

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет «Авиастроение. Транспорт, сервис и эксплуатация»
Кафедра «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и тепловые процессы»

**Инновационные промышленные технологии
производства
гидропневмосистем и ГПА**

Методические указания и задания по выполнению
курсовой (расчетно-графической работы)

Ростов-на-Дону

2012

Составитель: канд. техн. наук, доц. А.В. Кожухова

Инновационные промышленные технологии производства гидропневмосистем и ГПА: Метод. указания и задания по выполнению расчетно-графической работы / ДГТУ. Ростов н/Д, 2012, 63с.

Даны необходимые методические указания и задания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Инновационные промышленные технологии производства гидропневмосистем и ГПА».

Для всех форм обучения, включая дневную, сокращенную и дистанционную направления 220600 «Инноватика».

Печатается по решению методической комиссии факультета «Авиастроение, транспорт, сервис и эксплуатация» ДГТУ

Научный редактор:

доктор технических наук, профессор В.С. Сидоренко

Рецензенты:

Кафедра «Гидропривод и гидропневоавтоматика» Южно-Российского государственного технического университета, доцент, кандидат технических наук В.С.Крутиков.



Донской государственный технический университет, 2012

1.Цель работы

Выполнение курсовой (расчетно-графической) работы– заключительный этап изучения студентами дисциплины специальности «Инновационные промышленные технологии производства гидропневмосистем и ГПА».

Целью работы является закрепление полученных студентами теоретических знаний, а также освоение ими методики расчета и проектирования технологических процессов сборки гидромашин и средств ГПА и изготовления их деталей.

Для успешного выполнения работы студент должен:

- обладать необходимым объемом теоретических знаний;
- уметь анализировать расчеты с целью обоснования принимаемых проектных решений;
- выполнять требования, предъявляемые к оформлению технической документации;
- уметь пользоваться технической литературой, справочниками, ГОСТами и другими нормативными материалами.

II.Состав и содержание задания на выполнение работы

Задание содержит тему работы, исходные данные, включающие:

- тип гидромашин или гидроаппарата с указанием модели и основных характеристик (давление, расход, массо-габаритные характеристики)
- эскиз сборочной единицы.

III.Этапы выполнения работы

- изучение и анализ исходных данных, представленных в задании. Подбор литературы, необходимой для выполнения работы, см. список рекомендованной литературы;

- выполнение сборочного чертежа со спецификацией, построение размерной цепи и выбор метода достижения точности замыкающего звена, см. Приложение А;
- составление структурной схемы сборки гидромашины или гидроаппарата;
- выбор вида сборки и оборудования;
- разработка технологического операционного процесса сборки, эскизов сборочных операций;
- выполнение чертежа детали с анализом соответствия требований к точности ее изготовления;
- анализ технологичности конструкции детали и определение типа ее производства;
- обоснование метода получения заготовок и выбор материала;
- технико-экономическое обоснование выбора заготовки;
- разработка маршрутного технологического процесса обработки детали;
- разработка технологических операций;
- выбор оборудования и режущего и измерительного инструмента;
- расчет режимов резания;
- выбор покрытия и метода консервации детали;
- методика испытания гидромашины или гидроаппарата.

IV. Структура, порядок изложения и оформления работы

- титульный лист;
 - задание на выполнение работы, подписанное руководителем и студентом;
- введение;
- эскиз сборочной единицы с основными исходными данными;
 - расчетная часть в соответствии с приведёнными ниже методическими указаниями, см. Приложение Б;
 - сборочный чертеж со спецификацией;
 - эскизы сборочных операций;
 - чертеж детали;

Работа оформляется на листах формата А4 и брошюруется в обложку из плотной бумаги. На лицевой стороне обложки оформляется титульный лист в соответствии с СТП1-2001.

Список рекомендуемой литературы

- 1.Суслов А.Г. Технология машиностроения: учеб. для вузов /А.Г. Суслов – М.: Машиностроение, 2004 – 397 с.
- 2.Схиртладзе А.Г. Проектирование нестандартного оборудования: учеб. для вузов /А.Г. Схиртладзе, С.Г. Ярушин – М.: Новое знание, 2006 – 424 с.
- 3.Технология машиностроения: сб. задач и упр. /В.И. Аверченков и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2005 – 286 с.
- 4.Кабаков М.Г., Стесин С.П. Технология производства гидроприводов. -М.: Машиностроение, 1974, 192 с.
- 5.Ильин М.Г., Бекиров ЯА. Технология изготовления прецизионных деталей гидроприводов. -М.: Машиностроение,1971, 160 с.

1 Служебное назначение и описание работы сборочной единицы

Насосы пластинчатые с автоматически изменяющимся объемом и постоянным направлением потока рабочей жидкости предназначены для подачи рабочей жидкости в гидросистемы станков автоматических линий и других стационарных машин, работающих в закрытых помещениях.

Применяются в гидросистемах, где требуется поддержание постоянного давления без дросселирования рабочей жидкости. Использование насосов типа Г12-5 повышает эффективность работы гидравлического привода и уменьшает нагрев жидкости в системе.

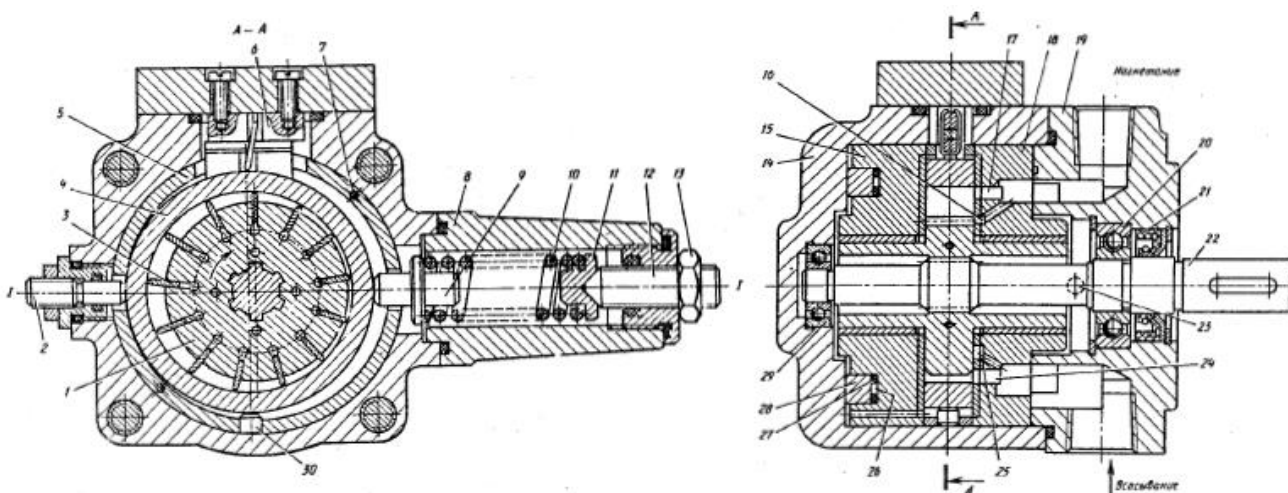


Рисунок 1 - Насос пластинчатый регулируемый типа Г12-53АМ

Насосы типа Г12-5М по ТУ2-053-1765-85 имеют рабочий комплект, состоящий из ротора 1 с пластинами 3, статора 4, наружного кольца 5, переднего 18 и заднего 15 распределительных дисков. Комплект установлен в соединенных между собой корпусе 14 и крышке 19 и скреплен винтами 7. Шейки ротора опираются на подшипники скольжения, выполненные в распределительных дисках. Ротор шлицами связан с приводным валом 22, опирающимся на шарикоподшипники 20 и 29. В переднем диске выполнены пазы

24 и 17 для всасывания и нагнетания масла, а также пазы 16 и 25 для соединения обращенных к центру ротора торцовых поверхностей пластин с напорной (на участке нагнетания) или всасывающей (на участке всасывания) линиями. Задний диск имеет связанную с напорной линией кольцевую камеру 26, ограниченную шайбой 28 и кольцами 27.

При вращении ротора рабочий комплект сжимается давлением масла в камере 26, а пластины под действием центробежной силы и давления масла (на участке нагнетания) прижимаются к расположенной эксцентрично внутренней поверхности статора, причем объемы рабочих камер, ограниченных двумя соседними пластинами, ротором, статором и распределительными дисками, изменяются: увеличиваются при движении камеры ниже оси I – I и уменьшаются в процессе ее движения выше этой оси. Пазы 24 и 17 выполнены таким образом, что при увеличении объемов камер последние постоянно связаны со всасывающей линией, а при уменьшении – с напорной. Давление масла в зоне нагнетания создает усилие, действующее на ротор сверху вниз (воспринимается опорой 6).

Благодаря тому, что пазы 24 и 17 выполнены несимметрично относительно оси I – I (повернуты на некоторый угол α в направлении вращения), усилие, действующее на статор, отклоняется от вертикали, т.е. появляется некоторая составляющая F этого усилия, стремящаяся сдвинуть статор, опирающийся на неподвижную 30 и подвижную 6 опоры, вправо, преодолевая усилие пружины 10 регулятора давления. Последний содержит также корпус 8, толкатель 9, подпятник 11, регулировочный винт 12 и гайку 13. Наибольший эксцентриситет ограничивается упором 2. Наружные утечки исключаются манжетой 21, утечки из корпуса отводятся через дренажное отверстие 23.

2 Определение типа производства пластинчатого насоса

Такт выпуска рассчитывается по формуле:

$$t_{\epsilon} = \frac{60 \cdot F_{\partial} \cdot m}{N}, \quad (1)$$

где $m = 1$ – количество смен;

N – годовая программа выпуска деталей;

F_{∂} – действительный годовой фонд времени работы оборудования в часах ($F_{\partial} = 1840 \div 1930$ час/год).

Приняв $F_{\partial} = 1840$ час/год и $N = 10000$ шт., рассчитаем такт выпуска:

$$t_{\epsilon} = \frac{60 \cdot F_{\partial} \cdot m}{N} = \frac{60 \cdot 1840 \cdot 1}{10000} = 11,04 \text{ мин/шт}$$

Рассчитаем годовой объем выпуска по формуле:

$$W_{CE} = W_{\text{парт}} \cdot n_{CE} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1}{100}\right), \quad (2)$$

где $W_{\text{парт}} = N$ – годовая программа выпуска деталей;

$n_{CE} = 49$ – количество деталей в сборочной единице;

$\alpha_1 = 10\%$ – процент деталей, выпускаемых на запасные части.

$$W_{CE} = 10000 \cdot 49 \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 539000 \text{ шт}$$

Рассчитаем коэффициент серийности по формуле:

$$K_{\text{сер}} = \frac{\tau_{\epsilon}}{\tau_{\text{ср}}}, \quad (3)$$

где $\tau_{\text{ср}}$ – среднее время выполнения операции на деталях разных наименований ($\tau_{\text{ср}} = 15 \div 17$ мин/операция)

Принимаем в расчетах: $\tau_{\text{ср}} = 15$ мин/операция

$$K_{\text{сер}} = \frac{11,04}{15} = 0,736$$

Условно и очень приблизительно приняты следующие распределения типов производства в зависимости от $K_{\text{сер}}$:

$\kappa_{сер} \leq 1,25$ - поточно-массовое;

$1,25 < \kappa_{сер} < 10$ - крупносерийное;

$10 < \kappa_{сер} \leq 20$ - среднесерийное;

$\kappa_{сер} > 20$ - мелкосерийное;

Следовательно, производство принимаем поточно-массовым, т.к. $\kappa_{сер}=0,736$.

3 Особенности технологии сборки

Соединение и относительное расположение всех деталей, составляющих машину, с требуемой точностью осуществляются при помощи технологического процесса сборки и регулировки. В процессе сборки устанавливается два вида связи между исполнительными поверхностями машины и ее механизмами. Первый вид связи, образующий требуемое относительное движение исполнительных поверхностей машины и ее механизмов, носит название, кинематического вида связи. Этот вид связи принято изображать с помощью кинематических схем машины и их механизмов. Второй вид связи, образующий требуемое положение исполнительных поверхностей машины и ее механизмов, получил название размерного. Размерный вид связи определяет расстояние и повороты поверхностей. В общем случае все независимые расположенные по замкнутому контуру один за другим размеры принято называть размерной цепью.

Между размерами заготовки и готовой детали в процессе последовательного выполнения технологического процесса существуют размерный вид связи и вид связи, обуславливающей относительный поворот поверхностей детали. Размерные цепи, связывающие межпереходные размеры и относительные повороты поверхностей обрабатываемых деталей, так же как и размерные цепи станков и других видов оборудования, при помощи которых они образуются, называют технологическими размерными цепями. Размерные цепи, при помощи которых измеряют те или иные величины, характеризующие точность взаимного расположения деталей, называют измерительными размерными цепями.

Звено размерной цепи — размер, определяющий относительное расстояние (рис. 1, а) или поворот (рис. 1, б) поверхностей деталей или осей.

Исходное, или замыкающее, звено исходной цепи — звено, непосредственно связывающее поверхности или оси деталей, относительное расстояние или поворот которых необходимо обеспечить или измерить. Примером может служить зазор между рабочими колесами в круге циркуляции гидротрансформатора. Исходным называют звено, когда с этого звена начинают строить размерную цепь, а замыкающим — звено, когда оно, включаясь последним при построении размерной цепи, соединяет поверхности или оси деталей, положение которых требуется обеспечить или измерить.

Составляющее звено размерной цепи — звено, изменение величины которого влияет на величину исходного или замыкающего звена. Составляющими являются все звенья, исключая исходное или замыкающее. Увеличивающее звено — такое звено, с увеличением которого возрастает исходное или замыкающее звено, уменьшающее — звено с увеличением которого уменьшается исходное или замыкающее звено.

Компенсирующее звено — такое звено, в результате изменения величины которого поглощается (гасится) излишнее отклонение замыкающего звена: Примером компенсирующего звена является размер толщины прокладки, изменением которого обеспечивается требуемый для правильной работы соединения зазор между торцом крышки и подшипником.

Общее звено — звено, одновременно принадлежащее нескольким размерным цепям.

Плоская размерная цепь — цепь, все звенья которой находятся в одной или нескольких параллельных плоскостях.

Пространственная размерная цепь — цепь, содержащая хотя бы одно звено, не удовлетворяющее условиям плоской размерной цепи. Пространственная цепь может быть приведена к трем плоским цепям проектированием ее на три оси координат.

Кратчайшая (основная) размерная цепь — цепь, все звенья которой ($A_0—A_9$) участвуют в решении задачи (рис. 2).

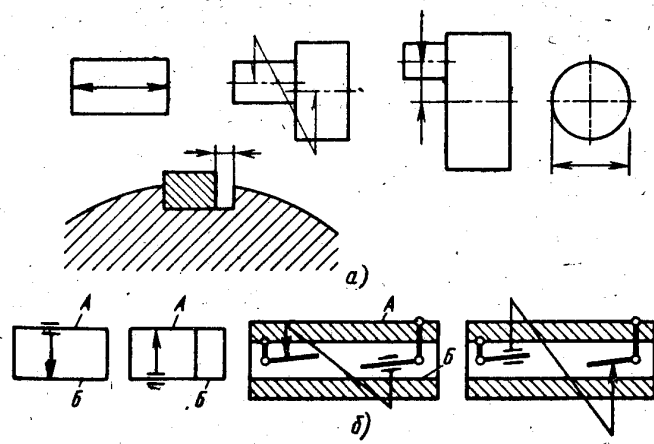


Рис. 1 Примеры звеньев размерных цепей для:

а – расстояний; б – относительных поворотов; А, Б – поверхности

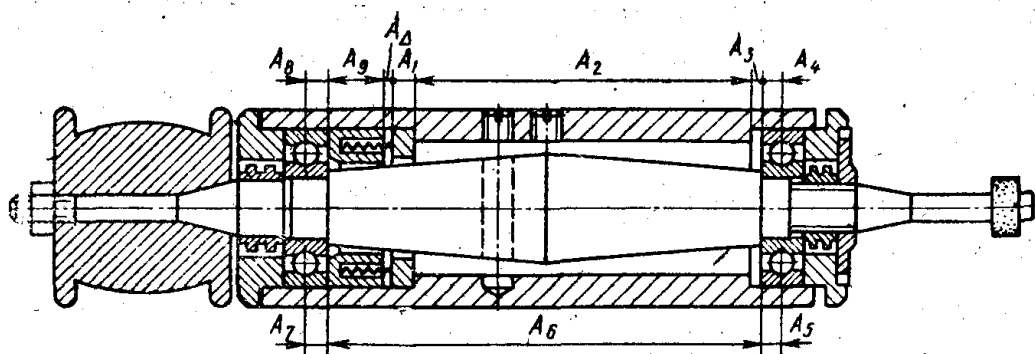


Рис. 2 Кратчайшая размерная цепь

Производная размерная цепь - цепь, исходным или замыкающим звеном которой является одно из составляющих звеньев кратчайшей размерной цепи (рис. 3). Размерная цепь B — цепь, при помощи которой в результате обработки и измерения получается размер $A_2 = B_{\Delta}$ (замыкающее звено) корпуса, входящий в качестве составляющего звена в кратчайшую размерную цепь, показанную на рис. 2.

Параллельно связанные размерные цепи представляют собой несколько размерных цепей, имеющих одно или несколько общих звеньев (рис. 4, а).

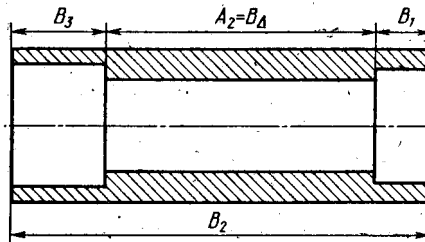


Рис. 3 Производная размерная цепь

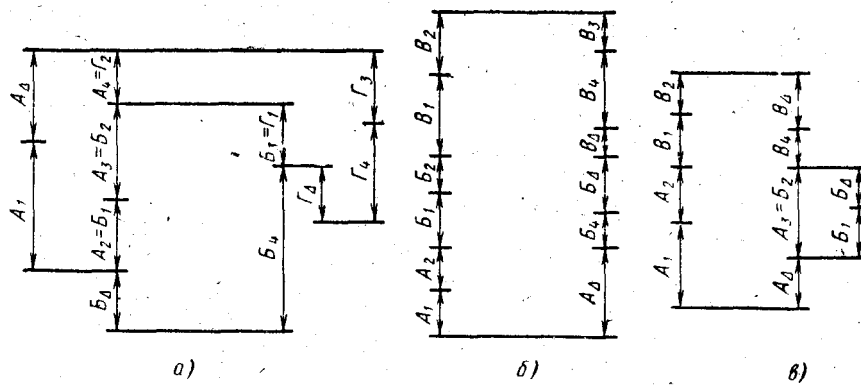


Рис. 4 Размерные цепи, связанные:

а – параллельно; б – последовательно; в – комбинированно

Последовательно связанные размерные цепи – несколько размерных цепей, из которых каждая последующая имеет одну общую базу с предыдущей (рис. 4, б).

Комбинированно связанные размерные цепи – несколько размерных цепей, имеющих одновременно параллельный и последовательный виды связи (рис. 4, в). Размерные цепи А и Б на рис 4, в имеют параллельный, а цепи А и В – последовательный виды связи.

Точность замыкающего звена при изготовлении и сборке гидроприводов можно обеспечить различными методами.

Технологический процесс сборки разрабатывается раньше, чем технологические процессы изготовления большинства деталей, входящих в сборочную единицу. Такая последовательность позволяет своевременно вносить изменения в конструкцию изделия, если выявлено, что невозможно осуществить процессы сборки или обеспечить их требуемую точность.

Технологию сборки разрабатывают в следующей последовательности:

- изучение чертежей сборочных единиц и чертежей входящих в них деталей;

- проведение размерно-точностного анализа;
- установление порядка комплектования узлов и изделия в процессе сборки;
- составление схем сборки сборочных единиц и изделия в целом;
- разработка технологического процесса сборки.

3.1 Размерно-точностной анализ сборочной единицы

Основные задачи размерно-точностного анализа:

- 1) изучение взаимосвязи структурных элементов (деталей и сборочных единиц);
- 2) составление схем размерных связей сборочных единиц и изделия в целом;
- 3) выявление сборочных размерных цепей и выбор метода обеспечения точности замыкающих звеньев;
- 4) проверка достижения требуемой точности сборки.

Схему размерных связей составляет совокупность размеров входящих в сборочную единицу деталей, точность выполнения которых влияет на точность замыкающего звена. Выявление таких размеров деталей является одной из основных задач размерно-точностного анализа. Очевидно, что из возможных схем размерных связей следует принимать ту, которая включает наименьшее число размеров.

3.2 Выбор метода обеспечения точности замыкающего звена

На практике для обеспечения требуемой точности замыкающих звеньев сборочных размерных цепей используют следующие методы:

- полной взаимозаменяемости;
- неполной взаимозаменяемости;
- групповой взаимозаменяемости (метод селективной сборки);
- пригонки;
- регулировки.

Пример построения размерной цепи:

Необходимо обеспечить зазор ε между торцом зубчатого колеса и простановочным кольцом механизма (рис.5). Замыкающим звеном в этой цепи является зазор ε , величина которого обуславливается точностью выполнения размеров зубчатого колеса $A_1=80\text{мм}$, корпуса $A_2=90\text{мм}$ и кольца $A_3=10\text{мм}$.

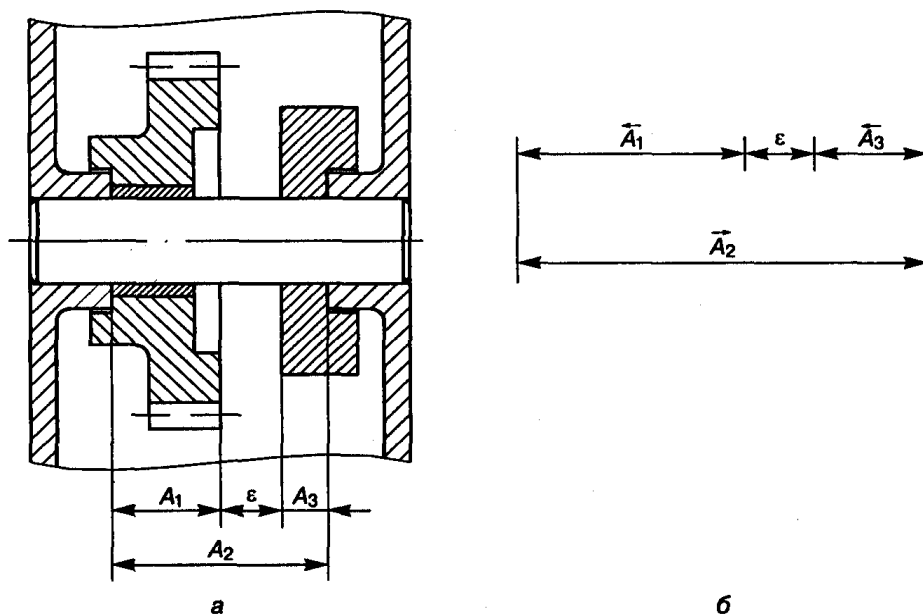


Рисунок 5 Эскиз сборочной единицы
а – размерная схема процесса сборки по обеспечению зазора ε ;
б – размерная цепь.

Из служебного назначения рассматриваемой сборочной единицы следует, что

наименьший зазор $\varepsilon_{\text{нм}} = 0$ ($EI_{\varepsilon} = 0$), а наибольший $\varepsilon_{\text{нб}} = 0,2$ ($ES_{\varepsilon} = 0,2$). Следовательно, поле допуска на зазор

$$T_{\varepsilon} = ES_{\varepsilon} - EI_{\varepsilon} = 0,2 - 0 = 0,2,$$

а координата середины поля допуска

$$Ec_{\varepsilon} = 0,5(EI_{\varepsilon} + ES_{\varepsilon}) = 0,5(0 + 0,2) = +0,1 \text{ мм.}$$

Схема размерной цепи, замыкающим звеном которой является зазор, представлена на рис. 1.3, б. Размеры A_1 и A_3 — уменьшающие, а размер A_2 — увеличивающий. *Основное уравнение размерной цепи* в этом случае:

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^m \xi_{A_i} A_i = -A_1 + A_2 - A_3, \quad (1.1)$$

где m — число увеличивающих и уменьшающих звеньев цепи,
 $m = 3$;

ξ_{A_i} — передаточное отношение. (Для плоских линейных цепей с параллельными звеньями $\xi_{A_i} = +1$ для увеличивающих и $\xi_{A_i} = -1$ для уменьшающих составляющих звеньев.)

Метод полной взаимозаменяемости. При этом методе должно быть выполнено условие

$$T_{\varepsilon} = \sum_{i=1}^m |\xi_{A_i}| T_{A_i} = T_{A_1} + T_{A_2} + T_{A_3}. \quad (1.2)$$

Учитывая, что размеры деталей механизма контролируются калибрами и скобами, устанавливаем допуски на размеры A_1 , A_2 и A_3 по 9-му качеству точности: $T'_{A_1} = 0,074$ мм, $T'_{A_2} = 0,087$ мм и $T'_{A_3} = 0,036$ мм (штрих означает здесь и далее производственное значение допуска). Очевидно, что

$$T'_{\varepsilon} = T'_{A_1} + T'_{A_2} + T'_{A_3} = 0,074 + 0,087 + 0,036 = 0,197 < T_{\varepsilon} = 0,2 \text{ мм.}$$

Данное неравенство позволяет сделать вывод о возможности выполнения размеров данной цепи с точностью по 9—10-му качеству. Если неравенство $T'_{\varepsilon} < T_{\varepsilon}$ ложно, необходимо ужесточить допуски на составляющие размеры в соответствии со среднеэкономической точностью выполнения размера.

Назначаем отклонения, ориентируясь на вид поверхностей (охватываемые или охватывающие), на размеры A_1 и A_2 , кроме A_3 , как

правило наиболее легко выполнимого ($ES'_{A_1} = 0$, $EI'_{A_1} = -0,074$ мм и $EI'_{A_2} = 0$, $ES'_{A_2} = 0,087$ мм), и определяем координаты середин их полей допусков: $Ec'_{A_1} = -0,037$ мм и $Ec'_{A_2} = 0,0435$ мм. Координату середины поля допуска третьего звена находим из уравнения, по структуре совпадающего с основным уравнением размерной цепи:

$$Ec_{\varepsilon} = \sum_{i=1}^m \xi_{A_i} Ec_{A_i} = -Ec_{A_1} + Ec_{A_2} - Ec_{A_3}, \quad (1.3)$$

или, подставив значения,

$$0,0985 = -(-0,037) + 0,0435 - Ec'_{A_3}.$$

Таким образом, $Ec'_{A_3} = -0,018$ мм. Следовательно,

$$ES'_{A_3} = Ec'_{A_3} + 0,5T'_{A_3} = -0,018 + 0,5 \cdot 0,036 = 0,$$

$$EI'_{A_3} = Ec'_{A_3} - 0,5T'_{A_3} = -0,018 - 0,5 \cdot 0,036 = -0,036 \text{ мм.}$$

Проверка уравнений

$$ES_{\varepsilon} = \sum_{i=1}^m \xi_{A_i} ES_{A_i} + \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^m |\xi_{A_i}| T_{A_i} \right),$$

$$EI_{\varepsilon} = \sum_{i=1}^m \xi_{A_i} EI_{A_i} - \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^m |\xi_{A_i}| T_{A_i} \right)$$

подтверждает правильность расчетов. Итак, предельные отклонения составляющих звеньев: $A_1 = 80_{-0,074}$ мм, $A_2 = 90^{+0,087}$ мм и $A_3 = 10_{-0,036}$ мм.

Метод неполной взаимозаменяемости. При этом методе должно быть выполнено условие

$$T_{\varepsilon} = t_{\varepsilon} \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_{A_i}^2 \lambda_{A_i}^2 T_{A_i}^2}, \quad (1.4)$$

где t_{ε} — коэффициент риска;

$\lambda_{A_i}^2$ — коэффициент, учитывающий закон распределения отклонений размеров цепи A_i .

Принимая $t_{\varepsilon} = 3$ (риск в данном случае $P = 0,27\%$ и $\lambda_{A_i}^2 = 1/9$; условия изготовления деталей таковы, что распределение отклонений размеров будет близким к закону Гаусса), получим

$$T_{\varepsilon} = \sqrt{\sum_{i=1}^m T_{A_i}^2} = \sqrt{T_{A_1}^2 + T_{A_2}^2 + T_{A_3}^2}. \quad (1.5)$$

В соответствии с данным методом представляется возможным расширить поля допусков на изготовление деталей. Приняв по 10-му качеству точности $T'_{A_1} = 0,12$ мм, $T'_{A_2} = 0,14$ мм и $T'_{A_3} = 0,058$ мм, будем иметь

$$T'_\varepsilon = \sqrt{0,12^2 + 0,14^2 + 0,058^2} = 0,193 < T_\varepsilon = 0,2 \text{ мм.}$$

Координаты середин полей допусков размеров A_1 и A_2 : $Ec'_{A_1} = -0,06$ мм и $Ec'_{A_2} = 0,07$ мм, тогда

$$Ec'_\varepsilon = -Ec'_{A_1} + Ec'_{A_2} - Ec'_{A_3} = -(-0,06) + 0,07 - Ec'_{A_3} = 0,1 \text{ мм.}$$

Отсюда находим $Ec'_{A_3} = 0,03$ мм и, соответственно, $ES'_{A_3} = 0,059$ мм и $EI'_{A_3} = 0,001$ мм. Проверка уравнений

$$ES_\varepsilon = \sum_{i=1}^m \xi_{A_i} Ec_{A_i} + \frac{1}{2} \left(t_\varepsilon \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_{A_i}^2 \lambda_{A_i}^2 T_{A_i}^2} \right),$$

$$EI_\varepsilon = \sum_{i=1}^m \xi_{A_i} Ec_{A_i} - \frac{1}{2} \left(t_\varepsilon \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_{A_i}^2 \lambda_{A_i}^2 T_{A_i}^2} \right)$$

подтверждает правильность расчетов и возможность принять, например, стандартизованные отклонения $ES'_{A_3} = 0,05$ мм и $EI'_{A_3} = 0,028$ мм. Предельные отклонения составляющих размеров: $A_1 = 80_{-0,12}^{+0,05}$ мм, $A_2 = 90_{-0,14}^{+0,05}$ мм и $A_3 = 10_{-0,028}^{+0,05}$ мм.

Метод групповой взаимозаменяемости. Групповую взаимозаменяемость (селективную сборку) применяют, когда полная взаимозаменяемость недостижима или экономически нецелесообразна.

При расчете допусков должно быть соблюдено условие

$$\sum_{i=1}^k |\xi_{A_i}| T'_{A_i} = \sum_{i=1}^n |\xi_{A_i}| T'_{A_i} = \frac{1}{2} T'_\varepsilon, \quad (1.6)$$

где k, n — соответственно число увеличивающих и уменьшающих звеньев размерной цепи ($k + n = m$).

Для рассматриваемой задачи $T'_{A_2} = T'_{A_1} + T'_{A_3} = T'_\varepsilon/2$.

Допустим, число групп z , на которые должны быть рассортированы детали после изготовления, равно 3. Тогда $T'_\varepsilon = T_\varepsilon z = 0,2 \cdot 3 = 0,6$ мм и $T'_{A_2} = 0,3$ мм. Учитывая степень точности изготовления деталей, установим $T'_{A_1} = 0,21$ мм и $T'_{A_3} = 0,09$ мм. Устанавливаем для размеров A_1 и A_2 поля допусков каждой группы на размер A'_3 , для чего вначале определяем координаты их середин.

Используя уравнение $Ec_{\varepsilon} = -Ec_{A_1} + Ec_{A_2} - Ec_{A_3}$, для I, II и III групп соответственно имеем:

$$0,1 = -(-0,035) + 0,05 - Ec_{A_3}^I;$$

$$0,1 = -0,035 + 0,15 - Ec_{A_3}^{II};$$

$$0,1 = -0,105 + 0,25 - Ec_{A_3}^{III}.$$

Тогда

$$Ec_{A_3}^I = -0,015, \quad ES_{A_3}^I = 0, \quad EI_{A_3}^I = -0,03;$$

$$Ec_{A_3}^{II} = 0,015, \quad ES_{A_3}^{II} = 0,03, \quad EI_{A_3}^{II} = 0;$$

$$Ec_{A_3}^{III} = 0,045, \quad ES_{A_3}^{III} = 0,06, \quad EI_{A_3}^{III} = 0,03.$$

Схематически поля допусков для шестерни, корпуса и простановочного кольца изображены на рис. 1.4. Нетрудно видеть, что при сопряжении деталей из одноименных групп обеспечивается необходимый зазор $T_{\varepsilon} = 0,2$ мм и его среднее значение $Ec_{\varepsilon} = +0,1$ мм.

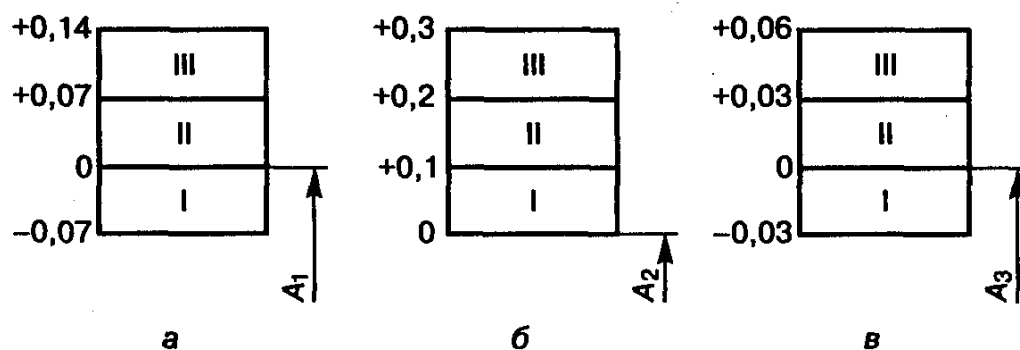


Рис. 1.4. Поля допусков I, II и III групп сортировки для шестерни (а), корпуса (б) и простановочного кольца (в) сборочной единицы, изображенной на рис. 1.3

Метод пригонки. Необходимой точности замыкающего звена можно добиться путем снятия слоя металла с компенсирующей детали. При пригонке рассчитывают предельные отклонения компенсирующего звена с учетом того, что на нем должен остаться достаточный слой металла, подлежащий удалению в процессе сборки. Величину Δ_k необходимого для пригонки слоя металла определяют методом полной взаимозаменяемости как очевидную разность наибольшего расчетного и наибольшего эксплуатационно допустимого значения замыкающего звена:

$$\Delta_k = Ec'_{\varepsilon} + 0,5(T'_{\varepsilon} - T_{\varepsilon}) - Ec_{\varepsilon}.$$

Для принятых отклонений составляющих звеньев $A'_1 = 80_{-0,21}$ мм, $A'_2 = 90^{+0,3}$ мм и $A'_3 = 10_{-0,09}$ мм найдем:

$$Ec'_{\varepsilon} = -Ec'_{A_1} + Ec'_{A_2} - Ec'_{A_3} = -(-0,105) + 0,15 - (-0,045) = 0,3 \text{ мм},$$

$$T'_{\varepsilon} = T'_{A_1} + T'_{A_2} + T'_{A_3} = 0,21 + 0,3 + 0,09 = 0,6 \text{ мм},$$

тогда

$$\Delta_k = 0,3 + 0,5(0,6 - 0,2) - 0,1 = 0,4.$$

Из этого следует, что компенсирующий размер A_3 должен быть задан в виде $A_3 = 10^{+0,4}_{+0,31}$ мм. Предельные отклонения составляющих размеров: $A_1 = 80_{-0,21}$ мм; $A_2 = 90^{+0,3}$ мм и $A_3 = 10^{+0,4}_{+0,31}$ мм.

Если компенсирующее звено входит в число уменьшающихся звеньев размерной цепи (размер компенсатора при пригонке уменьшается), то поправку Δ_k вносят со своим знаком, а если в число увеличивающихся звеньев (размер компенсатора при пригонке увеличивается), то поправку Δ_k вносят с обратным знаком.

Метод регулирования (с применением неподвижного компенсатора). Точность замыкающего звена в данном случае обеспечивается путем изменения размеров компенсирующей детали без снятия слоя металла, в частности *неподвижным компенсатором*, например, в виде прокладок или простановочных колец, выполняемых с N ступенями размеров для подбора в зависимости от действительных размеров остальных составляющих звеньев. *Подвижный компенсатор* обычно представляет собой узел из конической или клиновой пары в сочетании с винтовым механизмом.

Чтобы упростить расчет размеров компенсаторов, рекомендуется назначать координаты середин полей допусков составляющих звеньев так, чтобы совместить одну из границ расширенного поля допуска замыкающего звена с соответствующей границей его поля допуска, заданного служебным назначением изделия.

В рассматриваемой размерной цепи компенсации подлежат только отклонения звеньев A_1 и A_2 . Пусть $A'_1 = 80_{-0,30}$ мм и $A'_2 = 90^{+0,35}$ мм, тогда

$$Ec'_\varepsilon = -Ec'_{A_1} + Ec'_{A_2} = -(-0,15) + 0,175 = 0,325 \text{ мм},$$

$$T'_\varepsilon = T'_{A_1} + T'_{A_2} = 0,3 + 0,35 = 0,65 \text{ мм},$$

откуда

$$ES'_\varepsilon = Ec'_\varepsilon + 0,5 T'_\varepsilon = 0,325 + 0,5 \cdot 0,65 = 0,65 \text{ мм},$$

$$EI'_\varepsilon = Ec'_\varepsilon - 0,5 T'_\varepsilon = 0,325 - 0,5 \cdot 0,65 = 0,$$

т.е. $EI'_\varepsilon = 0$.

Приняв $T'_{A_3} = T'_k = 0,052$, получим

$$N = T'_\varepsilon / (T'_\varepsilon - T'_k) = 0,65 / (0,2 - 0,052) = 4,39.$$

Полагая $N=5$, находим допуск ступени компенсатора

$$T_{\text{ст}} = T'_\varepsilon / N = 0,65/5 = 0,13 \text{ мм.}$$

Тогда размеры компенсаторов

$$\begin{aligned} A_3^{\text{I}} &= (A_3)_{-0,052}, & A_3^{\text{II}} &= (A_3 + 0,13)_{-0,052}, \\ A_3^{\text{III}} &= (A_3 + 0,26)_{-0,052}, & A_3^{\text{IV}} &= (A_3 + 0,39)_{-0,052}, \\ A_3^{\text{V}} &= (A_3 + 0,52)_{-0,052}. \end{aligned}$$

Если координаты середин полей допусков составляющих звеньев установлены произвольно, то при определении размера компенсаторов первой ступени необходимо внести поправку в координату середины его поля допуска (или соответственно в верхнее и нижнее отклонения) $\Delta_k = Ec_\varepsilon + 0,5(T'_\varepsilon - T_\varepsilon) - Ec'_\varepsilon$ (рис. 1.5). Так, если $A'_1 = 80_{-0,3}$ мм и $A'_2 = 90 \pm 0,175$ мм, то

$$Ec'_\varepsilon = -(-0,15) + 0 = 0,15 \text{ мм,}$$

$$\Delta_k = 0,1 + 0,5(0,65 - 0,2) - 0,15 = 0,175 \text{ мм.}$$

Если компенсатор является увеличивающим звеном (размер его при пригонке уменьшается), поправку Δ_k вносят со

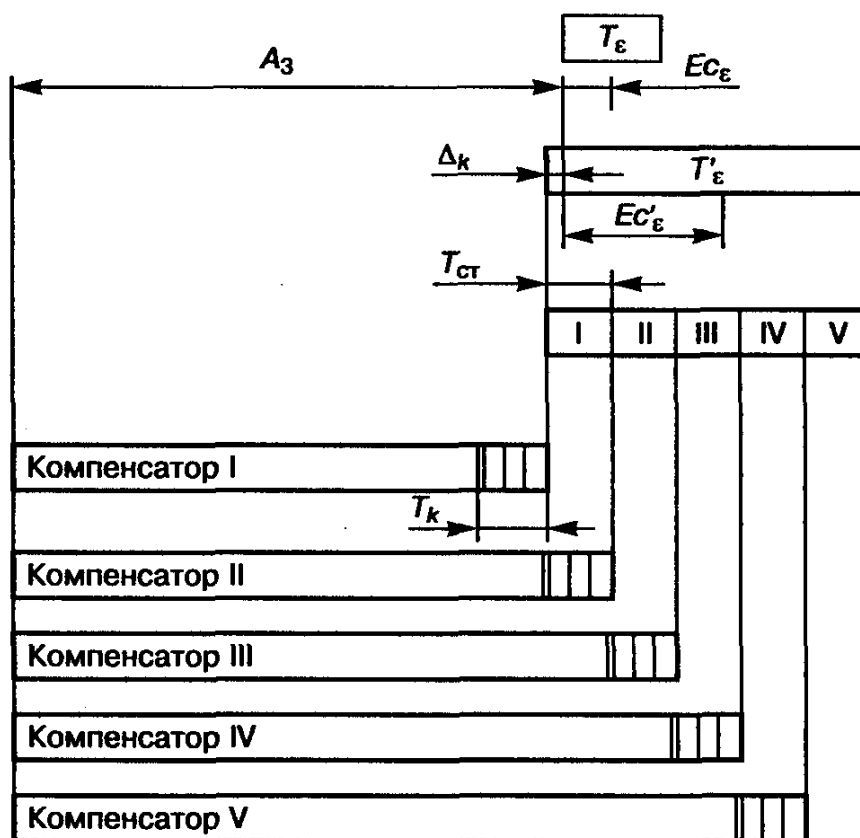


Рисунок 6 К определению размеров компенсаторов для сборочной единицы изображенной на рис. 5

своим знаком, а если уменьшающим звеном (размер его при пригонке увеличивается) — с противоположным знаком. Тогда $A_3^I = A_3 - \Delta_k = (A_3 - 0,175)_{-0,052}$.

Проведем **сравнительный анализ рассмотренных методов**. Самым простым и надежным является *метод полной взаимозаменяемости*. Точность выполнения составляющих звеньев размерной цепи определяется в зависимости от коэффициента a_c (табл. 1.1):

$$a_c = \frac{T_{A_\Delta}}{\sum_{i=1}^m |\xi_{A_i}| i_{A_i}}, \quad (1.7)$$

где T_{A_Δ} — допуск замыкающего звена, мкм;

i_{A_i} — значение единицы допуска для размера A_i (табл. 1.2).

Однако для конкретных условий производства иногда невозможно обеспечить требуемые значения допусков. В этом случае

Таблица 1.1

Соотношение между допуском и коэффициентом точности a_c

Обозначение допуска	a_c	Обозначение допуска	a_c
IT5	7	IT12	160
IT6	10	IT13	250
IT7	16	IT14	400
IT8	25	IT15	640
IT9	40	IT16	1000
IT10	64	IT17	1600
IT11	100		

Таблица 1.2

Значения единицы допуска i для размеров до 500 мм

Интервал размеров, мм	i	Интервал размеров, мм	i
До 3	0,55	Свыше 80 до 120	2,17
Свыше 3 до 6	0,73	" 120 " 180	2,52
" 6 " 10	0,90	" 180 " 250	2,89
" 10 " 18	1,08	" 250 " 315	3,22
" 18 " 30	1,31	" 315 " 400	3,54
" 30 " 50	1,56	" 400 " 500	3,89
" 50 " 80	1,86		

следует проверить возможность применения *метода неполной взаимозаменяемости*, для которого коэффициент точности

$$a_c = \frac{T_{A\Delta}}{t_{A\Delta} \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi_{A_i}^2 \lambda_{A_i}^2 i_{A_i}^2}}, \quad (1.8)$$

где $t_{A\Delta}, \lambda_{A_i}^2$ — соответственно коэффициент риска и коэффициент относительного рассеивания размеров (табл. 1.3 и 1.4).

Таблица 1.3

Значения коэффициента риска $t_{A\Delta}$

Процент риска P	$t_{A\Delta}$	Процент риска P	$t_{A\Delta}$
0,01	3,89	4,5	2,0
0,1	3,29	10	1,65
0,27	3,0	33	1,0
1,0	2,57		

Таблица 1.4

Значения коэффициента относительного рассеивания $\lambda_{A_i}^2$

Закон рассеивания отклонений размеров	$\lambda_{A_i}^2$
Равной вероятности	1/3
Симпсона	1/6
Гаусса	1/9

Если допуски составляющих звеньев размерной цепи остаются по-прежнему слишком жесткими или невыполнимыми, то на них назначаются экономически достижимые в данных производственных условиях допуски и применяются остальные методы.

Групповая взаимозаменяемость применяется, как правило, для коротких размерных цепей ($m = 2$ или 3). *Метод пригонки* чаще всего используется в условиях единичного или мелкосерийного производства, при этом допуск на пригонку $T_{пр} \leq T_{A_e}$. В этом случае в чертеже сборочной единицы указывается, по каким поверхностям производится пригонка. При достижении точности замыкающего звена *методом регулирования* в конструкции сборочной единицы должен быть предусмотрен подвижный или неподвижный компенсатор.

Пример

3.1 Расчет размерной цепи методом полной взаимозаменяемости

Поле допуска звена определяется по формуле:

$$T = ES - EI, \quad (4)$$

где ES – верхнее предельное отклонение,

EI – нижнее предельное отклонение.

Среднее отклонение звена рассчитывается по формуле:

$$ES = 0,5(ES - EI) \quad (5)$$

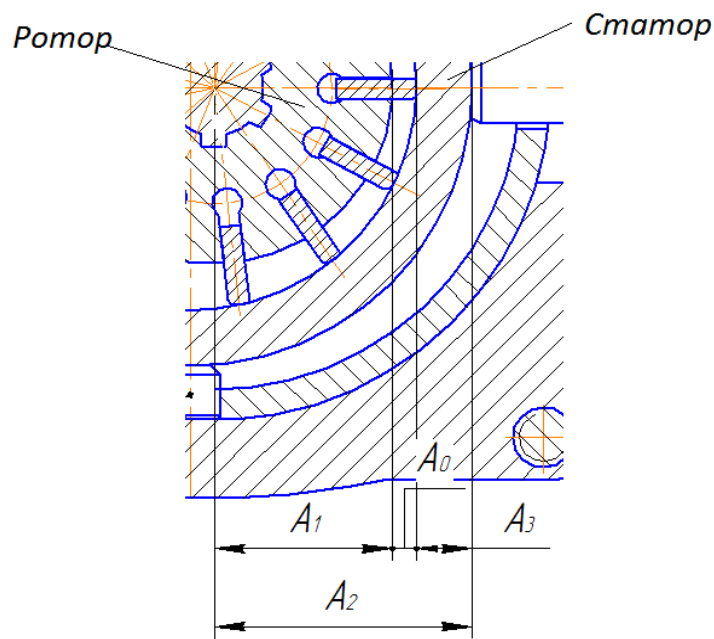


Рисунок 1 – Размерная цепь насоса

Замыкающим звеном является зазор между ротором и статором. Номинальные значения составляющих звеньев $A_1=29$ мм, $A_2=42$ мм, $A_3=9$ мм, из них увеличивающим звеном является A_2 , уменьшающимися – A_1 и A_3 . Замыкающее звено принимает значения от 4 до 12 мм. По 9-му качеству верхнее и нижнее предельные отклонения замыкающего звена равны соответственно $ES=0,043$ мм, $EI=0,03$ мм. Определим поле допуска замыкающего звена:

$$T_{A0} = ES_{A0} - EI_{A0} = 0,043 - 0,03 = 0,013 \text{ мм}$$

Определим среднее отклонение замыкающего звена:

$$ES_{A0} = 0,5(ES_{A0} - EI_{A0}) = 0,0065 \text{ мм}$$

Номинальный размер замыкающего звена определяется по формуле:

$$A0 = \sum A_{ув} - \sum A_{ум} \quad (6)$$

Отсюда $A_0 = 42 - 29 - 9 = 4$ мм.

По 9-му качеству поля допусков составляющих звеньев равны $TA_1 = 0,052$ мм, $TA_2 = 0,062$ мм, $TA_3 = 0,036$ мм, отсюда $ES_{A_1} = 0$ мм $EI_{A_1} = -0,052$ мм;
 $ES_{A_2} = 0,062$ мм $EI_{A_2} = 0$ мм.

Проверяем правильность назначения полей допусков составляющих звеньев по формуле:

$$T_{A_0} = T_{A_2} - T_{A_1} - T_{A_3} = 0,062 - 0,052 - 0,036 = -0,026 \text{ мм} < 0,013 \text{ мм}$$

Определяем средние отклонения составляющих звеньев

$$ES_{A_1} = 0,5(-0,052) = -0,026 \text{ мм}, ES_{A_2} = 0,5(0,062) = 0,031 \text{ мм}.$$

$$ES_{A_3} = -0,026 + 0,031 - 0,0065 = -0,0015 \text{ мм}.$$

Верхнее отклонение звена A_3 определяем как :

$$ES_{A_3} = ES_{A_3} + 0,5T_{A_3} = -0,0015 + 0,5 \cdot 0,036 = 0,0165 \text{ мм}.$$

Нижнее отклонение звена A_3 определяем как :

$$EI_{A_3} = -0,015 - 0,5T_{A_3} = -0,0195 \text{ мм}.$$

В результате расчетов получили следующие данные:

Таблица 1 – Результаты расчета размерной цепи методом полной взаимозаменяемости

<i>N°</i>	<i>Номинальный размер A(II)</i>	<i>Передающее отношение KSI I</i>	<i>Верхнее отклонение ES A(II)</i>	<i>Нижнее отклонение EI A3(II)</i>	<i>Допуск TA (II)</i>	<i>Координата середины поля допуска Es A(II)</i>
A_0	3,88	0	0,043	0,03	0,013	0,0065
A_1	29,12	-1	0	-0,052	0,052	-0,026
A_2	42,14	1	0,062	0	0,062	0,031
A_3	9,14	-1	0,0165	-0,0195	0,036	-0,0015

3.2 Расчет размерной цепи методом неполной взаимозаменяемости

Поле допуска замыкающего звена определяем по формуле:

$$T_{A_0} = t_{A_0} \sqrt{\sum_{i=1}^m \xi^2 A_i \cdot \lambda_{A_i}^2 \cdot T_{A_i}^2}, \quad (7)$$

где t – коэффициент, зависящий от процента риска P

При $P = 0,27\%$ и $\lambda_{A_i}^2 = \frac{1}{9}$ $t = 3$, следовательно

$$T_{A_0} = \sqrt{\sum_{i=1}^m T_{A_i}^2} = \sqrt{T_{A_1}^2 + T_{A_2}^2 + T_{A_3}^2}$$

По десятому качеству получаем следующие поля допусков $T_{A1}=0,084$ мм, $T_{A2}=0,1$ мм, $T_{A3}=0,058$ мм. Отсюда $T_{A0}=0,143 > 0,013$, значит данный метод для расчета размерной цепи не подходит. Поэтому в качестве метода достижения точности замыкающего звена выбираем метод полной взаимозаменяемости.

4 Оценка технологичности конструкции

Из всего количества технологических процессов в первую очередь следует выбирать процессы, обеспечивающие нужное качество изготовления машины, а из них те процессы, с помощью которых достигается наибольшая экономичность изготовления. Конструкцию машины называют технологичной, если она позволяет использовать все возможности и особенности наиболее экономичного технологического процесса, обеспечивающего ее высокое качество при определенном количественном выпуске.

Путем повышения технологичности конструкции машины можно сократить трудоемкость ее изготовления на 15-20%, соответственно снизить себестоимость на 5-6%

Основным показателем технологичности конструкции является сокращение трудоемкости и себестоимости изготовления одного изделия по сравнению с другим, конструкция которого позволяет использовать дополнительные возможности технологических процессов, экономичных при данном масштабе выпуска.

С точки зрения степени унификации геометрических элементов (диаметров, длин, резьб, модулей, радиусов перехода) конструкция насоса является технологичной. В конструкции насоса имеются удобные базирующие поверхности, обеспечивающие возможность совмещения и постоянства баз.

В технологическом процессе сборки гидронасоса отсутствуют промежуточные операции сборки, что делает конструкцию технологичной.

С точки зрения удобства контроля точностных параметров насоса конструкция является не совсем технологичной, т.к. контроль необходим после каждой сборочной операции.

5. Разработка маршрутных технологических процессов сборки

Пример1: процесс сборки передней крышки цилиндра (рис.7)

1. Запрессовать втулку 1 в корпус клапана 3. Надеть на корпус клапана уплотнительное кольцо 2. Вставить в канавку корпуса клапана уплотнительное кольцо 4.

2. Установить клапан в сборе 5 в корпус клапана и вставить корпус в крышку цилиндра.

3. Вставить в паз крышки цилиндра уплотнительное кольцо 6 штока.

4. Вставить в канавку крышки цилиндра двадцать чистиков 7, прикрепить крышку 8 чистиков к крышке цилиндра шестью винтами 9. Винты затянуть до отказа.

5. Надеть на крышку цилиндра уплотнительное кольцо 10.

В процессе сборки сборочной единицы поршня (рис. 1.10, б) возможны следующие переходы:

1. Надеть на поршень две уплотнительные прокладки 11 и уплотнительное кольцо 12.

2. Поставить уплотнительное кольцо 13 штока.

Разработке процесса сборки предшествует разработка технологической схемы сборки.

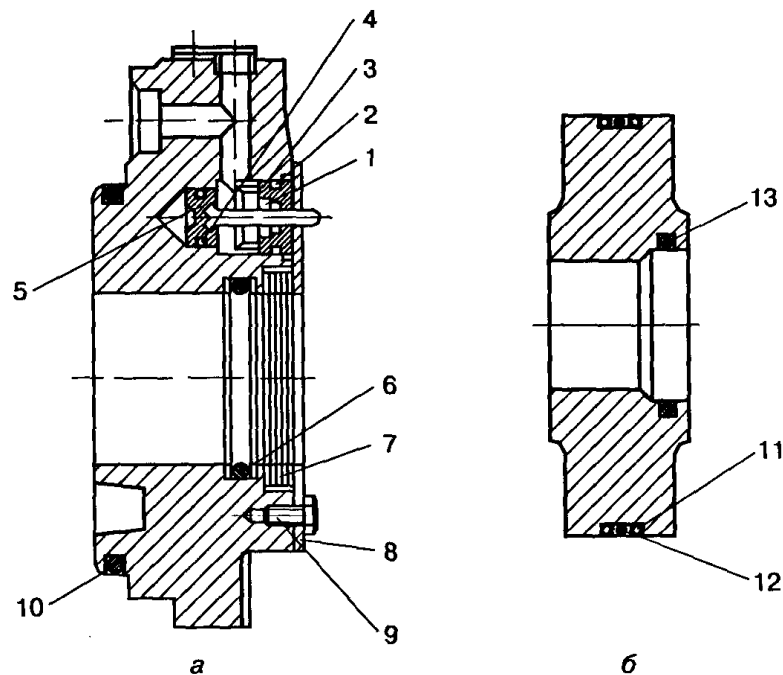


Рисунок 7 Передняя крышка (а) и поршень (б) гидравлического цилиндра: 1 – втулка; 2,4,6,10,12,13 – кольцо уплотнительное; 3 – корпус клапана; 5 – клапан; 7 – чистики (20 шт); 8 – крышка; 9 – винт (6 шт).

Технологическая схема сборки – графическое представление процесса комплектования (последовательности сборки) изделия и сборочных единиц. Рассмотрим ее построение для ступицы (рис.8). На таких схемах каждый элемент изделия обозначен прямоугольником, в котором указывают наименование составной части, ее индекс и количество (рис.9).

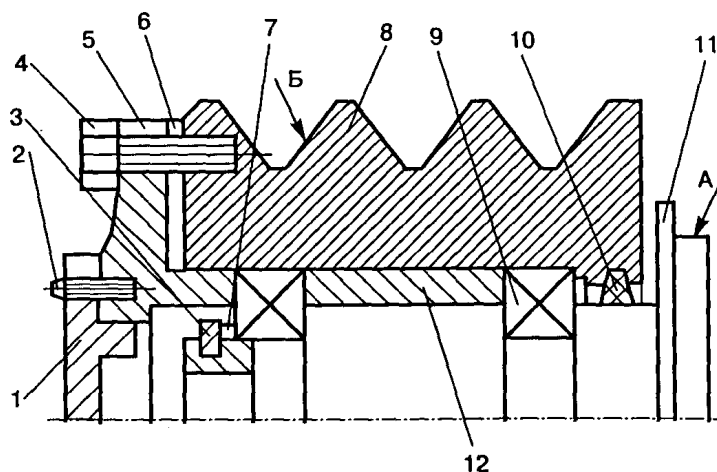


Рисунок 8 Эскиз ступицы:

1 – крышка; 2 – винт (4 шт); 3 – шайба; 4 – винт; 5 – фланец; 6 – прокладка; 7 – кольцо компенсационное; 8 – шкив; 9 – подшипник (2 шт); 10 – кольцо уплотнительное; 11 – ступица; 12 – втулка

Разработка технологической схемы сборки начинается с определения базовой детали (или сборочной единицы) и деления изделия на сборочные единицы и детали. Процесс сборки отображается на схеме горизонтальной линией от прямоугольника с наименованием готового изделия (или сборочной единицы).

Выше горизонтальной линией показывают в порядке последовательности сборки прямоугольники, условно обозначающие детали, а ниже прямоугольники, условно изображающие сборочные единицы. Для каждой сборочной единицы (первого, второго и более высоких порядков) могут быть построены аналогичные схемы.

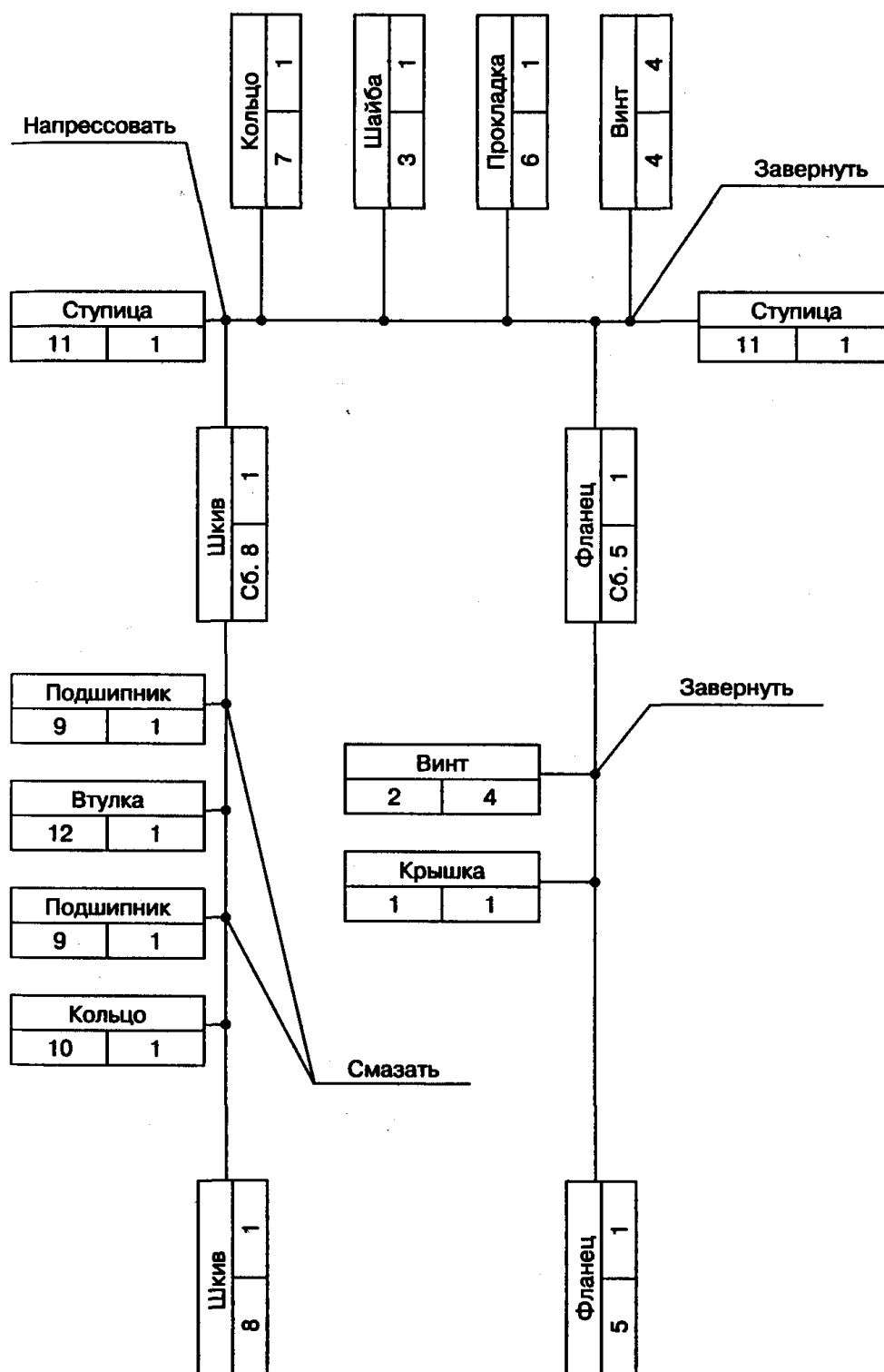


Рисунок 9 Технологическая схема сборки ступицы (к рис.8)

После разработки схем сборки устанавливают состав необходимых подготовительных и сборочных работ и определяют содержание операций и переходов (табл. 1.8).

**Маршрутный технологический процесс сборки ступицы
(к рис. 1.12)**

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции
1	Сборка шкива (сб. 8)	1. Закрепить шкив (дет. 8) в приспособлении 2. Установить уплотнительное кольцо (дет. 10) 3. Смазать и установить подшипник (дет. 9) 4. Протереть и установить втулку (дет. 12) 5. Смазать и установить подшипник (дет. 9)
2	Установка шкива (сб. 8)	1. Закрепить ступицу (дет. 11) в приспособлении 2. Напрессовать шкив (сб. 8) на ступицу (дет. 11) 3. Протереть и установить кольцо (дет. 7) 4. Установить шайбу (дет. 3). 5. Установить прокладку (дет. 6)
3	Сборка фланца (сб. 5)	1. Закрепить фланец (дет. 5) в приспособлении 2. Установить крышку (дет. 1) 3. Закрепить крышку (дет. 1) винтами (дет. 2)
4	Установка фланца (сб. 5)	1. Установить фланец (сб. 5) 2. Закрепить фланец (сб. 5) винтами (дет. 4)
5	Контрольная	1. Проверить легкость вращения шкива 2. Проверить биение поверхности А относительно поверхности Б

Пример 2

Разработка структурной схемы сборки

Структурная схема сборки показывает порядок операций, производимых при сборке узла. Каждая сборочная единица состоит из нескольких деталей и нумеруется в порядке процесса сборки. В дальнейшем по схеме сборки каждая операция разбирается подробно.

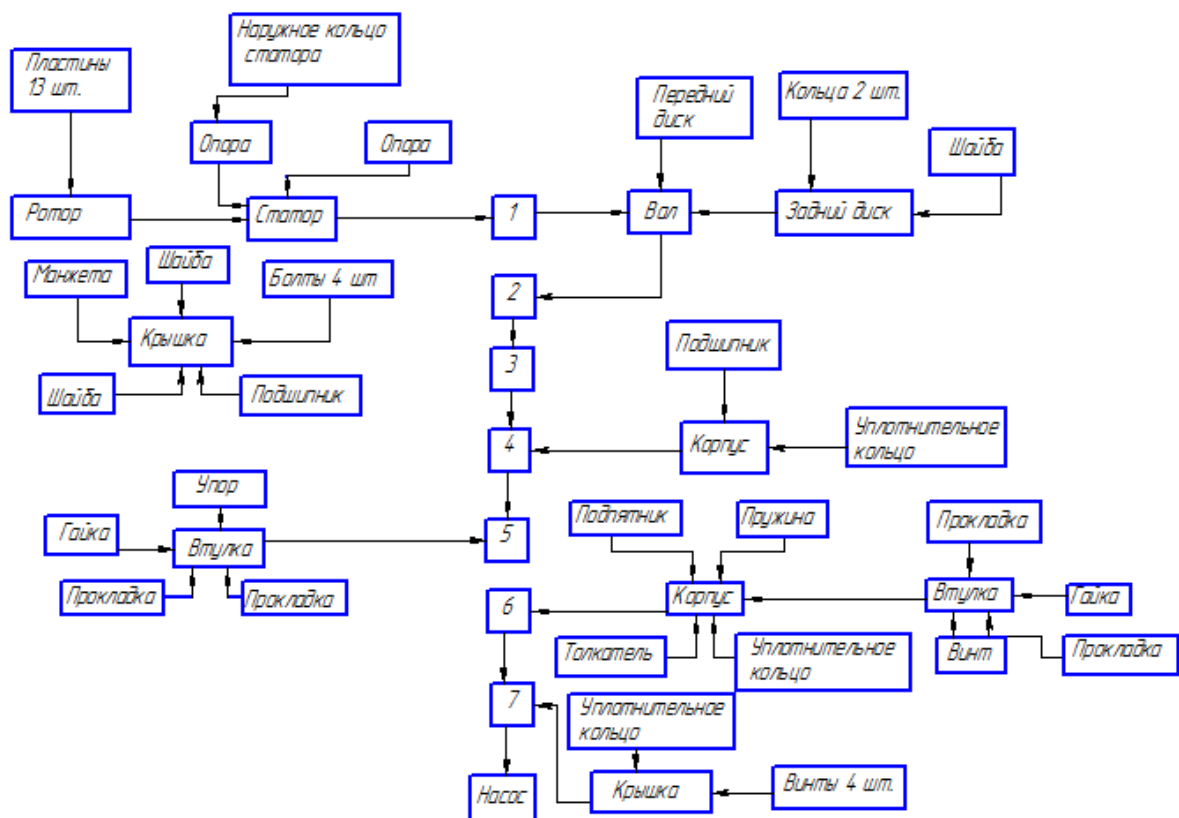


Рисунок 2 – Структурная схема сборки пластинчатого регулируемого насоса типа Г12-53АМ

Технологический процесс сборки насоса пластинчатого регулируемого типа Г12-53АМ

Перед сборкой сначала все элементы тщательно промыть с последующей обдувкой сжатым воздухом, а затем смазать солидолом.

Операция №1:

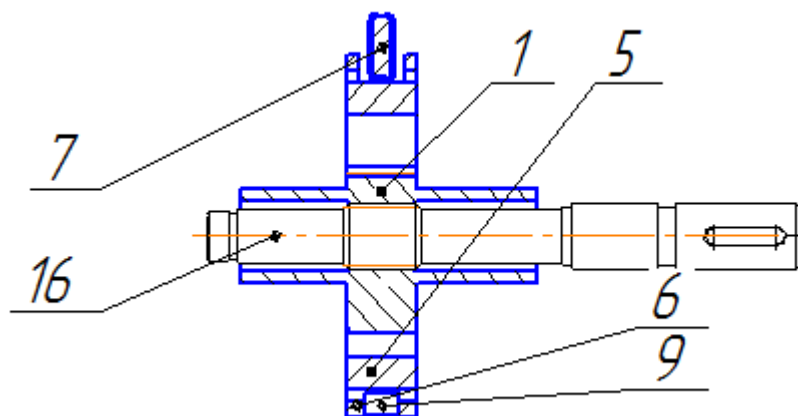


Рисунок 3 – Эскиз операции №1

На ротор (поз.1) устанавливаем пластины 13 шт. (поз.4 на эскизе не показана). На полученное соединение устанавливаем статор (поз.5), затем наружное кольцо статора (поз.6) и две опоры (поз.7 и поз.9) . Полученное соединение ротор в сборе устанавливаем на вал (поз.16)

Операция №2:

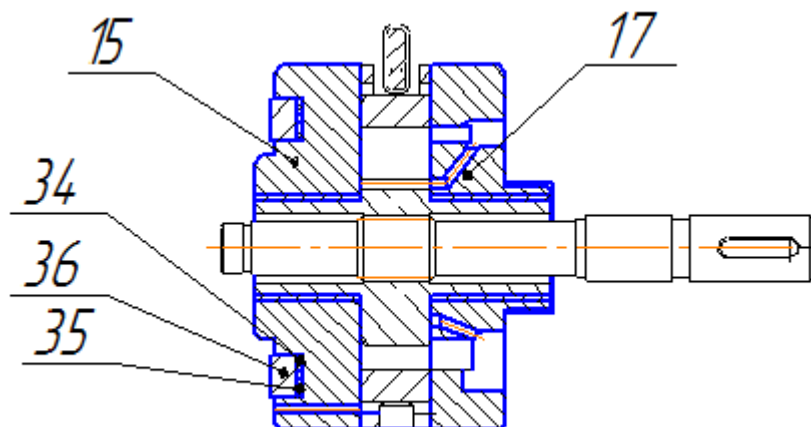


Рисунок 4 – Эскиз операции №2

На соединение ротор-вал устанавливаем задний и передний распределительные диски (поз.15 и поз.17). Предварительно устанавливаем в задний распределительный диск кольца (поз.34 и поз.35) и шайбу (поз.36)

Операция №3:

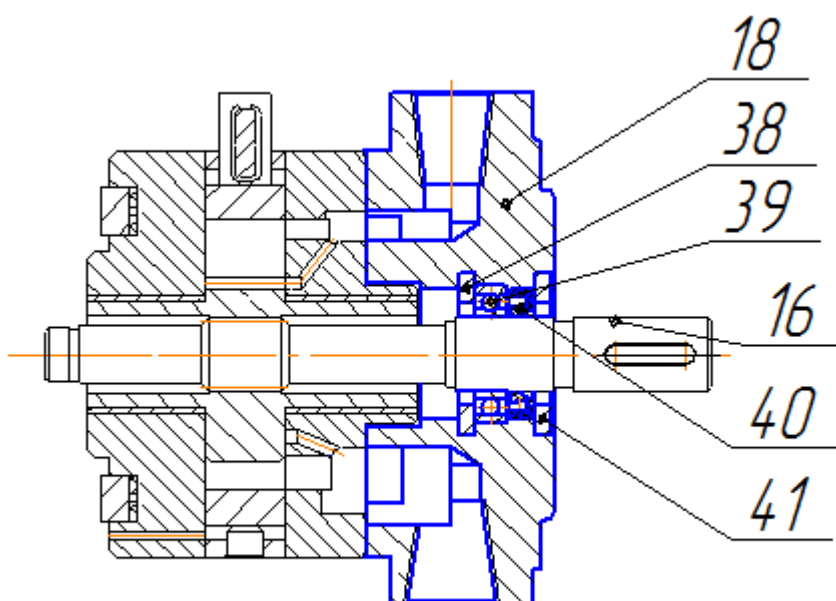


Рисунок 5 – Эскиз операции №3

Полученное в результате операции №2 соединение скрепляем с крышкой (поз.18) болтами М10 (поз.28 (4 шт.) на эскизе не показаны), предварительно

установив в крышку шайбу (поз.41), манжету (поз.40), подшипник (поз.39) и шайбу (поз.38).

Операция №4:

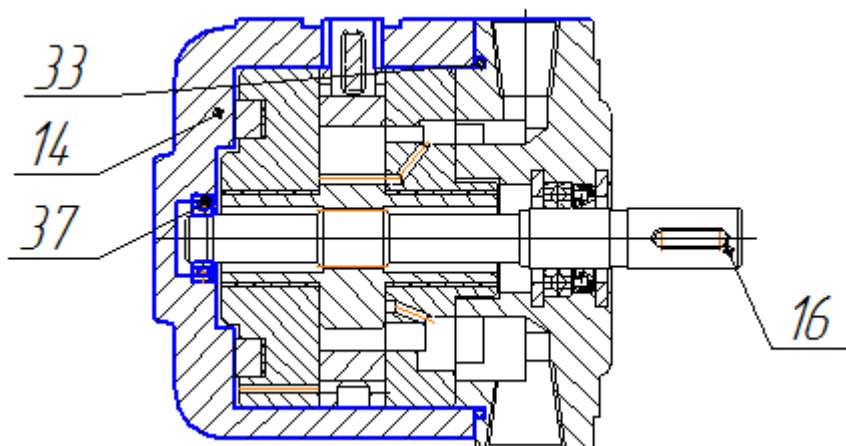


Рисунок 6 – Эскиз операции №4

На вал (поз.16) устанавливаем подшипник (поз.37). На соединение, полученное в результате операции №3, устанавливаем уплотнительное кольцо (поз.33). Полученное соединение устанавливаем в корпус (поз.14).

Операция №5:

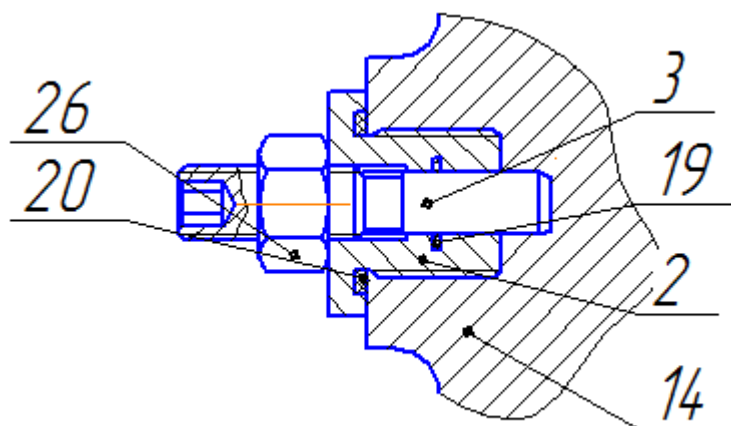


Рисунок 7 – Эскиз операции №5

Упор (поз.3) вкручиваем во втулку (поз.2), предварительно установив на упор прокладку (поз.19). Полученное соединение вкручиваем в корпус (поз.14), предварительно установив прокладку (поз.20) между втулкой и корпусом, и фиксируем гайкой (поз.26).

Операция №6:

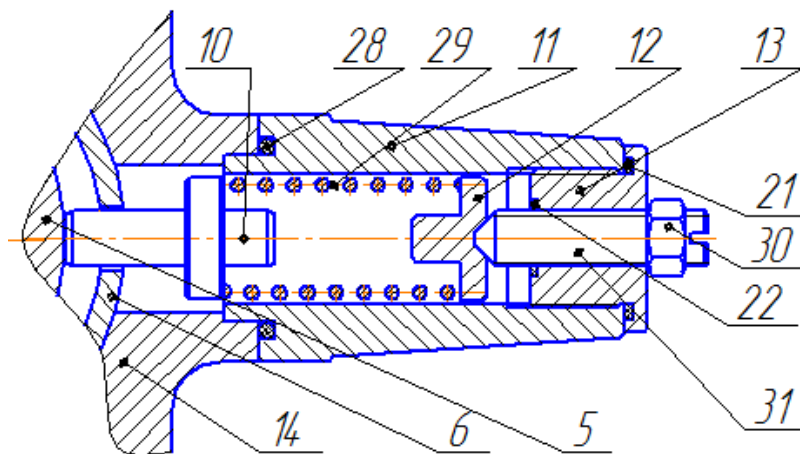


Рисунок 8 – Эскиз операции №6

Во втулку (поз.13) вкручиваем регулировочный винт (поз.31), предварительно установив на винт прокладку (поз.22). В корпус (поз.11) устанавливаем толкатель (поз.10), пружину сжатия (поз.29), подпятник (поз.12), затем вкручиваем втулку с установленным в ней винтом, предварительно установив на втулку прокладку (поз.21). Полученное соединение скрепляем с корпусом (поз.14) гайкой (поз.30) так, чтобы толкатель упирался в статор (поз.5), предварительно установив между корпусом (поз.14) и корпусом (поз.11) уплотнительное кольцо (поз.28).

Операция №7:

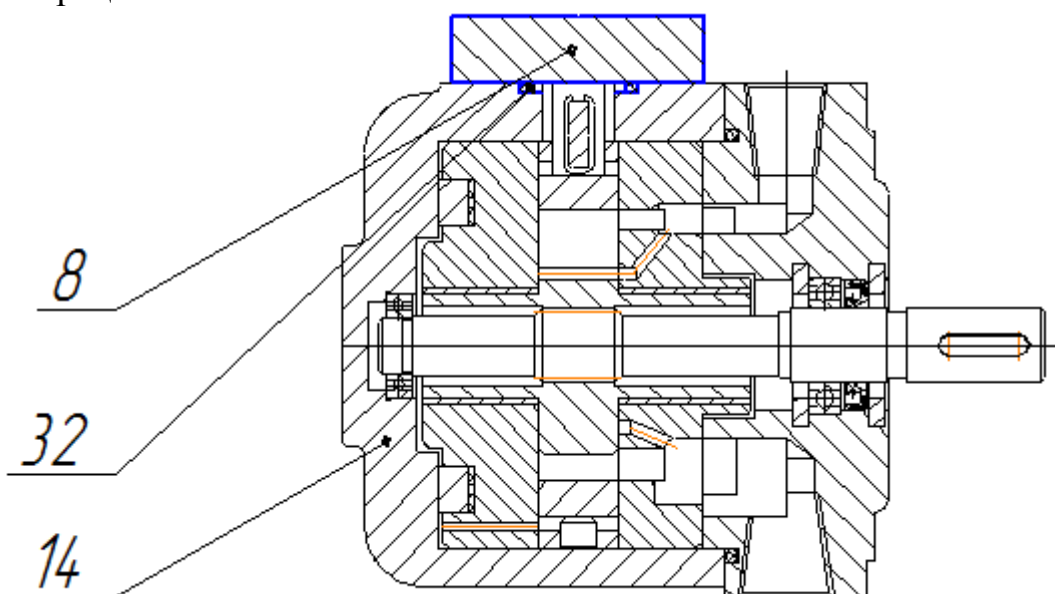


Рисунок 9 – Эскиз операции №7

Полученное в результате операции №6 соединение скрепляем с крышкой (поз.8) винтами (поз.23 на эскизе не показаны), предварительно установив на корпус (поз.14) уплотнительное кольцо (поз.22).

Перечень необходимого оборудования, приспособлений и инструментов, а также время, необходимое для каждой операции сборки, представлены на втором листе графической части.

Правила монтажа и эксплуатации

Насос устанавливается в горизонтальном положении и его расположение должно обеспечивать удобный доступ к нему для монтажа и наблюдения за работой. Соединение вала насоса с приводным валом выполняется только эластичной муфтой. При установке валы насоса и привода следует строго сцентрировать, так как неточность установки вызывает прогиб вала, повышенный шум и заедание деталей насоса. максимально допустимое радиальное смещение осей 0,1 мм, максимальный угол перекося 30'. Направление вращения вала должно соответствовать стрелке на корпусе насоса.

Для предотвращения аварийных ситуаций рекомендуется установить в гидросистеме предохранительный клапан, давление настройки которого не должно превышать 100 кгс/см².

При запуске насоса с перекрытым отверстием для отвода утечек произойдет разрыв манжеты. Перед первым запуском в насос должно быть залито масло. Насос, запущенный без масла выйдет из строя через несколько секунд. Всасывающий трубопровод должен быть по возможности коротким с минимальным количеством изгибов. Рекомендуемый внутренний диаметр трубопровода 20 мм. Присоединение всасывающего трубопровода к насосу должно быть герметичным, исключая возможность засасывания воздуха. Внутренние поверхности труб и масляного бака должны быть тщательно очищены.

Масло, сливаемое из системы в бак и поступающее затем во всасывающую магистраль насоса, должно быть свободно от нерастворенного воздуха. Чтобы

облегчить выделение воздуха, сливной отсек бака рекомендуется отделять перегородкой высотой $2/3$ нормального уровня масла либо проволочной сеткой с размером ячеек 0,18-0,29 мм, устанавливаемой под углом 30° к горизонтали.

Всасывающий и сливные трубопроводы должны быть погружены в масло так, чтобы предотвратить появление воронок, через которые в систему может попадать воздух. Конец всасывающей трубы рекомендуется срезать под углом 45° . Насос работает на турбинном масле Т22 вязкостью 20-23 сСт при температуре масла от 10 до 50°C . Класс чистоты рабочей жидкости не грубее 13 по ГОСТ 17216-71, номинальная тонкость фильтрации 25 мкм.

В процессе эксплуатации качество рабочей жидкости должно периодически контролироваться. При изменении вязкости и удельного веса жидкости больше, чем на 20% номинальных значений жидкость следует заменить, а при наличии влаги и загрязнений выше допустимого уровня, принять меры к их устранению. Тщательный контроль состояния гидросистемы - неременное условие надежной работы насоса.

Разработка гидравлической схемы насосных испытаний и методики испытаний

Пластинчатые насосы, как и другие комплектующие узлы гидросистем обычно испытываются заводом-изготовителем, который гарантирует их работоспособность на номинальных режимах в течение 18 месяцев. Вместе с тем, перед использованием в ответственных гидроприводах потребитель часто осуществляет входной контроль насосов собственными силами. Испытания проводятся также для технической диагностики или после ремонта. При испытаниях за результаты измерения принимают среднее арифметическое не менее трех значений измеряемого параметра. Параметры, измеряемые при испытаниях: давление, рабочий объем, подача, КПД, частота вращения, температура масла и т. д.

Рассмотрим методику испытания насоса по гидравлической схеме на рисунке 10.

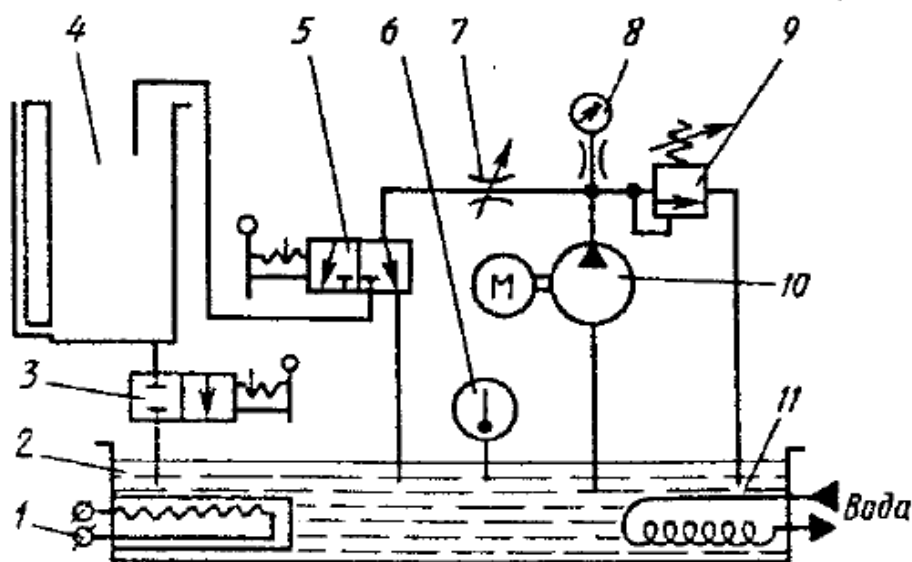


Рисунок 10 – Схема стенда для испытаний насоса

Заполненный маслом насос 10 устанавливается на стенде и нагнетает масло в напорную линию, давление в которой ограничивается клапаном 9 и контролируется манометром 8. Масло, прошедшее через нагрузочный дроссель 7, направляется распределителем 5 в мерный бак 4 или основной 2, температура масла в котором поддерживается подогревателем 1 или маслоохладителем 11 и контролируется термометром 6. В течение 30 мин. Производится обкатка насоса (после ремонта) с минимальным давлением. Далее при температуре масла 40-50°C и полностью закрытом дросселе 7 клапан 9 настраивается на давление $p_{\text{ном}}=0,8 \div 1$ МПа. Затем дроссель 7 приоткрывается до тех пор, пока давление не уменьшится до $p_{\text{ном}}$. Распределитель 5 переключается вправо, и масло начинает поступать в мерный бак. По истечении контрольного времени (≥ 20 с) распределитель 5 возвращается в исходное положение и определяется количество масла в мерном баке. Разделив это количество на контрольное время, получают подачу насоса Q при давлении $p_{\text{ном}}$.

Масло из мерного бака через кран 3 сливается в основной, после чего кран вновь перекрывается. Аналогичным методом определяется подача насоса Q_0 при полностью открытом дросселе 7, когда насос работает практически без давления (не более 0,2÷0,3 МПа), причем в режимах с давлением $p_{\text{ном}}$ и без давления

тахометром измеряются частоты вращения приводного электродвигателя n и n_0 соответственно. При номинальном режиме работы дополнительно определяется мощность $P_{эл}$, потребляемая приводным электродвигателем.

На основании эксперимента определяются полный и объемный КПД насоса:

$$\eta = \frac{p_{ном} \cdot Q}{60 p_{эл} \cdot \eta_{эл}} \quad (8)$$

$$\eta_0 = \frac{Q \cdot n_0}{Q_0 \cdot n} \quad (9)$$

Эти значения сравниваются с указанными в паспорте. В процессе испытаний контролируются также шум насоса, пульсации давления, наружные утечки и наличие пены на поверхности масла в баке.

6. Разработка технологического процесс изготовления детали

6.1 Анализ соответствия требований к изготовлению детали ее служебному назначению

Анализ соответствия требований точности детали ее служебному назначению следует выполнять в определенной последовательности:

1. Рассмотреть требования, предъявляемые к твердости рабочей поверхности детали, с учетом условий работы детали в сборочной единице.
2. Выявить размеры детали, имеющие наиболее жесткие допуски и установить соответствие их служебному назначению исходя из условий эксплуатации детали.
3. Проверить, какие ограничения по отклонениям формы и взаимного расположения поверхностей имеются в технических требованиях. Дать обоснование необходимости их выполнения на основе анализа чертежа сборочной единицы и условий работы детали.
4. Проверить, соответствует ли заданная конструктором шероховатость поверхностей требуемой точности обработки или служебному назначению поверхности детали в сборочной единице.

6.2. Анализ технологичности конструкции детали

В соответствии с ГОСТ 14.205-83 технологичность – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ.

Производственная технологичность конструкции детали – это степень ее соответствия требованиям наиболее производительного и экономичного изготовления. Чем меньше трудоемкость и себестоимость изготовления, тем более технологичной является конструкция детали.

Оценка технологичности конструкции бывает двух видов:

1. Качественная;
2. Количественная.

Качественная оценка технологичности является предварительной, обобщенной и характеризуется показаниями: «лучше – хуже», «рекомендуется – не рекомендуется», «технологична – не технологична» и т.п. Технологичной при качественной оценке следует считать такую геометрическую конфигурацию детали и отдельных ее элементов, при которой учтены возможности минимального расхода материала и использование наиболее производительных и экономичных для определенного типа производства методов изготовления.

В связи с этим следует проанализировать чертеж детали, например, с точки зрения:

- степени унификации геометрических элементов (диаметров, длин, резьб, модулей, радиусов переходов и т.п.) в конструкции;
- наличие удобных базирующих поверхностей, обеспечивающих возможность совмещения и постоянства баз;
- возможности свободного подвода и вывода режущего инструмента при обработке;
- удобства контроля точностных параметров деталей;
- возможности уменьшения протяженности точных обрабатываемых поверхностей;
- соответствия формы дна отверстия форме конца стандартного инструмента для его обработки (сверла, зенкера, развертки) и т.п.

Количественная оценка технологичности выражается показателем, численное значение которого характеризует степень удовлетворения технологичности. Согласно ГОСТ 14.202-73 номенклатура показателей технологичности изделия содержит 4 основных и 31 дополнительный показатель.

Применительно к производству количественную оценку производят по суммарной трудоемкости $\Sigma T_{ш.к}$ и технологической себестоимости, а также по техническим показателям, определение которых возможно из чертежа втулки.

К ним относятся коэффициент точности K_T и шероховатости $K_{ш}$:

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{cp}}, \quad (4)$$

при этом

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i}; \quad (5)$$

$$K_{ш} = \frac{1}{Ra_{cp}}, \quad (6)$$

при этом

$$Ra_{cp} = \frac{\sum Ra_i n_i}{\sum n_i}; \quad (7)$$

где T_i , Ra_i – соответственно качества точности и значения параметров шероховатости обрабатываемых поверхностей;

T_{cp} , Ra_{cp} – средние значения этих параметров;

n_i – число размеров или поверхностей для каждого качества и значения параметра шероховатости.

Пример

Оценка технологичности конструкции заднего распределительного диска

Количественная оценка технологичности детали выражается показателями:
Коэффициент точности определяется из выражения:

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{cp}} \quad (21)$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (22)$$

где T_i – квалитет точности;

n_i – число размеров (поверхностей) данного квалитета.

$$T_{cp} = \frac{7 \cdot 1 + 10 \cdot 3 + 14 \cdot 7}{11} = 12,27$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{12,27} = 0,9$$

Показатель шероховатости рассчитывается по формуле:

$$K_u = \frac{1}{Ra_{cp}}; \quad (23)$$

$$Ra_{cp} = \frac{\sum Ra_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (24)$$

где Ra_{cp} – средняя шероховатость;

n_i – количество поверхностей данной шероховатости.

$$Ra_{cp} = \frac{0,63 \cdot 1 + 3,2 \cdot 1 + 2,5 \cdot 1 + 6,3 \cdot 3}{6} = 4,205;$$

$$K_u = \frac{1}{4,205} = 0,24$$

Анализируемая деталь имеет низкую технологичность, т.к. коэффициент точности $K_T = 0,9$ и показатель шероховатости $K_u = 0,24$.

6.3.Определение типа производства

Согласно ГОСТ 3.1108 – 74 ЕСТД и ГОСТ 14.004-74 ЕСТПП одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций $K_{з.о.}$

Коэффициент $K_{3.0}$ показывает отношение числа всех операций, выполняемых или подлежащих выполнению в цехе (на участке) в течение месяца, к числу рабочих мест, т.е. характеризует число операций, приходящихся в среднем на одно рабочее место в месяц, или степень специализации рабочих мест. При $K_{3.0} \leq 1$ производство массовое; если $1 < K_{3.0} \leq 10$ — крупносерийное; если $10 < K_{3.0} \leq 20$ — среднесерийное; если $20 < K_{3.0} \leq 40$ — мелкосерийное. В единичном производстве $K_{3.0}$ не регламентируется.

В соответствии с [1] при расчетах для действующего цеха (участка)

$$K_{3.0} = \sum P_o / P_{\text{я}} = K_{\text{в}} \Phi \frac{\sum P_o}{\sum N_i T_i}, \quad (2.12)$$

где $\sum P_o$ — суммарное число различных операций;
 $P_{\text{я}}$ — явочное число рабочих подразделений, выполняющих различные операции;
 $K_{\text{в}}$ — коэффициент выполнения норм, $K_{\text{в}} = 1,3$;
 Φ — месячный фонд времени рабочего при работе в одну смену, ч;
 $\sum N_i T_i$ — суммарная трудоемкость программы выпуска, ч;
 N_i — программа выпуска каждой i -й позиции номенклатуры;
 T_i — трудоемкость i -й позиции, ч.

В условиях учебного технологического проектирования при заданной годовой программе выпуска $N_{\text{г}}$, шт., и известной трудоемкости основных операций технологического процесса $T_{\text{ш.к}}$, мин, явочное число рабочих $P_{\text{я}}$ может быть принято равным числу рабочих мест $P_{\text{р.м}}$. В то же время условное число однотипных операций P_{oi} , выполняемых на одном рабочем месте, может быть определено как

$$P_{oi} = \eta_{\text{н}} / \eta_{\text{ф}}, \quad (2.13)$$

где $\eta_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент загрузки рабочего места всеми закрепленными за ним операциями;
 $\eta_{\text{ф}}$ — фактический коэффициент загрузки данной операцией.

Рассчитывается фактический коэффициент загрузки по формуле

$$\eta_{\text{ф}} = \frac{T_{\text{ш.к}} N_{\text{г}}}{60 F_{\text{д}} K_{\text{в}}}, \quad (2.14)$$

где $K_{\text{в}}$ — коэффициент выполнения норм;
 $F_{\text{д}}$ — действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч.

Принимаем по справочным данным $K_{\text{в}}=1,3$; $\eta_{\text{н}}=0,8$ и $F_{\text{д}}=4015$ ч.

6.4.Обоснование метода получения заготовок

Оптимальный метод получения заготовки выбирают, анализируя ряд факторов: материал детали, технические требования на ее изготовление, объем и серийность выпуска, форму поверхности и размеры деталей. Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность и минимальную себестоимость считается оптимальным.

Максимально приблизить геометрические формы и размеры заготовки к размерам и форме готовой детали – одна из главных задач в заготовительном производстве. Оптимизируя выбор метода и способа получения заготовки, можно не только снизить затраты на ее изготовление, но и значительно сократить трудоемкость механической обработки.

В машиностроении для получения заготовок наиболее широко применяют следующие методы:

- литье;
- обработку металлов давлением;
- сварку;
- комбинации этих методов.

Каждый метод содержит большое число способов получения заготовок.

Вид заготовок и способ их изготовления для конкретной детали определяются такими показателями, как;

- материал;
- конструктивная форма;
- серийность производства;
- масса заготовки.

При производстве гидроприводов применяются металлические (стали, чугуны, цветные металлы и их сплавы, редкие металлы) и не метеллические (эластомеры, полимеры, изделия из картона, бумаги, войлока и кожи) материалы.

Детали гидроприводов изготавливают в основном из высоколегированных и высококачественных инструментальных, цементируемых, азотируемых и (реже)

нержавеющих сталей, отличающихся повышенной износостойкостью, малым коэффициентом линейного расширения, минимально деформацией при термической обработке, эксплуатации и хранении.

В производстве гидроприводов заготовку можно получить литьем, обработкой давлением, а также механической обработкой, резкой из прокатанных профилей, главным образом из труб и листов. Способ получения заготовок выбирают с учетом характера производства и определяют объемом выпуска, материала и технических требований к детали. При сопоставлении характера производства показателем совершенства способа получения заготовки является близость ее геометрической формы к окончательно обработанной детали.

6.5. Технико-экономическое обоснование выбора заготовки

Себестоимость производства заготовки, без учета затрат на предварительную механическую обработку, для способов литья определяем по зависимости:

$$C_{заг} = \left[\frac{C + K_{мо}}{1000} \cdot G_{заг} \cdot K_m \cdot K_c - (G_{заг} - G_d) \frac{S_{отх}}{1000} \right] \cdot K_\phi \quad (10)$$

где C – базовая стоимость 1 т заготовок, руб/т;

$K_{то}$ – коэффициент доплаты за термическую обработку и очистку заготовок, руб/т;

$G_{заг}$ – масса заготовки, кг;

K_T – коэффициент, учитывающий точностные характеристики;

K_c – коэффициент, учитывающий серийность выпуска заготовок;

G_d – масса детали, кг;

$S_{отх}$ – стоимость 1 т отходов, руб;

K_ϕ – коэффициент, учитывающий инфляцию (по отношению к ценам 1991 г. $K_\phi = 5$);

Масса заготовки:

$$G_{заг} = \frac{G_d}{K_{вт}} \quad (11)$$

где $K_{вт}$ – коэффициент весовой точности.

Таблица 3.9

Оптовая цена 1 т отливок из чугуна, руб.

Масса одной отливки, кг	Группа сложности					
	1	2	3	4	5	6
4,5	322	401	496	590	704	843
5,65	316	394	486	579	691	827
7,15	310	386	477	569	677	811
9	304	379	468	557	665	796

Таблица 3.10

Оптовая цена 1 т отливок из стали, руб.

Масса одной отливки, кг	Группа сложности					
	1	2	3	4	5	6
14,25	352	439	542	645	770	922
18	346	431	533	634	756	906
22,5	341	424	524	623	744	891
28,25	335	417	515	613	732	876

Таблица 3.11

Оптовая цена 1 т поковок, руб.

Масса одной поковки, кг	Группа сложности			
	1	2	3	4
2,825	398	452	506	567
3,575	382	432	485	544
4,5	368	418	468	524
5,65	354	403	450	504
7,15	342	389	435	486
9	332	376	422	472
11,25	321	365	409	458

Таблица 3.12

Оптовая цена 1 т штамповок, руб.

Масса одной штамповки, кг	Группа сложности			
	1	2	3	4
1,8	508	577	647	724
2,25	482	548	613	686
2,825	457	519	582	651
3,575	439	499	558	625
4,5	422	480	538	602
5,65	407	463	517	579
7,15	393	446	500	559
9	381	432	484	542
11,25	369	419	469	526

Таблица 3.13

Доплаты за термообработку и очистку заготовок

Вид термообработки	$K_{т.о.}$, руб./т
Отжиг	15
Нормализация	25
Очистка от окалины	8

Таблица 3.14

Коэффициент K_t , учитывающий класс точности размеров в зависимости от способов литья

Способ литья	K_t
В песчано-глинистые формы (ПГФ), в оболочковые формы	1,165
В кокиль, центробежное литье	1,27
По выплавляемым моделям	1,67

Таблица 3.15

Коэффициент K_c , учитывающий серийность выпуска заготовок-поковок массой 2,5–10 кг

Число поковок в годовом заказе, шт.	K_c
125 и менее	1,5
126–250	1,25
251–500	1,1
Свыше 501	1

Таблица 3.16

Коэффициент K_c , учитывающий серийность выпуска штампов

Группа серийности	Число горячих штампов в годовом заказе при массе одной штамповки, кг				K_c
	1,6–2,5	2,5–4,0	4,0–10	10–25	
5	700 и менее	650 и менее	500 и менее	400 и менее	По договорам с покупателем
4	701–1400	651–1250	501–1000	401–750	1,3
3	1401–4500	1251–4000	1001–3500	751–3000	1,15
2	4501–120 000	4001–100 000	3501–75 000	3001–50 000	1,0
1	Свыше 120 000	Свыше 100 000	Свыше 75 000	Свыше 50 000	0,9

Таблица 3.17

Коэффициент K_c , учитывающий серийность выпуска отливок

Размер партии, шт.	K_c	Размер партии, шт.	K_c
Менее 200	1,23	12 001–20 000	1,03
201–1000	1,15	20 001–75 000	1,0
1001–4000	1,1	75 001–200 000	0,97
4001–12 000	1,06		

Пример

Выбор материала для изготовления диска и метода получения заготовки

В гидроприводостроении для изготовления распределительных дисков гидронасосов используют сталь 40Х. Наиболее подходящим методом получения заготовки является горячая объемная штамповка в закрытом штампе.

Метод горячей объемной штамповки применяется при средне- и крупносерийном производстве, при этом заготовка значительно приближается к готовой детали. При штамповке в закрытых штампах получают более точные штампованные заготовки, меньше расходуют металл; производительность высокая при пониженной стойкости штампов и ограниченности форм штамповок. Штамповку в закрытых штампах иначе называют безоблойной. Сравнение способов производства заготовок по их себестоимости позволяет выбрать оптимальный метод и способ.

Технико-экономическое обоснование выбора заготовки

Себестоимость производства заготовок, без учета затрат на предварительную механическую обработку, для способов литья и обработки давлением определяется по зависимости:

$$C_{\text{заг}} = \left[\frac{C + K_{\text{т.о}}}{1000} G_{\text{заг}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} - (G_{\text{заг}} - G_{\text{д}}) \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \right] K_{\text{ф}}, \quad (10)$$

где C – базовая стоимость 1 т заготовок, руб./т ;

$K_{\text{т.о}}$ – коэффициент доплаты за термическую обработку и очистку заготовок, руб./т;

$G_{\text{заг}}$ – масса заготовки, кг;

$K_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий точностные характеристики заготовок;

$G_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

$S_{\text{отх}}$ – стоимость 1 г отходов (стружки), руб;

$K_{\text{ф}}$ – коэффициент, учитывающий инфляцию.

Масса заготовки определяется по формуле:

$$G_{заг} = \frac{G_{Д}}{K_{В.Т.}}, \quad (11)$$

где $K_{В.Т.}$ – коэффициент весовой точности

Для штампованной заготовки $K_{В.Т.}=0,8$, отсюда

$$G_{заг} = \frac{3}{0,8} = 3,75 \text{ кг}$$

Для выбранной заготовки $C=519$ руб.

$K_{Т.0.}=25$, руб./т

$K_{Т}$ – не учитывается (штамповка)

$K_{с}=1,0$

$S_{отх}=27$ руб./т

$K_{\Phi}=5$

Отсюда:

$$C_{заг} = \left[\frac{519 + 25}{1000} 3,75 \cdot 1,0 - (3,75 - 3) \frac{27}{1000} \right] 5 = 10 \text{ руб.}$$

7. Разработка технологических операций

7.1 Выбор последовательности переходов в операции и средств их технологического оснащения

Пример

Технология изготовления заднего распределительного диска гидронасоса

05 Правка

Горизонтально-фрезерный универсальный станок 6Р80

Металлорежущий инструмент: фреза торцовая

Фрезеровать торцы, выдерживая диаметр заготовки 110 мм.

010 Токарная

Токарный станок с ЧПУ

Металлорежущий инструмент: токарный проходной отогнутый резец с пластинами из быстрорежущей стали

Точить наружную поверхность Б на длину 110 мм.

015 Токарная

Токарный станок с ЧПУ

Металлорежущий инструмент: токарный чистовой широкий резец с пластинами из твердого сплава

Точить наружную поверхность на длину 110 мм.

020 Сверление

Станок фрезерно-сверлильно-расточной ОММ-67

Металлорежущий инструмент: спиральное сверло из быстрорежущей стали с цилиндрическим хвостовиком

Просверлить отверстие диаметром 2,2 мм на длину 26 мм.

025 Растачивание

Одношпиндельный токарно-револьверный автомат 1Б140

Металлорежущий инструмент: головка расточная универсальная

Расточить внутреннее отверстие под установку втулки на глубину 32мм.

030 Растачивание

Одношпиндельный токарно-револьверный автомат 1Б140

Металлорежущий инструмент: головка расточная универсальная

Расточить внутренние отверстия под установку шайбы на глубину 8,5 мм.

035 Обработка фасок

Токарный станок с ЧПУ

Металлорежущий инструмент: токарный проходной прямой резец с пластинами из твердого сплава

Нарезать фаски в размер 110 мм и отполировать.

040 Обработка фасок

Токарный станок с ЧПУ

Металлорежущий инструмент: токарный проходной прямой резец с пластинами из твердого сплава

Нарезать фаски в размеры 56 мм и 110 мм и отполировать.

045 Термообработка

Закалка при температуре от 500-700 °С в электропечи в течение 1 часа.

Отпуск при температуре 200-250°С в течение 1 часа.

Обработка холодом в холодном штампе при температуре -60-70°С в течение 1 часа.

050 Шлифовальная

Станок круглошлифовальный 3М1638

Металлорежущий инструмент: круг шлифовальный прямого профиля ПП для круглошлифовальных и бесцентрово-шлифовальных станков по ГОСТ 2424 - 78.

Прошлифовать внутреннюю поверхность под установку шайбы под шероховатость $R_a2,5$.

055 Шлифовальная

Станок круглошлифовальный 3М1638

Металлорежущий инструмент: круг шлифовальный прямого профиля ПП для круглошлифовальных и бесцентрово-шлифовальных станков по ГОСТ 2424 - 78.

Прошлифовать наружную поверхность А под шероховатость $R_a0,63$.

060 Шлифовальная

Станок круглошлифовальный 3М1638

Металлорежущий инструмент: круг шлифовальный прямого профиля ПП для круглошлифовальных и бесцентрово-шлифовальных станков по ГОСТ 2424 - 78.

Прошлифовать наружную поверхность Б под шероховатость $R_{a3,2}$.

065 Промывка

070 Консервация

7.2 Выбор металлорежущих станков

1. Горизонтально-фрезерный универсальный станок 6Р80

Параметры станка:

Размеры рабочей поверхности стола, мм	200x800
Наибольшее перемещение стола, мм:	
продольное	500
поперечное	160
вертикальное	300
Расстояние, мм:	
от оси горизонтального шпинделя до поверхности стола	20-320
Наибольший угол поворота стола, °	±45
Внутренний конус шпинделя по ГОСТ 15945-82, мм:	
горизонтального	40
Число скоростей шпинделя:	
горизонтального	12
Частота вращения шпинделя, об/мин:	
горизонтального	50-2240
Число рабочих подач стола	12
Подача стола, мм/мин:	
продольная	25-1120
поперечная	25-1120
вертикальная	12,5-560
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин:	
продольного	2300
поперечного	2300
вертикального	1120
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3
Габаритные размеры, мм:	
длина	1525
ширина	1875
высота	1515
Масса, кг	800

2. Токарный станок с ЧПУ

Параметры станка:

расстояние от оси или торца

шпинделя до стола, мм 30-450

расстояние от вертикальных направляющих

до середины стола, мм 220-470

размеры рабочего стола, мм 1250 x 320

Наибольшее перемещение стола, мм:

продольное 800

поперечное 240

вертикальное 420

Частота вращения шпинделя - 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600 мин⁻¹

Подача стола:

продольная и поперечная - 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250 мм/мин.

вертикальных - 8,3; 10,5; 13,3; 16,6; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 416,6 мм/мин.

Мощность электродвигателя, кВт:

главного движения 7,5

подачи стола 2,2

Габаритные размеры, мм:

длина 2305

ширина 1950

3. Одношпиндельный токарно-револьверный автомат 1Б140

Параметры станка:

Наибольший диаметр обрабатываемого

прутка, мм 40

Наибольший диаметр нарезаемой резьбы:

в стальных деталях М24

в деталях из латуни	M32
Наибольшая подача прутка	
за одно включение, мм	100
Наибольший ход револьверной	
головки, мм	100
Время изготовления одной	
детали, с	10,1-608,3
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	
при левом вращении	160-2500
при правом вращении	63-1000
Расстояние от торца шпинделя до револьверной головки, мм:	
наименьшее	75
наибольшее	210
Мощность электродвигателя, кВт	5,5

4. Круглошлифовальный станок 3М1638

Параметры станка:

Диаметр шлифования, мм	0,8-25
Наибольшая длина шлифования, мм	170
Частота вращения шлифовального круга, мин ⁻¹	1910, 2720
Частота вращения ведущего круга	
(бесступенчатое регулирование), мин ⁻¹	17-150
Тип шлифовального круга - ПП	
Наибольший диаметр, мм	350
Наименьший диаметр, мм	280
Наибольшая ширина, мм	100
Диаметр отверстия, мм	203
Тип ведущего круга - ПП.	
Наибольший диаметр, мм	250
Наименьший диаметр, мм	200
Наибольшая ширина, мм	100

Диаметр отверстия, мм	127
Мощность электродвигателя, кВт:	
шлифовального круга	7
ведущего круга	0,25
Габаритные размеры, мм:	
длина	2230
ширина	1455

5. Станок фрезерно-сверлильно-расточной ОММ-67

Параметры станка:

Размеры рабочей поверхности	
горизонтального стола (длина x ширину), мм	1250 x 320
Число Т-образных пазов на столах	5
Ширина центральных Т-образных пазов, мм	14
Ширина остальных Т-образных пазов, мм	14
Расстояние между Т-образными пазами, мм	63
Количество базовых отверстий на столе	48
Диаметр базовых отверстий на столе, мм	24
Расстояние между базовыми отверстиями	
стола (продольное/поперечное), мм	1 00 ± 0,3/63 ± 0,3
Наибольшее перемещение, продольное, мм	800
Наибольшее перемещение, поперечное, мм	320
Наибольшее перемещение, вертикальное, мм	400
Наибольшее перемещение гильзы	
вертикального шпинделя, мм	60
Конец шпинделей с конусностью 7:24	40AT5
Расстояние от оси горизонтального шпинделя	

до рабочей поверхности горизонтального стола, наименьшее/наибольшее, мм	100/500
Расстояние от торца вертикального шпинделя	
до рабочей поверхности горизонтального стола, наименьшее/наибольшее, мм	10/410
Наибольшее расстояние от торца горизонтального	
шпинделя до края горизонтального стола, мм	110
Наибольшее расстояние от торца горизонтального	
шпинделя до торца серьги, мм	290
Наибольший вылет оси вертикального	
шпинделя, мм	430
Количество скоростей шпинделей	18
Пределы частот вращения шпинделей, 1/мин,	63...3150
Количество рабочих подач	16
Пределы рабочих подач, мм/мин	16...500
Величина быстрого хода, м/мин	0,7
Угол поворота вертикального шпинделя, град	± 90
Максимальная масса обрабатываемой детали, кг	350
Максимально допустимый крутящий момент	
на горизонтальном шпинделе, Нм	180
Максимально допустимый крутящий момент	
на вертикальном шпинделе, Нм	120
Максимальное усилие подач, N	6000
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	7,0
Масса станка, не более, кг	

7.3 Выбор режущих инструментов

Фреза торцовая насадная из быстрорежущей стали (по ГОСТ 9304-69)
($D=40$ мм, $L=32$ мм, $d=16$ мм)

Токарный проходной отогнутый резец с пластинами из быстрорежущей стали (по ГОСТ 18868-73) ($H=16$ мм, $B=10$ мм, $L=100$ мм, $m=6$ мм, $a=10$ мм, $r=0,5$ мм)

Токарный чистовой широкий резец с пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 18881-73) ($h=16$ мм, $b=10$ мм, $L=100$ мм, $l=10$ мм)

Спиральное сверло из быстрорежущей стали с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 4010-77) ($d=0,5-20$ мм, $L=20-131$ мм, $l=3-60$ мм)

Круг шлифовальный прямого профиля ПП для круглошлифовальных и бесцентрово-шлифовальных станков по ГОСТ 2424-78 ($D = 250$ мм, $H = 20$ мм, $d = 75$ мм).

Токарный проходной прямой резец с пластинами из твердого сплава (по ГОСТ 18878-73) ($h=16$ мм, $b=10$ мм, $L=100$ мм, $\varphi=45^\circ$, $l=8$ мм, $R=0,5$ мм)

Головка расточная универсальная 6310-0001 (по ГОСТ 22393-77)

7.4 Расчет режимов резания

Точение

1. Выбор глубины резания t (мм)

Назначается по условию удаления припуска под обработку за 1 рабочий ход инструмента.

Припуск менее 7 мм может быть срезан за один проход резца. В этих случаях рабочая глубина резания равна припуску на обработку $\rightarrow t=2,5$ мм

2. Выбор подачи на 1 оборот S_0 (мм/об)

Выбираем рекомендованную из справочника при $t=2,5$ мм, $S_0=0,8$ мм/об

3. Определение скорости резания (м/мин)

Осуществляется с учетом выбранных глубин резания, подачи, свойств обрабатываемого и режущего материала, геометрии и стойкости инструмента.

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v, \quad (12)$$

где C_v , m , x , y – коэффициенты, которые зависят от вида обработки

T – период стойкости инструмента (мин)

K_v – коэффициент, учитывающий условия обработки

Коэффициент K_v является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки K_{mv} , состояния поверхности K_{nv} , и материала инструмента K_{uv} .

$$K_v = 1,0 \cdot 0,87 \cdot 0,94 = 0,8178$$

По справочным данным $C_v = 340$, $x = 0,15$, $y = 0,45$, $m = 0,20$

Период стойкости инструмента T при одноинструментальной обработке составляет 60 мин.

Отсюда:

$$V = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} 0,8178 = 118 \quad \text{м/мин}$$

4. Определение силы резания $P_{z,y,x}$ (н)

$$P_{x,y,z} = 10 C_p t^x S^y V^n \cdot K_p, \quad (13)$$

где C_p , x , y , n – коэффициенты, зависящие от вида обработки

Коэффициент K_p представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$), учитывающих условия резания.

Для P_z : $K_{mp} = 0,85$, $K_{fp} = 1,0$, $K_{yp} = 1,15$, $K_{lp} = 1,0$, $K_{rp} = 0,87$, $C_p = 200$, $x = 1,0$, $y = 0,75$, $n = 0$.

Для P_y : $K_{mp} = 0,85$, $K_{fp} = 1,0$, $K_{yp} = 1,6$, $K_{lp} = 1,7$, $K_{rp} = 0,66$, $C_p = 125$, $x = 0,9$, $y = 0,75$, $n = 0$.

Для P_x : $K_{mp} = 0,85$, $K_{fp} = 1,0$, $K_{yp} = 1,7$, $K_{lp} = 0,65$, $K_{rp} = 1,0$, $C_p = 67$, $x = 1,2$, $y = 0,65$, $n = 0$.

$$K_p(P_z) = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,85$$

$$K_p(P_y) = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,7 \cdot 0,66 = 1,53$$

$$K_p (P_x)=0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,7 \cdot 0,65 \cdot 1,0=0,94$$

$$P_z=10 \cdot 200 \cdot 2,5 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 118^0 \cdot 0,85=3595 \text{ Н}$$

$$P_y=10 \cdot 125 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 118^0 \cdot 1,53=3690 \text{ Н}$$

$$P_y=10 \cdot 67 \cdot 2,5^{1,2} \cdot 0,8^{0,65} \cdot 118^0 \cdot 0,94=1636 \text{ Н}$$

5. Мощность резания (N): определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (14)$$

$$N = \frac{3595 \cdot 118}{1020 \cdot 60} = 6,9 \text{ кВт}$$

Сверление

1. При сверлении глубина резания определяется как $t=0,5D$ отверстия

$$t=0,5 \cdot 2,2=1,1 \text{ мм}$$

2. Подача (S): при сверлении отверстий без ограничивающих факторов,

выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу:

Материал сверла Р6М5, HB<160, D = 2,2мм => S = 0.13мм/об.

3. Скорость резания V (м/мин)

Скорость резания при сверлении определяется из выражения:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (15)$$

Значение периода стойкости инструмента T, коэффициента C_v и показателей степени (q,m,y) приведены в справочнике.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания, равен:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (16)$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал;

K_{uv} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_v=1,22 \cdot 1,15 \cdot 0,6=0,84$$

По справочнику $C_v=7,0$; $q=0,40$; $y=0,70$; $m=0,20$; $T=8$ мин.

$$v = \frac{7,0 \cdot 2,2^{0,40}}{8^{0,20} \cdot 0,13^{0,70}} \cdot 0,84 = 22 \text{ м/мин}$$

4. Крутящий момент ($M_{кр} (H \cdot м)$) и сила резания ($P_o(H)$): определяются из выражений:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (17)$$

$$P_o = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (18)$$

Значения коэффициентов C_m , C_p и показателей степени (q, y) взяты из справочника.

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае, зависит только от материала обрабатываемой заготовки и равен: $K_{мр}=0,85$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2,2^{0,4} \cdot 0,13^{0,7} \cdot 0,85 = 0,96 H \cdot м$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 2,2^{0,4} \cdot 0,13^{0,7} \cdot 0,85 = 190 H$$

Мощность резания ($N(кВт)$): определяется по формуле:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (19)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент;

n – частота вращения инструмента или заготовки.

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 22 м / мин}{3,14 \cdot 0,0022 м} = 3000 об / мин$$

$$N = \frac{0,96 H \cdot м \cdot 3000 об / мин}{9750} = 0,3 кВт.$$

Шлифование

Разработку режима резания при шлифовании начинают с установления характеристики инструмента. Основные параметры резания при шлифовании определяются по справочным данным:

скорость вращательного движения заготовки $V_3=20$ м/мин

глубина шлифования $t=0,01$ мм

продольная подача $S=18$ мм/об

Эффективная мощность, кВт при шлифовании торцом круга определяется по формуле:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot b^z, \quad (20)$$

где b – ширина шлифования, мм.

По справочным данным $C_N=3,8$; $r=0,3$; $x=0,25$; $z=0,3$

$$N=3,8 \cdot 20^{0,3} \cdot 0,01^{0,25} \cdot 26^{0,3}=7,8 кВт$$

8 Технический контроль

В практике производства гидропривода различают две формы технического контроля: пассивную и активную.

При пассивном контроле фиксируется достигнутое качество продукции. Несмотря на большую трудоемкость (15—25% от общей трудоемкости производственных операций) и отсутствие возможности предупреждения брака, эта форма контроля получила наибольшее распространение на химико-термических, предварительных механических и сборочных операциях (например, при селективной сборке).

Активная форма технического контроля осуществляется в процессе изготовления детали. Активный контроль может заключаться в проверке точности средств производства, в проверке правильности взаимного положения обрабатываемой детали и инструмента, а также в непрерывном контроле детали в процессе обработки, что позволяет судить о правильности протекания технологического цикла.

Различают два метода активного контроля:

- 1) статистический (выборочный);
- 2) автоматический.

При статистическом методе оценивают точность технологического процесса при обработке детали; устанавливают экономически целесообразные поля допусков; предупреждают появление брака и осуществляют текущий контроль за ходом технологического процесса обработки; производят выборочную проверку годности обрабатываемых деталей и их приемку; исследуют и обрабатывают опытные данные в партии измеренных деталей.

При обработке результатов по указанным операциям используют приемы математической статистики и теории ошибок.

Активный автоматический контроль применяют для стопроцентной проверки деталей после обработки в условиях комплексной автоматизации производства. Наиболее совершенны такие формы автоматического контроля, при которых одно измерительное устройство, установленное на станке, управляет

рабочим циклом станка, а другое, проверяющее детали в процессе обработки, управляет подналадкой первого устройства при появлении отклонений. Детали с отклонением при этом отбраковываются.

Наиболее экономичен автоматический контроль с одновременным обеспечением сортировки готовых изделий на группы для селективной сборки. Основными факторами, определяющими выбор средств контроля, являются точность изготовления, количество деталей, форма и размеры контролируемых деталей и экономическая эффективность применения средств контроля.

При оценке точности выбранного метода принято считать, что погрешность измерения должна составлять 0,1—0,2 от величины допусков контролируемой детали. Величина партии деталей определяет производительность (уровень механизации) контрольно-измерительных устройств. При крупносерийном и массовом производстве применяют систему автоматического контроля, а также высокопроизводительные механизированные приборы.

При высокой степени стабильности и отработанности параметров технологических процессов автоматы использовать нерационально. Целесообразнее произвести статистический (выборочный) контроль.

Выбирая степень механизации или автоматизации контрольного процесса, учитывают. Производительность различных измерительных устройств. Производительность механизированных устройств при контроле несложных деталей с малым числом контролируемых параметров (штуков, гладких валов, гильз) составляет 10 тыс., при контроле сложных деталей по многим параметрам (шестерен насосов, шатунов, золотников) — 2—3 тыс., совершенный автомат может пропустить 12—25. Тys. деталей в смену.

При большом числе контролируемых параметров применяют многомерные показывающие приборы. Они представляют собой комплект настроенных на требуемый размер индикаторов, миниметров и других рычажно-измерительных устройств, совмещенных в одном приборе.

При прочих равных условиях для контроля деталей простой геометрической формы с небольшим числом контролируемых параметров, а

также при необходимости групповой селекции целесообразно применять автоматы.

При контроле тонкостенных деталей рекомендуется использовать бесконтактные датчики.

Механические способы контроля осуществляют с помощью стандартных рычажно-измерительных устройств (индикаторов, оптиметров, нутромеров). Применяются также устройства, облегчающие контрольные операции и относящиеся к ручным измерителям типа предельных калибров-пробок и калибров-скоб.

Для электрических способов контроля используются электрические измерители. Различают измерители с электроконтактными, индуктивными, емкостными и фотоэлектрическими датчиками. Для контроля деталей по предельным размерам предназначены предельные датчики, для контроля разности между наибольшим и наименьшим отклонением – амплитудные. Электроконтактные датчики основаны на использовании перемещения измерительного стержня для замыкания или размыкания контактов электрической цепи, включающей указанное устройство.

В измерителях с индуктивными датчиками малые линейные перемещения измерительного стержня преобразуются в изменения индуктивных сопротивлений катушек, воздействующие на электрическую схему. Такие датчики применяют для контроля деталей при обработке их на станках и автоматах, а также для контроля и сортировки детали.

Измерители с емкостными датчиками большого распространения не получили из-за нестабильности работы и сложности экранировки.

Фотоэлектрические датчики наиболее часто применяют при контроле мелких точных деталей массового производства.

В производстве гидропривода широко применяют пневматические измерители. Различают два типа измерителей: реагирующие на изменение давления в системе и реагирующие на изменение скорости воздушного потока.

Пример

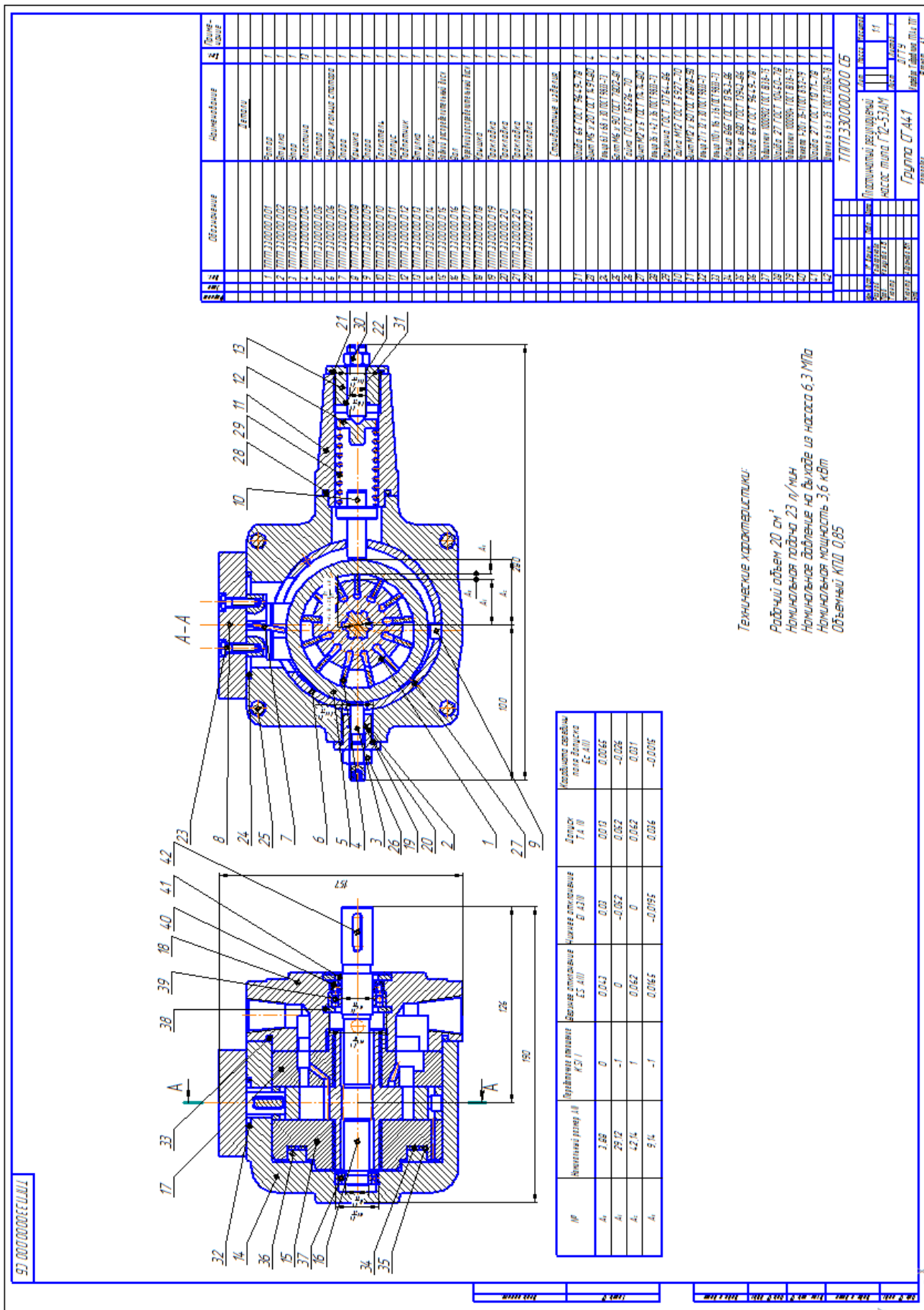
Методы контроля готовой детали

После изготовления проводится визуальный контроль заднего распределительного диска на наличие механических повреждений, царапин, сколов и трещин. На поверхности распределительного диска допускается наличие мелких раковин и трещин (если их величина не превышает установленных ГОСТом 22472-87), которые в последствии необходимо покрыть слоем эпоксидного компаунда с последующей термообработкой.

Далее проводится контроль основных размеров диска в соответствии с рабочим чертежом. Для этого используются индикаторные скобы, микрокаторы, с помощью которых контролируются наружные размеры детали.

Результаты измерений признаются достоверными, если погрешность измерений не превышает установленной величины допустимой погрешности измерения (пределы допускаемых погрешностей устанавливаются по ГОСТ 8.051 – 81).

Приложение Б – Сборочный чертеж (пример)



Приложение В – Технологический процесс сборки

[illegible]

Общее время сборки 165 минут

Список использованных источников

1. В.И. Аверченков, О.А. Горленко. Технология машиностроения: Сборник задач и упражнения. Москва, «ИНФРА-М» 2005г.
2. Н.Н. Чернов. Металлорежущие станки. Москва, «Машиностроение» 1988г.
3. Б.И. Черпаков, Т.А. Альперович. Металлорежущие станки. Москва, «Академия» 2003г.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах/ под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. «Машиностроение» 1986г.
5. А.Н. Федотиков. Краткий справочник технолога машиностроителя / Москва, «ОБОРОНГИЗ» 1960г.
6. Свешников В.К. «Станочные гидроприводы» Справочник, Москва, Машиностроение, 1995 г.
7. Лекции по дисциплине «Технология производства гидропневмосистем», читала Кожухова А.В.
8. В.С.Сидоренко Курсовое и дипломное проектирование гидравлической техники / В.Н. Абрамова, А.Т. Рыбак, Р.А. Фридрих, Ростов-на-Дону, Издательский центр ДГТУ 2005.