

## 1. РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ

Деталь удовлетворяет следующим условиям:

- а) Наружные поверхности заданной детали можно обрабатывать проходными резцами.
- б) Деталь имеет закрытую шпоночную канавку затрудняющую обработку.
- в) Деталь имеет отверстие перпендикулярное оси вращения затрудняющую обработку
- г) Деталь имеет достаточную жесткость для получения высокой точности обработки, так как отношение длины к диаметру заготовки составляет  $110/26=4,2$  (если отношение  $L/d < 5$ , то заготовка жёсткая и обрабатывать можно в 3-х кулачковом патроне, при  $L/d = 5 \dots 20$  - нужна дополнительная опора в виде центра с другой стороны, а если  $L/d > 20$ , нужна ещё одна промежуточная опора (люнет)).

Заданная деталь имеет разброс диаметров поверхностей 1 мм на сторону, максимальная по диаметру поверхность имеет точность 9 квалитет а минимальная по диаметру имеет точность 8 квалитет. Нужно также учесть что получение ступеней с перепадом в 3-2мм и уступов малой длины на горизонтально-ковочных машинах невозможно, поэтому при применении ГKM форма заготовки будет упрощена, что не позволит достичь высокой экономии материала. Исходя из этого, наиболее рационально в качестве заготовки принять цилиндрический прокат (пруток) калиброванный. Это позволит достичь коэффициента использования материала на уровне 75%, что для детали данной формы вполне приемлемо при серийном типе производства.

Определяем величины припусков и размеры заготовки:

В качестве количественных показателей технологичности рассматривается масса детали, коэффициент использования материала, коэффициент точности обработки, коэффициент шероховатости поверхности.

Коэффициент точности обработки и коэффициент шероховатости поверхности определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность обработки поверхности и среднюю шероховатость обработки поверхности.

Коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{q}{H_p},$$

где  $q$  – масса детали,  $q=0,36$  кг;

$H_p$  – норма расхода материала, кг.

Норму расхода материала приблизительно можно определить по формуле

						Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$H_p = 1,1 \cdot Q,$$

где  $Q$  – масса заготовки,

$$Q = \rho \cdot V = \rho \cdot \sum V_i$$

где  $q$  – масса детали, г;

$\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – объем детали, см<sup>3</sup>.

Для стали принимаем  $\rho = 7.8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,

$$Q = 7.8 \cdot \frac{3.14}{4} \cdot (2.5^2 \cdot 11.5) = 440 \text{ г}$$

Тогда коэффициент использования материала будет равен

$$H_p = 1,1 \cdot 0,44 = 0,484 \text{ кг};$$

$$K_{им} = \frac{0,36}{0,484} = 0,744$$

Коэффициент использования материала больше чем технологичный который равен 0,72, следовательно деталь технологична

Таблица 1.5 – Определение коэффициента точности

Квалитет $T_i$	Количество поверхностей $n_i$	Произведение $T_i \times n_i$
15	1	15
14	6	84
13	1	13
11	1	11
9	2	18
8	1	8
итого	12	149

Коэффициент точности определяется по формуле

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{T_{ср}},$$

где  $T_{ср}$  – среднее значение квалитета точности.

Среднее значение квалитета точности определяется по формуле

$$T_{ср} = \frac{\sum T_i \times n_i}{\sum n_i},$$

где  $T_i$  – значение квалитета точности;

$n_i$  – количество поверхностей с данным квалитетом точности.

$$T_{ср} = \frac{149}{12} = 12.42;$$

$$K_{мч} = 1 - \frac{1}{12.42} = 0.919.$$

Деталь технологична по точности, так как  $K_{тч}=0,919 > 0,8$

Таблица 1.6 – Определение коэффициента шероховатости

Шероховатость $Ш_i$	Количество поверхностей $n_i$	Произведение $Ш_i \times n_i$
20	4	80
10	2	20
5	2	10
2,5	4	10
итого	12	120

Коэффициент шероховатости определяется по формуле

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср}},$$

где  $Ш_{ср}$  – среднее значение шероховатости.

Среднее значение шероховатости определяется по формуле

$$Ш_{ср} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i},$$

где  $Ш_i$  – значение параметра шероховатости  $Ra$ ;

$n_i$  – количество поверхностей с данной шероховатостью.

$$Ш_{ср} = \frac{120}{12} = 10;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{10} = 0.1$$

Деталь технологична по шероховатости, так как  $K_{ш}=0,1 < 0,2$ .

В результате выполненного анализа технологичности можно сделать вывод, что деталь достаточна технологична, допускает применение высокопроизводительных режимов обработки, имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций и достаточно проста по конструкции.

Технические требования:

1. Неуказанные отклонения размеров Н14, h14, it14/2
2. \* Размеры для справок.
3. \*\*Размеры обеспечиваются инструментом

Преобразование и проверка чертежа детали для выполнения размерного анализа. Размерный анализ начинается с преобразования чертежа и его проверки. В каждой из проекции чертежа размеры располагают только горизонтально. На рисунке 1.1 представлен чертеж детали. Для такой детали достаточным является выполнение двух проекций. Для преобразования чертежа в первой проекции (продольные размеры) вначале считают число поверхностей и осей отверстий, связанных продольными размерами; в данном случае их оказалось 10(1—10). Затем строится сетка (рисунок 1.2), в которой должно быть 10 вертикалей и столько же горизонталей. Вертикали

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

слева направо нумеруют теми же цифрами, что и на чертеже детали с добавлением в конце цифры 9.

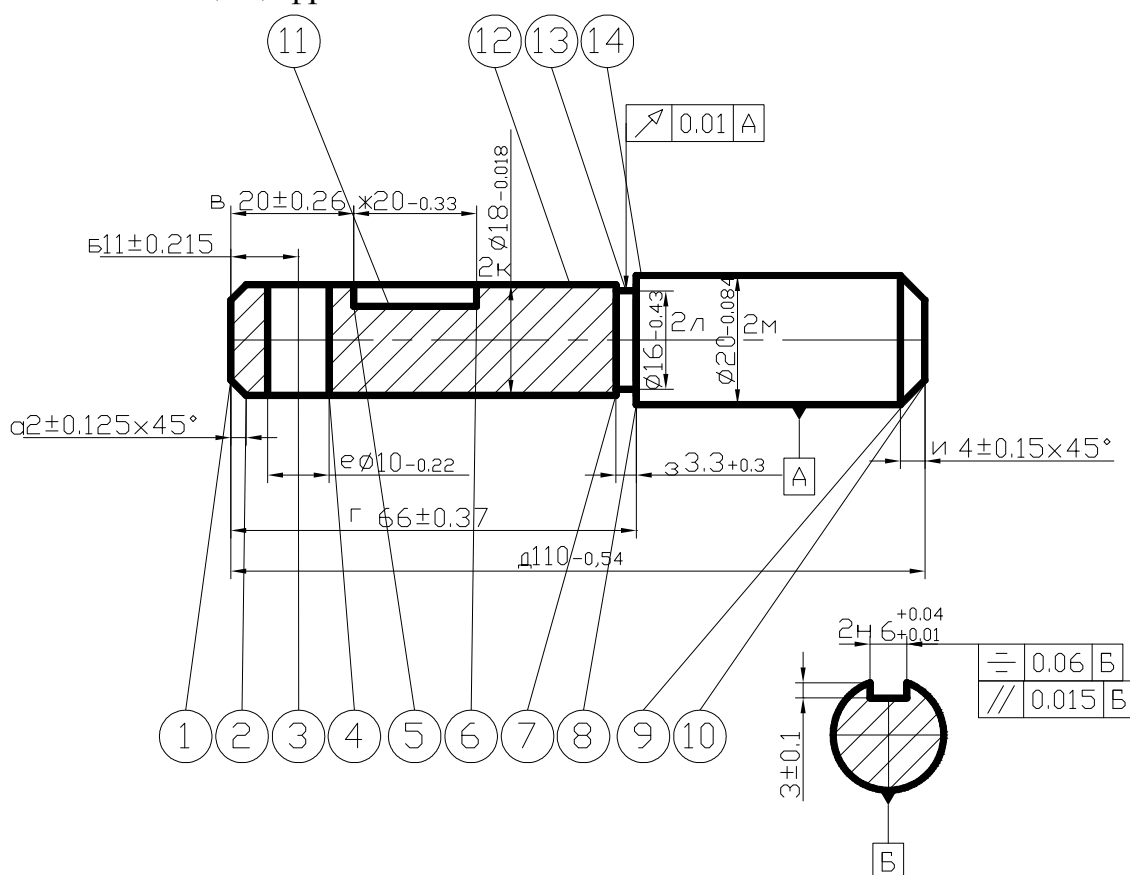


Рисунок 1.1– Чертёж детали

Под сеткой располагается проекция чертежа с нанесенными номерами поверхностей и соединяют их с вертикальными линиями. На горизонталях сетки располагают продольные размеры

Проверка показала, что число чертёжных размеров на единицу меньше, чем число поверхностей и осевых линий, которые этими размерами связаны.

По полученным данным можно сделать вывод, что преобразование чертежа детали не требуется, т.к. в ходе анализа выявлено, что чертёж имеет все необходимые размеры для изготовления детали.

Проводим проверку диаметральных размеров.

В преобразованном чертеже число осевых линий соответствует числу цилиндрических, поверхностей, и все осевые линии наносятся на сетку (рисунок 1.3).

На рисунке 1.1 конструктором заданы технические требования отклонений по расположению поверхностей. Принимаем, что эти требования могут быть выдержаны по усмотрению технолога.

Отклонения от соосности цилиндрических поверхностей не имеют решающего значения для сборки и работы данной детали и конструктор считает, что эти требования могут быть выдержаны по усмотрению технолога. Это вовсе не означает, что отклонения от соосности могут быть сколь угодно велики. Поэтому не заданные чертежом отклонения соосности

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	8

предусматриваются технологом в экономически разумных пределах и ограничиваются какими-либо заводскими или отраслевыми нормами. На преобразованном чертеже эти связи отклонений соосности указывают после построения размерной схемы технологического процесса.

Число всех связей на единицу меньше, чем число осей на сетке преобразованного чертежа.

По полученным данным анализа достаточности диаметральных размеров можно сделать вывод, что не требуется преобразование чертежа

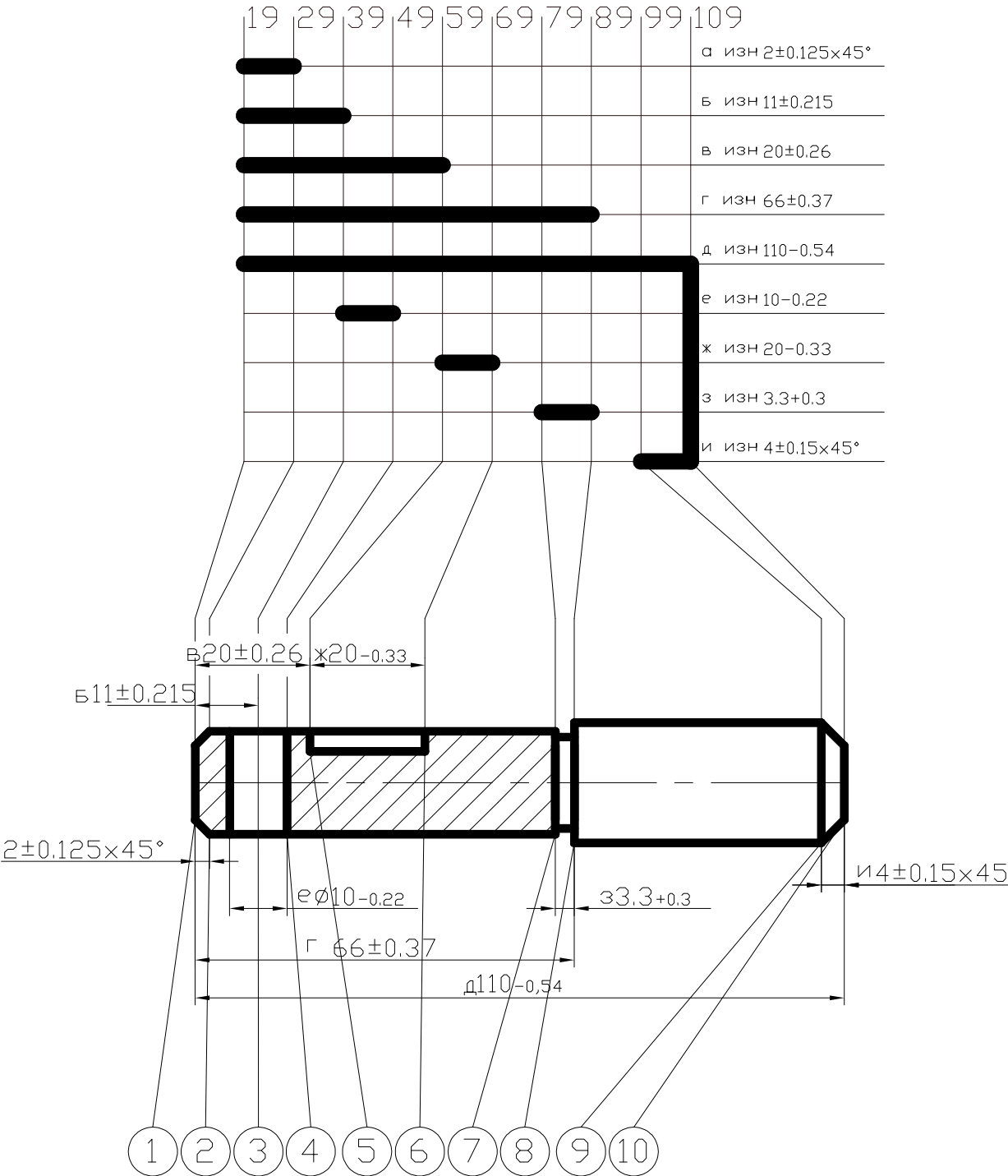


Рисунок 1.2 – Преобразованный чертеж (первая проекция)

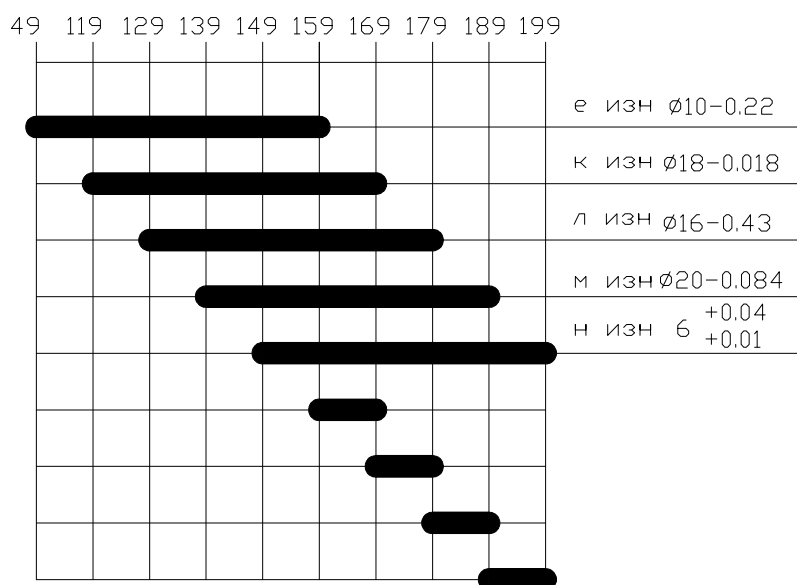
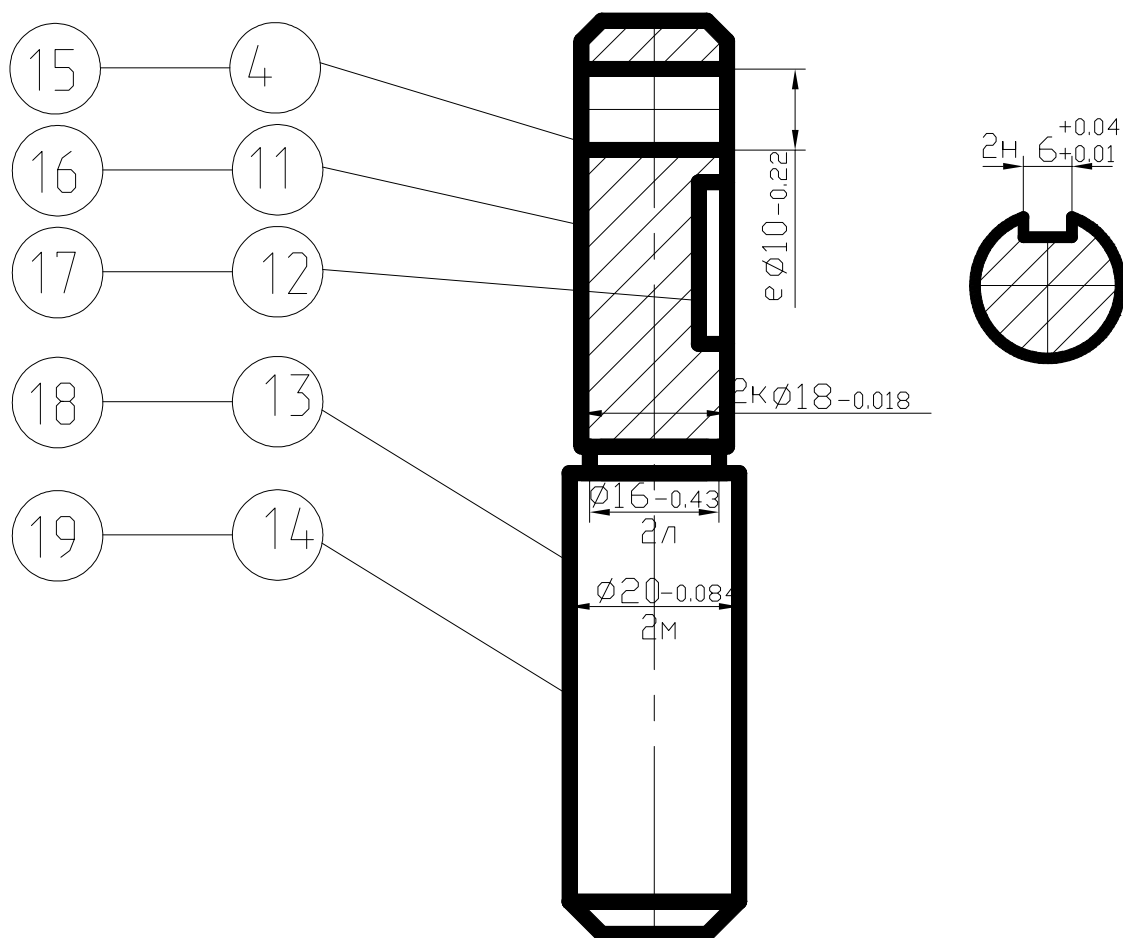


Рисунок 1.3 – Преобразованный чертёж (вторая проекция)

На рисунке 1.4 представлен чертеж заготовки детали, При преобразовании чертежа заготовки на контур заготовки тонкими линиями наносится чертеж детали (рисунок 1.4). Вверх выносят номера поверхностей детали 1-10. Под чертежом проводят две

горизонтали (по числу поверхностей), и соответственно 10 вертикалей (по числу поверхностей детали).

### Преобразование чертежа заготовки

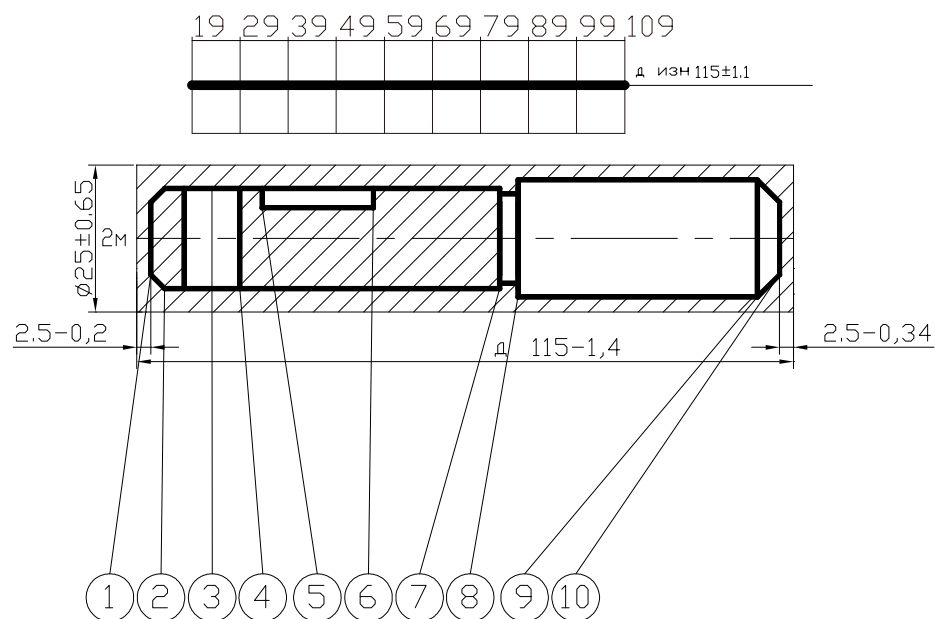


Рисунок 1.4 – Преобразованный чертёж заготовки (первая проекция)

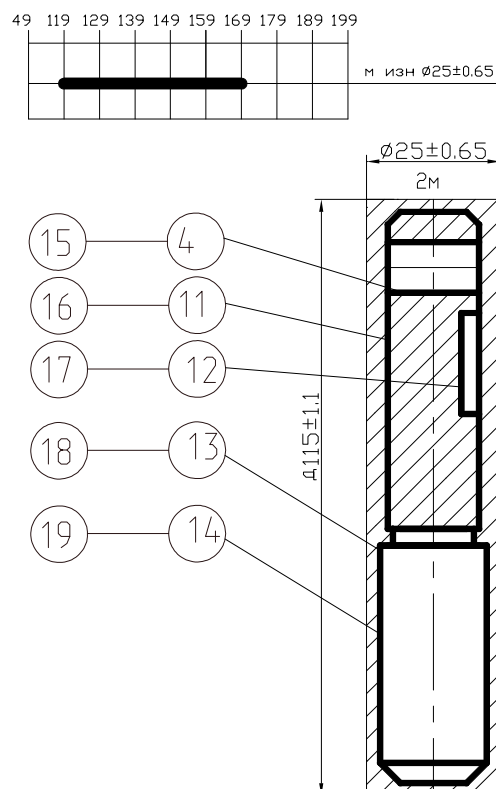


Рисунок 1.5 – Преобразованный чертёж заготовки (вторая проекция)

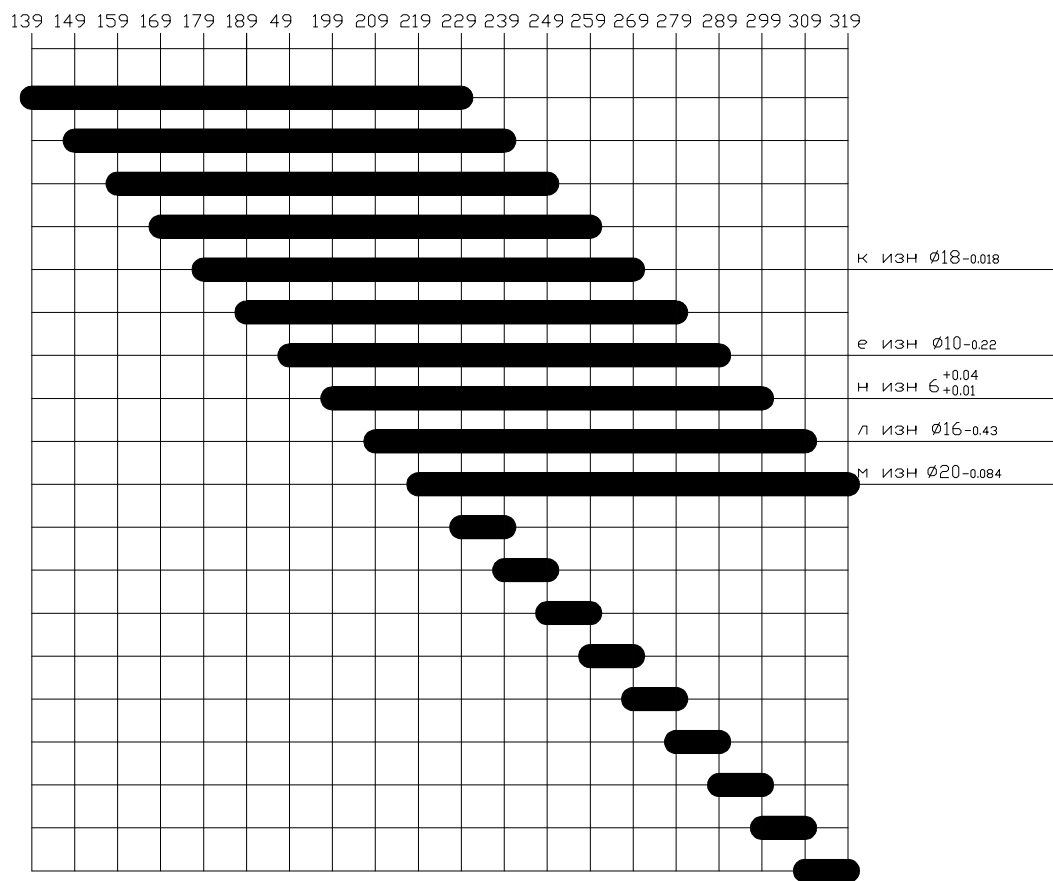
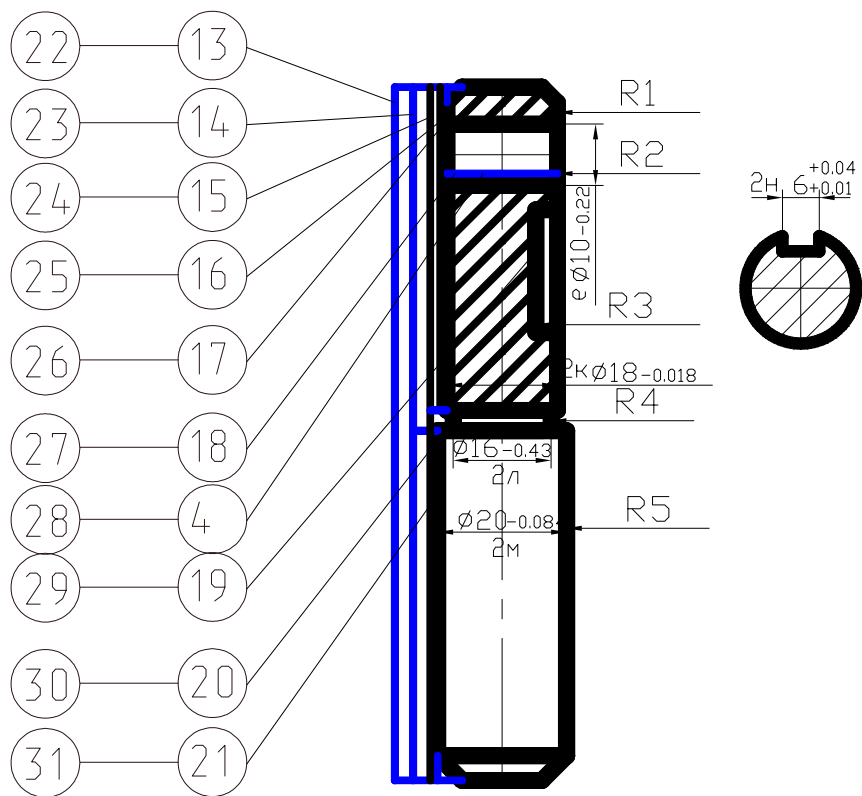


Рисунок 1.6 - Преобразованный чертёж получения



## 2 ВЫБОР МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали; ее назначение и технические требования на изготовление; объем и серийность выпуска; форма поверхностей и размеры детали.

Материал детали – сталь 45 ГОСТ 1050-88. Тип производства – серийное. Назначение и технические требования на изготовление детали в рамках данного курсового проекта не известны.

Проанализировав исходные данные, возможность обработки отдельных поверхностей и получение данной детали принимаем в качестве заготовки – прокат

Данный метод получения заготовки обеспечивает технологичность изготовления из нее детали, а себестоимость изготовления детали является минимальной. Поэтому метод считается оптимальным.

Определение величин припусков на обработку и размеры заготовки. Определяем припуски расчетно-статическим методом. Этот метод, как более полный, дает, как правило, меньшее значение припусков на обработку.

При определении величин припусков воспользуемся данными воспользуемся данными ОСТ 105-812-81

Определим припуск на поверхность  $\varnothing 20h10 Ra2,5$  мкм.

Расчет диаметра заготовки:

$$(20+2\cdot 2,5)\pm 0,65=25\pm 0,65 \text{ мм};$$

где 2,5 мм – припуск на предварительное обтачивание;

$\pm 0,65$  – поле допуска, соответствует js16.

При назначении припусков на обработку торцовых поверхностей воспользуемся данными ОСТ 105-812-81

Принимаем, что обрабатывается штучная заготовка.

Определим припуск на поверхность  $110h14 Ra 20$  мкм по чертежу

Размер заготовки

$$(110+2\cdot 2,5) - 0,87 = 115 - 1,4 \text{ мм};$$

где 2,5 мм – припуск на чистовое обтачивание;

-1,4 – поле допуска, соответствующее h15.

Проведем сравнение технико-экономических параметров базового и предлагаемого вариантов методов получения заготовок.

Произведем расчет технологической себестоимости по двум вариантам.

Себестоимость заготовок из проката можно определить по формуле

$$S_{\text{загл}} = M + \sum C_{0.3},$$

где  $M$  – затраты на материал заготовки, руб.

$\sum C_{0.3}$  – технологическая себестоимость операций правки, калибрования прутков, разрезки их на штучные заготовки, руб.

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000},$$

где  $Q$  – масса заготовки, кг;

$q$  – масса готовой детали, кг;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

$S$  – цена 1 кг материала заготовки, руб.;

$S_{отх}$  – цена 1 т отходов, руб.;

$$M = 0,44 \cdot \frac{840}{1000} - (0,44 - 0,36) \cdot \frac{220}{1000} = 0,352 \text{ руб.}$$

Технологическую себестоимость операций правки принимаем равной 0,1 руб. Тогда себестоимость заготовки из проката

$$S_{заг1} = 0,352 + 0,1 = 0,452 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки, получаемой штамповкой, можно определить по формуле

$$S_{заг2} = \left( \frac{S_2}{1000} Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi} \right) - (Q - q) \frac{S_{отх}}{1000},$$

где  $Q$  – масса заготовки, г;

$S_2$  – базовая стоимость 1 тонны заготовок, руб.;

$k_T$  – коэффициент, зависящий от класса точности;

$k_c$  – коэффициент, зависящий от группы сложности;

$k_B$  – коэффициент, зависящий массы;

$k_M$  – коэффициент, зависящий от марки материала;

$k_{\Pi}$  – коэффициент, зависящий от объема производства заготовок;

$$S_{заг2} = \left( \frac{890}{1000} \cdot 0,44 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 1,15 \cdot 1,21 \cdot 1 \right) - (0,44 - 0,36) \cdot \frac{220}{1000} = 0,46 \text{ руб.}$$

Выбираем заготовку из проката

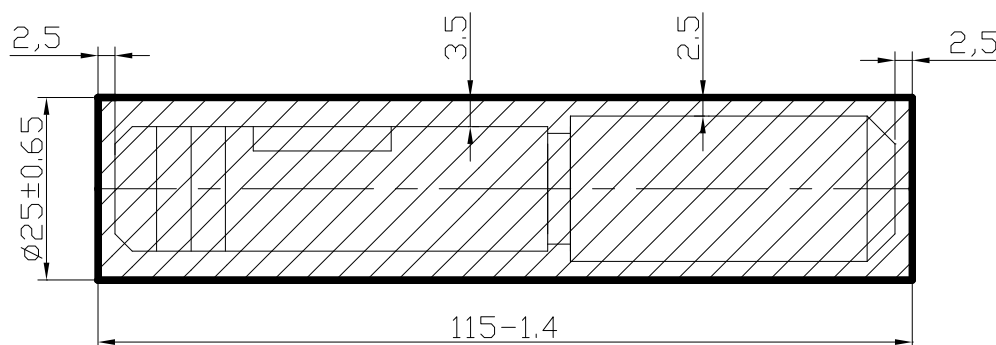


Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки

### 3 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МАРШРУТА ОБРАБОТКИ ОТДЕЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛИ

Выбор маршрута обработки отдельных поверхностей заготовки производим исходя из требований рабочего чертежа и принятой заготовки.

Учитывая, что изготовление ведется в условиях серийного производства, обработку заготовки производим на универсальном оборудовании. На первом этапе разработки маршрутный технологический процесс выполняем в виде табличного графа, который позволяет оформить технологические операции из отдельных переходов.

Разработка технологического процесса входит в комплекс взаимосвязанных работ, предусмотренных Единой системой технологической подготовки производства (ЕСТПП). Для каждого типа производства характерны свои маршруты изготовления деталей.

Для серийного производства следует стремиться строить технологический процесс, ориентируясь на использование переменноточных линий, когда последовательно изготавливаются партии деталей одних наименований или размеров, или групповых поточных линий, когда параллельно изготавливаются партии деталей различных наименований.

Выбираем маршрут обработки отдельных поверхностей

Таблица 3.1 – Обработка отдельных поверхностей

Поверхности	020 Токарно-винторезная	020 Вертикально-сверлильная	030 Круглошлифовальная	040 Круглошлифовальная	050 Шпоночно-фрезерная
	установочная база Ø115js16 торец заготовки	установочная база Ø18,6h11 торец заготовки	установочная база Ø18,6h11 торец заготовки	установочная база Ø20h10 торец заготовки	установочная база Ø18,6h11 торец заготовки
Поверхность Ø18	точение черновое точение чистовое точение чистовое			шлифование чистовое	
Поверхность Ø20	точение черновое точение чистовое		шлифование чистовое		
Поверхность Ø16-	точение чистовое				
Торцы детали в размер 110	точение черновое точение чистовое				
Паз 6x20					фрезерование чистовое
Отверстие Ø10		сверление зенкерование			
фаска 2x45	точение чистовое				
фаска 4x45					

#### 4. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ

Исходными данными при выборе баз являются: рабочий чертёж детали, вид заготовки, условия работы узла в механизме.

В качестве черновой базы используем наружную поверхность заготовки и правый торец заготовки.

Для исходной заготовки целесообразно токарную обработку выполнять в два этапа. На первом этапе выбранная база позволяет выполнить токарную черновую и чистовую обработку поверхностей детали, подрезать торец.

Для второго этапа чистовой базой будет являться обработанная цилиндрическая поверхность и обработанный торец (заготовка закрепляется в трёхкулачковом патроне с упором в торец детали). Данная база позволяет произвести окончательную обработку второй стороны заготовки и наружной поверхности детали.

Сверление производится заготовки, используя ранее обработанные поверхности  $\varnothing 18,6\text{мм}$  и торец заготовки.

Шлифование заготовки производится в два этапа, используя ранее обработанные поверхности  $\varnothing 18,6\text{мм}$  и  $\varnothing 20\text{мм}$  на круглошлифовальной операции, а также  $\varnothing 70\text{H7}$  на внутришлифовальной операции.

Фрезерование паза производится, используя ранее обработанные поверхности  $\varnothing 20\text{мм}$  и торец заготовки.

Для лишения детали 6-ти степеней свободы необходим комплект из трех баз.

Для цилиндрических поверхностей:

Двойная направляющая база лишает деталь 4-х степеней свободы.

Двойная опорная лишает деталь 2-х степеней свободы.

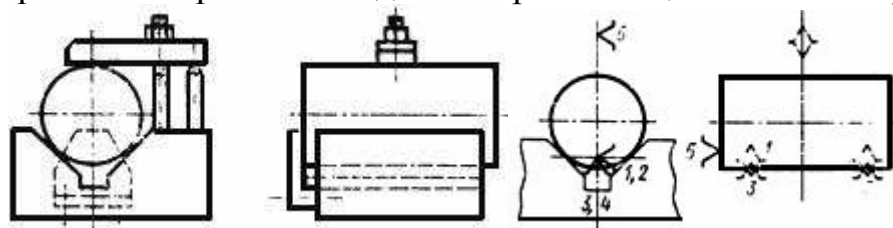
##### 010 токарная

Установка в 3-х кулачковый патрон



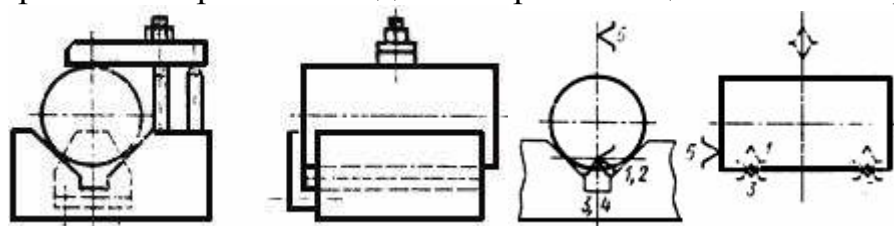
##### 020 Вертикально-сверлильная

Установка в призме с закреплением детали при помощи винтового прижима.



### 030 Шпоночно-фрезерная

Установка в призме с закреплением детали при помощи винтового прижима.



### 040 Круглошлифовальная

Установка в 3-х кулачковый патрон



### 050 Круглошлифовальная

Установка в 3-х кулачковый патрон



## 5. ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТОГО МАРШРУТА ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВКИ В ЦЕЛОМ

Применяя принципы концентрации операций, технологической предпочтительности и обработки нескольких поверхностей в одну установку и кратчайших путей, получаем структуру первой операции технологического процесса механической обработки – автоматной токарной операции (используем токарный станок 16К20)

Далее используя принципы технологической предпочтительности и размещения операций в структуре техпроцесса выполняем сверление отверстия Ø10h11 на вертикально-сверлильном станке 2Т140

В завершении принципа расчленения технологического процесса на стадии обработки проектируем окончательные чистовые операции шлифования (поверхности Ø18h8, Ø20f9) (используем шлифовальный станок ОШ-510Ф2).

На окончательной стадии производим фрезерование паза 6Р9 на фрезерном станке FSS450MR;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

## 6 МАРШРУТНО–ОПЕРАЦИОННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Маршрутно–операционный техпроцесс изготовления представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Маршрутно–операционный техпроцесс изготовления

№ стро-ки	Код	№ опера-ции	Содержание операции
1	2	3	4
1	А	005	Транспортная
2	Б		Автокар, кран-балка
3	А	010	Токарно-винторезная
4	Б		16К20
5	Т		патрон, резцедержатель, штангенциркуль, калибры, резец фасонный
6			резец проходной упорный, резец проходной отогнутый, резец канавочный, резец отрезной
7	О		1. Установить и снять деталь
8			2. Подрезать торец 5
9			3. Точить поверхность 1 до Ø21,6 мм
10			4. Точить поверхность 1
11			5. Точить поверхность 3
12			6. Точить фаску 4
13			7. Точить фаску 6 до 6,8x45 на длине 112,5±0,27 мм
14			8. Точить канавку 2
15			9. Отрезать заготовку в размер 110-0,54 мм
16			10. Контроль рабочим мастером
17			11. Уложить деталь в тару
18	А	015	Транспортная
19	Б		Кран-балка
31	А	020	Шпоночно-фрезерная
32	Б		FSS450MR
33	Т		приспособление, втулка, фреза концевая
34			1. Установить и снять деталь.
35	О		2. Фрезеровать паз 1
36			3. Контроль рабочим мастером
37			4. Уложить деталь в тару
38	А	025	Транспортная
39	Б		Кран-балка
40	А	030	Вертикально-сверлильная
41	Б		2Т140
42	Т		приспособление, втулка, сверло, зенкер
43	О		1. Установить и снять деталь.
44			2. Сверлить отверстия 1 до Ø9,2+0,43 мм
45			3. Зенкеровать отверстие 1
46			4. Контроль рабочим мастером
47			5. Уложить деталь в тару

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4
48	А	035	Транспортная
49	Б		Кран-балка
50	А	040	Круглошлифовальная
51	Б		ОШ-510Ф2
52	Т		круг алмазный шлифовальный
53	О		1. Установить и снять деталь.
54			2. Шлифовать поверхность 1
55			3. Контроль рабочим мастером
56			4. Уложить деталь в тару
57		045	Транспортная
58	А		Кран-балка
59	А	050	Круглошлифовальная
60	Б		ОШ-510Ф2
61	Т		круг алмазный шлифовальный
62	О		1. Установить и снять деталь.
63			2. Шлифовать поверхность 1
64			3. Контроль рабочим мастером
65			4. Уложить деталь в тару
66		055	Транспортная
67	А		Кран-балка
68	А	060	Промывочная
69	Б		машина моечная
70		065	Транспортная
71	А		Кран-балка
72	А	070	Контрольная
73	Б		стол специальный
74	Т		калибры, штанген инструмент
75			образцы шероховатости поверхности
76	О		Контролировать размеры.



## 7. РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

С помощью размерного анализа проектируемого технологического процесса мы можем решить следующие вопросы:

1. Обоснованно назначить операционные размеры и технологические требования для всех операций;
2. Определить минимальные необходимые операции и промежуточные припуски для каждой операции;
3. Назначить размеры для исходной заготовки при которых обеспечивается съём минимальных припусков на обработку, а следовательно обеспечивается максимальный коэффициент использования материала;
4. Установить наиболее приемлемую структуру технологического процесса.

Размерный анализ позволяет определить качество технологического процесса: будет ли он обеспечивать выполнение конструкционных размеров, найти предельные значения припусков на обработку и оценить их достаточность для обеспечения требуемого качества поверхностного слоя обработанных поверхностей и возможного удаления припуска без смены режущего инструмента.

Исходными данными являются: чертеж детали, чертеж исходной заготовки, технологический процесс изготовления детали.

Произведем размерный анализ техпроцесса для продольных размеров.

Для построения размерной схемы технологического процесса на эскизе детали изображаются припуски на обработку. Размеры припусков изображаются буквой «Z» с индексом того размера, при получении которого он удаляется.

Технологические размеры обозначаются буквой «А» и номеруется в последовательности выполнения. Дополнительно указывается номер операции.

Правильность построения размерной схемы проверяется следующим образом:

- 1) число технологических размеров должно быть на единицу меньше числа поверхностей;
- 2) число конструкторских размеров и размеров припусков должно быть равно числу технологических размеров.

Для облегчения расчета и анализа расчета технологических цепей целесообразно использовать теорию Графов.

Граф – это непустое множество объектов (вершин) и множества связей (ребер или дуг), которые соединяют все или некоторые пары заданных объектов. Для этого все поверхности на размерной схеме нумеруются в строгом порядке их расположения слева направо или наоборот. Сначала строится граф-дерево, на нем поверхности изображаются кружками, а

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

технологические размеры прямыми линиями, которые соединяют соответствующие вершины. Построение граф-дерева начинается с корня, за вершину корня следует принимать поверхность, которая на первой операции является технологической базой.

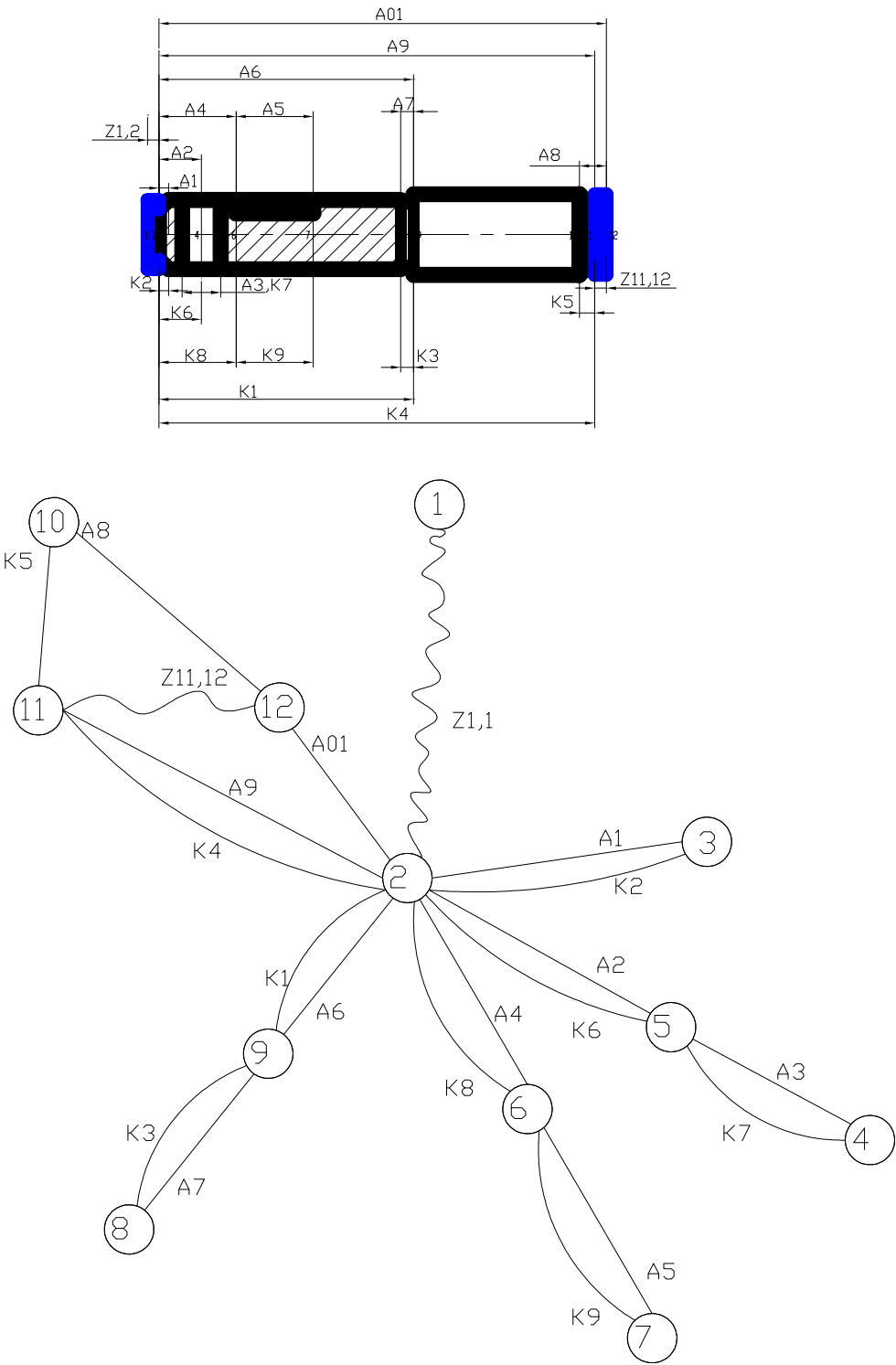
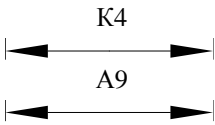
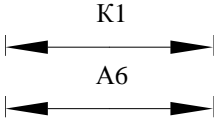
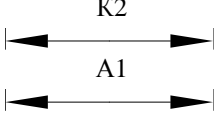
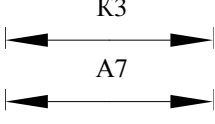
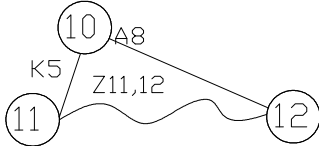
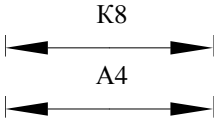
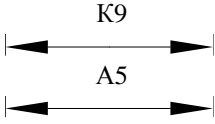
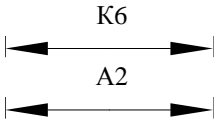
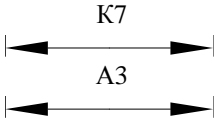
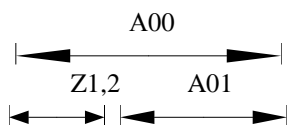
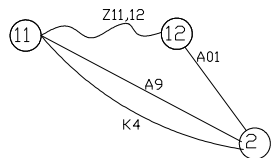


Рисунок 7.1-Граф дерево продольных размеров

Таблица 7.1 – Расчет размерных цепей по продольным размерам

Провер.размеры	Схема размещения цепи	Уравнение размерной цепи
$K4=110_{-0,54}$		$K4=A9=110_{-0,54}$
$K1=66\pm0,37$		$K1=A6=66\pm0,37$
$K2=2\times45^\circ$		$K2=A1=2\pm0,125\times45^\circ$
$K3=3,3^{+0,3}$		$K4=A7=3,3^{+0,3}$
$K5=4\times45^\circ$		$A8=K5+Z1,12=$ $=4\pm0,15\times45^\circ+2,5^{+0,81}_{-0,27}=6,5^{+0,66}_{-0,02}$
$K8=20\pm0,26$		$K8=A4=20\pm0,26$
$K9=20_{-0,33}$		$K9=A5=20_{-0,33}$
$K6=11\pm0,215$		$K6=A2=11\pm0,215$
$K7=10^{+0,22}$		$K7=A3=10^{+0,22}$
$Z1,2$		$Z1,2=A00-A01$ $=115_{-1,4}-112,5\pm0,27=2,5^{+0,27}_{-1,67}$
$Z11,12$		$Z11,12=A01-A9$ $=112,5\pm0,27-110_{-0,54}=2,5^{+0,81}_{-0,27}$

## РЕШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ ПО ДИАМЕТРАЛЬНЫМ РАЗМЕРАМ

Решение таких цепей незначительно отличаются от расчета по продольным размерам. Отличие в основном заключается в том, что определенный по нормативам припуски и допуски на технологические диаметральный размеры необходимо пересчитывать на радиусные, после определения размерных параметров их значения необходимо удваивать переводом в диаметральный. Как и при расчете размерных цепей по продольным размерам, порядок расчета зависит от того, что является замыкающим звеном размерной цепи, конструкторский размер или допуск.

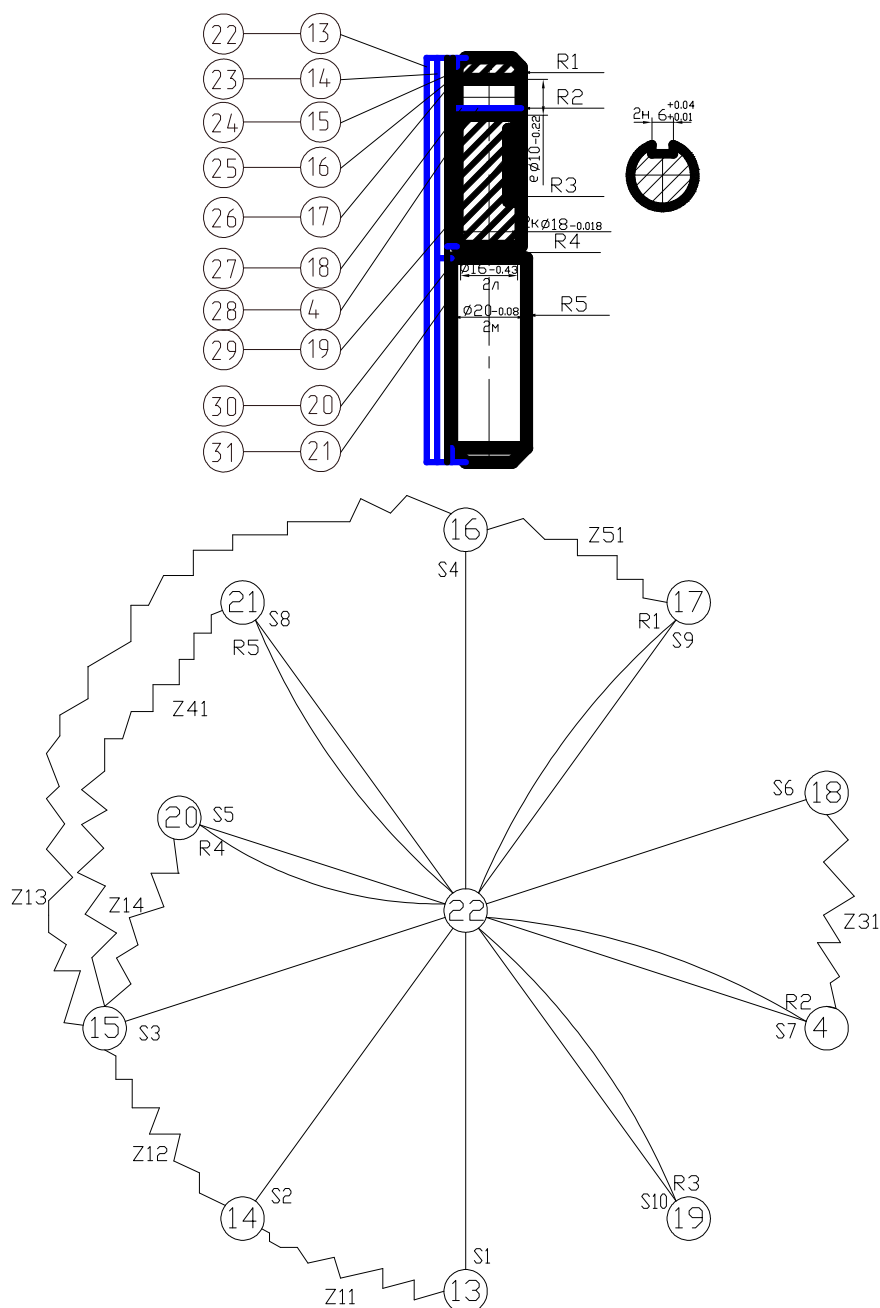
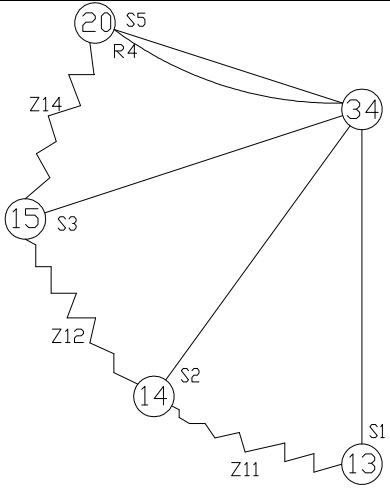


Рисунок 7.2 Граф-дерево диаметральных размеров

Таблица 7.2 – Расчет размерных цепей по диаметральным размерам

№ цепи	Схема размещения цепи	Уравнение размерной цепи	Значение припуска, мм
Цепь 1		$S1+S2+S3+S4- \\ -S9+Z11+Z12+Z13+Z51=0$ $S9= S1+S2+S3+S4+ \\ +Z11+Z12+Z13+Z51=7$	$\varnothing 25 \pm 0,65 - \varnothing 18_{-0,018}$ $=$ $7^{+0,668}_{-0/65}$
Цепь 2		$S1+S2+S3- \\ -S8+Z11+Z12+Z51=0$ $S8= S1+S2+S3+ \\ +Z11+Z12+Z51=5$	$\varnothing 25 \pm 0,65 - \varnothing 20_{-0,084}$ $=$ $5^{+0,734}_{-0/65}$
Цепь 3		$S6-S7+Z31=0$ $S7= S6+Z31=0,8$	$\varnothing 10_{-0,22} - \varnothing 9,2^{+0,43}$ $=$ $0,8_{-0,65}$

Цепь 4		$S1+S2+S3- \\ S4+Z11+Z12+Z13=0 \\ S4= S1+S2+S3 \\ +Z11+Z12+Z13= \\ =9$	$\begin{aligned} &\varnothing 25 \pm 0,65 - \varnothing 16_{-0,43} \\ &= \\ &9^{+1,05}_{-0,65} \end{aligned}$
--------	---	--	---