

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

Донской государственный технический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
**«Технология производства гидромашин, гидропривода и  
средств ГПА»**

Ростов-на-Дону

2021

Составитель : канд. техн. наук, доцент М.С. Килина

Метод. указания и задания по выполнению практической работы для студентов по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», 27.03.05 «Инноватика»/ ДГТУ. Ростов н/Д, 2021, 52с.

Даны необходимые методические указания, задания и исходные данные для выполнения практической и контрольной работы по дисциплинам «Технология производства гидромашин, гидропривода и средств ГПА», «Технология производства энергосиловых установок машин и механизмов», «».

Для всех форм обучения, включая дневную, сокращенную, заочную и дистанционную.

Научный редактор:

Донской государственный технический  
университет,

2021

## Содержание

		Стр.
1	Описать назначение рассматриваемой машины, описать объект гидрофикации и выбрать тип производства машины в целом.	4
2	Разработать технологическую документацию на элемент гидросхемы. Элемент выбрать в соответствии с исходными данными.	5
2.1	Оформить сборочные чертежи/чертеж элементов гидросхемы (в соответствии с исходными данными)	5
2.2	Оформить рабочие чертежи всех нестандартных элементов входящих в состав элементов гидросхемы с указанием допусков, качества точности, шероховатостями поверхностей, методами изготовления и материалом заготовки.	10
2.2.1	Рабочий чертеж детали должен соответствовать требованиям ГОСТ 2.109-73.	10
2.2.2	Квалитеты точности изготавливаемых изделий.	14
2.2.3	Шероховатости поверхностей.	17
2.3	Составить таблицу (маршрутную технологическую карту) с методами изготовления любой детали входящей в состав элемента гидрооборудования (таблица должна содержать не менее 5 технологических операций).	19
2.3.1	Выбор вида заготовки	19
2.3.2	Технологического процесса механической обработки	19
2.3.3	Методика разработки операционной технологии механической обработки	20
2.4	Составить технологическую схему сборки элементов гидросхемы (в соответствии с исходными данными).	22
3	Разработать монтажный чертеж гидросистемы (с учетом типа монтажа указанного в задании).	27
3.1	Тип монтажа ГП.	27
3.3	Монтажный чертеж ГП	30
4	Рассчитать размерную цепь.	32
4.1	Пример расчета размерной цепи	33
	Литература	39
	Приложение 1. Содержание РГР	40
	Приложение 2. Схемы 1-10	42

## **1. Описать назначение рассматриваемой машины, описать объект гидрофикации и выбрать тип производства машины в целом.**

Описать принцип работы рассматриваемой машины, например пресс, является машиной для обработки металлов давлением. Гидрофицированными зачастую в данной машине бывают подвижные пресс-формы. Пресс-формы приводятся в движение гидравлическим цилиндрами. Для осуществления работы гидроцилиндров в соответствии с требованиями рабочего цикла в систему включают гидравлические распределители, источником энергии в системе является насосная установка (НУ), в насосных установках предусматривается система защиты от перегрузки (клапан предохранительный), теплообменный аппарат (ТО) для охлаждения рабочей жидкости и фильтр (Ф) для очистки рабочей жидкости.

В соответствии с выбранным объектом гидрофикации (агрегатный станок, мобильная техника, металлообрабатывающий станок, пресс и т.д.) выбрать тип производства.

Тип производства выбирается исходя из потребностей в данной машине. К примеру, для мобильной техники, например экскаватор, тип производства требуется массовый или крупносерийный.

Тип производства выбрать исходя из следующих рекомендаций.

В машиностроении различают три типа производства: единичное (индивидуальное), серийное и массовое. Серийное производство в свою очередь подразделяют на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

*Единичное и мелкосерийное производства* характеризуются выпуском изделий в малых, редко повторяющихся или вовсе не повторяющихся количествах при широкой номенклатуре выпускаемых изделий. В этих условиях применяют преимущественно универсальное оборудование, нормализованный режущий инструмент и универсальную технологическую оснастку.

*Среднесерийное производство* характеризуется установившейся номенклатурой выпускаемой продукции, повторяющимися сериями изготавливаемых изделий.

При серийном производстве возможна частичная специализация оборудования и применение автоматов и полуавтоматов, с учетом возможности их переналадки при переходе от изготовления одних изделий к другим.

*Крупносерийное и массовое производства* характеризуются выпуском в больших количествах определенных изделий ограниченной номенклатуры. Выпуск продукции происходит непрерывно. При изготовлении нескольких

моделей или конструкций изделий их выпускают параллельно или одновременно.

Квалификация рабочих низкая, но в бригады по наладке станков входят рабочие высокой квалификации.

Продукцией массового производства являются: автомобили, тракторы, комбайны, сельскохозяйственные орудия (плуги, диски, культиваторы) и т. п.

На одном и том же заводе или цехе могут быть совмещены несколько типов производств, поэтому отнесение производства завода или цеха к одному из типов обычно делают по преобладающему типу производства.

Производственные процессы делят на два вида: непоточный и поточный.

При непоточном виде организации производственного процесса движение заготовок на разных стадиях изготовления прерывается их задержкой на рабочих местах или промежуточных складах. Сборку изделий начинают лишь при наличии полных комплектов деталей. В непоточном производстве отсутствует такт выпуска, а производственный процесс регулируют графиком, составленным с учетом плановых сроков и трудоемкости изготовления изделий.

Поточное производство характеризуется непрерывностью и равномерностью. В поточном производстве заготовку после завершения первой технологической операции без задержки передают на вторую операцию, затем – на третью и т. д., а изготовленную деталь сразу подают на сборку.

**2. Разработать технологическую документацию на элемент гидросхемы. Элемент выбрать в соответствии с исходными данными.**

**2.1. Оформить сборочные чертежи/чертеж элементов гидросхемы (в соответствии с исходными данными)**

Требования к сборочному чертежу

Правила выполнения и оформления сборочных чертежей установлены ГОСТ 2.109-73.

Общие положения

При разработке рабочих чертежей всех видов предусматривают:

а) оптимальное применение стандартных и покупных изделий, а также изделий, освоенных производством и соответствующих современному уровню техники;

б) рационально ограниченную номенклатуру резьб, шлицев и других конструктивных элементов, их размеров, покрытий и т. д.;

в) рационально ограниченную номенклатуру марок и сортаментов материалов, а также применение наиболее дешевых и наименее дефицитных материалов;

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимосвязи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и осуществление сборки и контроля сборочной единицы;

- размеры, предельные отклонения, другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подборка деталей, их пригонка и т.п.), а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и т.д.);

- номера позиций составных частей, входящих в изделие;

- габаритные размеры изделия; установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

На каждое изделие выполняют отдельный чертеж. Исключение составляет группа изделий, обладающих общими конструктивными признаками, на которые выполняют групповой чертеж по [ГОСТ 2.113](#).

Последовательность выполнения сборочного чертежа

1. Ознакомиться с устройством, работой и порядком сборки сборочной единицы. Прочитать рабочие чертежи всех деталей, входящих в сборочную единицу, т.е. мысленно представить форму и размеры каждой из них, ее место в сборочной единице, взаимодействие с другими деталями.

2. Выбрать необходимое количество изображений так, чтобы на сборочном чертеже была полностью понятна конструкция изделия и взаимодействие ее составных частей.

Общее количество всех изображений сборочной единицы на сборочном чертеже должно быть всегда наименьшим, а в совокупности со спецификацией – достаточным для выполнения всех необходимых сборочных операций, совместной обработки (пригонки, регулирования составных частей) и контроля.

Главное изображение сборочной единицы должно давать наибольшее представление о расположении и взаимосвязи ее составных частей, соединяемых по данному сборочному чертежу.

3. Установить масштаб чертежа, формат листа, нанести рамку на поле чертежа и основную надпись.

4. Произвести компоновку изображений, для этого вычислить габаритные размеры изделия и вычертить прямоугольники со сторонами, равными соответствующим габаритным размерам изделия.

5. Вычертить контур основной детали (как правило - корпуса, основания или станины). Наметить необходимые разрезы, сечения, дополнительные изображения.

6. Вычертить остальные детали по размерам, взятым с рабочих чертежей деталей, в той последовательности, в которой собирают изделие.

7. Тщательно проверить выполненный чертеж, обвести его и заштриховать сечения.

8. Нанести габаритные, установочные и присоединительные размеры.

9. Нанести линии-выноски для номеров позиций.

10. Заполнить основную надпись.

11. На отдельных форматах (A4) составить спецификацию.

12. Проставить номера позиций деталей на сборочном чертеже согласно спецификации.

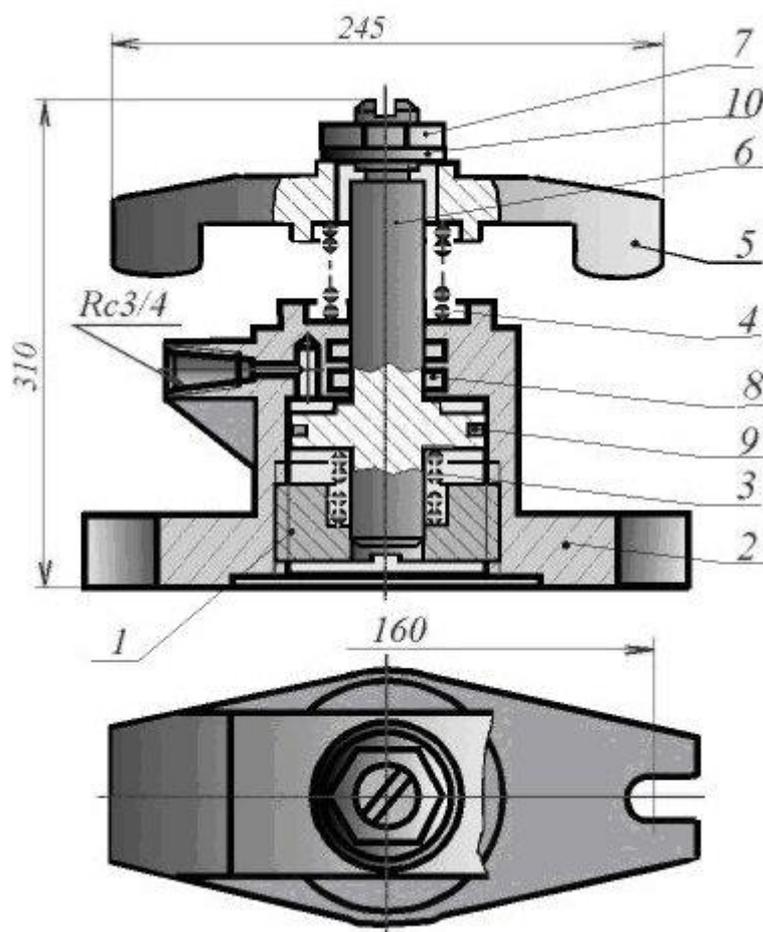


Рисунок 1 - Прихват гидравлический (сборочный чертеж)

Пример оформления сборочного чертежа приведен на рисунке 1.

Спецификация

В соответствии с ГОСТ 2.102-68 сборочный чертеж – это документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Спецификация относится к текстовым конструкторским документам и заполняется в соответствии с ГОСТ 2.106-96 «Текстовые документы».

Первый лист спецификации имеет основную надпись (ГОСТ 2.104-2006) по форме 2, а последующие листы - по форме 2а.

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие их определяется составом изделия. В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы (рис. 2):

1. Документация;
2. Сборочные единицы;
3. Детали;
4. Стандартные изделия;
5. Материалы.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечан			
				<u>Документация</u>					
A1			АТ-230.07.07.12.00.СБ	Сборочный чертеж					
				<u>Детали</u>					
A4	1		АТ-230.07.07.12.01	Стакан	1				
A4	2		АТ-230.07.07.12.02	Корпус	1				
A4	3		АТ-230.07.07.12.03	Пружина	1				
A4	4		АТ-230.07.07.12.04	Пружина	1				
A4	5		АТ-230.07.07.12.05	Скоба	1				
A4	6		АТ-230.07.07.12.06	Поршень	1				
				<u>Стандартные изделия</u>					
	7			Гайка М30.5 ГОСТ 5915-70	1				
	8			Кольцо Н1-35х28 ГОСТ 9832-77	2				
	9			Кольцо Н1-80х70-1 ГОСТ 9832-77	1				
	10			Шайба 30.04.019 ГОСТ 11371-78	1				
<b>АТ-230.07.07.12.00</b>									
Изм.	Вып.	Исполнитель	Добавить	Дата	<b>Прихват</b> <b>гидравлический</b>				
Разработ.							Листов	Лист	Листов
Исполн.							Предприятие		

Рис.2 - Пример оформления спецификации

Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

1. В раздел «Документация» вносят конструкторские документы на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают «Сборочный чертеж».

2. В разделы «Сборочные единицы» и «Детали» вносят те составные части сборочной единицы, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию.

3. В раздел «Стандартные изделия» записывают стандартные изделия. Запись производят в алфавитном порядке наименований изделий, в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

4. В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности, указанным в ГОСТ 2.106-96. Материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов.

Графы спецификации заполняют следующим образом. В графе «Формат» указывают обозначение формата. В графе «Поз.» указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации. В разделе «Документация» графу «Поз.» не заполняют.

В разделах «Стандартные изделия» и «Материалы» графу «Обозначение» не заполняют. В графе «Наименование» указывают наименование составной части сборочной единицы. Все наименования пишут в именительном падеже единственного числа. Наименование деталей, как правило, однословное. Если же оно состоит из двух слов, то вначале пишут имя существительное, например: «Колесо зубчатое», «Гайка накидная». Наименование стандартных изделий должно полностью соответствовать их условным обозначениям, установленным стандартом, например:

Болт М12\*1,25-8g\*30.48 ГОСТ 7798-70

В графе «Кол.» указывают количество составных частей, записываемых в спецификацию (сборочных единиц, деталей) на одно изделие, в разделе «Материалы» - общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения.

**2.2. Оформить рабочие чертежи всех нестандартных элементов входящих в состав элементов гидросхемы с указанием допусков,**

**квалитета точности, шероховатостями поверхностей, методами изготовления и материалом заготовки.**

### **2.2.1. Рабочий чертеж детали должен соответствовать требованиям ГОСТ 2.109-73.**

В соответствии с ГОСТ 2.102-68 чертеж детали – это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

Изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы) должны полностью определять геометрическую форму детали. При выполнении чертежа необходимо руководствоваться правилом, что изображений должно быть минимальное количество.

К другим данным, необходимым для изготовления и контроля детали относятся:

- размеры и предельные отклонения ГОСТ 2.307-68;
- требования к качеству поверхности ГОСТ 2.309-73;
- допуски формы и расположения поверхностей ГОСТ 2.308-79;
- нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки ГОСТ 2.310-68;
- сведения о материале, из которого изготовлена деталь (указывают в графе 3 штампа основной надписи);
- и другие технические требования.

Конструктивные элементы детали представлены на рисунках 3 и 4.

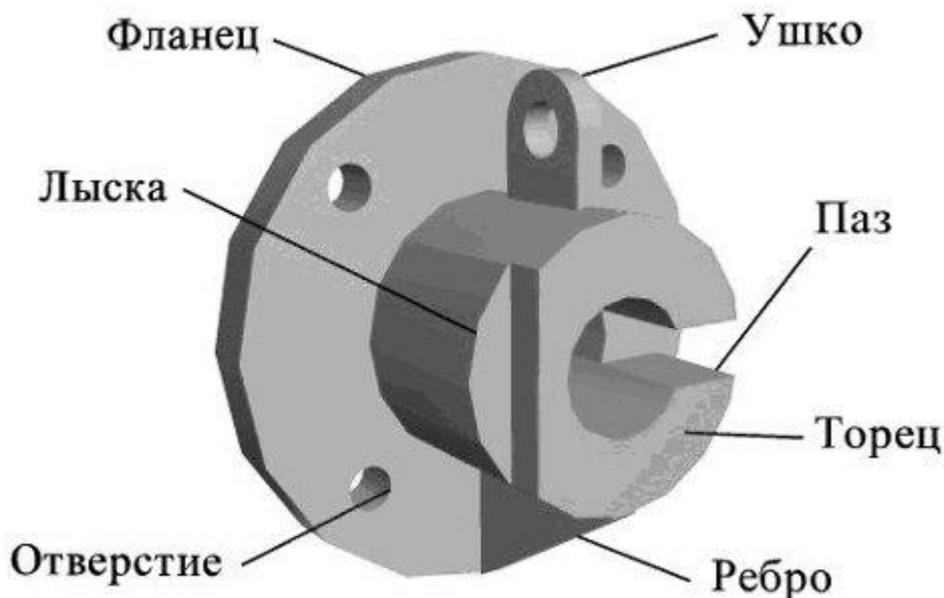


Рисунок 3 - Конструктивные элементы детали

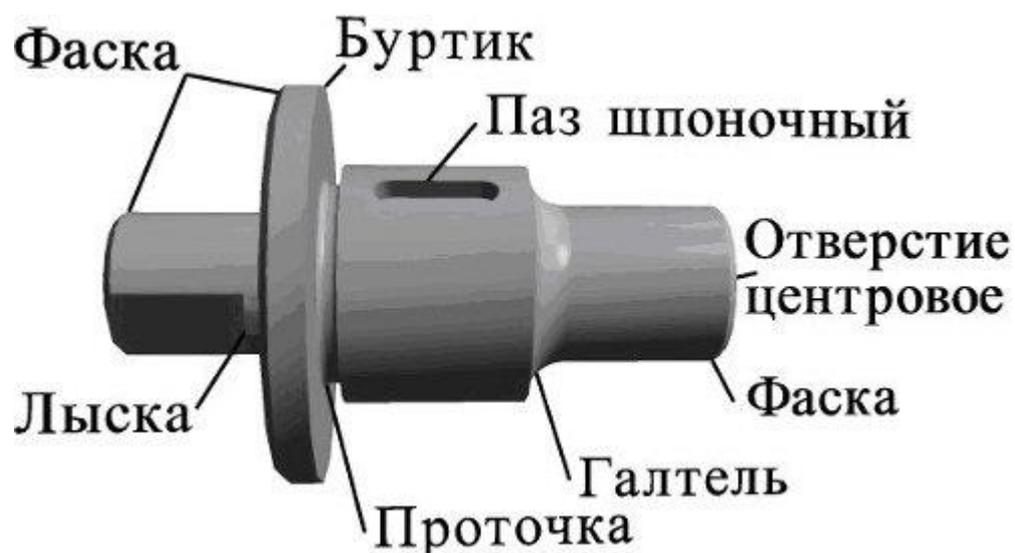


Рисунок 4 - Конструктивные элементы детали

Выполнение чертежа начинают с выбора главного изображения.

Основное требование к главному изображению оно должно передавать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

В качестве главного изображения (вида спереди) может быть использован как фронтальный разрез, так и сочетание вида и разреза (рисунок 5).

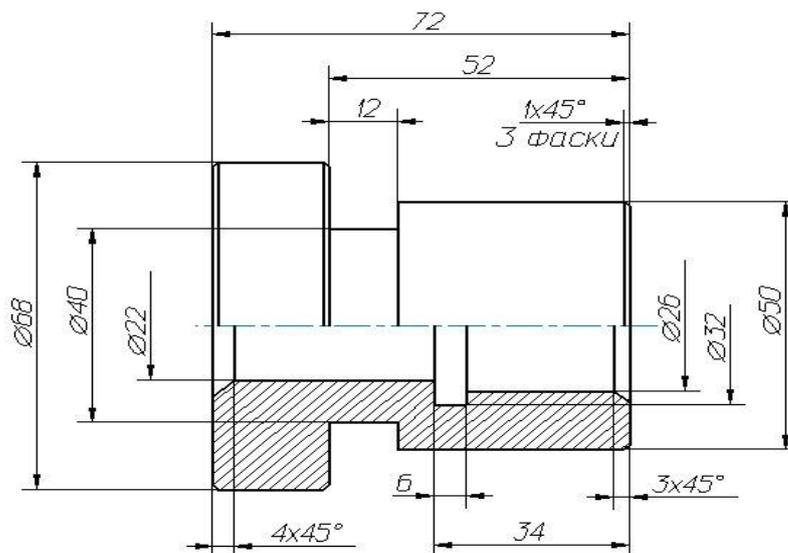


Рисунок 5 - Главный вид – совмещение вида и разреза

Плоские детали из листового материала изображают в одной проекции, показывающей их контурные изображения, толщина детали указывается условной записью S... . Пример такой детали представлен на рисунке 5.

Для изготовления фасонных деталей из листового материала требуются точные развертки или приближенные заготовки для штампованных деталей с вытяжкой - это плоские детали из листового материала.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) предмета на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для выявления его внешней и внутренней формы и должно давать возможность рационально нанести размеры.

В некоторых случаях одна проекция с соответствующим условным знаком, поставленным у размерного числа, дает полное представление о форме изображенного предмета. Так, например, знак диаметра говорит о том, что изображенный предмет является телом вращения; знак квадрата обозначает, что изображенный предмет имеет форму призмы с нормальным сечением в виде квадрата; слово «сфера», написанное перед значком диаметра говорит о том, что поверхность сферическая; символ "S" (толщина) перед размерным числом заменяет вторую проекцию детали, имеющую форму параллелепипеда и т.д.

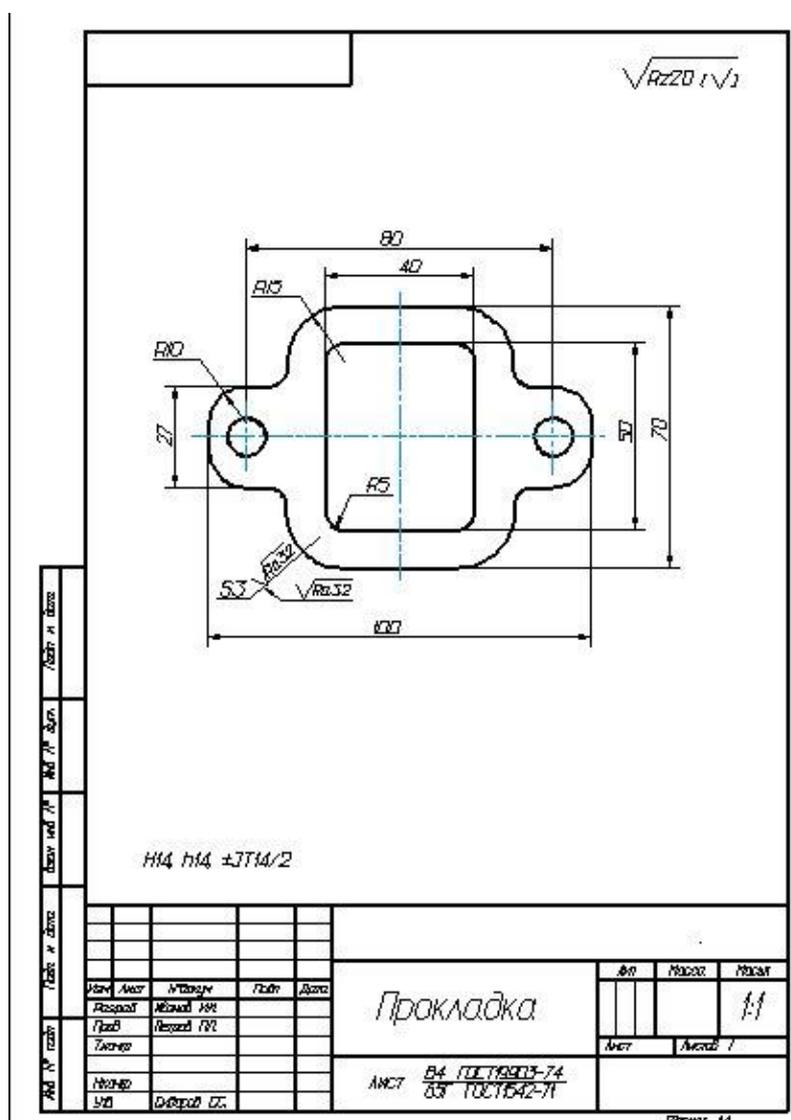


Рисунок 6 - Пример изображения изделия из листового материала

После анализа формы детали, можно определить, какие изображения необходимы для исчерпывающей передачи внешних и внутренних форм этой детали. Для большинства деталей машин и механизмов достаточно выполнить 3 изображения, учитывая, что для изображения невидимых контуров изделия можно пользоваться штриховыми линиями, можно совмещать части видов с частями соответствующих разрезов, применять сложные разрезы и т.п. Ниже, на рисунках 7 и 8, приведены примеры изображения деталей с необходимым количеством видов, разрезов и сечений на чертеже.

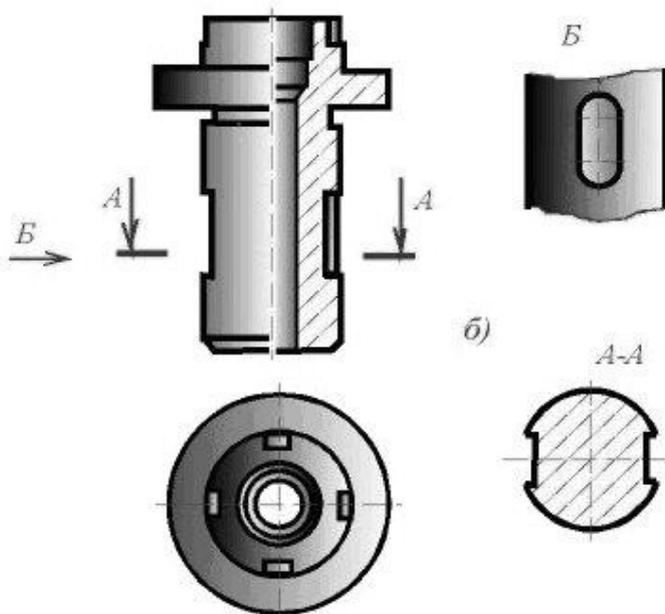


Рисунок 7 - Пример 1 изображения деталей с необходимым количеством видов, разрезов и сечений на чертеже

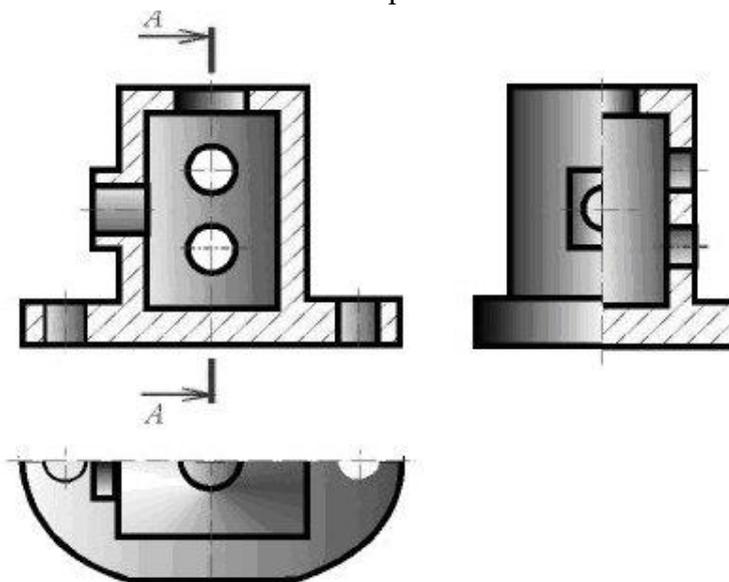


Рисунок 8 - Пример 2 изображения деталей с необходимым количеством видов, разрезов и сечений на чертеже

### 2.2.2. Квалитеты точности изготавливаемых изделий.

В каждом изделии детали разного назначения изготавливают с различной точностью. Для нормирования требуемых уровней точности изготовления деталей и изделий в ЕСДП установлены КВАЛИТЕТЫ.

КВАЛИТЕТ (степень точности) – совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности (одному качеству) для всех номинальных размеров. Качество – ступень градации значений допусков системы.

В ЕСДП установлены 15 качеств для размеров менее 1 мм, и 20 качеств для размеров от 1 мм и выше.

Обозначаются качества порядковыми номерами: 01; 0; 1; 2; 3; ...15; 16; 17; 18.

Допуски в каждом качестве возрастают с увеличением номинальных размеров, однако, степень точности этих размеров остаётся одной (равной порядковому номеру качества). Для одного номинального размера, с изменением качества, допуск изменяется в сторону увеличения (по закону геометрической прогрессии со знаменателем 1,6, начиная с 5 качества) при переходе с одного качества на другой с большим порядковым номером. При изменении степени точности на 5 качеств допуск, соответственно, изменяется в 10 раз.

При проектировании изделий (исходя из теоретических и экспериментальных исследований и опыта проектирования изделий с различными степенями точности), при назначении уровней точности на размеры этих изделий, руководствуются рекомендациями стандартов ЕСДП.

- Качества 01; 0 и 1 рекомендуются для ответственных размеров элементов плоскопараллельных концевых мер длины.

- Качества 2; 3 и 4 – для гладких калибров-пробок и калибров-скоб; размеры ответственных деталей суперточных станков (станки класса точности «С») и др.

- Качества 5 и 6 – для размеров деталей высокоточных соединений, например, подшипников качения, шеек коленчатых валов, ответственные детали станков повышенной точности (класс точности «А» и «В») и др.

- Качества 7 и 8 – наиболее используемые для размеров деталей точных ответственных соединений деталей в машиностроении, приборостроении и др. отраслях.

- Качества 9 и 10 – для размеров деталей неответственных соединений, входящих в соединения с другими деталями.

- Квалитеты 11 и 12 – для размеров деталей, получаемых штамповкой, специальным литьём и др.

- Квалитеты 13 и 14 – для размеров деталей, получаемых литьём в земляные формы, ковкой и др.

- Квалитеты 15; 16 и 17 – предназначены для неответственных размеров деталей, не входящих в соединения с другими деталями, а также для межоперационных размеров.

В стандартах ЕСДП допуски установлены для всех номинальных размеров, начиная с размеров менее 1 мм до размера 10000 мм.

При заданных квалитете и интервале номинальных размеров (номинальном размере) значение допуска одинаково и для вала, и для отверстия.

В целях оптимизации количества допусков все номинальные размеры (предусмотренные стандартными рядами) разбиты на диапазоны [приложение 1]:

1. Охватывает размеры до 1 мм (включая 1 мм).
2. Охватывает размеры свыше 1 мм до 500 мм включительно.
3. Охватывает размеры свыше 500 мм до 3150 мм включительно.
4. Охватывает размеры свыше 3150 мм до 10000 мм включительно.
5. Дополнительный диапазон для размеров свыше 10000 мм до 40000 мм включительно.

**Таблица1:** Предельные отклонения отверстий при номинальных размерах от 1 до 500 мм (система отверстия)

Интервал размеров, мм	Предпочтительные поля допусков									
	H7	J <sub>s</sub> 7	K7	N7	P7	F8	H8	E9	H9	H11
	Предельные отклонения, мкм									
от 1 до 3	+10 0	+5 -5	0 -10	4 -14	-6 -16	+20 +6	+14 0	+39 +14	+25 0	+60 0
Св. 3 до 6	+12 0	+6 -6	+3 -9	-4 -16	-8 -20	+28 +10	+18 0	+50 +20	+30 0	+75 0
Св. 6 до 10	+15 0	+7 -7	+5 -10	-4 -19	-9 -24	+35 +13	+22 0	+61 +25	+36 0	+90 0
Св. 10 до 18	+18 0	+9 -9	+6 -12	-5 -23	-11 -29	+43 +16	+27 0	+75 +32	+43 0	+110 0
Св. 18 до 30	+21 0	+10 -10	+6 -15	-7 -28	-14 -35	+53 +20	+33 0	+92 +40	+52 0	+130 0
Св. 30 до 50	+25 0	+12 -12	+7 -18	-8 -33	-17 -42	+64 +25	+39 0	+112 +50	+62 0	+160 0
Св. 50 до 80	+30 0	+15 -15	+9 -21	-9 -39	-21 -51	+76 +30	+46 0	+134 +60	+74 0	+190 0
Св. 80 до 120	+35 0	+17 -17	+10 -25	-10 -45	-24 -59	+90 +36	+54 0	+159 +72	+87 0	+220 0
Св. 120 до 180	+40	+20	+12	-12	-28	+106	+63	+185	+100	+250

	0	-20	-28	-52	-68	+43	0	+85	0	0
Св. 180 до 250	+46 0	+23 -23	+13 -33	-14 -60	-33 -79	+122 +50	+72 0	+215 +100	+115 0	+290 0
Св. 250 до 315	+52 0	+26 -26	+16 -36	-14 -66	-36 -88	+137 +56	+81 0	+240 +110	+130 0	+320 0
Св. 315 до 400	+57 0	+28 -28	+17 -40	-16 -73	-41 -98	+151 +62	+89 0	+265 +125	+140 0	+360 0
Св. 400 до 500	+63 0	+31 -31	+18 -45	-17 -80	-45 -108	+165 +68	+97 0	+290 +135	+155 0	+400 0

**Таблица 2:** Предельные отклонения валов при номинальных размерах от 1 до 500 мм (система отверстия)

Интервал размеров, мм	предпочтительные поля допусков															
	g6	h6	js6	k6	n6	p6	r6	s6	f7	h7	e8	h8	d9	h9	d11	h11
	Предельные отклонения, мкм															
от 1 до 3	-2 -8	0 -6	+3 -3	+6 0	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	-6 -16	0 -10	-14 -28	0 -14	-20 -45	0 -25	-20 -80	0 -60
Св. 3 до 6	-4 -12	0 -8	+4 -4	+9 +1	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	-10 -22	0 -12	-20 -38	0 -18	-30 -60	0 -30	-30 -105	0 -75
Св. 6 до 10	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	-13 -28	0 -15	-25 -47	0 -22	-40 -76	0 -36	-40 -130	0 -90
Св. 10 до 18	-6 -17	0 -11	+5,5 -5,5	+12 +1	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	-16 -34	0 -18	-32 -59	0 -27	-50 -93	0 -43	-50 -160	0 -110
Св. 18 до 30	-7 -20	0 -13	+6,5 -6,5	+15 +2	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	-20 -41	0 -21	-40 -73	0 -33	-65 -117	0 -52	-65 -195	0 -130
Св. 30 до 50	-9 -25	0 -16	+8,0 -8,0	+18 +2	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	-25 -50	0 -25	-50 -89	0 -39	-80 -142	0 -62	-80 -240	0 -160
Св. 50 до 65	-10	0	+9,5	+21	+39	+51	+60 +41	+72 +53	-30	0	-60	0	-100	0	-100	0
Св. 65 до 80	-29	-19	-9,5	+2	+20	+32	+62 +43	+78 +59	-60	-30	-106	-46	-174	-74	-290	-190
Св. 80 до 100	-12	0	+11	+25	+45	+59	+73 +51	+93 +71	-36	0	-72	0	-120	0	-120	0
Св. 100 до 120	-34	-22	-11	+3	+23	+37	+76 +54	+101 +79	-71	-35	-126	-54	-207	-87	-340	-220
Св. 120 до 140							+88 +63	+117 +92								
Св. 140 до 160	-14 -39	0 -25	+12,5 -12,5	+28 +3	+52 +27	+68 +43	+90 +65	+125 +100	-43 -83	0 -40	-85 -148	0 -63	-145 -245	0 -100	-145 -395	0 -250
Св. 160 до 180							+93 +68	+133 +108								
Св. 180 до 200							+106 +77	+151 +122								
Св. 200 до 225	-14 -44	0 -29	+14,5 -14,5	+33 +4	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	-50 -96	0 -46	-100 -172	0 -72	-170 -285	0 -115	-170 -460	0 -290
Св. 225 до 250							+113 +84	+169 +140								
Св. 250 до 280	-17 -49	0 -32	+16,0 -16,0	+36 +4	+66 +34	+88 +56	+126 +94	+190 +158	-56 -108	0 -52	-110 -191	0 -81	-190 -320	0 -130	-190 -510	0 -320
Св. 280 до 315							+130	+202								

							+98	+170								
Св. 315 до 355	-18	0	+18,0	+40	+73	+98	+144	+226								
Св. 355 до 400	-54	-36	-18,0	+4	+37	+62	+108	+190	-62	0	-125	0	-210	0	-210	0
							+150	+244	-119	-57	-214	-89	-350	-140	-570	-360
							+114	+208								
Св. 400 до 450	-20	0	+20,0	+45	+80	+108	+166	+272								
Св. 450 до 500	-60	-40	-20,0	+5	+40	+68	+126	+232	-68	0	-135	0	-230	0	-230	0
							+172	+292	-131	-63	-232	-97	-385	-155	-630	-400
							+132	+252								

ГОСТ 25670—83 (СТ СЭВ 302—76) устанавливает предельные отклонения размеров гладких элементов деталей машин и приборов, если эти отклонения не указываются непосредственно у размеров, а оговариваются общей записью.

### 2.2.3. Шероховатости поверхностей.

При любом способе изготовления детали не могут быть абсолютно гладкими, т.к. на них остаются следы обработки, состоящие из чередующихся выступов и впадин различной геометрической формы и величины (высоты), которые оказывают влияние на эксплуатационные свойства поверхности.

На рабочих чертежах деталей должны быть приведены точные указания о шероховатость поверхности, допустимой для нормальной для нормальной работы этих деталей.

Под шероховатостью поверхности понимается совокупность микронеровностей поверхности, измеренных на определенной длине, которая называется базовой.

ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики» устанавливает специальные параметры и классы для оценки поверхности.

Параметры шероховатости поверхности.

Высотные параметры.

1. Rz, мКм – средняя высота микронеровностей по 10 точкам ( $1 \text{ мКм} = 0,001 \text{ мм}$ ).

2. Ra, мКм – среднее арифметическое отклонение профиля – среднее заключение, в пределах базовой длины  $l$ , расстояние точек выступов и точек впадин от средней линии.

**Таблица 3. Рекомендуемые классы чистоты поверхности.**

Класс чистоты пов-ти	Обознач.	Обрабатываемые поверхности
5	$R_z20$	Нерабочие поверхности зубчатых колес Внутренние поверхность юбки поршня Внутренняя нерабочая поверхность втулки
6	$R_a2,5$	Торцовые поверхности, служащие опорой для ступиц зубчатых колес. Боковая поверхность зубьев больших модулей долбленных и строганных колес Наружная поверхность зубчатого венца Внутренняя поверхность корпуса под подшипники качения
7	$R_a1,25$	Нерабочие поверхности бронзовых колес Опорная плоскость крышки блока Опорная шаброванная плоскость контрольной инструментальной линейки Шлифованный пруток для шпилек
8	$R_a0,63$	Сопрягаемые поверхности бронзовых колес Нерабочие шейки коленчатого и распределительного валов Гнезда под вкладыши коленчатого вала Цилиндрическая поверхность силовых шпилек Рабочие поверхности ходовых винтов Поверхности валов под подшипники качения
9	$R_a0,32$	Наружная поверхность днища поршня Отверстия поршневых бобышек палец под палец Поверхность полок шатунов. Рабочие поверхности центров Поверхности валов под подшипники качения классов В, А и с
10	$R_a0,16$	Рабочие шейки коленчатого вала быстроходного двигателя. Рабочие шейки распределительного вала. Рабочая плоскость клапана. Наружная поверхность юбки поршня. Поверхность лопастей крыльчатки нагнетателя
11	$R_a0,08$	Ведущий щиток клапана. Наружная поверхность поршневого пальца. Зеркало цилиндрической гильзы. Шарики и ролики подшипников качения. Рабочие шейки прецизионных быстроходных станков.
12	$R_a0,04$	Измерительные поверхности предельных калибров для 4 и 5го классов точности. Рабочие поверхности деталей измерительных приборов в подвижных сочленениях средней точности Шарики и ролики высокоскоростных ответственных передач.
13	$R_a0,1$	Измерительные поверхности приборов и калибров высокой точности (1, 2 и 3го классов). Рабочие поверхности деталей в подвижных сочленениях средней точности.
14	$R_z0,05$	Измерительные поверхности плиток. Измерительные поверхности

		измерительных приборов весьма высокой точности. Измерительные поверхности плиток высоких классов. Поверхности исключительно ответственных точнейших приборов
--	--	--

**2.3. Составить таблицу (маршрутную технологическую карту) с методами изготовления любой детали входящей в состав элемента гидрооборудования (таблица должна содержать не менее 5 технологических операций).**

**2.3.1. Выбор вида заготовки** является важным этапом технологического проектирования и во многом определяет качество готовых изделий и себестоимость их изготовления. Под заготовкой обычно понимается предмет производства, из которого изменением форм и размеров, шероховатости поверхностей и свойств материала изготавливают деталь или неразъемную сборочную единицу (узел). В качестве исходных заготовок в машиностроении принимают:

- 1) отливки, полученные литьем в песчаные либо металлические формы или другими способами;
- 2) горячекатаный прокат обычной или повышенной точности, а также профильный фасонный либо другой тип проката,
- 3) поковки, полученные методом свободной ковки, ковкой в подкладных кольцах и штампах;
- 4) штамповки (поковки), полученные обработкой давлением – объемной горячей и холодной штамповкой;
- 5) сварные заготовки из листового материала.

Выбор вида заготовки представляет собой сложную многовариантную задачу. При этом необходимость решения этой задачи может возникнуть на различных этапах технической подготовки производства, а именно: при конструировании, технологическом проектировании. В общем случае вид заготовки должен быть выбран при конструировании детали, а оптимальный метод ее изготовления уточнен при технологическом проектировании.

### **2.3.2. Технологического процесса механической обработки**

Любой технологический процесс механической обработки заготовок структурно состоит маршрутной и операционной технологий. Наиболее детализированной является операционная технология. Она включает в себя технологические операции. Среди основных составляющих технологических операций выделяют установы и технологические переходы. Установы

представляют собой часть технологической операции, выполняемой при одном неизменном закреплении заготовки.

В соответствии с Единой системой технологической документации (ЕСТД) полный комплект технологических документов включает в себя большое количество стандартных форм (карт). При практическом проектировании вид и число технологических карт зависит от конкретных условий производства и определяется стандартами.

Маршрутный технологический процесс представляет собой укрупненное описание последовательности и содержания технологических операций, которые выполняют для преобразования заготовки в готовую деталь.

*Для заданных элементов гидросистемы необходимо составить маршрутный технологический процесс изготовления.*

### **2.3.3. Методика разработки операционной технологии механической обработки**

На выбор последовательности механической обработки детали влияют следующие факторы:

- 1) характер производства;
- 2) требования, предъявляемые к качеству готовой детали по параметрам точности, состоянию и физико-механическим свойствам обрабатываемого поверхностного слоя.

В единичном производстве технологические операции включают в себя большое количество установов и переходов по обработке многих наружных и внутренних поверхностей. Все это требует частой смены и подналадки инструмента, затрат вспомогательного времени и т.д.

В технологических процессах серийного производства, спроектированных для специальных станков, одноименные операции дифференцированы и могут состоять из одного вспомогательного и одного основного перехода. Переустановки детали в одной операции отсутствуют, смена инструмента сведена к минимуму, затраты времени на подналадку инструмента уменьшается.

При оценке влияния требований, предъявляемых к качеству готовой детали, на построение технологического процесса ориентировочно можно руководствоваться следующим:

- 1) любой технологический процесс должен подчиняться структурной схеме (рис.9);
- 2) этапы техпроцесса взаимосвязаны с параметрами точности и методами обработки;

3) повышение твердости поверхности до HRC 35 выше требует перехода от обработки лезвийным инструментом к абразивной обработке;

4) наборы центрового инструмента при обработке отверстий принимают в соответствии с параметрами точности поверхностей.



Рисунок 9. Структурная схема технологического процесса изготовления деталей

**Таблица 4.** Взаимосвязь технологических этапов с параметрами точности при обработке лезвийным или абразивным инструментом

№ Этапа	Наименование и содержание этапа	Параметры требуемой точности Квалитет точности	Инструмент
<b>Обработка внешних поверхностей</b>			
000	Заготовка	В соответствии с требованиями ГОСТ на заготовки	
005	Термообработка: отжиг для снятия внутренних напряжений		
010	Черновая механическая обработка	Квалитет - 14	Предварительное точение
015	Термообработка: отжиг для снятия внутренних напряжений		
020	Получистовая механическая обработка	Квалитет - 11	Получистовая токарная обработка
025	Термообработка для повышения физикомеханических свойств деталей в соответствии с указаниями чертежа (если требуется)		
030	Чистовая механическая обработка при поверхностной твердости: HB = 120 – 180  HRC = 40	1. Квалитет - 9  2. Квалитет - 7	1. Обточить начисто 2. Шлифовать начисто
<b>Обработка внутренних поверхностей</b>			
000	Заготовка	В соответствии с требованиями ГОСТ на заготовки	

005	Термообработка: отжиг для снятия внутренних напряжений		
010	Черновая механическая обработка	Квалитет - 14	Расточить, сверлить
015	Термообработка для повышения физикомеханических свойств деталей в соответствии с указаниями чертежа (если требуется)		
020	Получистовая механическая	Квалитет – 11	Сверлить, зенкеровать
025	Термообработка для повышения физикомеханических свойств деталей в соответствии с указаниями чертежа (если требуется)		
	Чистовая механическая обработка при поверхностной твёрдости: HB = 120 – 180  HRC = 40	Квалитет - 9  Квалитет - 7	1. Сверлить, зенкеровать, развернуть начисто 2. Шлифовать начисто

#### **2.4. Составить технологическую схему сборки элементов гидросхемы (в соответствии с исходными данными).**

Технологическая схема сборки элемента должна соответствовать ГОСТ 23887-79.

Сборка – завершающий этап производственного процесса в машиностроении, она в значительной мере определяет качество изделий и их выпуск в заданные сроки. Трудоемкость узловой и общей сборки составляет в среднем около 30 % всей трудоемкости изготовления машин. В массовом и крупносерийном производстве эта доля меньше, а в единичном и мелкосерийном, где выполняется большой объем пригоночных работ, трудоемкость сборки достигает 40...50%. В связи с этим правильная организация, всесторонняя технологическая проработка сборочных работ, по части их содержания, структуры, механизации и автоматизации, имеет большое значение.

**Технологический процесс сборки** – процесс, содержащий действия по установке и образованию соединений составных частей заготовки или изделия.

**Узловая сборка** – сборка, объектом которой является составная часть изделия.

**Общая сборка** – сборка, объектом которой является изделие в целом.

Законченную часть технологического процесса, выполняемую на одном рабочем месте называют **технологической операцией**. Операция включает все действия оборудования и рабочих над одним или несколькими совместно собираемыми объектами (операционная партия).

Элементами технологических операций являются **технологические и вспомогательные переходы, рабочие и вспомогательные ходы, установ, позиция**.

Кроме технологических, различают еще **вспомогательные операции**, к которым относятся транспортирование, контроль, маркировку, смазку и др. работы. Сборку выполняют в определенной технологически и экономически целесообразной последовательности для получения изделий, полностью отвечающих установленным для них требованиям. Увеличение выпуска машин должно обеспечиваться интенсификацией технологических процессов. Поэтому основная задача заключается в построении высокопроизводительных технологических процессов.

Большую помощь при разработке технологических процессов общей и узловой сборки оказывают технологические схемы сборки. Эти схемы отражают структуру и последовательность сборки изделия и его составных частей. Технологические схемы сборки, не входящие согласно стандартам ЕСТД (Единой Системы Технологической Документации) в комплект технологической документации, рекомендуется составлять непосредственно по чертежам изделия перед разработкой основной технологической документации (технологических карт установленных форм).

Технологические схемы упрощают проектирование процессов сборки и позволяют оценить технологичность конструкции изделия. При построении технологических схем можно выявить допущенные конструктивные неувязки собираемого изделия. Технологические схемы сборки дают возможность четко представить порядок и последовательность выполнения сборочных операций, определяя их содержание и средства механизации. Для построения технологических схем необходимо различать виды изделий, классификация которых установлена ГОСТ 2.101-68 (рис.1), в соответствии с которой различают: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

**Изделием** называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Определение видов изделий.

**Деталь** – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

**Сборочная единица** – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, пайкой и т.п.).

**Комплекс** – два или более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций.

**Комплект** – два или более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера. Например, комплект запасных частей, комплект инструментов и принадлежностей.

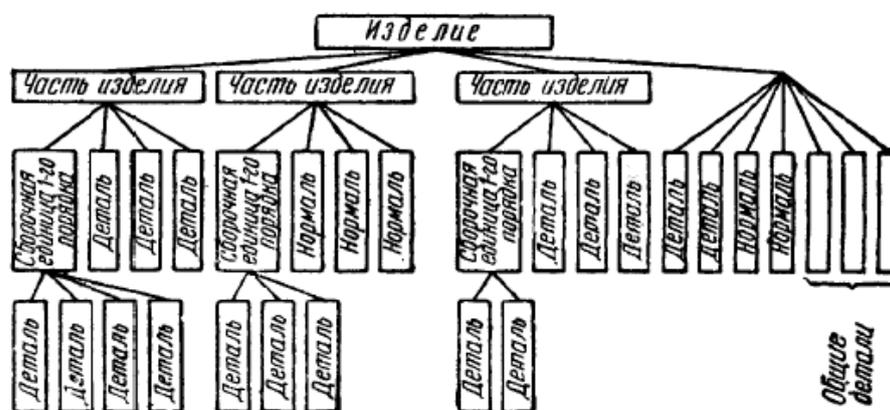


Схема Главного управления вооружения и технического снабжения РККА 1936 г.

Рисунок 10. Схема главного управления вооружения и технического снабжения РККА 1936

Изделия в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей делятся на:

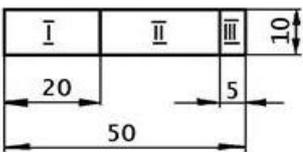
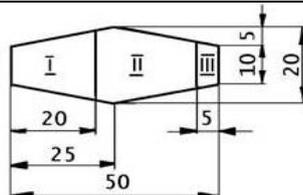
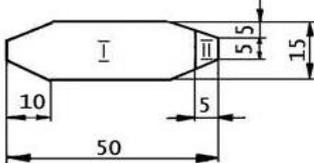
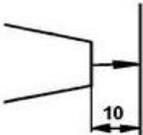
- а) **неспецифицированные** (детали) – не имеющих составных частей;
- б) **специфицированные** (сборочные единицы, комплексы, комплекты) - состоящие из двух или более составных частей. Понятие "составная часть" следует применять только в отношении конкретного изделия, в состав которого она входит. Составной частью может быть любое изделие (деталь, сборочная единица, комплекс и комплект).

### Правила построения технологических схем сборки

Сборку изделия (его составной части) начинают с базовой детали, которая первая устанавливается в сборочное приспособление (стенд, панель) и к которой в процессе сборки присоединяются другие детали или сборочные единицы.

Технологический процесс общей и узловой сборок представляется с помощью технологических схем, которые отражают структуру и последовательность сборки изделия и его составных частей.

**Таблица 5. Условные графические обозначения**

Наименование элементов схемы сборки	Обозначение	Наименование элементов схемы сборки	Обозначение
Деталь		Конструктивная сборочная единица	
Технологическая сборочная единица		Линия сборки	
Линия установки деталей или сборочных единиц			

Единых общепринятых правил построения и оформления схем сборки в отечественной технологии машиностроения нет, в различных источниках могут встречаться не совпадающие рекомендации. Тем не менее можно сформулировать ряд правил, которые следует соблюдать при построении схем и их использовании, исходящих из общепринятых требованиям наглядности и однозначности представлений.

1. На схемах каждый элемент изделия (деталь, сборочная единица) имеет свое условное обозначение (таблица). Деталь обозначается прямоугольником, сборочная единица шестиугольником, которые разделены на три зоны:

в зоне 1 проставляются обозначение и позиция детали (сборочной единицы) по чертежу;

в зоне 2 – наименование детали (сборочной единицы) по чертежу;

в зоне 3 – количество одновременно устанавливаемых деталей (сборочных единиц). Указанные в таблице размеры условного обозначения элемента изделия желательно выдерживать, составляя технологическую схему сборки, при выполнении данной лабораторной работы. В общем случае условные элементы изображаются произвольного масштаба, одинакового для данной схемы.

2. Процесс общей сборки изображают на схеме сплошной горизонтальной линией. Начало линии сборки обозначается сплошь зачерненным кружком Ø5 мм.

3. построение технологической схемы общей сборки начинают с базового элемента изделия, который располагают в левой части схемы, условное обозначение собранного объекта – в правой.

4. Процесс узловой сборки изображается линией, которую проводят в направлении от базового элемента к собранному объекту.

5. Линия сборки изображается сплошной основной линией по ГОСТ 2.303-68.

6. Условное изображение сборочных единиц, деталей, а также линии установки, демонтажа, информации выполняется сплошной тонкой линией по ГОСТ 2.303-68.

7. Условное обозначение всех деталей непосредственно входящих в изделие располагают сверху в порядке последовательности сборки.

8. Условное обозначение всех непосредственно входящих в изделие сборочных единиц располагают снизу.

9. При возможности одновременной установки нескольких составных частей изделия на его базовую деталь их соединительные линии на схеме сходятся в одной точке.

10. При необходимости технологические схемы сборки снабжают надписями-сносками, поясняющими характер сборочных работ (запрессовку, смазку, проверку зазора, доработку, клепку, выверку и т.п.), когда они не ясны из схемы, и выполняемый при сборке контроль.

11. Составляют в первую очередь схему общей сборки, а затем схемы узловой сборки (параллельно), обеспечивая необходимую согласованность и координацию действий на основе схемы общей сборки изделия.

Технологические схемы сборки на одно и то же изделие можно составить в нескольких вариантах, которые отличаются структурой и последовательностью комплектования сборочных элементов. Принятый вариант фиксируют составленной схемой, которая является одним из технологических документов.

### 3. Разработать монтажный чертеж гидросистемы (с учетом типа монтажа указанного в задании).

#### 3.1. Тип монтажа ГП.

Тип монтажа выбирается в соответствии с заданием на РГР. Для монтажного чертежа гидросистемы на каждой схеме указан блок (блок выделен пунктирной линией), входящий в гидросистему, для которого следует разработать рабочий чертеж.

Гидроаппаратура выбирается исходя из давления и расхода указанного в задании.

В данном разделе следует описать тип монтажа указанный в задании с указанием его достоинств и недостатков.

Для удобства применения в различных промышленных системах гидравлические элементы изготавливают в различных исполнениях, чаще всего изготавливаются аппараты трубного, стыкового, модульного, фланцевого, ввертного, вставного монтажа.

Варианты монтажа гидрооборудования приведены ниже:

#### 1. Аппараты модульного монтажа

В аппаратах модульного монтажа выполнены каналы А, В, Р и Т, проходящие насквозь всего корпуса. Эти каналы независимо от типа гидравлического аппарата выполнены на одном расстоянии и позволяют установить один гидроаппарат на другой без использования трубопроводов, рукавов штуцеров.

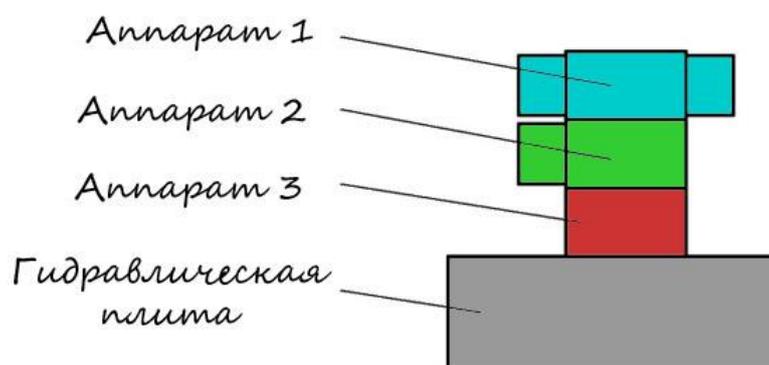


Рисунок 11. Модульный монтаж

Присоединительные размеры модульных аппаратов с диаметром условного прохода  $b$  показаны на следующем рисунке.

При необходимости между элементами можно расположить специальную монтажную плиту, обеспечивающую соединение нужных

каналов. Модульный монтаж позволяет собрать о модульную плиту, состоящую из различных гидравлических аппаратов *модульного монтажа*.

## 2. Гидравлические аппараты стыкового монтажа

Аппараты *стыкового монтажа* имеют посадочную поверхность, на которую выведены все подводящие каналы. Несколько гидравлических элементов стыкового монтажа часто располагают на одной гидравлической плите, в которой выполняют соединительные каналы.

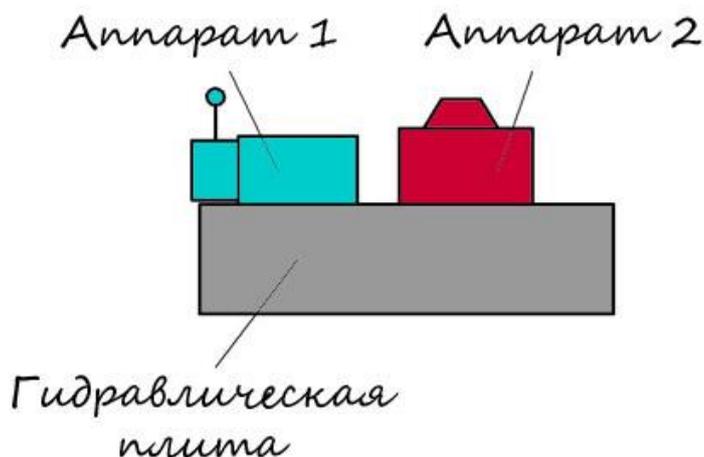


Рисунок 12. Стыковой монтаж

## 3. Аппараты Фланцевого монтажа

Гидравлические аппараты *фланцевого монтажа*, как правило, предназначены для систем с высокими расходами рабочей жидкости. Гидроаппараты можно присоединить к трубопроводам или соединить между собой с помощью фланцев.

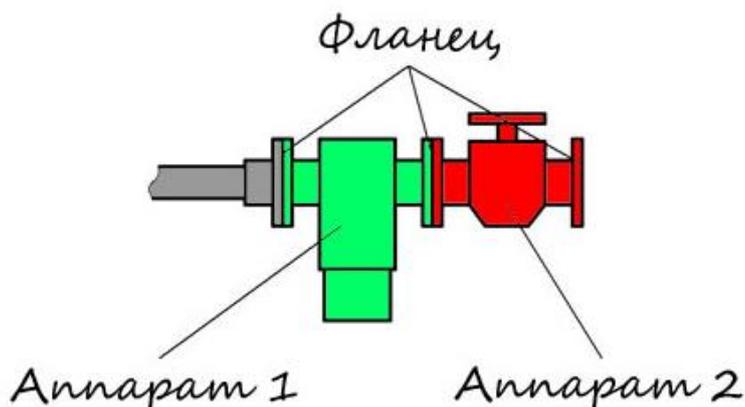


Рисунок 13. Фланцевый монтаж

## 4. Аппараты трубного монтажа

Гидравлических аппараты *трубного монтажа* выполнены с резьбой во всех каналах, к которым подводится (отводится) рабочая жидкость. К этим

каналам крепятся резьбовые штуцера и трубопроводы и таким образом образуется гидравлическая система.

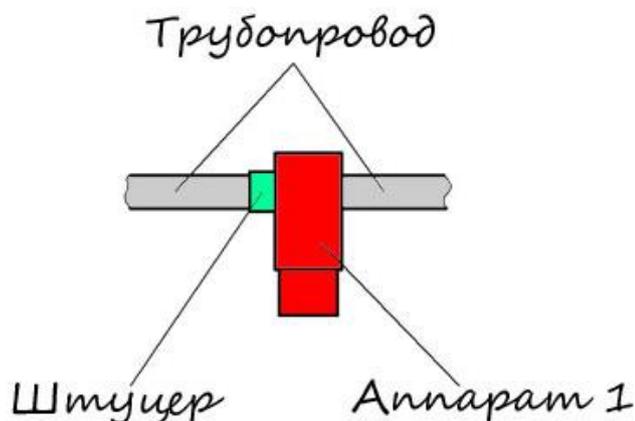


Рисунок 14. Трубный монтаж

#### 5. Гидравлическая аппаратура ввертного монтажа

Гидравлические элементы *ввертного, встраиваемого или вставного монтажа*, могут устанавливаться в гидравлическую плиту, в которой выполнены соответствующие каналы. Таким образом, элементы ввертного, вставного монтажа могут устанавливаться на одну *гидравлическую плиту* с элементами стыкового монтажа, которая обеспечит соединение нужных каналов, формируя гидравлическую систему.

Ввертные элементы можно установить в специально изготовленный корпус, который в свою очередь может быть с фланцевыми, резьбовыми подводами, или выполнять роль плиты модульного, стыкового монтажа. Получается, что при необходимости гидравлические элементы ввертного монтажа можно использовать как модульные, стыковые, фланцевые или трубные.

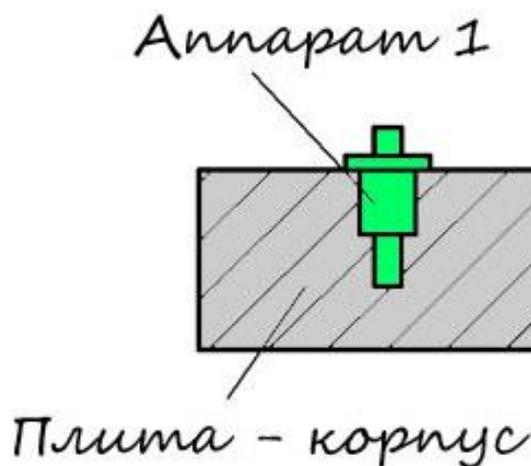


Рисунок 15. Ввертный монтаж

Схема системы с гидравлическими аппаратами различных монтажных исполнениях показана на рисунке.

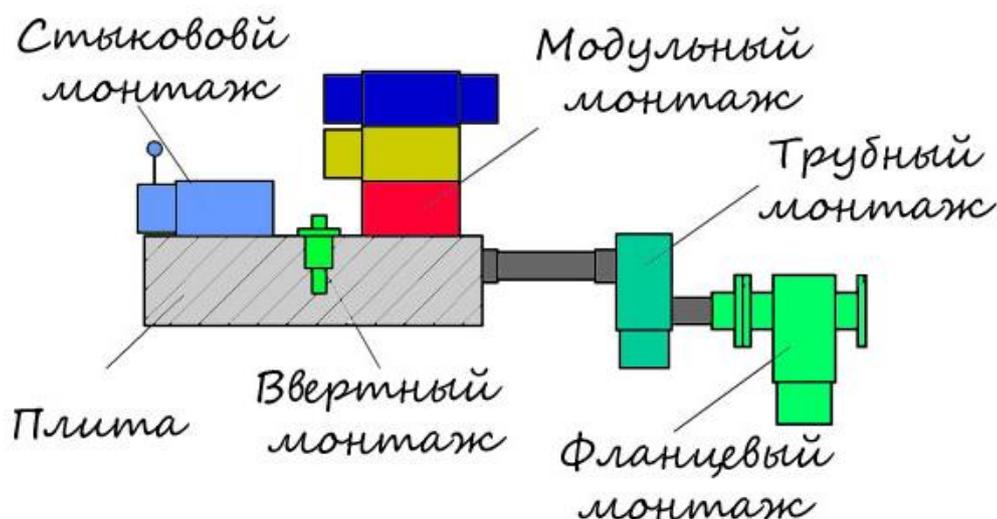


Рисунок 16. Комбинирование различных способов монтажа

### 3.2. Монтажный чертеж ГП

Тип гидроаппаратуры с присоединительными и габаритными размерами выбирается из справочников в соответствии с заданным давлением, расходом и типом монтажа (модульный, трубный и т.д.).

Спецификация элементов выносится на отдельный лист А4.

Монтажный чертеж указанного на схеме участка ГП выполняется на листе формата А3, в соответствии с типом монтажа гидрооборудования и требованиями ГОСТ 2.109.

Монтажный чертеж должен содержать:

- изображение монтируемого изделия;
- изображения изделий, применяемых при монтаже, а также полное или частичное изображение устройства (конструкции, фундамента), к которому изделие крепится;
- установочные и присоединительные размеры с предельными отклонениями;
- перечень составных частей, необходимых для монтажа;
- технические требования к монтажу изделия.

Монтируемое изделие изображают на чертеже упрощенно, показывая его внешние очертания. Подробно показывают элементы конструкций, которые необходимы для правильного монтажа изделия.

Устройство (объект, фундамент), к которому крепится монтируемое изделие, изображают упрощенно, показывая только те части, которые

необходимы для правильного определения места и способа крепления изделия.

Изображение монтируемого изделия и изделий, входящих в комплект монтажных частей, выполняют сплошными основными линиями, а устройство, к которому крепится изделие - сплошными тонкими линиями.

На монтажном чертеже указывают присоединительные, установочные и другие размеры, необходимые для монтажа.

На монтажном чертеже, предназначенном для монтажа изделия на различных местах, указывают также размеры, определяющие специфические требования к размещению изделия (например, минимальное расстояние до стены помещения и т.п.).

На монтажном чертеже комплекса указывают размеры, определяющие взаимное расположение составных частей, непосредственно входящих в комплекс.

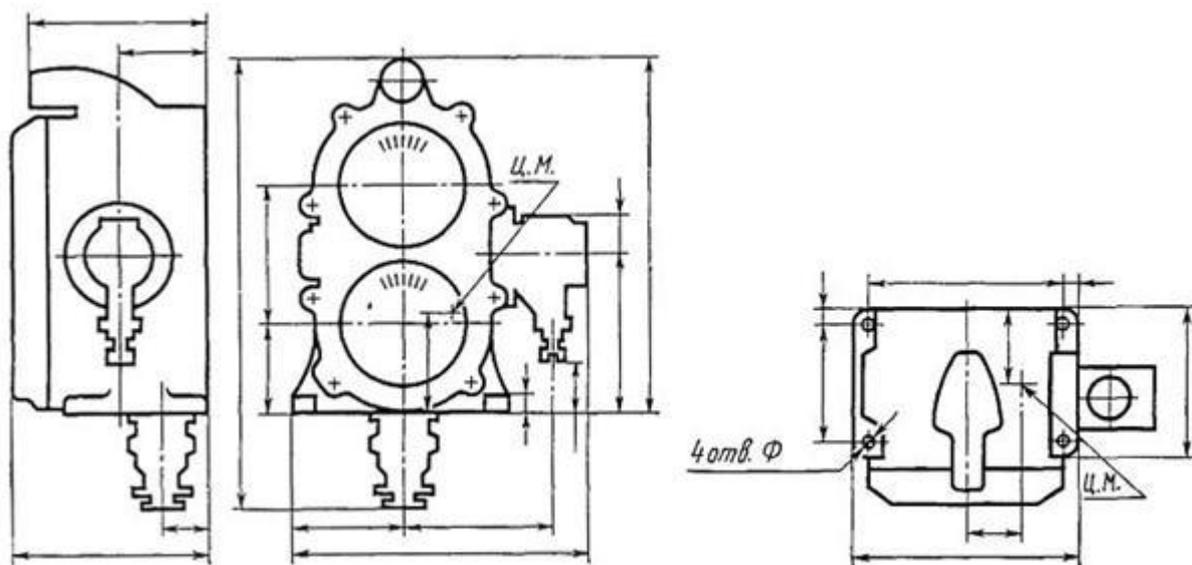


Рисунок 17. Пример расстановки размеров на монтажном чертеже

В перечень записывают монтируемое изделие, а также сборочные единицы, детали и материалы, необходимые для монтажа.

Допускается вместо перечня указывать обозначения этих составных частей на полках линий-выносок.

Изделия и материалы, необходимые для монтажа, поставляемые предприятием, изготовляющим монтируемое изделие, записывают в спецификацию комплекта монтажных частей.

На монтажном чертеже на полке линии-выноске или непосредственно на изображении указывают наименование и (или) обозначение устройства (объекта) или части устройства, к которому крепится монтируемое изделие.

#### **4. Рассчитать размерную цепь.**

При конструировании механизмов, машин, приборов и других изделий, проектировании технологических процессов, выборе средств и методов измерений возникает необходимость в проведении размерного анализа, с помощью которого достигается правильное соотношение взаимосвязанных размеров и определяются допустимые ошибки (допуски). Подобные геометрические расчеты выполняются с использованием теории размерных цепей.

Размерная цепь – совокупность размеров, образующих замкнутый контур и непосредственно участвующая в решении поставленной задачи. На чертежах размерная цепь оформляется незамкнутой, без обозначения размеров и отклонений одного из звеньев. В реальном объекте правильно составленная размерная цепь всегда замкнута. Последний (замыкающий) размер и поле допуска этого размера являются функцией остальных размеров. Все размеры цепи функционально взаимосвязаны и изменение любого из звеньев влечет за собой необходимость изменения как минимум еще одного звена.

В соответствии с определением целевое назначение размерной цепи зависит от решаемой задачи: обеспечение работоспособности конструкции (конструкторские цепи), обеспечение точности изготовления (технологические цепи), обеспечение точности измерения (измерительные цепи).

В одном объекте могут быть разные размерные цепи, причем некоторые из них могут включать одни и те же звенья. Звенья размерной цепи – размеры (элементы), образующие размерную цепь. Все звенья, входящие в цепь, называют составляющими звеньями размерной цепи. Звено, которое технологически получается последним в размерной цепи (при изготовлении или при сборке), называют замыкающим звеном.

Правильно рассчитанные размерные цепи обеспечивают нормальное функционирование реального объекта за счет нужных ограничений исходных звеньев. Исходное звено размерной цепи – звено, номинальное значение и отклонения которого должны быть обеспечены в ходе создания размерной цепи, поскольку они определяют функционирование изделия. В качестве примеров можно рассматривать зазоры в направляющих скольжения или по высоте шпонки в призматическом сопряжении. В процессе сборки изделия исходный размер, как правило, становится замыкающим. Размер замыкающего звена может быть положительным, отрицательным или равным нулю.

По виду задач, в решении которых участвуют размерные цепи, они разделяются на: конструкторские, технологические и измерительные.

*Конструкторские размерные цепи* решают задачу по обеспечению точности при конструировании, устанавливают связь размеров детали в изделии.

*Технологические размерные цепи* решают задачу по обеспечению точности при изготовлении деталей машин, устанавливают связь размеров деталей на разных этапах технологического процесса.

*Измерительные размерные цепи* решают задачу обеспечения точности при измерении, устанавливают связь между звеньями, которые влияют на точность измерения.

Звеном называется каждый из размеров, образующих размерную цепь. Звеном размерной цепи может быть линейный или угловой размер машины, узла, детали, определяющий размер поверхности (например, диаметр) или относительное расстояние (например, координирующий размер), либо относительный поворот поверхностей или их осей. Каждая размерная цепь содержит одно (и только одно) исходное или замыкающее звено и несколько составляющих звеньев.

В зависимости от расположения звеньев, цепи делятся на плоские и пространственные. В зависимости от вида звеньев различают линейные размерные цепи (звеньями являются линейные размеры) и угловые.

Линейной размерной цепью называют цепь, все звенья цепи сварной конструкции, состоящей из трех элементов которой параллельны между собой и лежат в одной плоскости или могут быть без изменений спроектированы на эту плоскость. Если все размеры этой цепи угловые, то такую цепь называют угловой размерной цепью.

#### 4.1. Пример расчета размерной цепи

Рассчитать заданную размерную цепь (см. рис. 18) по методу полной взаимозаменяемости (max/min). Допуски на составляющие звенья определять способом равных квалитетов (одного квалитета). Сделать проверку выполненных расчетов.

Исходные данные:

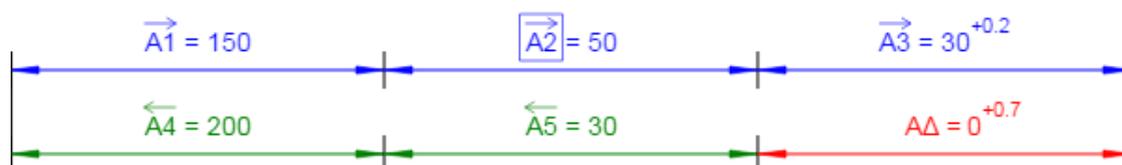


Рисунок 18 - Схема размерной цепи. Исходные данные.

Звенья размерной цепи:

$$A_1 = 150 \text{ (мм)}$$

$$A_2 = 50 \text{ (мм)}$$

$$A_3 = 30^{+0,2} \text{ (мм)} - \text{звено с известным допуском;}$$

$$A_4 = 200 \text{ (мм)}$$

$$A_5 = 30 \text{ (мм)}$$

Увеличивающие звенья:  $A_1, A_2, A_3$ ;

Уменьшающие звенья:  $A_4, A_5$ ;

Компенсирующее звено:  $A_2$

Замыкающее звено:  $A_\Delta$

Верхнее отклонение замыкающего звена  $E_s(A_\Delta) = 0,7 \text{ мм}$

Нижнее отклонение замыкающего звена:  $E_i(A_\Delta) = 0 \text{ мм}$

Определение характеристик замыкающего звена.

Номинальное значение замыкающего звена

Номинальное значение замыкающего звена  $A_\Delta$  определим по формуле:

$$A_\Delta = \sum_{j=1}^n \vec{A}_j - \sum_{q=1}^m \overleftarrow{A}_q \quad (1)$$

Где  $A_j$  – номинальный размер любого увеличивающего звена;

$A_q$  – номинальный размер любого уменьшающего звена;

$j$  – индекс увеличивающего звена;

$q$  – индекс уменьшающего звена;

$n$  – число увеличивающих звеньев;

$m$  – число уменьшающих звеньев;

Тогда для заданной размерной цепи формула (1) принимает вид:

$$A_\Delta = A_1 + A_2 + A_3 - (A_4 + A_5)$$

$$A_\Delta = 150 + 50 + 30 - (200 + 30) = 0 \text{ (мм)}$$

2.2. Допуск замыкающего звена

Допуск замыкающего звена  $A_\Delta$  определим по формуле:

$$T(A_i) = E_s(A_i) - E_i(A_i) \quad (2)$$

Где  $E_s(A_i)$  – верхнее отклонение звена;

$E_i(A_i)$  – нижнее отклонение звена;

$i$  – индекс звена;

$$\text{тогда } T(A_\Delta) = 0,7 - 0 = 0,7 \text{ (мм)}$$

Определение характеристик составляющих звеньев размерной цепи.

Определение допусков составляющих звеньев

Определение значений единиц допуска составляющих звеньев.

По таблице 6 принимаем количество единиц допуска для каждого звена

**Таблица 6** - Значение единиц допуска  $i$  для различных интервалов размеров.

Интервалы размеров, мм	1-3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-250	250-315	315-400
$i$ , мкм	0,55	0,73	0,9	1,08	1,31	1,56	1,86	2,17	2,52	2,9	3,23	3,54

$$A_1 = 150, i_1 = 2,52;$$

$$A_2 = 50, i_2 = 1,56;$$

$$A_4 = 200, i_4 = 2,89;$$

$$A_5 = 30, i_5 = 1,31;$$

3.1.2 Определение числа единиц допуска.

Число единиц допуска  $a_c$  находим по формуле:

$$a_c = \frac{T(A_\Delta) - \sum_{s=1}^u T(A_s)}{\sum_{b=1}^{k-u} i_b} \quad (3)$$

Где  $T(A_s)$  - допуск звена с известным допуском;

$u$  - число звеньев с известным допуском;

$s$  - индекс звена с известным допуском;

$b$  - индекс звена с неизвестным допуском;

$i_b$  - значение единицы допуска, мкм.

Тогда для заданной размерной цепи формула (3) принимает вид:

$$a_c = \frac{T(A_\Delta) - T(A_3)}{i_1 + i_2 + i_4 + i_5}$$

Тогда

$$a_c = \frac{700 - 200}{2,52 + 1,56 + 2,89 + 1,31} = 60,4$$

Определение квалитетов составляющих звеньев.

По числу единиц допуска  $a_c=60,4$  принимаем квалитет 9 (см. табл.7).

**Таблица 7** - Число единиц допуска, содержащихся в допуске по квалитетам, коэффициент точности «а».

Квалитет IT	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
----------------	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Кэф. точн. а	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000
-----------------	---	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	------

На составляющие звенья назначаем допуски по 9 качеству (см. табл.8).

На увеличивающие размеры допуски назначаем по Н

На уменьшающие размеры допуски назначаем по h

$$A1 = 150H9^{(+0,1)} \text{ (мм);}$$

$$A4 = 200h9_{(-0,115)} \text{ (мм);}$$

$$A5 = 30h9_{(-0,052)} \text{ (мм);}$$

**Таблица 8** - Величины допусков (мкм) для различных интервалов размеров (мм) и качеств

Квалит еты	Интервалы (свыше) – до, мм												
	До 3	3-6	6-10	10-18	18-30	30-50	50-80	80-120	120-180	180-250	250-315	315-400	400-500
5	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	25	27
6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97
9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
13	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
14	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550
15	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850	2100	2300	2500
16	600	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3600	4000

Определение середины поля допуска i-го звена  
Середину поля допуска i-го звена определим по формуле:

$$C(A_i) = \frac{Es(A_i) + Ei(A_i)}{2} \quad (4)$$

Где  $Es(A_i)$  – верхнее отклонение звена;

$Ei(A_i)$  – нижнее отклонение звена;

Тогда

$$C(A1) = \frac{(0,1 + 0)}{2} = 0,05$$

$$C(A3) = \frac{(0,2 + 0)}{2} = 0,1$$

$$C(A4) = \frac{(0 + (-0,115))}{2} = -0,0575$$

$$C(A5) = \frac{(0 + (-0,052))}{2} = -0,026$$

### Определение характеристик компенсирующего звена.

Компенсирующее звено: A2 - увеличивающее звено

#### 4.1. Определение допуска компенсирующего звена.

Допуск компенсирующего звена определим по формуле:

$$T(A_k) = T(A_\Delta) - \sum_{i=1}^{k-1} T(A_i) \quad (5)$$

Тогда для заданной размерной цепи формула (5) принимает вид:

$$T(A_{2k}) = T(A_\Delta) - (T(A1) + T(A3) + T(A4) + T(A5))$$

Тогда

$$T_{A_{2k}} = 0,7 - (0,1 + 0,2 + 0,115 + 0,052) = 0,233 \text{ (мм)}$$

#### 4.2. Определение середины поля допуска компенсирующего звена

Середину поля допуска компенсирующего звена определим по формуле:

$$C(A_K) = C(A_\Delta) + \sum_{q=1}^m C(\overleftarrow{A_i}) - \sum_{j=1}^{n-1} C(\overrightarrow{A_i}) \quad (6)$$

Где  $C(A_j)$  - координата середины поля допуска любого увеличивающего звена;

$C(A_q)$  - координата середины поля допуска любого уменьшающего звена;

$C(A_\Delta)$  - координата середины поля допуска замыкающего звена;

Тогда для заданной размерной цепи формула (6) принимает вид:

$$C(A_{2k}) = C(A_\Delta) + (C(A4) + C(A5)) - (C(A1) + C(A3))$$

$$\text{Тогда } C(A_{2k}) = 0,35 + ((-0,0575) + (-0,026)) - (0,05 + 0,1) = 0,1165$$

#### 4.3. Определение верхнего отклонения компенсирующего звена

Верхнее отклонение компенсирующего звена определим по формуле:

$$Es(A_k) = C(A_k) + 0,5 \cdot T(k) \quad (7)$$

$$\text{Тогда } Es(A_k) = 0,1165 + (0,5 \cdot 0,233) = 0,233$$

#### 4.4. Определение нижнего отклонения компенсирующего звена

Нижнее отклонение компенсирующего звена определим по формуле:

$$Ei(A_k) = C(A_k) - 0,5 \square T(k) \quad (8)$$

Тогда

$$Ei(A_k) = 0,1165 - (0,5 \square 0,233) = 0$$

#### Результаты расчета.

Звенья размерной цепи с определенными допусками:

$$A1 = 150H9^{(+0,1)} \text{ (мм);}$$

$$A2 = 50^{+0,233} \text{ (мм);}$$

$$A3 = 30^{+0,2} \text{ (мм);}$$

$$A4 = 200h9_{(-0,115)} \text{ (мм);}$$

$$A5 = 30h9_{(-0,052)} \text{ (мм);}$$

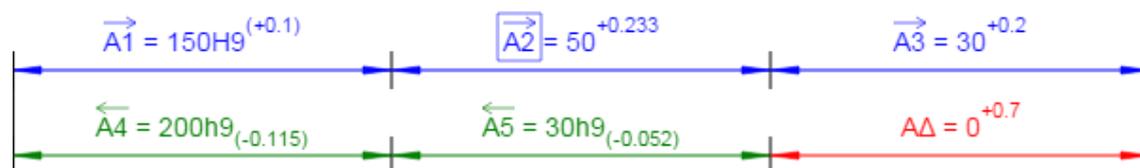


Рисунок 19 - Схема размерной цепи. Результаты расчета.

#### Проверка расчета.

Проверка правильности решения задачи производится по формулам:

$$Es(A_{\Delta}) = \sum_{j=1}^n Es(\vec{A}_j) - \sum_{q=1}^m Ei(\overleftarrow{A}_q) \quad (9)$$

Где  $Es(A_j)$  – верхнее отклонение любого увеличивающего звена;

$Ei(A_q)$  – нижнее отклонение любого уменьшающего звена;

Тогда для заданной размерной цепи формула (9) принимает вид:

$$Es(A_{\Delta}) = Es(A1) + Es(A2) + Es(A3) - (Ei(A4) + Ei(A5))$$

Тогда

$$Es(A_{\Delta}) = 0,1 + 0,233 + 0,2 - ((-0,115) + (-0,052)) = 0,7$$

$$Ei(A_{\Delta}) = \sum_{j=1}^n Ei(\vec{A}_j) - \sum_{q=1}^m Es(\overleftarrow{A}_q) \quad (10)$$

Где  $Ei(A_i)$  – нижнее отклонение любого увеличивающего звена;

$Es(A_q)$  – верхнее отклонение любого уменьшающего звена;

Тогда для заданной размерной цепи формула (10) принимает вид:

$$Ei(A_{\Delta}) = Ei(A1) + Ei(A2) + Ei(A3) - (Es(A4) + Es(A5))$$

тогда

$$Ei(A_{\Delta}) = 0 + 0 + 0 - (0 + 0) = 0$$

Список источников

1. [http://grafika.stu.ru/wolchin/umm/in\\_graph/ig/006/000.htm](http://grafika.stu.ru/wolchin/umm/in_graph/ig/006/000.htm)
2. <https://studfiles.net/preview/5582739/>
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ЦЕПИ РАЗМЕРНЫЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЛИНЕЙНЫХ И УГЛОВЫХ ЦЕПЕЙ. РД 50-635-87

## Содержание РГР

1. Описать назначение рассматриваемой машины, описать объект гидрофикации и выбрать тип производства машины в целом.

2. Разработать технологическую документацию на элемент гидросхемы. Элемент выбрать в соответствии с исходными данными.

2.1. Оформить сборочные чертежи/чертеж элементов гидросхемы ( в соответствии с исходными данными)

2.2. оформить рабочие чертежи всех нестандартных элементов входящих в состав элементов гидросхемы с указанием допусков, качества точности, шероховатостями поверхностей, методами изготовления и материалом заготовки.

2.3. Составить таблицу (маршрутную технологическую карту) с методами изготовления любой детали входящей в состав элемента гидрооборудования (таблица должна содержать не менее 5 технологических операций).

2.4. Составить технологическую схему сборки элементов гидросхемы (в соответствии с исходными данными).

3. Разработать монтажный чертеж гидросистемы (с учетом типа монтажа указанного в задании).

4. Рассчитать размерную цепь гидросистемы (данные свести в таблицу).

РГР должна состоять из пояснительной записки объемом до 20 листов, сборочные рабочие чертежи элементов схемы – 1, 2 листа А3 или А2 + спецификация к каждому сборочному чертежу, рабочие чертежи деталей – 4-8 листов А4, монтажный чертеж гидросистемы – 1 лист А3 или А2 + спецификация.

Вся работа оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ.

Пояснительная записка. Общие требования к выполнению текстовых документов устанавливает ГОСТ 2.105-95. Работа оформляется на листах формата А4 и брошюруется в обложку. На лицевой стороне обложки оформляется титульный лист, на первом листе текстовой части записки, размещается содержание, далее пояснительная записка с содержащимися в ней рисунками.

Рабочие чертежи и спецификация в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73.

## Исходные данные для РГР

Вариант: последние 3 цифры зачетки ABC

	<b>А</b>	<b>В</b>	<b>С</b>
	<b>Схема</b>	<b>Тип монтажа</b>	<b>Элемент схемы</b>
	№1	Модульный тип	Распределитель и фильтр
	№2	Стыковой тип	Клапан предохранительный и клапан обратный
	№3	Трубного типа	Насосная установка
	№4	Ввертный тип	Гидроцилиндр и клапан обратный
	№5	Модульный тип	Распределитель и обратный клапан
	№6	Стыковой тип	Клапан предохранительный и распределитель
	№7	Трубного типа	Теплообменный аппарат и гидроцилиндр
	№8	Ввертный тип	Клапан предохранительный и фильтр
	№9	Модульный тип	Насосная установка
	№10	Ввертный тип	Насос и клапан обратный

Схема 1.

Экскаватор БОРЕКС-3106

Гидропривод стрелы экскаватора

$P_{\max}=12\text{МПа}$ ,  $Q_{\max}=50\text{л/мин}$

Схема для разработки монтажного чертежа в прямоугольнике обозначенном пунктирной линией (в нее входят распределители Р1-Р3, регуляторы расхода РР1-РР3, клапаны давления КД1-КД3).

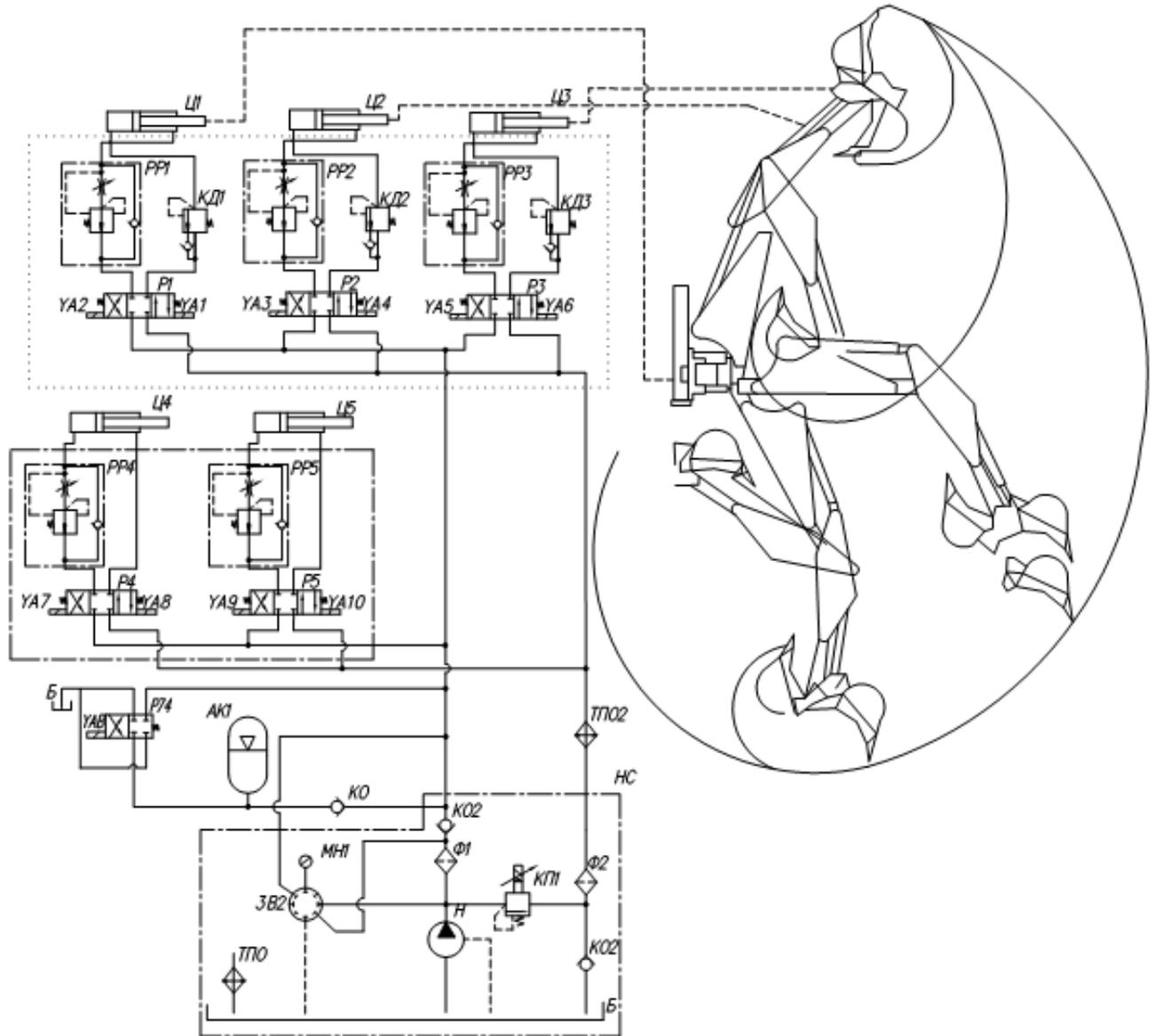
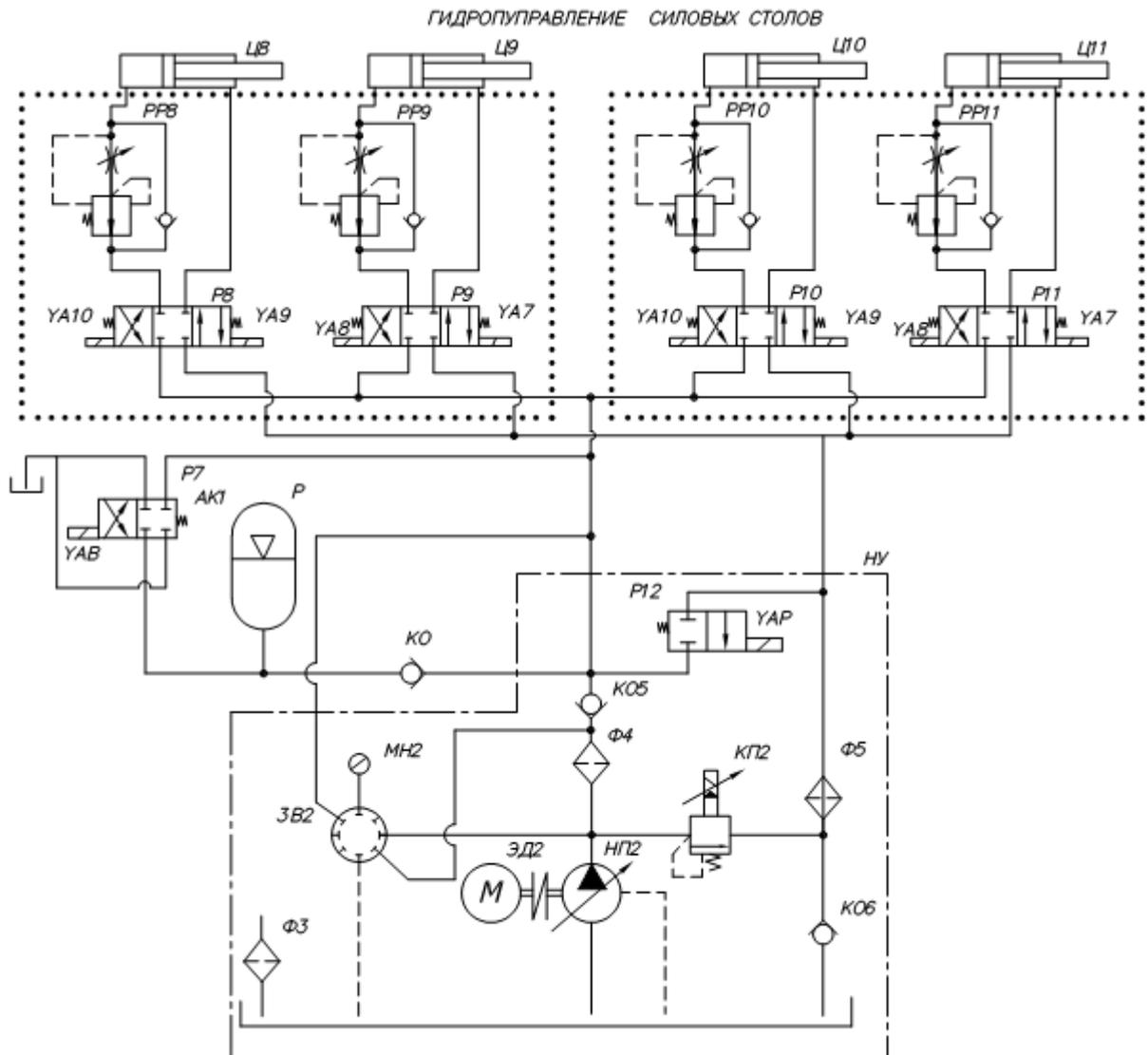


Схема 2.

Гидропривод подвода-отвода силовых столов агрегатного станка

$P_{max}=6,3\text{МПа}$ ,  $Q_{max}=120\text{ л/мин}$

Схема для разработки монтажного чертежа в прямоугольнике обозначенном пунктирной линией (1-й блок распределители P8,P9, регуляторы расходы PP8, PP9, второй блок аналогичен первому и в него входят распределители P10, P11, регуляторы расхода PP10, PP11).

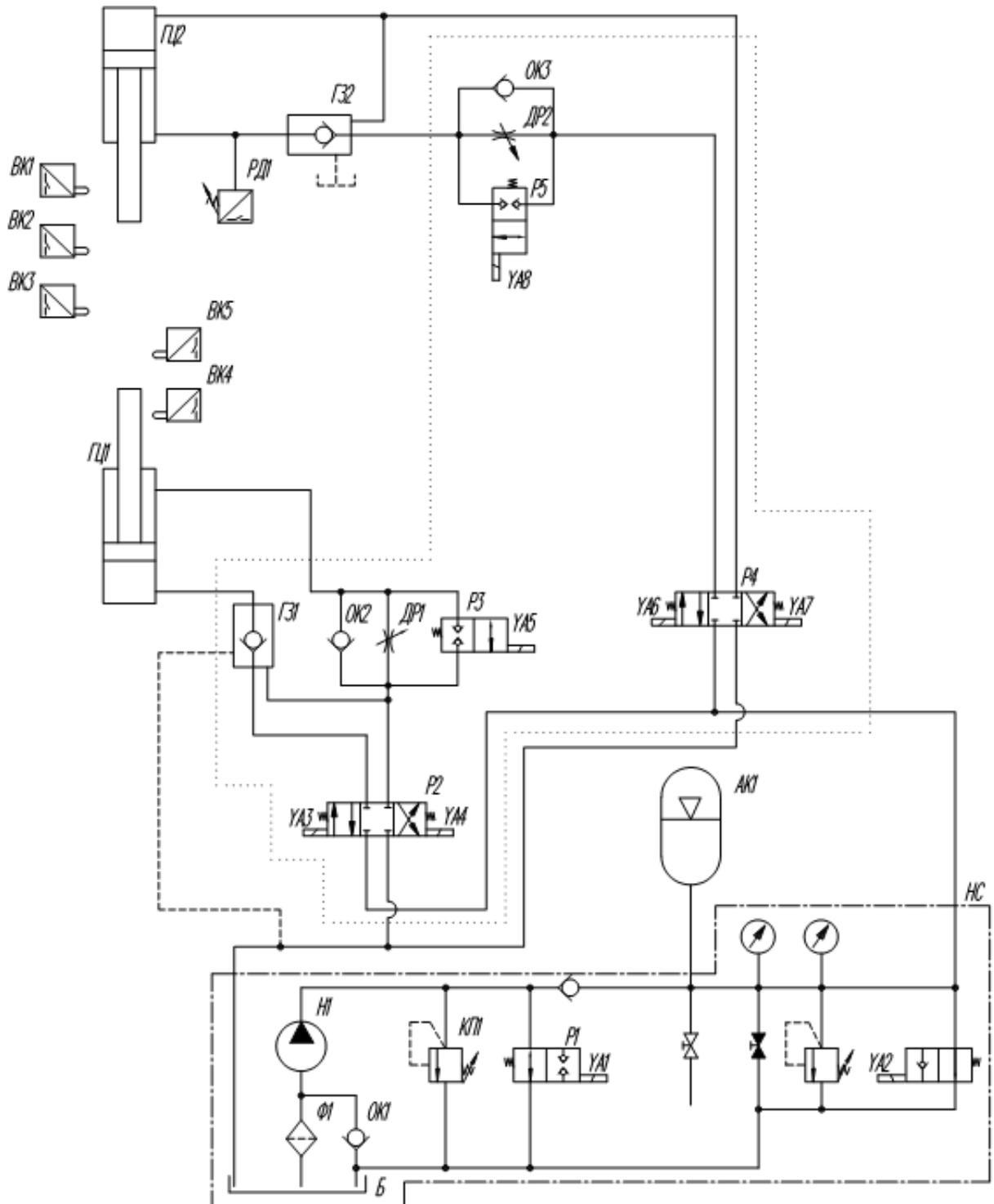


### Схема 3

Гидропривод пресса для производства пластмасс

$P_{\max}=3,2\text{МПа}$ ,  $Q_{\max}=35\text{л/мин}$

Схема для разработки монтажного чертежа в прямоугольнике обозначенном пунктирной линией (в блок входят распределители P2-P5, гидрозамок ГЗ1, клапан обратный ОК2, ОК3, дроссель ДР1, ДР2).



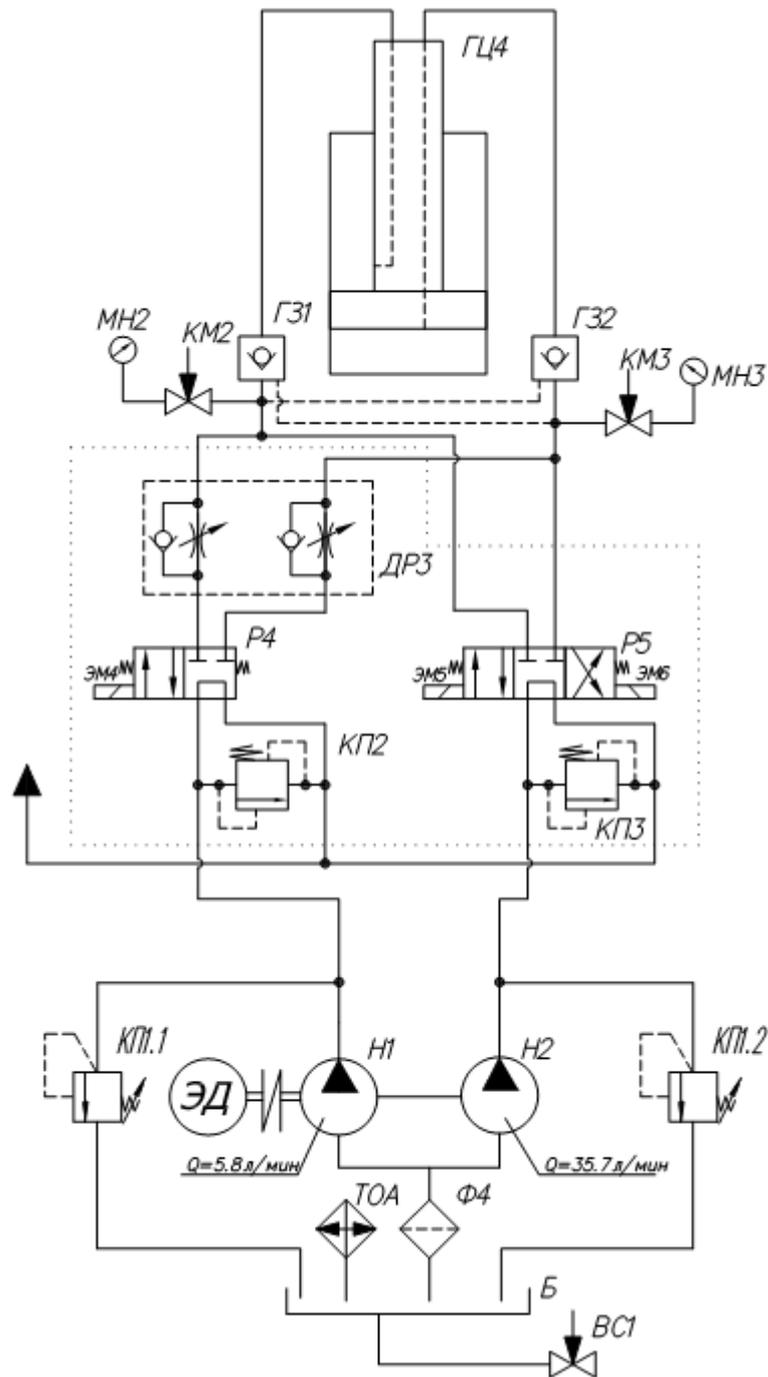
#### Схема 4

Гидропривод вертикального токарно-сверлильного станка

Подача силовой головки

$P_{\max}=20\text{МПа}$ ,  $Q_{\max}=40\text{л/мин}$

Схема для разработки монтажного чертежа в прямоугольнике обозначенном пунктирной линией (в блок входят клапаны предохранительные КП2,КП3, распределители Р4, Р5, дроссель ДРЗ).

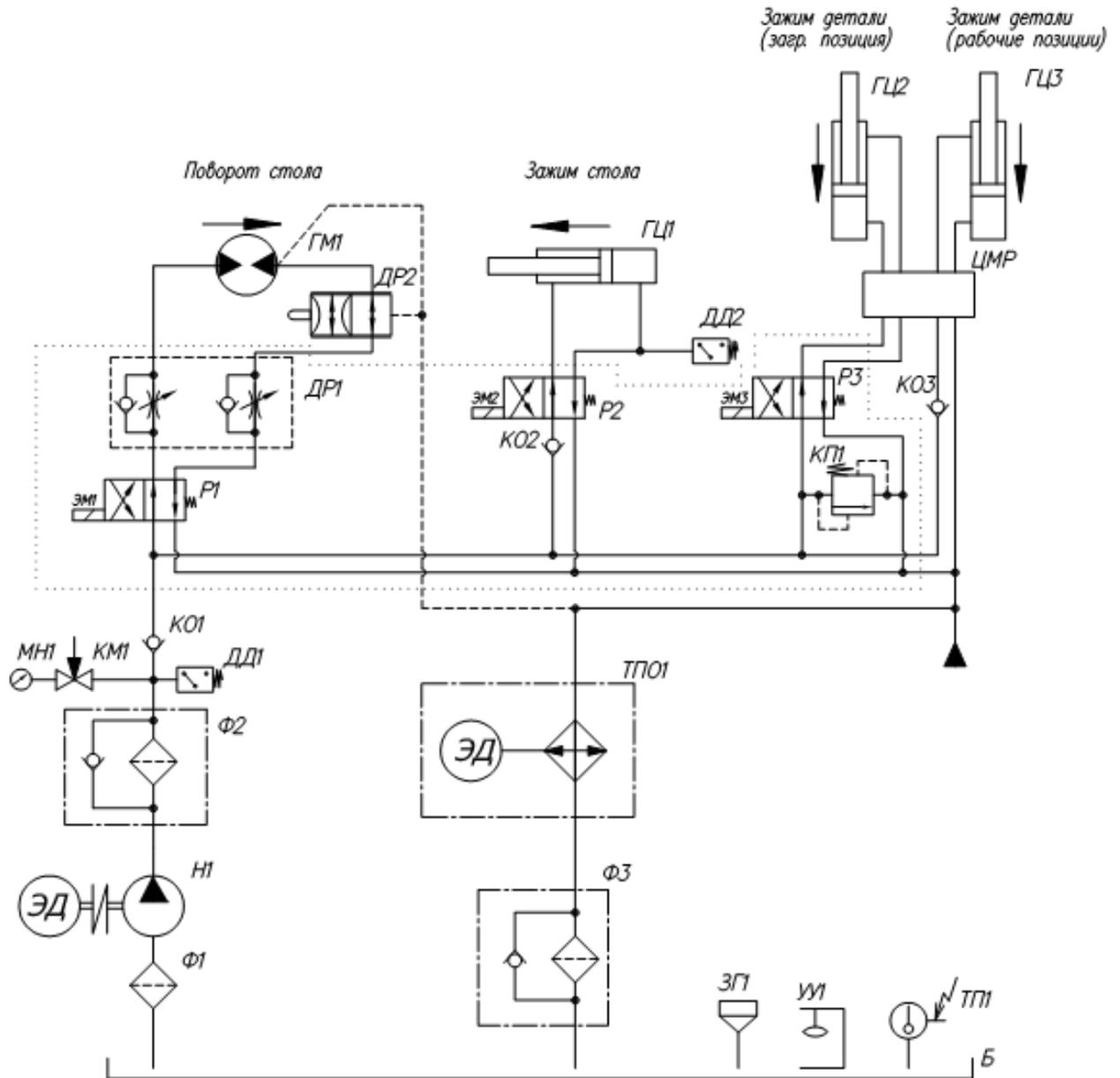


### Схема 5

Гидропривод вертикального токарно-сверлильного станка

$P_{max}=12\text{МПа}$ ,  $Q_{max}=80\text{л/мин}$

Схема для разработки монтажного чертежа в прямоугольнике обозначенном пунктирной линией (в блок входят распределители P1-P3, клапан предохранительный КП1, дроссель ДР1, клапан обратный КО2).

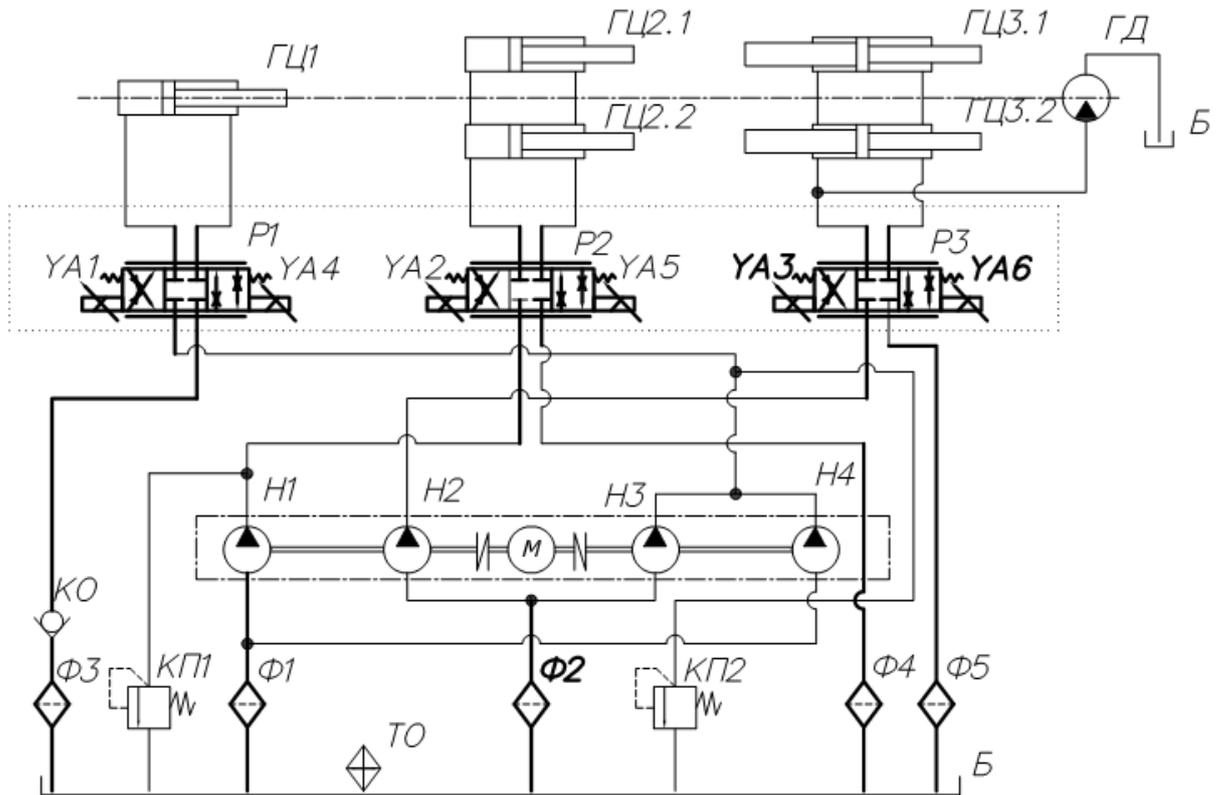


### Схема 6

Гидропривод термопластавтомата

$P_{\max}=32\text{МПа}$ ,  $Q_{\max}=150\text{л/мин}$

Схема для разработки монтажного чертежа в прямоугольнике обозначенном пунктирной линией (в блок входят распределители с пропорциональным управлением P1-P3).



## Схема 7

## Схема 8

## Схема 9

## Схема 10