

Оглавление.

Введение.....	6
1. Проектирование технологического процесса детали «втулка включения».....	7
1.1 Назначение и конструкция детали.....	7
1.1.1 Химический состав конструкционной легированной стали. В процентах.....	7
1.1.2 Механические свойства стали 40Х.....	7
1.2 Определение типа производства.....	8
1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	10
1.4 Выбор исходной заготовки.....	11
1.5 Принятый маршрутный и операционный техпроцесс.....	13
1.6 Расчет припусков на обработку операционных и исходных размеров заготовки.....	15
1.7 Размерный анализ техпроцесса.....	20
1.8 Расчёт точности операций.....	32
1.9 Расчёт режимов резания.....	33
1.10 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	36
1.11 Расчёт норм времени операций техпроцесса.....	39
2. Проектирование специального станочного приспособления.....	43
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания.....	43
2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновка приспособления..	44
2.3 Конструирование и расчет функциональных размеров приспособления и исполнительных размеров	45
2.4 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления.....	46
2.5 Выбор и расчет привода зажимного устройства.....	49
2.6 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления.....	51

2.7 Оформление чертежа общего вида описание конструкции и принципа работы приспособления.....	51
2.8 Расчет приспособления на точность.....	52
2.9 Расчет экономической эффективности.....	53
2.10 Проектирование технологии сборки приспособления.....	54
2.10.1 Анализ технических требований.....	54
2.10.2 Анализ технологичности конструкции.....	55
2.10.3 Разработка технологической схемы сборки.....	56
Заключение.....	57
Список литературы.....	58

Введение.

Машиностроение играет основополагающую роль в ускорении научно-технического прогресса, в повышении производительности труда, в переводе экономики на интенсивный путь развития, создает условия, определяющие развитие многих видов производства и отраслей промышленности.

Важными задачами машиностроения являются совершенствование технологических процессов, внедрение автоматизации производства и точечной механизации. Необходимо так же использовать достижения науки, совершенствовать методы управления персоналом, следить за нормами охраны труда, отдыхом, организацией питания персонала.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «втулка включения». Для этого необходимо рассчитать припуски, режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление, инструмент, с помощью которого будет производиться обработка. Кроме того, необходимо рассчитать время, требуемое для изготовления детали. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1. Проектирование технологического процесса детали «втулка включения»

1.1 Назначение и конструкция детали

Втулка включения — деталь прибора, механизма, машины, имеющая отверстие, с которым соединяется ответная деталь.

Втулки делятся на группы в зависимости от их назначения. Они бывают закрепительные, подшипниковые, переходные и др.

Втулка имеет наименьшую шероховатость $R_a=2,5$ мкм.

Сталь 40X ГОСТ 1050-74 легко поддается обработке резанием.

Химический состав стали 40X ГОСТ 1050-74

1.1.1 Химический состав конструкционной легированной стали. В процентах

Таблица 1

Марка стали	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
40X	0,40	0,17-0,37	0,50-0,80	0,035	0,035	0,30	0,30	0,80-1,10

1.1.2 Механические свойства стали 40X

Таблица 2

σ_T , МПа	$\sigma_{вр}$, МПа	δ_5 , МПа	φ , %	НВ (не более)
Не менее				Закалка в масле + высокий отпуск
510	740	15	50	230...285

1.2 Определение типа производства

Тип производства находим по коэффициенту закрепления операций, который определим по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{сп}}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{в}}$ - такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{сп}}$ - среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали найдем по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}},$$

где $F_{\text{г}}$ - годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ - годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования выбираем по табл.5 [1,стр.22] при двухсменном рабочем графике работы: $F_{\text{г}} = 4015$ ч.

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{4015 \cdot 60}{29000} = 8,3_{\text{мин.}}$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{сп}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n}, \quad (2)$$

где $T_{\text{ш.к.}i}$ - штучно-калькуляционное время i -ой основной операции, мин.;

n - количество основных операций.

В качестве основных операций возьмем 4 операции ($n=4$): две токарные с ЧПУ, одна долбежная, одна внутришлифовальная (см. операционную карту).

Штучно-калькуляционное время i -ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1,стр.147]:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{к.i} \cdot T_{o.i}, \quad (3)$$

где $\varphi_{к.i}$ - коэффициент i-ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{o.i}$ - основное технологическое время i-ой основной операции, мин.

Для первых двух операций: $\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = 1,36$; для долбежной $\varphi_{к.3} = 1,73$; для внутришлифовальной $\varphi_{к.4} = 1,55$.

Основное технологическое время первой операции:

$$T_{o.1} = 0,17dl + 0,037(D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,052(D^2 - d^2);$$

$$T_{o.1} = 0,17 \cdot 98 \cdot 47 + 0,037 \cdot 122,3^2 - 98^2 + 0,1 \cdot 98 \cdot 47 + 0,052 \cdot 122,3^2 \cdot 47^2 = 4,8 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяем по форм. (3):

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{o.1} = 1,36 \cdot 4,8 = 6,52 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй операции:

$$T_{o.2} = 0,052 \cdot d^2 + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,037 \cdot (D^2 - d) + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l$$

$$T_{o.2} = 0,052 \cdot 98^2 + 0,17 \cdot 98 \cdot 47 + 0,037 \cdot (122,3^2 - 98) + 0,17 \cdot 98 \cdot 78 + 0,17 \cdot 98 \cdot 47 = 3,9 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяем по форм. (3):

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{o.2} = 1,36 \cdot 3,9 = 5,30 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время третьей долбежной операции:

$$T_{o.3} = 0,4 \cdot l = 0,4 \cdot 85 = 3,4 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяем по форм. (3):

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{o.3} = 1,73 \cdot 3,4 = 5,9 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время четвертой операции:

$$T_{o.4} = 0,1dl = 0,1 \cdot 78 \cdot 85 = 0,99 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяем по форм. (3):

$$T_{ш.к4} = \varphi_{к.4} \cdot T_{o.4} = 1,55 \cdot 0,99 = 1,5 \text{ мин.}$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по форм. (2):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{6,52 + 5,3 + 5,9 + 1,5}{4} = \frac{19,22}{4} = 5,5 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по форм. (1):

$$K_{з.о.} = \frac{t_b}{T_{cp}} = \frac{8,3}{5,5} = 1,51$$

Так как $K_{з.о.} = 1 < 1,51 < 10$, то тип производства – крупносерийное производство.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Проверка детали на технологичность – система мероприятий по обеспечению нужного показателя технологичности конструкции детали по принятым параметрам. Она должна быть направлена на повышение производительности труда, сокращение затрат и уменьшение времени на изготовления детали при этом обеспечив необходимом качестве.

Главная цель анализа – возможное снижение металлоемкости и трудоемкости возможность обработки детали высокопроизводительными способами.

Данная деталь нетехнологична так как она сложна по конструкции и несимметрична.

Делая глубокий анализ следует выделить конкретные технологичные элементы:

Проведём анализ технологичности конструкции детали:

Заготовка имеет несложную конфигурацию, что не создаёт сложности при базировании детали.

Материал детали сталь, механическая обработка которого возможна при обработке твердым сплавом. Материал режущей части лезвийного инструмента – быстрорежущая сталь и твёрдый сплав Т15К6. Этот материал наиболее приемлем для обработки деталей из стали, так как имеет высокую износостойкость,

хорошую теплостойкость, низкую истирающую способность а, следовательно, высокую износостойкость.

При черновой обработке окончательный параметр шероховатости, точность размеров не формируется, основная задача – снять поверхностный слой металла и подготовить поверхность для последующей чистовой обработки. При чистовой обработке окончательно формируется параметр шероховатости, точность формы, размеров и взаимного расположения поверхностей. Допуски взаимного расположения поверхностей, допуски линейных и диаметральных размеров, величины шероховатостей не позволяют обрабатывать начисто данную деталь на станках нормальной точности.

Отказаться от специального инструмента невозможно, т. к. есть нестандартные канавки, пазы.

В конструкции детали присутствуют места резких изменений формы, которые являются концентраторами напряжений.

На детали отсутствует большая разностенность.

Учитывая все вышеперечисленные факторы, у данной детали хорошая технологичность.

1.4 Выбор исходной заготовки

Рассчитаем стоимость заготовок из штамповки и проката и сравним.

а) себестоимость заготовки из проката

$$S_1 = M + \Sigma C_{o.з.} \quad (4)$$

$$S_1 = 476,73 + 7,8 = 484,5р.$$

где: М – затраты на материал заготовки, р.;

$\Sigma C_{o.з.}$ – технологическая себестоимость правки, калибрования, разрезки, р.

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{отх.} \quad (5)$$

$$M = 8,67 \cdot 57 - (8,67 - 1,14) \cdot 3 = 476,73 \text{ р.}$$

где: Q – масса заготовки; Q = 8,67 кг.

S – цена 1 кг. материала заготовки, р.; S = 57 р.

q – масса детали, кг. q = 1,14 кг.

$S_{отх.}$ – цена 1 кг. отходов, р. $S_{отх.} = 3р.$

$$3) \Sigma C_{0.3.} = \frac{C_{п.з.} \cdot t_{шт.}(t_{шт.к.})}{60}$$

$$\Sigma C_{0.3.} = \frac{130 \cdot 3,6}{60} = 7,8 \text{ р.}$$

где: $C_{п.з.}$ - приведённые расходы на рабочем участке, р.\ч; $C_{п.з.} = 130 \text{ р}\backslash\text{ч}$

$t_{шт.}(t_{шт.к.})$ – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

$$4) t_{шт.}(t_{шт.к.}) = \frac{L_{рез.} + y}{S_m} \cdot \phi$$

$$t_{шт.}(t_{шт.к.}) = \frac{125 + 10}{56} \cdot 1,5 = 3,6 \text{ мин.}$$

где: $L_{рез.}$ - длина реза при резании проката на штучные заготовки; $L_{рез.} = 125 \text{ мм.}$

y – величина врезания и перебега; $y = 10 \text{ мм.}$

S_m - минутная подача при разрезании; $S_m = 56 \text{ мм}\backslash\text{мин.}$

ϕ - коэффициент показывающий долю вспомогательного времени в штучном производстве $\phi = 1,5$

б) себестоимость заготовки из штамповки

$$1) S_2 = M + \Sigma C_{0.3.}$$

$$S_2 = 375,6 + 30,8 = 406,4 \text{ р.}$$

Где: M – затраты на материал заготовки, р.;

$\Sigma C_{0.3.}$ – технологическая себестоимость правки, калибрования, резки, р.

$$2) M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{отх.}$$

$$M = 5,64 \cdot 69 - (5,64 - 1,14) \cdot 3 = 375,6 \text{ р.}$$

где: Q – масса заготовки; $Q = 5,64 \text{ кг.}$

S – цена 1 кг. материала заготовки, р.; $S = 69 \text{ р.}$

q – масса детали, кг. $q = 1,14 \text{ кг.}$

$S_{отх.}$ – цена 1 кг. отходов, р. $S_{отх.} = 3$

$$3) \Sigma C_{0.3.} = \frac{C_{п.з.} \cdot t_{шт.}(t_{шт.к.})}{60}$$

$$\Sigma C_{0.3.} = \frac{130 \cdot 14,25}{60} = 30,8 \text{ р.}$$

где: $C_{п.з.}$ - приведённые затраты на рабочем месте, р./ч; $C_{п.з.} = 130$ р/ч

$t_{шт.}(t_{шт.к.})$ – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

$$t_{шт} = 0,19(D-d) \varphi = 0,19(127-77)1,5 = 14,25 \text{ мин.}$$

D-наружный диаметр.

d- внутренний диаметр.

φ - коэффициент показывающий долю вспомогательного времени в штучном производстве $\varphi = 1,5$.

Расчёт экономического эффекта:

$$\mathcal{E}_{заг.} = (S_1 - S_2) \cdot N \quad (6)$$

Где: N – годовой объём выпуска деталей.

$$\mathcal{E}_{заг.} = (484,5 - 406,4) \cdot 29000 = 2264900 \text{ р.}$$

1.5 Принятый маршрутный и операционный техпроцесс

Маршрутный техпроцесс изготовления детали «Втулка включения»

Таблица 3

Номер операции	Наименование Операции.	Оборудование.	Режущий инструмент.	Измерительный инструмент.
005	Заготовительная (штамповка).	ГКМ.	-	-
010	термическая.(нормализация).	-	-	-
015	Пескоструйная.	Пескоструйная установка.	-	-

Продолжение табл.3

020	Токарная с ЧПУ.	СТХ400.	Резец проходной отогнутый 16×25 T15K6, резец канавочный T15K6, резец расточной T15K6.	Штангциркуль ШЦ-1-150
025	Контрольная.			Штангциркуль ШЦ-1-150
030	Долбежная.	Долбежный 7А420.	Долбежный резец BK8 K35-1045.	Штангциркуль ШЦ-1-150.
035	Слесарная (снять заусенцы).	Тиски.	Напильник .	-
040	Термическая (калить, отпустить HRC 40...45).	Печь камерная.	-	Твердомер.
045	Пескоструйная.	Пескоструйная установка.	-	-

Прдолжение табл.3

050	Внутришлифовальная.	Внутришлифовальный станок 3K227BM.	Круг шлифовальный Ø40x15x20	Пробка гладкая Ø78H7.
055	Моечная.	Моечная машина.	-	-
060	Контрольная.	Стол контрольный.		Штангцециркуль ШЦ-1-150. Пробка Ø78H7.
065	Упаковка транспортировка.	Упаковочная машина.	-	-

1.6 Расчет припусков на обработку операционных и исходных размеров заготовки

Во время обработки заготовок, увеличенные припуски в некоторых случаях, могут привести, к удалению наиболее изнosoустойчивых слоев обрабатываемой детали.

Вместе с тем, большие припуски оказывают необходимость увеличения технологических переходов, повышают трудоемкость процессов механической обработки. Становится больше расход силовой энергии, режущего инструмента, в следствии чего повышается себестоимость.

Одним из средств экономии маталла является уменьшение припыска, так же уменьшение припуска ведет к снижению трудоемкости механической обработки. Между тем, заниженные припуски на обработку могут привести к неполному удалению дефектных слоев металла, и получение необходимых

требований обработанной поверхностей и часто создают неприемлемые условия для работы режущего инструмента.

В следствие заниженных припусков, увеличивается количество брака, что влечет повышение себестоимости готовой продукции.

При выполнении выпускной квалификационной работы расчет припусков на механическую обработку выполняется расчетно-аналитическим способом и по таблицам. Расчет припусков и подбор их величин по таблицам выполняется после выбора нужного для их условий маршрута и выбора способа получения заготовки.

Произведем расчет припусков расчетно-аналитическим методом.

Припуск на обработку поверхности $\phi 122h12_{(-0,4)}$.

Технологический маршрут обработки поверхности.

Токарная с ЧПУ черновая.

Токарная с ЧПУ чистовая.

Минимальные припуски на операциях.

Минимальный припуск на чистовое точение определим по формуле.

$$2Z_{2min} = 2(Rz_1 + h_1) + 2(\Delta_1^3 + \varepsilon_2^2)^{0,5} \quad (7)$$

Где Rz – высота микронеровностей полученная на предшествующем переходе.

По таблице 2,12 находим $Rz=50\text{мкм}$, $h=50\text{мкм}$.

Пространственные отклонения $\Delta_1 = \Delta_{\text{черн}} = 0,055\text{мм}$. Погрешность установки $\varepsilon_2 = 0,0875$.

$$2Z_{2min} = 2(0,06^2 + 0,0875^2)^{0,5} + 2(0,050 + 0,050) = 0,412\text{мм} = 412\text{мкм}.$$

Минимальный припуск на черновое точение.

$$2Z_{1min} = 2(Rz_3 + h_3) + 2(\Delta_3^3 + \varepsilon_1^2)^{0,5}.$$

По таблице 2.10 находим $Rz_3 = 160\text{мкм} = 0,16\text{мм}$. $h_3 = 200\text{мкм} = 0,2\text{мм}$.

$$2Z_{1min} = 2(0,16 + 0,2) + 2(1,105^2 + 0,234^2)^{0,5} = 2,979\text{мм}.$$

Максимальные промежуточные припуски.

Максимальный припуск определяется по формуле

$$2Z_{imax} = 2Z_{imin} + iTD_{i-1} + ITD_i. \quad (8)$$

Где iTD_{i-1} -поле допуска на размер, на предшествующей операции. ITD_i -поле допуска на размер.

Максимальный припуск на чистовое точение.

$$2Z_{2\max}=0.412+0.400+0.350=1.16\text{мм.}$$

Максимальный припуск на черновое точение.

$$2Z_{1\max}=2.979+1.5+0.400=4.879\text{мм.}$$

Номинальные межпереходные припуски.

Для чистового точения.

$$2Z_2=2Z_{2\min}+es_2+es_1=0.412+0+0.40=0.812\text{мм.}$$

Для чернового точения.

$$2Z_1=2Z_{1\min}+es_1+es_3=2.979+0+0.5=3.479\text{мм.}$$

Операционные размеры.

$$D_2=D_d=122_{(-0.4)}$$

На операции чернового точения.

$$D_1=D_2+2Z_2=122+0.812=122.812\text{мм.}$$

Округляем $D_1=122.8_{(-0.4)}$

Размер заготовки.

$$D_3=D_1+2Z_1=122.812+3.479=126.291\text{мм.}$$

Округляем $D_3=126^{+1.1}_{-0.5}$

Припуск на обработку поверхности $\phi 98_{(-0.35)}$.

Минимальный припуск на чистовое точение определим по формуле(7)

$$2Z_{2\min}=2(0.06^2+0.0875^2)^{0.5}+2(0.050+0.050)=0.412\text{мм}=412\text{мкм.}$$

Минимальный припуск на черновое точение.

По таблице 2.10 находим $Rz_3=160\text{мкм}=0.16\text{мм}$. $h_3=200\text{мкм}=0.2\text{мм}$.

$$2Z_{1\min}=2(0.16+0.2)+2(1.105^2+0.234^2)^{0.5}=2.979\text{мм.}$$

Максимальные промежуточные припуски определим по формуле (8)

Максимальный припуск на чистовое точение.

$$2Z_{2\max}=0.412+0.400+0.350=1.16\text{мм.}$$

Максимальный припуск на черновое точение.

$$2Z_{1\max}=2.979+1.5+0.400=4.979\text{мм.}$$

Номинальные межпереходные припуски.

Для чистового точения.

$$2Z_2 = 2Z_{2\min} + es_2 + es_1 = 0,412 + 0 + 0,35 = 0,762 \text{ мм.}$$

Для чернового точения.

$$2Z_1 = 2Z_{1\min} + es_1 + es_3 = 2,979 + 0 + 0,5 = 3,479 \text{ мм.}$$

Операционные размеры.

$$D_2 = D_d = 98_{-0,35}$$

На операции чернового точения.

$$D_1 = D_2 + 2Z_2 = 98 + 0,762 = 98,762 \text{ мм.}$$

Округляем $D_1 = 98,8_{(-0,35)}$

Размер заготовки.

$$D_3 = D_1 + 2Z_1 = 98,762 + 3,479 = 102,2 \text{ мм.}$$

Округляем $D_3 = 102,2^{+1,1}_{-0,5}$

Припуск на обработку поверхности $85_{-0,35}$.

Минимальный припуск на чистовое точение определим по формуле (7)

$$2Z_{2\min} = 2(0,06^2 + 0,0875^2)^{0,5} + 2(0,050 + 0,050) = 0,412 \text{ мм} = 412 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск на черновое точение.

По таблице 2.10 находим $Rz_3 = 160 \text{ мкм} = 0,16 \text{ мм}$. $h_3 = 200 \text{ мкм} = 0,2 \text{ мм}$.

$$2Z_{1\min} = 2(0,16 + 0,2) + 2(1,105^2 + 0,234^2)^{0,5} = 2,979 \text{ мм.}$$

Максимальные промежуточные припуски определим по формуле(8)

Максимальный припуск на чистовое точение.

$$2Z_{2\max} = 0,412 + 0,400 + 0,350 = 1,16 \text{ мм.}$$

Максимальный припуск на черновое точение.

$$2Z_{1\max} = 2,979 + 1,6 + 0,400 = 4,979 \text{ мм.}$$

Номинальные межпереходные припуски.

Для чистового точения.

$$2Z_2 = 2Z_{2\min} + es_2 + es_1 = 0,412 + 0 + 0,35 = 0,762 \text{ мм.}$$

Для чернового точения.

$$2Z_1 = 2Z_{1\min} + es_1 + es_3 = 2,979 + 0 + 0,5 = 3,479 \text{ мм.}$$

Операционные размеры.

$$A_{2.2}=A_d=85_{-0,35}$$

На операции чернового точения.

$$A_{1.1}=A_2+2Z_2=85+0,762=85,762\text{мм.}$$

Округляем $D_1=85,8_{(-0,35)}$

Размер заготовки.

$$D_3=D_1+2Z_1=85,762+3,479=89,241\text{мм.}$$

Округляем $D_3=89,2^{+1,1}_{-0,5}$

Припуск на обработку поверхности 38_{-0,25}.

Минимальный припуск на чистовое точение определим по формуле (7).

$$2Z_{2\min}=2(0,06^2+0,0875^2)^{0,5}+2(0,050+0,050)=0,412\text{мм}=412\text{мкм.}$$

Минимальный припуск на черновое точение.

$$2Z_{1\min}=2(Rz_3+h_3)+2(\Delta_3^3+\varepsilon_1^2)^{0,5}.$$

По таблице 2.10 находим $Rz_3=160\text{мкм}=0,16\text{мм}$. $h_3=200\text{мкм}=0,2\text{мм}$.

$$2Z_{1\min}=2(0,16+0,2)+2(1,105^2+0,234^2)^{0,5}=2,979\text{мм.}$$

Максимальные промежуточные припуски.

Максимальный припуск определяется по формуле (8)

Где iTD_{i-1} -поле допуска на размер, на предшествующей операции. ITD_i -поле допуска на размер.

Максимальный припуск на чистовое точение.

$$2Z_{2\max}=0,412+0,400+0,250=1,06\text{мм.}$$

Максимальный припуск на черновое точение.

$$2Z_{1\max}=2,979+1,6+0,400=4,979\text{мм.}$$

Номинальные межпереходные припуски.

Для чистового точения.

$$2Z_2=2Z_{2\min}+es_2+es_1=0,412+0+0,25=0,662\text{мм.}$$

Для чернового точения.

$$2Z_1=2Z_{1\min}+es_1+es_3=2,979+0+0,5=3,479\text{мм.}$$

Операционные размеры.

$$D_2=D_d=38_{-0,25}$$

На операции чернового точения.

$$D_1 = D_2 + 2Z_2 = 38 + 0,662 = 38,662 \text{ мм.}$$

Округляем $D_1 = 38,7_{(-0,35)}$

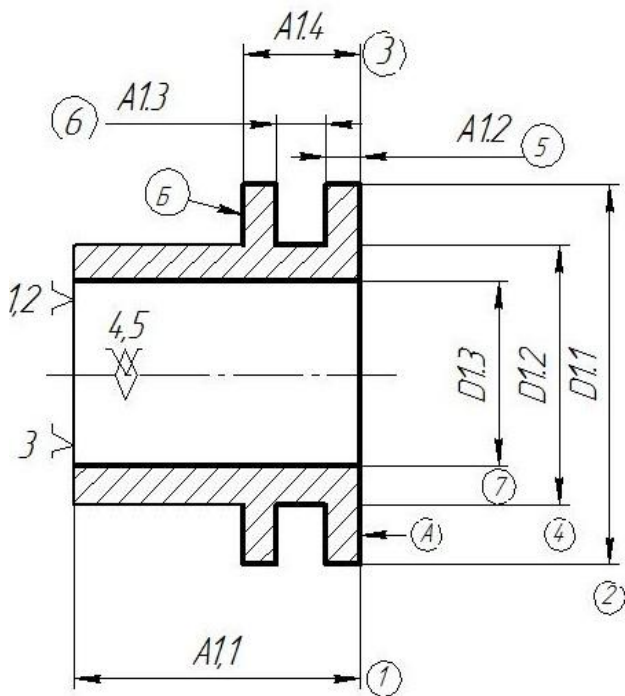
Размер заготовки.

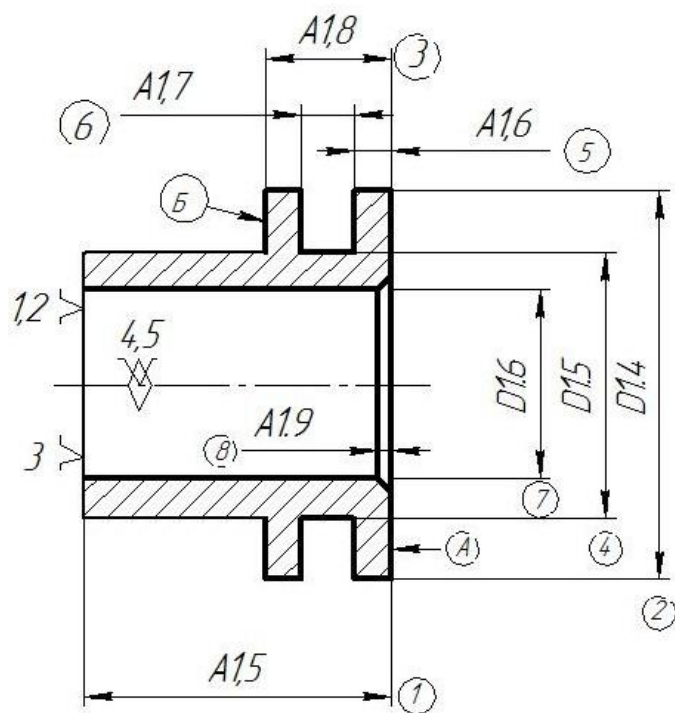
$$D_3 = D_1 + 2Z_1 = 38,662 + 3,479 = 42,141 \text{ мм.}$$

1.7 Размерный анализ техпроцесса

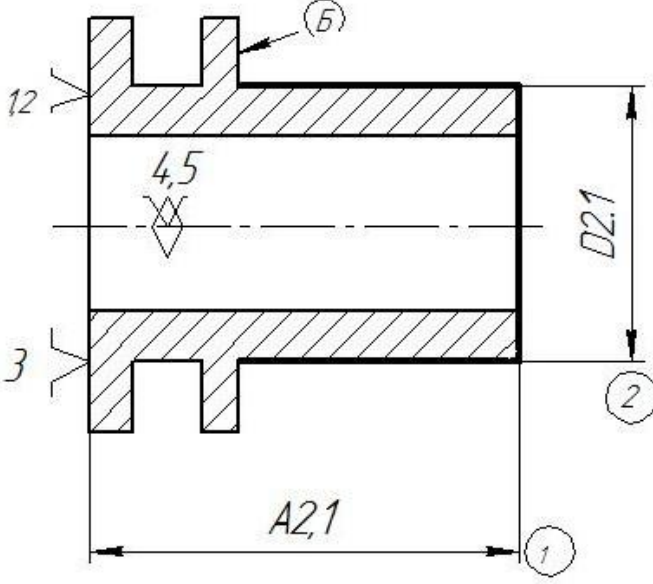
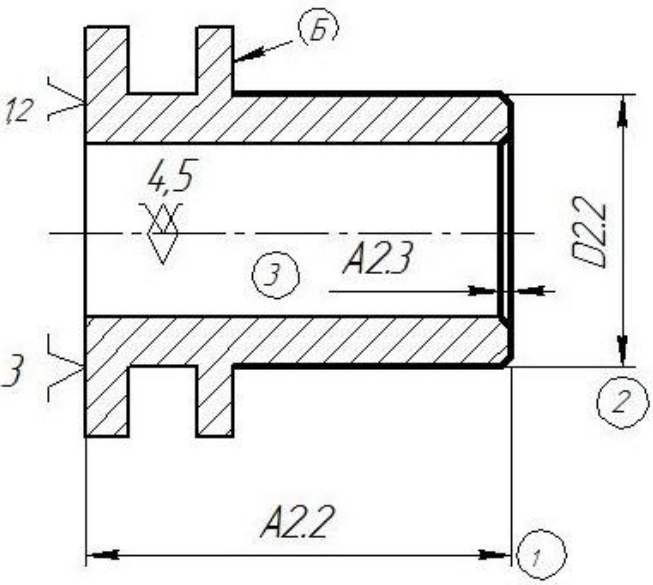
Таблица 4

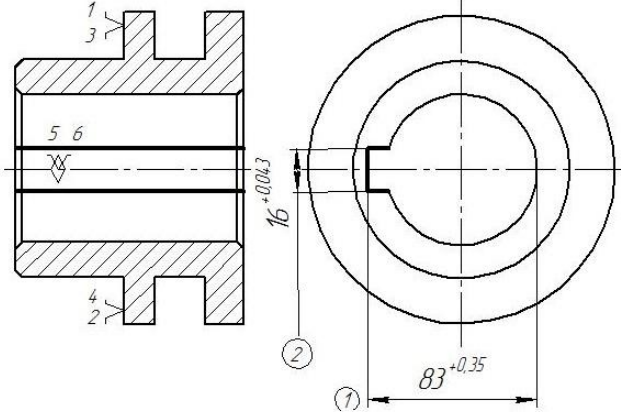
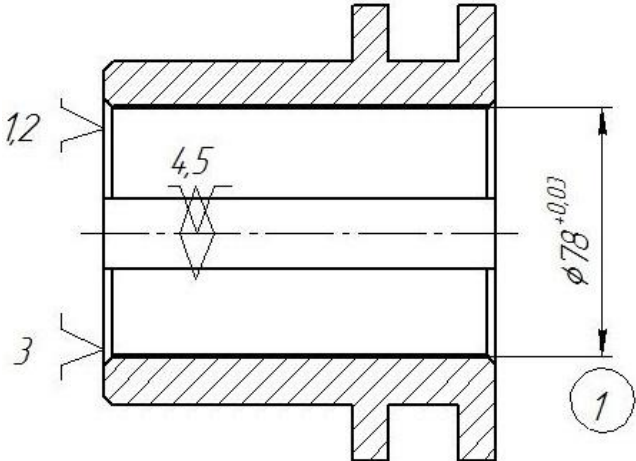
Номер операции	Эскиз	Переходы
005 Заготовительная		Штамповать заготовку
010 Термическая	-	Нормализация

015 Пескостру- йная	-	Снять окалину
020 Токарная с ЧПУ Установ А	 The drawing shows a cross-section of a stepped shaft with the following dimensions and features: - Horizontal dimensions: A11 (total length), A12 (length of the last step), A13 (length of the second-to-last step), and A14 (length of the last step). - Vertical dimensions: D11 (total diameter), D12 (diameter of the last step), and D13 (diameter of the second-to-last step). - Surface finish: A surface finish symbol with the value 4,5 is shown on the main cylindrical surface. - Callouts: Circled numbers 1 through 7 indicate specific points or features on the shaft. - Section lines: Hatched areas indicate the material of the shaft.	Установить и снять заготовку Подрезать торец А выдержав размер 1. Точить наружный диаметр выдержав размер 2 на проход. Точить канавку выдержав размеры 4,5 и 6. Подрезать торец Б в размер 3. Расточить внутренний диаметр выдержав размер 7 на проход.



Подрезать торец А выдержав размер 1. Точить наружный диаметр выдержав размер 2 на проход. Точить канавку выдержав размеры 4,5 и 6. Подрезать торец Б в размер 3. Расточить внутренний диаметр выдержав размер 7 на проход. Выполнить фаску 8.

020 Токарная с ЧПУ Установ Б		Установить и снять заготовку. Подрезать торец выдержав размер 1.Точить наружный диаметр выдержав размер 2, до торца Б.
		Установить и снять заготовку. Подрезать торец выдержав размер 1. Точить наружный диаметр выдержав размер 2, до торца Б. Выполнить фаски 3.
025 Контрольная		Стол контрольный

030 Долбежная		Установить и снять заготовку. Долбить шпоночный паз выдержав размеры 1 и 2 на проход.
035 Слесарная	-	Снять заусенцы
040 Термическая	-	Калить отпустить HRC₃ 40...45
045 Пескоструйная	-	
050 Внутришлифовальная		Установить и снять заготовку Шлифовать внутреннее отверстие выдержав размер 1 на проход
055 Моечная	-	Промыть деталь

Продолжение табл.4

060 Контрольн ая	-	Стол контрольный
065 Упаковка транспорт- ровка	-	Упаковочная машина

Для того чтобы провести размерный анализ составим размерную схему.

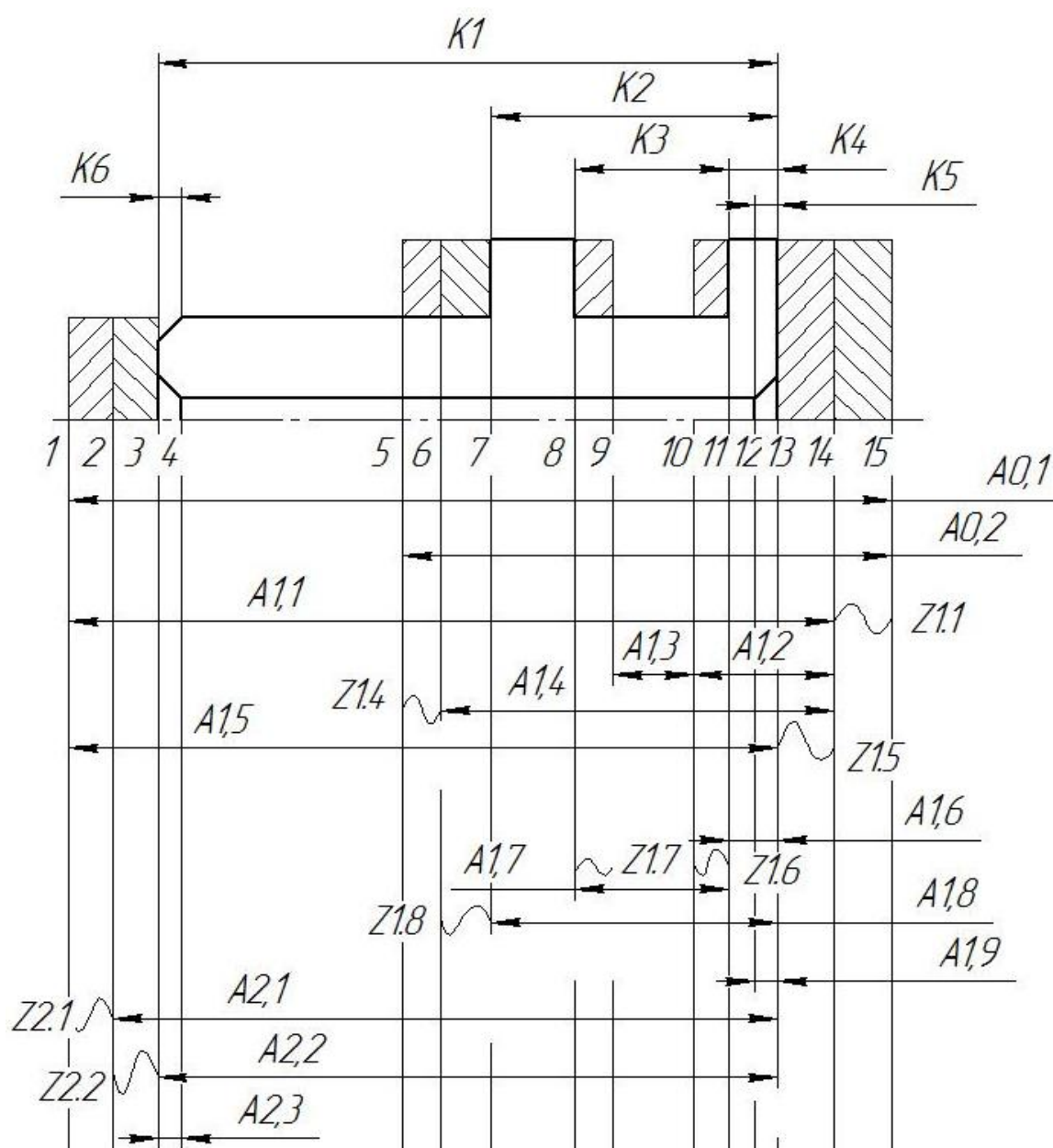


Рис.1.Размерная схема технологического процесса изготовления детали «Втулка включения»(продольное направление)

Для выявления технологических размерных цепей построим граф технологических размерных цепей.

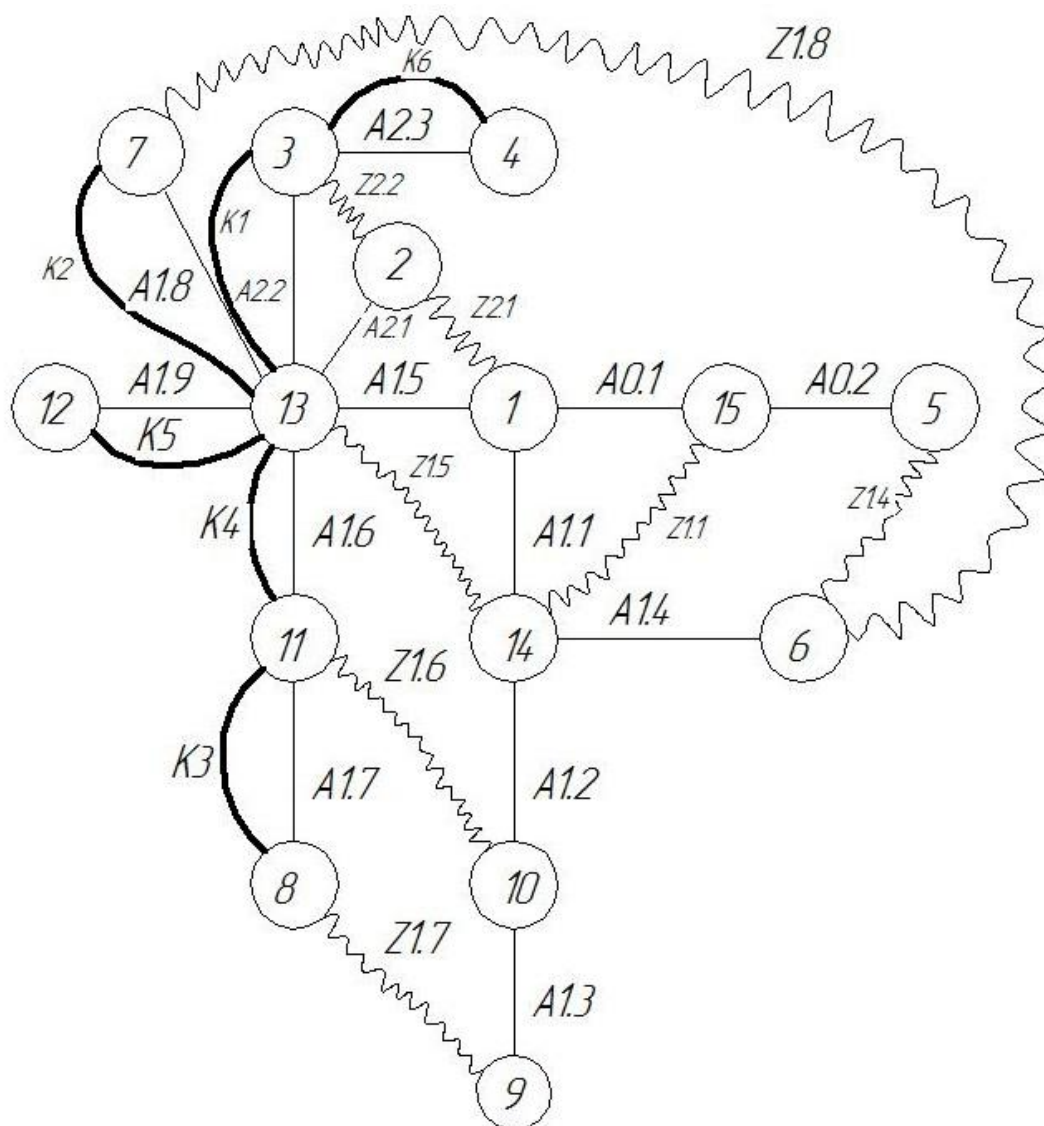
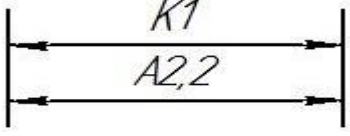
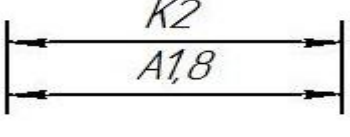
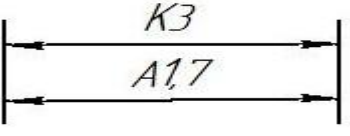
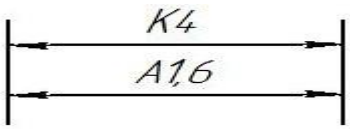
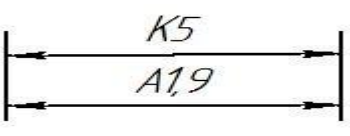
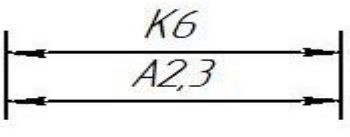
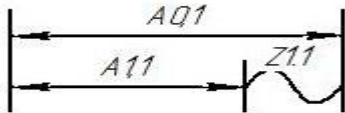
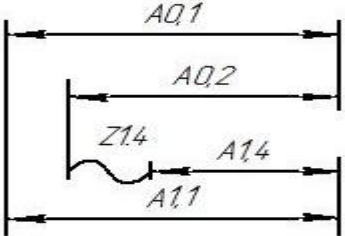
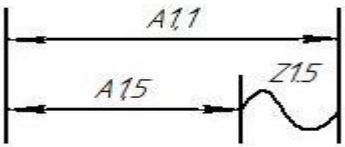
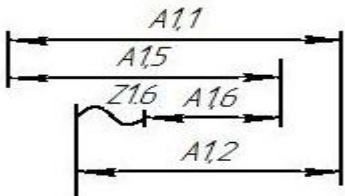
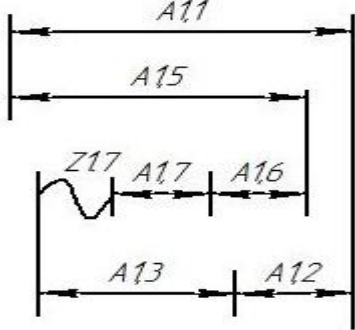


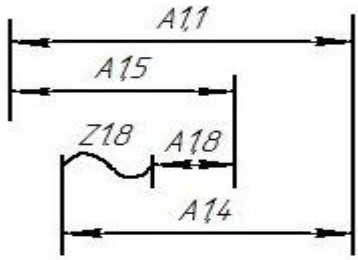
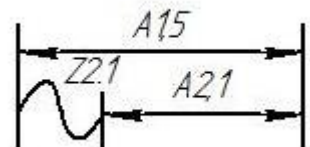
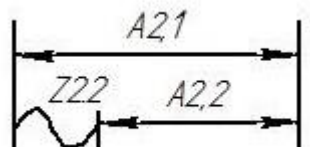
Рис.2. Граф технологических размерных цепей.

Технологические размерные цепи и результаты вычисления их замыкающих звеньев (продольное направление)

Таблица 5

Проверяемые размеры.	Схемы размерных цепей.	Уравнения размерных цепей и вычисление значений замыкающих звеньев.
$K1 = 85_{-0,35}$		$K1 = A2,2 = 85_{-0,35}$
$K2 = 38_{-0,25}$		$K2 = A1,8 = 38_{-0,25}$
$K3 = 20^{+0,13}$		$K3 = A1,7 = 20^{+0,13}$
$K4 = 10_{-0,22}$		$K4 = A1,6 = 10_{-0,22}$
$K5 = 2 \pm 0,3 \times 45^\circ$		$K5 = A1,9 = 2 \pm 0,3 \times 45^\circ$
$K6 = 2 \pm 0,3 \times 45^\circ$		$K6 = A2,3 = 2 \pm 0,3 \times 45^\circ$

Z1.1		$Z1.1 = A0.1 - A1.1 = 89.2^{+1.1}_{-0.5} - 87.47_{-0.35} = 1.73^{+1.45}_{-0.5}$
Z1.4		$Z1.4 = A0.1 + A0.2 - A1.1 - A1.4 = 89.2^{+1.1}_{-0.5} + 42.1^{+1.1}_{-0.5} - 87.47_{-0.35} - 40.37_{-0.25} = 1.73^{+0.65}_{-0.4}$
Z1.5		$Z1.5 = A1.1 - A1.5 = 87.47_{-0.35} - 87.09_{-0.35} = 0.38 \pm 0.35$
Z1.6		$Z1.6 = A1.5 + A1.2 - A1.1 + A1.6 = 87.09_{-0.35} + 10.76_{-0.22} - 87.47_{-0.35} - 10_{-0.22} = 0.38 \pm 0.57$
Z1.7		$Z1.7 = A1.1 + A1.6 + A1.7 - A1.5 - A1.3 - A1.2 = 87.47_{-0.35} + 10_{-0.22} + 20^{+0.13} - 87.09_{-0.35} - 19.24_{-0.22} - 10.76^{+0.13} = 0.38 \pm 0.35$

Z1.8		$Z1.8 = A1.5 + A1.4 - A1.1 - A1.8 =$ $= 87.09_{-0.35} + 40.37_{-0.25} - 87.47_{-0.35} -$ $- 37.93_{-0.25} = 0.33 \pm 0.6$
Z2.1		$Z2.1 = A1.5 - A2.1 = 87.09_{-0.35} -$ $- 85.36_{-0.35} = 1.73 \pm 0.35$
Z2.2		$Z2.2 = A2.1 - A2.2 = 85.36_{-0.35} -$ $- 84.98_{-0.35} = 0.38 \pm 0.35$

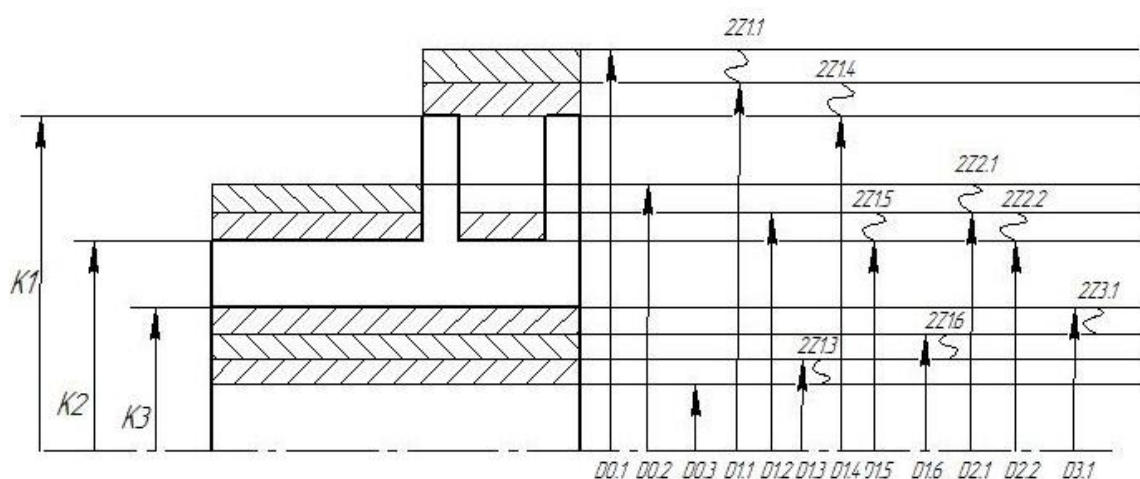
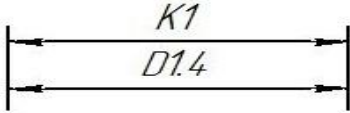
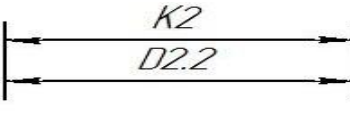
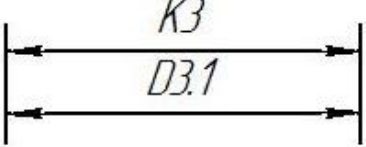
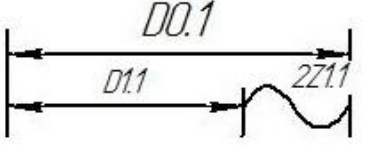
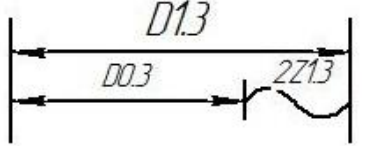
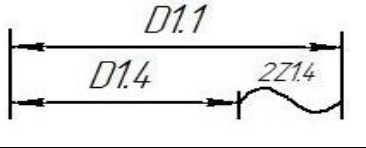
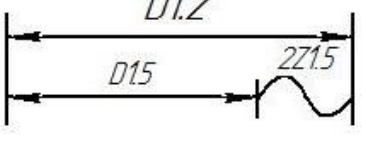
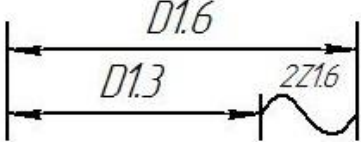
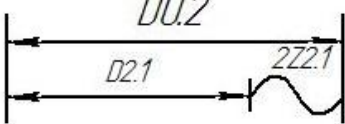
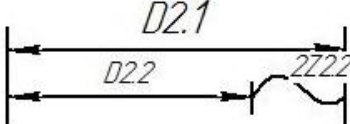
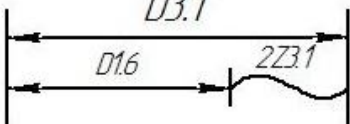


Рис.3. Размерная схема технологического процесса изготовления детали «Втулка включения» (радиальное направление)

Технологические размерные цепи и результаты вычисления их замыкающих звеньев (диаметральное направление)

Таблица 6

Проверяемые размеры.	Схемы размерных цепей.	Уравнения размерных цепей и вычисление значений замыкающих звеньев.
$K1=122_{-0,4}$		$K1=D1.4=122_{-0,4}$
$K2=98_{-0,35}$		$K2=D2.2=98_{-0,35}$
$K3=78^{+0,03}$		$K3=D3.1=78^{+0,03}$
Z1.1		$Z1.1=D0.1-D1.1=126^{+1,1}_{-0,5}-122,53_{-0,35}=3,47^{+1,45}_{-0,5}$
Z1.3		$Z1.3=D1.3-D0.3=77_{-0,4}-74,5^{+0,5}_{-1,1}=2,5^{+0,7}_{-0,5}$
Z1.4		$Z1.4=D1.1-D1.4=122,53_{-0,35}-122_{-0,35}=0,53\pm 0,35$
Z1.5		$Z1.5=D1.2-D1.5=98,53_{-0,35}-98_{-0,35}=0,53\pm 0,35$

Z1.6		$Z1.6 = D1.6 - D1.3 = 77.62^{+0.4} - 77^{+0.4} = 0.62 \pm 0.4$
Z2.1		$Z2.1 = D0.2 - D2.1 = 102.2^{+1.1}_{-0.5} - 98.53_{-0.35} = 3.67^{+1.45}_{-0.5}$
Z2.2		$Z2.2 = D2.1 - D2.2 = 98.53_{-0.35} - 98_{-0.35} = 0.53 \pm 0.35$
Z3.1		$Z3.1 = 78^{+0.03} - 77.62^{+0.35} = 0.38^{+0.35}_{-0.03}$

1.8 Расчёт точности операций.

При выполнении операции 050, определяем необходимую точность операции, для обеспечения следующих требований и размеров:

Внутренний диаметр - $\varnothing 78H7^{(+0,03)}$;

На точность влияет ряд факторов, вызывающих погрешность обработки Δ_{Σ} , которая не может быть больше допуска δ производимого размера при обработке детали, т.е. $\Delta_{\Sigma} \leq T_{дет}$

Определим необходимую точность операции исходя из формулы

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{и} + \Delta_{н} + \sqrt{\Delta_{сл}^2 + \varepsilon_y^2} \quad (9)$$

где:

$T_{дет} = +0,03$ мм – допуск выполняемого размера.;

$\Delta_{и} = 5$ мкм. – погрешность, определенная износом инструмента;

$\Delta_n = 5$ мкм – погрешность наладки станка;

$\Delta_{\text{и}} = 5$ мкм – диапазон рассеяния погрешности обработки, определенных действием случайных факторов;

$\varepsilon_y = 10$ мкм – погрешность установки заготовки;

$$\Delta_{\Sigma} = 0,005 + 0,005 + \sqrt{0,005^2 + 0,01^2} = 0,015$$

$$\Delta_{\Sigma} \leq T_{\text{дет.}}$$

1.9 Расчёт режимов резания.

Для токарной операции 020 (переход 1):

Станок токарный с ЧПУ СТХ 400.

Первый переход (черновая обработка торца):

Материал детали Сталь 40Х

Материал инструмента Т15К6 проходной резец

Глубина резания: $t = 1,73$ мм.

Поперечная подача по табл. 14 [7, Т.2, стр.268] для конкретной глубины резания

$S = 0,8$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \quad (10)$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 50$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 420$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – приведены по табл. 17 [7, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{\text{MV}} * K_{\text{ПВ}} * K_{\text{ИВ}}, \quad (11)$$

где K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{\text{ПВ}}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} -коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [7,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (12)$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 40Х берем из табл. 2 [2,Т.2,стр.262]: $K_{\Gamma} = 1$, $n_v = 1,0$; $\sigma_B = 570$ МПа

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{700} \right)^1 = 1,06,$$

$K_{PIV} = 0,9$; $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} * K_{PIV} * K_{IV} = 1,06 * 0,9 * 1 = 0,954.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{420}{50^{0,2} \times 1,73^{0,15} \times 0,8^{0,2}} \times 0,954 = 179 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 179 / (3,14 * 126) = 453 \text{ об/мин.}$$

Для долбежной операции 030 (переход 1):

Долбежный станок 7А420.

Долбление шпоночного паза:

Материал детали Сталь 40Х

Материал инструмента Т5К10 долбежный резец.

Глубина резания: $t = 5$ мм.

Поперечная подача по табл. 14 [7,Т.2,стр.268] для данной глубины резания

$S = 0,3$ мм/дв.ход

Скорость резания.

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{420}{50^{0,2} \times 5^{0,15} \times 0,3^{0,2}} \times 0,572 = 111 \text{ м/мин.}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 111 / (3,14 \cdot 77) = 458 \text{ об/мин.}$$

Все режимы резания сводим в таблицу 7.

Сводная таблица режимов резания

Таблица 7

Номер операции	Наименования операции, перехода	Глубина резания t , мм.	Длина резания l рез., мм.	Подача S_0 мм./об.		Скорость V , м/мин.		Частота вращения, мин. ⁻¹		Минутная подача S м., мм./мин.	Основное время t_0 , мин.
				расчётная	принятая	расчётная	принятая	расчётная	принятая		
020 А	Токарная с ЧПУ.	1,73	126	0,35-0,8	0,8	78,3	54,4	179	453	50	0,91
020 Б	Токарная с ЧПУ.	0,38	47	0,1-0,3	0,3	71,2	70,8	185	700	100	0,34
030	Долбежная.	5	85	0,1-0,6	0,3	100	100	350	458	111	11
050	Внутришлифовальная.	0,38	85	0,03-0,08	0,05	244	138,2	434	400	20	0,15

1.10 Выбор оборудования и технологической оснастки

Для токарной с ЧПУ операции выбираем станок СТХ400.

Таблица 8

Диаметр обработки над станиной, мм.	500
Диаметр обработки над суппортом, мм.	200
Наибольшая длина обработки в центрах, мм.	1000
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм.	55
Количество позиций инструментальной головки.	8
Мощность электродвигателя главного движения, кВт.	11
Класс точности по ГОСТ 8-82.	п
Габаритные размеры станка (Д х Ш х В), мм	3700 × 2260 × 1650
Масса станка, кг.	4000

Для закрепления заготовки используем патрон 3-х кулачковый пневматический.

Для долбежной операции выбираем станок 7А420

Таблица 9

Максимальный ход долбяка, мм.	320
Расстояние от поверхности стола до нижнего торца направляющих долбяка, мм.	500
Расстояние от наружной поверхности резцовой головки до станины (вылет), мм.	615
Высота обрабатываемого изделия, мм, при обработке: - наружной поверхности.	500
- внутренней поверхности.	250
Угол наклона долбяка, град, наибольший.	10
Скорость рабочего хода долбяка, м/мин.	3-38
Диапазон подач стола на один двойной ход долбяка: - продольных, мм.	0,1...2,5
- поперечных, мм.	0,1...2,5
- круговых, град.	0,1...1,4
Скорость быстрого перемещения стола: - продольного, м/мин.	2,8
- поперечного, м/мин.	2,8
- кругового, мин ⁻¹ .	4,5

Ход стола: - продольный, мм.	650
- поперечный, мм.	510
- круговой, град.	360
Диаметр рабочей поверхности стола, мм.	770
Габаритные размеры, мм.	2850×2160×3010
Масса, кг.	5660

Для закрепления заготовки используем тиски самоцентрирующиеся.

Для внутришлифовальной операции выбираем станок 3К227ВМ

Таблица 10

Наименование параметра, размерность	Величина параметра
Наименьший и наибольший диаметр, шлифуемых отверстий, мм.	20-150
Наибольшая длина шлифования (при наибольшем диаметре отверстия), мм.	125
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм.	400
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия в кожухе, мм.	250
Наибольший угол поворота бабки изделия (при шлифовании конусных отверстий), град.	45
Длина	2815
Ширина	1900
Масса станка с приставным оборудованием, кг.	4300

1.11 Расчёт норм времени операций техпроцесса

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \quad (13)$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{вп}} + l_1 + l_2, \quad (14)$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{\text{вп}}$ – величина врезания инструмента, мм;

$l_{\text{нп}}$ – величина перебега инструмента, мм;

Принимаем: $l_{\text{нп}} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$L_{\text{вп}} = t \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (15)$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{нп}}) \cdot i}{S \cdot n} \quad (16)$$

Расчёт основного времени операции 020 (переход 1).

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{нп}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(25 + 1 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 453} = 0,09 \text{ мин.}$$

Расчёт основного времени 020 операции (переход 2).

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{нп}}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(40,37 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 418} = 0,12 \text{ мин.}$$

Расчёт основного времени 020операции (переход 3).

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(12 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 415} = 0,04 \text{ мин.}$$

Расчёт основного времени 020 операции (переход 6).

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(87,47 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 698} = 0,16 \text{ мин.}$$

Расчёт основного времени 020операции (переход 7).

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(22,76 + 1 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 798} = 0,1 \text{ мин.}$$

Расчёт основного времени 020операции (переход 8).

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(38,26 + 1 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 750} = 0,17 \text{ мин.}$$

Расчёт основного времени 020операции (переход 9).

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(12 + 1 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 798} = 0,05 \text{ мин.}$$

Расчёт основного времени 030операции.

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(85 + 5 + 5) \cdot 16}{0,3 \cdot 458} = 11 \text{ мин.}$$

Определение вспомогательного T_B , штучного $T_{шт}$

$$T_B = T_{у.с.} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из} \quad (17)$$

где $T_{у.с.}$ - время установки и снятия детали;
 $T_{з.о}$ - время закрепления и открепление детали;
 $T_{уп}$ - время на управления станком;
 $T_{из}$ - время на измерение.

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} \quad (18)$$

где T_O - основное время;
 $T_{тех}$ - время на техническое обслуживание рабочего места;
 $T_{орг}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;

$T_{от}$ - время на отдых.

Нормативы времени для крупносерийного производства.

По табл. 5 [3,стр.197].

Операция 020 (токарная с ЧПУ)

$T_B=0,2+0,15+1,6+1,2=3,15$ мин.

Операция 020 (токарная с ЧПУ)

$T_B=0,2+0,15+1,2+1,4=2,95$ мин.

Операция 030 (долбежная)

$T_B=0,2+0,15+1,1+0,8=2,25$ мин.

Все нормы времени сводим в таблицу 11.

Номер операции	Наименование операции	Основное время	Вспомогательное время	Оперативное время	Время на обслуживание	Время на отдых	Штучное время
020 А	Токарная с ЧПУ:	0,91	0,4	1,31	0,3	0,5	2,11
020 Б	Токарная с ЧПУ:	0,34	0,4	0,74	0,2	0,5	1,44
030	Долбежная.	11	0,4	11,47	0,3	0,5	12,2
050	Внутришлифовальная	0,25	0,4	0,65	0,3	0,5	1,45

2. Проектирование специального станочного приспособления

2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания

Техническое задание (ТЗ) на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73 [9, с. 175].

ТЗ на проектирования специального приспособления для долбления шпоночного паза приведено в таблице 12

Таблица 12

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для долбления шпоночного паза в заготовке(втулка включения) шириной $16^{+0,043}$ мм на долбежном станке 7Б35Н.
Основание для разработки	Карта тех. процесса механической обработки втулки включения;
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечивать: Надежное закрепление и точную установку заготовки, положение заготовки должно быть постоянным во времени относительно инструмента и стола станка для получения требуемой точности выполняемых размеров детали ; удобство закрепления, установки, а также снятия детали; установка заготовки не должна быть больше 0,05 мин; увеличение производительности труда на конкретном переходе на 10...15%;

Технические требования	Тип производства – крупносерийный; программа выпуска –29000шт. в год; Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку7Б35Н; Регулирование конструкции приспособления допускается Время установки заготовки не более 0,05 мин.; Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления 70%; Входные данные о заготовке, поступающей на долбежную операцию 8: наружный присоединительный размер детали 98_{-0,35}мм, длина детали 85_{-0,35} мм. Операция выполняется за один переход;
Документация, используемая при разработке	ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки. ГОСТ 14.305-73. ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделий. ГОСТ 14.201-83.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта долбежного приспособления; спецификация.

2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновка приспособления

Имея исходные данные и технические решения, приведенные в Тех.задании (таблица 12), начнем проектирование приспособления. Цель настоящего раздела –

исполнить работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем параметрам конструкцию приспособления.

Перед проектированием принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, нужно выявить относительно каких поверхностей детали будет происходить ее закрепление во время выполнения обработки на станке.

Для получения экономичного и не сложного в производстве приспособления, а также с целью сокращения металлоемкости закрепляющих частей, принимаем закрепление детали по наружному диаметру и торцу .

2.3 Конструирование и расчет функциональных размеров приспособления и исполнительных размеров

Базовым поверхностям обрабатываемой детали соответствуют установочные поверхности приспособления.

Детали приспособлений, несущие установочные поверхности, применяют в виде опорных штырей, пластин, призм, установочных пальцев и т.п. В ряде случаев в установочную систему входят ориентирующие или центрирующие механизмы и механизмы опор.

Установочные механизмы и детали делятся на вспомогательные и основные.

Основные определяют положение детали в соответствии с правилом шести точек и предусматриваются схемой базирования.

Вспомогательные вводятся в установочную схему не для целей базирования, а лишь для увеличения жесткости и устойчивости обрабатываемой детали и сопротивлений силам резания.

В нашем случае наружная цилиндрическая поверхность детали является двойной направляющей базой. Торец шейки вала являются опорной базой.

Размеры и конструкции установочных деталей должны подбираться по ГОСТ или нормам для машиностроения, т.к. многие из них гостированы или стандартизованы [9, с. 31].

В нашем случае конструкции и размеры установочных деталей (элементов) используемые в приспособлении не гостятся, поэтому их размеры назначаем конструктивно.

Поверхность установочных деталей должны иметь большую износоустойчивостью. В следствии этого их изготавливают из сталей 15 и 20 с последующей цементацией на глубину 0,8 – 1,2 мм. и закалкой HRC_Э 50...55.

2.4 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления

Первоначально определим силы резания

Долбление будет происходить по 0,3 мм за каждый рабочий проход

1. Ширина Долбления $B=16$ мм.
2. Глубина долбления : $t= 5$ мм.
3. Ширина резца 16мм.
4. Подачу выбираем по табл.33 (7, том 2, стр 283). с учётом имеющихся подач на станке и с учетом большой ширины фрезерования :

$S= 0,05$ мм/зуб.

5. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v \quad (19)$$

Период стойкости инструмента принимаем по табл. 40 [7, Т.2, стр.290]:
 $T=120$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 75$; $m = 0,2$; $x = 0,3$; $y = 0,2$; $q=0.25$; $u= 0,1$;
 $p=0.1$

определены по табл. 39,40 [7, Т.2, стр.286].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{PIV} \times K_{IIV} \quad (20)$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{PIV} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IIV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [7,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (21)$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_V при обработке заготовки из стали 40Х берем из табл. 2 [7,Т.2,стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости $K_{\Gamma} = 1$ $n_V = 1$

$$K_{MV} = 1 \times \left(\frac{750}{850} \right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПВ} = 0,9$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИВ} = 1,15$.

$$K_V = 0,882 \times 0,9 \times 1,15 = 0,913$$

Скорость резания,

$$V = \frac{75 \times 8^{0,25} \times 0,913}{60^{0,2} \times 8^{0,3} \times 0,05^{0,2} \times 1^{0,1} \times 4^{0,25}} = 35 \text{ м/мин}$$

6. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{35}{3,14 \times 8} = 1390 \text{ об/мин}$$

d- диаметр фрезы

9. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S^y \times B^u \times Z \times K_{MP}}{D^q \times n^w} \quad (22)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u=1$; $q=0.86$; $w=0$ — определены по табл.41 [7.том 2, стр291]

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = 1.10$$

Главная составляющая силы резания.

$$P_z = \frac{10 \times 68,2 \times 8^{0,86} \times 0,05^{0,72} \times 1^1 \times 4 \times 1,1}{8^{0,86} \times 1390^0} = 330,1 \text{ Н}$$

Как видно из расчетной схемы, к детали приложена нагрузка вызывающая изгибающий момент, который стремится повернуть заготовку.

В соответствии с расчётной схемой составим уравнения:

$$F_{mp} = Q \times \mu / \sin 30$$

$$Q = F_{mp} \times \sin 30 \times \frac{k}{\mu}$$

$$P_h = 0.9 \times P_z$$

где, $\mu=0,15$ - коэффициент трения

$$Q = P_h \times \sin 30 \times k / \mu = \frac{0.9 \times 330.1 \times 0.5 \times 2.88}{0.15} = 2852 \text{ Н}$$

$K_0=1,3$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1=1,1$ – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности;

$K_2=1,4$ – коэффициент затупления;

$K_3=1,2$ – учитывает увеличение сил резания при долблении;

$K_4=1,2$ – характеризует постоянство сил закрепления;

$K_5=1$ – характеризует эргономику зажимного механизма;

$K_6=1$ – характеризует моменты, стремящиеся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры;

Тогда $K = 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,88$

Определим необходимые усилия для зажима заготовки.

От осевой составляющей:

Возьмём проекции всех сил на ось х:

$$W_p \times \cos 30 - P = 0 \quad (23)$$

$$W_p \times \cos 30 = P$$

$$W_p = \frac{P}{\cos 30} = \frac{330,1}{0,866} = 381,17H \quad (24)$$

От крутящего момента:

Возьмём момент относительно точки А:

$$W_{M_{кр}} \times h \times \cos 15 - M_{кр} = 0 \quad (25)$$

$$W_{M_{кр}} \times h \times \cos 15 = M_{кр} \quad (26)$$

$$W_{M_{кр}} = \frac{M_{кр}}{h \times \cos 15} = \frac{1,22}{68 \times 0,965} = 0,02H \quad (27)$$

$$W = W_p \times \sin 30 = 381,17 \times 0,5 = 190,5H;$$

2.5 Выбор и расчет привода зажимного устройства

В качестве привода зажимного устройства применяем мембранный пневмоцилиндр одностороннего действия.

Пневматические приводы служат для обеспечения надлежащих усилий и быстродействия рабочих частей, долговечности, надежности и экономичности, безопасности и скорости при применении сжатого воздуха с номинальными параметрами и при принятых мерах эксплуатации.

Расчет сходится к вычислению размера мембраны при номинальных усилиях на штоке и давлении сжатого воздуха.

Определяем усилия на штоке пневмоцилиндра: [4, с. 143]:

Принимаем предварительно диаметр мембраны 200 мм

Для поршневых пневмоцилиндров [1, с.254]:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \times p \times \eta - F_{np} \quad (28)$$

где Q – усилие на штоке;

D -диаметр мембраны, (мм);

p – давление сжатого воздуха, (МПа);

η - коэффициент полезного действия цилиндра, ($\eta = 0,85...0,9$).

Усилие на штоке

$$Q = \frac{\pi \times 200^2}{4} \times 0.4 \times 0.85 - 40 = 10600 \text{ Н}$$

Усилие на штоке превышает потребное усилие зажима, условие выполняется.

$$W_{расч} > W_{потреб.}$$

В соответствии с компоновкой приспособления определяем из чертежа передаточное отношение рычагов (отношение плеч относительно точки поворота) $i=25/30=0,83$, тогда действительное усилие прижима:

$$W = Q \times i = 10600 \times 0.83 = 8203 \text{ Н}$$

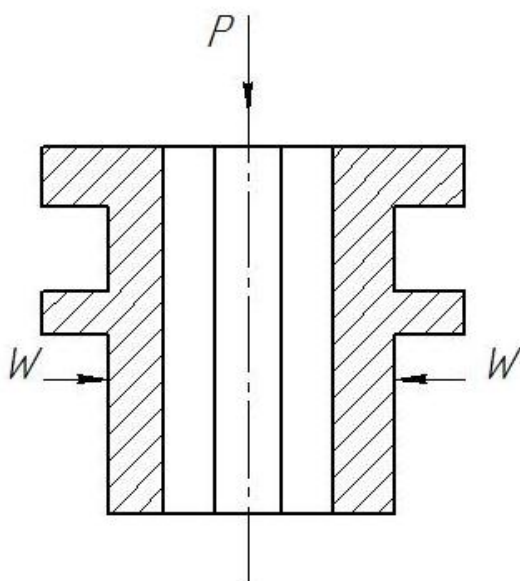
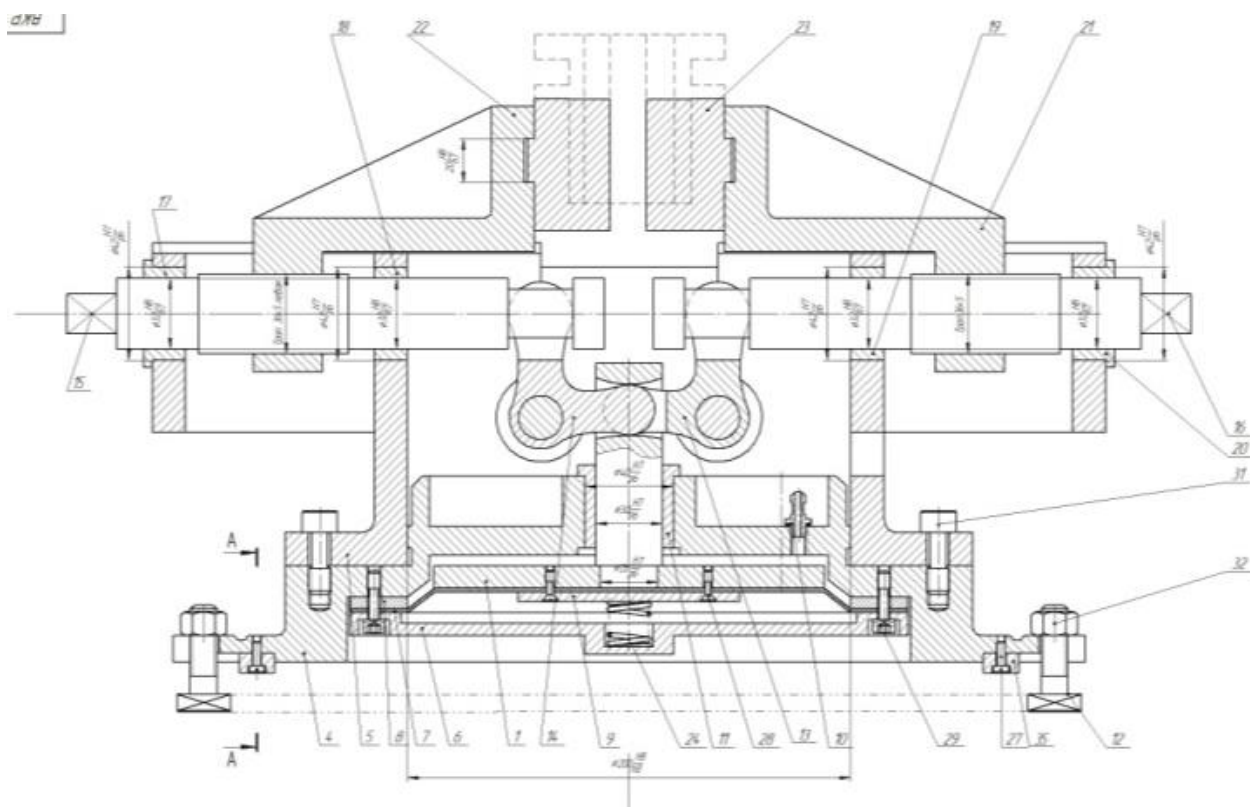


Рис.4. Схема действия сил

2.6 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

Важно чтобы данное приспособление обеспечивало строгое определенное расположение обрабатываемых поверхностей, которые определяют заданными размерами и геометрическими зависимостями – перпендикулярностью, параллельностью, соосностью и т.д. Все нужные требования, назначения предельных отклонений, расположения и формы поверхностей представленные на чертеже приспособления.

2.7 Оформление чертежа общего вида описание конструкции и принципа работы приспособления.



синхронно передвигают губки тисков. Раскрепление заготовки производится с помощью пружины 24.

Ходовые винты снабжены трапецеидальной резьбой, что позволяет изменять типоразмер обрабатываемых заготовок. Также за счет наличия резьбы можно производить регулировку тисков (настройку губок).

2.8 Расчет приспособления на точность

При выполнении операции 030 (долбежная) определяем необходимую точность приспособления для обеспечения следующих требований и размеров:

допуск глубины паза не более 0,4 мм ;

На точность обработки оказывает влияние масса технологических нюансов, определяющих общую погрешность обработки ε_o , которая не может быть больше допуска δ нужного размера при снятии стружки с заготовки, т.е. $\varepsilon_o \leq \delta$.

Определим необходимую точность приспособления, исходя из формулы, изложенной в [4, с. 151]:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_o)^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (29)$$

где:

$\delta = 0,35 \text{ мм}$ – допуск размера паза.

$k_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонения рассеяния величины составляющих значений от закона нормального распределения, [9, с. 151];

$k_{T1} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, [9, с. 151];

$k_{T2} = 0,6$ – коэффициент, учитывающий часть погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, (9, с. 152);

$\varepsilon_o = 0$ погрешность базирования заготовки в приспособлении

$\varepsilon_z = 0,07 \text{ мм}$ – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (2, с. 81);

$\varepsilon_y = 0 \text{ мм}$ - погрешность установки приспособления на станке, [9, с. 169];

$\varepsilon_n = 0,01 \text{ мм}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, [9, с. 169];

$\varepsilon_u = 0,005 \text{ мм}$ – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega = 0,11$ – экономическая точность обработки, [10, с. 211].

$$\varepsilon_{np} \leq 0,4 - 1,2 \sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0,07^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,5 \times 0,11)^2} = 0,075 \text{ мм}$$

Расчет точности показывает, что данное приспособление обеспечивает заданную точность при обработке заготовки.

2.9 Расчет экономической эффективности

Целесообразность применения приспособления с экономической точки зрения должна быть оправдана. Расчеты экономической эффективности использования приспособления основываются на сопоставлении экономии и годовых затрат. Затраты складываются из расходов на эксплуатацию приспособления и амортизацию а экономия выполняется за счет уменьшения себестоимости обработки деталей на конкретной операции в следствие снижения трудоемкости. Если годовые затраты меньше, чем годовая экономия, то применение приспособления считается эффективным.

Экономический эффект от применения приспособления рассчитывается как разность между годовой экономией и годовыми затратами на приспособление.

Экономическая оправданность (рентабельность) применения приспособления выражается зависимостью [11, с. 20].

$$P \leq \mathcal{E},$$

где $\mathcal{E}, \text{руб}$ – годовая экономия от использования приспособления;

$P, \text{руб}$ – годовые затраты на эксплуатацию приспособления.

Определяем годовую экономию от использования приспособления:

$$\mathcal{E}_n = (t_{um} - t'_{um}) \cdot \frac{C_{из} \cdot N}{60} \cdot k_u, \quad (30)$$

Где $t_{um} = 8,2 \text{ мин}$ - норма штучного времени при обработке заготовки без приспособления;

$t_{шт} = 6,3 \text{ мин}$ - норма штучного времени при обработке заготовки с приспособлением;

$C_{чз}, \text{ коп/час}$ – часовые затраты на эксплуатацию рабочего места;

$N=15000 \text{ шт/год}$ – годовая программа выпуска деталей;

$k_u = 20$ - коэффициент, учитывающий разность цен приведенных в справочнике и цен на сегодняшний день.

На основании рекомендаций [9,стр.24] принимаем:

$$C_{чз} = C'_{чз} \cdot k_m, \quad (31)$$

$C'_{чз} = 33,6 \text{ коп/час}$ – скорректированные затраты на базовом рабочем месте;

$k_m = 0,5$ - коэффициент, учитывающий проектирование приспособления.

$$C_{чз} = C'_{чз} \cdot k_m = 33,6 \cdot 0,5 = 16,8 \text{ руб.}$$

$$\Delta_{\Pi} = (t_{шт} - t'_{шт}) \times \frac{C_{чз} \times N}{60} \times k_u = (8,2 - 6,3) \times \frac{16,8 \times 15000}{60} \times 20 = 159600 \text{ руб.}$$

Определяем годовые затраты на эксплуатацию приспособления:

$$P = S_{пр} \cdot (k_a + k_p) \cdot k_u, \quad (32)$$

$S_{пр} = 1900 \text{ руб.}$ – цена приспособления;

$k_a = 0,5$ – коэффициент, учитывающий отчисления на амортизацию приспособления;

$k_p = 0,2$ – коэффициент, учитывающий отчисления на ремонт и хранение приспособления.

$$P = S_{пр} \times (K_a + K_p) \times K_u = 1900 \times (0,5 + 0,2) \times 20 = 26600 \text{ руб.}$$

Экономический годовой эффект от применения приспособления сверлильного

$$\Delta = \Delta_{\Pi} - P = 159600 - 26600 = 133000 \text{ руб.}$$

2.10 Проектирование технологии сборки приспособления

2.10.1 Анализ технических требований

Технические требования:

1. Допуск перпендикулярности рабочих поверхностей губок относительно шпонок не более 0,1 на длине вкладыша.

2. Отклонение от параллельности рабочих поверхностей губок относительно основания А корпуса не более 0,03/100 мм.

Обеспечение вышеуказанной точности достигается более точным изготовлением деталей тисков с последующей сборкой, либо обработкой рабочих поверхностей в сборе .

2.10.2 Анализ технологичности конструкции

Сконструированное приспособление технологично. Корпус приспособления изготавливается литьем с последующей механической обработкой. Корпус приспособления предусматривает установку мембранного пневмоцилиндра, в результате чего мы имеем достаточно компактные габариты. Подача сжатого воздуха осуществляется через специальные каналы в приспособлении.

В основании приспособления профрезерован паз, для дальнейшего запрессовывания в него (при сборке) шпонок (для точной установки приспособления относительно рабочего стола станка).

При зажиме заготовка самоустанавливается в приспособлении, что дает возможность избежать дополнительной коррекции положения заготовки в приспособлении.

Разработанное нами приспособление облегчает зажим заготовки и ускоряет обработку шпоночной канавки.

Данное приспособление является достаточно универсальным. С помощью ходовых винтов можно настраивать тиски на заготовки различного диаметра.

2.10.3 Разработка технологической схемы сборки.

Составим технологическую карту сборки тисков самоцентрирующихся, маршрут технологического процесса сборки приведен в таблице 13.

Таблица 13

№ операц ии	Название	Содержание
05	Сборка основания (Сб. 4)	1. Запрессовать втулку 11 в основание 4 2. Установить шток 1, шайбу 8, мембрану 7, шайбу 9 и соединить винтами 28. 3. Установить пружину 24, крышку 6 и ввинтить винты 29. 4. Ввинтить штуцер 10
10	Сборка корпуса	1. Установить корпус 5 и закрепить винтами 31 2. Запрессовать втулки 18,19 в корпус 5 3. Установить ходовые винты 15,16, рычаги 14,13, ползуны 21,22, оси 34 и закрепить кольцами 33. 4. Запрессовать втулки 17,16. 5. Установить губки 23 и закрепить винтами 30. 6. Установить шпонки 35 и закрепить винтами 27.
15	Контрольная	1. Проверить отклонение от параллельности оси губки поз. 23 относительно основания корпуса 5;

Заключение

При разработке технологического процесса изготовления детали «втулка включения» я ознакомился с ее конструкцией, назначением и условиями работы в узле, а также провел анализ особо ответственных технологических требований.

В ходе ВКР был проведен анализ исходных данных, определен тип производства, составлен технологический маршрут обработки детали. Выбраны средства технологического оснащения процесса обработки.

Также были проведены технологические и технико-экономические расчеты, в результате которых установлен наиболее рациональный метод получения заготовки, а также наиболее экономичный способ механической обработки детали, обеспечивающий выполнение требований, предъявляемых к точности и чистоте обрабатываемых поверхностей.

Экономия материала была достигнута применением эффективного метода получения заготовок, такого как штамповка на ГKM.

В конструкторской части работы было спроектировано специальное станочное приспособление для долбления шпоночного паза и сделаны все необходимые расчеты.

Таким образом, в ходе курсового проекта разработан технологический процесс механической обработки детали, при осуществлении которого, обеспечивается выполнение требований, обуславливающих нормальную работу собранной машины.

Список литературы.

1. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
2. Базров Б.М. Альбом по проектированию приспособлений: Учеб. Пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1991.
3. Горбацевич А.Ф., Шкерд В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
4. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983.
7. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова- 5-е изд., исправл. – М.: «Машиностроение», 1986.
8. Станочные приспособления: Справочник/Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984.
9. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
10. Обработка металлов резанием. Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. и доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1