

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ МАШИН

Методические указания по курсу «Проектирование технологических процессов» для студентов специальности 1- 36 01 01
«Технология машиностроения»

**Витебск
2012**

УДК 621(075.8)

Проектирование технологических процессов сборки машин : методические указания по курсу «Проектирование технологических процессов» для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения»

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2012

Составители: к.т.н., доц. Беляков Н.В.,
доц. Махаринский Ю.Е.

В методических указаниях изложены основы функционального и технологического анализа сборочных единиц, определения метода достижения точности замыкающего звена и необходимых расчетов. Излагается методика составления технологической схемы сборки и оформления технологической документации на сборку изделия.

Методические указания предназначены для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

Одобрено кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ» 29 августа 2011 г. Протокол № 1.

Рецензент: к.т.н., доц. Угольников А.А.

Редактор: к.т.н., доц. Ольшанский А.И.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» 2 ноября 2011 г. Протокол № 7.

Ответственный за выпуск: Жук Н.В.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати _____	Формат _____	Уч.-изд. лист _____
Печать ризографическая. Тираж _____	экз.	Заказ № _____
		Цена _____ руб.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

210035, г. Витебск, Московский пр., 72

Содержание

Введение.....	4
1 Общие вопросы.....	5
2 Функциональный и технологический анализ сборочной единицы.....	9
3 Выбор методов достижения точности машин. Расчет размерных цепей... 17	
3.1 Метод полной взаимозаменяемости.....	19
3.2 Метод неполной взаимозаменяемости.....	27
3.3 Метод групповой взаимозаменяемости.....	31
3.4 Методы регулирования и пригонки.....	40
4 Составление технологической схемы сборки машины.....	43
5 Оформление технологической документации.....	46
Список использованных источников.....	52
Приложение А. Варианты заданий по работам 1, 4, 5, 6.....	54
Приложение Б. Варианты заданий по работе 2.....	85
Приложение В. Варианты заданий по работе 3.....	92

Введение

Целью лабораторных и практических работ по курсу является приобретение студентами опыта проектирования технологических процессов сборки.

Задачи студента:

1. Провести функциональный и технологический анализ сборочной единицы (работа № 1).
2. Рассчитать размерную цепь методами полной и неполной взаимозаменяемости (работа № 2).
3. Определить группы и поля допусков для группового метода достижения точности замыкающего звена (работа № 3).
4. Выявить размерную цепь, определить метод достижения точности замыкающего звена и произвести необходимые расчеты (работа № 4).
5. Описать порядок разборки сборочной единицы и составить технологическую схему сборки (работы № 5, 6).
6. Оформить технологические документы для сборки (работа № 7).

1 Общие вопросы

Технологическая подготовка сборочного производства включает разработку технологических процессов, проектирование и изготовление специальной оснастки и нестандартного оборудования, выполнение необходимых расчетов, планировок и других работ. Основной и наиболее важной частью технологической подготовки сборочного производства является проектирование технологического процесса сборки.

Технологический процесс сборки представляет собой часть производственного процесса, непосредственно связанную с последовательным соединением, взаимной ориентацией и фиксацией деталей и узлов для получения готового изделия, удовлетворяющего установленным требованиям.

Технологическая операция сборки представляет собой законченную часть этого процесса, выполняемую непрерывно над одной сборочной единицей или над совокупностью одновременно собираемых единиц (узлов, деталей) одним или группой (бригадой) рабочих на одном рабочем месте.

Сборочная операция – это технологическая операция установки и образования соединений составных частей заготовки или изделия. Сборочная операция, так же как и при механической обработке, является важной единицей производственного планирования, однако следует иметь в виду, что при некоторых организационных формах проведения сборки (в частности, при стационарной однобригадной сборке) сборочный процесс может в явной форме на операции не расчленяться.

Переход сборочного процесса – это законченная часть операции сборки, выполняемая над определенным участком сборочного соединения (узла) неизменным методом выполнения работы при использовании одних и тех же инструментов и приспособлений.

Приемом (элементом) сборочного процесса называется отдельное законченное действие рабочего в процессе сборки или подготовки к сборке изделия или узла.

Элементами, из которых осуществляется синтез маршрута сборки, являются сборочные переходы. Из всей номенклатуры переходов сборки сумма нетиповых и специфичных составляет до 20 % для изделий серийного производства и только до 6 % – для массового. Все типовые переходы сборки можно разбить на шесть классов (в седьмой входят нетиповые переходы): 1) подготовительные работы; 2) транспортные работы; 3) досборочные работы; 4) сборочные работы; 5) окрасочные работы; 6) электромонтажные работы. Часто для каждого класса работ организуется самостоятельный производственный участок.

Каждый класс сборочных переходов делится на подклассы, группы и в некоторых случаях – на подгруппы работ. Нижний уровень классификации составляют типовые сборочные переходы. Так, подготовительные работы делятся на два подкласса – очистку и комплектование. Очистка осуществляется промывкой и обдувкой. В отдельную группу работ выделяется промывка каналов.

Класс транспортных работ делится на следующие подклассы: перемещение, установка. Установка базовой детали может быть свободной (частичная ориентация) и с базированием (в приспособлении). В последней группе выделяют установку, позволяющую выполнять переориентацию базовой детали для дальнейшей сборки без открепления.

Класс досборочных работ делится на следующие подклассы: балансировка, размерная обработка, совместная обработка. Балансировка может быть статической и динамической. В зависимости от вида обрабатываемой поверхности в подклассе «размерная обработка» выделяют рихтовку, обработку отверстий, обработку сопряжений. Обработка отверстий осуществляется сверлением, развертыванием, зенкерованием, дорнованием и нарезанием резьбы метчиками. Она может выполняться на станках или с помощью механизированных приспособлений. В эту же подгруппу включена разметка.

Обработка сопряжений (направляющие, пазы и т. д.) осуществляется опиливанием, шабрением, притиркой, вибронакатыванием и вибровыглаживанием. Совместная обработка производится после регулировки (обычно сверлением и развертыванием).

Класс сборочных работ делится на следующие подклассы: свободное сочленение (для подвижных соединений), закрепление (резьбовое), запрессовка, пластическое деформирование, пайка, склеивание, регулировка, подбор деталей в комплекты, смазывание, контрольно-проверочные работы. Последние могут входить составной частью в подкласс «регулировка».

Подкласс «резьбовое закрепление» состоит из следующих групп переходов: ввертывание шпильки, навинчивание (ввинчивание), затягивание, стопорение. Запрессовка может осуществляться: осевой силой при нормальной температуре, с нагревом охватываемой детали, с охлаждением охватываемой детали. Соединение пластическим деформированием можно осуществить развальцовкой и высадкой (при сборке заклепочных соединений).

Если невозможно достигнуть заданной точности замыкающего звена методами полной, неполной или групповой взаимозаменяемости, то выполняются работы подклассов «регулировка» и «подбор деталей в комплекты». В зависимости от объекта регулировки различают: регулировку расстояний, регулировку относительных поворотов (параллельности, перпендикулярности), регулировку совмещения (соосности, пересечения и т. д.). Подбор деталей осуществляется не только по размерам, но и по массе, по интенсивности шума зубчатых зацеплений и т. д.

Смазочный материал можно наносить на детали в процессе сборки кистью или масленкой, а также заправлять в сборочную единицу шприцем или шпателем. Войлочные уплотнительные кольца или пористые вкладыши подшипников могут перед сборкой пропитываться смазочным материалом.

Проверка сборочных единиц и изделий производится наружным осмотром и измерением параметров (зазоров, биений, размеров, относительных поворотов и движений). При оценке качества движения проверяют отклонения от заданного закона движения, плавность движения и нагрузки холостого хода.

В класс окрасочных работ включены: подготовка поверхности, грунтование, шпаклевание, шлифование по слою шпаклевки, окраска, сушка, консервация, упаковка.

Электромонтажные работы имеют свою специфику и в данном курсе не рассматриваются.

Выбор необходимых переходов сборки из указанного выше набора осуществляется на основании анализа сборочных чертежей, а последовательность их выполнения устанавливается согласно разработанной технологической схеме и следующих дополнительных соображений. Если изделие (или сборочная единица) имеет несколько размерных цепей, то сборку предпочтительно начинать с наиболее сложной и ответственной цепи. В каждой размерной цепи сборку следует завершать установкой тех элементов соединения, которые формируют ее замыкающее звено. При наличии размерных цепей с общими звеньями начинать сборку следует с элементов той цепи, которая больше всего влияет на точность изделия. Если цепи равноценны по точности получаемых результатов, сборку следует начинать с более сложной цепи.

На последовательность выполнения переходов сборки влияют функциональная взаимосвязь элементов изделия (сборочной единицы), конструкция базовых элементов, условия монтажа силовых и кинематических передач, желательность установки легко повреждаемых элементов в конце сборки, размеры и масса присоединяемых элементов, а также степень взаимозаменяемости. При сборке взаимно незаменимых изделий на последовательность выполнения переходов влияют пригоночные работы, промежуточная сборка и разборка соединений, совместная обработка и необходимость промежуточного контроля.

Исходными данными для разработки технологического процесса сборки являются:

- годовой объем выпуска изделий и условия осуществления технологического процесса;
- сборочные чертежи изделия и узлов, спецификации деталей;
- технические условия сборки и испытания изделия;
- рабочие чертежи деталей, входящих в изделие;
- объем кооперирования;
- каталоги и справочники по сборочному оборудованию и технологической оснастке;
- образец собираемого изделия (в серийном и массовом производстве);
- данные о сборочном производстве, где предполагается собирать изделие.

Разработка технологического процесса сборки производится на основе исходных данных и с учетом основных правил, изложенных в ГОСТ 14.307–73, и включает комплекс взаимосвязанных работ, обычно осуществляемых в следующем порядке.

1. В зависимости от годового объема выпуска устанавливается целесообразная организационная форма сборки. При этом общую трудоемкость сборки изделия ориентировочно определяют методом сравнения с трудоемкостью сборки аналогичных машин.

2. Производят *функциональный* и *технологический анализ* сборочных и рабочих чертежей деталей с позиции отработки технологичности конструкций. Сборочные чертежи при этом должны содержать все необходимые виды и разрезы, спецификации, размеры, выдерживаемые при сборке, зазоры в соединениях, которые должны быть обеспечены при сборке, технические условия.

3. Производят размерный анализ конструкций собираемых изделий с выполнением соответствующих расчетов, устанавливают *рациональные методы достижения точности замыкающих звеньев*.

4. Выполняют разбивку изделия на сборочные единицы с учетом следующих обстоятельств: выделение того или иного соединения в сборочную единицу должно быть целесообразным как в конструктивном, так и в технологическом отношении; должна быть обеспечена правильная технологическая связь и последовательность сборочных операций; на общую сборку должно подаваться возможно большее число предварительно скомплектованных сборочных единиц и возможно меньшее – отдельных деталей; общая сборка должна быть максимально освобождена от выполнения мелких сборочных соединений и различных вспомогательных работ.

5. Устанавливают последовательность соединения всех сборочных единиц и деталей изделия, составляют *технологические схемы общей сборки и узловых сборок изделия*.

6. Определяют целесообразную в данных производственных условиях степень концентрации (дифференциации) проектируемого процесса сборки.

7. Определяют наиболее производительные, экономичные и технически целесообразные способы соединения, проверки положений и фиксации всех составляющих изделие сборочных единиц и деталей. Формируют структуру и содержание технологических операций сборки и задают методы контроля и окончательных испытаний изделия.

8. Разрабатывают необходимую для выполнения технологического процесса нестандартную технологическую оснастку.

9. Производят техническое нормирование сборочных работ и рассчитывают экономические показатели процесса сборки.

10. *Оформляют техническую документацию* процесса сборки.

Таким образом, так же как и технологический процесс механической обработки, технологический процесс сборки можно разделить на 4 этапа: подготовительный, синтетический, аналитический и заключительный. На подготовительном этапе осуществляется анализ исходных данных и определение типа производства. На синтетическом этапе выполняются следующие проектные процедуры: разработка технологической схемы сборки, выбор организационной формы сборки, синтез маршрута сборки, выбор схем базирования, выбор видов технологического оборудования и оснастки, синтез операций сборки. На аналитическом этапе определяются нормы времени, экономические характеристики вариантов технологических процессов сборки, межоперационные заделы. На заключительном этапе результаты проектирования оформляются в технологических картах.

2 Функциональный и технологический анализ сборочной единицы

Для выполнения функционального анализа необходимо определить функции сборочной единицы и составных частей.

Функционированием любой технической системы (в том числе и сборочной единицы) будем называть процесс преобразования ресурсов в результат, соответствующий ее назначению. Для реализации функции системы необходимо функционирование всех ее компонентов. При этом результат функционирования одних компонентов системы обеспечивает необходимые условия для функционирования других ее компонентов. Следовательно, функция системы представляет собой упорядоченное множество компонентов (подфункций), между которыми обязательно существуют определенные отношения.

Функции технических систем (и их компонентов) можно разделить на следующие группы:

- *по области проявления* – общесистемные (внешние) и внутрисистемные (внутренние);
- *по роли в удовлетворении потребностей*: среди внешних – главные (эксплуатационные), дополнительные и второстепенные, а среди внутренних – основные (рабочие) и вспомогательные;
- *по степени необходимости* – необходимые (полезные) и излишние (бесполезные и вредные);
- *по характеру проявления* – номинальные (требуемые), действительные (реализуемые) и потенциальные (проявляются при изменении условий функционирования технической системы).

Внешняя функция выполняется системой в условиях взаимодействия с внешней средой, а *внутренняя функция* отражает действия и взаимосвязи внутри системы, принцип ее построения и особенности исполнения.

Техническая система создается для выполнения *главной полезной* (внешней) *функции* (ГПФ).

Основная функция (ОФ) – внутренняя функция, которая обеспечивает принцип работы технической системы, создает условия, необходимые для осуществления внешних функций. Она непосредственно не связана с назначением технической системы и является в большинстве случаев результатом тех конструкторских, технологических или организационных решений, которые используются для реализации ГПФ. Без строго заданной, установленной совокупности (набора) основных функций не может быть осуществлена главная полезная функция. По содержанию различают основные функции: *приема* (ввода), *передачи, преобразования, хранения* (вещества, энергии, информации), *выдачи* (отдачи) результатов.

Так, например, ГПФ токарного станка "осуществлять формообразование поверхностей вращения" нельзя будет реализовать без некоторого набора основных функций. Например, таких как: "вращать заготовку", "перемещать инструмент (резец)", "связывать скорости вращения и подачи резца", "изменять частоту вращения заготовки", "потреблять электроэнергию" и т. д.

Вспомогательная функция (ВФ) – внутренняя функция, которая способствует выполнению нескольких основных либо обусловлена этими функциями, их взаимодействием между собой. Различают: *соединительные, изолирующие* (прокладки), *фиксирующие* (шпильки), *направляющие, гарантирующие* (предохранители) и другие ВФ. Вспомогательные функции приспособляют средства реализации ГПФ или ОФ к реальным условиям функционирования, делают их более удобными для пользователя, повышают эффективность проявления ГПФ и ОФ.

Дополнительная функция (ДФ) направлена не на объект ГПФ, а на какие-то компоненты надсистемы либо на саму техническую систему в целом (ориентация и закрепление станочных приспособлений на столе станка).

Ненужная (излишняя) функция (НФ) не оказывает влияния на ГПФ или ОФ. Такие функции чаще всего появляются в результате ошибок проектирования (т. е. такого видоизменения технической системы, при котором оставлены функции, не нужные в новых условиях потребления). *Вредные функции (ВрФ)* вызывают нежелательные эффекты в технической системе или в окружающей среде (нагрев, выделение вредных веществ).

Любая сформулированная функция соответствует некоторому классу технических систем, реализующих и (или) могущих ее реализовать. С другой стороны, одна и та же техническая система может выполнять различные функции. Наиболее распространенными функциональными компонентами технических систем являются:

1. *Исходные (исполнительные) компоненты* – непосредственно взаимодействующие с объектом, на который направлено действие. Их функция совпадает с функцией системы. Эти компоненты расположены на "границе" системы.

2. *Несущие компоненты* – обеспечивают определенную форму технической системы, определенное взаимное расположение и / или движение других ее компонентов в пространстве.

3. *Компоненты связи* – обеспечивают определенную степень свободы движения одних компонентов системы по отношению к другим. Число степеней свободы может изменяться от 0 до 6 и быть переменным во времени.

4. *Компоненты передачи* – обеспечивают передачу на расстояние движения (энергии) с одновременным преобразованием скорости, моментов и сил, а также законов движения.

5. *Компоненты управления* – обеспечивают сбор, хранение и обработку информации для выработки информации об управляющем воздействии и передаче соответствующего сигнала исполнительным органам (двигателям, рулям, регуляторам и т. д.).

6. *Движители* – преобразуют работу двигателя или другого источника энергии в работу по преодолению сопротивления движению технической системы или другого объекта (транспортные средства, насосы, вибропитатели, толкатели и т. д.).

7. *Компоненты формирования объемов и потоков* – обеспечивают хранение и (или) перемещение необходимых по величине и форме объемов жидких или сыпучих веществ.

Например, на рисунке 2.1 показана сборочная единица, главной полезной функцией которой является передача и изменение направления (на 90°) движения и крутящего момента от вала-шестерни 9 к шестерне 21. Эти детали являются исходными компонентами данного устройства. Корпус 1 является несущим компонентом этой системы. А подшипники (11, 18), распорные втулки (2, 3, 20), резьбовое кольцо (6), гайка (8) и болт (23) являются компонентами связи. Компонентами передачи этой системы являются конические шестерни (15).

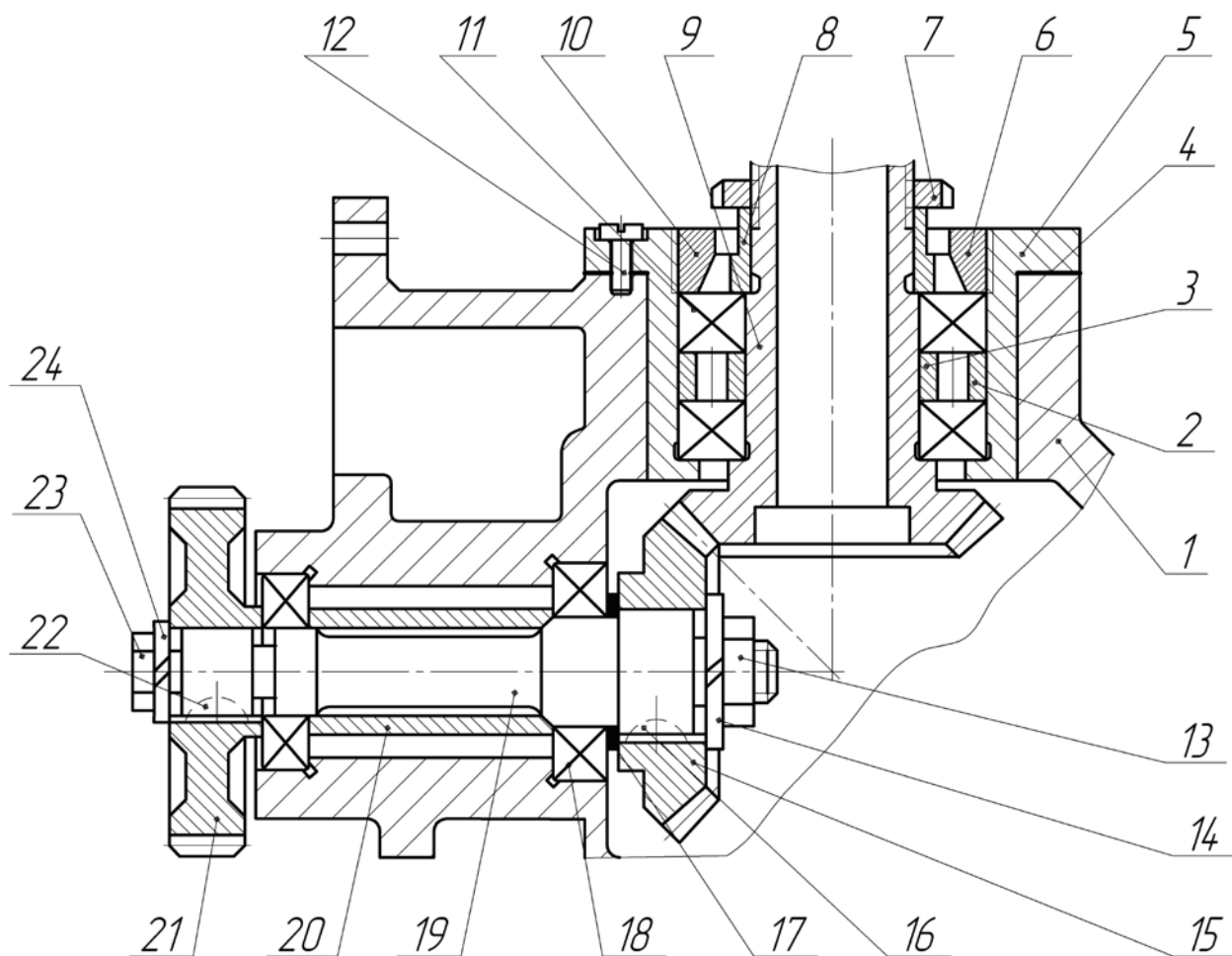


Рисунок 2.1 – Сборочная единица:

1–корпус; 2–втулка; 3–втулка; 4–прокладка; 5–обойма; 6–кольцо 7–шайба стопорная; 8–гайка; 9–вал-шестерня; 10–втулка; 11–подшипник (2 шт.); 12–винт (6 шт.); 13–гайка; 14–шайба пружинная; 15–колесо зубчатое; 16–шпонка; 17–прокладка; 18–подшипник (2шт.); 19–вал; 20–втулка; 21–колесо зубчатое; 22–шпонка; 23–болт; 24–шайба пружинная

Отдельная деталь устройства также является технической системой. Компонентами таких систем являются отдельные поверхности или группы поверхностей, выполняющие хотя бы одну функцию. По выполняемым функциям компоненты детали делятся на: 1) *основные сборочные базы*, 2) *вспомогательные сборочные базы*, 3) *рабочие поверхности*, 4) *крепежные поверхности*,

5) поверхности коммуникации (для организации потоков, объемов и зазоров), б) объединяющие поверхности, 7) технологические поверхности.

Основные сборочные базы выполняют функцию ориентации детали в сборочной единице. Так, шейки вала 19 (см. рисунок 2.1), которые опираются на подшипники 18, являются основными сборочными базами.

Вспомогательные сборочные базы выполняют функцию ориентации деталей, которые присоединяются к рассматриваемой. Так шейки вала 19 (совместно со шпоночными пазами, имеющимися на них), на которые монтируются шестерни 15 и 23 совместно со шпонками, являются вспомогательными сборочными базами.

Рабочими компонентами детали передается движение (и соответственно сила) через соответствующие компоненты другой детали. В деталях рассматриваемой сборочной единицы рабочими компонентами являются зубчатые венцы шестерен 21, 15 и вал-шестерни 9.

Крепежными обычно являются резьбовые отверстия или наружные резьбы, например, на болтах. К ним относят также отверстия под болт или винт (см. рис.1.1 отверстия под винты 12). Через *поверхность коммуникации* проходят, не соприкасаясь, другие детали сборочной единицы. Например, через отверстие корпуса 1 проходит, не соприкасаясь, втулка 20. Поверхности коммуникации (отверстия и канавки) служат также для подвода смазки, охлаждения и т. д.

Функцией *объединяющих поверхностей* является объединение детали в единое целое. *Технологические поверхности* (фаски и канавки) служат для облегчения взаимной ориентации или сопряжения соединяемых деталей при сборке или для выхода инструмента при отделочной обработке.

В технической системе иногда трудно выделить функциональные компоненты. *Нередко один компонент выполняет несколько функций*. В таких случаях можно в зависимости от обстоятельств присваивать ему все его функции или одну, важнейшую.

Функции сборочной единицы необходимо отразить списком по форме, указанной в таблице 2.1.

На *технологичность конструкции* сборочной единицы влияют разнообразные факторы, важнейшими из которых являются: конструктивно-технологические свойства сборочной единицы и входящих в нее элементов, свойства средств технологического оснащения сборочных работ и производственные условия сборки.

Сборочные единицы различных уровней называют агрегатами, комплектами, узлами и подузлами (рисунок 2.2).

При *технологическом анализе* оцениваются следующие требования:

1. Сборочная единица в процессе комплектации и образования не должна требовать разборки, а также разборки входящих в нее составных частей.

2. Сборочные единицы, отдельные части которых входят в различные агрегаты (сборочные единицы высшего порядка), должны расчленяться таким образом, чтобы одна сборочная единица входила хотя бы в один агрегат.

3. Сборочная единица выделяется в обязательном порядке, если по мере ее комплектования составными частями возникает необходимость изменения базы (базовой детали) для сборки.

4. Сборочная единица должна образовываться на основе применения одного способа соединения (нельзя совмещать сварку, склеивание и сборку с натягом).

Таблица 2.1 – Список функций компонентов технической системы, показанной на рисунке 2.1

Компонент – носитель функции	Описание функции	Ранг функции
Корпус 1	Ориентирует обойму 5 и подшипники 18, воспринимает силы. Обеспечивает крепление к станине	ОФ ДФ
Втулка 2	Взаимно ориентирует наружные кольца подшипников 11, обеспечивая необходимый натяг при завинчивании до упора кольца 6	ОФ
Втулка 3	Взаимно ориентирует внутренние кольца подшипников 11, обеспечивая необходимый натяг при завинчивании до упора гайки 8	ОФ
Прокладка 4	Обеспечивает регулировку зацепления конических венцов вал-шестерни 9 и зубчатого колеса 15 за счет изменения ее толщины	ВФ
Обойма 5	Ориентирует наружные кольца подшипников 11 и втулку 2, воспринимает осевую силу при завинчивании кольца 6	ОФ
Вал-шестерня 9	Воспринимает движение и крутящий момент от зубчатого колеса 15, ориентирует внутренние кольца подшипников 11, втулки 3 и 10, обеспечивает силовое замыкание в подшипниках 11 при завинчивании гайки 8	ОФ
Подшипники 11	Ориентируют вал-шестерню 9, оставляя одну степень свободы – вращение вокруг своей оси, воспринимают радиальную и осевую нагрузку	ОФ
Винты 12	Крепят обойму 5 к корпусу 1, воспринимают осевую нагрузку	ОФ
Гайка 13	Обеспечивает осевую ориентацию зубчатого колеса 15 на валу 19	ОФ
Шайба 14	Предохраняет гайку 13 от самоотвинчивания	ВФ
Зубчатое колесо 15	Воспринимает движение и крутящий момент от вала 19 через шпонку 16 и передает вал-шестерне 9	ОФ
Вал 19	Ориентирует зубчатые колеса 21 и 15, воспринимает движение и крутящий момент от зубчатого колеса 21 через шпонку 22 и передает через шпонку 16 зубчатому колесу 15	ОФ
Втулка 20	Обеспечивает натяг в подшипниках 18 при завинчивании до упора болта 23	ОФ

5. Ввод составных частей в сборочную единицу (агрегат) должен производиться по принципу наикратчайшего пути, при этом исполнительные звенья сборочной единицы должны соединяться наименьшим числом деталей.

6. Число деталей, входящих в одну сборочную единицу, должно быть от 2 до 5 шт. при полуавтоматизированной сборке и от 4 до 8 шт. при автоматизированной сборке с применением роботов

7. Операции пригонки, совместной обработки и регулировки допускаются в зависимости от типа производства и возможности достижения заданной точности замыкающего звена.

8. Базовая деталь должна иметь явно выраженные базы достаточного размера, позволяющие ей занимать во время сборки устойчивое и неизменное положение. Она не должна деформироваться под действием рабочих сборочных нагрузок.

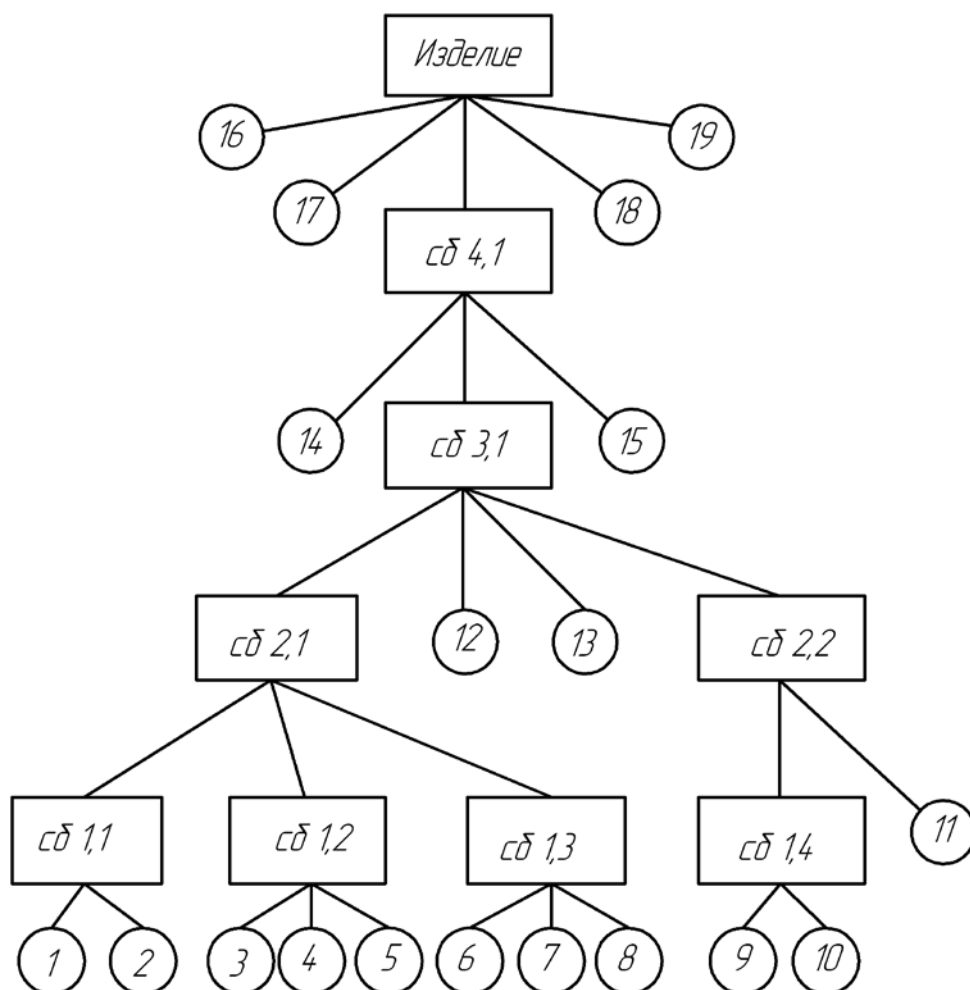


Рисунок 2.2 – Схема расчленения насоса для густого смазочного материала
(О – детали; □ – сборочные единицы разных уровней)

Чаще всего к базовым относят корпусные детали, связывающие в единое целое отдельные элементы сборочной единицы. Но функцию базовой может выполнять любая деталь сборочной единицы, имеющая наибольшие габаритные размеры. Желательно, чтобы при сборке базовая деталь обеспечивала монтаж комплектующих деталей и выполнение всех других технологических переходов без изменения своего положения в пространстве, т. е. за одну установку. Целесообразно, чтобы при этом комплектующие детали свободно устанавлива-

лись на базовую сверху простым прямолинейным движением рабочего инструмента.

9. Всем деталям собираемых изделий необходимо придать конфигурацию, облегчающую их ориентацию, базирование, транспортирование и соединение. Для последнего сопрягаемые поверхности деталей снабжаются заходными фасками и (или) направляющими элементами (рисунок 2.3). Шпоночные (рисунок 2.3 д, е) и шлицевые соединения менее технологичны, чем цилиндрические или конические соединения с натягом, но последние могут передавать значительно меньший крутящий момент.

10. Система сборки, по-возможности, должна быть поперечной. В зависимости от конструкции сборочной единицы возможны следующие системы сборки: 1) осевая, при которой части сборочной единицы соединяются в направлении, совпадающем с осью ротора; 2) поперечная (радиальная), при которой части сборочной единицы соединяются в направлении, поперечном направлению оси (осей) ротора; 3) смешанная (поперечно-осевая), при которой используются два направления соединения элементов сборочной единицы.

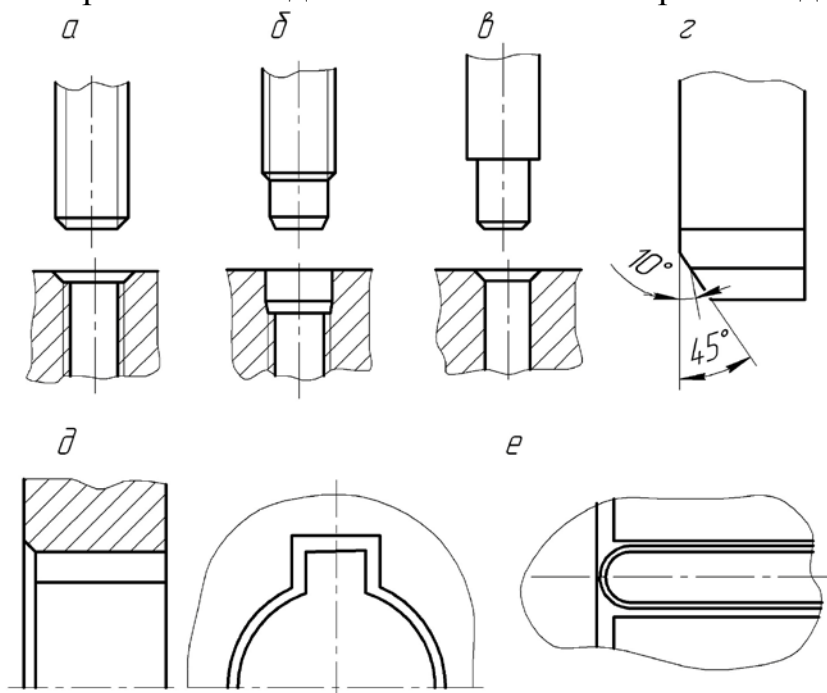


Рисунок 2.3 – Технологичные конструкции заходных поверхностей соединяемых деталей в соединениях: а, б – резьбовых; в, г – гладких цилиндрических; д, е – шпоночных

На рисунке 2.4 в качестве примера изображены конструкции одноступенчатых редукторов, позволяющих осуществлять осевую и поперечную системы сборки. В первом случае валы, собранные с шестернями и подшипниками, монтируют в корпусе 1 за счет их движения вдоль оси. Затем монтируется крышка 2 (также движением, параллельным оси валов), которая ориентируется штифтами 4. Крепление производится болтами 5. Смотровой люк 3 позволяет осуществлять проверку зацепления на краску. Во втором случае за счет проходящей через оси валов плоскости разъема корпуса 1 и крышки 2 возможен монтаж валов, собранных с подшипниками и шестернями, путем перемещения валов перпендикулярно к плоскости разъема.

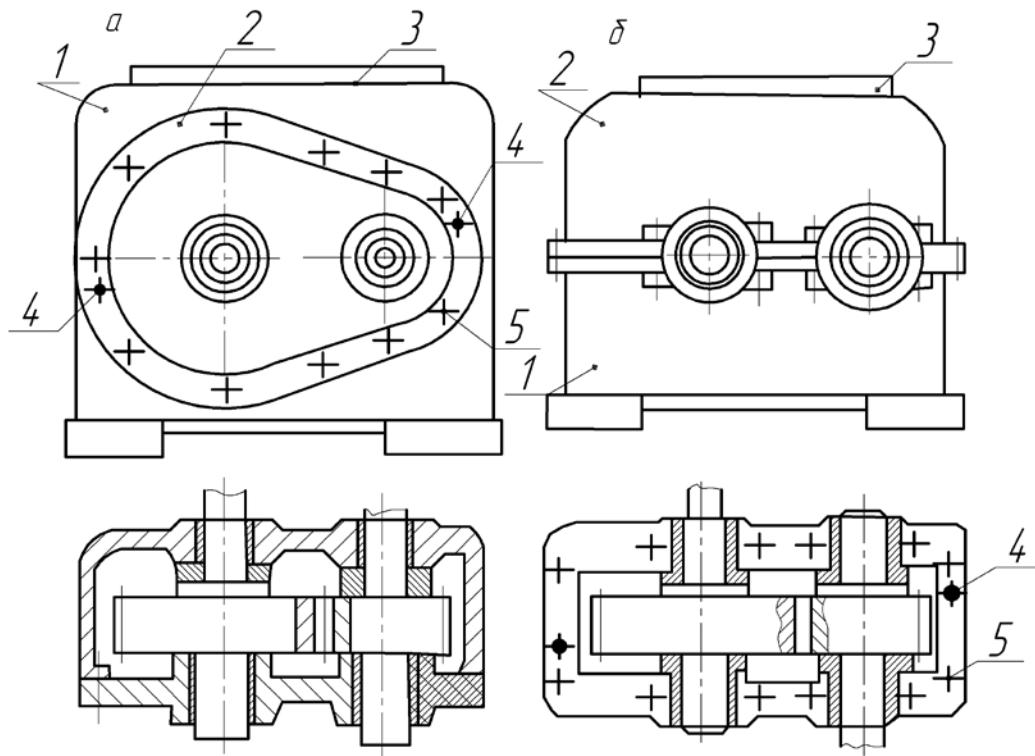


Рисунок 2.4 – Конструкции редукторов, позволяющих осуществлять осевую (а) и поперечную (б) системы сборки

Поперечная сборка обычно удобнее осевой, так как обеспечивает агрегатность (в корпус монтируется сборочная единица более низкого уровня) и лучший доступ для регулировки. Однако изготовление корпусной детали при этом несколько усложняется, так как необходима тщательная обработка стыка. Применение мягких уплотняюще-регулирующих прокладок на стыке недопустимо, так как при этом нарушается правильность посадки подшипников в гнезда. Разъем обычно ослабляет корпус.

Корпусные детали, позволяющие осуществлять осевую сборку, изготавливаются более просто. В многоступенчатых механизмах возможно расположение осей зубчатых колес в разных плоскостях. Но монтаж в системах осевой сборки обычно сложнее, особенно в тех случаях, когда диаметры колес больше, чем диаметр посадочного отверстия подшипника (рисунок 2.5).

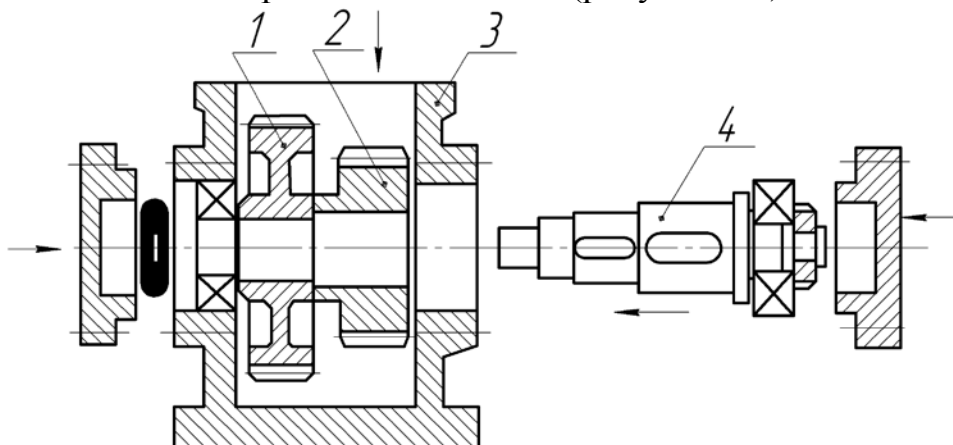


Рисунок 2.5 – Схема осевой сборки промежуточного вала двухступенчатого редуктора с продеванием вала через введенные в корпус сверху зубчатые колеса: 1, 2 – зубчатые колеса; 3 – корпус; 4 – вал

11. Установка деталей должна быть удобной и правильной. В ряде случаев мелкие на вид и труднообнаруживаемые ошибки установки деталей при сборке могут привести к ухудшению работы сборочной единицы и даже к авариям. Технологичными в этом смысле будут конструкции, исключая возможность установки детали в неправильном положении. Например, положение крышки корпуса подшипника (рисунок 2.6) определяется двумя штифтами 1. Если они расположены симметрично относительно точки О, то позволяют устанавливать крышку повернутой на 180° по сравнению с положением, в котором проводилось растачивание основного отверстия (в сборе). В результате этого будет нарушена точность формы основного отверстия. Асимметричное расположение штифтов (рисунок 2.6 б, в) является технологичным, так как не позволяет устанавливать крышку подшипника в неправильном положении.

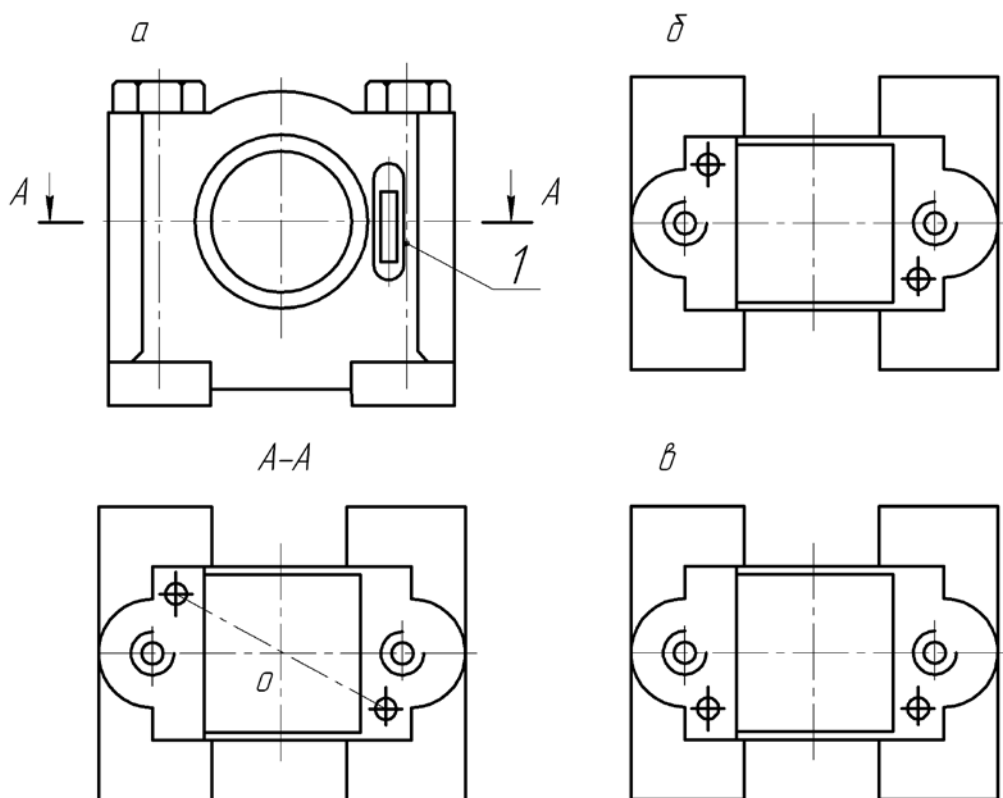


Рисунок 2.6 – Нетехнологичное (а) и технологичное (б, в) расположение штифтов в корпусе подшипника

3 Выбор методов достижения точности машин. Расчет размерных цепей

Вопрос о выборе метода достижения точности машины решается на основе технико-экономических расчетов и должен соответствовать типу производства. Выбор метода продолжает изучение сборочных чертежей и установления связей и взаимодействия всех сборочных единиц и деталей машины. При этом необходимо четко сформулировать задачи, которые требуется решать в процессе

достижения ее точности. Исходя из поставленных задач находят исходные (замыкающие) звенья и выявляют соответствующие им размерные цепи.

Размерная цепь – это совокупность функционально связанных размеров, образующих замкнутый контур и участвующих в решении поставленной задачи.

Каждый из размеров, образующих размерную цепь, называют *звеном размерной цепи*. Звенья размерной цепи обозначают прописными буквами. Любая размерная цепь имеет одно исходное (замыкающее) звено и два или больше составляющих звена. *Исходным звеном* называется звено, к которому предъявляется основное требование точности, определяющее качество изделия в соответствии с техническими требованиями. Понятие исходного звена используется при решении прямой задачи, т. е. при проектном расчете. Если исходное звено в процессе сборки изделия получается последним, замыкая размерную цепь, оно называется *замыкающим звеном*. Все остальные звенья размерной цепи называются составляющими. Различают увеличивающие и уменьшающие звенья. *Увеличивающим звеном* называется звено, при увеличении которого замыкающее звено увеличивается. *Уменьшающим звеном* называется звено, при увеличении которого замыкающее звено уменьшается.

Обычно исходными звеньями являются расстояния между поверхностями или осями, их относительные повороты, которые требуется обеспечить при конструировании машины и достичь в процессе ее изготовления.

В качестве составляющих звеньев размерной цепи могут быть приняты:

- расстояния (относительные повороты) между поверхностями (их осями) деталей, образующих исходное звено;
- расстояния (относительные повороты) между поверхностями вспомогательных и основных баз деталей.

Для выявления цепи необходимо идти от поверхностей или осей деталей, образующих исходное звено, к поверхностям (осям) деталей, размеры которых оказывают влияние на исходное звено, до образования замкнутого контура. Замкнутость контура размерной цепи является одним из условий правильности ее построения. Следует иметь в виду, что правильность выявленной размерной цепи зависит от четкости формулировки задачи, а поставленная задача может быть решена с помощью единственной правильно построенной размерной цепи. Все задачи вытекают из требований к точности машины.

При размерном анализе встречаются два типа задач: *прямая и обратная*. Суть прямой задачи заключается в том, что по определенному из служебного назначения Машины номинальному размеру и допуску (предельным отклонениям) исходного звена определяют номинальные размеры, допуски и предельные отклонения всех составляющих звеньев размерной цепи. Задача решается на стадии проектных расчетов. При решении обратной задачи по установленным номинальным размерам, допускам и предельным отклонениям составляющих звеньев определяют номинальный размер, допуск и предельные отклонения замыкающего звена. Задача решается на стадии проверочных расчетов. Решением обратной задачи проверяется правильность решения прямой задачи.

При разработке конструкции машины конструктор предусматривает методы достижения точности ее параметров. Задача технолога – выяснить эти методы и с позиции реальных условий производства оценить их. Известны следующие методы достижения точности замыкающего звена: 1) метод полной взаимозаменяемости; 2) метод неполной взаимозаменяемости; 3) метод групповой взаимозаменяемости; 4) метод регулирования; 5) метод пригонки.

3.1 Метод полной взаимозаменяемости

Сущность метода полной взаимозаменяемости заключается в том, что точность замыкающего звена обеспечивается у всех без исключения изделий без какого-либо подбора звеньев или их пригонки.

При этом прямая и обратная задачи решаются методом максимума и минимума, основанным на том, что при расчетах учитываются максимальные и минимальные размеры составляющих звеньев и их самые неблагоприятные сочетания в одной сборочной единице.

Преимущества метода полной взаимозаменяемости: простота и экономичность сборки; возможность автоматизации сборочных процессов; возможность кооперирования предприятий; упрощение системы изготовления запасных частей и снабжения ими потребителей.

К недостаткам метода следует отнести относительно небольшие по сравнению с другими методами допуски составляющих звеньев. Поэтому метод применяют в случаях небольшого числа составляющих звеньев.

Метод полной взаимозаменяемости основан на:

1) уравнении размерной цепи в номиналах:

$$A_{\Delta} = \sum^m A_{yв} - \sum^n A_{yм}, \quad (3.1)$$

где A_{Δ} — номинальное значение замыкающего звена; $\sum^m A_{yв}$ — сумма номинальных значений увеличивающих звеньев; $\sum^n A_{yм}$ — сумма номинальных значений уменьшающих звеньев; m, n — число увеличивающих и уменьшающих звеньев соответственно;

2) определении допуска замыкающего звена:

$$T_{\Delta} = \sum^m T_{yв} + \sum^n T_{yм} \quad \text{или} \quad T_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m+n} T_i, \quad (3.2)$$

где $\sum_{i=1}^{m+n} T_i$ — сумма допусков всех составляющих звеньев; $m+n$ — число всех составляющих звеньев.

Решение прямой задачи в методе полной взаимозаменяемости проводят в следующей последовательности:

1) записывают параметры исходного (замыкающего) звена: номинальный размер A_{Δ} , предельные отклонения ESA_{Δ} и EIA_{Δ} , допуск $T_{\Delta} = ESA_{\Delta} - EIA_{\Delta}$, координату середины поля допуска

$$E_{c\Delta} = \frac{ESA_{\Delta} + EIA_{\Delta}}{2} \quad (3.3)$$

2) по сборочному чертежу изделия выявляют составляющие звенья A_i , строят размерную цепь и по ней определяют увеличивающие и уменьшающие звенья;

3) с учетом масштаба чертежа изделия определяют номинальные размеры составляющих звеньев A_i ;

4) проверяют по уравнению (3.1) правильность определения номинальных значений составляющих звеньев;

5) определяют среднее значение допусков составляющих звеньев (существует способ назначения допусков одного качества точности):

$$T_i^{cp} = \frac{T_{\Delta}}{m+n}; \quad (3.4)$$

6) по номинальным размерам составляющих звеньев с учетом полученного среднего значения на все составляющие звенья, кроме одного (на одно звено может быть установлен нестандартный допуск), назначают стандартные допуски по ГОСТ 25347–82;

7) проверяют правильность определения допусков составляющих звеньев по формуле (3.2);

8) задают расположение допусков всех составляющих звеньев, кроме одного звена (для охватываемых поверхностей допуски задают «в плюс», для охватываемых – «в минус», для остальных – симметрично);

9) определяют координаты середин полей допусков всех составляющих, кроме одного, звеньев:

$$E_{ci} = \frac{ESA_i + EIA_i}{2}, \quad (3.5)$$

где ESA_i и EIA_i – верхнее и нижнее отклонение размера звена A_i соответственно;

10) определяют координату середины поля допуска звена, оставшегося неизвестным, из уравнения

$$E_{c\Delta} = E_{c\Delta} + \sum_{ув}^m E_{c_{ув}} - \sum_{ум}^n E_{c_{ум}}, \quad (3.6)$$

где $\sum_{ув}^m E_{c_{ув}}$ – сумма координат середин полей допусков увеличивающих

звеньев; $\sum_{ум}^n E_{c_{ум}}$ – сумма координат середин полей допусков уменьшающих

звеньев;

11) определяют предельные отклонения оставшегося неизвестным звена:

$$ESA_i = Ec_i + 0.5T_i, \quad EIA_i = Ec_i - 0.5T_i; \quad (3.7)$$

12) выполняют проверку правильности расчетов по формулам

$$ESA_{\Delta} = \sum^m Ec_{y\delta} - \sum^n Ec_{y\mu} + 0.5 \cdot \sum_{i=1}^{m+n} T_i, \quad (3.8)$$

$$EIA_{\Delta} = \sum^m Ec_{y\delta} - \sum^n Ec_{y\mu} - 0.5 \cdot \sum_{i=1}^{m+n} T_i.$$

Проверка правильности расчетов может быть выполнена и по другим уравнениям:

$$ESA_{\Delta} = \sum^m ESA_{y\delta} - \sum^n EIA_{y\mu}, \quad (3.9)$$

$$EIA_{\Delta} = \sum^m EIA_{y\delta} - \sum^n ESA_{y\mu},$$

где $\sum^m ESA_{y\delta}$ – сумма верхних предельных отклонений увеличивающих звеньев;

$\sum^n EIA_{y\mu}$ – сумма нижних предельных отклонений уменьшающих звеньев;

$\sum^n EIA_{y\delta}$ – сумма нижних предельных отклонений увеличивающих звеньев;

$\sum^n ESA_{y\mu}$ – сумма верхних предельных отклонений уменьшающих звеньев.

Допуски составляющих звеньев могут быть назначены по одному качеству точности вместо определения среднего допуска.

Допуски качеств точности от IT5 до IT17 для размеров от 1 до 500 мм определяют по формуле

$$T = ai, \quad (3.10)$$

где a — количество единиц допуска данного качества точности (таблица 3.1); i – значение единицы допуска данного интервала размеров (таблица 3.2).

Таблица 3.1 – Количество единиц допуска в допуске качества точности (ГОСТ 25347–82)

Квалитет точности	Количество единиц допуска	Квалитет точности	Количество единиц допуска
5	7	12	160
6	10	13	250
7	16	14	400
8	25	15	640
9	40	16	1000
10	64	17	1600
11	100		

Таблица 3.2 – Значения единиц допуска i для размеров от 1 до 500 мм (ГОСТ 25347–82)

Интервал размеров, мм	i , мкм	Интервал размеров, мм	i , мкм
До 3	0,55	Св. 80 до 120	2,15
Св. 3 до 6	0,73	Св. 120 до 180	2,52
Св. 6 до 10	0,90	Св. 180- до 250	2,90
Св. 10 до 18	1,08	Св. 250 до 315	3,23
Св. 18 до 30	1,31	Св. 315 до 400	3,54
Св. 30 до 50	1,53	Св. 400 до 500	3,89
Св. 50 до 80	1,86		

Значение единицы допуска для указанных квалитетов точности рассчитывают по формуле

$$i = 0.45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0.001D, \quad (3.11)$$

где D – среднее геометрическое крайних размеров каждого интервала.

Через значение единицы допуска и ее количество уравнение (3.2) можно записать в следующем виде:

$$T_{\Delta} = a_1 i_1 + a_2 i_2 + \dots + a_{m+n} i_{m+n}. \quad (3.12)$$

Учитывая, что все звенья размерной цепи могут быть выполнены по одному квалитету точности, можно записать:

$$a_1 = a_2 = \dots = a_{m+n} = a. \quad (3.13)$$

Тогда уравнение (3.12) примет вид

$$T_{\Delta} = a_{cp} \sum_{i=1}^{m+n} i. \quad (3.14)$$

Из уравнения (3.14) определяется средний квалитет точности по a_{cp} :

$$a_{cp} = \frac{T_{\Delta}}{\sum_{i=1}^{m+n} i}. \quad (3.15)$$

Как правило, при расчетах a_{cp} принимает промежуточное значение между двумя какими-либо квалитетами (см. таблица 3.1). Поэтому с учетом технологических возможностей производства деталей на одни звенья размерной цепи назначают допуски по более низкому квалитету, на другие – по более высокому. На одно звено размерной цепи может быть назначен нестандартный допуск. Правильность назначения допусков проверяют по формуле (3.2). Далее расчеты выполняют по приведенной выше последовательности (п. 8–12) решения прямой задачи.

Пример. Методом полной взаимозаменяемости обеспечить осевой зазор между торцами шкива и подшипника в пределах $S = 0,2–0,6$ мм (рисунок 3.1).

Задача решается с помощью размерной цепи A . При этом замыкающим (исходным) звеном является зазор, т. е. $A_{\Delta} = S = 0,2–0,6$ мм. Запишем параметры замыкающего звена в удобном для дальнейших расчетов виде:

- номинальный размер $A_{\Delta} = 0_{+0.2}^{+0.6}$ мм;
- верхнее отклонение $ESA_{\Delta} = +0,6$ мм;
- нижнее отклонение $EIA_{\Delta} = +0,2$ мм;
- допуск $T_{\Delta} = 0,6 - 0,2 = 0,4$ мм;
- координата середины поля допуска (формула (3.3))

$$E_{смм} = \frac{+0.6 + 0.2}{2} = +0.4(\quad).$$

На сборочном чертеже (рисунок 3.1, а) выявляем все звенья размерной цепи A ($A_1 - A_4$), участвующие в решении поставленной задачи, т. е. влияющие на величину замыкающего звена, и отдельно вычертим размерную цепь (рисунок 3.1, б).

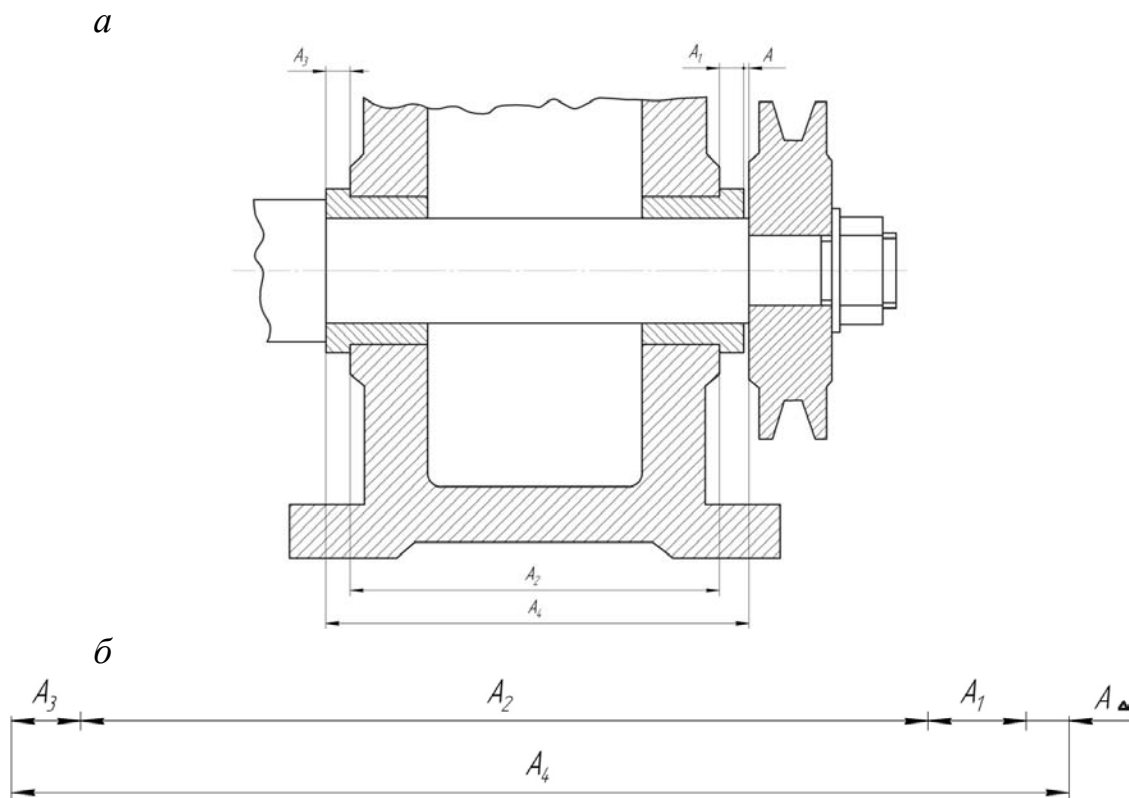


Рисунок 3.1 – Прводной вал (а) и размерная цепь (б)

Выявляем увеличивающие и уменьшающие звенья: A_4 – увеличивающее звено; A_1, A_2, A_3 – уменьшающие звенья. По сборочному чертежу устанавливаем номинальные размеры составляющих звеньев (см. таблица 3.4, графа 2). Проверяем правильность определения номинальных размеров по уравнению (3.1):

$$A_{\Delta} = A_4 - (A_1 + A_2 + A_3),$$

$$0 = 130 - (5 + 120 + 5) = 0.$$

Задачу сначала решаем способом назначения равных допусков. Поэтому определяем средний допуск составляющих звеньев по формуле (3.4):

$$T_i^{cp} = \frac{400}{1+3} = 100 \text{ (мкм)}.$$

С учетом полученного значения T_i^{cp} и номинальных размеров составляющих звеньев по таблице 3.3 назначаем стандартные допуски (таблица 3.4, графа 3). Звено A_2 имеет нестандартный допуск.

Таблица 3.3 – Допуски для размеров до 10 000 мм

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Обозначения допусков									
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8
	Допуски, мкм									
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14
Св. 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	13	18
Св. 6 до 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22
Св. 10 до 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27
Св. 18 до 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33
Св. 30 до 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39
Св. 50 до 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46
Св. 80 до 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54
Св. 120 до 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63
Св. 180 до 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72
Св. 250 до 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81
Св. 315 до 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89
Св. 400 до 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97
Св. 500 до 630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110
Св. 630 до 800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125
Св. 800 до 1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140
Св. 1000 до 1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165
Св. 1250 до 1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195
Св. 1600 до 2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230
Св. 2000 до 2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280
Св. 2500 до 3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330
Св. 3150 до 4000	16	23	33	45	60	84	115	165	260	410
Св. 4000 до 5000	20	28	40	55	74	100	140	200	320	500
Св. 5000 до 6300	25	35	49	67	92	125	170	250	400	620
Св. 6300 до 8000	31	43	62	84	115	155	215	310	490	760
Св. 8000 до 10 000	38	53	76	105	140	195	270	380	600	940
Количество единиц допуска в допуске данного качества										
	1	1,4	2	2,7	3,7	5,1	7	10	16	25

Окончание таблицы 3.3

Номинальные размеры, мм	Квалитеты									
	9	10	11	12	13	14**	15**	10 **	17 **	18
	Обозначения допусков									
	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	Допуски, мкм			Допуски, мм						
До 3	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4
Св. 3 до 6	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
Св. 6 до 10	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
Св. 10 до 18	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
Св. 18 до 30	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
Св. 30 до 50	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	3,9
Св. 50 до 80	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6
Св. 80 до 120	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
Св. 120 до 180	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3
Св. 180 до 250	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
Св. 250 до 315	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
Св. 315 до 400	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
Св. 400 до 500	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3	9,7
Св. 500 до 630	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0
Св. 630 до 800	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5,0	8,0	12,5
Св. 800 до 1000	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9,0	14,0
Св. 1000 до 1250	260	420	660	1,05	1,65	2,5	4,2	6,6	10,5	16,5
Св. 1250 до 1600	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5,0	7,8	12,5	19,5
Св. 1600 до 2000	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6,0	9,2	15,0	23,0
Св. 2000 до 2500	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7,0	11,0	17,5	28,0
Св. 2500 до 3150	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21,0	33,0
Св. 3150 до 4000	660	1050	1650	2,6	4,1	6,6	10,5	16,5	26,0	41,0
Св. 4000 до 5000	800	1300	2000	3,2	5,0	8,0	13,0	20,0	32,0	50,0
Св. 5000 до 6300	980	1550	2500	4,0	6,2	9,8	15,5	25,0	40,0	62,0
Св. 6300 до 8000	1200	1950	3100	4,9	7,6	12,0	19,5	31,0	49,0	76,0
Св. 8000 до 10000	1500	2400	3800	6,0	9,4	15	24	38	60	94
Количество единиц в допуске данного качества										
	40	64	100	160	150	400	640	1000	1600	2500

** Квалитеты 14–17 для размеров менее 1 мм не предусмотрены.

Проверяем правильность назначения допусков по формуле (3.2):

$$T_{\Delta} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4,$$

$$T_{\Delta} = 75 + 150 + 75 + 100 = 400.$$

Устанавливаем предельные отклонения размеров составляющих звеньев на основе рекомендаций, изложенных в п. 8 (таблица 3.4, графа 5). На звено A_2 предельные отклонения не устанавливаем.

Рассчитаем координаты середин полей допусков составляющих звеньев по формуле (3.5), кроме звена A_2 (таблица 3.4, графа 6).

Координату середины поля допуска звена A_2 определим из уравнения (3.6):

$$Ec_{\Delta} = Ec_4 - (Ec_1 + Ec_2 + Ec_3),$$

$$Ec_2 = -Ec_{\Delta} + Ec_4 - Ec_1 - Ec_3,$$

$$Ec_{\Delta} - 0.4 + 0.05 + 0.0375 + 0.0375 = -0.275(\quad).$$

Определим предельные отклонения звена A_2 по формулам (3.7):

$$ESA_{2\text{мм}} - 0.275 + 0.5 \cdot 0.15 = -0.2(\quad),$$

$$EIA_{2\text{мм}} - 0.275 - 0.5 \cdot 0.15 = -0.35(\quad).$$

Проверим правильность расчетов по формулам (3.9):

$$ESA_{\Delta} = ESA_4 - (EIA_1 + EIA_2 + EIA_3),$$

$$+0.6 = 0.1 - (-0.075 - 0.35 - 0.075) = +0.6;$$

$$EIA_{\Delta} = EIA_4 - (ESA_1 + ESA_2 + ESA_3),$$

$$+0.2 = 0 - (0 - 0.2 + 0) = +0.2.$$

Все результаты расчетов размерной цепи A сведены в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Результаты расчётов размерной цепи A методом максимума–минимума (разные качества)

Обозначение звена	Номинальный размер A_i , мм	Допуск T_i , мкм	Квалитет точности	Предельные отклонения ESA_i, EIA_i , мм	Координата середины поля допуска Ec_i , мм	Окончательные размеры звена A_i , мм
1	2	3	4	5	6	7
A_{Δ}	0	400	–	$0_{+0,2}^{+0,6}$	+0,4	$0_{+0,2}^{+0,6}$
A_1	5	75	11	$0_{-0,075}$	-0,0375	$5_{-0,075}$
A_2	120	150	–	$0_{-0,35}^{-0,20}$	-0,275	$120_{-0,35}^{-0,20}$
A_3	5	75	11	$0_{-0,075}$	-0,0375	$5_{-0,075}$
A_4	130	100	9	$0^{+0,1}$	+0,05	$130^{+0,1}$

Рассмотрим решение этой задачи способом назначения допусков одного качества точности. С этой целью выпишем из таблицы 3.2 значения единиц

допуска для каждого звена размерной цепи: $i_1 = 0,73$; $i_2 = 2,17$; $i_3 = 0,73$; $i_4 = 2,52$.

Определим среднее количество единиц допуска по формуле (3.15):

$$a_{cp} = \frac{400}{0.73 + 2.17 + 0.73 + 2.52} = 65.$$

Такое количество единиц допуска соответствует примерно 10-му качеству точности (см. таблицу 3.1). В 10-м качестве точности 64 единицы допуска.

Для звеньев A_1 , A_2 , A_3 назначаем допуски по 10-му качеству (см. таблицу 3.3), для звена A_2 устанавливаем нестандартный допуск. Все остальные расчеты выполнены так же, как при решении задачи назначением равных допусков, результаты вычислений сведены в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Результаты расчётов размерной цепи A методом максимума–минимума (одинаковые качества)

Обозначение звена	Номинальный размер A_i , мм	Допуск T_i , мкм	Квалитет точности	Предельные отклонения ESA_i, EIA_i , мм	Координата середины поля допуска Ec_i , мм	Окончательные размеры звена A_i , мм
1	2	3	4	5	6	7
A_{Δ}	0	400	–	$0_{+0,2}^{+0,6}$	+0,4	$0_{+0,2}^{+0,6}$
A_1	5	48	10	$0_{-0,048}$	-0,024	$5_{-0,048}$
A_2	120	144	–	$0_{-0,344}^{-0,200}$	-0,272	$120_{-0,344}^{-0,200}$
A_3	5	48	10	$0_{-0,048}$	-0,024	$5_{-0,048}$
A_4	130	160	10	$0_{+0,160}$	+0,08	$130_{+0,160}$

3.2 Метод неполной взаимозаменяемости

Сущность метода неполной взаимозаменяемости заключается в том, что точность замыкающего звена обеспечивается не для всех изделий, а только у заранее установленной их части, т. е. устанавливается процент риска – процент изделий, у которых точность замыкающего звена может не обеспечиваться. Следует заметить, что процент риска – это вероятность получения бракованных изделий. Расчет параметров составляющих звеньев выполняют теоретико-вероятностным методом, основанным на:

- 1) уравнении размерной цепи в номиналах

$$A_{\Delta} = \sum^m A_{yв} - \sum^n A_{yм}; \quad (3.16)$$

- 2) определении допуска замыкающего звена

$$TA_{\Delta} = t \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{m+n} \lambda_i^2 TA_i^2}, \quad (3.17)$$

где t — коэффициент, зависящий от процента риска (таблица 3.6); λ_i — коэффициент, характеризующий закон распределения размеров.

Таблица 3.6 – Коэффициент риска

Процент риска P	32,00	10,00	4,50	1,00	0,27	0,10	0,01
t	1,00	1,65	2,00	2,57	3,00	3,29	3,89

При нормальном законе распределения размеров $\lambda_i^2 = 1/9$, при неизвестном законе распределения принимают $\lambda_i^2 = 1/3$, при законе треугольника – $\lambda_i^2 = 1/6$.

Решение прямой задачи в методе неполной взаимозаменяемости выполняют в следующей последовательности:

1) записывают параметры исходного замыкающего) звена: номинальный размер A_{Δ} , предельные отклонения ESA_{Δ} и EIA_{Δ} , допуск T_{Δ} , координату середины поля допуска Ec_{Δ} ;

2) по сборочному чертежу изделия выявляют составляющие звенья A_h , строят размерную цепь, определяют по ней увеличивающие и уменьшающие звенья;

3) с учетом масштаба чертежа изделия определяют номинальные размеры составляющих звеньев A_i ;

4) проверяют правильность определения номинальных значений составляющих звеньев по уравнению (3.16);

5) задают процент риска, определяют значение коэффициента t (см. таблица 3.6), устанавливают законы распределения составляющих звеньев и коэффициенты λ_i ;

6) определяют среднее значение допусков составляющих звеньев (согласно способу назначения допусков одного качества точности):

$$T_i^{cp} = \frac{T_{\Delta}}{t \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{m+n} \lambda_i^2}}, \quad (3.18)$$

7) по номинальным размерам составляющих звеньев и с учетом полученного среднего значения на все составляющие звенья, кроме одного (на одно звено может быть установлен нестандартный допуск), назначают стандартные допуски по ГОСТ 25347–82;

8) проверяют правильность определения допусков составляющих звеньев по формуле (3.17);

9) задают расположение допусков всех составляющих звеньев, кроме одного (для охватываемых поверхностей допуски задают «в плюс», а для охватываемых – «в минус», для остальных – симметрично);

10) определяют координаты середин полей допусков всех составляющих звеньев, кроме одного, по формуле (3.5);

11) определяют координату середины поля допуска оставшегося неизвестным звена из уравнения (3.6);

12) определяют предельные отклонения оставшегося неизвестным звена по формулам (3.7);

13) выполняют проверку правильности расчетов по формулам

$$\begin{aligned}
 ESA_{\Delta} &= \sum^m Ec_{y_{\text{в}}} - \sum^n Ec_{y_{\text{м}}} + t \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{m+n} \lambda_i^2 (0.5TA_i)^2}, \\
 EIA_{\Delta} &= \sum^m Ec_{y_{\text{в}}} - \sum^n Ec_{y_{\text{м}}} - t \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{m+n} \lambda_i^2 (0.5TA_i)^2}.
 \end{aligned}
 \tag{3.19}$$

Допуски составляющих звеньев могут быть назначены по одному качеству точности вместо определения среднего допуска по формуле (3.18).

Среднее количество единиц допуска при расчете размерной цепи теоретико-вероятностным методом рассчитывается по формуле

$$a_{cp} = \frac{T_{\Delta}}{t \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{m+n} \lambda_i^2 \cdot i^2}},
 \tag{3.20}$$

где i — значение единицы допуска размеров составляющих звеньев (см. таблица 3.2).

Для сравнения результатов расчетов, полученных методами полной и неполной взаимозаменяемости, решим размерную цепь A (см. рисунок 3.1) методом неполной взаимозаменяемости.

Пример. Методом неполной взаимозаменяемости обеспечить осевой зазор между торцами шкива и подшипника в пределах $S = 0,2-0,6$ мм. Параметры замыкающего звена размерной цепи: $A_{\Delta} = 0_{+0,2}^{+0,6}$, т. е. $ESA_{\Delta} = +0,6$ мм, $EIA_{\Delta} = +0,2$ мм, $T_{\Delta} = 0,4$ мм, $Ec_{\Delta} = +0,4$ мм.

Принимаем, что $P = 1\%$, тогда $t = 2,57$ (см. таблицу 3.6), $\lambda_i^2 = 1/9$.

Номинальные значения составляющих звеньев были определены в предыдущем примере: $A_1 = 5$, $A_2 = 120$, $A_3 = 5$, $A_4 = 130$ мм.

Сначала задачу решаем способом назначения равных допусков. Определяем по формуле (3.18) средний допуск составляющих звеньев.

$$T_i^{cp} = \frac{400}{2,57 \cdot \sqrt{1/9 + 1/9 + 1/9 + 1/9}} = 233 \text{ (мкм)}.$$

При принятом значении процента риска ($P = 1\%$) среднее значение допусков составляющих звеньев в 2,33 раза больше, чем в методе полной взаимозаменяемости ($T_i^{cp} = 100$ (мкм)).

На основе полученного значения T_i^{cp} по таблице 3.3 устанавливаем стандартные допуски и записываем в таблицу 3.7 (графа 3). На звено A_2 установлен нестандартный допуск.

Проверяем правильность определения допусков на составляющие звенья по формуле (3.17):

$$TA_{\Delta} = 2.57 \cdot \sqrt{\frac{1}{9}(180^2 + 300^2 + 180^2 + 250^2)} = 400.$$

Устанавливаем предельные отклонения размеров составляющих звеньев на основе рекомендаций, изложенных в п. 9 (таблица 3.7, графа 5). На звено A_2 предельные отклонения не устанавливаются.

Рассчитываем координаты середин полей допусков всех составляющих звеньев по формуле (3.5), кроме звена A_2 (таблица 3.7, графа 6).

Координату середины поля допуска звена A_2 определяем из уравнения (3.6)

$$Ec_{\Delta} = Ec_4 - (Ec_1 + Ec_2 + Ec_3),$$

$$Ec_2 = -Ec_{\Delta} + Ec_4 - Ec_1 - Ec_3,$$

$$Ec_2 = -0,4 + 0,125 + 0,09 + 0,09 = -0,095 \text{ (мм)}.$$

Определяем предельные отклонения звена A_2 по формулам (3.7)

$$ESA_2 = -0,095 + 0,5 \cdot 0,3 = +0,055 \text{ (мм)},$$

$$EIA_2 = -0,095 - 0,5 \cdot 0,3 = -0,245 \text{ (мм)}.$$

Окончательные результаты расчетов размерной цепи A даны в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Результаты расчётов размерной цепи A теоретико-вероятностным методом по среднему допуску

Обозначение звена	Номинальный размер A_i , мм	Допуск T_i , мкм	Квалитет точности	Предельные отклонения ESA_i, EIA_i , мм	Координата середины поля допуска Ec_i , мм	Окончательные размеры звена A_i , мм
A_{Δ}	0	400	—	$0_{+0,2}^{+0,6}$	+0,4	$0_{+0,2}^{+0,6}$
A_1	5	180	13	$0_{-0,18}$	-0,09	$5_{-0,18}$
A_2	120	300	—	$0_{-0,245}^{-0,055}$	-0,095	$120_{-0,245}^{-0,055}$
A_3	5	180	13	$0_{-0,18}$	-0,09	$5_{-0,18}$
A_4	130	250	11	$0^{+0,25}$	+0,125	$130^{+0,25}$

Рассмотрим решение этой же задачи способом назначения допусков одного квалитета точности. Для этого выпишем из таблицы 3.2 значения единиц допусков всех составляющих звеньев (таблица 3.8, графа 3). Для определения квалитета точности, по которому могут быть выполнены составляющие звенья, рассчитываем среднее число единиц допуска по формуле (3.20):

$$a_{cp} = \frac{400}{2,57 \cdot \sqrt{1/9 \cdot (0,73^2 + 2,17^2 + 0,73^2 + 2,52^2)}} = 134.$$

Такое значение a_{cp} находится (см. табл. 3.1) между 11-м ($a = 100$) и 12-м ($a = 160$) квалитетами точности. Поэтому допуски звеньев A_1 и A_3 назначаем по 11-му, а звена A_4 – по 12-му квалитету точности. На звено A_2 устанавливаем нестандартный допуск (таблица 3.8, графа 4). Далее расчеты выполняем по формулам (3.5)–(3.7), их результаты сведены в таблицу 3.8.

Сравнение результатов расчетов одной и той же размерной цепи методом максимума и минимума (табл. 3.4 и 3.5) и теоретико-вероятностным методом (см. табл. 3.7 и 3.8) показывает, что даже при небольшом проценте риска ($P = 1\%$) допуски составляющих звеньев во втором методе в 2,3 раза больше, чем в первом. Следовательно, стоимость механической обработки деталей при использовании теоретико-вероятностного метода расчета меньше, хотя в этом случае и возможно получение 1 % бракованных изделий.

Таблица 3.8 – Результаты расчётов размерной цепи A теоретико–вероятностным методом по среднему квалитету точности

Обозначение звена	Номинальный размер A_i , мм	Единица выпуска i , мкм	Допуск T_i , мкм	Квалитет точности	Предельные отклонения ESA_i, EIA_i , мм	Координата середины поля допуска Ec_i , мм	Окончательные размеры звена A_i , мм
A_4	0	–	400	–	$0_{+0,2}^{+0,6}$	+0,4	$0_{+0,2}^{+0,6}$
A_1	5	0,73	75	11	$0_{-0,075}$	-0,0375	$5_{-0,075}$
A_2	120	2,17	380	–	$0_{-0,39}^{-0,01}$	-0,200	$120_{-0,39}^{-0,01}$
A_3	5	0,73	75	11	$0_{-0,075}$	-0,0375	$5_{-0,075}$
A_4	130	2,52	250	12	$0^{+0,25}$	+0,125	$130^{+0,25}$

3.3 Метод групповой взаимозаменяемости

Метод групповой взаимозаменяемости – это метод, при котором требуемая точность замыкающего звена достигается путем включения в размерную цепь составляющих звеньев, принадлежащих к одной из групп, на которые они предварительно рассортированы. Детали перед комплектованием в сборочную единицу сортируют на группы по размерам (рисунок 3.2), а само комплектование проводят в соответствии с определенным правилом. Чаще всего номера комплектов совпадают с номерами групп размеров. Это обычное, но не обязательное правило. Метод применяется в условиях массового производства, но когда невозможно технически и технологически обеспечить условия полной и неполной взаимозаменяемости. При этом дополнительные затраты на сорти-

ровку, маркировку, сборку и хранение деталей по группам окупаются высоким качеством изделий.

Метод дает возможность существенно расширить допуски на составляющие звенья и таким образом значительно снизить затраты на изготовление деталей. Однако при этом эффективность метода несколько снижается в связи с необходимостью ужесточать требования к точности формы сопрягаемых поверхностей и вместо уровня А (нормальная геометрическая точность) использовать уровень В или С (повышенной или высокой геометрической точности). В первом случае (уровень А) погрешность формы может составлять 30 % допуска на размер, а при уровнях В и С – соответственно 20 и 12 %.

Кроме того, использование метода групповой взаимозаменяемости ведет к существенному увеличению незавершенного производства. Причиной этого являются погрешности уровня настройки и неодинаковость параметров закона распределения размеров деталей разных наименований, приводящие к образованию совокупности деталей, из которых невозможно составить комплект. Количество комплектов будет соответствовать минимальному количеству деталей данного наименования, попавших при сортировке в данную группу. С учетом незавершенного производства приходится регулировать уровень размерной настройки. Также становится невозможным поставка отдельных деталей в качестве запасных частей (запасные части поставляются только в виде полных комплектов).

Метод групповой взаимозаменяемости позволяет значительно повысить точность сборки без существенного повышения требований к точности механической обработки деталей или расширить допуски на механическую обработку без снижения точности сборки.

Рассмотрим следующую задачу: пусть дан номинальный диаметр отверстия A , допуск на размер отверстия TA , допуск вала TB , средний требуемый зазор z_{cp} и допуск на зазор TZ .

Решим данную задачу графическим и аналитическим методом.

Аналитический метод:

В соответствии со схемой соединения вал-втулка (рисунок 3.2), составим уравнение:

$$TA + z_{min} + TB_i - TB + TB_i - z_{max} = 0.$$

Подставив в это уравнение $TB_i = NB / N$ и $z_{max} - z_{min} = TZ$, получим:

$$N = 2TB / (TZ - (TA - TB)).$$

Из данного выражения следует, что метод групповой взаимозаменяемости возможен, если $Tz > (TA - TB)$, а минимальное число групп получается при $TA = TB$.

Номинальный размер B находится из следующего выражения:

$$B = A - z_{cp} + 0,5(TA + TB).$$

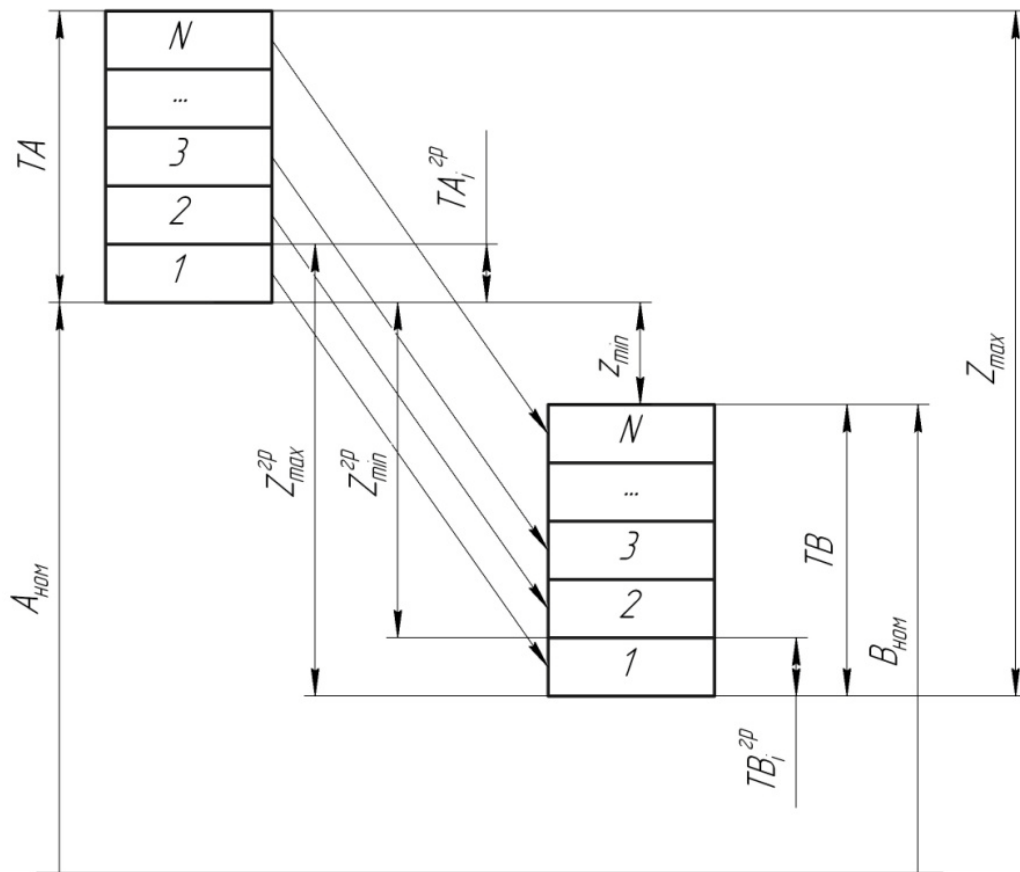


Рисунок 3.2 – Схема соединения вал-втулка и разбивка допусков размеров вала и отверстия на группы

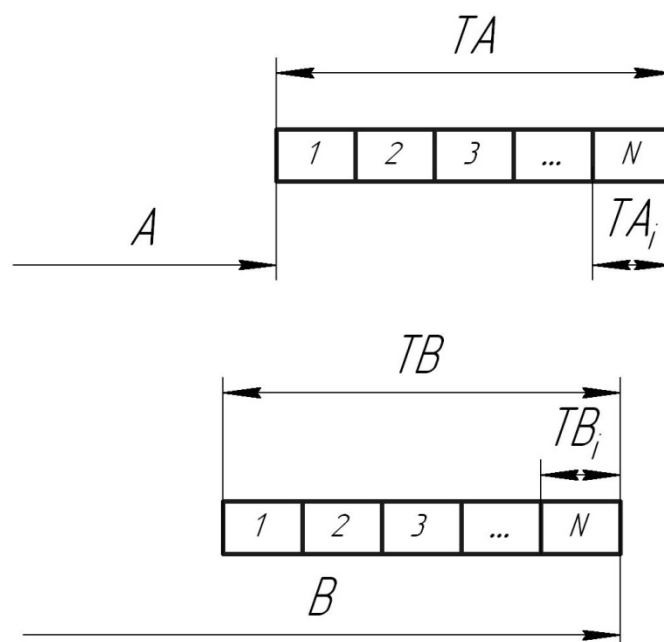
Находим значения групповых допусков TA_i и TB_i :

$$TA_i = TA / N,$$

$$TB_i = TB / N.$$

Для расчета размеров деталей в группах вычерчиваются схемы полей допусков для вала и отверстия (рисунок 3.3).

Для отверстия:



Для вала:

Рисунок 3.3 – Схемы полей допусков для вала и отверстия

Данные расчетов можно свести в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Общий вид таблицы расчетов групповых допусков

N группы	Интервал размеров	Размеры	
		Отверстия	Вала
1	от до	A $A + TA_i$	$B - N \cdot TB_i$ $B - (N - 1) \cdot NTB_i$
2	свыше до	$A + TA_i$ $A + 2TA_i$	$B - (N - 1) \cdot NTB_i$ $B - (N - 2) \cdot NTB_i$
...
N	свыше до	$A + (N - 1) \cdot TA_i$ $A + N \cdot TA_i$	$B - TB_i$ B

Графический метод:

Суть графического метода состоит в следующем:

1. Проводим горизонтальную ось размеров вала и вертикальную ось размеров отверстия (рисунок 3.4). Точка O в этой системе координат соответствует номинальному размеру соединения.

2. На оси a вверх откладываем в выбранном масштабе TA , делим это расстояние пополам и проводим через полученные точки горизонтальные линии. На этой же оси откладываем значение z_{cp} и через полученную точку проводим прямую под углом 45° . Полученная на пересечении данной прямой со средней линией допуска TA точка h будет центром прямоугольника допусков.

3. Для построения прямоугольника проводим через точку h вертикальную линию и откладываем от нее вправо и влево по $0,5TB$. От точки h вверх и вниз откладываем на вертикальную прямую по $0,5Tz$ и через полученные точки i и j проводим под углом 45° прямые. В результате получается многоугольник

$cdemnk$, выделенный толстыми линиями. Любая точка в системе координат aOb соответствует паре значений размеров B и A .

4. Проводим разбиение многоугольника $cdemnk$ на прямоугольники групповых допусков (рисунок 3.5). Для этого в нем проводим две диагонали. Начинать построение можно от центра или от верхней (нижней) части em (kc) многоугольника $cdemnk$. В первом случае строим на диагоналях прямоугольник, который касается границ допустимой области, и получаем значения TA_0 и TB_0 . Затем продолжаем вертикальные стороны полученного прямоугольника до встречи с границами допустимой области. Из точек встречи проводим горизонтальные линии до пересечения с диагональю em и получаем таким образом значения групповых допусков $TB_{-1} = TB_1$ и $TA_{-1} = TA$. Аналогично проводим построение остальных прямоугольников групповых допусков.

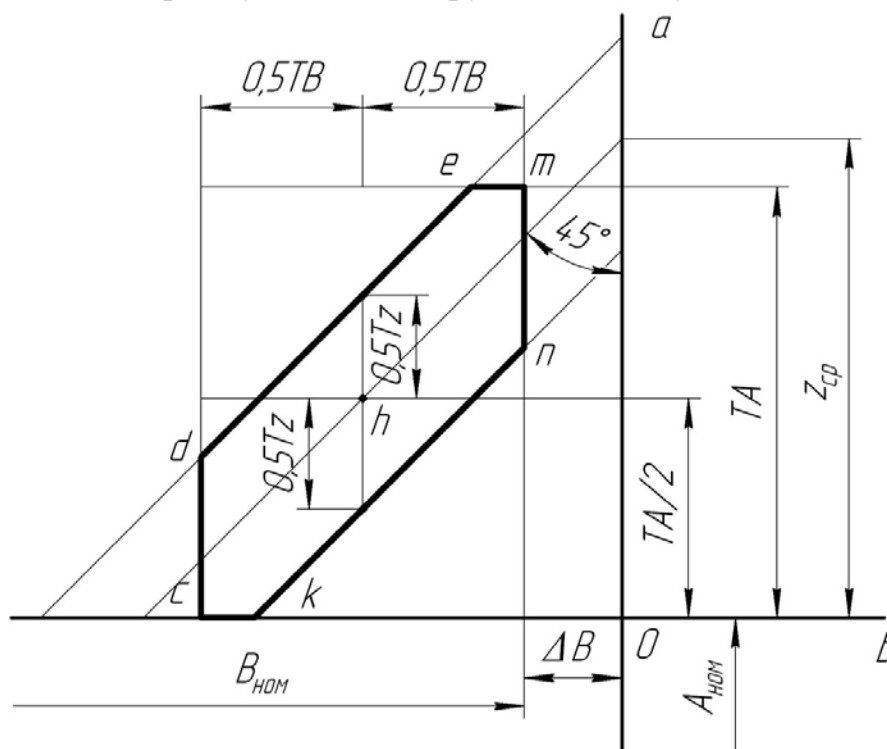


Рисунок 3.4 – Схема построения многоугольника допусков

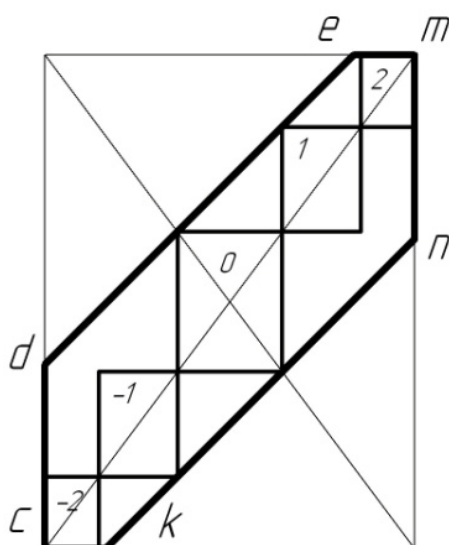


Рисунок 3.5 – Разбиение многоугольника допусков на прямоугольники

При построении от центра возможны случаи, когда групповые допуски TA_2 и TB_2 получаются излишне жесткими (рисунок 3.6). В таких случаях лучше начинать построение от верхней и нижней частей многоугольника $cde m n k$ (рисунок 3.7). При этом не обязательно, чтобы прямоугольники групповых допусков касались границ допустимой области.

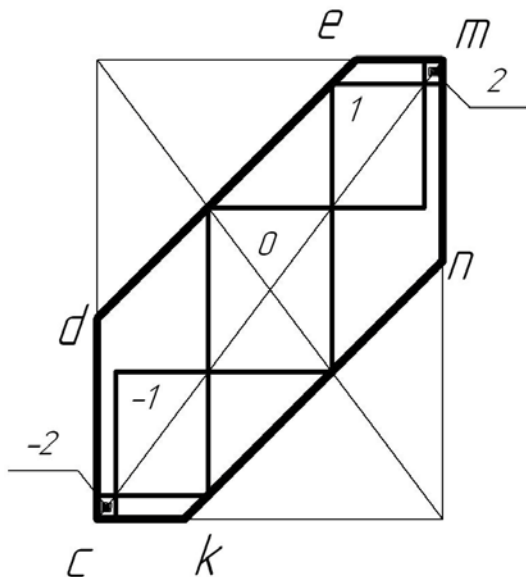


Рисунок 3.6 – Излишне жесткие допуски TA_2 и TB_2

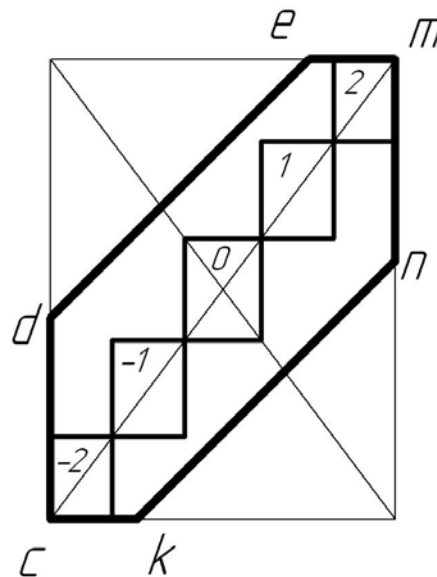


Рисунок 3.7 – Рациональное расположение прямоугольников допусков

После разбиения многоугольника на прямоугольники строим таблицу групповых допусков как в аналитическом методе, определяя размеры вала и отверстия по рисунку с учетом выбранного масштаба.

Пример. Определить число групп N , номинальный диаметр вала B и групповые допуски аналитическим и графическим методами при следующих условиях. Номинальный диаметр отверстия $A = 20$ мм, допуск отверстия $TA = 0,052$ мм, допуск вала $TB = 0,034$ мм, средний требуемый зазор $z_{cp} = 0,02$ мм, допуск зазора $Tz = 0,03$ мм.

Решение аналитическим методом:

Определяем количество групп допусков:

$$N = 2TB / (Tz - (TA - TB)) = 2 \cdot 34 / (30 - (52 - 34)) = 5,67.$$

Округляем значение до $N = 6$.

Находим номинальный размер B :

$$B = A - z_{cp} + 0,5(TA + TB) = 20 - 0,02 + 0,5(0,052 + 0,034) = 20,023.$$

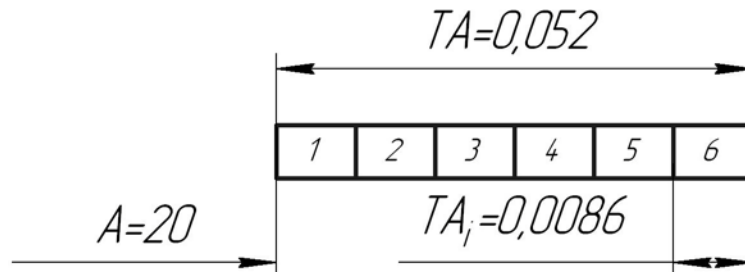
Находим значения групповых допусков TA_i и TB_i :

$$TA_i = TA / N = 0,052 / 6 = 0,0086,$$

$$TB_i = TB / N = 0,34 / 6 = 0,0056.$$

Для расчета размеров деталей в группах вычерчиваются схемы полей допусков для вала и отверстия (рисунок 3.8) и составляем таблицу групповых допусков (таблица 3.10).

Для отверстия:



Для вала:

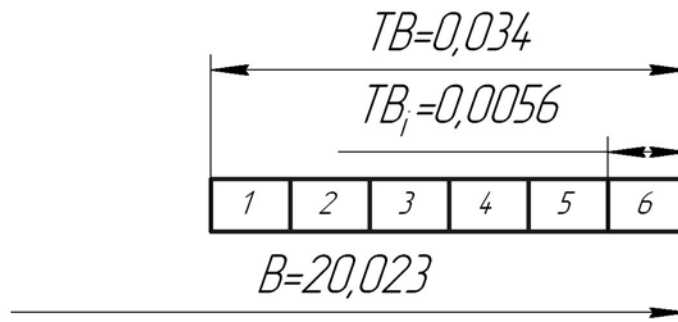


Рисунок 3.8 – Схемы полей допусков

Таблица 3.10 – Таблица групповых допусков

N группы	Интервал размеров	Размеры	
		Отверстия	Вала
1	от до	20,000	19,989
		20,008	19,994
2	свыше до	20,008	19,994
		20,017	20,000
3	свыше до	20,017	20,000
		20,026	20,003
4	свыше до	20,026	20,006
		20,035	20,012
5	свыше до	20,035	20,012
		20,043	20,017
6	свыше до	20,043	20,017
		20,052	20,023

Решение графическим методом:

В соответствии с рекомендациями строим многоугольник допустимой области (рисунок 3.9).

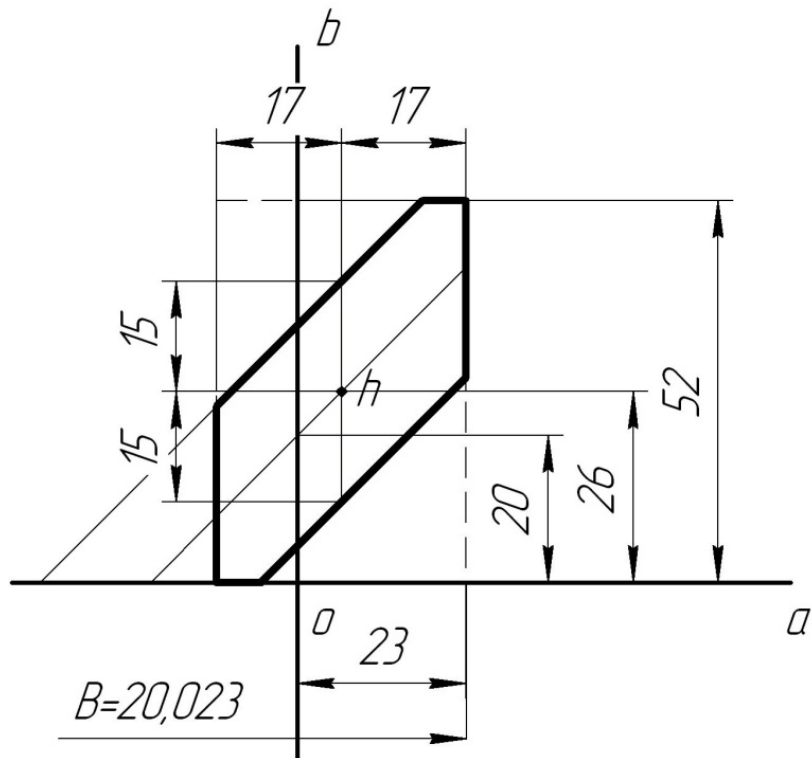


Рисунок 3.9 – Многоугольников допусков

Проводим разбиение многоугольника на прямоугольники групповых допусков (рисунок 3.10) и составляем таблицу групповых допусков (таблица 3.11)

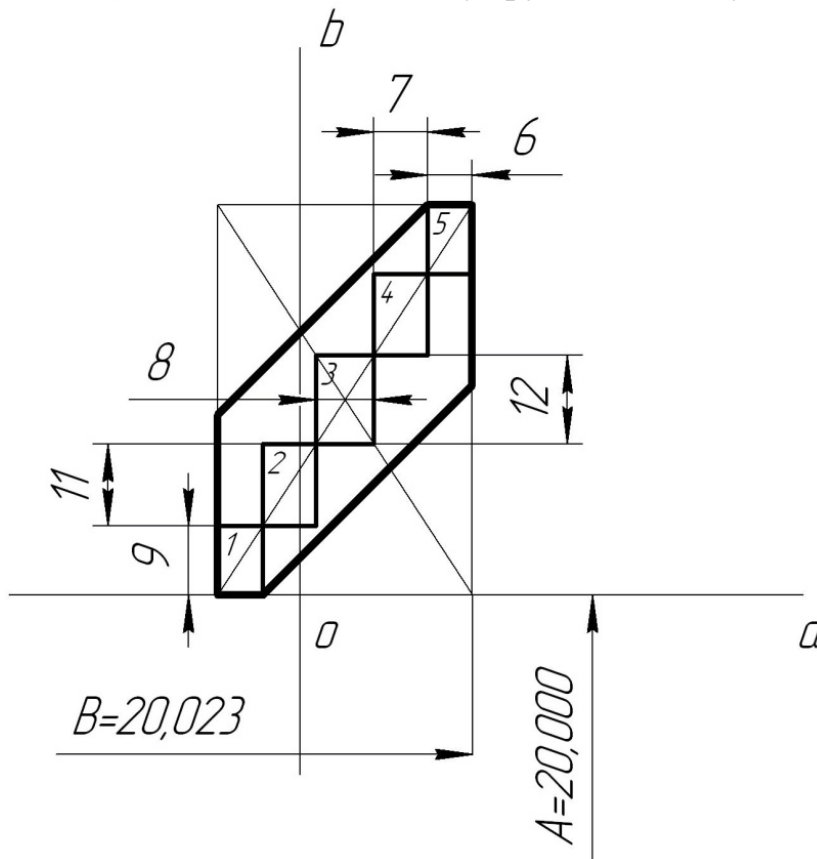


Рисунок 3.10 – Разбиение многоугольника допусков на прямоугольники

Таблица 3.11 – Таблица групповых допусков для рассматриваемого примера

N группы	Интервал размеров	Размеры	
		отверстия	вала
1	от	20,000	19,989
	до	20,009	19,995
2	свыше	20,009	19,995
	до	20,020	20,002
3	свыше	20,020	20,002
	до	20,032	20,010
4	свыше	20,032	20,010
	до	20,043	20,017
5	свыше	20,043	20,017
	до	20,052	20,023

Возможна также и другая задача, когда необходимо определить допуски на технологические размеры и, в зависимости от них, определить метод обработки.

Пример. В соединении «вал – отверстие» обеспечить зазор $S = 3-13$ мкм. Номинальный диаметр соединения 15 мм.

Согласно заданию $S_{min} = 3$ мкм, $S_{max} = 13$ мкм. Допуск посадки (допуск зазора).

$$TS = S_{max} - S_{min}$$

$$TS = 13 - 3 = 10 \text{ (мкм)}$$

С другой стороны допуск посадки

$$TS = TD + Td,$$

где TD – допуск на диаметр отверстия; Td – допуск на диаметр вала.

Принимаем, что $TD = Td$. Тогда

$$TD = Td = \frac{TS}{2},$$

$$TD = Td = \frac{10}{2} = 5 \text{ (мкм)}.$$

Из полученного результата следует, что для обеспечения зазора в установленных пределах обе детали должны быть изготовлены с допуском 5 мкм. Такой допуск для номинального размера 15 мм соответствует 4-му качеству точности. Получение такой высокой точности диаметров вала и отверстия представляет достаточно сложную задачу, и в современных производственных условиях ее решение может быть даже невозможно. Поэтому увеличиваем допуски на плунжер и отверстие в 4 раза, т. е. устанавливаем производственные допуски на изготовление деталей. Тогда $TD' = Td' = 20$ мкм.

Такой допуск для номинального размера соответствует примерно 7-му качеству точности ($IT7 = 18 \text{ мкм}$). Изготовление деталей с такой точностью возможно обычными методами. После изготовления детали должны быть рассортированы на четыре группы. Для расчета размеров деталей в группах вычерчиваем схему полей допусков соединения (рисунок 3.11) и составляем карту сортировки деталей (таблица 3.12).

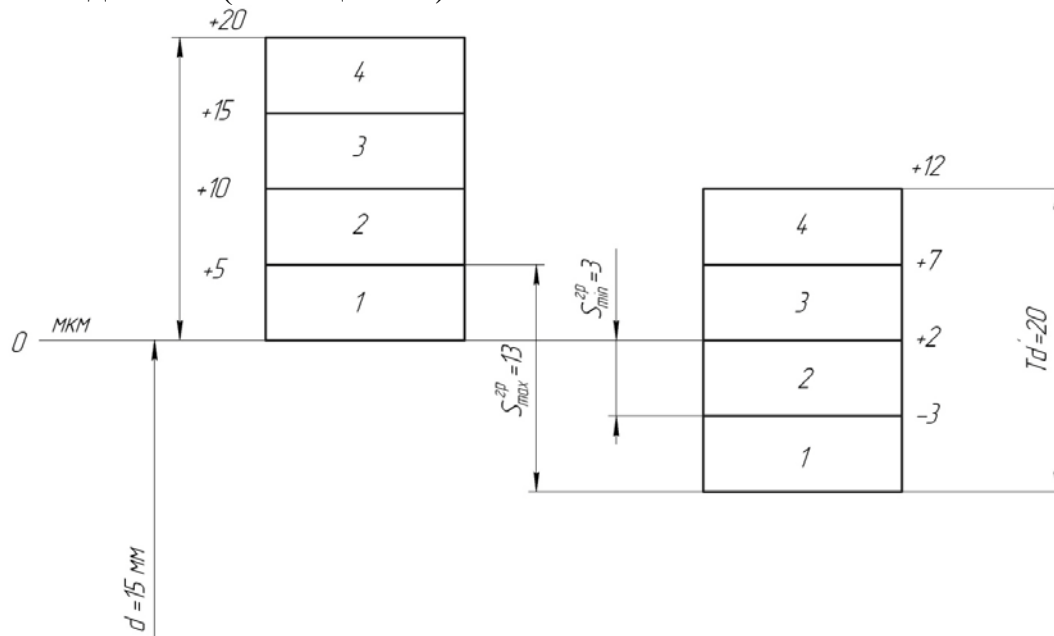


Рисунок 3.11 – Схема полей допусков соединения «вал—отверстие»

Таблица 3.12 – Карта сортировки деталей

Номер группы	Интервал размеров	Размеры, мм	
		отверстия	вала
1	От	15,000	14,992
	До	15,005	14,997
2	Свыше	15,005	14,997
	До	15,010	15,002
3	Свыше	15,010	15,002
	До	15,015	15,007
4	Свыше	15,015	15,007
	До	15,020	15,012

3.4 Методы регулирования и пригонки

Метод регулирования – это метод, при котором точность замыкающего звена достигается изменением размера или положения компенсирующего звена без снятия слоя металла. При использовании этого метода в конструкцию изделия вводится специальная деталь – компенсатор. Компенсаторы могут быть неподвижными (рисунки 3.12–3.13), подвижными (рисунки 3.14–3.16) и упругими (рисунки 3.17–3.18). Неподвижные компенсаторы обычно выполняют в виде прокладок, колец, втулок, плит и т. п. Собираемые детали в этом случае изготавливаются по расширенным, экономически целесообразным производственным допускам. Тогда производственный допуск замыкающего звена

$$TA_{\Delta}' = \sum_{i=1}^{m-2} TA_i', \quad (3.21)$$

где TA_{Δ}' — производственные (увеличенные) допуски составляющих звеньев;
 m — число звеньев в размерной цепи.

Величина компенсации определяется по формуле

$$T_{кмк} = TA_{\Delta}' - TA_{\Delta} + T, \quad (3.22)$$

где TA_{Δ} — допуск замыкающего звена, установленный, чертежом; $T_{кмк}$ — допуск на изготовление компенсатора.

Необходимую величину осевого зазора в конических роликовых подшипниках обеспечивают за счет установки необходимого числа прокладок (рисунок 3.12).

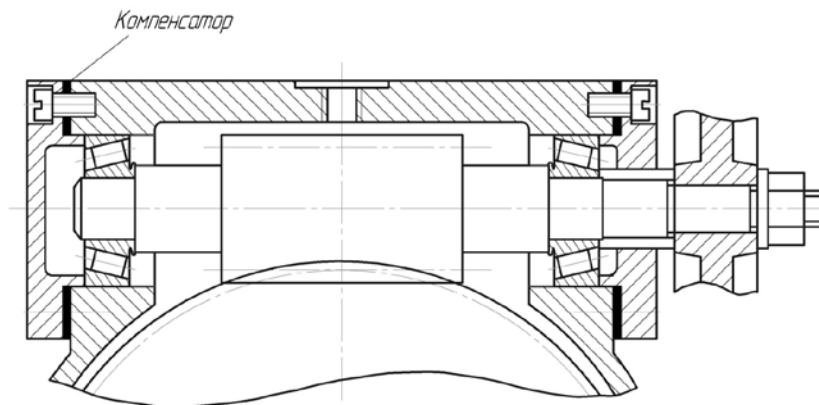


Рисунок 3.12 – Способ регулировки осевого зазора в коническом роликовом подшипнике

Радиальный зазор между валом и вкладышами подшипника скольжения регулируют установкой необходимого числа прокладок между корпусом и крышкой (рисунок 3.13).

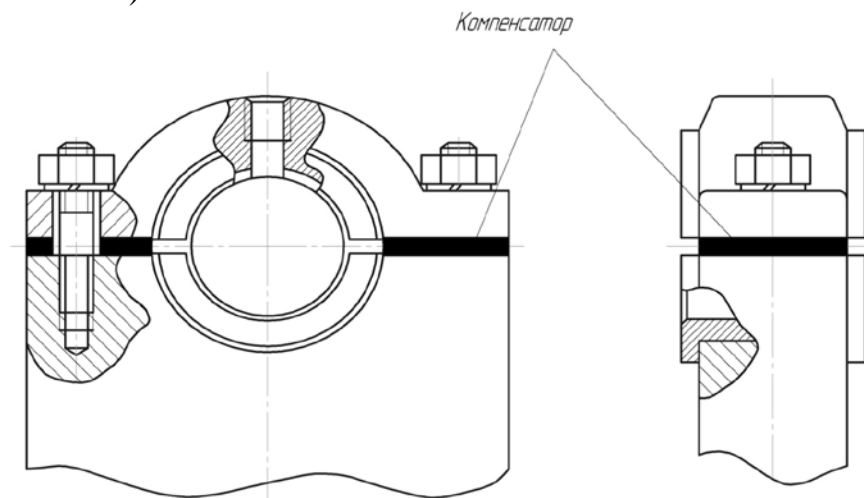


Рисунок 3.13 – Способ регулировки радиального зазора в подшипнике скольжения

Регулирование величины осевого зазора в конических роликовых подшипниках выполняют с помощью подвижных компенсаторов: упорного винта и

шайбы (рисунок 3.14) или гайки (рисунок 3.15). Расстояние (зазора, натяга) между шарнирами регулируют с помощью компенсатора, выполненного в виде гайки с правой и левой резьбой (рисунок 3.16).

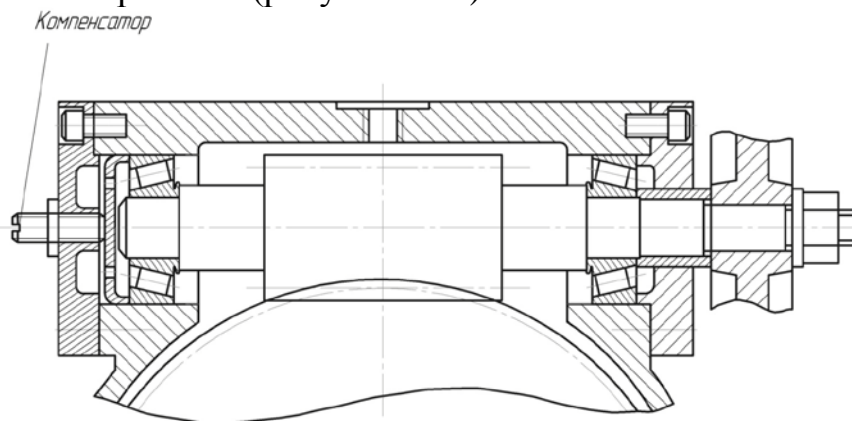


Рисунок 3.14 – Способ регулирования величины осевого зазора в конических роликовых подшипниках с помощью винта

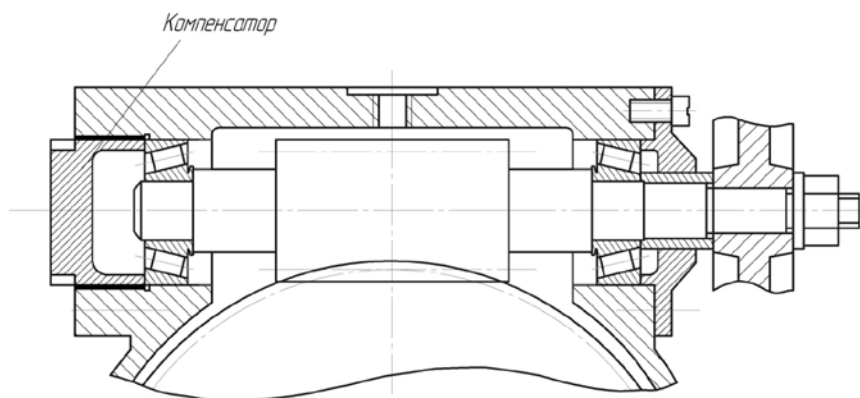


Рисунок 3.15 – Способ регулирования величины осевого зазора в конических роликовых подшипниках с помощью гайки

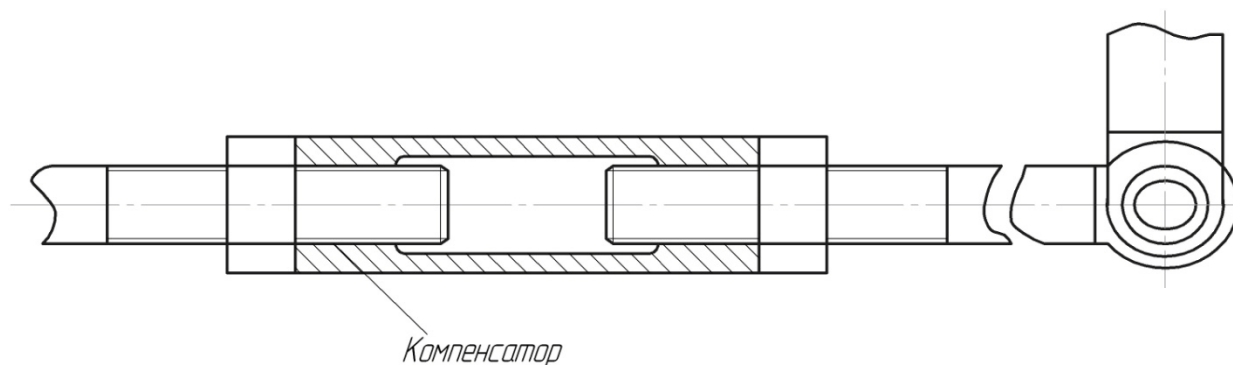


Рисунок 3.16 – Способ регулирования зазора (натяга) между шарнирами с помощью гайки с правой и левой резьбой

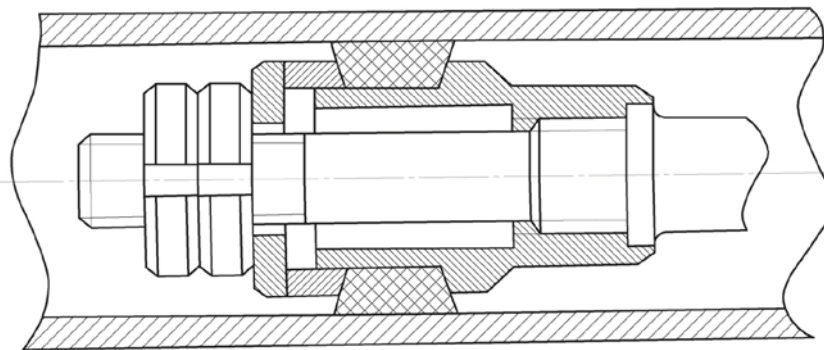


Рисунок 3.17 – Способ регулирования диаметрального зазора (натяга) с помощью кольца из эластичного материала

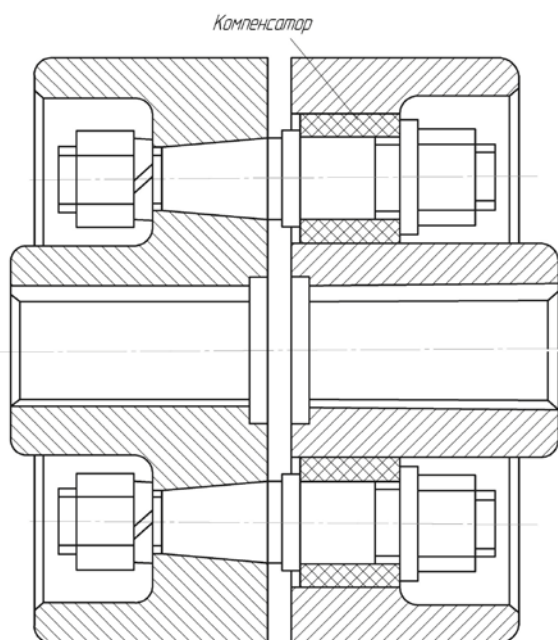


Рисунок 3.18 – Способ компенсации перекоса осей соединяемых валов

Достоинствами метода являются возможность изготовления деталей по расширенным допускам и возможность восстановления точности замыкающего звена при обслуживании или ремонте изделия путем замены компенсатора.

К недостаткам следует отнести увеличение объема сборочных работ, так как необходимая величина компенсации может быть определена путем измерения действительной величины замыкающего звена в собранном изделии. После этого следует полная или частичная разборка изделия и установка (замена) необходимого компенсатора.

Компенсаторы должны быть надежными. Их изложение в собранном изделии фиксируется гайками, стопорными

винтами, клиньями и т. п. В таких случаях точность замыкающего звена обеспечивается перемещением компенсатора. Дополнительные сборочные работы, необходимые при использовании неподвижных компенсаторов, в этом случае практически исключаются.

Сущность метода пригонки такая же, как и метода регулирования. Отличие состоит в том, что на компенсирующем звене оставляют дополнительный слой металла T_{Δ} . После сборки и установления действительной величины замыкающего звена с компенсатора снимают требуемый слой металла.

4 Составление технологической схемы сборки машины

Технологической схемой сборки называют графическое изображение порядка комплектования изделия и (или) сборочных единиц. На технологической схеме каждый элемент изделия (сборочной единицы) обозначен прямоугольником, в котором указывается наименование элемента, его номер (или код) и количество элементов, входящих в изделие (или сборочную единицу).

Деталь или собранная ранее сборочная единица, с которой, присоединяя к ней другие детали и сборочные единицы, начинают сборку изделия, называется базовой деталью или базовой сборочной единицей. Процесс сборки изображается на схеме горизонтальной (вертикальной) линией, направленной от прямоугольника с изображением базовой детали к прямоугольнику, изображающему готовое изделие. Сверху и снизу от горизонтальной (справа и слева от вертикальной) линии показываются прямоугольники, условно обозначающие детали и сборочные единицы в соответствии с последовательностью их присоединения к базовой детали.

Технологическая схема сборки разрабатывается технологом. Он должен определить сборочные единицы изделия, выделив базовые элементы и количество разъемов, проверить возможность обеспечения требуемой точности сборки, установить шифр или индекс каждой сборочной единицы для разработки технологической документации.

Рекомендуется разработать сначала технологическую схему общей сборки, а затем выделенных сборочных единиц (т. е. узловой).

Порядок комплектования лучше всего определять условной (по чертежам) или реальной (если есть готовое изделие) разборкой. Элементы изделия, которые можно снять в неразобранном виде, будут в дальнейшем использоваться для разработки технологических схем узловой сборки. При этом детали, снимаемые отдельно, являются элементами, которые непосредственно входят в технологическую схему общей сборки.

Рекомендуется в нужных местах технологической схемы указывать некоторые виды работ (заливка масла, контроль, регулировка, обкатка и т. д.). Технологическая схема сборки сборочной единицы, показанной на рисунке 4.1, приведена на рисунке 4.2. Если вывинтить винты 3, то можно снять фланец 4 с крышкой 1, прикрепленной к нему винтами 2. Таким образом получаем первую сборочную единицу более высокого порядка (фланец Сб 2). Если далее снять стопорное кольцо 12, то можно, не разбирая, снять с базовой детали 7 шкив 6 с подшипниками 9, распорной втулкой 10 и уплотнительным кольцом 8. Указанная совокупность деталей образует вторую сборочную единицу (шкив Сб 1) более высокого порядка, чем ступица. Данные сборочные единицы состоят уже из деталей. Детали 3, 5, 11 и 12 не входят в сборочные единицы Сб 1 и Сб 2 и будут использоваться при общей сборке.

Каждая ветвь технологической схемы сборки начинается базовой деталью (фланец 4, шкив 6 и ступица 7) и заканчивается сборочной единицей. В общем случае возможна разработка нескольких вариантов технологической схемы сборки.

Организационная форма сборки выбирается с учетом типа производства, массы и конструкции изделия. Она чаще всего может быть различной для общей и узловой сборки.

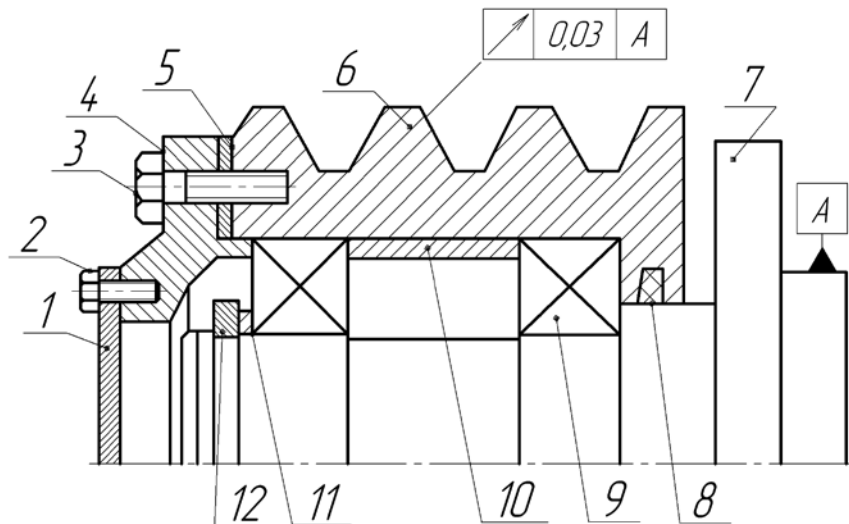


Рисунок 4.1 – Эскиз ступицы в сборе: 1 – крышка; 2,3 – винты; 4 – фланец; 5 – прокладка; 6 – шкив; 7 – ступица; 8 – кольцо уплотнительное; 9 – подшипник; 10 – втулка; 11 – кольцо компенсационное; 12 – кольцо стопорное

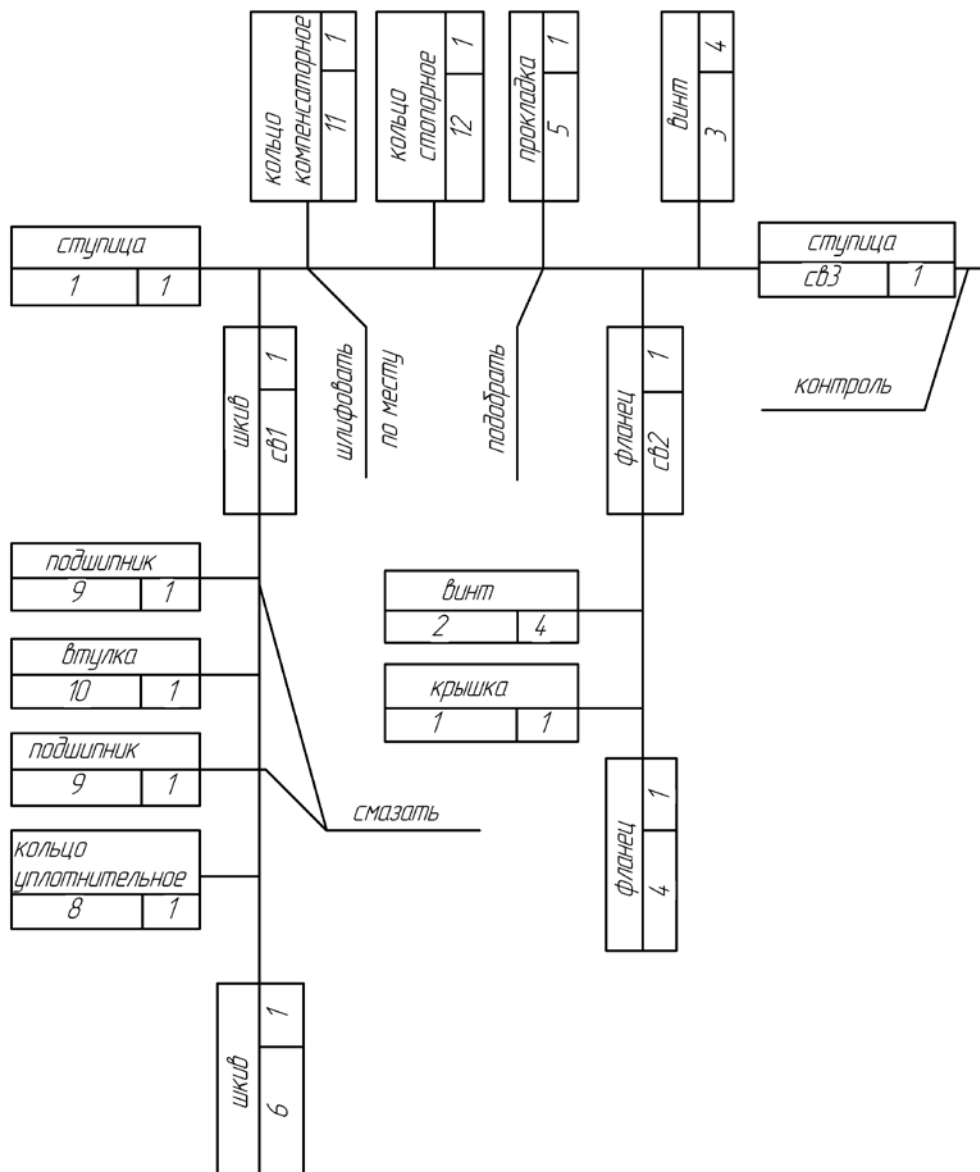


Рисунок 4.2 – Технологическая схема сборки ступицы

5 Оформление технологической документации

После разработки технологического процесса сборки заполняют технологические документы, которые определены ГОСТ 3.1119–83 и ГОСТ 3.1121–84. В общем случае технологическая документация содержит следующие документы:

- ◆ маршрутную карту (МК), в которой дают описание операций сборки и указывают сопутствующие операции (процессы) в технологической последовательности выполнения;
- ◆ операционную карту (ОК) для описания отдельных операций по переходам с указанием соответствующих технологических режимов;
- ◆ карту типового (группового) технологического процесса (КТТП);
- ◆ карту эскизов (КЭ) для графических иллюстраций к документам на процессы и операции (выбор форм КЭ устанавливает разработчик документов);
- ◆ карту технологической информации (КТИ) для указания переменной информации к типовому (групповому) технологическому процессу;
- ◆ ведомость технологических документов (ВТД) для указания состава сборочных единиц (изделий) к типовому (групповому) технологическому процессу для ускорения поиска и нахождения соответствующих документов и данных;
- ◆ комплектovacную карту (КК) для указания данных по комплектующим составным частям изделия или сборочной единицы, а также для указания данных по основным и вспомогательным материалам на технологический процесс (операцию);
- ◆ ведомость деталей (сборочных единиц) к типовому (групповому) технологическому процессу (ВТП) операции (ВТО).

Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции) сборки содержит ГОСТ 3.1407–86. Ниже приведены образцы МК и ОК форм 1, 1а и 2, 2а и примеры их заполнения. В табл. 5.1 дано содержание граф приведенных форм. При описании операций в приведенных формах запись информации следует, выполнять в следующем порядке с привязкой к служебным символам: К/М, О, Т, Р для форм 1, 1а (с горизонтальным расположением поля подшивки); Л/М, Н/М, О, Т, Р для форм 2, 2а (с вертикальным расположением поля подшивки).

Описание содержания переходов в операциях следует выполнять с привязкой к служебному символу «0» по всей длине строки с переносом информации на последующие строки. Запись переходов и операций начинают с ключевых слов, перечень которых дан в таблице 5.2. Перечень сборочных и слесарных операций приведен в таблицах 5.3 и 5.4.

Указание данных по технологической оснастке следует выполнять с привязкой к служебному символу Т в следующей последовательности: стапели, приспособления, вспомогательный инструмент, слесарный и слесарно-монтажный инструмент, режущий инструмент, специальный инструмент, средства измерений. Запись выполняют по всей длине строки. Для внесения изменений следует оставлять незаполненными одну-две строки между информацией

о комплектующих составных частях изделия и данными об основных и вспомогательных материалах, а также перед описанием содержания первого перехода. При подготовке форм 1 и 1а ОК допускается предусматривать в формах документов зоны для внесения графических иллюстраций к процессам и операциям. Зоны следует располагать в нижней части форм документов. Размеры этих зон устанавливает разработчик документов. Перечни сборочных и слесарных операций регламентированы ГОСТом.

Таблица 5.1 – Содержание граф операционных карт

Наименование (условное обозначение графы)	Содержание графы
—	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки. Запись выполняют на уровне одной строки, например К06, М04. Допускается при указании номера строки в пределах от 01 до 09 применять вместо знака «0» знак «Ø», например МØ4.
Код, наименование операции	Код операции по технологическому классификатору операций, наименование операций, допускается код операции не указывать
Обозначение документа	Обозначение документов, применяемых при выполнении данной операции, например технологическая инструкция. Состав документов следует указывать через разделительный знак «;»
МИ	Масса изделия по конструкторскому документу
—	Резервная графа. Заполняется по усмотрению разработчика. Графу можно использовать для записи информации об оборудовании
Код, наименование оборудования	Код, краткое наименование оборудования, его инвентарный номер. Информацию следует указывать через разделительный знак «;». Допускается вместо краткого наименования оборудования указать модель, не указывать инвентарный номер
$T_{в}$	Вспомогательное время на операцию
$T_{о}$	Основное время на операцию
Наименование детали, сборочной единицы или материала	Наименование деталей, сборочных единиц, материалов, применяемых для выполнения операции. Допускается давать в графе информацию о толщине материала
Обозначение (код)	Обозначение (код) деталей, сборочных единиц по конструкторскому документу или материала по классификатору
ОПП	Обозначение подразделения (склада, кладовой и т.п.), откуда поступают комплектующие детали, сборочные единицы или материалы
ЕВ	Код единицы величины (массы, длины и т. п.) детали, заготовки, материала по классификатору СОЕИ. Можно указывать единицы измерения величины
ЕН	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала, например, 1, 10, 100
КИ	Количество деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке изделия, при разборке – получаемых
$N_{расх}$	Норма расхода материала

Таблица 5.2 – Ключевые слова и их условные коды по ГОСТ 3.1703

Код	Ключевое слово	Код	Ключевое слово	Код	Ключевое слово
01	Балансировать	13	Нарезать	33	Распрессовать
02	Базировать	11	Навить	34	Расшплинтовать
05	Гнуть	26	Нанести	35	Разобрать
04	Гравировать	15	Отрубить	36	Распломбировать
03	Завить	27	Опилить	37	Расштифтовать
06	Застегнуть	28	Очистить	29	Сверлить
81	Закрепить	16	Отрезать	89	Смазать
08	Запрессовать	17	Править	39	Свинтить
07	Зачистить	20	Притереть	40	Склеить
12	Застопорить	30	Пломбировать	41	Собрать
10	Зенковать	19	Полировать	91	Установить
09	Калибровать	31	Разметить	38	Центровать
14	Кернить	21	Разрезать	42	Шабрить
22	Контрить	24	Развернуть	43	Шплинтовать
18	Клепать	32	Развинтить	44	Штифтовать
23	Маркировать	25	Развальцевать	45	Довести

Таблица 5.3 – Перечень сборочных операций по ГОСТ 3.1703

№	Операция	№	Операция	№	Операция
1	Сборка	9	Маркирование	17	Шплинтование
2	Базирование	10	Пломбирование	18	Разборка
3	Балансировка	11	Склеивание	19	Распрессовывание
4	Застегивание	12	Стопорение	20	Расшплинтовывание
5	Закрепление	13	Свинчивание	21	Расштифтовывание
6	Запрессовывание	14	Установка	22	Распломбирование
7	Клепка	15	Центровка	23	Развинчивание
8	Контровка	16	Штифтование		

Таблица 5.4 – Перечень слесарных операций по ГОСТ 3.1703

№	Операция	№	Операция	№	Операция
1	Слесарная	9	Керновка	17	Правка
2	Гибка	10	Нарезка	18	Разметка
3	Гравировка	11	Навивка	19	Разрезка
4	Доводочная	12	Отрубка	20	Развертывание
5	Зачистка	13	Отрезка	21	Развальцовка
6	Зенковка	14	Опиловочная	22	Сверлильная
7	Завивка	15	Очистка	23	Смазывание
8	Калибровка	16	Полирование	24	Шабровка

На рисунках 5.1 – 5.3 приведены примеры оформления операционной и маршрутной карт.

Дубл.																									
Взам.																									
Подл.																									
Разраб.																									
Проб.																									
Гл.техн.																									
Н.Контр.																									
	ЧО "ВГТУ"																								
	СТУПИЦА																								
	Наименование операции										Обозначение документа														
	Общая сборка										ИОТ 1875-82														
											Код.Наименование оборудования														
											Стенд сборочный														
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код										ОПП	ЕН	ЕВ	КИ	Н.расх.
Р																									
К 01	Шкив										РЦ.250.000.03														
02	Кольцо компенсационное										1 А 24 ГОСТ 13942-68														
03	Кольцо стопорное										1 А 30 ГОСТ 13942-68														
04	Прокладка										РЦ.250.000.05														
05	Фланец										РЦ.250.000.06														
06	Винт																								
07	Ступица																								
О 08	1. Установить шкив на ступицу																								
Т 09	Подставка специальная																								
О 10	2. Установить кольцо компенсационное																								
О 11	3. Установить кольца стопорные																								
О 12	4. Установить прокладку под фланец																								
О 13	5. Установить крышку																								
ОК																									

Рисунок 5.1 – Пример оформления операционной карты процесса сборки (первый лист)

Список использованных источников

1. Беляков, Н. В. Формализация синтеза технологических процессов механической обработки заготовок корпусных деталей машин / Н. В. Беляков // Материалы, технологии, инструменты. – 2006. – № 4. – С. 32–38.
2. Горохов, В. А. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов. В 2-х т. Т. I / Горохов [и др.]. – Старый Оскол : ТНТ, 2011. – 495 с.
3. Горохов, В. А. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов. В 2-х т. Т. II / Горохов [и др.]. – Старый Оскол : ТНТ, 2011. – 575 с.
4. Дальский, А. М. Сборка высокоточных соединений в машиностроении / А. М. Дальский, З. Г. Кулешова. – Москва : Машиностроение, 1988. – 240 с.
5. Зарубин, В. М. Автоматизированная система проектирования технологических процессов механосборочного производства / В. М. Зарубин, Н. М. Капустин. – Москва : Машиностроение, 1979. – 488 с.
6. Колесов, И. М. Основы технологии машиностроения : учеб. для машиностроит. спец. вузов / И. М. Колесов. – Москва : Высшая школа, 1999. – 591 с.
7. Корсаков, В. С. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении / В. С. Корсаков [и др.]; под общ. ред. Н. М. Капустина. – Москва : Машиностроение, 1985. – 304 с.
8. Маталин, А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. – Ленинград : Машиностроение, 1985. – 464 с.
9. Махаринский, Е. И. О теории базирования при механической обработке / Е. И. Махаринский, Ю. Е. Махаринский, Н. В. Беляков // СТИН. – № 4. – 2005. – С. 29-32.
10. Махаринский Е. И. Основы технологии машиностроения : учебник / Е. И. Махаринский, В. А. Горохов. – Минск : Вышэйшая школа, 1997. – 423 с.
11. Медведев, А. И. Сборник практических работ по технологии машиностроения : учеб. пособие / А. И. Медведев [и др.]; под ред. И. П. Филонова. – Минск : БНТУ, 2003. – 486 с.
12. Основы автоматизации машиностроительного производства : учебник для машиностроительных специальностей вузов / Е. Р. Ковальчук [и др.]; под ред. Ю. М. Соломенцева. – Москва : Машиностроение, 1999. – 312 с.
13. Проектирование технологии : учебн. для вузов / И. М. Баранчукова [и др.]; под ред. Ю. М. Соломенцева. – Москва : Машиностроение, 1999. – 416 с.
14. Проектирование технологических процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / И. П. Филонов [и др.]. – Минск : УП «Технопринт», 2003. – 910 с.
15. Проектирование технологических процессов сборки машин / под ред. А. А. Жолобова. – Минск : Новое знание, 2005. – 320 с.
16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. I / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1986. – 656 с.

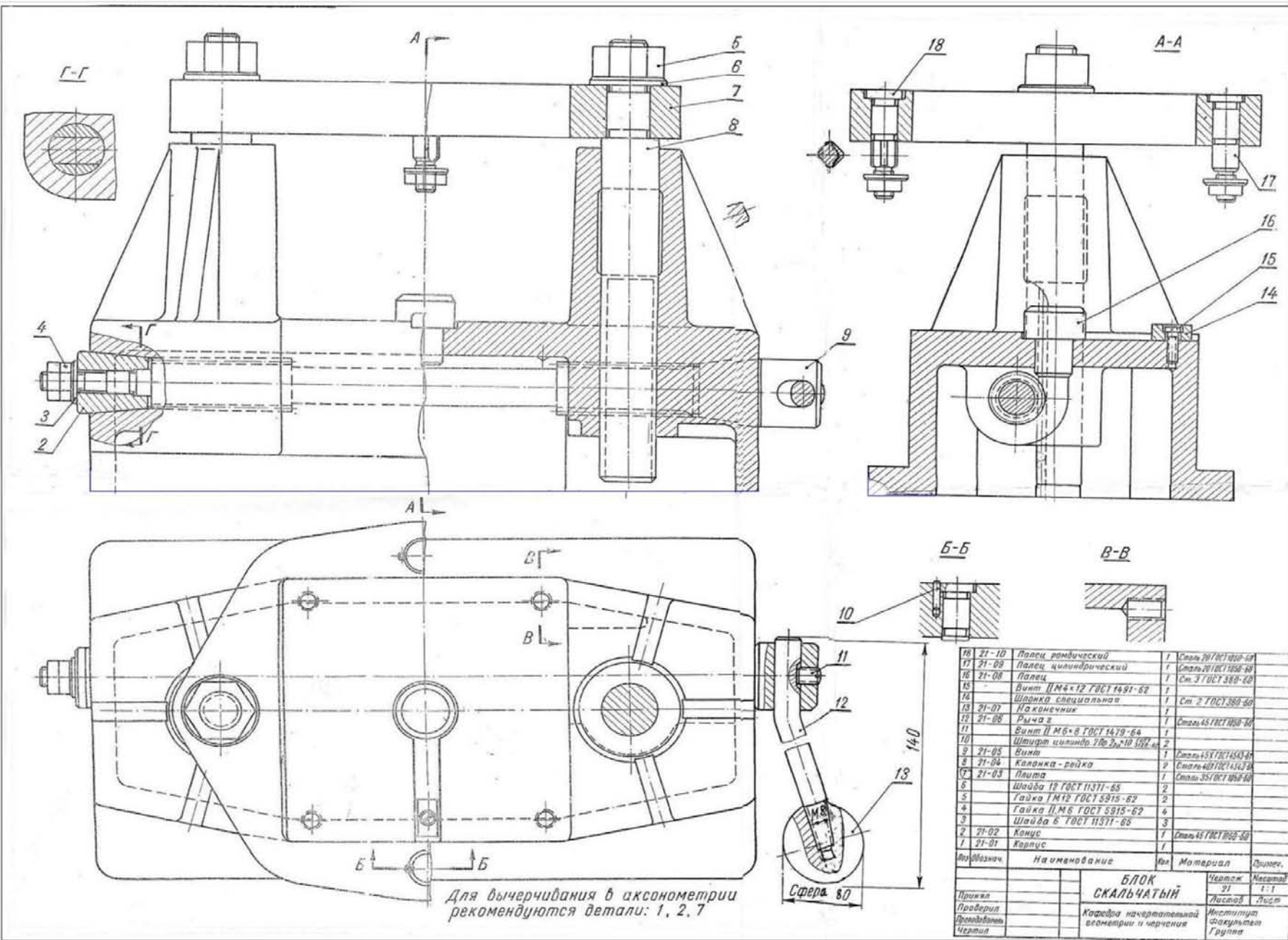
17. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. II / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1986. – 496 с.

18. Технология машиностроения. В 2 кн. Кн. 1 Основы технологии машиностроения : учеб. пособ. для вузов / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. – Москва : Высшая школа, 2003. – 278 с.

19. Технология машиностроения : учеб. для вузов. В 2-т. Т. 1 / В. М. Бурцев [и др.] ; под ред. А. М. Дальского. – Москва : Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 1997. – 564 с.

20. Технология машиностроения : учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / Л. В. Лебедев [и др.]. – Москва : Академия, 2006. – 350 с.

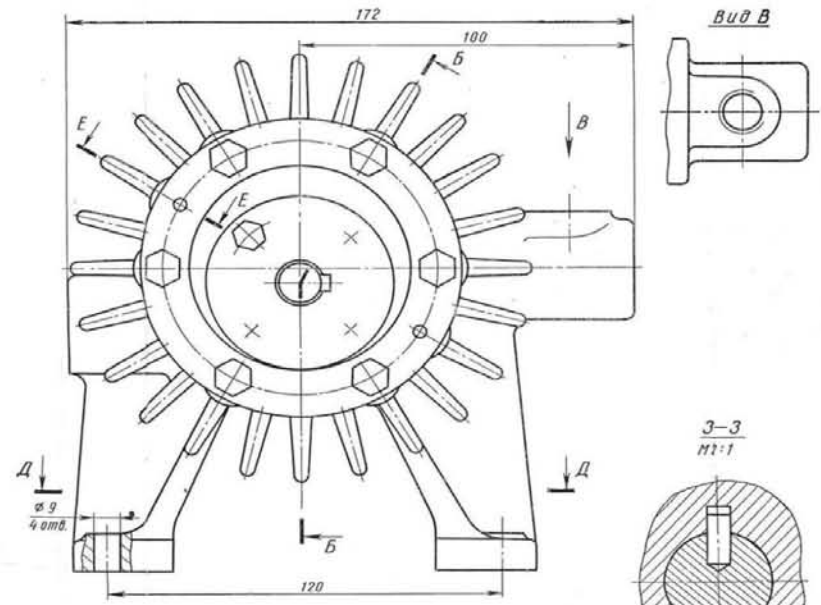
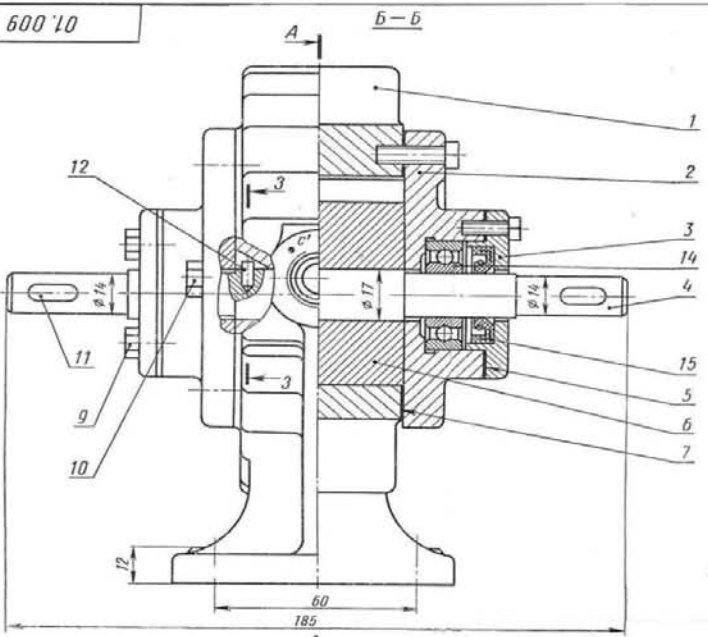
21. Технологические основы гибких производственных систем : учеб. для машиностроит. спец. вузов / В. А. Медведев [и др.] ; под ред. Ю. М. Соломенцева. – 2-е изд., испр. – Москва : Высшая школа, 2000. – 255 с.



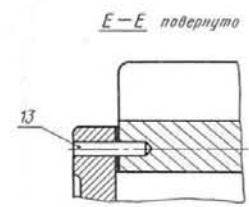
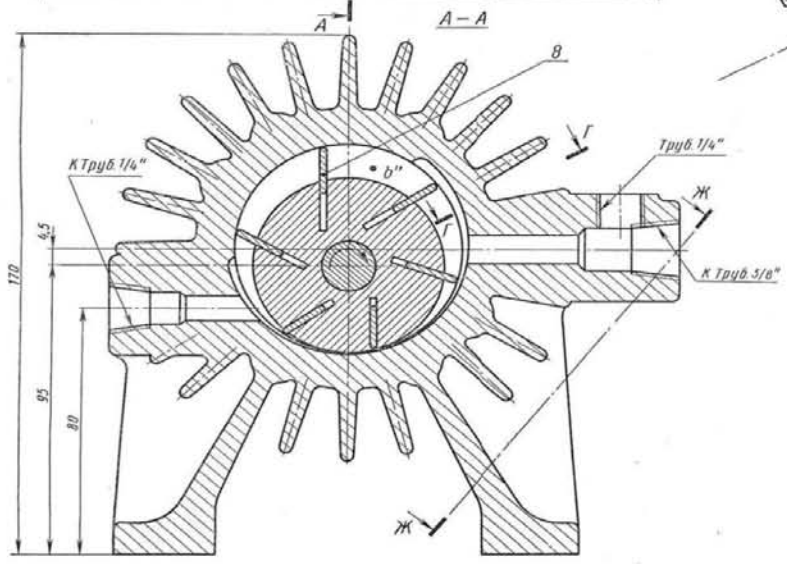
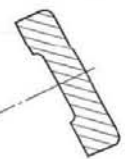
Варианты заданий по работам 1,4,5,6

Приложение А

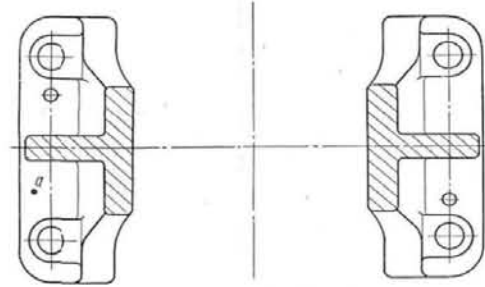
600 10



Г-Г дет. 01.009.001



Д-Д



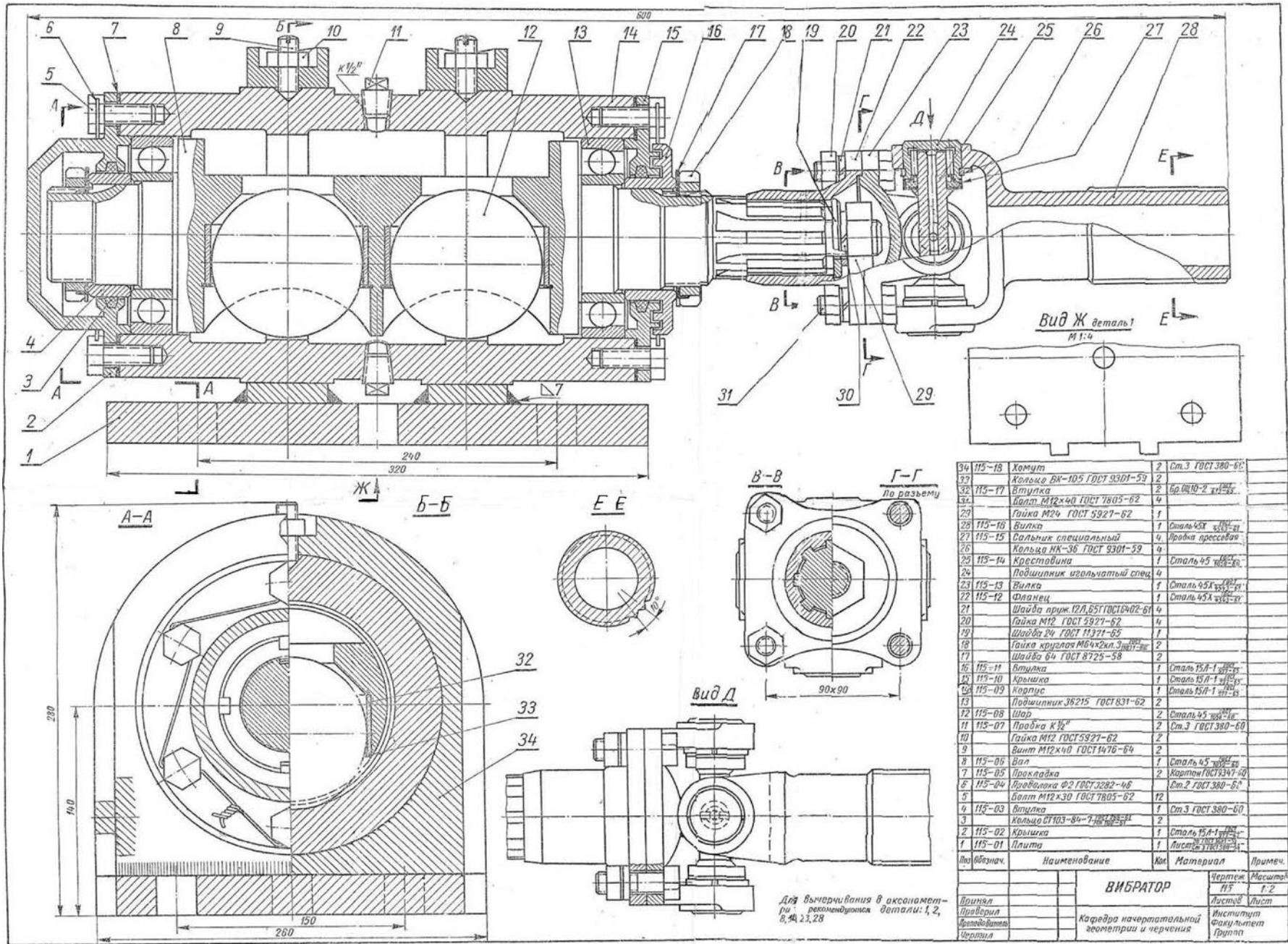
№	Обозначение	Исчисленные детали	Ед	Номера	Примечания
1	01.009.001	Корпус	1	СЧ21-40	
2	01.009.002	Крышка насоса	2	СЧ21-40	
3	01.009.003	Крышка подшипника	2	Ст 5	
4	01.009.004	Вал	1	Сталь 45	
5	01.009.005	Прокладка	2	Картон прокладочный	
6	01.009.006	Ротор	1	СЧ21-40	
7	01.009.007	Прокладка	2	Картон прокладочный	
8	01.009.008	Пластика	6	Сталь 50	
Стандартные изделия					
9		Болт М5-16 ГОСТ 7805-70	8		
10		Болт М6-20 ГОСТ 7805-70	12		
11		Шпилька 5-5-16 ГОСТ 7809-68	2		
12		Штифт 4Г-8 ГОСТ 3129-70	1		
13		Штифт 4-70 ГОСТ 3129-70	4		
14		Шарикоподшипник 202 ГОСТ 8318-57	2		4-15, 8-35
15		Пластика 1-15-30 ГОСТ 8752-70	2		8-11

01.009

Вакуум-насос

Литера: Писса Масштаб: 1:1

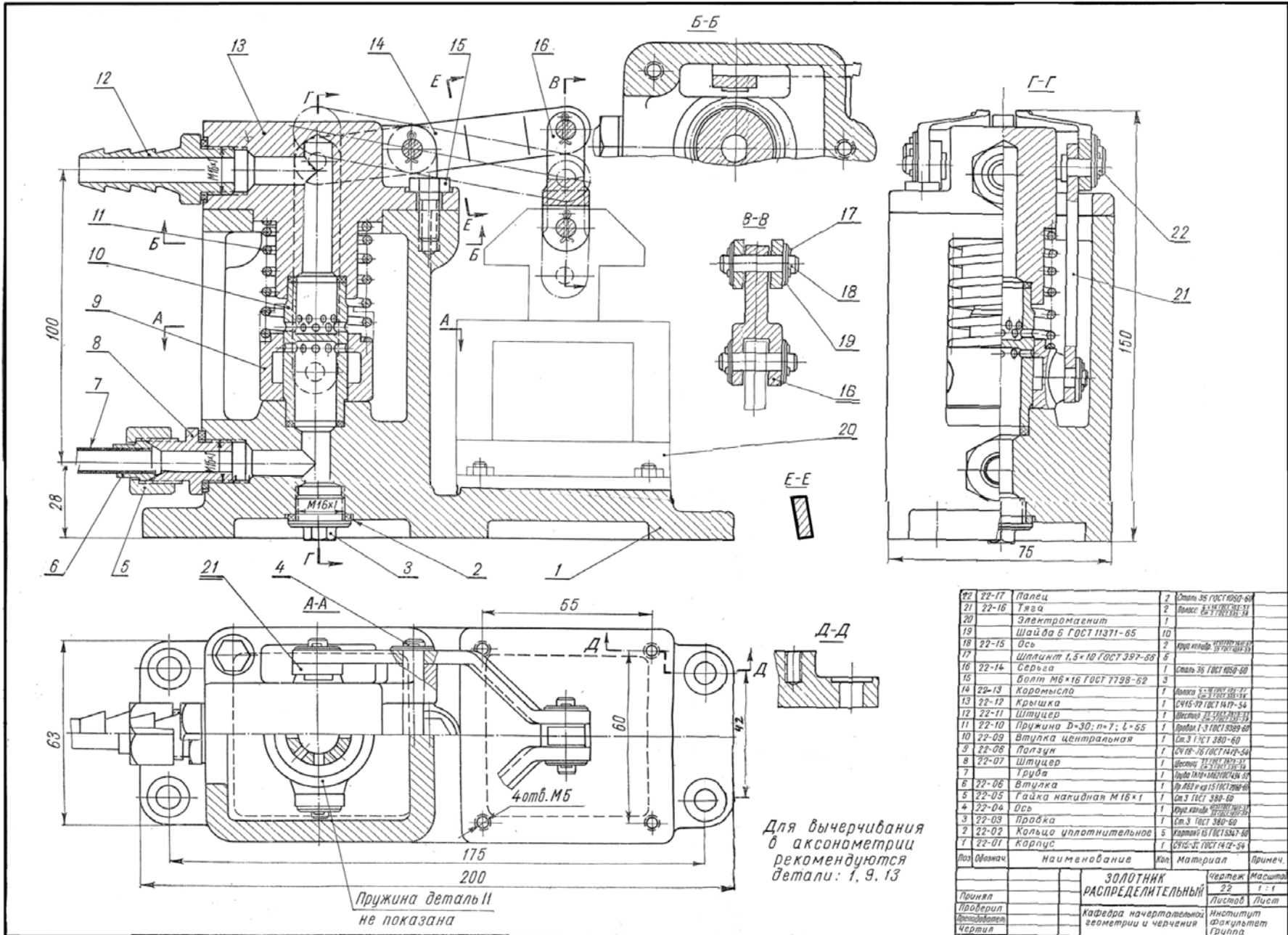
Лист 1 из 1



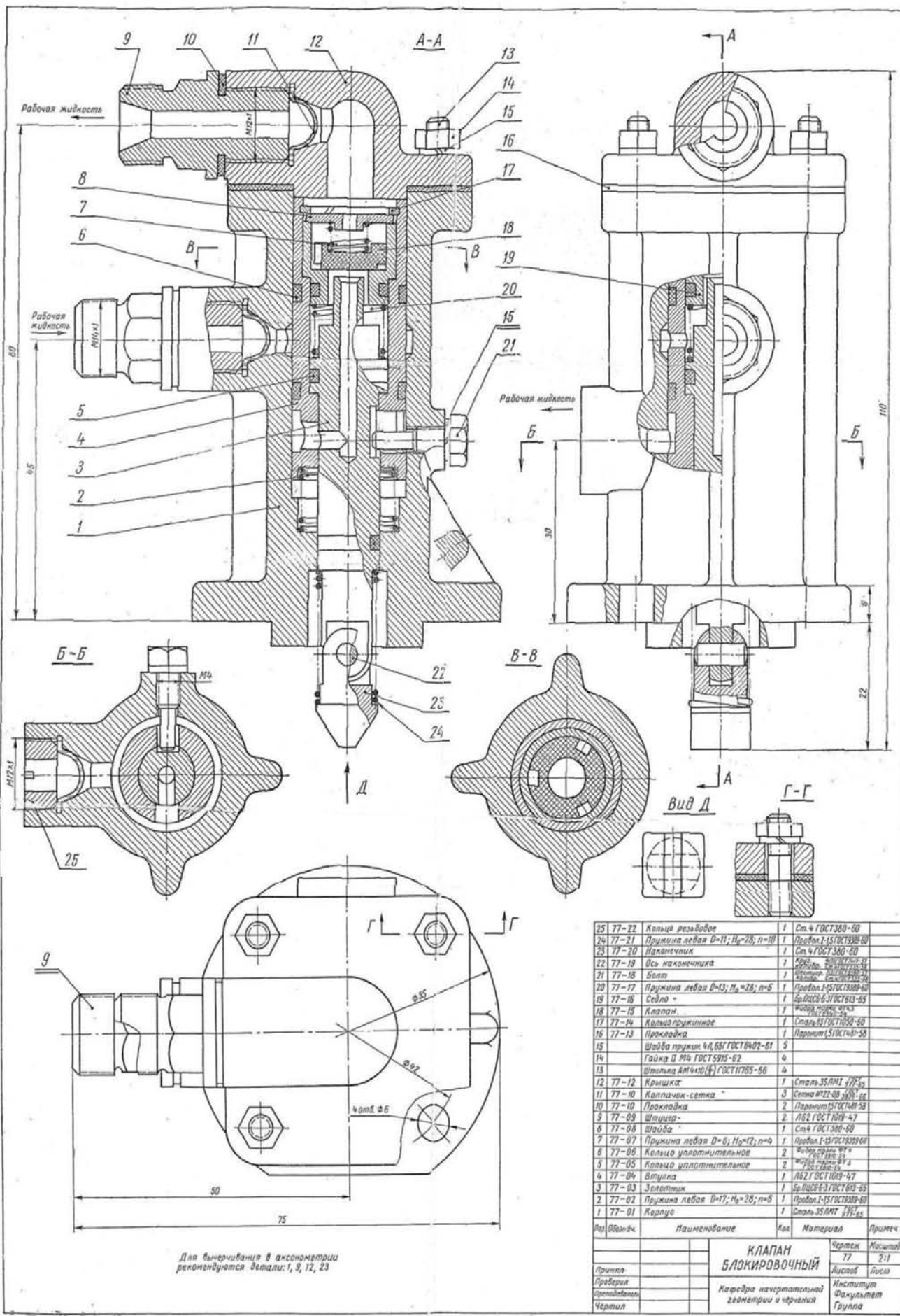
№	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
34	115-18	Хомут	2	Ст.3 ГОСТ 380-60
33	115-17	Кольцо ВК-105 ГОСТ 9301-59	2	Ст.3 ГОСТ 380-60
32	115-17	Втулка	2	Бр.ОЦ10-2 т115-17
31	115-17	Болт М12х40 ГОСТ 7805-62	4	
29	115-16	Гайка М24 ГОСТ 5927-62	1	
28	115-16	Вилка	1	Сталь 45 ГОСТ 1050-58
27	115-15	Сальник специальный	4	Пробка прессован
26	115-15	Кольцо НК-36 ГОСТ 9301-59	4	
25	115-14	Крестовина	1	Сталь 45 ГОСТ 1050-58
24	115-14	Подшипник игольчатый спец.	4	
23	115-13	Вилка	1	Сталь 45 ГОСТ 1050-58
22	115-12	Фланец	1	Сталь 43А ГОСТ 1050-58
21	115-11	Шайба приж. 12Л.65Г ГОСТ 10402-61	4	
20	115-11	Гайка М12 ГОСТ 5927-62	4	
19	115-11	Шайба 24 ГОСТ 11371-65	1	
18	115-11	Гайка крылья М6х2кл. 3шт. ГОСТ 5927-62	2	
17	115-11	Шайба 64 ГОСТ 8725-58	2	
16	115-11	Втулка	1	Сталь 15А-1 ГОСТ 1050-58
15	115-10	Крышка	1	Сталь 15А-1 ГОСТ 1050-58
14	115-09	Корпус	1	Сталь 15А-1 ГОСТ 1050-58
13	115-08	Подшипник 36215 ГОСТ 831-62	2	
12	115-08	Шар	2	Сталь 45 ГОСТ 1050-58
11	115-07	Пробка К 1/2"	2	Ст.3 ГОСТ 380-60
10	115-07	Гайка М12 ГОСТ 5927-62	2	
9	115-06	Винт М12х40 ГОСТ 1476-64	2	
8	115-05	Вал	1	Сталь 45 ГОСТ 1050-58
7	115-05	Прокладка	2	Каотон ГОСТ 1347-60
6	115-04	Прокладка Ф2 ГОСТ 3282-46	2	Ст.2 ГОСТ 380-60
5	115-04	Болт М12х30 ГОСТ 7805-62	12	
4	115-03	Втулка	1	Ст.3 ГОСТ 380-60
3	115-02	Кольцо СТ103-84-7 ГОСТ 1050-58	2	
2	115-02	Крышка	1	Сталь 15А-1 ГОСТ 1050-58
1	115-01	Плита	1	Сталь 15А-1 ГОСТ 1050-58

Для вычерчивания в аксонометрической проекции рекомендуются детали: 1, 2, 6, 9, 23, 28

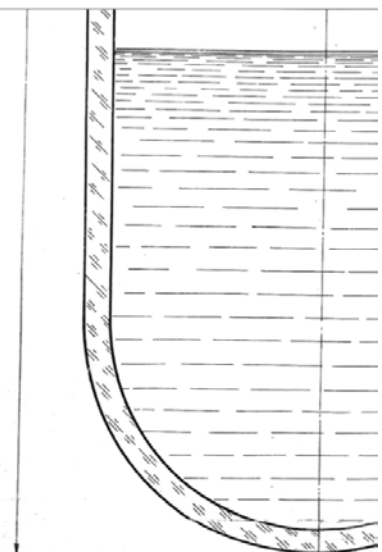
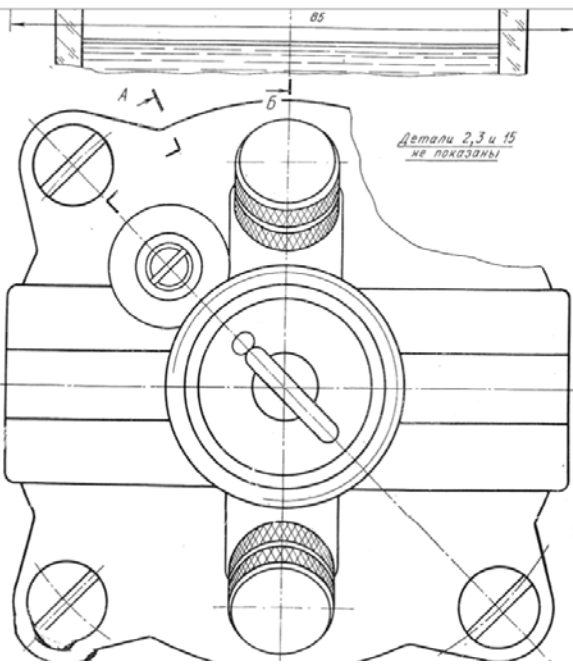
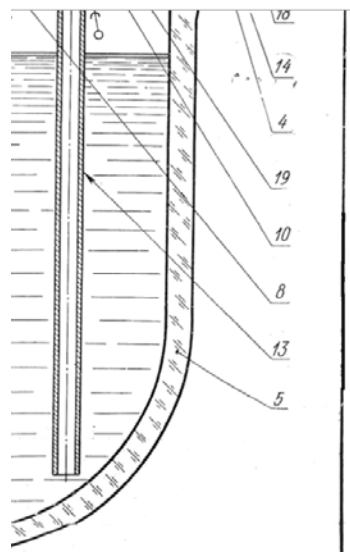
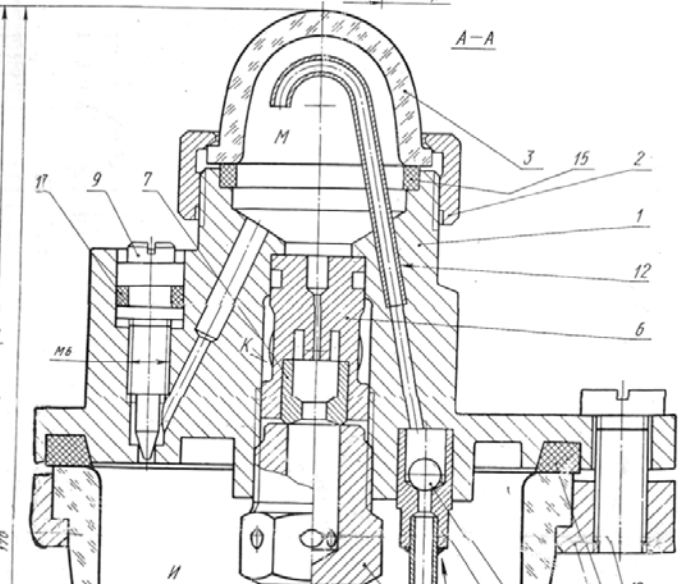
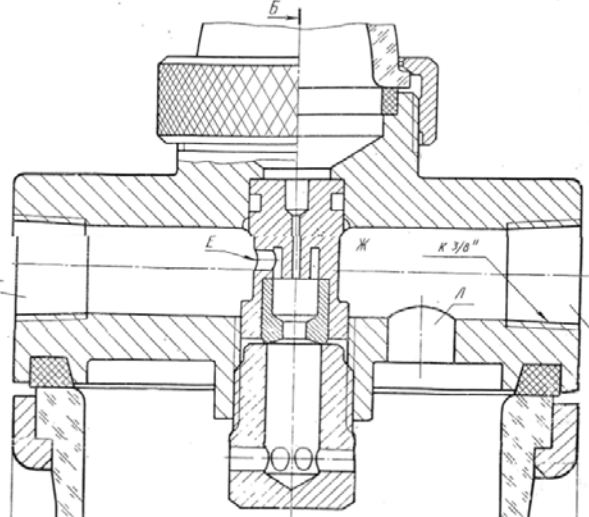
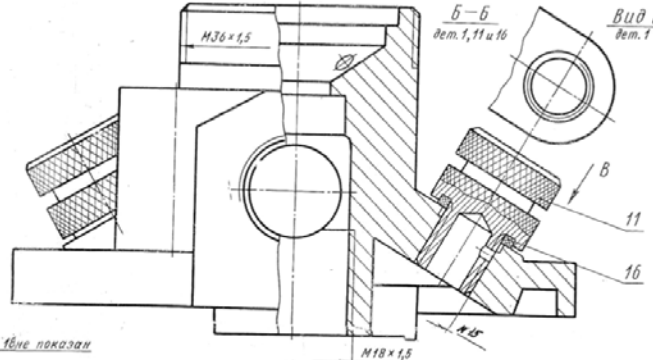
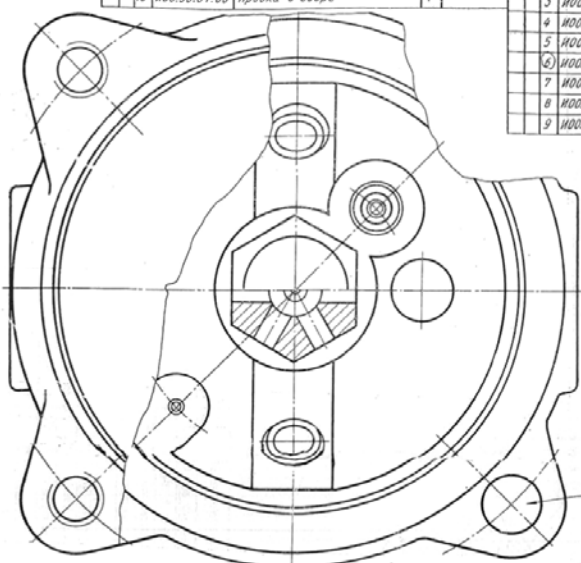
ВИБРАТОР
 Чертеж Масштаб 1:2
 Листов 1
 Проверил: Кафедра начертательной геометрии и черчения
 Институт Факультет
 Группы



№	№	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
22	22-17	Палец	2	Сталь 35 ГОСТ 1050-60	
21	22-16	Тяга	2	Алюмин. сплав Д16 ГОСТ 1575-54	
20		Электромагнит	1		
19		Шайба 6 ГОСТ 11371-65	10		
18	22-15	Ось	2	Круговая 15707-65	
17		Шплинт 1,5×10 ГОСТ 397-65	6		
16	22-14	Серьга	1	Сталь 35 ГОСТ 1050-60	
15		Болт М6×16 ГОСТ 7798-62	3		
14	22-13	Коромысло	1	Алюмин. сплав Д16 ГОСТ 1575-54	
13	22-12	Крышка	1	С415-92 ГОСТ 1417-54	
12	22-11	Штуцер	1	Штуцер 22-105-33	
11	22-10	Пружина D=30; n=7; L=65	1	Провол. 1-3 ГОСТ 10509-60	
10	22-09	Втулка центральная	1	Ст. 3 ГОСТ 380-60	
9	22-08	Палзун	1	С416-76 ГОСТ 1417-54	
8	22-07	Штуцер	1	Штуцер 22-105-33	
7		Труба	1	Труба МНМ 100/100/40-54	
6	22-06	Втулка	1	Ст. 3 ГОСТ 380-60	
5	22-05	Гайка накидная М16×1	1	Ст. 3 ГОСТ 380-60	
4	22-04	Ось	1	Круговая 15707-65	
3	22-03	Пробка	1	Ст. 3 ГОСТ 380-60	
2	22-02	Кольцо уплотнительное	5	Капрон 65 ГОСТ 1547-60	
1	22-01	Корпус	1	С415-32 ГОСТ 1417-54	
Лоз.	Объясн.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
		ЗОЛОТНИК РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ			Чертеж Масштаб
Принял					22 1:1
Проверил					Листов Лист
Составил					Кафедра начертательной геометрии и черчения
Чертил					Институт Факультет Группа



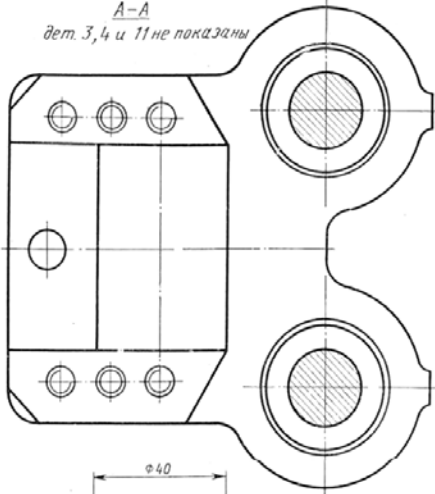
№ детали	Обозначение	Наименование	Примечание	№ детали	Обозначение	Наименование	Примечание
1	ИОО.56.00.01	Хопус		10	ИОО.56.01.10	Втулка	
2	ИОО.56.00.02	Гайка накидная		11	ИОО.56.00.11	Пробка	
3	ИОО.56.00.03	Колпачок		12	ИОО.56.00.12	Трубка верхняя	
4	ИОО.56.00.04	Прожим		13	ИОО.56.01.13	Трубка нижняя	
5	ИОО.56.00.05	Стакан		14	ИОО.56.00.14	Кольцо стакана	
6	ИОО.56.00.06	Распылитель		15	ИОО.56.00.15	Кольцо колпачка	
7	ИОО.56.00.07	Пробка		16	ИОО.56.00.16	Кольцо пробки	
8	ИОО.56.00.08	Штифтер		17	ИОО.56.00.17	Кольцо дресселя	
9	ИОО.56.00.09	Дрессель		Стандартные изделия			
					Винт М8х20 ГОСТ 1491-62		



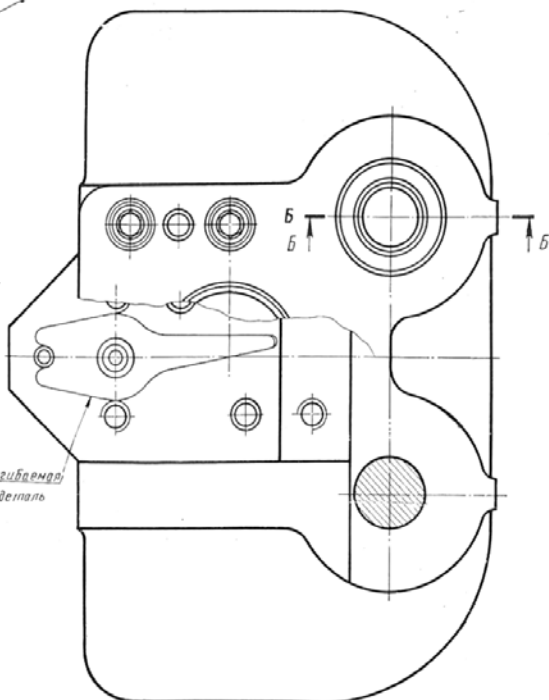
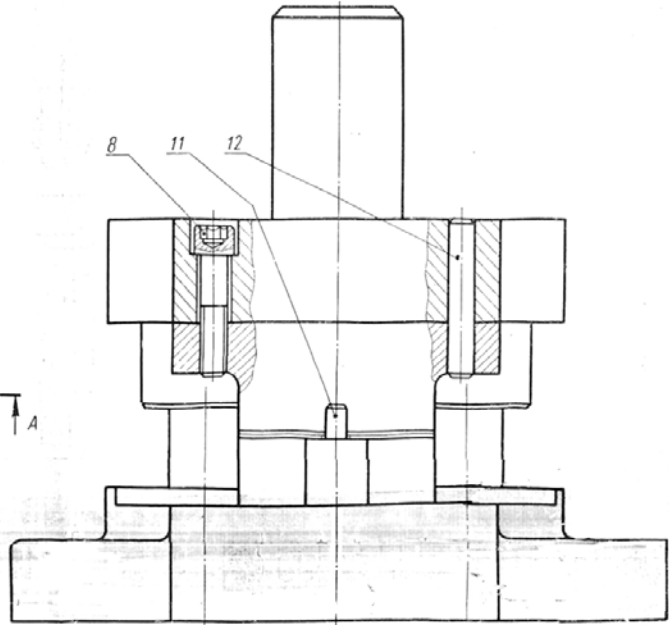
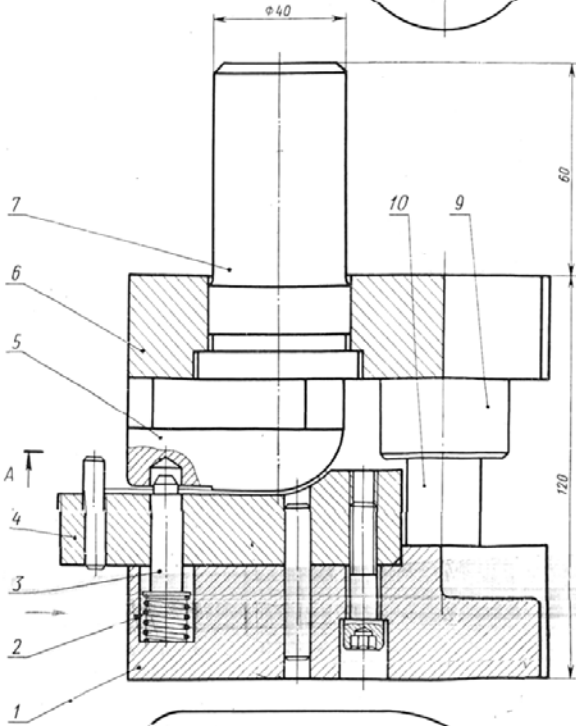
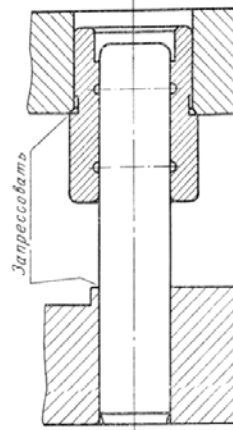
Шарик 5мм Н ГОСТ 3722-60	1	Сталь ШХ15
ИОО.56.00.00 Сп		
Маслораспылитель двойного	Лит	Масса
		2:1

19		
ИОО.56.00.00	Лит	Масса

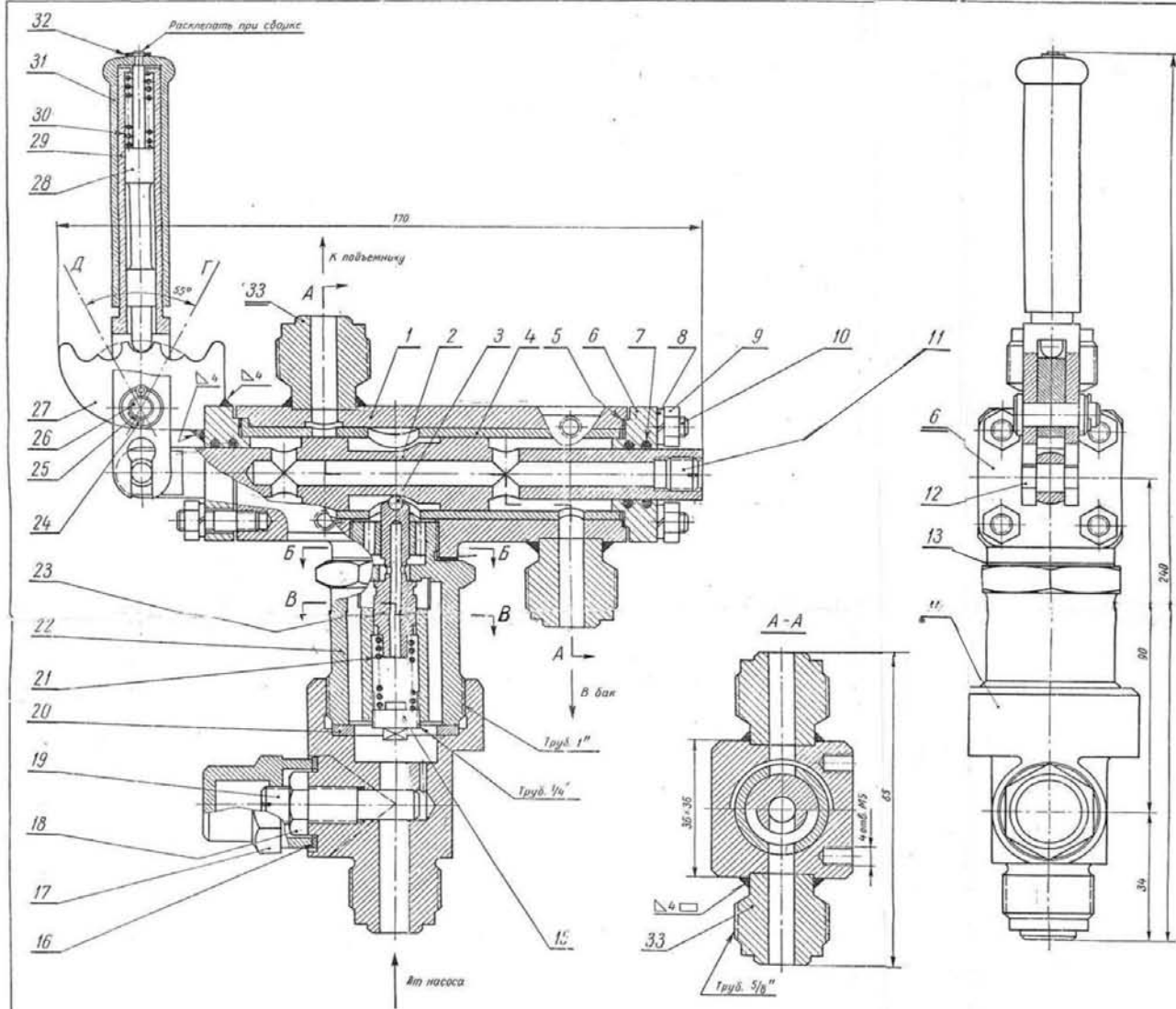
А-А
дет. 3, 4 и 11 не показаны



Б-Б

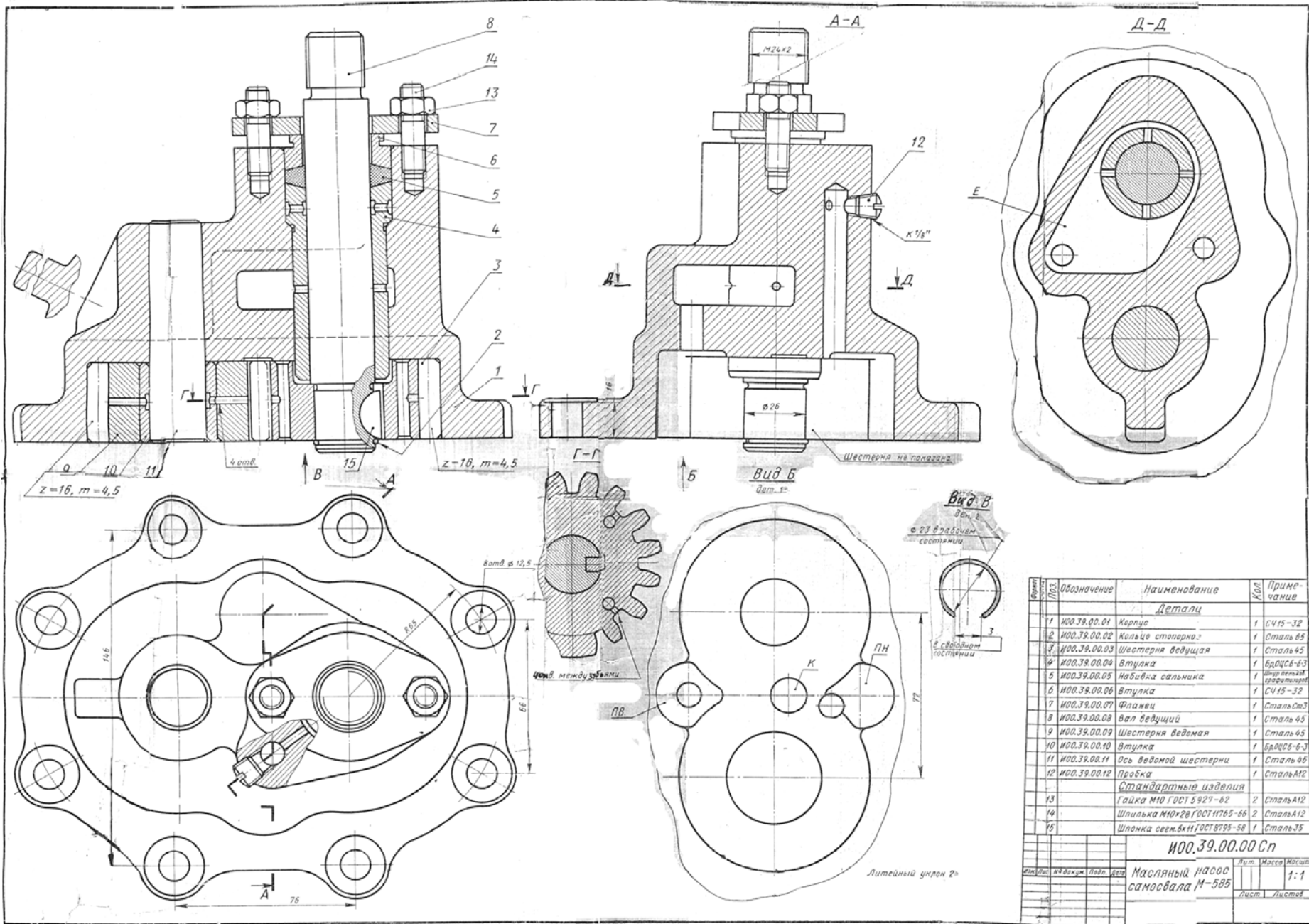


Форм. Завод	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Детали					
1	ИОО.55.00.01	Плита нижняя		1	СЧ24-44
2	ИОО.55.00.02	Пружина ($d=4,5; n=5; k_{ср}=16$)		1	Сталь 65
3	ИОО.55.00.03	Фиксатор		1	Сталь 35
4	ИОО.55.00.04	Матрица		1	Сталь УМ
5	ИОО.55.00.05	Пуансон		1	Сталь УМ
6	ИОО.55.00.06	Плита верхняя		1	СЧ24-44
7	ИОО.55.00.07	Хвостовик		1	Сталь 50
Стандартные изделия					
8		Винт М8х35 ГОСТ 11738-66		8	Сталь 35
9		Втулка 1032-1088 ГОСТ 15121-67		2	Сталь 20
10		Колонка 1030-1032 ГОСТ 15118-67		2	Сталь 20
Штифты ГОСТ 3128-60:					
11		Штифт цил. 6х30		1	Сталь 45
12		Штифт цил. 8х45		4	Сталь 45
ИОО.55.00.00Сп					
Штамп для гибки				Лист	Масштаб
				Лист	Листов
					1:1

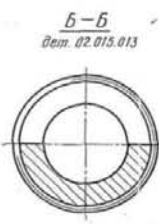
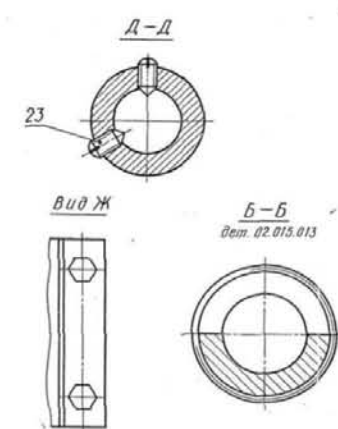
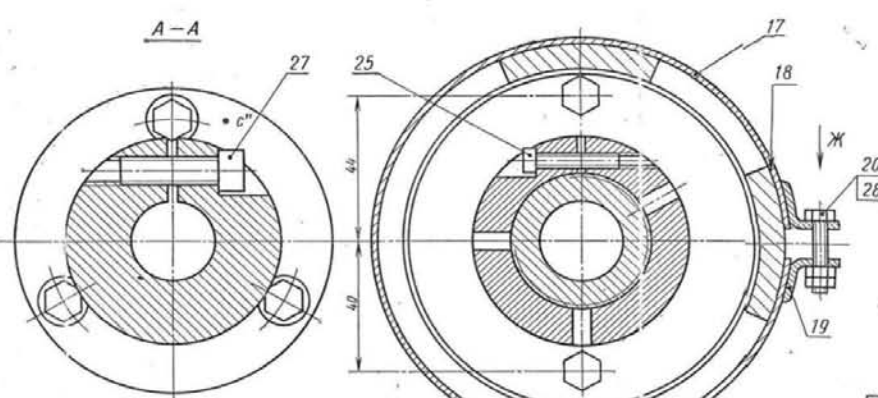
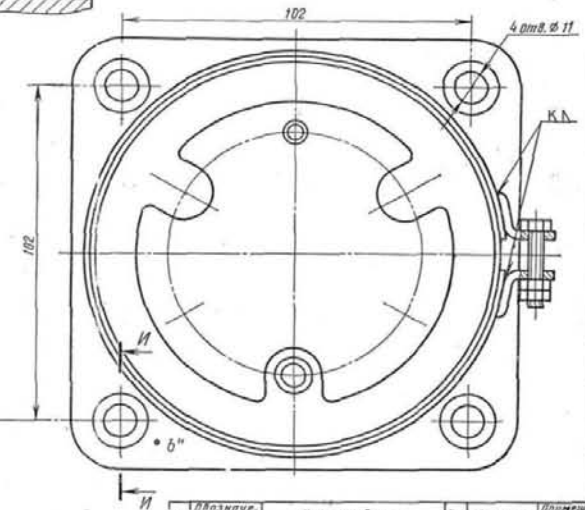
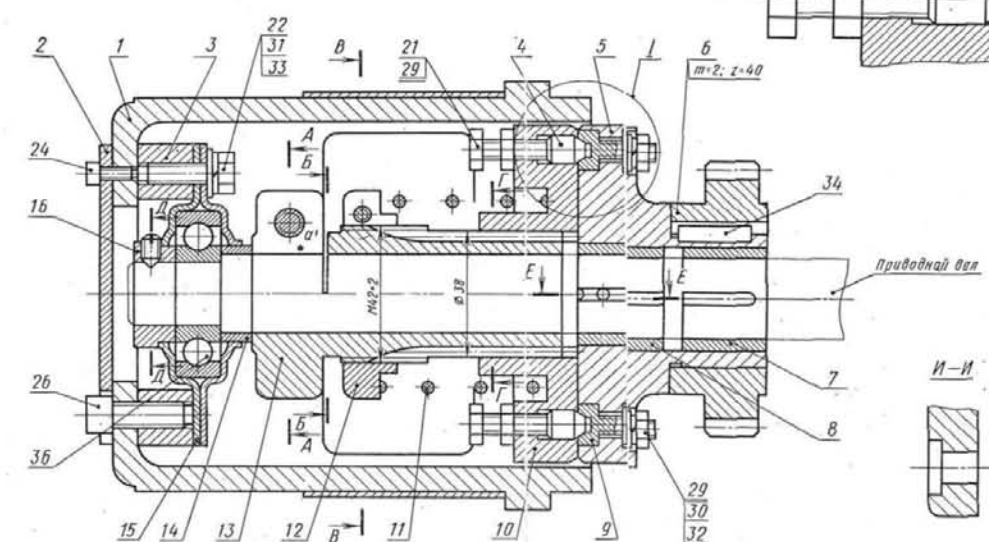
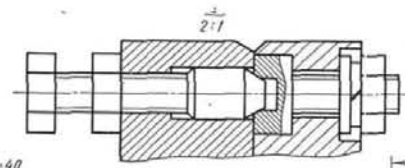


33	78-29	Шпатель	2	Крут. 25.10.1977-52	
31	78-23	Ручка	1	Крут. 25.10.1977-52	Архивной
30	78-22	Пружина Ø8; n=12; L=30	1	Пробка 1-7 ГОСТ 33948	
29	78-21	Вилка	1	Крут. 25.10.1977-52	
28	78-20	Фиксатор	1	Крут. 25.10.1977-52	
27	78-19	Сектор	1	Лопата 25.10.1977-52	
26	78-18	Ось	1	Крут. 25.10.1977-52	
25		Шпатель 2x10 ГОСТ 1397-65	1		
24		Шайба В ГОСТ 13371-66	1		
23	78-17	Клатон	1	Крут. 25.10.1977-52	
22	78-16	Направляющая клапана	1	Шпатель 25.10.1977-52	
21	78-15	Пружина П-10; n=10; L=30	1	Пробка 1-7 ГОСТ 33948	
20	78-14	Компенсатор	1	Сварка АЗ 1020-60	
19	78-13	Дроссель М10	1	Крут. 25.10.1977-52	
18		Гайка М10 ГОСТ 5916-62	1		
17	78-12	Клапанчик	1	Шпатель 25.10.1977-52	
16	78-11	Прокладка	1	Лопата ГОСТ 13767-54	
15	78-10	Пробка Груд. 1/4"	1	Крут. 25.10.1977-52	
14	78-09	Корпус дросселя	1	СЧ12-28 ГОСТ 7917-54	
13	78-08	Прокладка	1	Лопата ГОСТ 13767-54	
12	78-07	Палец	1	Крут. 25.10.1977-52	
11	78-06	Пробка М10	1	Крут. 25.10.1977-52	
10		Шпатель АМБ 11x16 (1) ГОСТ 1705-66	8		
9		Гайка М6 ГОСТ 5927-62	8		
8		Шайба № ж. 61 ГОСТ 6402-52	8		
7		Кольцо СИ 22-13-25 "Шпатель"	4		
6	78-05	Крышка	2	СЧ12-28 ГОСТ 7917-54	
5	78-04	Прокладка	2	Лопата ГОСТ 13767-54	
4	78-03	Втулка	1	Крут. 25.10.1977-52	
3		Шарик Ø4	1		
2	78-02	Золотник	1	Крут. 25.10.1977-52	
1	78-01	Корпус	1	Корпус 110-110-54	
Лист	Обознач.	Наименование	Кол.	Материал	Примеч.
		МАНИПУЛЯТОР		Листок 78	Лист 111
Принадл.				Листок	Лист
Проверил				Институт	К. Г. Д. В. А.
Проектировал		Кафедра начертательной геометрии и черчения		Листок	Лист
Чертил					

Для вычерчивания в аксонометрии рекомендуются детали: 1, 2, 10, 22, 28

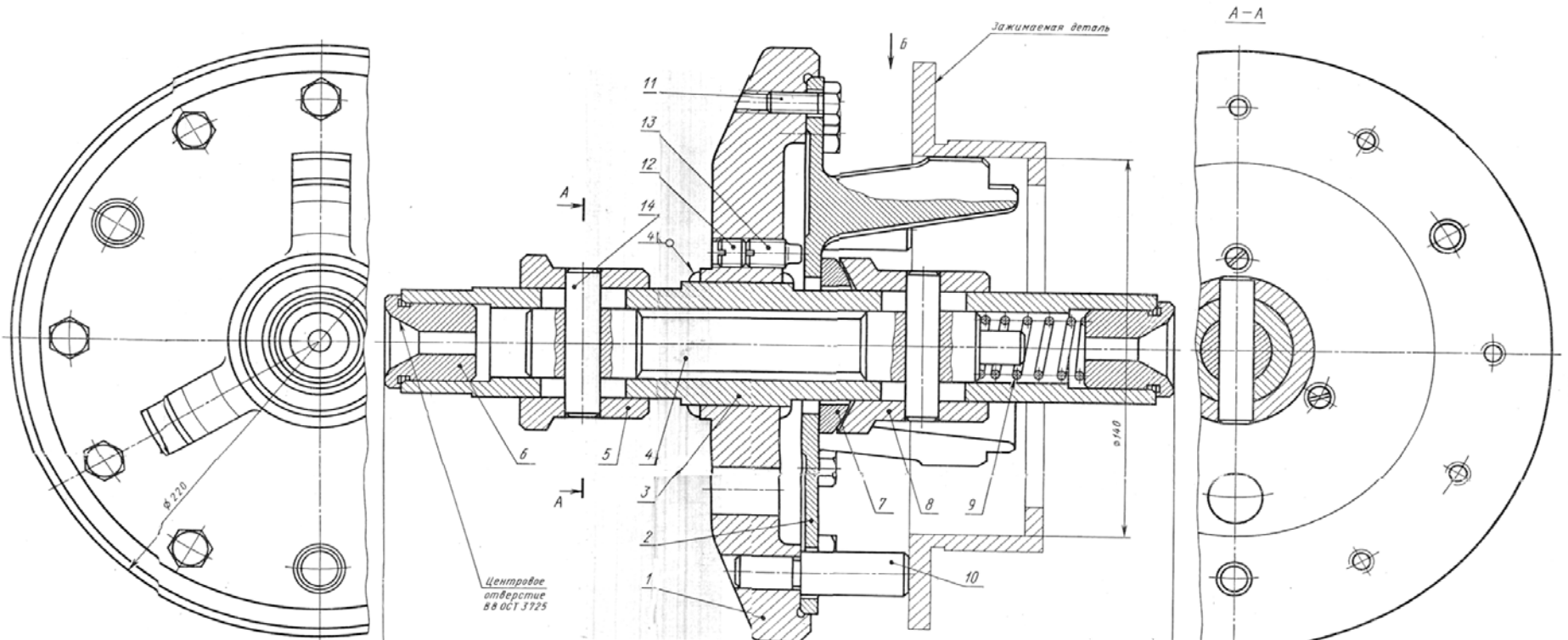


№ п/п	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	И00.39.00.01	Корпус	1	СЧ15-32
2	И00.39.00.02	Кольцо статорное	1	Сталь 65
3	И00.39.00.03	Шестерня ведущая	1	Сталь 45
4	И00.39.00.04	Втулка	1	Бр04С6-6-3
5	И00.39.00.05	Набивка сальника	1	Шпательный материал
6	И00.39.00.06	Втулка	1	СЧ15-32
7	И00.39.00.07	Фланец	1	Сталь Ст3
8	И00.39.00.08	Вал ведущий	1	Сталь 45
9	И00.39.00.09	Шестерня ведомая	1	Сталь 45
10	И00.39.00.10	Втулка	1	Бр04С6-6-3
11	И00.39.00.11	Ось ведомой шестерни	1	Сталь 45
12	И00.39.00.12	Пробка	1	Сталь А12
И00.39.00.00 Ст				
Стандартные изделия				
13		Гайка М10 ГОСТ 5927-62	2	Сталь А12
14		Шпилька М10х28 ГОСТ 1785-66	2	Сталь А12
15		Шпонка сегм. б.н ГОСТ 8795-58	1	Сталь 35
И00.39.00.00 Ст				
Масляный насос самосвала М-585				
Ил. Лист	№ докум.	Вид	Лист	Масштаб
			1:1	
			Лист	Листов



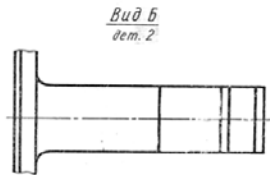
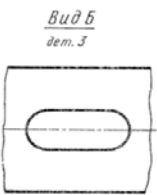
№	Обозначение	Изготовление	Материал	Примечание
7	02.015.007	Втулка	1	БрОЦС-5-5
8	02.015.008	Втулка	1	БрОЦС-5-5
9	02.015.009	Вставка	2	Сталь 45
10	02.015.010	Диск	1	Ст 3
11	02.015.011	Пружина n=4,5; L=15	1	Проволока П-4,0
12	02.015.012	Гайка специальная	1	Сталь 35
13	02.015.013	Втулка	1	Сталь 45
14	02.015.014	Кольцо	1	Ал2
15	02.015.015	Диск	1	Ал2
16	02.015.016	Кольцо установочное	1	Сталь 45
17	02.015.017	Кожух	1	Ст 0
18	02.015.018	Прокладка	1	Картон прокладочный А-05
19	02.015.019	Узелник	2	Ст 0
Стандартные изделия				
20		Болт М4-20	2	ГОСТ 7805-70
21		Болт М4-20	2	ГОСТ 7805-70
22		Болт М4-20	3	ГОСТ 7805-70
23		Болт М4-8	2	ГОСТ 1176-60
24		Болт М4-10	3	ГОСТ 11738-72
25		Болт М4-20	1	ГОСТ 11738-72
26		Болт М4-20	3	ГОСТ 11738-72
27		Болт М4-30	1	ГОСТ 11738-72
28		Гайка М5	4	ГОСТ 5927-70
29		Гайка М5	4	ГОСТ 5927-70
30		Шайба Ø 6,5	2	ГОСТ 6402-70
31		Шайба Ø 8,5	3	ГОСТ 6402-70
32		Шайба Ø 10	2	ГОСТ 11371-60
33		Шайба Ø 10	3	ГОСТ 11371-60
34		Шайба Ø 6-12	1	ГОСТ 8789-60
35		Масленка Г-61	1	ГОСТ 1303-56
36		Шарикоподшипник 304	1	кнв-1 Г-287-53

№	Изготовление	Наименование	Кол.	Материал	Примечание	Лист	Всего
02.015 №9							
Муфта предохранительная							
1	02.015.001	Корпус	1	Ст 3		1	1
2	02.015.002	Крышка	1	Ст 3		1	1
3	02.015.003	Кольцо	1	Ст 3		1	1
4	02.015.004	Штырь	2	Сталь 45		1	1
5	02.015.005	Диск	1	Ст 3		1	1



Центральное отверстие в 8 ГОСТ 3725

280

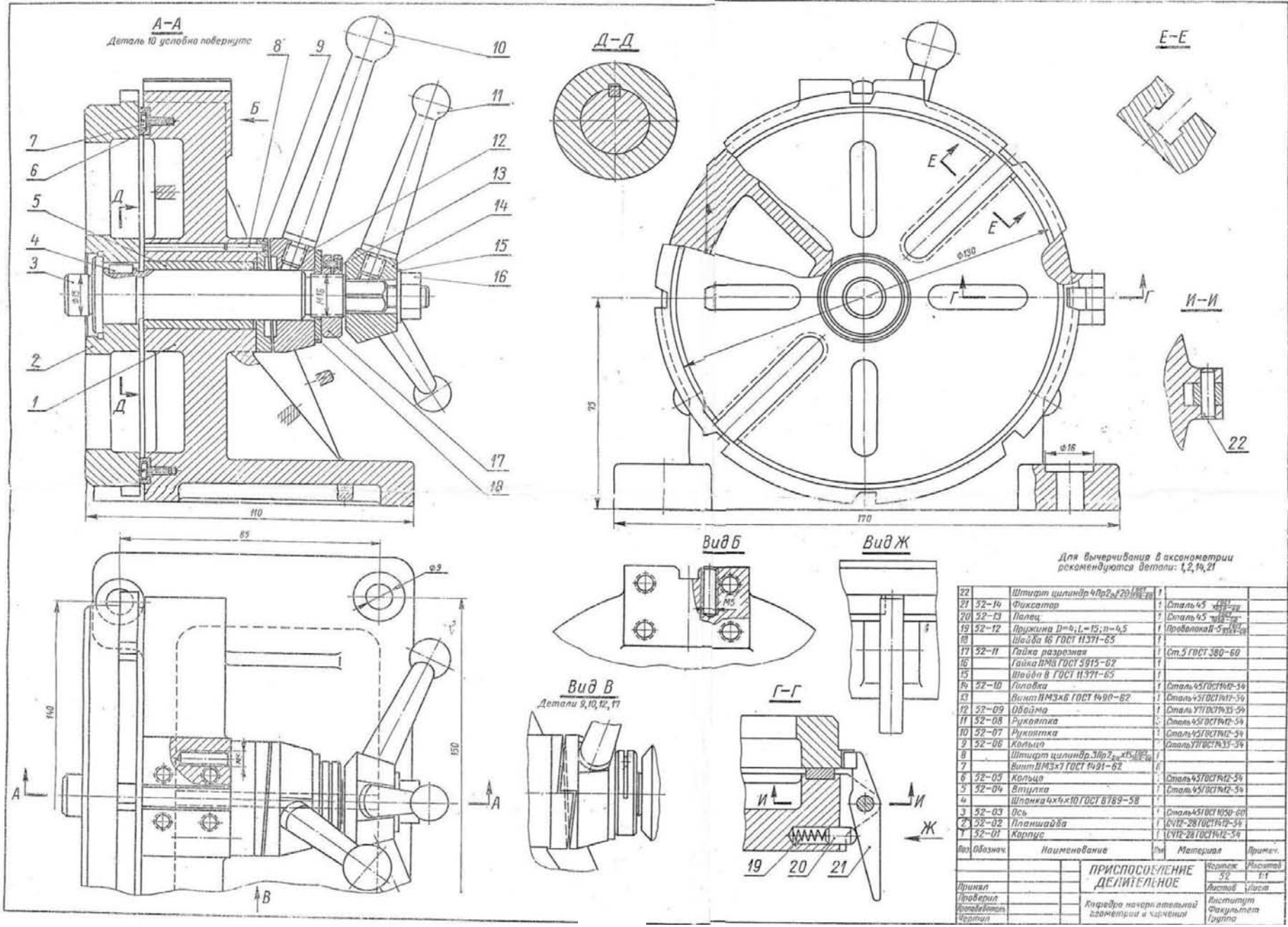


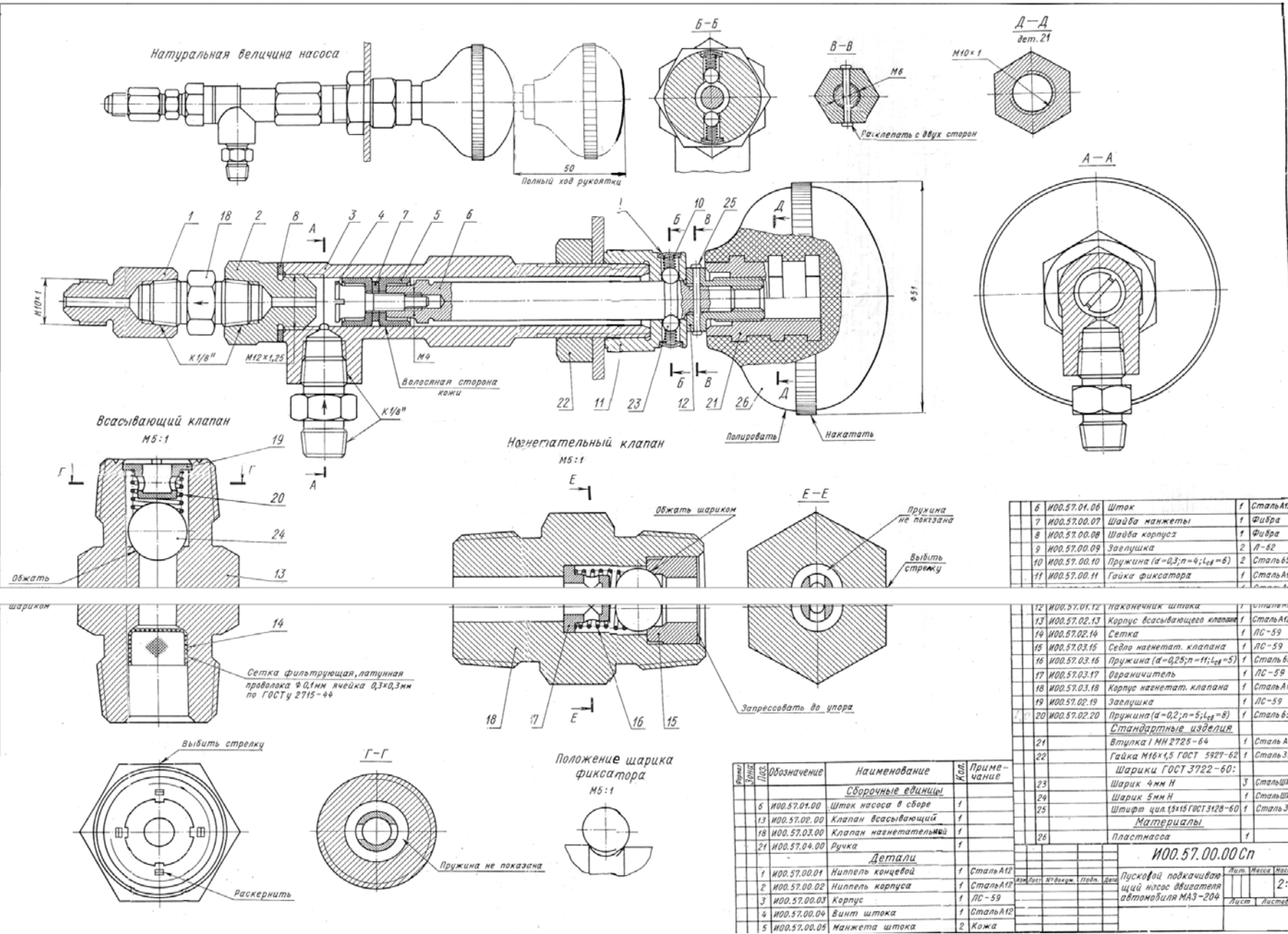
Код	Обозначение	Наименование	Примечание
1	ИОО.29.01.00	Диск в сборе	
		Детали	
1	ИОО.29.01.01	Диск оправки	1 Сталь 40

2	ИОО.29.00.02	Мембрана	1 Сталь 65Г
3	ИОО.29.01.03	Вал оправки	1 Сталь 40
4	ИОО.29.00.04	Шток	1 Сталь 45
5	ИОО.29.00.05	Кольцо	1 Сталь 45
6	ИОО.29.00.06	Втулка центровая	2 Сталь 45Г
7	ИОО.29.00.07	Шайба	1 Сталь 45Г
8	ИОО.29.00.08	Втулка	1 Сталь 40
9	ИОО.29.00.09	Пружина (d=2,5; n=5; L _{св} =50)	1 Сталь 65Г
10	ИОО.29.00.10	Упор	3 Сталь 97А
		Стандартные изделия	
11		болт М8×20 ГОСТ 7798-62	9 Сталь 35
12		винт М10×10 ГОСТ 1477-64	3 Сталь 35
13		винт М10×20 ГОСТ 1478-64	3 Сталь 35
14		штифт цил. 12×55 ГОСТ 3128-60	2 Сталь 45

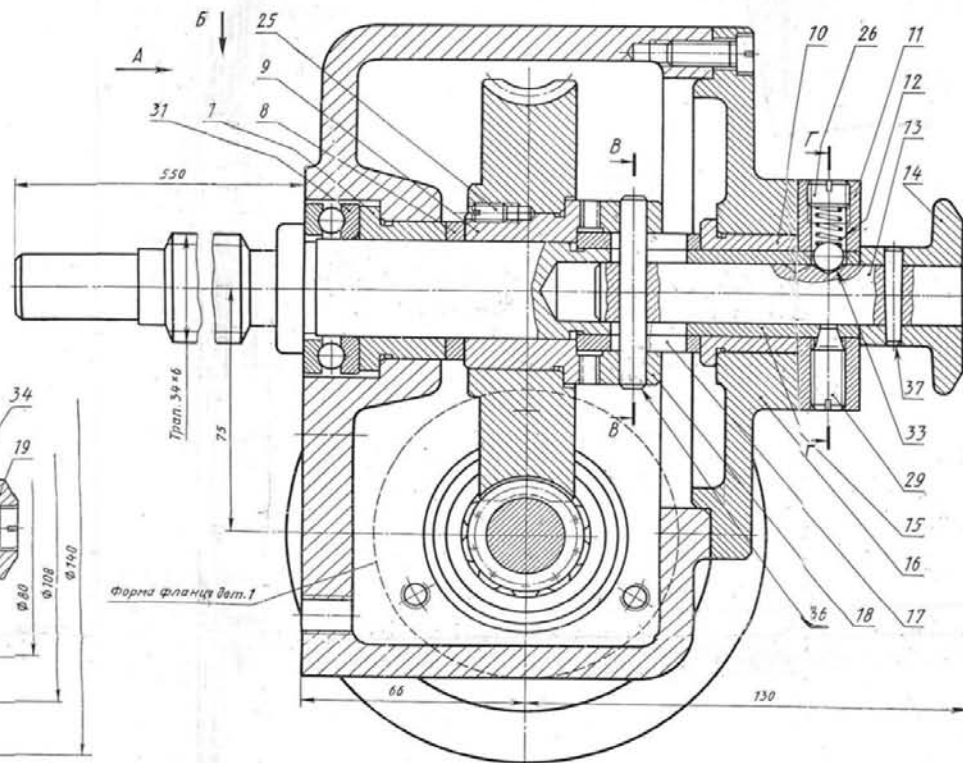
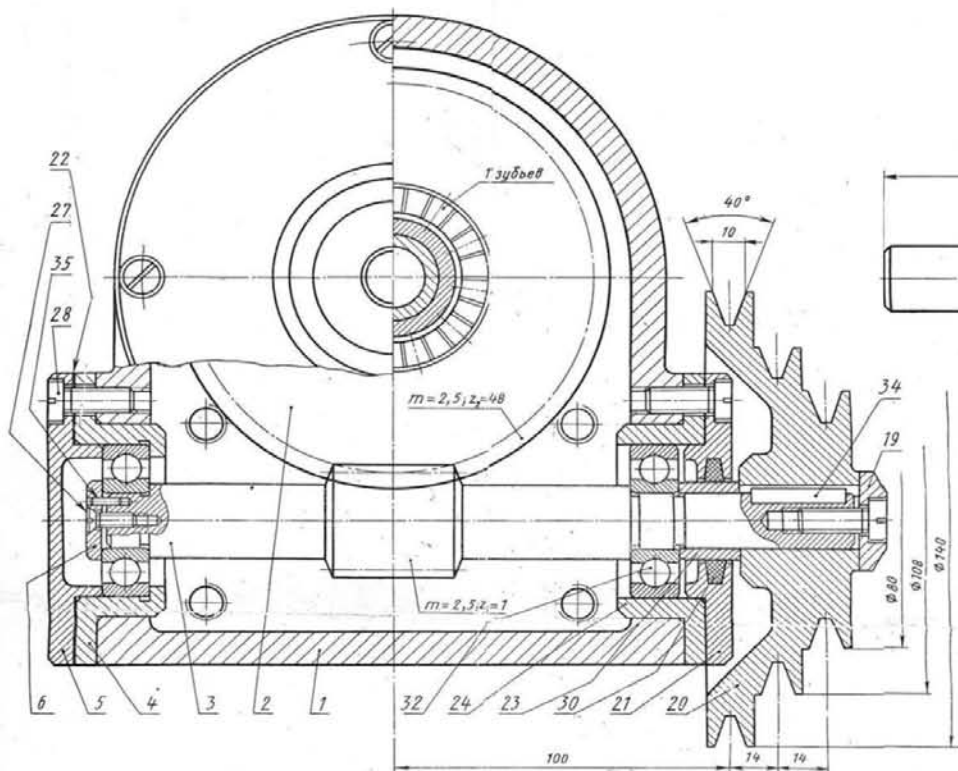
ИОО.29.00.00 Сп
Оправка с рожковой мембраной

Лист	Масса	Кол-во
		1:1

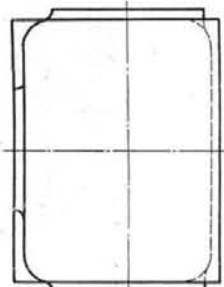




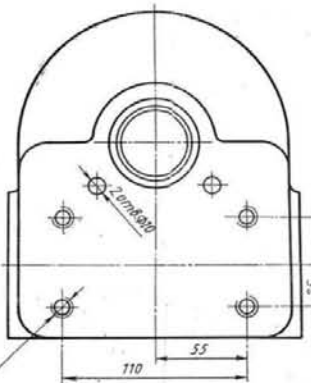
6	И00.57.01.06	Шток	1	Сталь А12
7	И00.57.00.07	Шайба манжеты	1	Фибра
8	И00.57.00.08	Шайба корпуса	1	Фибра
9	И00.57.00.09	Завалушка	2	Л-62
10	И00.57.00.10	Пружина (d=0,3; n=4; l _{св} =6)	2	Сталь 65
11	И00.57.00.11	Гайка фиксатора	1	Сталь А12
12	И00.57.01.12	Наконечник штока	1	Углеродистая сталь
13	И00.57.02.13	Корпус всасывающего клапана	1	Сталь А12
14	И00.57.02.14	Сетка	1	ЛС-59
15	И00.57.03.15	Седло нагнетат. клапана	1	ЛС-59
16	И00.57.03.16	Пружина (d=0,28; n=11; l _{св} =5)	1	Сталь 65
17	И00.57.03.17	Правильный	1	ЛС-59
18	И00.57.03.18	Корпус нагнетат. клапана	1	Сталь А12
19	И00.57.02.19	Завалушка	1	ЛС-59
20	И00.57.02.20	Пружина (d=0,2; n=5; l _{св} =8)	1	Сталь 65
Стандартные изделия				
21		Втулка I МН 2725-64	1	Сталь А12
22		Гайка М16×1,5 ГОСТ 5927-62	1	Сталь 35
Шарики ГОСТ 3722-60:				
23		Шарик 4 мм Н	3	Сталь ШХ 15
24		Шарик 5 мм Н	1	Сталь ШХ 15
25		Штифт цил. 19×16 ГОСТ 3128-60	1	Сталь 35
Материалы:				
26		Пластмасса	1	
И00.57.00.00 Сп				
1	И00.57.00.01	Ниппель концевой	1	Сталь А12
2	И00.57.00.02	Ниппель корпуса	1	Сталь А12
3	И00.57.00.03	Корпус	1	ЛС-59
4	И00.57.00.04	Винт штока	1	Сталь А12
5	И00.57.00.05	Манжета штока	2	Кожа



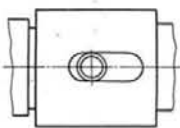
Вид Б дет.1
M1:2



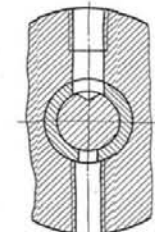
Вид А дет.1
M1:2



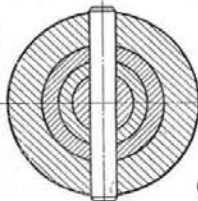
Вид Б дет.15,17 и 36



Г-Г
дет.12, 26, 33 и 29 не показаны



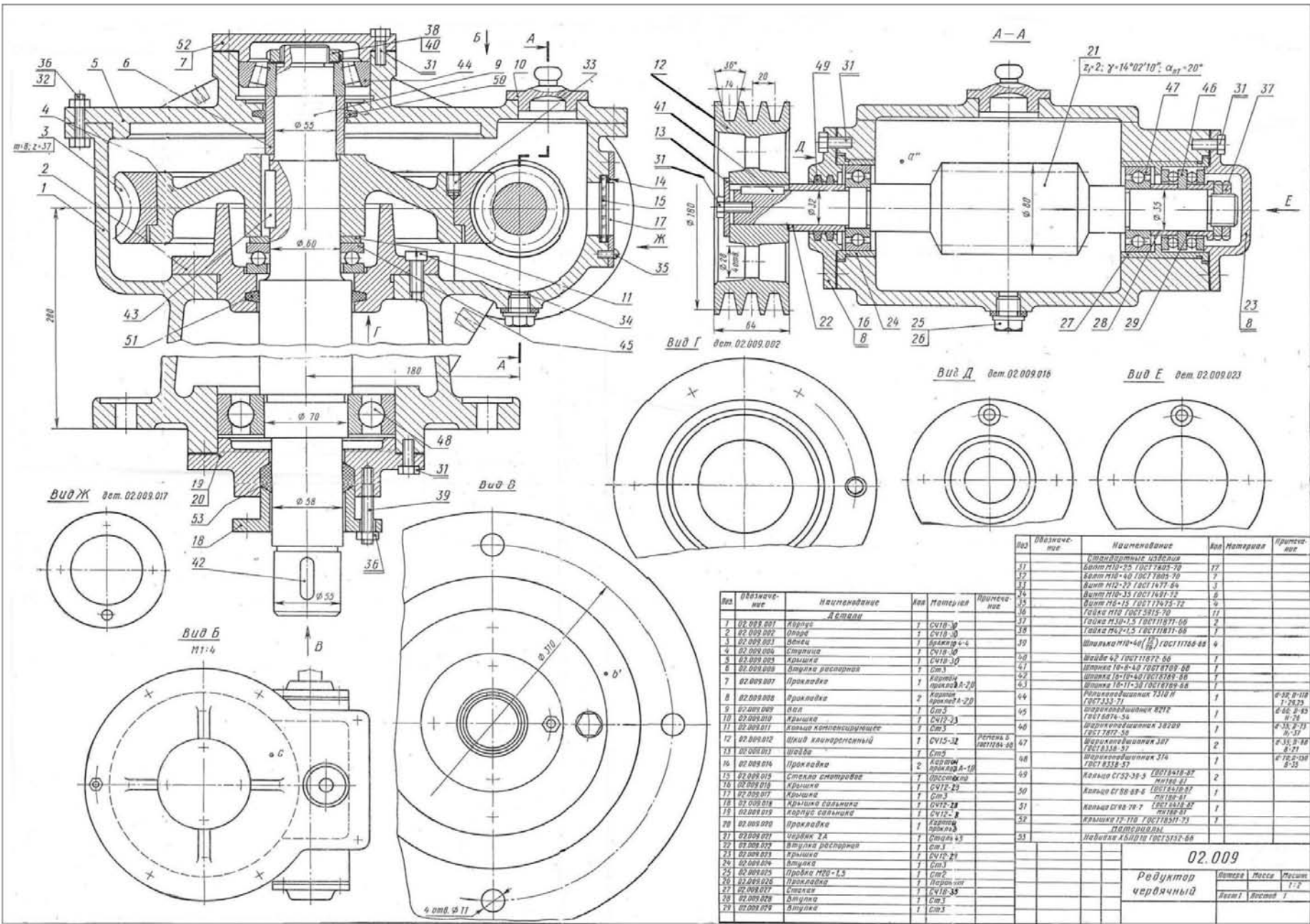
В-В

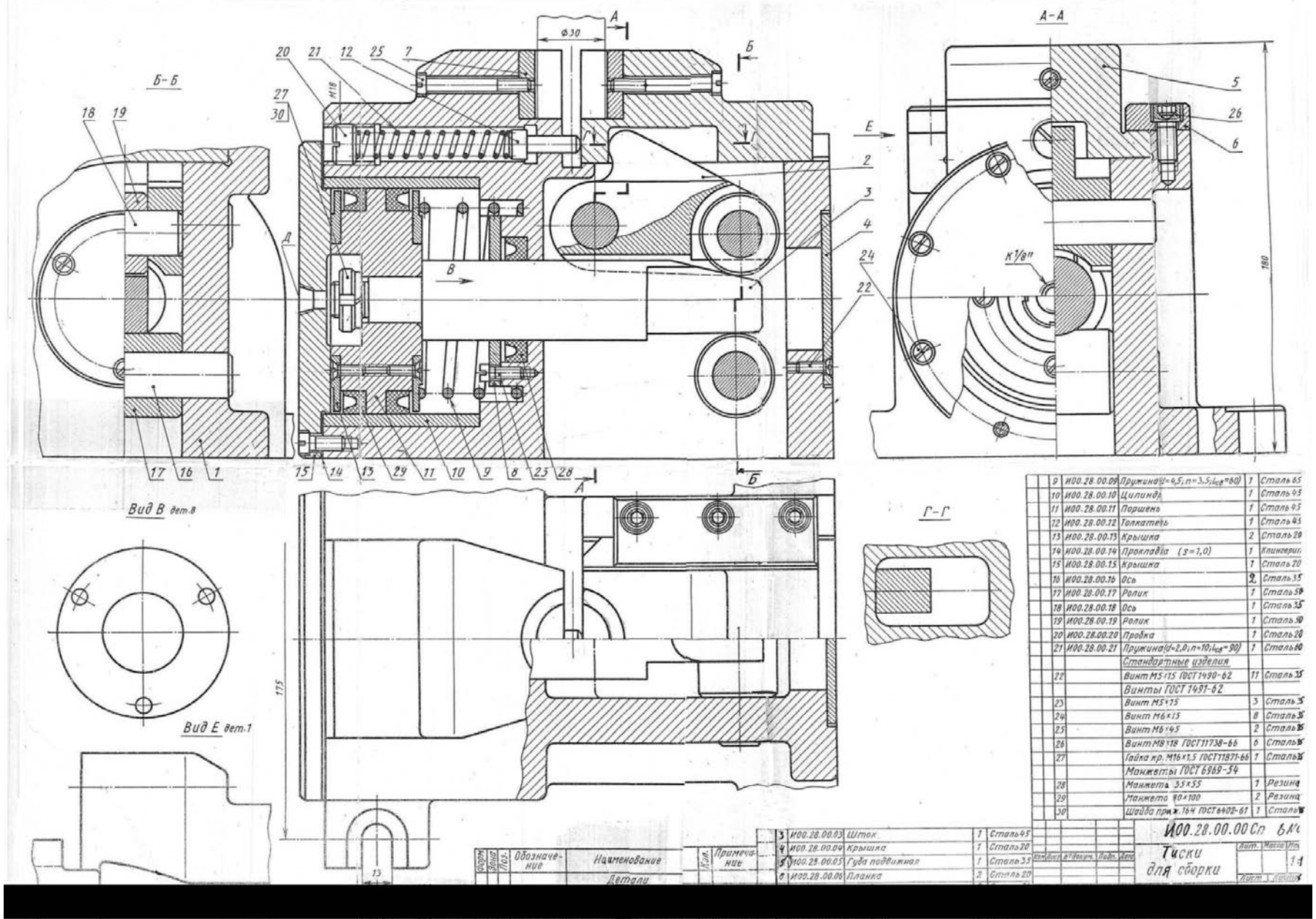


Развертка по зубьям
дет.9 и 18 (по ф 66)
M2:1
20°

№	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	№	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	И00.54.00.01	Корпус	1	СЧ18-36	23	И00.54.00.23	Кольцо распорное	1	Сталь 40
2	И00.54.00.02	Червячное колесо	1	ВдЦС66-3	24	И00.54.00.24	Стахан подшипника	1	Сталь 40
3	И00.54.00.03	Вал червяка	1	Сталь 20п			Стандартные изделия		
4	И00.54.00.04	Корпус подшипника	1	Сталь 40	25		Винты ГОСТ 14777-64:		
5	И00.54.00.05	Крышка левая	1	Сталь 20	26		Винт М6x10	3	Сталь 35
6	И00.54.00.06	Шайба	1	Сталь 20	27		Винт М12x1x8	1	Сталь 35
7	И00.54.00.07	Подшипник	1	ВдЦС66-3	28		Винт М5x14 ГОСТ 4480-62	1	Сталь 35
8	И00.54.00.08	Кольцо регулировочное	1	ВдЦС66-3	29		Винт М8x20 ГОСТ 4491-62	11	Сталь 35
9	И00.54.00.09	Ступица колеса	1	Сталь 20п	30		Винт М8x25 ГОСТ 11073-64	1	Сталь 35
10	И00.54.00.10	Подшипник	1	ВдЦС66-3	31		Кольцо С17-24-5 ГОСТ 6816-82	1	Вейлок
11	И00.54.00.11	Шайба стопорная	1	Сталь 40	32		Подшипник 8206 ГОСТ 6816-82	2	—
12	И00.54.00.12	Пружина (d=1,0, n=4; L=115)	1	Сталь 65	33		Шарик 9мм ГОСТ 3722-60	1	Сталь ШХ15
13	И00.54.00.13	Объ муфты	1	Сталь 20п	34		Штанка 5x5x28 ГОСТ 8789-58	1	Сталь 45
14	И00.54.00.14	Рукоятка	1	Сталь 20			Штифты ГОСТ 3128-60:		
15	И00.54.00.15	Винт ходовой	1	Сталь 40п	35		Штифт цил. 2x8	1	Сталь 20
16	И00.54.00.16	Крышка корпуса	1	СЧ18-36	36		Штифт цил. 8x60	1	Сталь 45
17	И00.54.00.17	Втулка распорная	1	Сталь 40	37		Штифт кон. 5x30 ГОСТ 3129-60	1	Сталь 20
18	И00.54.00.18	Муфта зубчатая	1	Сталь 20п					
19	И00.54.00.19	Шайба	1	Сталь 35					
20	И00.54.00.20	Шкив	1	Сталь 40					
21	И00.54.00.21	Крышка правая	1	Сталь 20					
22	И00.54.00.22	Прокладка	1	Капрон					

И00.54.00.00 Сп
Редуктор
червячный про-
дольной подачи
Лист 1 из 1
Масштаб 1:1

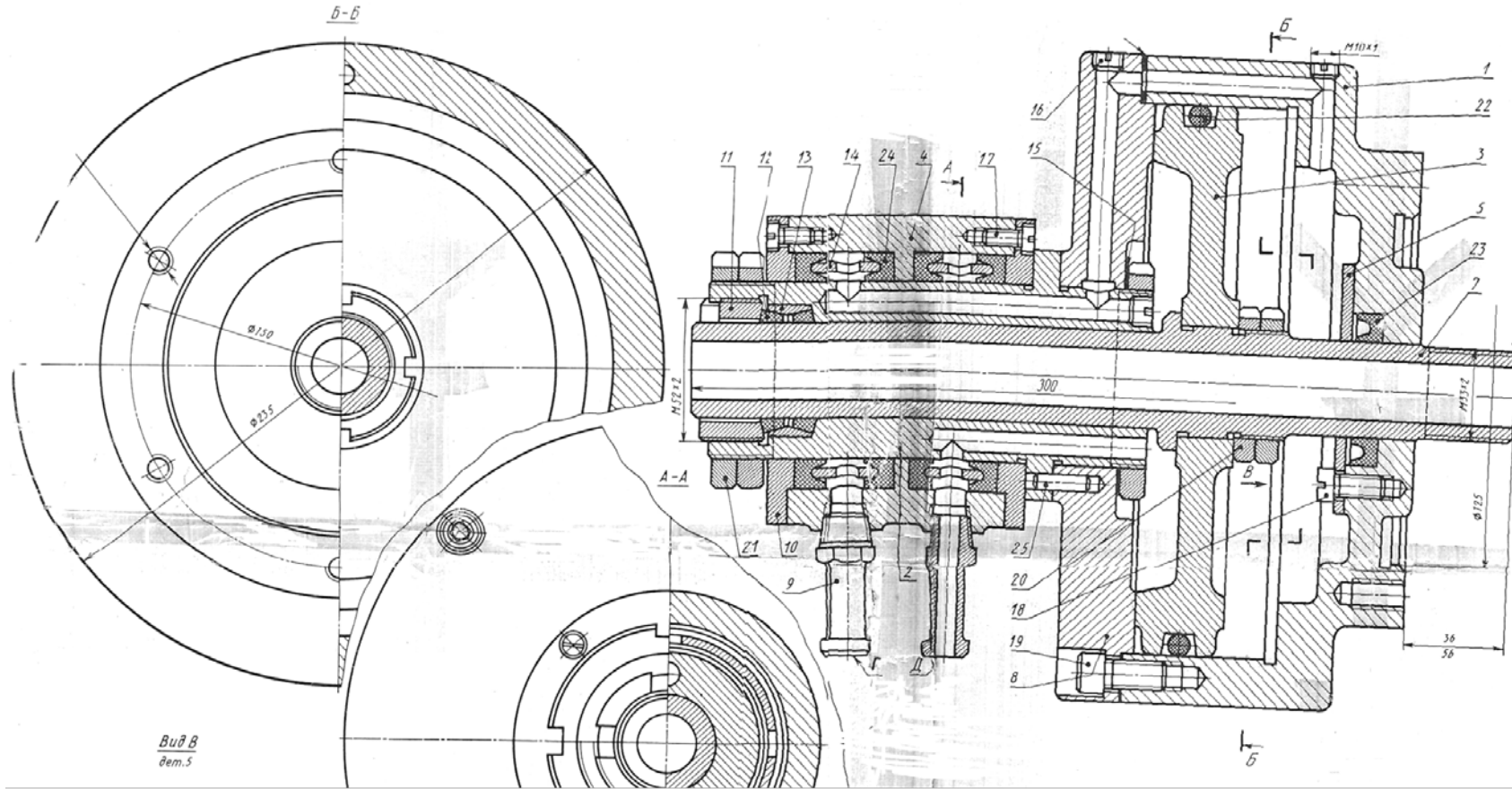




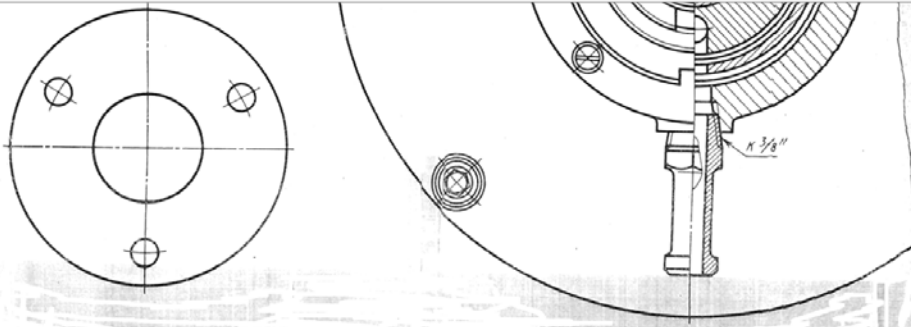
9	И00.28.00.09	Пружина $\psi=4,5, n=3,5, d_0=40$	1	Сталь 65
10	И00.28.00.10	Цилиндр	1	Сталь 45
11	И00.28.00.11	Поршень	1	Сталь 45
12	И00.28.00.12	Толкатель	1	Сталь 45
13	И00.28.00.13	Крышка	2	Сталь 20
14	И00.28.00.14	Прокладка ($s=1,0$)	1	Киперит
15	И00.28.00.15	Крышка	1	Сталь 20
16	И00.28.00.16	Ось	2	Сталь 35
17	И00.28.00.17	Ролик	1	Сталь 50
18	И00.28.00.18	Ось	1	Сталь 35
19	И00.28.00.19	Ролик	1	Сталь 30
20	И00.28.00.20	Пробка	1	Сталь 20
21	И00.28.00.21	Пружина ($d=2,0, n=10, d_0=90$)	1	Сталь 60
Стандартные изделия				
22		Винт М5 $\times 15$ ГОСТ 1490-62	11	Сталь 35
		Винты ГОСТ 1491-62		
23		Винт М5 $\times 15$	3	Сталь 35
24		Винт М6 $\times 15$	8	Сталь 35
25		Винт М6 $\times 4,5$	2	Сталь 35
26		Винт М8 $\times 18$ ГОСТ 11738-66	6	Сталь 5
27		Гайка пр. М16 $\times 1,5$ ГОСТ 11871-66	1	Сталь 35
28		Манжеты ГОСТ 6369-54		
29		Манжета 35 $\times 55$	1	Резина
30		Манжета 90 $\times 100$	2	Резина
		Шайба пр. ж. 164 ГОСТ 6402-61	1	Сталь 35

Код	Обозначение	Наименование детали	Кол-во	Примечание
3	И00.28.00.03	Шток	1	Сталь 45
4	И00.28.00.04	Крышка	1	Сталь 20
5	И00.28.00.05	Губа подвижная	1	Сталь 35
6	И00.28.00.06	Планка	2	Сталь 20

И00.28.00.00 Ст. 6,4ч
 Тиски для сборки



Вид В
дет. 5



№ п/п	Значение	Наименование Детали	Кол.	Примечание	№	Материал	Примечание
1	104.00.01	Цилиндр	1	СЧ18-36	17	Сталь 35	Цилиндр пневматического патрона с голым што-
2	104.00.02	Втулка	1	Сталь 30	18	Сталь 35	
3	104.00.03	Поршень	1	СЧ12-28	19	Сталь 35	
4	104.00.04	Муфта	1	СЧ12-28	20	Сталь 35	
5	104.00.05	Кольцо	1	Сталь 20	21	Сталь 35	
6	104.00.06	Прокладка (s=1,0)	1	Клентит	22	Сталь 35	
7	104.00.07	Шток	1	СЧ18-36	23	Сталь 35	
8	104.00.08	Крышка	1	СЧ18-36	24	Сталь 35	
9	104.00.09	Штуцер	2	Сталь 20	25	Сталь 35	
10	104.00.10	Фланец	2	Сталь 20		Сталь 20	
11	104.00.11	Гайка	1	Сталь 35		Сталь 35	
12	104.00.12	Кольцо уплотнительное	2	Графит, 104.00.12		Сталь 20	
13	104.00.13	Втулка	1	Сталь 20		Сталь 20	
14	104.00.14	Кольцо	2	Сталь 20		Сталь 20	
15	104.00.15	

104.04.00.00 Сп
Цилиндр пневматического патрона с голым што-

1:1

Описание работы устройств

Блок скальчатый

Блок применяется для работы на вертикально- и радиально-сверлильных станках.

На плите 7, закрепленной на двух направляющих колонках 5, монтируются сменные кондукторные плиты с втулками для режущего инструмента (на чертеже не показано).

Фиксация сменных кондукторных плит производится пальцами 17 и 18. На площадке корпуса 1 устанавливаются специальные сменные наладки с фиксацией по посадочному пальцу 16 и шпонке 14.

Винт 9 имеет резьбу, а колонки 8 – зубцы типа рейки; при повороте рычага 12 вверх от себя поворачивается винт 9, резьба которого опускает (или поднимает) колонки 5, а вместе с ними перемещается вертикально вниз закрепленная на них плита 7.

В момент зажатия обрабатываемой детали самотормозящий конус 2 и винт 9 затягиваются в отверстие корпуса 1 и стопорят колонки 8. При обратном повороте рычага 12 плита 7, поднимаясь вверх, освобождает обрабатываемую деталь.

Вакуум-насос

Вакуум-насосы предназначены для отсасывания воздуха из замкнутого пространства системы.

Данный насос – ротационный, пластинчатый. Рабочим органом насоса является ротор 6, имеющий пазы, по которым движутся лопатки. Лопатки под действием центробежной силы отбрасываются к внутренней поверхности корпуса и скользят по ней. Так как ротор установлен с эксцентриситетом, то с внутренней поверхностью корпуса он образует серповидное пространство, которое делится лопатками на ячейки. При вращении ротора в направлении, указанном на чертеже стрелкой, объем очередной ячейки увеличивается, в ней образуется разрежение и происходит всасывание воздуха из машины через левый патрубок. При дальнейшем вращении ротора объем ячеек уменьшается и воздух под давлением выталкивается в трубопровод через правый патрубок.

Ротор 6 напрессован на вал 4 и дополнительно закреплен штифтом 12 (штифт 12 установлен на валу 4 и входит в прорезь, имеющуюся на роторе 6). Опорами вала ротора являются два шарикоподшипника 14, которые смонтированы в крышки 2. Крышки 5, прокладки 5 и манжеты 15 предохраняют подшипники от попадания пыли и вытекания масла. Корпус имеет ребра для улучшения теплоотдачи.

Для крепления корпуса к станине машины в основании его имеются четыре отверстия $\varnothing 9$.

Вибратор

Вибратор – узел виброформирующей машины. Он служит для трамбовки формовочной земли, бетона, для забивки шпунтов, свай и др.

Вал 8 вибратора приводится во вращение электромотором через карданную передачу, показанную на чертеже одним карданным шарниром (в приводе два

шарнира). В гнездах вала 5 с эксцентриситетом в 20 мм установлены шары 12, создающие возмущающую силу. Вал 8 установлен в цилиндрическом корпусе 14 при помощи радиально-упорных подшипников 13. Полость кожуха заполнена маслом до уровня лыски вала. Масло уменьшает трение шаров о кожух и втулки 32 и способствует отводу тепла к кожуху. Кожух винтами 9 зажат в хомутах 34, приваренных к плите 1. С помощью боковых прямоугольных выступов в хомутах 34 (см. вид Ж) вибратор скользит в направляющих станка виброформирующей машины.

Возмущающая сила с частотой 50 периодов в секунду перемещает вибратор в направляющих станка то вверх, то вниз, чем и производит необходимую работу с помощью плиты корпуса или прикрепленных к ней инструментов. Боковые смещения вибратора уравниваются реакцией направляющих станка (на чертеже не показаны).

Головка пневматического патрона с зажимом детали пружинами

Приспособление служит для центрирования и закрепления детали с цилиндрическими базовыми поверхностями. Применение пластинчатых пружин позволяет повысить точность установки обрабатываемой детали.

Закрепление обрабатываемой детали достигается тем, что при сжатии пакета пластинчатых пружин 8, представляющих собой вогнутые шайбы в форме усеченного конуса с несколькими радиальными сквозными прорезями, происходит увеличение их наружного диаметра и уменьшение внутреннего. Приспособление крепится к переходному фланцу шпинделя станка болтами М12. Деталь в приспособлении базируется по двум поясам. Левый конец детали центрируется по отверстию втулки 5, а правый – отверстиями пластинчатых пружин 8 с предварительным центрированием втулкой 7 и кольцом 9.

При включении пневматического привода крестовина 2 передвигается влево вместе с шарнирными болтами 3 и втулкой 10. Последняя, упираясь в нажимное кольцо 9, передвигает его и сжимает пакет пластинчатых пружин 8, которые, деформируясь, центрируют и закрепляют обрабатываемую деталь.

Предохранительный винт 11 ограничивает сжатие пакета пластинчатых пружин.

Золотник распределительный

Распределительный золотник применяется в приводных кривошипных прессах для управления муфтой включения.

Воздух под давлением из магистрали по трубе 7, штуцеру 8 и отверстиям в корпусе 1 попадает в нижнюю полость центральной втулки 10.

При нажатии пусковой кнопки на щитке управления включается электромагнит 20, установленный на корпусе золотника. Якорь электромагнита, опускаясь, перемещает вниз серьгу 16. При этом коромысло 14, поворачиваясь вокруг оси 4, поднимает вверх тяги 21 и соединенный с ними ползун 9. Когда ползун находится в верхнем положении, нижняя и верхние полости центральной втулки сообщаются между собой через отверстия; и воздух переходит в канал крышки 13 и через штуцер 12 по надетому на него гибкому шлангу поступает в цилиндр муфты включения.

Клапан блокировочный

Клапан служит для переключения подачи рабочей жидкости, находящейся под давлением, в системе гидропередач. Переключение происходит при помощи золотника 3, приводимого в движение исполнительным механизмом через наконечник 23. Рабочая жидкость поступает под давлением в средний штуцер 9 и через кольцевую проточку корпуса 1 и отверстие во втулке 4 попадает внутрь втулки (см. вид слева). В положении, показанном на чертеже, жидкость через вертикальное отверстие золотника 3 и его горизонтальное отверстие (см. разрез А – А) попадает в канал втулки 4 и затем в отверстие прилива (с кольцом 25) корпуса 1. Золотник при перемещении вверх поднимает клапан 18 и жидкость через боковые прорезы клапана поступает в канал верхнего штуцера 9. При этом поступление жидкости вниз прекращается, так как клапан 18 закрывает вертикальный канал золотника 3. Пружина 7 возвращает систему в среднее положение. Различие в жесткости пружин 2 и 20 позволяет смещать все устройство вниз на некоторое расстояние. Болт 21 не дает золотнику 3 и втулке 4 поворачиваться.

Наконечник 23 при помощи пружины 24 сохраняет вертикальное положение. Сетка 11 предохраняет клапан от загрязнения.

Манипулятор

Манипулятор служит для управления работой гидравлических подъемников, прессов, тормозных механизмов и др.

При открытом дросселе 19 масло от насоса поступает к клапану 23. При перемещении ручки 31 вправо (на чертеже положение Г) золотник 2 перемещается влево и, надавливая на шарик 3, открывает клапан 23. Масло поступает вокруг выточки золотника 2 в напорный ниппель 33 к подъемнику. При установке рукоятки в среднее (нейтральное) положение подъемник отключен от насоса, так как напорный ниппель 33 перекрыт левым поясом золотника 2 (нейтральное положение показано на чертеже). При перемещении ручки 31 влево (положение Д) напорный ниппель 33 сообщается с внутренним каналом золотника и со сливным ниппелем 33 (см. разрез А–А). При этом золотник 2 передвинется вправо. Масло из подъемника выходит по следам секущих плоскостей А–А. Клапан 23 под действием пружины 21 закроется.

Положение рукоятки 31 фиксируется фиксатором 28 при помощи сектора 27.

Маслораспылитель двойного распыления

Для нормальной работы пневматических приводов и приспособлений воздух, подводимый к ним от компрессорной станции, должен быть снабжен тонкораспыленным маслом. Это необходимо для уменьшения сил трения между стенками цилиндра (или штока) и уплотнениями, а также для предохранения деталей пневматических приводов от коррозии.

В маслораспылитель сжатый воздух под давлением $39 \cdot 10^4$ н/м² (4 кг/см²) подводится к отверстию Г. Попав в маслораспылитель, воздушный поток разделяется: одна часть (основная) направляется к выходному отверстию Д (через щели К), а другая проходит через отверстие Е.

Когда дроссель 9 полностью открыт, давление в стакане 5 (полость И) и в колпачке 3 (полость М) одинаково. Масло в стакане 5 не расходуется.

При дросселировании давление в полости М становится меньше, чем в полости И, и масло, отжимая шарик 19, поднимается по трубкам 13 и 12 в полость М. Из трубки 12 масло попадает в распылитель 6, где и распыляется в потоке сжатого воздуха, поступающего через отверстие Е. Вследствие местного понижения давления в зоне Ж частицы масла вместе с потоком воздуха проходят через отверстие Л к выходному отверстию Д. Попадая в основной поток воздуха, масло подвергается вторичному распылению.

При полностью закрытом дросселе 9 разность давления в полостях М и И максимальна, а следовательно, и расход масла будет наибольшим.

Шарик 19 препятствует понижению уровня масла в трубках 12 и 13 при отсутствии расхода воздуха через маслораспылитель. Поэтому каплепадение начинается сразу после возобновления расхода воздуха через маслораспылитель.

Масло заливают в стакан 5 через отверстие в корпусе 1 (на чертеже закрыто пробкой 11) до определенного уровня.

Масляный насос самосвала м-585

Насос предназначен для подачи масла под давлением в цилиндры подъемника опрокидывающего механизма самосвала.

Привод насоса осуществляется карданным валом от коробки отбора мощности автомобиля. Головка кардана навинчивается на резьбу М242 в ведущего вала 8.

Насос крепят фланцем к корпусу подъемника, в котором имеются отверстия подвода и отвода масла. Ведущий вал 8 вращается в бронзовой втулке 4, запрессованной в корпусе 1. Ведущий вал смазывается тем же маслом, которое накачивает насос. Для смазки ведущего вала насоса в корпусе 1 просверлены два отверстия. Через одно отверстие масло подается к кольцевой канавке втулки 4, через другое – к полости Е. Из полости Е масло подается к валу 8 по каналам во втулке 4.

Ведущая шестерня 3 установлена на ведущем валу 8 на сегментной шпонке 15 и зафиксирована от осевого перемещения стопорным пружинным кольцом 2. Ведомая шестерня 9 свободно вращается на оси 11. Для смазки трущихся поверхностей шестерен в них просверлены радиальные и осевые отверстия.

Схема работы насоса показана на рисунке А.1. При работе насоса шестерни вращаются в направлениях, указанных большими стрелками. Масло поступает в полость впуска насоса ПВ и заполняет впадины между зубьями.

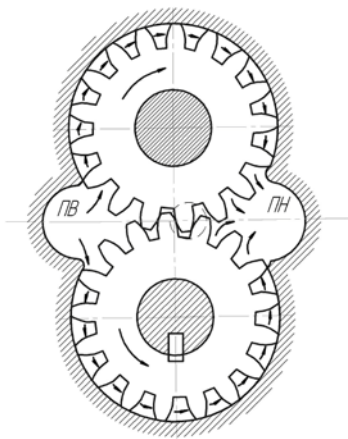


Рисунок А.1

Шестерни нагнетают масло, находящееся во впадинах между зубьями, в полость нагнетания ПН. Из полости нагнетания через отводящее отверстие масло поступает в цилиндр подъемника. Масло, попадая между зубьями в зоне зацепления, создает между шестернями значительное распорное усилие. Для уменьшения этого усилия на опорной поверхности корпуса против зубьев, находящихся в зацеплении, сделано разгрузочное цилиндрическое углубление.

Ведущий вал уплотнен в корпусе 1 сальником 5, сжимаемым втулкой 6.

Механизм закрепления двух деталей

Приспособление предназначено для одновременного закрепления двух деталей при обработке их на горизонтально-фрезерном станке.

Детали устанавливают на головку 7 приспособления до упора в штифт 23. Привод приспособления – рычаг пневматической силовой головки – перемещается в вертикальном направлении. К пневматической силовой головке подводят сжатый воздух под давлением $39 \cdot 10^4 \text{ н/м}^2$ (4 кг/см^2). Рычаг силовой головки опускается вниз, создавая усилие P , действующее на рычаг 5. Рычаг 5 передает усилие через шток 4 на качающийся конус 3. Конус, перемещаясь вправо, раздвигает плунжеры 16, и детали закрепляются качающимися прихватами 12.

Для освобождения обработанных деталей сжатый воздух подводят к другой полости пневматической силовой головки. Рычаг ее поднимается вверх. Шток 4 с конусом 3 перемещается влево. Прихваты 12 под действием пружин 10 повертываются и освобождают деталь.

Регулировочные винты 14 применяются для настройки приспособления.

Приспособление крепят на столе станка четырьмя болтами М16.

Муфта предохранительная

Предохранительные муфты служат для предотвращения поломок машины при перегрузках.

Данная муфта относится к типу кулачковых нормально замкнутых. Вращение с приводного вала машины (показан на чертеже условно) передается на шлицевую втулку 13 муфты. Один конец муфты выполнен в виде хомута и стянут винтом 27, что позволяет закрепить втулку 13 на валу.

По шлицам втулки вдоль вала перемещается диск 10. В диск 10 вставлены два штыря 4, которые входят в гнезда вставок 9 диска 5. Прижимаются диски друг к другу пружиной 11. Сила прижатия пружины регулируется гайкой 12 с тремя отверстиями под ключ для завинчивания. Винт 25 предохраняет гайку 12 от отвинчивания.

С диска 5 вращение передается зубчатому колесу 6, соединенному с диском шпонкой 34, и далее рабочим органам машины. При перегрузке пружина 11 сожмется, диск 10 сдвинется влево, штыри выйдут из вставок, муфта разомкнется и отключит рабочие органы машины.

Одна из опор вала, шарикоподшипник 36, смонтирована в корпусе 1. Корпус имеет квадратный фланец с четырьмя отверстиями для крепления к станине

машины. Для монтажа и регулировки в корпусе сделаны отверстия, закрываемые кожухом 17 и крышкой 2.

Насос масляный

Масляный насос предназначен для подачи масла в смазочную систему агрегата или машины.

Данный насос – шестеренного типа, с всасывающей и нагнетательной камерами. При вращении зубчатых колес в направлении, указанном на чертеже стрелками, масло из всасывающей камеры захватывается свободными впадинами зубьев колес, переносится вдоль стенок корпуса и в зоне зацепления выдавливается в нагнетательную камеру. Герметичность камер обеспечивается тщательной обработкой торцовых поверхностей зубчатых колес, корпуса и крышки. На торцовых стенках корпуса 3 сделаны канавки, облегчающие вход и выход масла из впадин зубьев колес в зоне зацепления.

С приводного вала машины (на чертеже показан условно) вращение передается на ведущее зубчатое колесо 5, сделанное заодно с валом, ведомое зубчатое колесо 4 сидит на оси 5 свободно.

Корпус 3 закрыт крышкой 2, которая крепится к нему винтами 8. К кронштейну 1 крышка 2 крепится винтами 7. В кронштейне предусмотрены два отверстия $\varnothing 9,5$ для крепления насоса к машине.

Оправка с рожковой мембраной

Центровая оправка с рожковой мембраной, применяемая в массовом производстве при обработке тонкостенных втулок и колец большого диаметра, обеспечивает высокую concentricity обрабатываемых поверхностей относительно базовой.

Установку и съем обрабатываемой детали производят на оправке, которая закрепляется в специальном пневматическом приспособлении, схема которого показана на рисунке А.2.

Оправку 4 устанавливают в корпус 2 приспособления. Захваты поршня 3 подводят к кольцу 1 оправки. К отверстию А подводят сжатый воздух под давлением $39 \cdot 10^4$ н/м² (4 кг/см²) и поршень 3 опускается вниз. Мембрана 5 оправки прогибается и ее рожки сходятся к центру. В этот момент устанавливают деталь на оправку. После выпуска сжатого воздуха из приспособления мембрана 5 оправки выпрямляется, рожки расходятся, и деталь закрепляется.

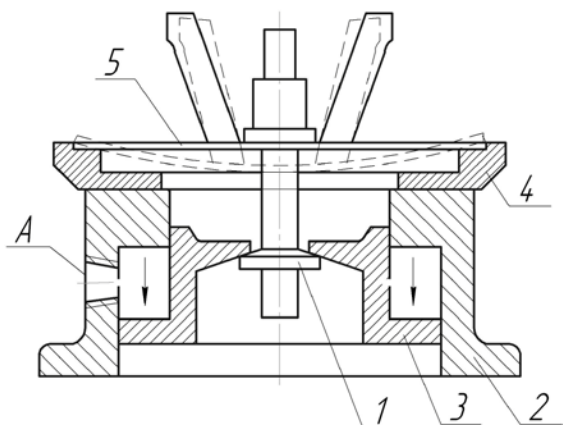


Рисунок А.2

Передача усилий внутри оправки происходит следующим образом (см. чертеж). При перемещении кольца 5 влево вместе с ним перемещаются шток 4 и втулка 8, которая через шайбу 7 нажимает на мембрану 2 и деформирует ее. Три винта 13 предохраняют мембрану от излишнего прогиба. Пружина 9 постоянно прижимает втулку 8 к сферической шайбе 7, удерживая шайбу в рабо-

чем положении. Оправку устанавливают центровыми втулками 6 в центрах токарного станка.

Приспособление делительное

Делительное приспособление применяется для работы на радиально-сверлильных станках и допускает деление по окружности на 2, 4 и 8 равных частей.

На корпусе 1 винтом 7 крепится кольцо 6. Наладка с обрабатываемой деталью устанавливается и крепится на планшайбе 2 при помощи болтов и гаек (на чертеже не показаны). Сменная кондукторная плита со втулками под режущий инструмент устанавливается на верхней площадке корпуса 1 четырьмя винтами М6 и фиксируется по шпоночному пазу (см. разрез АА и вид В; кондукторная плита на чертеже не показана).

Поворот планшайбы 2 производится рукояткой 11. Рукояткой 10 производится стопорение планшайбы 2 (с помощью обоймы 12 и кольца 9, см. вид В).

Пусковой подкачивающий насос двигателя автомобиля маз-204

Одним из условий надёжного пуска двигателя внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия (дизеля) является предварительный подогрев воздуха, поступающего в цилиндр.

На некоторых автомобилях для подогрева впускаемого воздуха устанавливают специальный прибор, в который через форсунку подают небольшое количество топлива и воспламеняют его. Нагретый воздух поступает в цилиндры двигателя.

Насос предназначен для подачи топлива к форсунке такого прибора. В корпусе 3 насоса перемещается шток 6 с укрепленным на нем поршнем, состоящим из двух манжет 5. На корпусе установлены всасывающий и нагнетательный клапаны.

При движении штока вправо за манжетами возникает разрежение, под влиянием которого шарик 24 всасывающего клапана, сжимая пружину 20, поднимается и открывает доступ топливу из бака в корпус 3 насоса.

При движении штока влево шарик 24 всасывающего клапана опустится на седло, препятствуя возвращению топлива в бак. При этом в полости корпуса, заполненной топливом, создается давление, под действием которого шарик нагнетательного клапана отойдет влево и откроет доступ топлива к форсункам прибора.

Фильтрующая сетка 14, установленная во всасывающем клапане, предохраняет форсунку от загрязнения.

Шток насоса удерживается в крайнем левом положении фиксатором, который состоит из двух шариков 23 и двух пружин 10, прижимающих эти шарики к кольцевой выточке штока насоса.

Насос крепят к перегородке гайкой 22.

Редуктор червячный продольной подачи

Редукторы служат для уменьшения угловой скорости (соответственно увеличения крутящего момента) при передаче мощности от двигателя к рабочей машине.

Червячная передача относится к категории зубчато-винтовых передач, у которых геометрические оси ведущего и ведомого валов перекрещиваются. Червячная передача состоит из однозаходного червяка с трапецеидальной резьбой, выполненного заодно с валом 3, и червячного колеса 2.

Передаточное число червячной передачи

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{48}{1} = 48$$

где z_2 – число зубьев червячного колеса; z_1 – число заходов червяка.

Редуктор, изображенный на чертеже, является частью привода к механизму продольной подачи станка. Вал червяка 3 приводится во вращение шкивом 20 трехручьевого профиля с канавками разного диаметра. Это позволяет изменять скорость вращения шкива 20.

Ведомый элемент редуктора, ходовой винт 15, осуществляет продольную подачу – медленное перемещение съемных блоков, на которые прикрепляют обрабатываемые детали. Ходовой винт 15 вращается в одну сторону. Блоки с деталями устанавливают на направляющие станка и сцепляют с ходовым винтом 15.

После обработки деталей блоки снимают, меняют обработанные детали на необработанные и опять устанавливают на станок и т. д. Так как ходовой винт вращается только в одну сторону, то осевое усилие на нем (реакция) действует в одном направлении и воспринимается упорным шарикоподшипником 31.

В редукторе предусмотрен механизм, позволяющий останавливать движение ходового винта 15 при вращающемся шкиве 20. Червячное колесо 2 установлено на ходовом винте 15 свободно. Вращение с колеса на ходовой винт передается при соединении зубьев торцовой муфты 18 с зубьями на торце ступицы 9 колеса. Соединение зубьев производят рукояткой 14, жестко связанной с осью 13 и муфтой 18 штифтами 36 и 37. Шарик 33 под действием пружины 12 фиксирует положения оси 13 и зубчатой муфты 18.

Червячное зацепление регулируют подбором толщины кольца 8 и распорной втулки 17, добиваясь совпадения оси червяка с осью симметрии червячного колеса.

Червячная передача смонтирована в корпусе 1, который крепят к кронштейну станка четырьмя болтами М12 и фиксируют двумя штифтами $\varnothing 10$ мм.

Редуктор червячный

Червячный редуктор – механизм для уменьшения угловой скорости при передаче вращения от электродвигателя к машине. Червячные передачи применяются, когда оси валов перекрещиваются, как правило, под углом 90° . Одним из достоинств червячной передачи является возможность получения большого передаточного числа (от единицы до нескольких сотен) при компактной конструкции.

Данный редуктор – одноступенчатый, с двухзаходным червяком. Вращение с вала электродвигателя передается через шкив 12 клиноременной передачи

на вал червяка 21 (червяк сделан заодно с валом), а с него – через составное червячное колесо (ступица 4, венец 3) на вал 9. Ступица 4 на валу крепится шпонкой 43. Венец 3 напрессован на ступицу 4 и дополнительно закреплен тремя установочными винтами 33. Опорами вала червяка и вала колеса служат подшипники качения, которые при установке смазываются густой смазкой.

Для смазки червячного зацепления масло заливается в корпус 1 через отверстие, закрываемое крышкой 10. Спускается масло через отверстие, закрываемое пробкой 25. Осматривается зацепление через смотровое стекло 15, которое одновременно служит маслоуказателем.

В нижней части корпуса имеется фланец с четырьмя отверстиями для крепления редуктора к машине.

Суппорт вспомогательный

Вспомогательный суппорт предназначен для проточки конических поверхностей на деталях, обрабатываемых по групповой технологии, и устанавливается на суппорте станка «Володарец» за резцовой головкой.

Корпус 5 закрепляется на основании 1 при помощи двух специальных болтов 2, головки которых входят в круговой паз основания (см. разрезы А – А и В – В). Следовательно, корпус 5 может быть повернут вокруг оси 3 на некоторый угол относительно продольной оси основания 1.

В каретке 7 могут одновременно закрепляться при помощи винтов 8 два резца, расположенные параллельно или под углом.

Передвижение каретки осуществляется от ручки 19 при помощи пары конических зубчатых колес 15, пары винтовых зубчатых колес 27 и ходового винта 24 через маточную гайку 26.

Для удобства работы маховичок 18 с трубкой 17 и патрубком 13 может быть повернут вокруг вертикальной оси втулки 11 до необходимого положения, если ослабить винты 10. После поворота патрубок 13 закрепляется двумя специальными винтами 20.

Тиски для сборки

Пневматические тиски предназначены для сборки. Вал, на котором производят сборку, устанавливают между нагубниками 7. К отверстию Д в крышке 15 подводят сжатый воздух под давлением 39·10⁴ н/м² (4 кг/см²). Поршень 11 вместе со штоком 3 переместится вправо. Наклонный скос штока 3 поднимет ролик 19. Кулачок 2 повернется против часовой стрелки, выступом передвинет подвижную губу 5 влево и закрепит вал в тисках.

Для освобождения вала из тисков воздух из полости цилиндра через отверстие Д выпускают в атмосферу. Пружина 9 возвращает поршень 11 со штоком 3 в исходное положение. Пружина 21 отодвигает подвижную губу 5 вправо.

Поршень 11 уплотнен в цилиндре 10 двумя резиновыми манжетами 29, а шток 3 в основании тисок 1 – резиновой манжетой 28.

Ролик 17 служит для устранения перекоса штока 3 при передвижении его вправо и восприятия усилия от ролика 19 при зажиме вала.

Тиски устанавливают на стол сборочного верстака и крепят четырьмя болтами М12.

Цилиндр пневматического патрона с полым штоком

Цилиндр пневматического патрона служит для зажима детали механизмом головки патрона, которая на чертеже не показана.

Усилие к головке патрона передается штоком 7. Цилиндр 1 прикреплен к головке патрона шестью винтами М10. Для передвижения штока 7 влево (рабочий ход) сжатый воздух под давлением $39 \cdot 10^4$ н/м² (4 кг/см²) подводится к штуцеру Г. Проходя по кольцевой выточке в муфте 4 через сверления во втулке 2, крышке 8 и цилиндре 1 в правую полость цилиндра, воздух, действуя на поршень 3, передвигает его влево. Для перемещения поршня вправо воздух подводится в левую полость цилиндра через штуцер Д.

Поршень 3 уплотнен в цилиндре 1 резиновым кольцом 22 круглого сечения. Шток 7 в цилиндре 1 уплотнен резиновой манжетой 23, а во втулке 2 – сальниковым устройством, состоящим из двух асбестовых колец 12, пропитанных графитовой смазкой, втулки 13 и нажимной гайки 11. Муфта 4 не вращается на втулке 2. Это соединение нуждается в наиболее тщательном уплотнении, которое осуществляется четырьмя резиновыми манжетами 24.

Штифт 25 служит для предотвращения проворачивания втулки 2 в крышке 8.

Штамп для гибки

Штамп предназначен для загибки конца рычага по радиусу.

Нижнюю плиту 1 штампа устанавливают на столе пресса и прижимают к нему прихватами. Верхнюю плиту 6 закрепляют на ползуне пресса при помощи хвостовика.

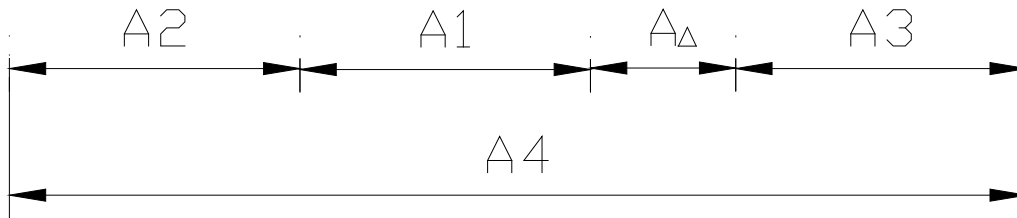
Для направления верхней плиты 6 относительно нижней, плиты 1 установлены две колонки 10. Нижняя часть колонки запрессована в плиту 1, а верхняя может свободно перемещаться во втулке 5, запрессованной в плиту 6.

Деталь устанавливают на фиксатор 3 и направляющий штифт 11. При опускании пуансона 5 вниз фиксатор 3 вместе с деталью также опускается. Правый конец пуансона, прижимая деталь к матрице 4, загибает ее.

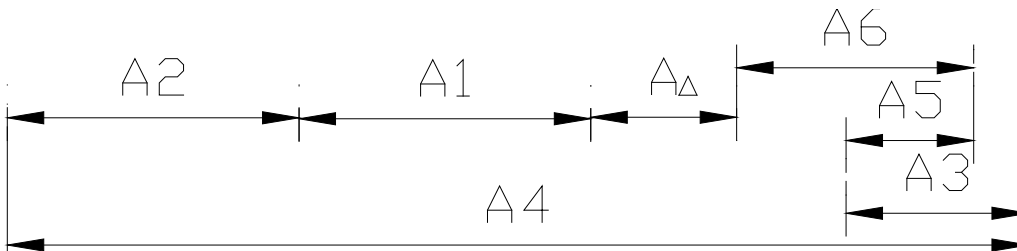
При подъеме пуансона вверх фиксатор 3 под действием пружины 2 поднимает готовую деталь вверх, чем облегчает съём ее со штампа.

Варианты заданий по работе 2

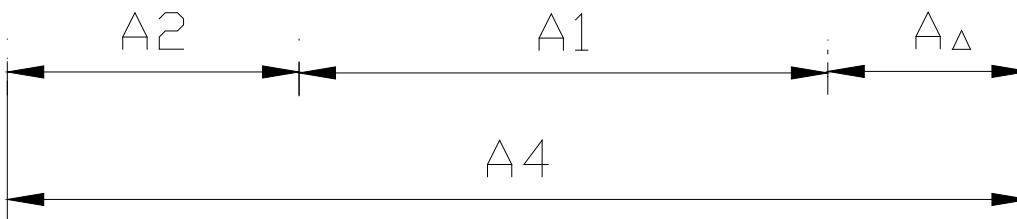
1. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,2 - 0,6$ мм. $A_1 = 40$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



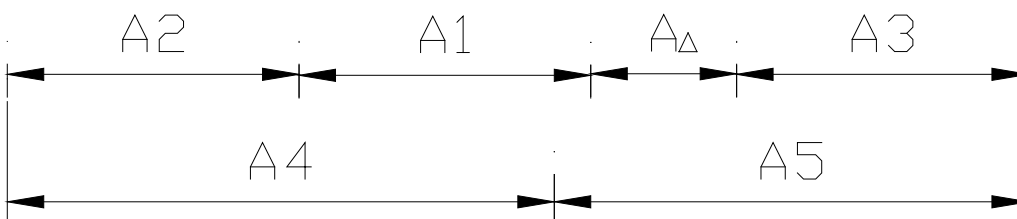
2. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 10) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,2 - 1,1$ мм. $A_1 = 60$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



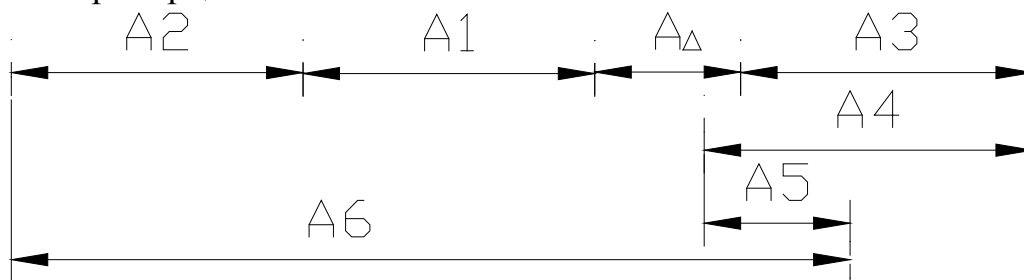
3. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 4,5) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,2 - 0,6$ мм. $A_1 = 80$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



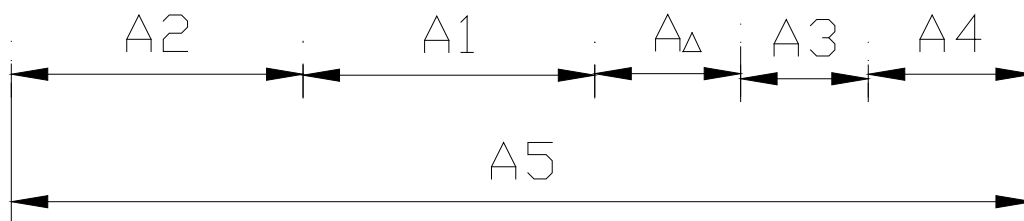
4. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,3 - 1,1$ мм. $A_1 = 30$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



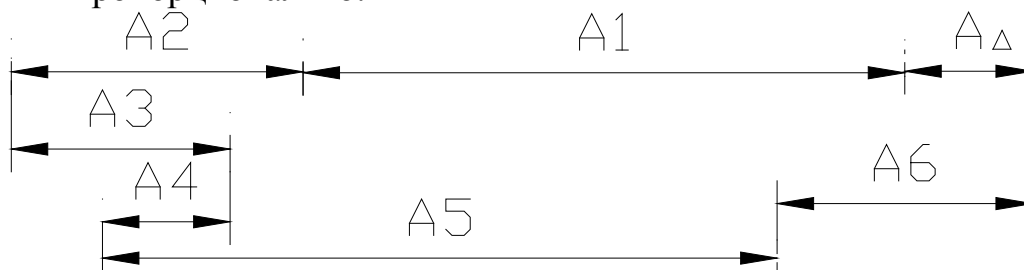
5. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 10) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,4 - 1,2$ мм. $A_1 = 40$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



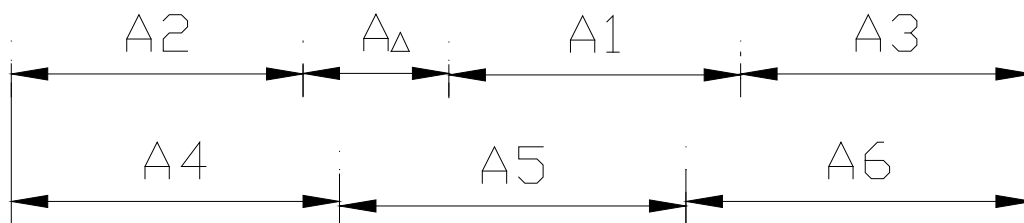
6. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 4,5) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,2 - 0,9$ мм. $A_1 = 50$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



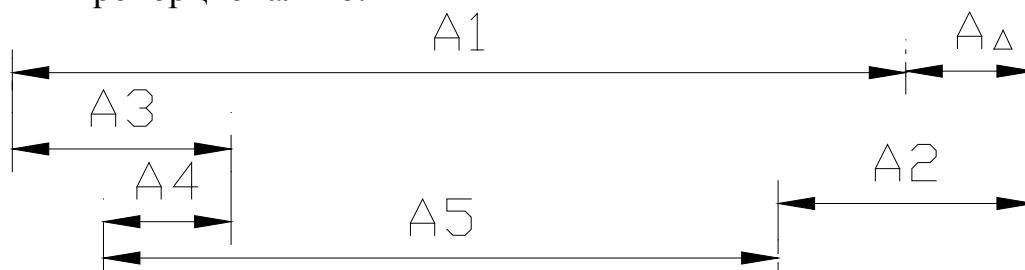
7. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 0,1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,4 - 0,9$ мм. $A_1 = 200$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



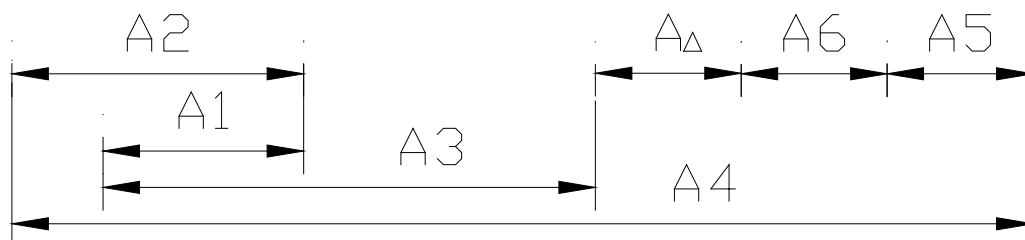
8. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 0,27) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,1 - 0,9$ мм. $A_1 = 70$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



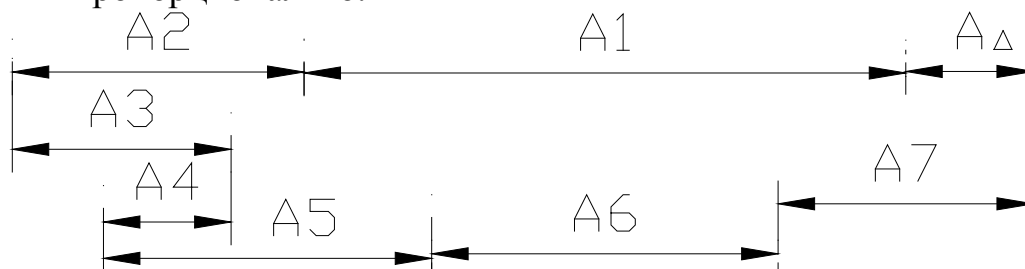
9. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,4 - 1,1$ мм. $A_1 = 240$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



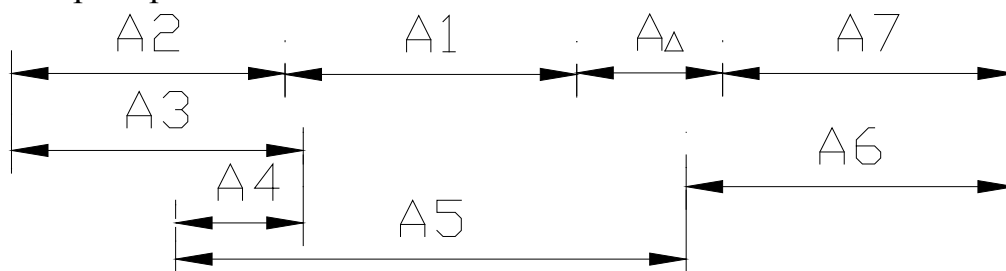
10. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 10) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 1-1,6$ мм. $A_1 = 20$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



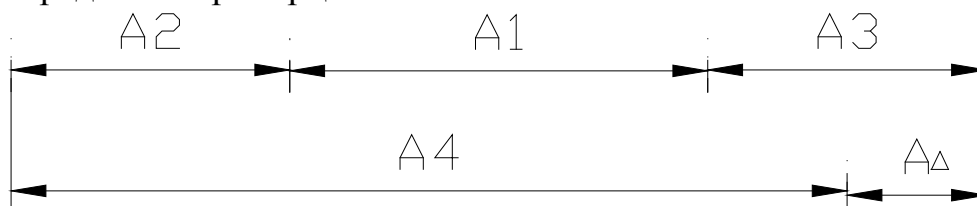
11. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 4,5) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,8 - 1,4$ мм. $A_1=100$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



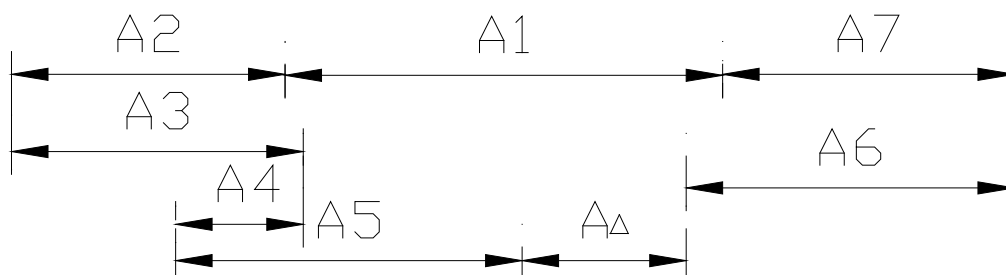
12. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 0,1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,5 - 1,2$ мм. $A_1 = 80$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



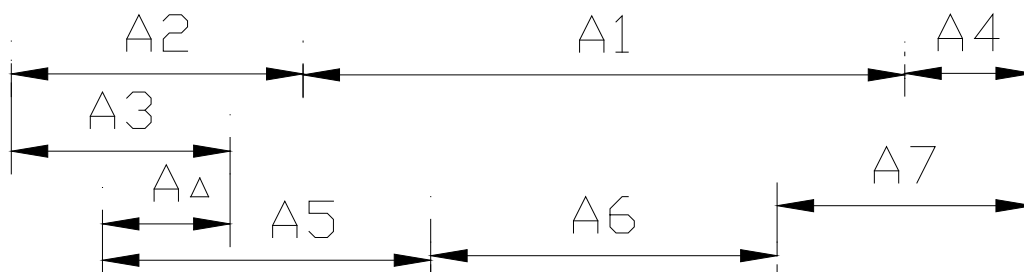
13. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 0,01) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,2 - 0,9$ мм. $A_1 = 130$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



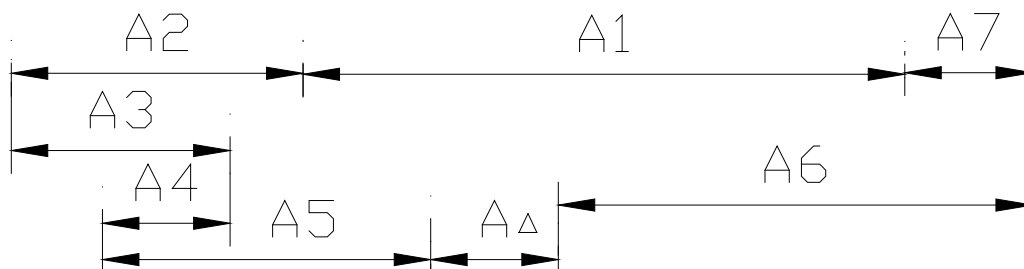
14. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,4 - 1$ мм. $A_1 = 70$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



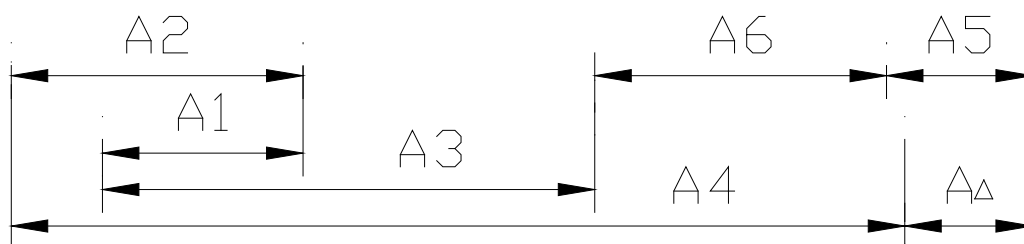
15. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,1 - 0,7$ мм. $A_1 = 90$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



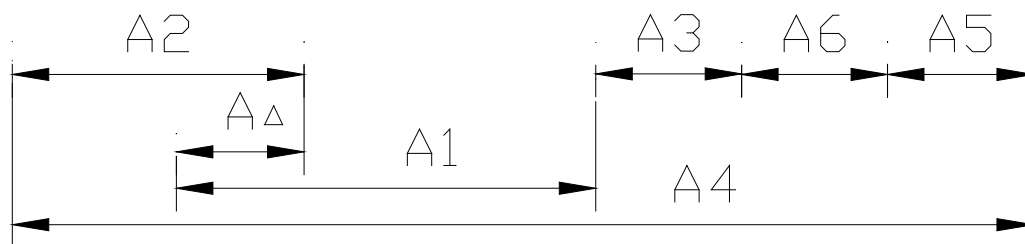
16. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,8 - 1,2$ мм. $A_1 = 120$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



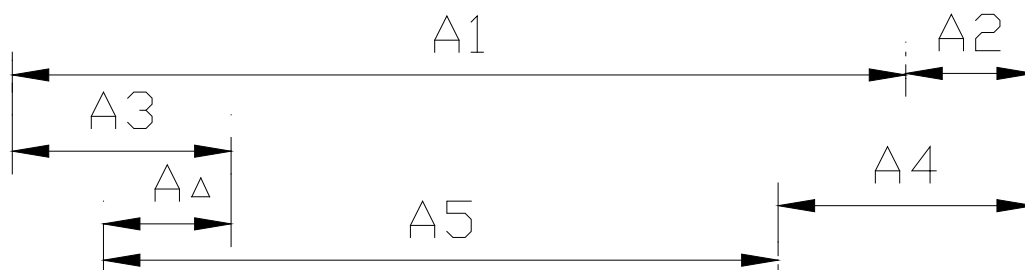
17. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 10) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,7 - 1,1$ мм. $A_1 = 70$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



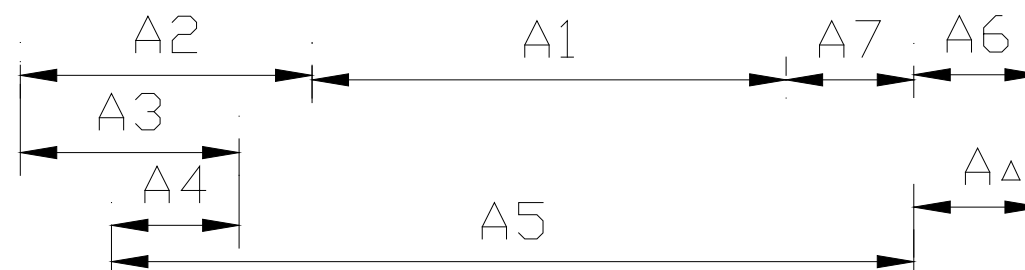
18. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 4,5) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,6 - 1,1$ мм. $A_1 = 230$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



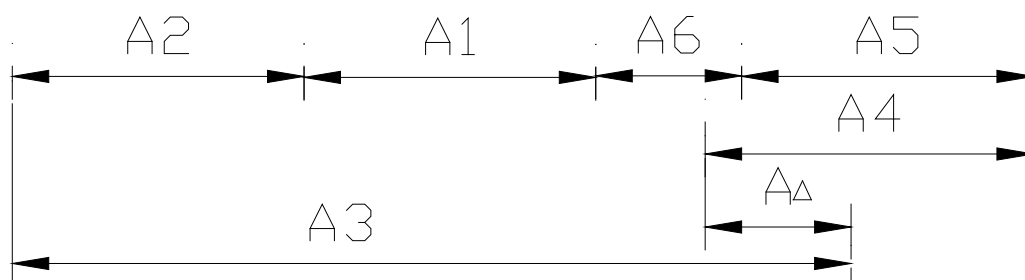
19. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,8 - 1,2$ мм. $A_1 = 340$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



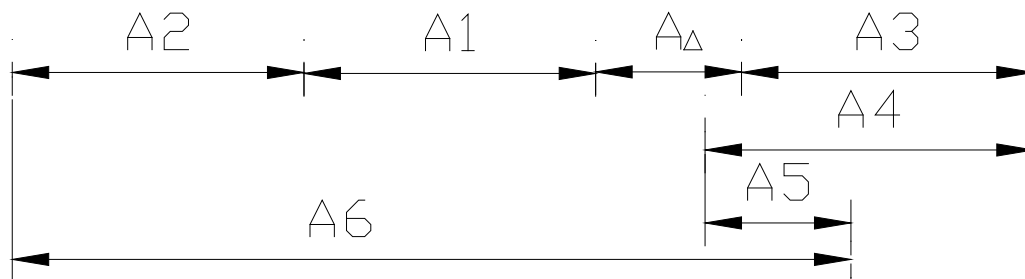
20. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 0,01) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,2 - 0,8$ мм. $A_1 = 50$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



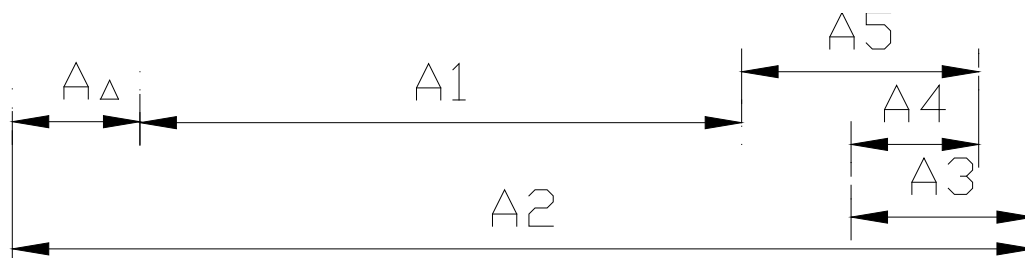
21. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,1 - 1$ мм. $A_1 = 90$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



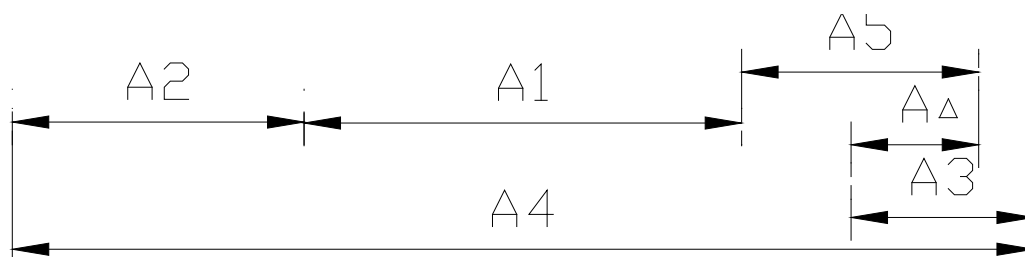
22. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,2 - 0,8$ мм. $A_1 = 100$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



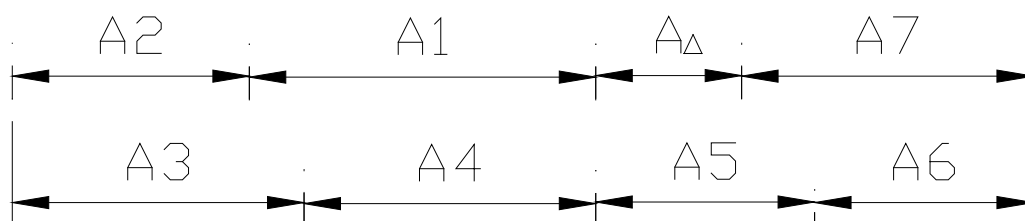
23. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 4,5) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,1 - 0,9$ мм. $A_1 = 130$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



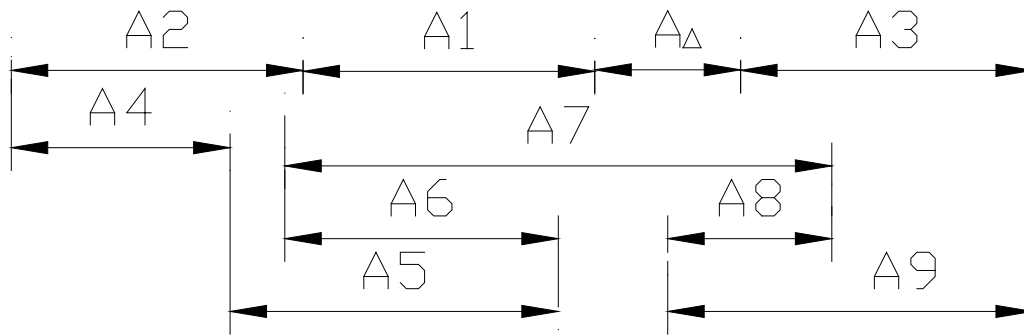
24. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 10) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,2 - 0,9$ мм. $A_1 = 87$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



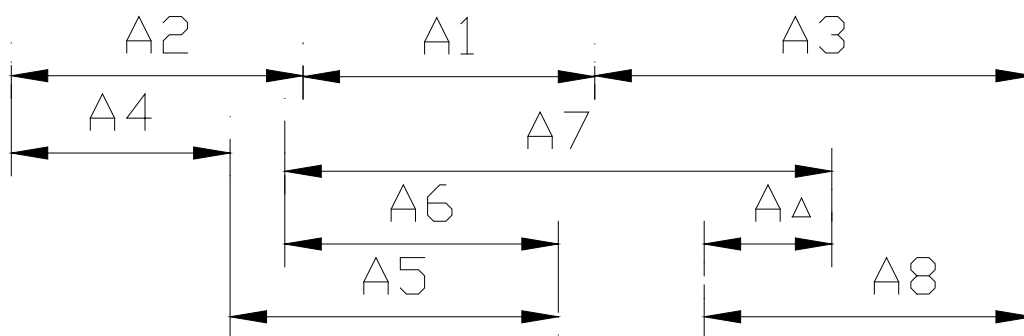
25. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,1 - 1,1$ мм. $A_1 = 45$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



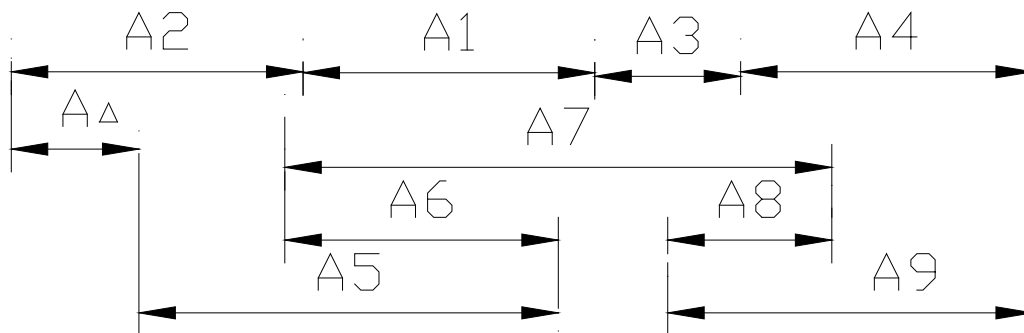
26. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 0,1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0 - 0,9$ мм. $A_1 = 68$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



27. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 0,01) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,2 - 1,6$ мм. $A1 = 20$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



28. Методами полной и неполной взаимозаменяемости (процент риска 0,1) обеспечить зазор $A_{\Delta} = 0,3 - 1,6$ мм. $A1 = 23$ мм. Прочие номинальные размеры определить пропорционально.



Варианты заданий по работе 3

Определить число групп N , номинальный диаметр вала B и групповые допуски аналитическим и графическим методами при заданных условиях:

1. Номинальный диаметр отверстия – $A = 20$; допуск отверстия – $TA = 0,052$; допуск вала – $TB = 0,034$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,02$; допуск зазора – $TZ = 0,03$.

2. Номинальный диаметр отверстия – $A = 40$; допуск отверстия $TA = 0,062$; допуск вала – $TB = 0,039$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,025$; допуск зазора – $TZ = 0,031$.

3. Номинальный диаметр отверстия – $A = 40$; допуск отверстия $TA = 0,062$; допуск вала – $TB = 0,039$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,03$; допуск зазора – $TZ = 0,033$.

4. Номинальный диаметр отверстия – $A = 40$; допуск отверстия $TA = 0,062$; допуск вала – $TB = 0,039$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,04$; допуск зазора – $TZ = 0,0344$.

5. Номинальный диаметр отверстия – $A = 62$; допуск отверстия $TA = 0,074$; допуск вала – $TB = 0,046$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,05$; допуск зазора – $TZ = 0,0412$.

6. Номинальный диаметр отверстия – $A = 50$; допуск отверстия $TA = 0,074$; допуск вала – $TB = 0,046$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,065$; допуск зазора – $TZ = 0,0382$.

7. Номинальный диаметр отверстия – $A = 85$; допуск отверстия $TA = 0,087$; допуск вала – $TB = 0,057$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,08$; допуск зазора – $TZ = 0,046$.

8. Номинальный диаметр отверстия – $A = 95$; допуск отверстия $TA = 0,09$; допуск вала – $TB = 0,06$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,08$; допуск зазора – $TZ = 0,05$.

9. Номинальный диаметр отверстия – $A = 20$; допуск отверстия $TA = 0,05$; допуск вала – $TB = 0,03$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,03$; допуск зазора – $TZ = 0,03$.

10. Номинальный диаметр отверстия – $A = 40$; допуск отверстия $TA = 0,06$; допуск вала – $TB = 0,04$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,025$; допуск зазора – $TZ = 0,03$.

11. Номинальный диаметр отверстия – $A = 42$; допуск отверстия $TA = 0,06$; допуск вала – $TB = 0,04$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,025$; допуск зазора – $TZ = 0,026$.

12. Номинальный диаметр отверстия – $A = 62$; допуск отверстия $TA = 0,075$; допуск вала – $TB = 0,045$; средний требуемый натяг – $H_{cp} = 0,05$; допуск натяга – $TH = 0,04$;

13. Номинальный диаметр отверстия – $A = 65$; допуск отверстия $TA = 0,075$; допуск вала – $TB = 0,045$; средний требуемый натяг – $H_{cp} = 0,06$; допуск натяга – $TH = 0,045$.

14. Номинальный диаметр отверстия – $A = 68$; допуск отверстия $TA = 0,075$; допуск вала – $TB = 0,045$; средний требуемый натяг – $H_{cp} = 0,07$; допуск натяга – $TH = 0,043$.

15. Номинальный диаметр отверстия – $A = 45$; допуск отверстия $TA = 0,062$; допуск вала – $TB = 0,039$; средний требуемый натяг – $H_{cp} = 0,03$; допуск натяга – $TН = 0,032$.

16. Номинальный диаметр отверстия – $A = 42$; допуск отверстия $TA = 0,06$; допуск вала – $TB = 0,04$; средний требуемый натяг – $H_{cp} = 0,03$; допуск натяга – $TН = 0,03$.

17. Номинальный диаметр отверстия – $A = 48$; допуск отверстия $TA = 0,062$; допуск вала – $TB = 0,039$; средний требуемый натяг – $H_{cp} = 0,045$; допуск натяга – $TН = 0,033$.

18. Номинальный диаметр отверстия – $A = 40$; допуск отверстия $TA = 0,062$; допуск вала – $TB = 0,039$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,025$; допуск зазора – $TZ = 0,031$.

19. Номинальный диаметр отверстия – $A = 45$; допуск отверстия $TA = 0,064$; допуск вала – $TB = 0,039$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,03$; допуск зазора – $TZ = 0,033$.

20. Номинальный диаметр отверстия – $A = 48$; допуск отверстия $TA = 0,068$; допуск вала – $TB = 0,040$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,04$; допуск зазора – $TZ = 0,034$.

21. Номинальный диаметр отверстия – $A = 60$; допуск отверстия $TA = 0,062$; допуск вала – $TB = 0,041$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,04$; допуск зазора – $TZ = 0,044$.

22. Номинальный диаметр отверстия – $A = 62$; допуск отверстия $TA = 0,072$; допуск вала – $TB = 0,037$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,03$; допуск зазора – $TZ = 0,033$.

23. Номинальный диаметр отверстия – $A = 64$; допуск отверстия $TA = 0,082$; допуск вала – $TB = 0,045$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,03$; допуск зазора – $TZ = 0,033$.

24. Номинальный диаметр отверстия – $A = 68$; допуск отверстия $TA = 0,067$; допуск вала – $TB = 0,038$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,03$; допуск зазора – $TZ = 0,033$.

25. Номинальный диаметр отверстия – $A = 70$; допуск отверстия $TA = 0,081$; допуск вала – $TB = 0,050$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,05$; допуск зазора – $TZ = 0,055$.

26. Номинальный диаметр отверстия – $A = 72$; допуск отверстия $TA = 0,067$; допуск вала – $TB = 0,030$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,05$; допуск зазора – $TZ = 0,043$.

27. Номинальный диаметр отверстия – $A = 80$; допуск отверстия $TA = 0,045$; допуск вала – $TB = 0,051$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,06$; допуск зазора – $TZ = 0,053$.

28. Номинальный диаметр отверстия – $A = 90$; допуск отверстия $TA = 0,065$; допуск вала – $TB = 0,039$; средний требуемый зазор – $Z_{cp} = 0,03$; допуск зазора – $TZ = 0,030$.