0, I6, I5, I4, I2*; поля допусков внутреннего кольца располагаются внутри отверстия (в тело вала) и обозначаются так: *L0, L6, L5, L4, L2*, где цифры соответствуют классу точности подшипника. Размеры элементов изделия, служащих для его соединения с другими изделиями (эти размеры называют установочными или присоединительными), наносят с предельными отклонениями или указывают основные параметры этих элементов (например, модуль и число зубьев зубчатых колес, если эти колеса являются элементами внешней связи). Обязательным является указание габаритных размеров; перемещающиеся части изделия изображаются в рабочем положении, крайние положения показываются изображением подвижного элемента тонкими линиями с указанием размеров перемещений;

в) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой (и т. п.), а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных, клееных и др.);

г) номера позиций составных частей, входящих в изделие. Проставлять эти номера на полках-выносах рекомендуется после составления спецификации, поскольку порядок записи элементов в последней регламентирован стандартами.

2.5. Спецификация

Спецификация является основным конструкторским документом. Определяет состав сборочной единицы. Выполняется по ГОСТ 2.108–68* [1].

При работе в системе КОМПАС для оформления спецификаций рекомендуется использовать раздел «Стили спецификаций» из меню «Настройка» и библиотеку GRAPHIC.LYT, в которой находятся шаблоны всех видов спецификаций и ведомостей. Выбирается простая спецификация, первый и последующие листы. Бланки из этой библиотеки можно экспортировать в систему ACAD.

2.6. Конструирование деталей

Конструирование деталей заключается прежде всего в выборе их формы и размеров.

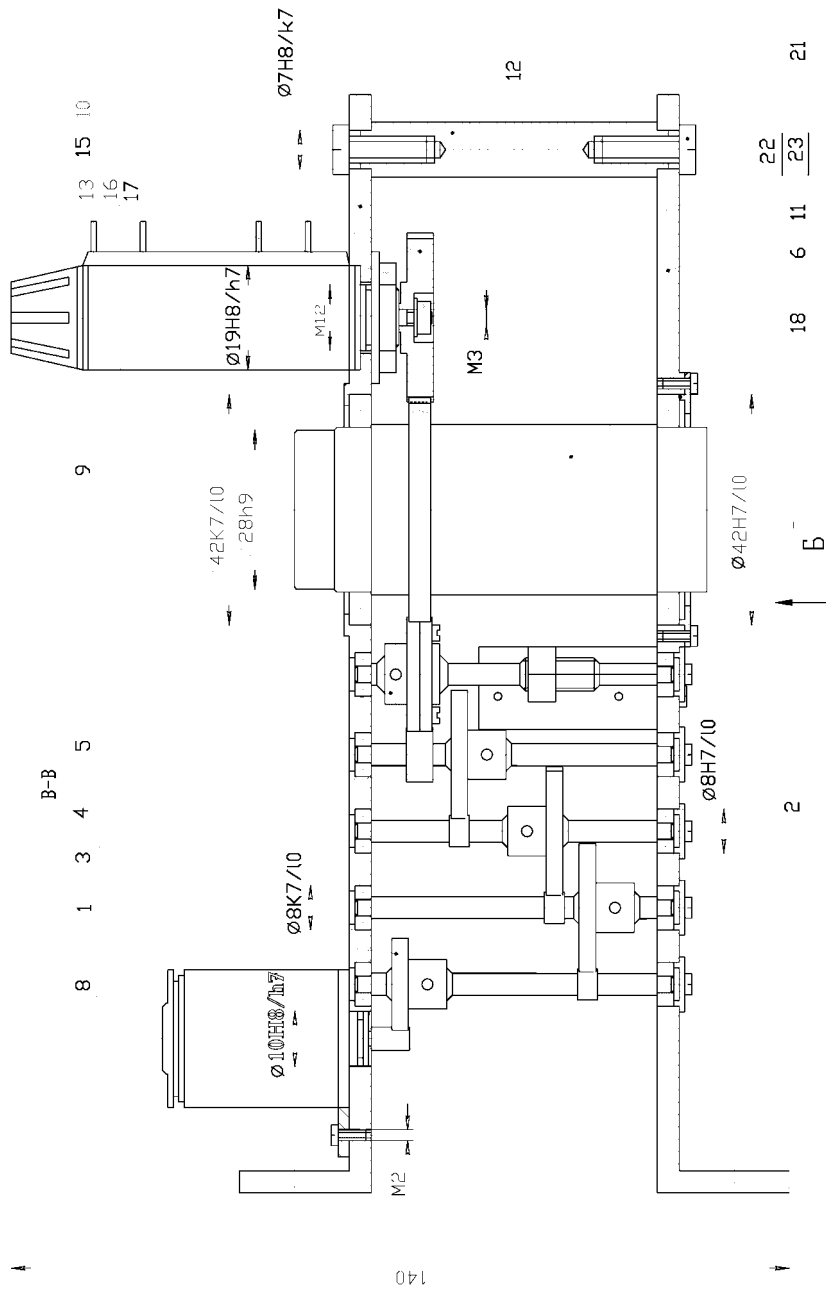


Рис. 18

Выбор формы деталей – это выбор формы их поверхностей. Как известно еще из курсов «Инженерная графика», «Машиностроительное черчение», «Начертательная геометрия» (и т. п.), основными формообразующими элементами деталей машин и приборов являются тела вращения (цилиндр, конус, сфера, тор) и их поверхности, а также тела и поверхности многогранников (призмы и пирамиды). Такой набор основных элементов далеко не случаен, а отобран историей развития технологии производства технических устройств.

Наиболее технологичны цилиндрические поверхности, которые могут быть получены в результате непрерывных ротационных процессов (точение, развертывание, зенкерование, фрезерование цилиндрическое развертывание, цилиндрическое шлифование, хонингование, полирование).

Плоские поверхности менее технологичны, так как их получают с помощью дискретных технологических процессов (фрезерование, строгание, опиливание, плоское шлифование, протягивание).

Фасонные поверхности не технологичны, и при обработке резанием их следует избегать или по возможности сокращать. Только при литье, штамповке, прессовании и других методах формообразования, без дополнительной обработки резанием, фасонные поверхности могут быть технологичны.

Конструирование формы деталей предполагает, как само собой разумеющееся, что конструктор умеет: строить изображения основных геометрических тел и их комбинаций в любом их положении относительно плоскостей проекций; строить их плоские сечения; наносить на поверхности деталей точки и линии; строить линии их взаимного пересечения; в необходимых случаях пользоваться аналитическими выражениями для этих линий. Вопрос же выбора необходимой комбинации основных тел для детали решается на основе понимания ее функционального назначения, изучения аналогов и учета деления поверхностей на упомянутые выше виды (ИП, ОБ, ВБ, СП). Формы основных поверхностей для многих типовых деталей приборов известны из курсов лекций «Основы конструирования приборов», «Прикладная механика».

Относительное расположение поверхностей в детали определяется их функциональным назначением и должно соответствовать решению задачи обеспечения точности расположения ИП деталей в координатной системе прибора. Поскольку положение ИП детали в приборе определяется расположением в нем ОБ этой детали, то, следовательно, главным критерием оценки точности детали оказывается точность расположения в ней ИП относи-

тельно ОБ. Задача правильного ориентирования ИП относительно ОБ должна решаться на основе двух принципов: принципа кратчайшей размерной цепи и принципа ограничения поперечных и продольных «вылетов».

Согласно первому принципу, между ИП и ОБ должно быть как можно меньше размеров (один или два) и точность их выполнения должна быть достаточно высокой.

На рис. 19 представлен сборочный чертеж редуктора: в корпусе 6 на шарикоподшипниках 4, 5 установлены сборочные единицы валов 2, 3 с зубчатыми колесами и электродвигатель 1 с зубчатым колесом на валу. Корпус 6 устанавливается в дальнейшем на общую плату прибора плоскостью А так, чтобы коническое колесо сборочной единицы вала 3 точно сопрягалось с коническим колесом последующего механизма. Очевидно, что для корпуса 6 плоскость А является ОБ, а поверхности отверстий под подшипники и двигатель – ИП, поскольку именно они определяют точность расположения осей валов в редукторе.

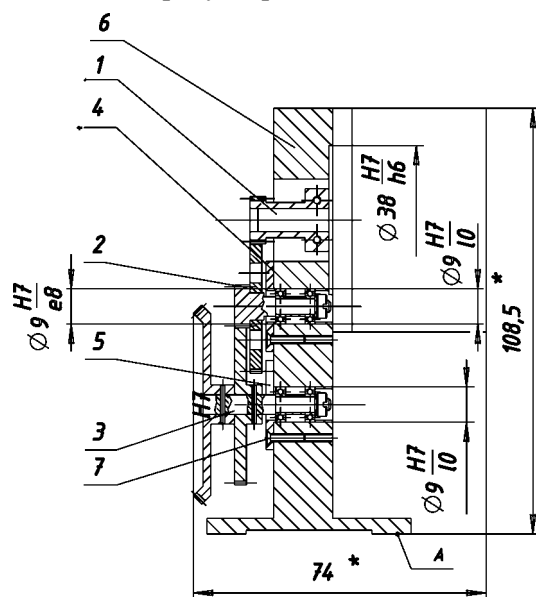


Рис. 19

Рассмотрим отдельно корпус 6, изображенный на рис. 19, как деталь (рис. 20). В ней поверхность основной базы А проявляется уже как конструкторская база, а для целой группы раз-

меров ($33 \pm 0,015$, $4H11$, $1H11$, $108,5h11$) и условий перпендикулярности и параллельности – как измерительная база. Принцип кратчайшей размерной цепи в данном случае наглядно проявляется по отношению к размеру $33 \pm 0,015$, координирующему нижнее отверстие под подшипники: вариант *б* координации этого отверстия приводит к увеличению суммарной погрешности расположения оси отверстия или же требует более высокой точности исполнения составляющих размеров по сравнению с вариантом *а*.

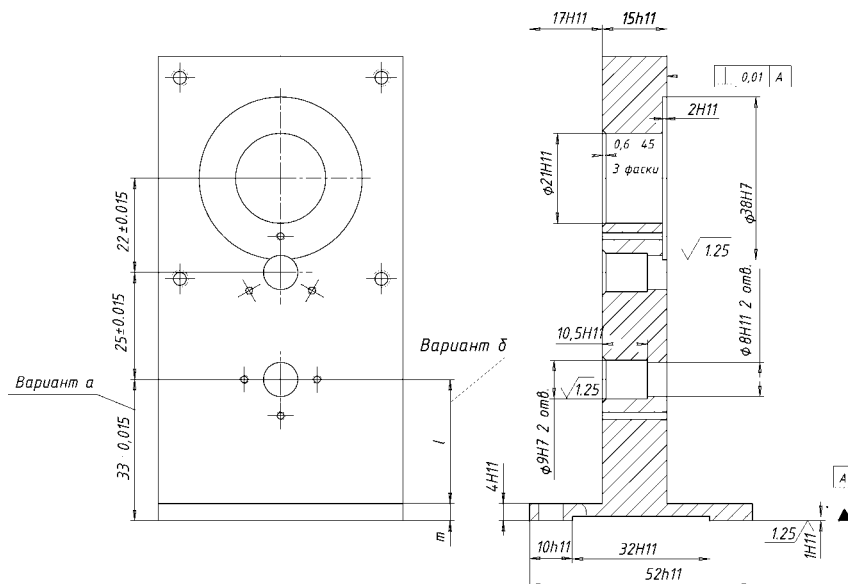


Рис. 20

Согласно второму принципу, для увеличения точности ориентирования ИП относительно ее ОБ исполнительная поверхность должна располагаться в том же слое пространства, в котором находится ОБ, или же должны быть ограничены поперечные и продольные расстояния (вылеты) между ИП и центром этого слоя (в данном контексте слой – это область пространства, через которую проходят все нормали к ОБ). Сравним визуально, например погрешности Δ расположения оси отверстия, которые будут возникать в случае перекоса α при установке одной и той же ОБ на общую плату для симметричного расположения вертикального участка корпуса (рис. 21, *а*) и для расположения гнезд под подшипники в корпусе на продольном вылете e (рис. 21, *б*).

Выбрав форму основных поверхностей, конструктор получает исходный эскиз детали, который необходимо дополнить различными элементами, учитывающими нюансы технологических процессов изготовления выбранных поверхностей детали, опыт эксплуатации, уменьшение концентрации напряжений, удобство включения детали в сборочные единицы и др. К таким элементам прежде всего относятся: фаски, галтели, проточки, пазы, буртики, лыски, центровые отверстия, рифления и т. п.

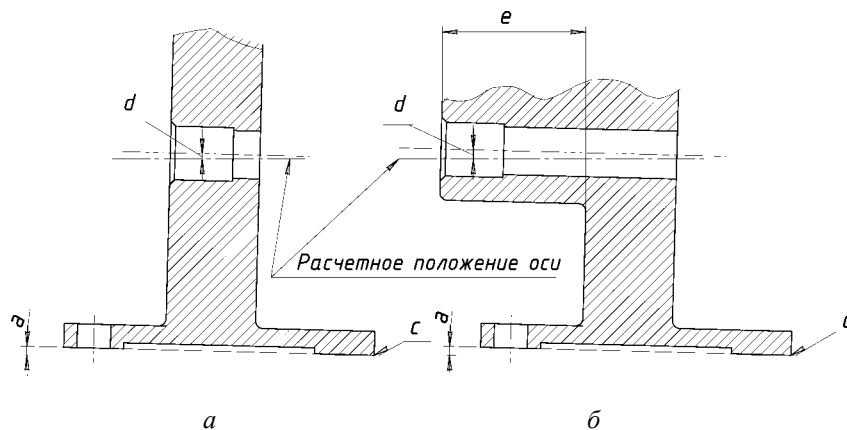


Рис. 21

Все внешние углы деталей должны быть снабжены фасками, внутренние углы – галтелями. Фаски обычно выполняются под углом 45° . Катет c фаски для цилиндрических деталей общего назначения можно определить из соотношения $c = 0,1 D$, где D – диаметр цилиндра. Рассчитанные значения c округляют до стандартных (ГОСТ 10948–64*): $c = 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5$.

На свободных поверхностях фаски выполняются размером $0,1 \dots 0,2$ мм, на чертеже их не показывают, а в технических требованиях чертежа делают запись типа «острые кромки притупить $R = 0,2$ мм».

Правила изображения фасок на чертежах стандартизированы (ГОСТ 2.307–68*). Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рис. 22, а; под другими углами указывают по общим правилам для линейных и угловых размеров (рис. 22, б, в). Размеры одинаковых фасок наносят один раз с указанием их количества.

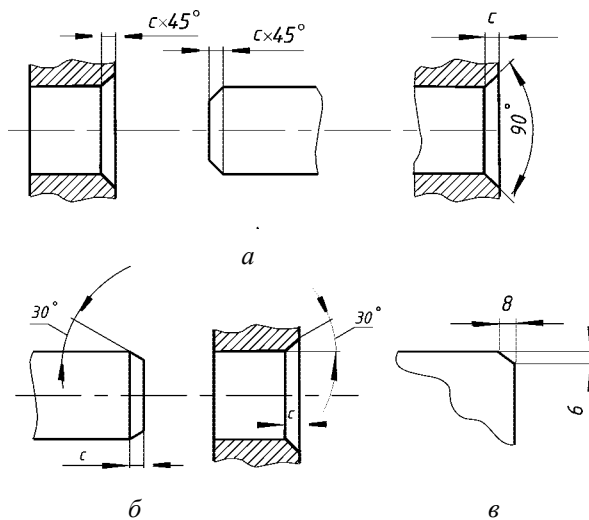
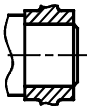
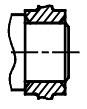
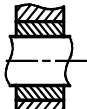





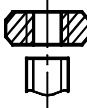
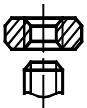
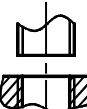
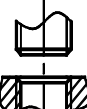
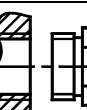
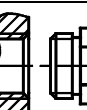
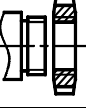
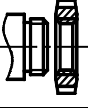


Рис. 22

Примеры неправильного (без фасок) и правильного оформления фрагментов деталей, а также назначения фасок приведены в табл. 1 [7].

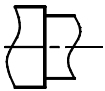
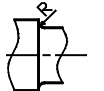
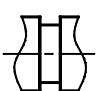

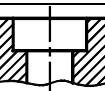
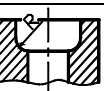
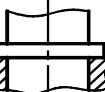





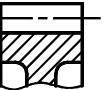

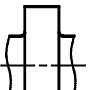
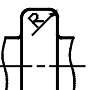
Таблица 1




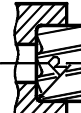


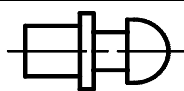
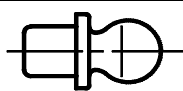
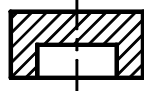
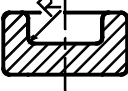
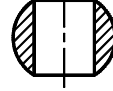
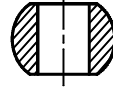




Эскиз детали		Назначение фасок
Неправильно	Правильно	
Механически обрабатываемые детали		Предотвращение травмы рук. Предохранение точных поверхностей от забоин
		Облегчение сборки
Соединения с натягом		
		Облегчение запрессовки
		Предотвращение выпучивания металла на кромках отверстий

Эскиз детали		Назначение фасок
Неправильно	Правильно	
Неподвижные и подвижные сопряжения		Уменьшение кро- мочных давлений
		
		
		
Накатные детали		Удобство манипули- рования. Улучшение внешнего вида
		
Резьбовые соединения. Нарезные стержни и отверстия		Облегчение нажив- ления и завертыва- ния
		
		
		
		

Примеры правильного и неправильного оформления фрагментов деталей с галтелями и назначение галтелей приведены в табл. 2 [7].

Таблица 2

Эскиз детали		Назначение галтелей
Неправильно	Правильно	
Входящие углы наружных деталей		Уменьшение концентраций напряжений на участках переходов. Повышение статической прочности и сопротивления усталости
		
		
		
		
		
Детали, работающие в условиях контактного нагружения		Уменьшение кромочных давлений
		
		
		

Эскиз детали		Назначение галтелей
Неправильно	Правильно	
Детали, подвергаемые механической обработке		Увеличение стойкости режущего инструмента
		
		
		
Детали, подвергаемые термообработке		Предотвращение обезуглероживания и перегрева кромок. Уменьшение закалочных напряжений на участках переходов
		
		
		
Детали, подвергаемые химико-технической обработке		Равномерное насыщение поверхностного слоя вводимыми элементами
		
Детали, подвергаемые гальванопокрытиям		Предотвращение местных колебаний плотности тока. Равномерное осаждение металла. Облегчение полирования
		

Эскиз детали		Назначение галтелей
Неправильно	Правильно	
Детали, покрываемые красками, лаками и эмалями		Равномерное нанесение покрытия
		
Литые детали		Равномерная кристаллизация металла при остывании. Уменьшение усадочных напряжений
		
		
Штампованные детали		Улучшение течения металла; заполнение входящих углов ручьев штампа
		
Листовые штампованные детали		Облегчение вытяжки металла. Предотвращение разрывов на участках переходов
		
Листовые вырубki детали		Увеличение стойкости вырубного инструмента
		
Резервуары		Устранение очагов коррозии во входящих углах. Облегчение промывки
		
Теплорассеивающие ребра радиаторов		Улучшение теплоперехода из тела детали в ребра
		

Замечание. В графических пакетах КОМПАС и АСАD правила указания фасок, галтелей и их размеров реализуются автоматически через кнопки инструментальной панели.

Размеры R галтелей берут из того же ряда чисел, что и для величины s фасок (сюда не входят радиусы скруглений деталей, получаемых гибкой, литьем).

В сопряжениях сборочных единиц галтели охватываемой детали перекрываются галтелями большего радиуса, чем галтель охватываемой детали (рис. 23, *а*), выточками (рис. 23, *б*) или фасками (рис. 23, *в*).

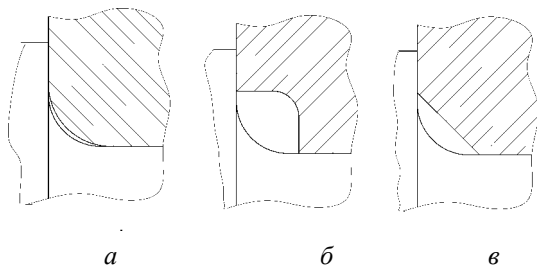


Рис. 23

Буртики (рис. 24) применяют для упора деталей в неподвижных соединениях и для ограничения осевого перемещения деталей в сопряжениях с зазором (см., например, рис. 10). Наиболее рациональны буртики, у которых нерабочая поверхность выполнена по углом 45° так, чтобы ее можно было обработать проходным резцом с обычным значением главного угла в плане 45° . Высоту буртиков следует уменьшать до минимума.

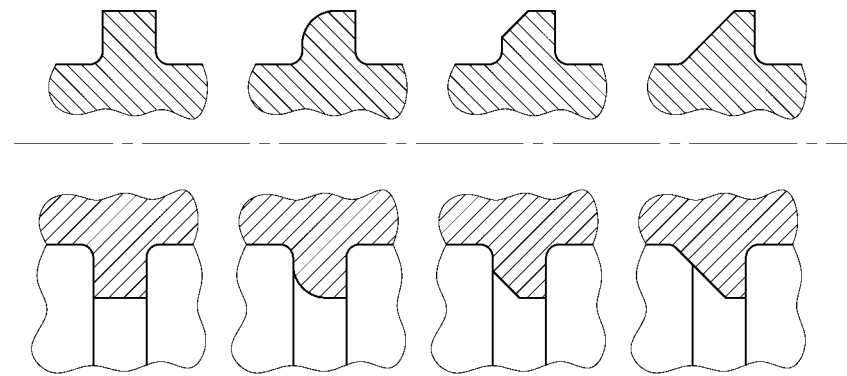


Рис. 24

Проточки (канавки, выточки) применяют в основном для установки в них стопорящих деталей (см. рис. 9, 10, 12), уплотняющих прокладок, для обеспечения прохода инструмента, например, при шлифовании поверхностей или при нарезании шпоночных пазов в отверстиях.

В конструкторской практике имеется много примеров рационального введения дополнительных элементов формы деталей с учетом различных методов их изготовления. Наиболее типичные элементы формы деталей (в том числе проточки, скругления, ребра жесткости, центровые отверстия, бобышки литых корпусов) достаточно подробно рассмотрены в [1, гл. 7, 12].

Размеры деталей приборов выбирают, как правило, исходя из конструкции данной детали и силового режима ее работы. При значительных нагрузках основные размеры деталей (диаметры валов, модули зубчатых колес, размеры подшипников, пружин, штифтов, шпонок, рычагов, поперечных сечений гибких связей и т. д.) определяют из расчетов на прочность и жесткость (напомним о необходимости привязки окончательных значений размеров к значениям из стандартных рядов размеров).

В большинстве случаев, в особенности при малых нагрузках, расчеты многих деталей приборов (корпусные элементы, печатные платы, крепежные элементы, шкивы, диски колес и муфт и т. д.) на прочность и жесткость не производят. В таких случаях выбор размеров вызывает у начинающих конструкторов определенные трудности. В подобных ситуациях надо руководствоваться следующим соображением. Одной из главных задач конструирования является получение гармоничной конструкции. Это значит, что все детали, сборочные единицы должны обладать одинаковой степенью соответствия требованиям надежности, точности, жесткости, прочности, требованиям художественного конструирования, технологичности и др. Готовое изделие должно выглядеть как гармоничное целое, в котором составляющие элементы связаны между собой пропорциональностью размеров, сходством структуры поверхностей. Таким образом, встретившись с необходимостью назначения нерасчетных размеров, надо смелее «включать» свое чувство гармонии.

Одним из средств построения гармоничных конструкций является так называемое правило «золотого сечения». «Золотое сечение» – это такое деление отрезка на две части, в котором меньшая часть a относится к большей b , как большая ко всему отрезку, т. е. $a/b = b/(a + b)$.

Желательно, чтобы соотношение основных габаритных размеров каждого элемента конструкции, да и всей конструкции в це-

лом, было близко к соотношению «золотого сечения». Удобным здесь оказывается использование рядов сложения, в которых каждый последующий член равен сумме двух предыдущих. Тройка подряд идущих членов такого ряда подчиняется правилу «золотого сечения». Приблизительно этим свойством обладает целочисленный ряд 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89 и т. д., более точный ряд «золотого сечения» 0,146; 0,236; 0,618; 1,00; 1,618; 2,618; 4,236 и т. д.

Замечание. При назначении размеров для элементов деталей чрезвычайно важно представлять процесс появления размеров для элементов всего изделия в ходе его конструирования. Этот процесс развивается в общем случае по маршруту «общий вид – схема деления – сборочный чертеж изделия – чертежи сборочных единиц – чертежи деталей».

Впервые размеры изделия и размеры его отдельных частей появляются на общем виде: габаритные, присоединительные, установочные и др. Далее они сохраняются неизменными для всех сборочных единиц и деталей, к которым относятся.

При выделении для разработки чертежа каждой части изделия в соответствии со схемой деления (разд. 2.3) конструктор должен сразу же нанести размеры на те конструктивные элементы, с помощью которых эти части присоединяются друг к другу, т. е. присоединительные размеры; в дальнейшем эти размеры также остаются неизменными.

Таким образом, к моменту разработки чертежа детали размеры многих ее элементов оказываются predetermined. Соблюдение этой процедуры обеспечивает в дальнейшем (после изготовления деталей) собираемость изделия и его частей.

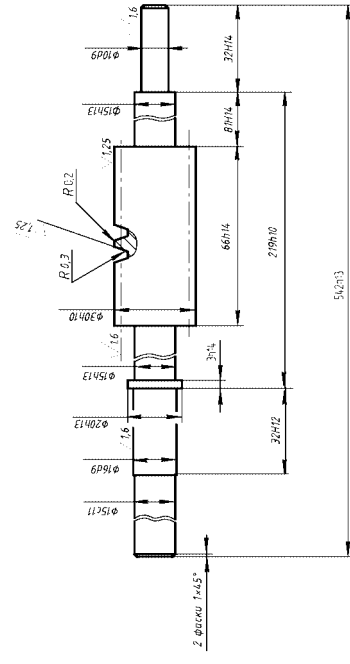
2.7. Чертежи деталей

Чертеж детали относится к основным конструкторским документам, выполняется на форматах, установленных ГОСТ 2.301–68, с основной надписью по ГОСТ 2.104–68 и должен содержать изображение детали, ее размеры, требования к материалу, требования к обработке поверхностей, а также другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля (примеры см. на рис. 25, 26). Изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы) должны определять геометрическую форму детали с исчерпывающей полнотой. При выполнении чертежей деталей следует руководствоваться стандартами: ГОСТ 2.109–73. Основные требования к чертежам; ГОСТ 2.301–68* – 2.317–68*. Общие правила выполнения чертежей; ГОСТ 2.401–68* – ГОСТ 2.420–68*. Правила выполнения чертежей различных изделий, а также рекомендациями, изложенными в [1, 2, 5, 6, 7].

БАВУ.722555.04.9

√_{6.3} (✓)

Модуль	m	2,5
Число заходов	z ₁	1
Вид червяка	—	ЗА
Делительный угол подъема	g	5'43"
Направление линии вилка	—	правое
Исходный червяк	—	ГОСТ 19036-73
Степень точности	—	7-В
Делительный диаметр червяка	d _f	25
Ход вилка	P _{z1}	7,854



- 1. 34...40.5 HRC₃
- 2. Внутренние углы R0.3 мм
- 3. Острые крошки притупить 0.3 мм
- 4. Покрытые Хим.фос.

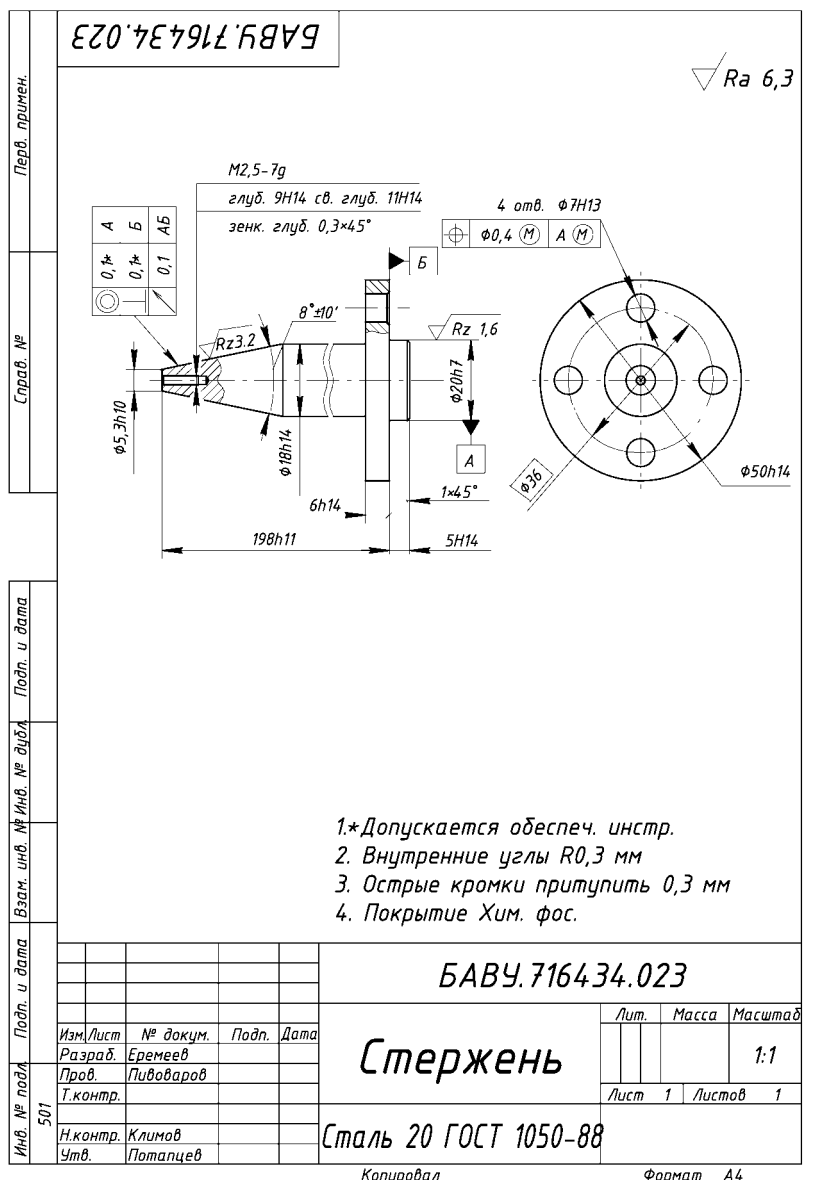
БАВУ.722555.04.9			
Червяк			
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			
Копировать			
Формат: А3			

№ кр. рис.	501
Истор. в черт.	
Взам. инв. №	
Инв. № д/ин.	
Истор. № д/ин.	
Истор. № черт.	
Истор. № экз.	
Истор. № инв.	
Истор. № арх.	
Истор. № рис.	

Рис. 25

БАВУ.716434.023

✓ Ra 6,3



- 1.* Допускается обеспеч. инстр.
2. Внутренние углы R0,3 мм
3. Острые кромки притупить 0,3 мм
4. Покрытие Хим. фос.

БАВУ.716434.023

Стержень

Сталь 20 ГОСТ 1050-88

Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб. Еремеев			
Пров. Пивоваров			
Т.контр.			
И.контр. Климов			
Утв. Потапцев			

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист 1	Листов 1	

Копировал

Формат А4

Рис. 26

Размеры наносятся с обязательным указанием предельных отклонений. Правила нанесения размеров установлены ГОСТ 2.307–68*. Это очень важный стандарт. Пропуск или ошибка хотя бы в одном из размеров делают чертеж непригодным к использованию, так как определять пропущенные или ошибочные размеры путем обмера соответствующих мест на чертеже не допускается. Рекомендации и примеры простановки размеров изложены также в [1]. Обязательными являются и указания параметров шероховатости всех поверхностей, которые выполняются по ГОСТ 2.309–73. ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей. В 2002 г. в этот стандарт внесены изменения обозначений, которые пока не отражены в справочной литературе. Основное содержание изменения: параметр шероховатости указывается теперь под полкой знака шероховатости (рис. 27), примеры применения нового обозначения даны на рис. 28.

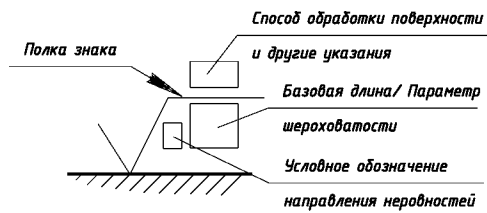


Рис. 27

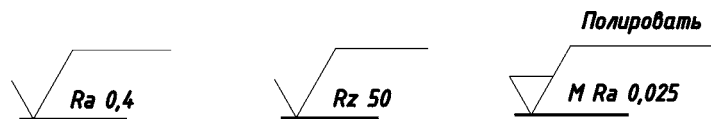


Рис. 28

При необходимости на чертеже указываются допуски на отклонения формы поверхностей (прямолинейности, плоскостности, круглости, цилиндричности и т.д.) и расположения (перпендикулярности, параллельности, соосности, радиальных и осевых биений и т. д.) в соответствии с ГОСТ 24642–81, ГОСТ 2.308–79*, [1–5].

На поле чертежа над основной надписью могут записываться дополнительные указания по термической обработке, покрытиям, (см. рис. 25, 26), требования к хранению и способам транспортировки, указания по возможной замене материала детали.

Для деталей с элементами зубчатого зацепления в правом верхнем углу поля чертежа размещается таблица с параметрами зацепления.

3. ОБОЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

3.1. Общие сведения

Для производства система обозначений играет большую роль в силу следующих причин: она обеспечивает единство обозначений в качестве информационного языка во всех отраслях промышленности; создает основу информационного обеспечения систем управления и подготовки производства при проектировании, производстве, эксплуатации и ремонте изделий; позволяет использовать в проектах ранее разработанную документацию без переделки; позволяет создавать автоматизированные системы учета, хранения тиражирования конструкторской документации и т. д.

В России введена (ГОСТ 2.201–80) единая обезличенная классификационная система обозначения изделий и КД во всех отраслях промышленности на всех стадиях разработки. Обозначение изделия одновременно является обозначением его основного КД. Обозначение КД размещается в поле 2 основной надписи в соответствии с ГОСТ 2.104–68* (см. рис. 25, 26).

Установлена следующая структура обозначения основного КД:

АБВГ. ХХХХХХ.ННН,

где АБВГ – четырехзначный буквенный код организации-разработчика; ХХХХХХ – шестизначный код классификационной характеристики; ННН – порядковый регистрационный номер от 001 до 999.

Например, код МГТУ им. Н.Э. Баумана – БИГЕ, код НУК РЛМ МГТУ им. Н.Э. Баумана – БАВУ. Для назначения кода классификационной характеристики используется «Классификатор изделий и конструкторской документации машиностроения и приборостроения (классификатор ЕСКД)». Регистрационный номер получают в отделе учета КД из книги учета КД.

При курсовом проектировании в качестве регистрационного номера используют трехзначную запись номера изделия из таблицы состава изделия чертежа общего вида.

При обозначении не основного КД к цифровому обозначению добавляется дополнительный элемент кода по ГОСТ 2.102–68, например для сборочного чертежа – СБ, для вида общего – ВО, для схемы кинематической – К, электрической – Э, оптической – Л, комбинированной – С.

В зависимости от назначения типы схем имеют и цифровые коды: структурные – 1, функциональные – 2, принципиальные – 3, монтажные – 4, расположения – 7. Таким образом, наименование и обозначение схемы как вида документа состоит из кодов вида и типа схемы, например схема электрическая функциональная – Э2, схема кинематическая принципиальная – К3, схема оптическая расположения – Л7 и т. п.

Код классификационной характеристики, присваиваемый по классификатору ЕСКД, является информационной частью обозначения, играющей в нем важнейшую роль. Классификатор ЕСКД позволяет однозначно определить любую деталь или сборочную единицу с любой степенью обобщения.

Шестизначный код классификационной характеристики состоит из указания класса (два первых знака), подкласса, группы, подгруппы и вида (по одному знаку). Пример обозначения: БАВУ.721133.006 – тело вращения с элементами зубчатого зацепления (класс 72), зубчатое колесо цилиндрическое (подкласс 1), с наружными прямыми зубьями (группа 1), одновенцовое (подгруппа 3), модуль св. 1,0 мм (вид 3).

3.2. Информационные источники для классификации деталей. Принципы построения и использования

Основой для классификации всех изделий промышленности и сельского хозяйства является «Общий классификатор продукции» (ОКП). Согласно классификатору все изделия разделены на классы (от 0 до 99) по принципу их принадлежности к определенной отрасли промышленности или сельского хозяйства. Классы подразделяются на подклассы (от 0 до 9), подклассы – на группы (от 0 до 9), группы – на подгруппы (от 0 до 9) и подгруппы – на виды (от 1 до 9).

Составной частью ОКП является «Классификатор изделий и конструкторской документации машиностроения и приборостроения» (классификатор ЕСКД), содержащий, в частности, КХ деталей классов 71 – 75:

71 – тела вращения типа колец, дисков, шкивов, блоков, стержней, втулок, стаканов, колонок, валов, осей, штоков и др.;

72 – тела вращения с элементами зубчатого зацепления; трубы, шланги, проволочки, секторы, сегменты; детали изогнутые из листов, полос и лент; корпусные, опорные, подшипники;

73 – не тела вращения: корпусные, опорные, емкостные;

74 – не тела вращения: плоскостные; рычажные; изогнутые из полос, листов и лент; профильные; трубы;

75 – тела вращения и не тела вращения кулачковые, карданные, с элементами зацепления, пружинные, ручки, уплотнительные, маркировочные, защитные, оптические, электрорадиоэлектронные, крепежные.

Сборочные единицы общемашиностроительного назначения включены в класс 30.

Основой для классификации служат признаки, принятые Государственным комитетом СССР по управлению качеством продукции и стандартам [9]. В классах деталей классификатора ЕСКД на первой ступени классификации использован, как правило, признак «геометрическая форма». Признак раскрывает существенные геометрические характеристики деталей независимо от их функционального назначения и принадлежности к изделиям. По геометрической форме на уровне класса детали подразделены на тела вращения (классы 71, 72), не тела вращения (классы 73, 74) и тела и (или) не тела вращения (класс 75).

На последующих ступенях классификации использованы признаки: функциональный, конструктивный, параметрический, служебного назначения, наименования. В отдельных случаях, когда применение перечисленных признаков невозможно, использованы признаки «принадлежность», «материал».

Параметрический признак характеризует конструктивные особенности деталей и позволяет отличить друг от друга детали одной и той же геометрической формы, например, по соотношению длины к диаметру, величине модуля зубчатого зацепления, интервалу размеров и др.

Конструктивный признак конкретизирует геометрическую форму и позволяет описывать деталь по наличию и отсутствию конструктивных элементов – резьбы, отверстий, пазов, шлицев и т. д.

Функциональный признак указывает на функцию, которую должна выполнять деталь.

Признак «материал» используется для деталей, если он определяет или ограничивает их функциональное применение, например, 757120, 757130-КХ для магнитопроводов из ферритов.

Для облегчения поисков признаков классификации «Классификатор ЕСКД» в классах 71 – 76 дополнен «Иллюстрированным определителем деталей», «Алфавитно-предметным указателем», «Определителем наименований деталей».

Иллюстрированный определитель деталей является наглядным пособием при работе с классами деталей 71–76 Классификатора ЕСКД. В сетках своих таблиц он содержит эскизы типовых представителей всех видов деталей классов 71–76 с распределением их по сеткам классов и подклассов, подклассов и групп.

Алфавитно-предметный указатель наименований деталей (АПУ) используется для кодирования деталей по наименованию в случаях, когда это наименование однозначно определяет деталь. Он содержит в алфавитном порядке наименования деталей и соответствующие коды классификационных характеристик. Наименование деталей начинается со слова, однозначно определяющего основное назначение детали.

3.3. Общие правила определения классификационных характеристик

Для определения кода классификационной характеристики выполняют следующие действия.

1. Определяют согласно ГОСТ 2.101–68 тип классифицируемого изделия: деталь, комплекс, сборочная единица, комплект.

2. Присваивают наименование детали. При выборе наименования используют термины, принятые в классах деталей классификатора, а при отсутствии необходимого термина – терминологию нормативно-технической документации отрасли, предприятия. Наименование должно быть кратким. Первое определяющее слово наименования должно нести основную смысловую нагрузку. В словосочетаниях типа «прилагательное – существительное» соблюдают обратный порядок написания: «кулачок дисковый», а не «дисковый кулачок». Как исключение допускается прямой порядок слов для установившихся словосочетаний: «мальтийский крест». В словосочетаниях типа «существительное – существительное» соблюдают прямой порядок слов, например «ступица винта гребного».

Правильный выбор наименования детали облегчает в ряде случаев поиск кода классификационной характеристики, в частности, с использованием АПУ, но не является решающим условием однозначности их отнесения к классификационным группировкам вследствие широко распространенного в русском языке явления синонимии.

3. Используя термины, общепринятые для технических устройств машин и приборов, и, в первую очередь, термины описания геометрической формы объектов, составляют описательный образ детали.

Описательный образ детали представляет собой набор признаков, необходимый и достаточный для ее полного описания. При составлении описательного образа пользуются в основном следующими признаками: геометрическая форма (внешние очертания, характер взаимного расположения поверхностей, отверстий); параметрические и конструктивные особенности (соотношение основных размеров, вместимость, количество элементов и др.); выполняемая функция; служебное назначение; наименование.

Пример: фланец с $L = 20$ мм, $D = 95$ мм с наружной поверхностью цилиндрической, ступенчатой, односторонней, без закрытых уступов и наружной резьбы, с центральным сквозным гладким отверстием цилиндрическим без резьбы, без пазов и шлицев на наружной поверхности, с отверстиями вне оси детали.

4. Наименование детали, указанное в чертеже, находят в АПУ. Если этому наименованию соответствует один код видовой группировки, то он и является искомым кодом классификационной характеристики.

Если наименованию детали в АПУ соответствует несколько кодов или выбранное наименование не найдено в АПУ, то необходимый код выбирают, пользуясь чертежом, описательным образом детали и «Иллюстрированным определителем деталей», «двигаясь» при этом по маршруту: класс – подкласс – группа – подгруппа – вид. При курсовом проектировании удобнее всего сразу же пользоваться этим определителем, поскольку изображенные в нем типовые детали помогают найти наиболее близкую к классифицируемой на основе образного сравнения. Главное при этом – внимательно читать классификационные признаки в заголовке таблицы, в ее левом столбце и над каждым изображением.

Некоторые специфические детали для облегчения их кодирования сгруппированы по признаку их функциональной однородности независимо от геометрической формы: детали – тела вращения и (или) не тела вращения, в том числе: уплотнительные – 754100; оптические – 755000, 756000; электрорадиоэлектронные – 757000, в том числе платы печатные – 758700, 758800; крепежные – 758100–758500; отсчетные, пояснительные, маркировочные, защитные – 754200–754500; пружинные – 753500, 753600; подшипники качения и скольжения – 726000.

3.4. Рекомендации по выбору классов, подклассов и групп классификационных характеристик для типовых деталей приборов

Данные рекомендации призваны помочь произвести классификацию на уровнях классов, подклассов и групп для деталей классов 71 – 75 и быстро выбрать необходимую книгу Классификатора ЕСКД с тем, чтобы завершить выбор кода КХ на уровне подгрупп и видов.

Класс 71. Тела вращения типа колец, дисков, шкивов, блоков, стержней, втулок, стаканов, колонок, валов, осей и др.

К деталям – телам вращения относят детали, наружная поверхность которых образована вращением линии вокруг оси с постоянным радиусом вращения. Деталь – тело вращения может быть цилиндрической, конической, криволинейной и комбинированной.

К деталям – телам вращения относят также детали с элементами не тел вращения любой длины, вписывающимися в окружность наибольшего диаметра детали.

В классе 71 классификация деталей осуществлена по следующим признакам: геометрическая форма (детали – тела вращения); параметрический (отношение длины к диаметру); конструктивный (наличие и отсутствие конструктивных элементов: закрытых уступов, наружной резьбы, центральных отверстий и др.) Признаком классификации на уровне видов является отсутствие или наличие пазов и шлицев на наружной поверхности, кольцевых пазов на торцах, отверстия вне оси детали.

В классе 71 классифицируются детали – тела вращения, которые делятся на три диапазона по соотношению длины детали по оси вращения к наибольшему наружному диаметру детали (L/D):

с L до $0,5D$ включительно – детали типа колец, дисков, тарелок, крышек, фланцев, катушек, шкивов, блоков и др. (711000, 712000);

с L свыше $0,5$ до $2 D$ включительно – детали типа катушек, шкивов, стержней, втулок, барабанов, стаканов, пальцев и др. (713000, 714000);

с L свыше $2 D$ – детали типа валов, шпинделей, осей, штоков, втулок, букс, гильз, колонок, стержней и др. (715000, 716000).

К подклассам 711000, 713000, 715000 относят детали с цилиндрической наружной поверхностью, которые на уровне групп делятся по следующим признакам:

отсутствие или наличие закрытых уступов;

форма наружной поверхности (гладкая, имеющая по всей длине один номинальный диаметр, ступенчатая односторонняя, ступенчатая двухсторонняя);

отсутствие или наличие наружной резьбы.

В подклассах 712000, 714000, 716000 классифицируются следующие детали:

в группах 712100, 714100, 716100 – детали с конической наружной поверхностью или из сочетаний конических поверхностей;

в группах 712200, 714200, 716200 – детали с криволинейной наружной поверхностью или с наружной поверхностью, состоящей из сочетания криволинейных поверхностей;

в группах 712300–712700, 714300–714700, 716300–716700 – детали с комбинированной наружной поверхностью, состоящей из цилиндрических, конических и криволинейных поверхностей в различных их сочетаниях.

Детали с наружной поверхностью, комбинированной на уровне групп, подразделяются по следующим признакам: отсутствие или наличие закрытых уступов; форма наружной поверхности (ступенчатая односторонняя, ступенчатая двухсторонняя); отсутствие или наличие наружной резьбы.

Класс 72. Детали – тела вращения с элементами зубчатого зацепления; трубы, секторы, сегменты; изогнутые из листов, полос и лент; корпусные, опорные, емкостные, подшипников и др.

В классе 72 детали – тела вращения классифицируются в шести подклассах, в том числе: колеса зубчатые цилиндрические (721000); колеса зубчатые конические, червячные, червяки, комбинированные (722000); трубы, трубки, шланги, детали разрезные; секторы, сегменты; детали, изогнутые из листов, полос и лент; детали – тела вращения корпусные и опорные (724000); детали емкостные (725000).

В подклассе 721000 классифицируются колеса зубчатые цилиндрические, которые на уровне групп по конструктивно-параметрическим признакам разделены на следующие: колеса одновенцовые с наружными прямыми зубьями – с модулем зацепления до 1 мм, с эвольвентным (721100) и неэвольвентным – часовым (721200) профилем зуба, то же с модулем зацепления свыше 1 мм (721300); колеса одновенцовые с наружными косыми зубьями (721400); колеса одновенцовые с внутренними зубьями; втулки и обоймы зубчатых муфт (721500).

Колеса зубчатые конические, червячные, червяки, комбинированные, классифицированные в подклассе 722000, на уровне групп делятся по конструктивно-параметрическим признакам следующим образом: колеса зубчатые конические с прямыми зубьями (722300); колеса зубчатые конические с криволинейными зубьями

(722400); колеса червячные, червяки (722500); колеса зубчатые комбинированные: конические, червячные, червяки, комбинированные (722600).

К подклассу 723000 относят: трубы, шланги и проволочки прямые (723100); детали разрезные – втулки, кольца, цанги (723200); секторы, сегменты, кроме изогнутых из листов, полос и лент (723300); детали тела вращения, изогнутые из листов, полос и незамкнутым контуром в сечении (723400).

В подклассе 724000 классифицированы детали корпусные и опорные: корпусные, кроме державок инструмента (724200); опорные – колонны, салазки, столы, направляющие, станины и др. (724500). Корпусной считают деталь коробчатой формы, имеющую одно или несколько базовых отверстий, с помощью которых другие детали и сборочные единицы могут монтироваться внутри нее в определенной кинематической взаимосвязи. Опорной считают деталь любой формы, воспринимающую нагрузку других деталей или сборочных единиц, устанавливаемых на ее вспомогательные базы, и передающую эту нагрузку через свою основную базу на другие элементы конструкции (не путать с опорами валов).

Корпусные и опорные детали, не являющиеся телами вращения, относятся к классу 73.

Аналогичные по геометрической форме детали, но не являющиеся корпусными и опорными, относят к классу 71.

К подклассу 726000 относят детали подшипников качения и скольжения.

Класс 73. Детали – не тела вращения корпусные, опорные, емкостные.

В классе 73 в пяти подклассах классифицированы следующие детали – не тела вращения: корпусные – без поверхности разъема (731000) и с поверхностью разъема (732000); опорные – без направляющих поверхностей (733000) и с направляющими поверхностями (734000); емкостные (735000).

К подклассам 731000, 732000 относят корпусные детали – не тела вращения коробчатой формы, имеющие одно или несколько базовых отверстий, с помощью которых другие детали монтируются внутри корпуса.

Класс 75. Детали – тела вращения и (или) не тела вращения кулачковые, карданные, с элементами зацепления, пружинные, ручки, уплотнительные, отсчетные, маркировочные, защитные, оптические, электрорадиоэлектронные, крепежные.

К классу 75 относят:

детали общемашиностроительного применения, представляющие собой сочетание тел вращения и не тел вращения, – кулачковые, карданные, детали с элементами зацепления, не вошедшие в класс 72, а также общемашиностроительные специфические – детали арматуры, санитарно-технические, перфорированные, разветвленные, пружинные, ручки, уплотнительные, отсчетные, пояснительные, маркировочные, защитные (751000–754000);

специфические детали, используемые в приборах, – оптические (755000 – 756000), электрорадиоэлектронные (757000), платы печатные (758700, 758800); детали крепежные общемашиностроительные (758100 – 758500).

К подклассу 751000 относят: детали кулачковые, с осями параллельными и изогнутыми, ползуны, винты шнековые, вилки и валы карданные, детали с элементами зацепления.

Детали кулачковые разделяются в группах на кулачки радиальные: с одним рабочим профилем (751100) и с двумя и более рабочими профилями (751200); осевые (751300), радиально-осевые, коноидные (751400), кулачки осевые, муфты и полумуфты кулачковые (751300), а также все кулачковые детали с элементами зубчатого зацепления (751170, 751220, 751340, 751390, 751440 и др.).

В подгруппах детали подразделяются по признакам: наличию или отсутствию элементов зубчатого зацепления, по форме рабочего профиля и основной базы, в видах – по расположению зубьев и т. д.

К группе 751600 относят детали с осями параллельными типа эксцентриков, кривошипов, ползунов, кривошипно-шатунных механизмов, крышек и скоб подшипников, кронштейнов, стоек; эксцентрики с наружной основной базой, в том числе и с элементами зубчатого зацепления (751610).

К подклассам 755000 и 756000 относятся оптические детали с рабочими поверхностями плоскими (755000); с рабочими поверхностями сферическими и несферическими (756000). В этом же подклассе классифицируются рефлекторы, отражатели, рассеиватели и стекла сигнальные.

К подклассу 757000 относятся детали магнитопроводящие из ферритов, магнитодиэлектриков (757100) и из электротехнической стали, имеющей высокую магнитную проницаемость (757200); токопроводящие детали – электроды (757300) и кроме электродов

(757400), изоляторы, каркасы намоточные, сепараторы источников тока (757500), приборы электровакуумные (757600), резисторы, конденсаторы (757700), волноводы, резонаторы и другие акустические (757800).

К подклассу 758000 относятся детали крепежные общемашиностроительные (758100 – 758500), а также платы печатные (758700, 758800), не являющиеся сборочными единицами.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Элементы приборных устройств. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов: В 2 ч. / Под ред. О.Ф. Тищенко. М.: Высш. шк., 1978. Ч. 1. 328 с.; Ч. 2. 232 с.
2. *Левцкий В.С.* Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: М.: Высш. шк., 2001. 429 с.
3. Атлас конструкций элементов приборных устройств / Под ред. О.Ф. Тищенко. М.: Машиностроение, 1982. 116 с.
4. Расчет и конструирование валов и опор механических передач приборов / Под ред. В.Н. Баранова. М: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2000. 32 с.
5. *Анурьев В.Н.* Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. М: Машиностроение, 2003. Т. 1. 736 с.; Т. 2. 584 с.; Т. 3. 576 с.
6. *Чурабо Д.Д.* Детали и узлы приборов: Конструирование и расчет: Справ. пособие. М.: Машиностроение, 2002.
7. *Орлов П.И.* Основы конструирования: В 2 кн. М.: Машиностроение, 1988. Кн. 1. 560 с.; Кн. 2. 544 с.
8. *Хрящев В.Г., Серегин В.И., Гусев В.И.* Геометрические построения с использованием системы AutoCAD 2002. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 94 с.
9. Рекомендации по однозначному отнесению деталей к классификационным группировкам классов 71–76 классификатора ЕСКД. Р 50–63–88. М.: ГНИЦВОК Госстандарта СССР, 1989. 36 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1. Проектирование и конструирование приборов	4
2. Разработка конструкций приборов и деталей	5
2.1. Общие положения	5
2.2. Компоновка. Разработка чертежа общего вида	9
2.3. Чертеж общего вида	29
2.4. Чертежи сборочные	31
2.5. Спецификация	34
2.6. Конструирование деталей	34
2.7. Чертежи деталей	46
3. Обозначение изделий и конструкторской документации	47
3.1. Общие сведения	47
3.2. Информационные источники для классификации деталей. Принципы построения и использования	51
3.3. Общие правила определения классификационных характеристик	52
3.4. Рекомендации по выбору классов, подклассов и групп классификационных характеристик для типовых деталей приборов	54
Список рекомендуемой литературы	59