

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – одна из ведущих отраслей. Задачей машиностроения является создание совершенных конструкций машин и передовой технологии ее изготовления. Объем продукции должен увеличиваться за счет автоматизации и механизации производства. Основное направление в развитии технического процесса – это создание принципиально новых технологических процессов производства и замена существующих процессов более точными и экономичными. Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки и повышению качества продукции машиностроения, в значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологических процессов.

Геоходы – новый класс щитовых проходческих агрегатов, предназначенных для проходки подземных выработок различного назначения и расположения в пространстве. В настоящее время в рамках работ по проектированию и изготовлению геоходов нового поколения разрабатываются варианты новых схемных решений геохода и его отдельных элементов. Одной из основных систем геохода является транспортная система. Транспортная система геохода предназначена для передачи горной массы от погрузочной системы геохода в средства транспорта, расположенные за пределами геохода в выработке. Существующие варианты транспортных систем не в полной мере отвечают требованиям для разрабатываемого в настоящее время геохода нового поколения, т.к. одно из основных требований это проведение проходческой выработки под углом до $\pm 20^\circ$ относительно горизонта.

При проведении геоходом проходческой выработки вниз под углом 20 существующее решение транспортной системы будет иметь следующие недостатки:

- погрузочный лоток, предназначенный для приема отбитой горной массы, выходит за пределы погрузочного барабана, что влечет за собой большое просыпание погружаемой породы;
- транспортный конвейер, подвешенный к хвостовой секции на цепях, упирается в тыльную сторону исполнительного органа геохода, что ведет к возможному заклиниванию его при работе.

Целью, данной квалификационной работы является, разработка технологического процесса изготовления барабана.

При изготовлении корпуса будет использоваться современное высокопроизводительное оборудование и инструмент, специальное приспособление.

В соответствии с поставленной целью в процессе разработки технологического процесса выделяют следующие задачи:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной работы творческой инженерной работы;
- овладение методикой проектирования технологических процессов механической обработки;
- приобретение опыта анализа существующего технологического процесса;
- приобретение опыта в конструировании приспособлений;
- овладение технико-экономическим анализом принимаемых решений;
- развития навыков самостоятельной защиты принимаемых технических решений.

1 РАСЧЁТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А21

М.С. Матрунчик

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент кафедры ТМС

А.В. Вальтер

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент кафедры ТМС

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

1. Технологическая часть

1.1.1. Служебное назначение и технические характеристики.

Данное изделие - барабан ФЮРА.612322 401.03.02.200 входит в состав приводной секции ФЮРА 650.03.00.000. Секция входит в состав транспортной системы перегружателя ФЮРА 650.00.00.000. Перегружатель является узлом проходческого агрегата геолод ФЮРА.612322.401.0.00.00.000. Агрегат состоит из четырех модулей.

Барабан предназначен для приведения в движение транспортной ленты перегружателя.

Барабан установлен на валу, который вращается в подшипниках. Подшипники вставлены в кронштейне и крепятся крышками с помощью болтов.

Ленточный конвейер состоит из двух концевых барабанов, огибаемых замкнутой (бесконечной) лентой. Один из барабанов, является приводным, а другой - натяжным.

Обе ветви транспортирующей ленты - верхняя (несущая груз) и нижняя (порожня) - поддерживаются от провисания роликами. Приводной барабан вращается от электродвигателя через редукто. Для загрузки насыпного груза на конвейере устраивают бункер. Разгружаемый с конвейера материал поступает в приемную воронку. Для очистки ленты служит скребок.

Барабан ФЮРА.612322 401.03.02.200 является сварным, представляет собой сварное цилиндрическое тело вращения, состоящее из элементов: Барабан ФЮРА 650.03.02.201; Диск ФЮРА 650.03.02.211; Втулка ФЮРА 650.03.02.212.

Барабан ФЮРА 650.03.02.201. Труба 245x16 ГОСТ 8732-78, материал сталь 20 ГОСТ 1050-88, сортамент: трубы стальные бесшовные горячедеформированные.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 20 ГОСТ 1050-88.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	до 0,25	до 0,04	до 0,04	до 0,25	до 0,3	до 0,08

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 20 ГОСТ 1050-88.

σ_t , кг/мм ² кгс/мм ²	$\sigma_{вр}$, кг/мм ² кгс/мм ²	δ_b , %	ψ , %	НВ (не более)	
не менее				горячекатаной	отожженной
245(25)	410(42)	25	55	163	-

Таблица 1.3 – Технологические свойства стали 20 ГОСТ 1050-88.

Технологические свойства	Характеристика
Свариваемость	без ограничений
Флокеночувствительность	не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	не склонна

Назначение стали 20 ГОСТ 1050-88.

После нормализации или без термообработки - крюки кранов, стропы, серьги, башмаки, подмоторные рамы, косынки, муфты, цилиндры, вкладыши подшипников и другие неотчетственные ненагруженные детали. Детали сварных конструкций с большим объемом сварки. Трубопроводы, кованные детали ТЭЦ и АЭС, пароперегреватели, трубные пучки теплообменных аппаратов, коллекторы, корпуса аппаратов и другие детали, работающие при температуре от – 40 до + 450 С под давлением. После химико-термической обработки - фрикционные диски, поршневые пальцы, кулачковые валики, червяки, шестерни, толкатели и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины.

Диск ФЮРА 650.03.02.211. Лист Б-ПН- 12 ГОСТ 19903-74/ Ст3сп5 ГОСТ14637-89, материал сталь Ст3сп5 ГОСТ 14637-89, сортамент: Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества

Таблица 1.4 – Химический состав стали Ст3сп5 ГОСТ 14637-89.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,3	до 0,08

Таблица 1.5 – Механические свойства стали Ст3сп5 ГОСТ 14637-89.

σ_t , МПа	$\sigma_{вр}$, МПа	δ_b , %	ψ , %
не менее			
205-245	370-480	23-26	-

Таблица 1.6 – Технологические свойства стали Ст3сп5 ГОСТ 14637-89.

Технологические свойства	Характеристика
Свариваемость	без ограничений
Флокеночувствительность	не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	не склонна

Сталь Ст3сп5 широко используется в производстве строительных конструкции. Применение Ст3сп5 связано не только с более доступной ценой на рынке, но и эксплуатационными характеристиками данного вида стали, такими как, в первую очередь, устойчивость к возникновению дефектов

флокенизации при плавке, а также отличной пластичностью и гибкостью, необходимой для создания несущих конструкции. Сталь СтЗсп5 как и все другие виды стали отлично сваривается.

Углеродистая сталь обыкновенного качества, предназначена для изготовления горячекатаного проката: сортового, фасонного, толстолистового, тонколистового, широкополосного и холоднокатаного тонколистового, а также слитков, блюмов, слябов, сутунки, заготовки катаной и неп рерывнолитой, труб, поковок и штамповок, лент, проволоки, метизов.

Втулка ФЮРА 650.03.02.212. Круг 100-В ГОСТ 2590-2006/45-а ГОСТ4543-71, материал сталь Ст45 ГОСТ 4543-71, сортамент: Прокат из легированной конструкционной стали.

Таблица 1.7- Химический состав стали 45 ГОСТ 4543-71.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	до 0,25	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08

Таблица 1.8 – Механические свойства стали 45 ГОСТ 4543-71.

σ_t , кг/мм ² кгс/мм ²	$\sigma_{вр}$, кг/мм ² кгс/мм ²	δ_b , %	ψ , %	НВ (не более)	
не менее				горячекатаной	отожженной
690	440	13	400	490	-

Таблица 1.9 – Технологические свойства стали 45 ГОСТ 4543-71.

Технологические свойства	Характеристика
Свариваемость	Трудносвариваемая. Способы сварки: РДС и КТС. Необходим подогрев и последующая термообработка
Флокеночувствительность	Малочувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости	не склонна

Температура ковки начала 1250, конца 700. Сечения до 400 мм охлаждаются на воздухе.

Сталь 45 марки широко используется в промышленности, в частности, она идет на изготовление валов (распределительных и коленчатых), шестерней, блиндажей, шпинделей, кулачков, цилиндров и т.п. 45-й металл позволяет получать нормализованные, улучшаемые поверхности, для которых характерна повышенная прочность.

Сталь 45 считается материалом трудносвариваемым, однако ему не свойственна отпускная хрупкость. Это достаточно весомый фактор при создании конструкций сложных форм и конфигураций. Сварка данного металла производится 2 способами: КТС и РДС.

В изделии Барабан ФЮРА.612322.401.03.02.200 основными поверхностями являются:

Диск:

Цилиндрическая поверхность диаметром 224 мм (точность по 16 квалитету, шероховатость Ra = 6,3 мкм);

Отверстие диаметром 95мм (точность по 12 квалитету, шероховатость Ra 6,3мкм);

Втулка

Наружный диаметр 95мм (точность по 12 квалитету, шероховатость Ra 6,3мкм);

Барабан в сборке

Наружный диаметр 240 мм(точность по 16 квалитету, шероховатость Ra= 6,3мкм);

Отверстие диаметром 65мм (точность по 8 квалитету, шероховатость Ra =1,6мкм);

Торцовая поверхность барабана (отклонение от соосности 0,08 мм, Ra = 3,2 мкм);

Поверхность шпоночного паза (отклонение от симметричности 0,06 мм, Ra = 3,2 мкм);

Цилиндрическая поверхность вала диаметр 240мм (точность по 14 квалитету, отклонение от радиального биения 0,1 мм, Ra = 6,3 мкм);

Канавка шириной 30^{+0,52} глубиной 6 мм.

1.1.2 Производственная программа. Определение типа производства

Определяем, что при массе сборки барабана 256 кг и годовой программе выпуска N = 32 шт/год, тип производства - мелкосерийный[1].

Годовая программа выпуска детали приведена в таблице 1.10

Таблица 1.10 – Годовая программа выпуска детали.

Наименование изделия	Количество деталей на программу, шт	Количество деталей на запасные части, шт	Число деталей шт	Масса, кг	
				На 1 деталь	На программу
ФЮРА. 612322 401.03.02.200	32	0	1	256	8192

Расчет партии запуска

$$n = \frac{N \times a}{F},$$

где N – годовая программа выпуска, шт;

$a = 3, 6, 12, 24$ - периодичность запуска в днях;

F – число рабочих дней в году.

$$n = \frac{32 \cdot 24}{247} = 3,1$$

Принимаем партию запуска $n = 8$, кратной годовой программе выпуска $N = 32$.

1.1.3 Анализ действующего технологического процесса.

Элементы, входящие в состав изделия получают следующими способами обработки.

Заготовку барабан получают сортовым прокатом из труб стальных бесшовных горячедеформированных. Заготовку втулка получают из сортового проката легированной конструкционной стали. Заготовку диск получают из сортового проката толстолистового из углеродистой стали обыкновенного качества

Эти виды получения заготовок являются оптимальными для данной конструкции получаемого изделия, позволяют получать размеры, близкие к размерам деталей, что уменьшает припуски на механическую обработку.

Базовый технологический процесс обработки барабана ФЮРА 650.03.02.201 представлен в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Технологический маршрут механической обработки барабана ФЮРА 650.03.02.201

Операция	Наименование и содержание	Оборудование и тех. оснастка
1	2	3
005	<p>Токарная.</p> <p>1. Установить заготовку в патрон станка и на люнет, закрепить</p> <p>2 Подрезать торец, выдерживая размер $653_{-1,25}$ мм</p> <p>3 Точить наружный диаметр в размер $\varnothing 240_{-1,15}$ на длину 650мм и снять фаску $2 \times 45^\circ$</p> <p>4 Расточить отверстие диаметром $\varnothing 224^{+0,72}$ на длине $27 \pm 0,65$</p> <p>5 Переустановить заготовку, в патрон станка и на люнет, закрепить</p> <p>6 Подрезать торец, выдерживая размер $650_{-1,25}$ мм</p> <p>7 Снять фаску $2 \times 45^\circ$</p> <p>8 Расточить отверстие диаметром $\varnothing 224^{+0,72}$ на длине $27 \pm 0,65$</p>	<p>Универсальный токарно-винторезный станок 1М65</p> <p>Очки защитные открытые 02-76-У</p> <p>ГОСТ 12.4.013-85</p> <p>Люнет 6046-0013</p> <p>ГОСТ 21190-75</p> <p>Резец 2112-0003</p> <p>ГОСТ 18880-73</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-Ш-500-1600-0,1 ГОСТ 166-89</p> <p>Резец PCLNL 2020K12</p> <p>ТУ 2-035-892-82</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-Ш-500-0,1 ГОСТ 166-89</p> <p>Резец 2140-0001</p> <p>ГОСТ 18882-73</p>

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3
010	Контроль. Проверить размеры детали согласно т/п и чертежу	Плита АДК 7856.4011 Штангенциркуль ШЦ-Ш-500-1600-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-Ш-500-0,1 ГОСТ 166-89
015	Сварка. 1. Установить барабан на стол сборочный. Установить втулки сборочные в барабан. Обеспечить требуемые размеры и допуски согласно КД 2. Прихватить установленные детали. Длина прихватки 10-15 мм, кол-во – 6 шт. в диаметрально противоположных сторонах. 3. Сварить детали входящие в сборочную единицу 4. Зачистить сварные швы от брызг и окалины 5. Контроль сварных швов на соответствие НТД (ВИК)	Св. полуавтомат ПДГ-508 УЗ Стол сборочный ФЮРА 650.03.02.201 ФЮРА 650.03.02.210 Ручная шлифмашина ИП2013ИЗ Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73 Резец канавочный Штангенциркуль ШЦ-Ш-125-0,1 ГОСТ 166-89 Шаблон
025	Контроль	Плита АДК 7856.4011 Призма 7033-0040 (2)
030	Шлифовальная Установить заготовку, выверить по отверстию с биением не более 0,01 мм, закрепить Шлифовать в размер Ø65H8	Внутришлифовальный станок 3К229В Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Круг 1 200x25x32 63А 25-П СМ К 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83
035	Контроль. Проверить биение диаметр Ø240 _{-1,15} и соосность Ø65H8	Плита АДК 7856.4011 Призма 7033-0040 (2) Индикатор ИЧ 25 кл.1 ГОСТ 577-68
040	Фрезерная 1. Установить заготовку и закрепить 2. Нарезать 16 канавок глубиной 5±0,2	Штангенциркуль ШЦ-Ш-125-0,1 ГОСТ 166-89 Шаблон
045	Контроль	Плита АДК 7856.4011 Призма 7033-0040 (2)
050	Долбежная Установить заготовку и закрепить Долбить канавку в размер 18D10 выдерживая размер 69,4 ^{+0,2}	Штангенциркуль ШЦ-Ш-125-0,1 ГОСТ 166-89 Шаблон
055	Контроль	Плита АДК 7856.4011 Призма 7033-0040 (2)

Базовый технологический процесс обработки втулки ФЮРА 650.03.02.212 представлен в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Технологический маршрут механической обработки втулки ФЮРА 650.03.02.212

Операция	Наименование и содержание	Оборудование и тех. оснастка
1	2	3
005	Токарная. Установить и закрепить заготовку Подрезать торец, выдерживая размер 67 ₋₁ мм	Универсальный токарно-винторезный станок 1К62 Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-Ш-125-0,1 ГОСТ 166-89
010	Токарная. Установить и закрепить заготовку Подрезать торец, выдерживая размер 65 _{-0,74} мм Точить наружную поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 95h12_{(-0,35)}$ на длине 22 мм Сверлить отверстие (сверлить, рассверлить), выдерживая размеры $\varnothing 63H11$	Универсальный токарно-винторезный станок 1К62 Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Сверло 2301-3249 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-3268 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-3290 ГОСТ 12121-77 Резец 2136-0501 ГОСТ 18875-73 Штангенциркуль ШЦ-И-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73
015	Контроль. 1. Проверить размеры детали согласно т/п и чертежу	Плита АДК 7856.4011 Штангенциркуль ШЦ-И-125-0,1 ГОСТ 166-89

Базовый технологический процесс обработки диска ФЮРА 650.03.02.211 представлен в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Технологический маршрут механической обработки ФЮРА 650.03.02.211

Операция	Наименование и содержание	Оборудование и тех. оснастка
1	2	3
005	Токарная. Установить и закрепить заготовку	Универсальный токарно-винторезный станок 1К62

Продолжение таблицы 1.13

1	2	3
	Сверлить сквозное отверстие $\varnothing 20_{h14}$ Расточить сквозное отверстие в размер $\varnothing 95_{H12}^{(+0,35)}$	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2118-0024 ГОСТ 18880-73 Сверло 2301-3249 ГОСТ 12121-77 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
010	Токарная. Установить и закрепить заготовку Точить поверхность в размер $\varnothing 224_{-0,35}$ 3.Снять фаску $1 \times 45^\circ$	Универсальный токарно-винторезный станок 1К62 Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89
015	Контроль. Проверить размеры детали согласно т/п и чертежу	Плита АДК 7856.4011 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89
020	Сверлильная Установить и закрепить заготовку Сверлить отверстие $\varnothing 20_{+0,52}$ выдерживая размер $80 \pm 0,95$	Вертикально-сверлильный станок 2Н125 Сверло 2301-3249 ГОСТ 12121-77 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89

Способ получения заготовок соответствует конструкторской документации и данному типу производства. Базы в технологическом процессе выбраны рационально, соблюдены правила и принципы базирования.

Данный технологический процесс обеспечивает заданное качество продукции, составлен правильно и соблюдаются все требования технологического процесса.

В технологическом процессе, средства технологического оснащения соответствуют данному типу производства, оборудование, оснастка и мерительный инструмент универсальные, инструмент стандартизован, специальный инструмент не используется. На чертеже достаточно видов, размеров, сечений, дающих полное представление о конструкции детали, а простановка размеров рациональна. Указаны все необходимые требования шероховатости, отклонения формы и расположений поверхностей, сведения о материале изделия. При увеличении производства необходимо пересмотреть технологический процесс с выбором более совершенного оборудования, приспособления и инструмента.

1.1.4 Отработка конструкции на технологичность

В конструкторской документации достаточно необходимых видов, разрезов, сечений для полного описания конструкции. На чертеже проставлены все размеры и допуски к ним. Требования к шероховатости, расположению формы расставлены корректно. Размерные цепи расставлены правильно. В технических требованиях и в чертеже имеется вся необходимая информация. Чертеж содержит сведения о материале, массе детали и о способе получения заготовки.

Технологичным является то, что деталь имеет хорошие базовые поверхности для установки на станке, позволяет применять высокопроизводительные режимы обработки.

Деталь имеет сквозные отверстия диаметром 65H8 и диаметром 20.

Шпоночный паз шириной 18D10 выполняется на проход.

Все размеры контролируются с помощью универсального, стандартного и специального мерительного инструмента. Сталь 20 обладает хорошими механическими свойствами. Затраты на специальную оснастку для штамповки не велики. Получаемая заготовка рациональна.

Не технологичными являются винтовые канавки радиусом 13,5мм. Они имеют разное направление витков. Для их выполнения необходима канавка шириной 30 мм. Обоснованность к требованиям точности и шероховатости назначено корректно. Втулка изготовлена из трудно свариваемой стали 45.

В целом изделие является технологичным, но их конструкции обоснованны функциональным назначением.

Количественная оценка технологичности рассчитывается по учебному пособию [2].

Коэффициент использования материала вычисляется по формуле:

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_z} \quad (1)$$

m_d – масса детали, кг;

m_z – масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{58,8}{70} = 0,84 > 0,7$$

Минимальный коэффициент технологичности равен 0,7.

Коэффициент использованного материала больше 0,7, условие выполняется, деталь по этому показателю технологична.

Коэффициент унификации конструктивных элементов вычисляется по формуле:

$$K_{yэ} = \frac{Q_{yд}}{Q_э} \quad (2)$$

где $K_{yэ}$ коэффициент унификации конструктивных элементов;

$Q_{y\partial}$ количество унифицированных элементов, шт;

Q_9 количество элементов всего в изделии, шт.

$$K_{y\partial} = \frac{7}{10} = 0,7 > 0,6$$

По этому показателю деталь технологична.

Коэффициент точности обработки вычисляется по формуле:

$$K_{m.o} = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (3)$$

где A_{cp} – средний квалитет точности, мкм.

$$A_{cp} = \frac{\Pi_1 + 2\Pi_2 + 3\Pi_3 + \dots + 14\Pi_{14}}{\Pi_{\Sigma}}, \quad (4)$$

где $\Pi_1 \dots 14\Pi_{14}$ – количество размеров с квалитетом, шт.

Π_{Σ} – число поверхностей детали, шт;

$$A_{cp} = (8+10+11+12+13+5 \cdot 14)/10 = 12,4$$

$$K_{m.o} = 1 - \frac{1}{12,4} = 0,92.$$

По этому показателю деталь технологична, так как средний квалитет точности больше 0,5.

Коэффициент шероховатости вычисляется по формуле:

$$K_{up} = \frac{1}{B_{cp}}, \quad (5)$$

где K_{up} - коэффициент шероховатости.

Средняя шероховатость поверхностей находится по формуле:

$$B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Ra_i \cdot nRa_i}{n_{\Sigma}} \quad (6)$$

ΣRa_i – заданная шероховатость, мкм;

nRa_i – количество поверхностей имеющих шероховатость, шт;

n_{Σ} – суммарное количество поверхностей, шт.

$$B_{cp} = \frac{(1,6 \cdot 1) + (3,2 \cdot 4) + (6,3 \cdot 2) + (12,5 \cdot 9)}{16} = 8,72$$

$$K_{up} = \frac{1}{8,72} = 0,115.$$

По этому показателю деталь технологична, так как средний коэффициент шероховатости меньше 0,32.

1.1.5 Выбор заготовки и метода её изготовления

Необходимо выбрать способ для изготовления барабана ФЮРА.612322 401.03.02.200 из стали 20. Предлагается два варианта получения заготовки на основании анализа конструкции детали: проката.

1.1.5.1 вариант

Заготовки трубы и втулки получают на автомате ленточно-отрезном 8544.

Изготовление трубы из проката горячедеформированного по ГОСТ 8732-78 из стали 20 диаметром 245, толщиной стенки 16 мм, длиной 658_{-4,4}

Изготовление втулки из проката по ГОСТ 2590-2006 стали Ст45 диаметром 100 длиной 75_{-1,9}

Заготовка диск получают на плазморезательной машине для резки металла марки CG1-30К.

Изготовление диска из листового проката горячекатаного по ГОСТ 19903-74 стали Ст3сп5 толщиной 12 мм и диаметром 230_{-2,9}

Труба массой $m=(3,14 \cdot 12,25^2 \cdot 65,8 - 3,14 \cdot 10,65^2 \cdot 65,8) \cdot 7,86 \cdot 10^{-3} = 59,5$ кг.

Втулка $m=(3,14 \cdot 5^2 \cdot 7,5) \cdot 7,86 \cdot 10^{-3} = 4,6$ кг.

Диск $m=(3,14 \cdot 11,5^2 \cdot 1,2) \cdot 7,86 \cdot 10^{-3} = 3,9$ кг.

$m_3 = 59,5 + 2 \cdot (4,6 + 3,9) = 76,5$ кг

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_{\partial}}{m_3} = \frac{58,8}{76,5} = 0,77$$

1.1.5.2 вариант

Заготовки трубы и втулки получают на автомате ленточно-отрезном 8544.

Изготовление трубы из проката горячедеформированного по ГОСТ 8732-78 из стали 20 диаметром 245, толщиной стенки 16 мм, длиной 658_{-4,4}

Изготовление втулки сборочная из проката по ГОСТ 2590-2006 стали Ст45 диаметром 230 длиной 75_{-1,9}

Труба массой 59,5 кг.

Втулка $m=(3,14 \cdot 11,5^2 \cdot 7,5) \cdot 7,86 \cdot 10^{-3} = 24,5$ кг.

$m_3 = 59,5 + 2 \cdot 24,5 = 108,5$ кг.

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_{\partial}}{m_3} = \frac{58,8}{108,5} = 0,54.$$

Рассчитываем технологическую себестоимость детали:

$$S_T = \frac{m_{\partial}}{m_3} [C_{заг} + C_c \cdot (1 - K_{им})],$$

где S_T – технологическая себестоимость детали, включающая стоимость заготовки и механической обработки, руб.;

m_{∂} – масса детали, кг;

$K_{им}$ – коэффициент использования материала;

$C_{заг}$ – стоимость 1 кг заготовки, руб.;

$C_c = 99$ руб. – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению по состоянию на 01.01.16 года;

$$C_{заг} = a_i \cdot Q_i \cdot m_{bi}, \text{ руб.}$$

где a_i – коэффициент относительной 1 кг заготовки, изготовленной выбранным способом;

Q_i – масса материала заготовки по i -тому варианту, кг.;

m_{bi} – стоимость одного килограмма заготовки, изготовленной базовым способом, руб.;

$$a_i = 1,000;$$

$$m_{bi} = 27,5 \text{ руб.}$$

$$C_{заг1} = 1,0 \cdot 76,5 \cdot 27,5 = 2103,75 \text{ руб.}$$

$$C_{заг2} = 1,0 \cdot 108,5 \cdot 27,5 = 2983,75 \text{ руб.}$$

где Q_d – масса детали по рабочему чертежу, кг;

$K_{им}$ – коэффициент использования материала для выбранного метода получения заготовки.

$$S_T = \frac{58,8}{76,5} \cdot [2103,75 + 99 \cdot (1 - 0,77)] = 1634,5 \text{ руб.}$$

$$S_T = \frac{58,8}{108,5} \cdot [2983,75 + 99 \cdot (1 - 0,54)] = 1641,7 \text{ руб.}$$

1.1.6 Составление технологического маршрута обработки

Разработанный технологический маршрут представлен в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – Технологический маршрут

Операция	Наименование и содержание	Оборудование
1	2	3
Технологический процесс обработки изделия ВТУЛКА ФЮРА 650.03.02.212		
005	Токарная. А Установить заготовку и закрепить Подрезать торец, выдерживая размер 69 _{-0,74} мм Б Снять заготовку	Токарный станок 16К20
010	Токарная. А Установить заготовку и закрепить 1. Точить поверхность в размер Ø95h12, выдерживая размер 43 _{.1} 2. Подрезать торец, выдерживая размер 67 _{.0,74} мм 3. Сверлить сквозное отверстие диаметром 30 мм на проход 4. Расточить в размер Ø55H12 на проход Б Снять заготовку	Токарный станок с ЧПУ 16А50
Технологический процесс обработки изделия ДИСК ФЮРА 650.03.02.211		

Продолжение таблицы 1.14

1	2	3
005	Горизонтально-расточная. А Установить заготовку и закрепить 1. Центровать два отверстия Ø6,3 2. Сверлить 2 отверстия Ø20H14 выдерживая размер 80±0,95. 3. Рассверлить отверстие Ø50H14 на проход 4. Расфрезеровать центральное отверстие в размер Ø95H12 Б Снять заготовку	Горизонтально -расточной 2В622МФ4
010	Токарная. А Установить заготовку и закрепить Точить поверхность в размер 224 _{-1,15} мм Б Снять заготовку	Токарный станок 16К20
Технологический процесс обработки изделия ТРУБА ФЮРА 650.03.02.201		
005	Горизонтально-расточная Установить заготовку и закрепить Позиция 1 Фрезеровать торец в размер 653 ₋₁ Фрезеровать отверстие в размер Ø224 _{-1,15} на глубину 27±0,65 Позиция 2 Фрезеровать торец в размер 650h12 Фрезеровать отверстие в размер Ø224 _{-1,15} на глубину 27±0,65 В Снять заготовку	Горизонтально -расточной 2В622МФ4
010	Сварка	Плита
015	Горизонтально-расточная А Установить заготовку и закрепить Позиция 1 Фрезеровать торец, выдерживая размер 643 ₋₁ мм. Расточить отверстие Ø62H12 на проход. Расточить отверстие Ø64H10 на проход. Расточить отверстие Ø65H8 ^(+0,046) на проход. Фрезеровать фаску 2,5x45° Фрезеровать 2 фаски 3x30° Позиция 2 Фрезеровать торец, выдерживая размер 640h12(0,8) мм. Расточить отверстие Ø62H12 на проход. Расточить отверстие Ø64H10 на проход. Расточить отверстие Ø65H8 ^(+0,046) на проход. Фрезеровать фаску 2,5x45° Фрезеровать фаску 3x30° Б Снять заготовку	Горизонтально -расточной 2В622МФ4

Продолжение таблицы 1.14

1	2	3
020	Токарная А Установить заготовку и закрепить Точить поверхность $\text{Ø}240_{-1,15}$ на проход. Точить канавку в шириной $30^{+0,52}$ выдерживая размер $310_{-1,3}$ и $\text{Ø}228_{-1,15}$ Точить 2 фаски $2,5 \times 45^\circ$ Б Снять заготовку	Токарный станок с ЧПУ 16А50
025	Долбежная А Установить заготовку с выверкой и закрепить Долбить паз шириной 18D10 на проход Б Снять заготовку	Долбежный ГД500
030	Вертикально-фрезерная А Установить заготовку и закрепить Фрезеровать 16 канавок радиусом 13,5 мм на глубину 5 мм Б Снять заготовку	Горизонтально-фрезерный станок 6Р83

1.1.7 Выбор технологических баз

Технологический процесс обработки изделия ВТУЛКА ФЮРА 650.03.02.212

На операции «Токарная 005» заготовка крепится в трехкулачковый патрон с упором в торец. Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительная базы совпадают.

Точить торец в размер $69_{-0,74}$

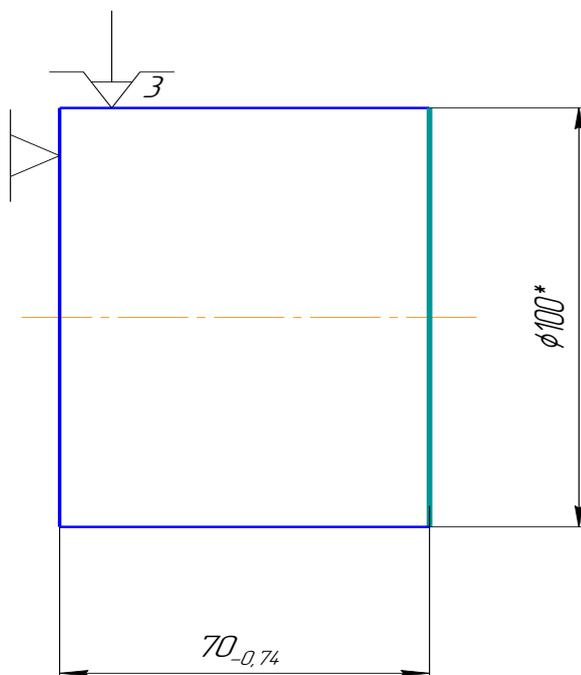


Рисунок 1 Схема установки детали для токарной операции 005

На операции «Токарная 010» заготовка крепится в трехкулачковый патрон с упором в торец. Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительная базы совпадают.

Точить торец в размер $67_{-0,74}$, точить поверхность в размер $\varnothing 95h12$, выдерживая размер 43_{-1} . Сверлить отверстие диаметром 55мм.

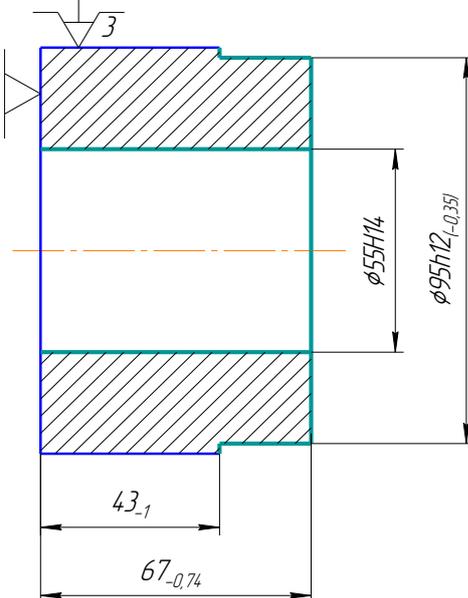


Рисунок 2 Схема установки детали для токарной операции 010

Технологический процесс обработки изделия ДИСК ФЮРА 650.03.02.211

На операции «Горизонтально-расточная 005» заготовка закрепляется по плоскости и в торец. Погрешность базирования равна 1,4 мм.

Сверлить отверстия диаметром 20H14 выдерживая размер $80 \pm 0,95$. Рассверлить центральное отверстие диаметром 50. Фрезеровать отверстие в размер 95H12

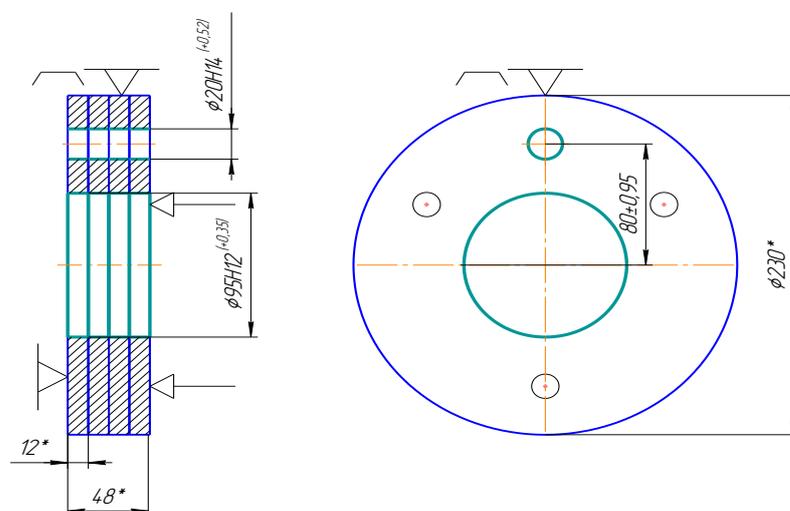


Рисунок 3 Схема установки для горизонтально-расточной операции 005

На операции «Токарная 010» заготовка устанавливается в трехкулачковый самоцентрирующий патрон и упор в торец.

Точить поверхность диаметром $224_{-1,15}$

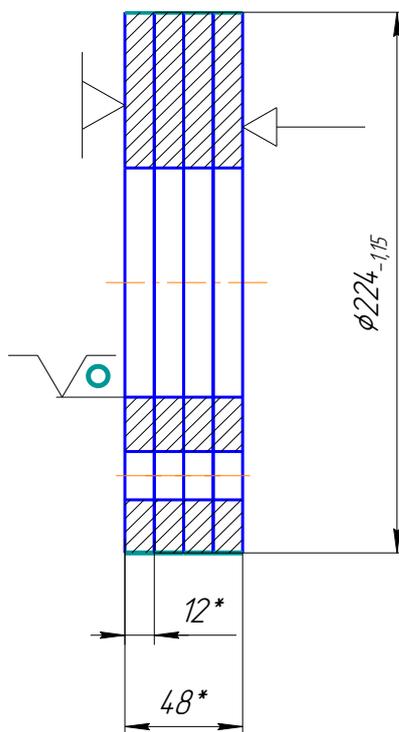


Рисунок 4 Схема установки для токарной операции 010

Технологический процесс обработки изделия ТРУБА ФЮРА 650.03.02.201

На операции «Горизонтально-расточная 005» заготовка базируется на призму с откидным упором. Погрешность базирования равна 2,52 мм.

Фрезеровать торцы в размер $650h14$

Фрезеровать отверстие в размер диаметр $224_{-1,15}$ на глубину $27\pm 0,65$

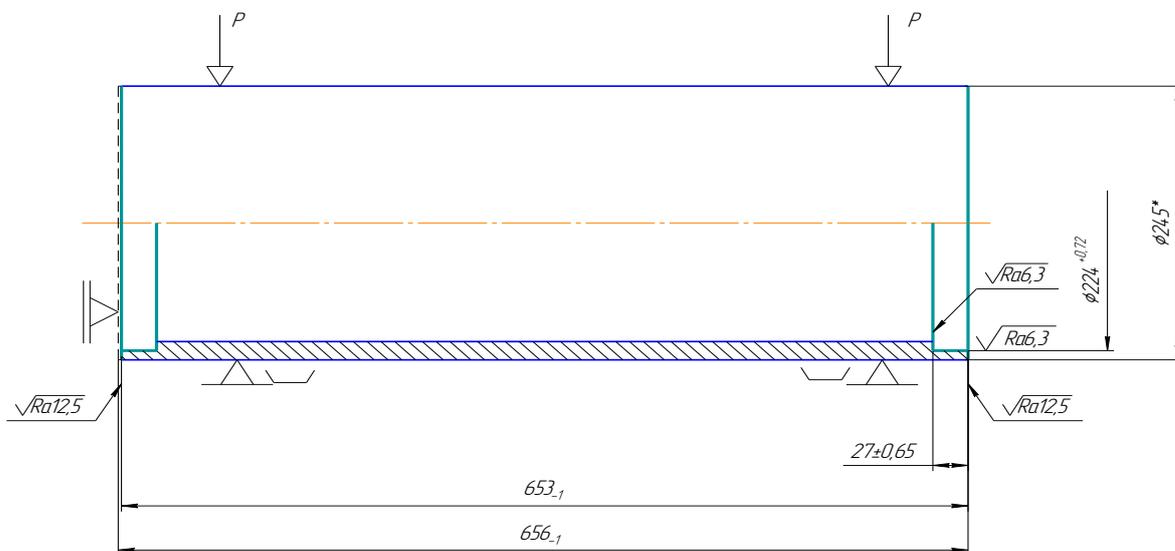


Рисунок 5 Схема установки для горизонтально-расточной операции 005

На операции «Горизонтально-расточная 015» заготовка устанавливается в само центрирующие призмы и упор в торец. Погрешность базирования равна 2,52мм.

Растачиваем в диаметре 65H8^(+0,046).

Подрезать торец, выдерживая размер 640h12_(-0,8)мм. Снять фаски.

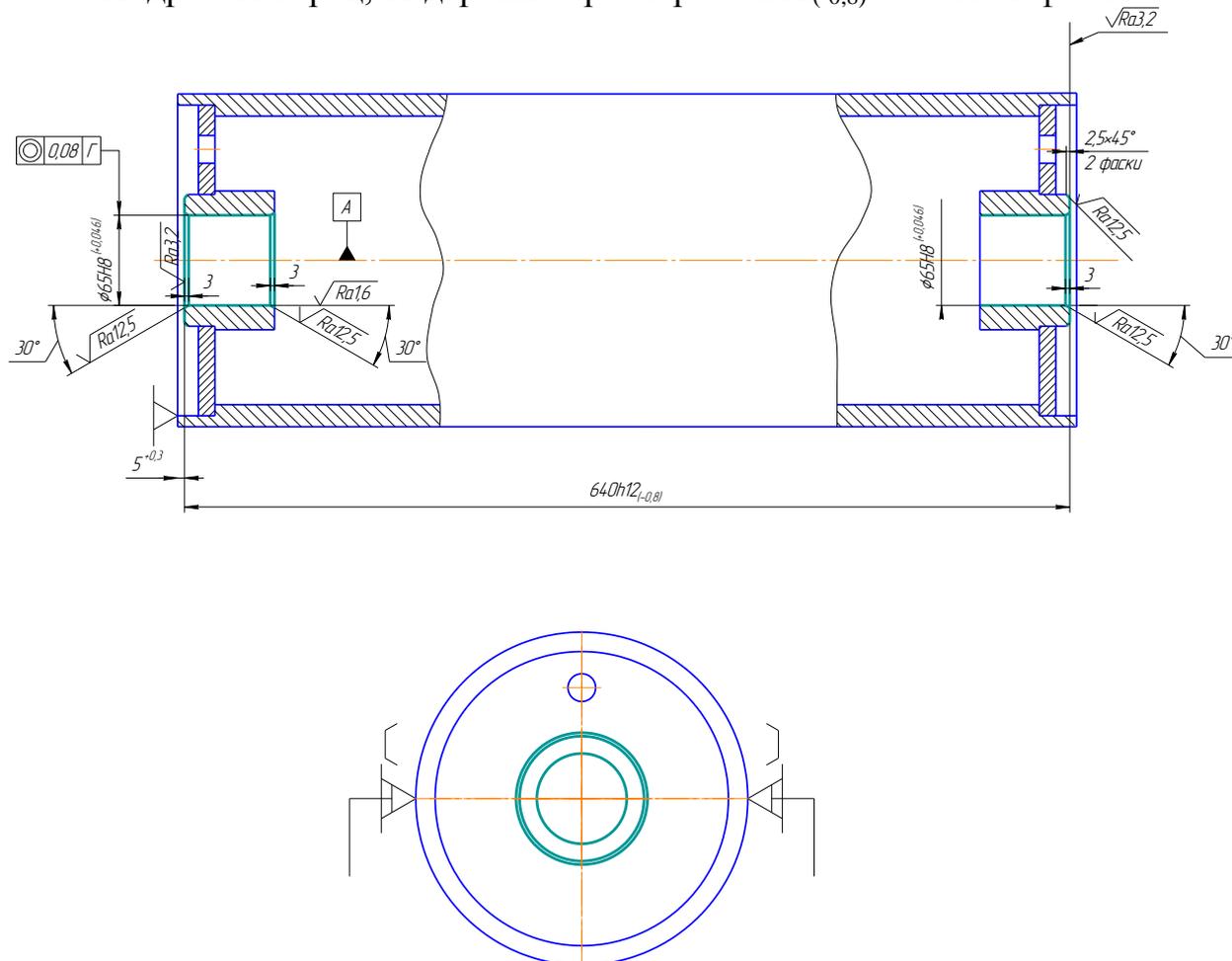


Рисунок 6 Схема установки для горизонтально-расточной операции 020

На операции «Токарная 020» заготовка устанавливается в центрах с хомутом в отверстие. Погрешность базирования равна 0,56 мм.

Точить поверхность диаметром 240_{-1,15} на проход. Точить канавку в ширине 30^{+0,52} выдерживая размер 310_{-1,3} и диаметром 228_{-1,15}

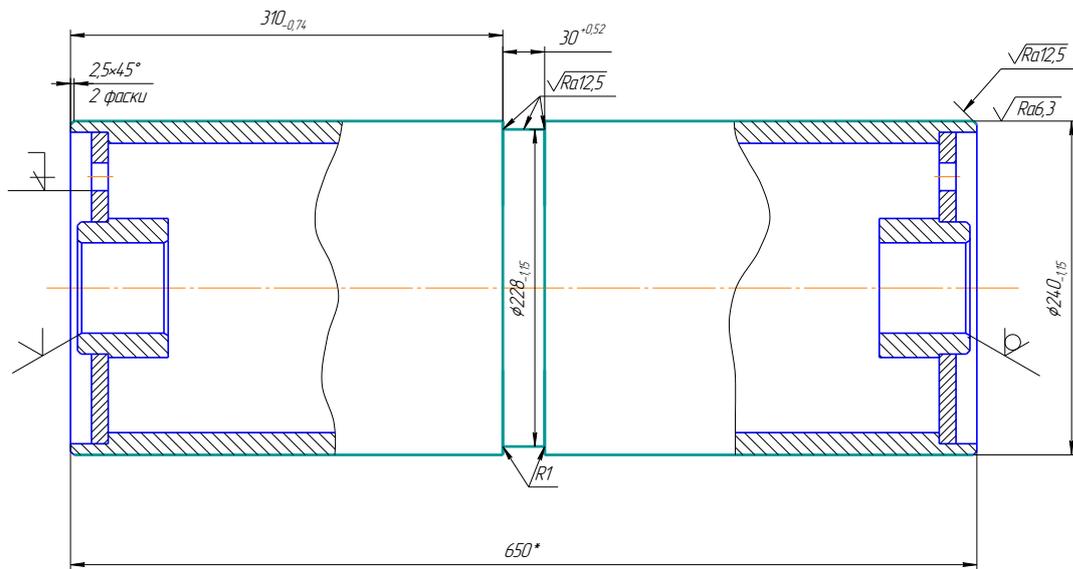


Рисунок 7 Схема установки для токарной операции 020

На операции «Долбежная 025» заготовка устанавливается в четырех кулачковый патрон и выверкой по поверхности В. Погрешность базирования равна нулю. Долбить паз шириной 18D10.

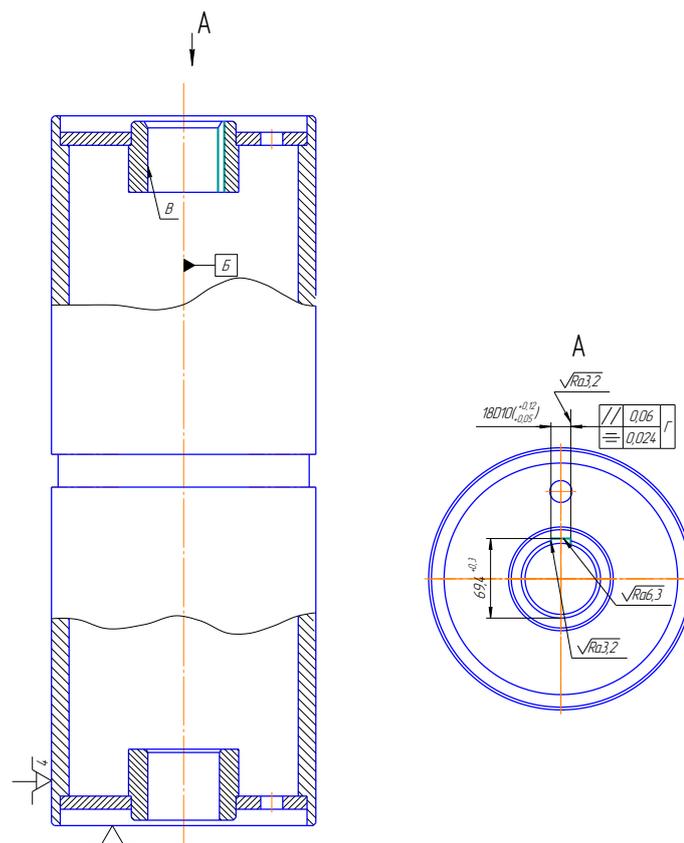


Рисунок 8 Схема установки для долбежной операции 025

На операции «Горизонтально-фрезерная 030» заготовка устанавливается в центрах с хомутом в отверстие.

Фрезеровать 16 канавок

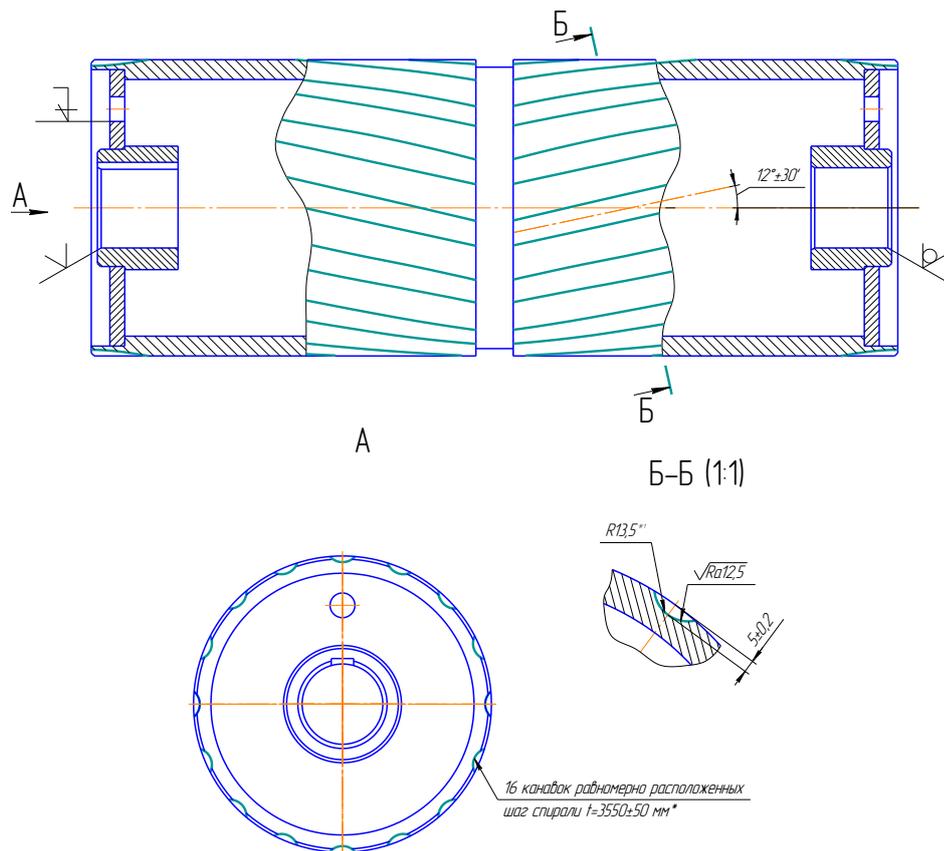


Рисунок 9 Схема установки для фрезерной операции 030

1.1.8 Методы обработки винтовых канавок.

Наиболее трудоемкой операцией в данном технологическом процессе является обработка винтовых канавок радиусом 13,5мм.

На основании этого было выбрано несколько методов их обработки, Обработка канавок концевой фрезой. Режимы резания.

Глубина фрезерования $t = 1,5$ мм.

Диаметр фрезы $D = 13,5$ мм.

Число зубьев $Z = 5$.

Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,05$ мм/зуб.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v; \quad (7)$$

$$V = \frac{46,7 \cdot 13,5^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 1,5^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 13,5^{0,1} \cdot 5^{0,1}} \cdot 0,8 = 52,8 \text{ м/с.}$$

где K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv},$$

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

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

$K_{ив}$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{MV} = K_r \cdot (750 / \sigma_B)^{n_V}, \quad (8)$$

где K_r – коэффициент материала инструмента;

σ_B – временное сопротивление;

n_V – показатель степени при обработке.

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 52,8}{3,14 \cdot 13,5} \approx 630 \text{ об / мин.} \quad (9)$$

Скорость

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = 26,7 \text{ м / с.} \quad (10)$$

Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{ст} = 157,5 \text{ мм/мин.} \quad (11)$$

Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M = 68,06 \quad (12)$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер}.$$

$$t_{шт.к.} = 83,34$$

Станок 6P13 2000000руб.

Делительная головка 67000руб.

Фреза 2500руб.

Обработка канавок дисковой фрезой.

Расчет режимов резания аналогичен предыдущему.

Глубина резания $t = 1,5$ мм.

Подача $S = 0,24$ мм/зуб, $B = 3$ мм

Скорость резания $V = 100,5$ м/мин.

$t_0 = 44,67$ мин;

$t_{шт.к.} = 59,95$ мин.

Станок 6P83 -1950000руб;

Делительная головка-67000руб;

Фреза -2500руб.

Затраты на электроэнергию-340,706руб.

Обработка канавок строганием.

Глубина резания $t = 1,5$ мм.

Подача $S = 0,5$ мм/2ход. $B = 3$ мм

Скорость резания

$$V = \frac{C_V \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{350}{100^{0,2} \cdot 13,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 98,5 \text{ м / мин};$$

$S_M = 15$ мм/мин.

$$t_0 = \frac{(b_0 + b_1 + b_2) \cdot L(1+m)}{S \cdot V_{1*} \cdot 1000} = \frac{(5 + 1,25 + 0) \cdot 335 \cdot (1+1)}{0,5 \cdot 137 \cdot 1000} = 0,085$$

b_1 - боковое врезание резца, мм;

b_2 -боковые сходы резца, мм;
 b_0 - ширина строгаемой поверхности, мм;
 m - отношение скорости рабочего хода к скорости холостого хода, мм;
 S -подача на один двойной ход, мм;
 L -длина хода стола, мм;
 $t_0=27,15$ мин;
 $t_{шт.к.}=42,43$ мин.
 Станок 7116 15000000руб;
 Рейка 12000руб;
 Делительная головка 67000руб;
 Резец 1500руб.
 Обработка канавок червячной фрезой.
 Глубина резания $t=1,5$ мм.
 Подача $S=0,24$ мм/зуб. $B=160$ мм
 Скорость резания $V=12,56$ м/мин.
 $t_0=83,75$ мин;
 $t_{шт.к.}=99,03$ мин.
 Станок 2872450руб;
 Делительная головка 67000руб;
 Фреза 10000руб.
 Обработка канавок на 5-ти координатном станке.
 Режимы резания аналогичны расчетам дисковой фрезы.
 Станок FMV-99 5900000руб.
 Фреза 1500руб.
 $t_0=44,67$ мин;
 $t_{шт.к.}=50,45$ мин.

1.1.8.13 Заработная платы производственных рабочих

Расчет заработной платы производственных работников в рублях вычисляется по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{umi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p, \quad (13)$$

где m - количество операций технологического процесс, шт;

t_{umi} - норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ - часовая ставка j -го разряда, руб./час;

k_n - коэффициент, учитывающий премии и доплаты, $k_n = 1,5$;

k_p - районный коэффициент, $k_p = 1,3$.

Расчет заработной платы производственных рабочих представлен в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Заработная плата производственных рабочих

Метод обработки	Профессия рабочего	$t_{умi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$ руб.	$C_{зо}$, руб
1	2	3	4	5	6	7
Концевой фрезой	Оператор Вертикально-фрезерного станка	83,34	5	1	53,30	144,37
Дисковой фрезой	Оператор Горизонтально-фрезерного станка	59,95	5	1	53,30	103,85
Струганием	Оператор Продольно-строгального станка	34,8	5	1	53,30	73,5
Червячной фрезой	Оператор Горизонтально-фрезерного станка	99,03	5	1	53,30	171,55
На 5-ти координатном станке	Оператор станка с ЧПУ	50,45	6	1	54,78	89,82

1.1.8.2 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию в рублях вычисляется по формуле:

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot t_{умi} \cdot K_N \cdot K_{сп} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{э}, \quad (14)$$

где N_{yi} - установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i - ой операции, кВт;

$K_N, K_{сп}$ - средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, принимаем $K_N = 0,5, K_{сп} = 0,3$;

$K_{од}$ - средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{од} = 0,7$;

K_{ω} - коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода, принимаем, $K_{\omega} = 1,06$;

η - КПД оборудования, принимаем $\eta = 0,7$;

$Ц_{э}$ - средняя стоимость электроэнергии по данным городской электросети, $Ц_{э} = 3,25$.

Затраты на электроэнергию представлены в таблице 1.16.

Таблица 1.16 – Затраты на электроэнергию

Метод обработки	N_y , кВт	$C_{чэ}$, руб
1	2	3
Концевой фрезой	12,5	8,97
Дисковой фрезой	11	5,68
Строгание	100	85,08
Червячной фрезой	12,5	10,66
На 5-ти координатном станке	26	11,3

1.1.8.3 Годовую норму автоматизации каждого оборудования в рублях вычисляем по формуле:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% , \quad (15)$$

где T_o - срок службы оборудования, $T_o = 3 - 12$ лет.

1.1.8.4 Расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_{осн} \cdot a_{ni}}{F_{\delta} \cdot S} , \quad (16)$$

где n – количество оборудования, шт;

F_{δ} – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_{\delta} = 2016$ час.

Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 1.17.

Таблица 1.17 – Амортизационные отчисления

Метод обработки	$Ц_{осн}$, руб.	a_n , %	F_{δ} , ч	$A_{ч}$, руб
1	2	3	4	5
Концевой фрезой	69500	12,5	2016	215,46
Дисковой фрезой	69500	12,5	2016	215,46
Строгание	80500	12,5	2016	249,57
Червячной фрезой	77000	12,5	2016	238,72
На 5-ти координатном станке	1500	12,5	2016	4,65

$$C_{осн} = \frac{t_{umi} \cdot A_{ч}}{60 \cdot K_{з.о}} \quad (17)$$

$K_{з.о}$ – коэффициент загрузки оборудования по времени;

$$C_{осн} = \frac{83,34 \cdot 215,46}{60 \cdot 0,7} = 427,53;$$

$$C_{осн} = \frac{59,95 \cdot 215,46}{60 \cdot 0,7} = 307,54;$$

$$C_{осн} = \frac{42,43 \cdot 249,57}{60 \cdot 0,7} = 252,13;$$

$$C_{осн} = \frac{99,03 \cdot 477}{60 \cdot 0,7} = 1124,7;$$

$$C_{осн} = \frac{50,45 \cdot 4,65}{60 \cdot 0,7} = 5,59;$$

1.1.8.5 Стоимость технологического оборудования

Расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_{обр.} \cdot a_{ni}}{F_{\partial} \cdot S}, \quad (18)$$

где n – количество оборудования, шт;

F_{∂} – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_{\partial} = 2016$ час.

Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Амортизационные отчисления

Метод обработки	$Ц_{обр.}$, руб.	a_n , %	F_{∂} , ч	$A_{ч}$, руб
1	2	3	4	5
Концевой фрезой	2000000	12,5	2016	6200,40
Дисковой фрезой	1950000	12,5	2016	6045,39
Строгание	15000000	12,5	2016	46502,98
Червячной фрезой	2872450	12,5	2016	8905,17
На 5-ти координатном станке	5900000	12,5	2016	18291,17

$$C_{обр.} = \frac{t_{уми} \cdot A_{ч}}{60 \cdot K_{з.о}} \quad (19)$$

$$C_{обр.} = \frac{83,34 \cdot 12400,8}{60 \cdot 0,7} = 24606,73;$$

$$C_{обр.} = \frac{59,95 \cdot 12090,77}{60 \cdot 0,7} = 17258,14;$$

$$C_{обр.} = \frac{42,43 \cdot 46502,98}{60 \cdot 0,7} = 46979,08;$$

$$C_{обр.} = \frac{99,03 \cdot 17810,33}{60 \cdot 0,7} = 41994,21;$$

$$C_{обр.} = \frac{50,45 \cdot 36582,34}{60 \cdot 0,7} = 43942,35;$$

1.1.18.6 Затраты на годовой выпуск.

$$C = (C_{з.о} + C_{э.н} + C_{осн.} + C_{обр.}) \cdot N; \quad (20)$$

$$C = (144,37 + 8,97 + 427,53 + 12303,37) \cdot 32 = 412295,68 \text{ руб.};$$

$$C = (103,85 + 5,68 + 307,54 + 8629,08) \cdot 32 = 289476,8 \text{ руб.};$$

$$C = (73,5 + 85,08 + 252,13 + 46979,08) \cdot 32 = 1516473,28 \text{ руб.};$$

$$C = (171,55 + 10,66 + 1124,7 + 20997,12) \cdot 32 = 713728,96 \text{ руб.};$$

$$C = (89,82 + 11,3 + 11,17 + 21971,18) \cdot 32 = 706671,04 \text{ руб.};$$

Для каждого метода обработки были рассчитаны режимы резания, нормы времени, затраты на оборудование, электроэнергию. И выбран наиболее оптимальный вариант с наименьшими затратами, обработка винтовых канавок дисковой фрезой.

1.1.9 Выбор средств технологического оснащения

Технологическое оборудование выбираем в соответствии с технологическим маршрутом и серийностью производства.

Для операции 005 (Втулка ФЮРА650.03.02.212), 010 (Диск ФЮРА650.03.02.211) выбираем токарный станок 16К20. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности. Технические характеристики приведены в таблице 1.19.

Таблица 1.19 – Технические характеристики

Наименование параметров	Ед.изм.	Величины
1	2	3
Класс точности		H
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной	мм	400
Наибольший диаметр точения над поперечным суппортом	мм	220
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка	мм	50
Наибольшая длина обрабатываемого изделия	мм	710, 1000, 1400, 2000
Предел числа оборотов шпинделя	об/мин	12,5-1600
Пределы подач		
- продольных	мм/об	0,05-2,8
- поперечных	мм/об	0,025-1,4
Наибольшее усилие допускаемое механизмом подач на упоре		

Продолжение таблицы 1.19

1	2	3
- продольное	кгс	800
- поперечное	кгс	460
Наибольшее усилие допускаемое механизмом подач на резце		
- продольное	кгс	600
- поперечное	кгс	360
Мощность электродвигателя главного движения	кВт	11
Габариты станка:		
- длина	мм	2505, 2795, 3195, 3795
- ширина	мм	1190
- высота	мм	1500
Масса станка	кг	2835, 3005, 3225, 3685

Для операций 010 (Втулка ФЮРА650.03.02.212), 020 (Труба ФЮРА650.03.02.201) выбираем токарный станок с ЧПУ 16А50. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности. Технические характеристики приведены в таблице 1.20

Таблица 1.20 – Технические характеристики

Название параметров	Величины
1	2
Мах диаметр обработки над станиной, мм	500
Мах диаметр обработки над суппортом, мм	280
Расстояние между центрами, мм	1000
Передний конец шпинделя	ISO702/I A2-8 / ISO7
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	82
Скорость вращения шпинделя, об/мин	3: 20-1600
Диапазоны скоростей вращения шпинделя, об/мин	20-100, 100-500, 500-1600
Мощность привода шпинделя, кВт	7.5
Мах крутящий момент шпинделя, Нм	800
Диаметр пиноли, мм	75
Ход пиноли, мм	150
Конус пиноли	Morse №5
Инструментальная головка, позиций	6
Сечение резца, мм	25x25
Перемещение X, мм	275
Перемещение Z, мм	900
Скорость перемещений суппорта X/Z, м/мин	6/12
Система ЧПУ	GSK 980TDb
Габариты (ДхШхВ), мм	2530x1400x1900
Вес, кг	2150

Для операций 005 (Диск ФЮРА650.03.02.211), 005, 015 (Труба ФЮРА650.03.02.201) выбираем станок горизонтальный расточно-фрезерный модели 2В622МФ4. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности. Технические характеристики приведены в таблице 1.21

Таблица 1.21 – Технические характеристики

Название параметров	Величины
1	2
Класс точности станка	Н
Размеры рабочей поверхности стола, мм	1250×1250
Наибольшее перемещение стола, мм	1000/1250
Диаметр расточного шпинделя, мм	110
Конус шпинделя	ISO 50
Частота вращения шпинделя, об/м	6-2000
Момент на расточном шпинделе, Нм не более	1800
Грузоподъемность стола, кг	5000
Рабочая подача по осям X, Y, Z, W, мм/мин	1-9000
По оси В, град/мин	1-360
Усилие подачи по осям X, Y, Z, W, Н не более	12000
Скорость быстрых установочных перемещений по осям X, Y, Z, W, мм/мин	9000
По оси В, мин ⁻¹	3.2
Количество гнезд под инструменты	40
Максимальный диаметр устанавливаемой фрезы, мм	250
Точность позиционирования по осям X, Y, Z на длине перемещения 1000 мм, мм	±0.015
Повторяемость, мм	±0.006
Точность углового позиционирования поворотного стола через 90 град, угл.с	±4
Мощность главного привода, кВт, не менее	20
Габаритные размеры станка	7600x3750x3250
Масса станка (при X 1250 мм, Y 1000 мм), кг	17700

Для операции 025 (Труба ФЮРА650.03.02.201) выбираем станок долбежный с гидравлическим приводом ГД500. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности. Технические характеристики приведены в таблице 1.22

Таблица 1.22 – Технические характеристики

Название параметров	Величины
1	2
Максимальный ход долбяка, мм	500

Продолжение таблицы 1.22

1	2
Расстояние от поверхности стола до нижнего торца направляющих долбяка, мм	710
Расстояние от наружной поверхности резцовой головки до станины (вылет), мм	710
Высота обрабатываемого изделия, мм, при обработке:	
- наружной поверхности	630
- внутренней поверхности	325
Угол наклона долбяка, град, наибольший	10
Скорость рабочего хода долбяка, м/мин	3-38
Диапазон подач стола на один двойной ход долбяка:	
- продольных, мм	0,2...2,5
- поперечных, мм	0,2...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	800
- поперечный, мм	650
- круговой, град	360
Диаметр рабочей поверхности стола, мм	940
Габаритные размеры, мм	
- длина	3440
- ширина	2760

Для операции 030 (Труба ФЮРА650.03.02.201) выбираем станок Горизонтально-фрезерный 6Р83. Выбор данной модели станка обусловлено выбором операции, размерам оборудования под размер заготовки, соответствует по точности. Технические характеристики приведены в таблице 1.23

Таблица 1.23 – Технические характеристики

Название параметров	Величины
1	2
Размеры рабочей поверхности стола, мм	1600x400
Максимальное перемещение стола, мм	
- продольное перемещение	1000 (1120*)
- поперечное перемещение	400
- вертикальное перемещение	420

Продолжение таблицы 1.23

1	2
Поворот стола в обе стороны, град	45
Расстояние от оси горизонтального шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	30-390 (280-640*)
Пределы частот вращения шпинделя, мин ⁻¹	31,5-1600 (50-2500*)
Диапазон подач стола, мм/мин:	
- продольных	12,5-1600
- продольных (бесступенчато регулируемый)	5-3150*
- поперечных	12,5-1600
- поперечных (бесступенчато регулируемый)	5-3150*
- вертикальных	4,1-530
- вертикальных (бесступенчато регулируемый)	+
Ускоренное перемещение стола, мм/мин:	
- продольное	4000
- поперечное	4000
- вертикальное	1330
Пределы мощности электродвигателей, кВт	
- основного шпинделя	11
- подач стола	3
Конус шпинделя по ГОСТ 30064-93	ISO 50
Наибольший вес обрабатываемой детали с приспособлением, кг	1250
Наибольшее тяговое усилие приводов стола, Н:	
- продольное и поперечное	40000
- вертикальное	25000
Габариты станка, мм:	
- длина	2570
- ширина	2252
- высота	1770
Вес станка, кг	3900

Технологическая оснастка для операций была выбрана по справочнику [5] и по каталогу [6]. Технологическая оснастка представлена в таблице 1.24.

Таблица 1.24 – Технологическая оснастка

№ операции	Наименование операции	Инструмент, оснастка, мерительный инструмент, приспособление, режущие пластинки
ВТУЛКА ФЮРА 650.03.02.212		
1	2	3
005	Токарная	Инструмент: Резец подрезной торцевой 2112-0036 25x16x140 Т5К10 Оснастка: Патрон трехкулачковый Измерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-II-125- _{0,1} ГОСТ 166-89 Средства защиты: Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109
010	Токарная	Инструмент: Резец подрезной торцевой 2112-0036 25x16x140 Т5К10 Резец DCLN L 2525 M16 Т5К10 Сверло 30 ГОСТ 2034-80 Резец 2140-0047 Т5К10 ГОСТ 18882-73 Оснастка: Патрон трехкулачковый Измерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-II-125- _{0,1} ГОСТ 166-89 Средства защиты: Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109
ДИСК ФЮРА 650.03.02.211		
005	Горизонтально-расточная	Инструмент: Сверло 6,3 ГОСТ 2034-80 Сверло 20 ГОСТ 2034-80 Сверло 50 ГОСТ 2034-80 Фреза 310-04090SKR02SD0950 Пластина SDCW0903ADTN ТУ3918-005-36293294-2008 Оснастка: Оправка расточная УСП Измерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-II-125- _{0,1} ГОСТ 166-89 Калибр-пробка ПР 8136-0019 Н12 ГОСТ 14815-69 Калибр-пробка НЕ 8136-0019 Н12 ГОСТ 14815-69 Средства защиты: Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ

Продолжение таблицы 1.24

1	2	3
		12.4.013-85 Костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109
010	Токарная	Инструмент: Резец DCLN L 2525 M16 T5K10 Оснастка: Патрон трехкулачковый Оправка: Цилиндрическая Измерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-II-125- _{0,1} ГОСТ 166-89 Средства защиты: Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109
ТРУБА ФЮРА 650.03.02.201		
005	Горизонтально-расточная	Инструмент: Фреза 214-16090BR09ZD20 ТУ3918-006-36293294-2008 Фреза 310-08090SKR03SP1296 Пластина SPCW20104APTR ТУ3918-005-36293294-2008 Оснастка: Приспособление специальное Оправка расточная 6300-4012 ТУ РБ 00223728.008-93 Измерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-II-125- _{0,1} ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-II-250- _{0,05} ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-III-800- _{0,1} ГОСТ 166-89 Средства защиты: Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109
010	Сварка	Плита ГОСТ 7740-55
015	Горизонтально-расточная	Инструмент: Резец 2101-0801 T15K6 ГОСТ 20872-80 Резец 2192-4007 ТУ РБ 00223728.008-93 Резец 2192-4006 ТУ РБ 300207906.073-2003 Фреза 280-04045AR03SP12 Фреза 381-02045WR03SD0932 пластина SDCW 090308 $\alpha=45$ ТУ 3918-008-36293294-2008 Фреза 384-03230WR03SP1240 пластина SPCW 120408 $\alpha=30$ ТУ 3918-008-36293294-2008

Продолжение таблицы 1.24

1	2	3
		<p>Фреза $\alpha=60$ Оснастка: Приспособление специальное Борштанга Измерительный инструмент: Калибр-пробка ПР 8136-0007 Н8 ГОСТ 14815-69 Калибр-пробка НЕ 8136-0007 Н8 ГОСТ 14815-69 Штангенциркуль ШЦ-П-125-0,1 ГОСТ 166-89 Шаблон 30° Шаблон 45° Средства защиты: Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109</p>
020	Токарная	<p>Инструмент: Резец DCLN L 2525 M16 Резец канавочный QZQ2525R/L 06 Оснастка: Два центра Б- 5-Н ГОСТ 8742-75 Поводок Измерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-89 Шаблон 45° Средства защиты: Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109</p>
025	Долбежная	<p>Инструмент: Резец долбежный ГОСТ10046-72 Оснастка: Четырехкулачковый патрон Измерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-П-125-0,1 ГОСТ 166-89 Шаблон 18D10 ПР Шаблон 18D10 НЕ Комплексный калибр соосности Комплексный калибр параллельности Средства защиты: Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109</p>
030	Горизонтально-фрезерная	<p>Инструмент: Фреза специальная Оснастка: Два центра Б- 5-Н ГОСТ 8742-75</p>

Продолжение таблицы 1.24

1	2	3
		Поводок Измерительный инструмент: Шаблон R13,5 Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,1 ГОСТ 166-89 Средства защиты: Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109

1.1.10 Расчёт припусков на механическую обработку

Для наиболее точных поверхностей определяем припуски по таблице [6].
 Расчет припусков для отверстия диаметром 65H8 приведен в табл.1.25

Таблица 1.25 – Припуски на механическую обработку

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Мин. припуск 2Z _{min} , мкм	Расчётный размер, мм	Допуск TD, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	DE	e				min	max	2Z _{min}	2Z _{max}
IT12	20	30	300	360	2x360	64,03 ₁	0,3	63,7	64	-	-
IT10	6,3	25	120	61	2x356	64,74 ₃	0,12	64,62	64,74	740	920
IT8	1,6	10	46	2	2x151	65,04 ₆	0,046	65	65,04 ₆	306	380

Выполним проверку приведенного расчета припусков.

$$Z_{\text{оmax}}=1300 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{оmin}}=1046 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{оmax}} - Z_{\text{оmin}}=1300 - 1046=254 \text{ мкм}$$

$$T_{\text{заг}}=300 \text{ мкм}$$

$$T_{\text{дет}}=46 \text{ мкм}$$

$$T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}=300 - 46=254 \text{ мкм.}$$

Здесь: $Z_{\text{оmax}}$ наибольшее значение общего припуска,

$Z_{\text{оmin}}$ наименьшее значение общего припуска;

$T_{\text{заг}}$ припуск заготовки;

$T_{\text{дет}}$ припуск детали.

Расчет припусков для отверстия диаметром 95H10 приведен в табл.1.26

Таблица 1.26 – Припуски на механическую обработку

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Мин. припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчётный размер, мм	Допуск TD, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	DE	e				min	max	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
IT14	25	40	2500	870	2x870	89,123	0,87	88,25	89,12	-	-
IT12	12,5	20	360	350	2x2589	94,302	0,35	93,95	94,3	5180	5700
IT10	6,3	30	61	140	2x419	95,14	0,14	95	95,14	840	1050

Выполним проверку приведенного расчета припусков

$$Z_{\text{оmax}}=6750 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{оmin}}=6020 \text{ мкм}$$

$$Z_{\text{оmax}} - Z_{\text{оmin}}=6750 - 6020=730 \text{ мкм}$$

$$T_{\text{заг}}=870 \text{ мкм}$$

$$T_{\text{дет}}=140 \text{ мкм}$$

$$T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}=870 - 140=730 \text{ мкм.}$$

1.1.11 Расчет режимов резания

Расчёт режимов резания производим по [4], результат приведён в таблице 1.27

Операция Фрезерная

Глубина фрезерования t мм;

Ширина фрезерования B мм;

Диаметр фрезы D мм.

Подача на один зуб фрезы: S_z мм/зуб.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (21)$$

где K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

$$K_v=K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (22)$$

Где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

$K_{ив}$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{MV} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{n_v}, \quad (23)$$

где K_r – коэффициент материала инструмента;

σ_b – временное сопротивление;

n_v – показатель степени при обработке.

Сила резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{MP}, \quad (24)$$

Z = число зубьев фрезы.

Крутящий момент

$$M_{кр} = P_z \cdot D / 2000, \quad \text{Н} \cdot \text{м}. \quad (25)$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad \text{кВт}. \quad (26)$$

Подача на оборот фрезы:

$$S = S_z \cdot Z; \text{ мм/об}. \quad (27)$$

Минутная подача:

$$S_m = S_z \cdot Z \cdot n_{ст}; \text{ мм/мин}. \quad (28)$$

Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_m, \quad (29)$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер}, \quad (30)$$

где $L_{рез}$ – длина резания;

$L_{вр} + L_{пер}$ – длина врезания и перебега;

Операция Токарная с ЧПУ

Токарный станок с ЧПУ

Глубина точения t мм;

Подача S мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad \text{об/мин};$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{ив},$$

$$K_{MV} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{n_v},$$

Сила резания

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad \text{Н}.$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad \text{кВт}.$$

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta,$$

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n_{ст}; \text{ мм/мин}.$$

Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{px} / S_M,$$

$$L_{px} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер}.$$

Таблица 1.27 – Режимы резания

№ операции	Инструмент, переход	Режимы резания
1	2	3
ВТУЛКА ФЮРА 650.03.02.212		
005	Резец подрезной 2112-0036 25x16x140 T5K10 Подрезать торец, выдерживая размер 70 _{-0,74} мм	Глубина резания t= 2,5 мм. Подача S= 0,65 мм/об. Скорость резания V= 99 м/мин. Число оборотов шпинделя n= 315 об/мин. Мощность резания N= 3,3 кВт. Основное время T _о =1,16 мин.
010	Резец DCLN L 2525 M16 T5K10 Точить поверхность в размер Ø95h12, выдерживая размер 43 ₋₁	Глубина резания t= 2,5 мм. Подача S= 0,65 мм/ об. Скорость резания V= 99 м/мин. Число оборотов шпинделя n= 315 об/мин. Мощность резания N= 3,3 кВт. Основное время T _о = 0,28 мин.
	Резец подрезной 2112-0036 25x16x140 T5K10 Подрезать торец, выдерживая размер 67 _{-0,74} мм	Глубина резания t= 3 мм. Подача S= 0,65 мм/ об.. Скорость резания V= 99 м/мин. Число оборотов шпинделя n= 315об/мин. Мощность резания N= 3,3 кВт. Основное время T _о = 0,54 мин.
	Сверло 30 ГОСТ 2034-80 Сверлить сквозное отверстие диаметром 30 мм на проход	Глубина резания t= 15 мм. Подача S= 0,44 мм/ об.. Скорость резания V= 15,1 м/мин. Число оборотов шпинделя n= 160 об/мин. Сила резания P _о =12491 Н Мощность резания N= 2,12 кВт. Основное время T _о = 2,13 мин.
	Резец 2140-0047 T5K10 ГОСТ 18882-73 Расточить отверстие Ø55H14	Глубина резания t= 2,5 мм. Подача S= 0,6 мм/ об.. Скорость резания V= 108,8 м/мин. Число оборотов шпинделя n=630об/мин. Мощность резания N= 3,6 кВт.

Продолжение таблицы 1.27

1	2	3
		Основное время $T_0 = 0,95$ мин.
ДИСК ФЮРА 650.03.02.211		
005	Сверло 6,3 ГОСТ 2034-80 Центровать два отверстия $\varnothing 6,3$	Глубина резания $t = 3,15$ мм. Подача $S = 0,13$ мм/об. Скорость резания $V = 7,9$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 400$ об/мин. Сила резания $P_0 = 983$ Н Мощность резания $N = 0,25$ кВт. Основное время $T_0 = 0,06$ мин.
	Сверло 20 ГОСТ 2034-80 Сверлить 2 отверстия $\varnothing 20H14$ выдерживая размер $80 \pm 0,95$.	Глубина резания $t = 10$ мм. Подача $S = 0,41$ мм/об. Скорость резания $V = 15,7$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 250$ об/мин. Сила резания $P_0 = 7606$ Н Мощность резания $N = 1,69$ кВт. Основное время $T_0 = 0,27$ мин.
	Сверло 50 ГОСТ 2034-80 Сверлить отверстия $\varnothing 50H14$	Глубина резания $t = 15$ мм. Подача $S = 0,6$ мм/об. Скорость резания $V = 15,7$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 100$ об/мин. Сила резания $P_0 = 11154$ Н Мощность резания $N = 2,81$ кВт. Основное время $T_0 = 0,9$ мин
	Фреза 310-04090SKR02SD0950 Пластина SDCW0903ADTN ТУ3918-005-36293294-2008 Фрезеровать центральное отверстие в размер $\varnothing 95H12$	Глубина резания $t = 2,5$ мм. Подача $S_z = 0,20$ мм/об, $z = 4$, $V = 48$. Скорость резания $V = 78,5$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 500$ об/мин. Мощность резания $N = 3,2$ кВт. Основное время $T_0 = 4,475$ мин
	Резец DCLN L 2525 M16 T5K10 Точить поверхность в размер $224,1,15$ мм	Глубина резания $t = 2,5$ мм. Подача $S = 1$ мм/об. Скорость резания $V = 88$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 125$ об/мин. Мощность резания $N = 4,13$ кВт. Основное время $T_0 = 0,215$ мин
ТРУБА ФЮРА 650.03.02.201		
005	Фреза 214-16090BR09ZD20 ТУ3918-006-36293294-2008 (A345-160J51-13L) Фрезеровать торец в размер $653,1$ и $650,1$	Глубина резания $t = 3$ мм. Подача $S_z = 0,1$ мм/зуб. $V = 130$ мм. Скорость резания $V = 158$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 315$ об/мин. Мощность $N = 7,8$ кВт

Продолжение таблицы 1.27

1	2	3
		Основное время $T_0 = 1,68$ мин.
	Фреза 310-08090SKR03SP1296 Пластина SPCW20104APTR ТУ 3918-005-36293294-2008 Фрезеровать отверстие диаметром $224^{+0,72}$ глубиной $27 \pm 0,65$	Глубина резания $t = 3$ мм. Подача $S_z = 0,15$ мм/зуб. $B = 27$ мм, $z = 5$ Скорость резания $V = 158$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 630$ об/мин. Мощность $N = 2,7$ кВт. Основное время $T_0 = 2,98$ мин.
015	Расточить отверстие $\varnothing 61H12$ на проход. Резец 2101-0801 T15K6 ГОСТ 20872-80	Глубина резания $t = 3$ мм. Подача $S = 0,6$ мм/об. Скорость резания $V = 95,8$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 500$ об/мин. Мощность резания $N = 3,88$ кВт. Основное время $T_0 = 0,48$ мин
	Резец 2192-4007 ТУ РБ 00223728.008-93 Расточить отверстие $\varnothing 64H10$ на проход.	Глубина резания $t = 1,5$ мм. Подача $S = 0,4$ мм/об. Скорость резания $V = 100,5$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 500$ об/мин. Мощность резания $N = 1,4$ кВт. Основное время $T_0 = 0,36$ мин
	Резец 2192-4006 ТУ РБ 300207906.073-2003 Расточить отверстие $\varnothing 65H8^{(+0,046)}$ на проход.	Глубина резания $t = 0,5$ мм. Подача $S = 0,1$ мм/об. Скорость резания $V = 204$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1000$ об/мин. Мощность резания $N = 0,3$ кВт. Основное время $T_0 = 0,73$ мин
	Фреза 280-04045AR03SP12 Фрезеровать торец, выдерживая размер 643_{-1} мм и $640h12_{(-0,8)}$ мм.	Глубина резания $t = 3$ мм. Подача $S = 0,2$ мм/зуб. $B = 15$ мм Скорость резания $V = 100$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 800$ об/мин. Мощность резания $N = 4,9$ кВт. Основное время $T_0 = 2,08$ мин
	Фрезеровать фаску 2×45 Фреза 381-02045WR03SD0932 пластина SDCW 090308 $\alpha = 45$ ТУ 3918-008-36293294-2008	Глубина резания $t = 1,0$ мм. Подача $S = 0,24$ мм/зуб. $B = 2$ мм Скорость резания $V = 62,8$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1000$ об/мин. Мощность резания $N = 0,22$ кВт. Основное время $T_0 = 0,84$ мин
	Фрезеровать фаску $1,6 \times 30$ Фреза 384-03230WR03SP1240 пластина SPCW 120408 $\alpha = 30$ ТУ 3918-008-36293294-2008	Глубина резания $t = 1,5$ мм. Подача $S = 0,24$ мм/зуб. $B = 3$ мм Скорость резания $V = 100,5$ м/мин. Число оборотов шпинделя $n = 1000$ об/мин.

Продолжение таблицы 1.27

1	2	3
		Мощность резания N= 0,2 кВт. Основное время T _о = 0,58 мин
	Фрезеровать фаску 1,6x30 Фреза α=60	Глубина резания t= 1,5 мм. Подача S= 0,24 мм/зуб. B=3 мм Скорость резания V= 100,5 м/мин. Число оборотов шпинделя n= 1000 об/мин. Мощность резания N= 0,2 кВт. Основное время T _о = 0,29 мин
020	Точить поверхность Ø240 _{-1,15} на проход. Точить 2 фаски 2,5x45° Резец DCLN L 2525 M16	Глубина резания t= 2,5 мм. Подача S= 0,7 мм/ об. Скорость резания V= 151 м/мин. Число оборотов шпинделя n= 200 об/мин. Мощность резания N= 9,1 кВт. Основное время T _о = 4,69 мин
	Точить канавку в шириной 30 ^{+0,52} выдерживая размер 310 _{-1,3} и Ø228. _{1,15} Резец канавочный QZQ2525R/L 06	Глубина резания t= 5 мм. Подача S= 0,11 мм/ об. Скорость резания V= 120,6 м/мин. Число оборотов шпинделя n= 160 об/мин. Мощность резания N= 3,8 кВт. Основное время T _о = 3,58 мин
025	Долбить паз шириной 18D10 на проход Резец долбежный ГОСТ10046-72	Глубина резания t= 4,4 мм. Подача S= 0,18 мм/ дв.ход. Скорость резания V= 12,6 м/мин. Мощность резания N= 1,1 кВт. Основное время T _о = 13,1 мин
030	Фрезеровать 16 канавок Фреза специальная	Глубина резания t= 5 мм. Подача S= 0,08 мм/зуб.. Z =24, B=12 мм, Скорость резания V= 31.4 м/мин. Число оборотов шпинделя n= 125об/мин. Мощность резания N= 5,8 кВт. Основное время T _о = 44.67мин

1.2 Конструкторская часть

1.2.1 Обоснование и описание конструкции приспособления

Приспособление состоит из плиты двух призм, на которых базируются обрабатываемая деталь. Ориентация детали осуществляется с помощью фиксатора и упора. Зажим детали осуществляется сверху прихватом.

Приспособление имеет пневмопривод, который состоит из пневмоцилиндра, распределительного крана с обратным клапаном.. При подачи воздуха в правую полость цилиндра поршень и шток перемещаются в право. При этом рычаг перемещается и происходит зажим заготовки. При

переключении распределителя воздух из правой полости удаляется, а поршень со штоком возвращается в исходное положение за счет пружины. При этом происходит раскрепление детали.

Для транспортировки приспособления предусмотрены рым-болты.

1.2.2 Расчет приспособления на точность

Обработка производится на станке с ЧПУ, привязка осуществляется щупом. Измерительная база совпадает с технологической базой и равна нулю.

Определяем силу действующую на заготовку во время процесса обработки по следующей формуле:

$$P' = (G + P_2) \cdot \cos \varphi, \quad (31)$$

где G – сила тяжести;

P_2 – сила резания;

$$G = m \cdot g, \quad (32)$$

где m – масса заготовки;

g – ускорение свободного падения;

$$G = 58,8 \cdot 9,81 = 576,83 \text{ Н.}$$

Принимаем $P_2 = 6582$ Н из ранее произведенных расчетов п.5.5.

$$P' = (576,83 + 6582) \cdot \cos 75 = 1853 \text{ Н.}$$

Определяем силу действующую от крутящего момента по следующей формуле:

$$M_{кр} = P' \cdot r, \quad (33)$$

$$P' = M_{кр} / r, \quad (34)$$

Принимаем $M_{кр} = 4,6$ Н·м, $r = 0,0305$ м из ранее произведенных расчетов.

$$P'' = 4,6 / 0,0305 = 150,8 \text{ Н.}$$

Суммарная сила определяется векторно по следующей формуле:

$$P = \sqrt{P'^2 + P''^2}, \quad (35)$$

$$P = \sqrt{1853^2 + 150,8^2} = 1859 \text{ Н.}$$

Определяем силу зажима заготовки по формуле:

$$W = \frac{K \cdot P}{f}, \quad (36)$$

где K – поправочный коэффициент;

f – коэффициент трения;

Принимаем $K = 2$, $f = 0,1$.

$$W = \frac{2 \cdot 1859}{0,1} = 37183 \text{ Н}$$

Привод имеет рычаг с соотношением плеча $190/250 = 0,76$

$$W = 37183 / 0,76 = 48925 \text{ Н.}$$

Определяем диаметр пневмоцилиндра по формуле:

$$d \geq \sqrt{\frac{W}{0,785 \cdot p \cdot \eta}}, \quad (37)$$

где $p=4$ атм. – давление воздуха;

$\eta=0,85$ – КПД привода

$$d \geq \sqrt{\frac{48925}{0,785 \cdot 4 \cdot 0,85}} = 135,3 \text{ мм.}$$

По конструктивным соображениям принимаем диаметр пневмоцилиндра равный 140 мм.

1.3 Организационная часть

1.3.1 Нормирование технологического процесса механической обработки

Результаты нормирования приведены на основе литературы [6] и приведены в таблице 1.28

Таблица 1.28 – Нормирование технологического процесса

№ оп	Содержание работы	Карта	Время, мин
1	2	3	4
ВТУЛКА ФЮРА 650.03.02.212			
005	Токарная		
	1 Основное время		1,16
	2 Вспомогательное время:		
	Время, связанное операцией		
	- время на установку и снятия детали	3	2,7
	- время, связанное с переходом	14	0,32
	- время на измерения	15	0,14
	Коэффициент вспомогательного времени		1,0
Суммарное вспомогательное время		3,16	
3 Время на обслуживания рабочего места	17	5,6	
4 Время на отдых и личные надобности	17	3,5	
5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	21	4,0	
Штучное время		4,71	
Штучно-калькуляционное время		5,21	
010	Токарная		
1 Основное время			3,9

Продолжение таблицы 1.28

1	2	3	4
	2 Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время	3 14 15	2,7 0,32 0,42 1,0 3,58
	3 Время на обслуживания рабочего места	17	5,6
	4 Время на отдых и личные надобности	17	3,5
	5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	21	4,0
	Штучное время		8,16
	Штучно-калькуляционное время		8,66
ДИСК ФЮРА 650.03.02.211			
005	Горизонтально–расточная 1 Основное время		5,705
	2 Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время	13 14 15	0,9 2,2 0,17 1,0 3,27
	3 Время на обслуживания рабочего места	17	4,2
	4 Время на отдых и личные надобности	17	2,6
	5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	25	5,0
	Штучное время		9,79
	Штучно-калькуляционное время		10,42
010	Токарная 1 Основное время		0,215
	2 Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время	3, 13 14 15	2,74 0,32 0,14 1,0 3,2
	3 Время на обслуживания рабочего места	17	5,6
	4 Время на отдых и личные надобности	17	3,5
	5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	21	4,0
	Штучное время		3,73
	Штучно-калькуляционное время		4,23

Продолжение таблицы 1.28

1	2	3	4	
ТРУБА ФЮРА 650.03.02.201				
005	Горизонтально–расточная Основное время		4,66	
	2 Вспомогательное время:			
	Время, связанное операцией		13	0,9
	- время на установку и снятия детали		14	2,2
	- время, связанное с переходом		15	0,42
	- время на измерения			1,0
	Коэффициент вспомогательного времени			3,52
	Суммарное вспомогательное время			
	3 Время на обслуживания рабочего места		17	4,2
4 Время на отдых и личные надобности		17	2,6	
5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.		25	5,0	
Штучное время			8,74	
Штучно-калькуляционное время			9,36	
015	Горизонтально–расточная 1 Основное время		5,36	
	2 Вспомогательное время:			
	Время, связанное операцией		13	0,9
	- время на установку и снятия детали		14	2,2
	- время, связанное с переходом		15	0,3
	- время на измерения			1,0
	Коэффициент вспомогательного времени			3,4
	Суммарное вспомогательное время			
	3 Время на обслуживания рабочего места		17	4,2
4 Время на отдых и личные надобности		17	2,6	
5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.		25	5,0	
Штучное время			9,36	
Штучно-калькуляционное время			9,98	
020	Токарная 1 Основное время		8,27	
	2 Вспомогательное время:			
	Время, связанное операцией		3	2,7
	- время на установку и снятия детали		14	0,32
	- время, связанное с переходом		15	0,42
	- время на измерения			1,0
	Коэффициент вспомогательного времени			3,58
	Суммарное вспомогательное время			
3 Время на обслуживания рабочего места		17	5,6	
4 Время на отдых и личные надобности		17	3,5	
5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и		21	4,0	

Продолжение таблицы 1.28

1	2	3	4
	приспособления, на другие дополнительные приемы.		
	Штучное время		12,93
	Штучно-калькуляционное время		13,43
025	Долбежная		
	1 Основное время		13,1
	2 Вспомогательное время: Время, связанное операцией		
	- время на установку и снятия детали	6	6,1
	- время, связанное с переходом	17	0,32
	- время на измерения	19	0,42
	Коэффициент вспомогательного времени		1,0
	Суммарное вспомогательное время		6,84
	3 Время на обслуживания рабочего места	21	5,8
	4 Время на отдых и личные надобности	21	3,9
	5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	24	5,0
	Штучное время		21,21
	Штучно-калькуляционное время		21,84
030	Фрезерная		
	1 Основное время		44,67
	2 Вспомогательное время: Время, связанное операцией		
	- время на установку и снятия детали	13	0,9
	- время, связанное с переходом	14	2,2
	- время на измерения	15	6,72
	Коэффициент вспомогательного времени		1,0
	Суммарное вспомогательное время		9,82
	3 Время на обслуживания рабочего места	17	5,6
	4 Время на отдых и личные надобности	17	3,5
	5 Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	21	4,0
	Штучное время		59,45
	Штучно-калькуляционное время		59,95

1.3.2 Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Расчетное количество металлорежущих станков на каждой операции для обработки годовой программы вычисляется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт.-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (38)$$

где F_d – действительный годовой фонд времени на данной операции, $F_d = 1981$ час.

ВТУЛКА ФЮРА 650.03.02.212

Расчетное количество металлорежущих станков для 005 операции:

$$C_p = \frac{5,21 \cdot 64}{60 \cdot 1981} = 0,0028 \text{ шт.} - \text{Станок 16K20}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для 010 операции:

$$C_p = \frac{8,66 \cdot 64}{60 \cdot 2030} = 0,0047 \text{ шт.} - \text{Станок 16A50}$$

ДИСК ФЮРА 650.03.02.211

Расчетное количество металлорежущих станков для 005 операции:

$$C_p = \frac{10,42 \cdot 64}{60 \cdot 1981} = 0,0056 \text{ шт.} - \text{Станок 2B622МФ4}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для 010 операции:

$$C_p = \frac{4,23 \cdot 64}{60 \cdot 1981} = 0,0023 \text{ шт.} - \text{Станок 16K20}$$

ТРУБА ФЮРА 650.03.02.201

Расчетное количество металлорежущих станков для 005 операции:

$$C_p = \frac{9,36 \cdot 32}{60 \cdot 1981} = 0,0025 \text{ шт.} - \text{Станок 2B622МФ4}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для 015 операции:

$$C_p = \frac{9,98 \cdot 32}{60 \cdot 1981} = 0,0027 \text{ шт.} - \text{Станок 2B622МФ4}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для 020 операции:

$$C_p = \frac{13,43 \cdot 32}{60 \cdot 1981} = 0,0036 \text{ шт.} - \text{Станок 16A50}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для 025 операции:

$$C_p = \frac{21,84 \cdot 32}{60 \cdot 1981} = 0,0059 \text{ шт.} - \text{Станок ГД500}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для 030 операции:

$$C_p = \frac{59,95 \cdot 32}{60 \cdot 1981} = 0,0161 \text{ шт.} - \text{Станок 6P83}$$

Коэффициент загрузки для каждой операции вычисляется по формуле:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{np}} \cdot 100\% . \quad (39)$$

где C_{np} – принятое количество оборудования, шт.

Сводная ведомость расчета оборудования представлена в таблице 1.24.

Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Таблица 1.24 – Ведомость загрузки оборудования

№ операции	C_p	$C_{п}$	$K_{30}, \%$
ВТУЛКА ФЮРА 650.03.02.212 005	0,0014	1	0,25
ДИСК ФЮРА 650.03.02.211 010	0,0011		
ВТУЛКА ФЮРА 650.03.02.212 010	0,0023	1	0,59
ТРУБА ФЮРА 650.03.02.201 020	0,0036		
ДИСК ФЮРА 650.03.02.211 005	0,0028	1	0,8
ТРУБА ФЮРА 650.03.02.201 005, 015	0,0025 0,0027		
ТРУБА ФЮРА 650.03.02.201 025	0,0059	1	0,59
ТРУБА ФЮРА 650.03.02.201 030	0,0161	1	1,61

График загрузки оборудования представлен на рисунке 10.

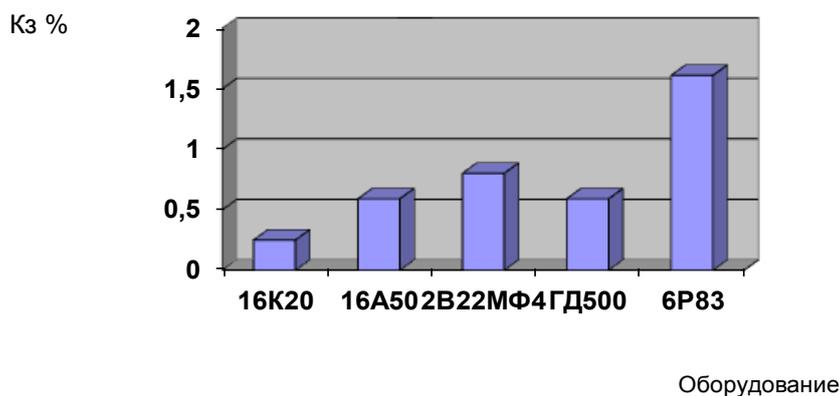


Рисунок 10 График загрузки оборудования

1.3.3 Расчет состава работающих

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоёмкости изготовления изделия по формуле:

$$P = \frac{N \cdot \sum T_{шт.-к.i}}{60 \cdot F_{ДР} \cdot K_M}, \quad (40)$$

K_M - коэффициент многостаночного обслуживания, для мелкосерийного производства $K_M = 1,1$.

Станок 16К20

$$P = \frac{32 \cdot 9,44}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 0,0025.$$

Принимаем количество рабочих 1

Станок 16А50

$$P = \frac{32 \cdot 32,51}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 0,0085.$$

Принимаем количество рабочих 1

Станок 2В622МФ4

$$P = \frac{32 \cdot 19,34}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 0,0050.$$

Принимаем количество рабочих 1

Станок ГД500

$$P = \frac{32 \cdot 21,84}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 0,006.$$

Принимаем количество рабочих 1

Станок 6Р83

$$P = \frac{32 \cdot 59,95}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 0,016.$$

Принимаем количество рабочих 1

Число вспомогательных рабочих составляет (18 - 25)% от количества производственных рабочих, инженерно - технических работников – (11 – 13)%, служащих – (4 – 5)%, младшего обслуживающего персонала – (2 – 3)% от общего количества производственных и вспомогательных рабочих.

Сводная ведомость численности персонала представлена в таблице 1.25.

Таблица 1.25 – Ведомость численность персонала

Наименование профессий	Количество работающих
Производственные рабочие	5
Вспомогательные рабочие	1
Инженерно – технические работники	1
Служащие	1
Младший обслуживающий персонал	1
Итого работающих	9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления барабана ФЮРА.10А21.375.000.

Отличительной особенностью данного технологического процесса является замена оборудования, сократить наименования оборудования и увеличить производительность. Соблюдение принципа смены и постоянства баз при разработке операции дало возможность увеличить точность обработки. Спроектированное горизонтально – расточное приспособление для горизонтально - расточной операции позволило сократить время на установку детали, а так же увеличить жёсткость технологической системы при обработке. Способ получения заготовки остался прежним, для заданной программы выпуска и данного типа производства. Выбран наиболее лучший метод обработки винтовых канавок, для горизонтально-фрезерной операции.

Предложенный технологический процесс более выгоден с точки зрения организации производства. Сокращение количества применяемого оборудования сокращает производственные площади. Это позволит применять для изготовления детали производственный участок не большой площади, что в целом значительно снижает дополнительные расходы.

В разделе «Социальная ответственность» произведен анализ вредных и опасных факторов, возникающих при изготовлении детали по разработанному технологическому процессу. Разработаны мероприятия по охране труда рабочего персонала и защите окружающей среды от выявленных вредных факторов, возникающих при изготовлении детали.

Путем расчетов в разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережения» была определена себестоимость детали при заданной программе выпуска и в условиях спроектированного технологического процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Справочник по конструкционным материалам: Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева, С. А. Герасимов и др. Под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. – М.: Изд-во МГКУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 640 с.
- 2 Методические указания к содержанию ВКР для бакалавров, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение» / Сост.: С. И. Петрушин; Юргинский технологический институт. – Юрга: ООО Типография «МедиаСфера», 2014. – 53 с.
- 3 Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с.
- 4 Справочник технолога - машиностроителя. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 5 Смазочно – охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под ред. С.Г. Энтелиса, Э. М. Берлинера. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
- 6 Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 7 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках Часть I. Токарные карусельные, токарно-револьверные, алмазно - расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. Изд. 2-е. – М.: Машиностроение, 1947. – 406 с.
- 8 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно - заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.
- 9 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно - заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.
- 10 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. – М.: Машиностроение, 1990. – 209 с.
- 11 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» и направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение»– Юрга: ЮТИ ТПУ, 2014. – 21 с.
- 12 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. Филиал ТПУ, 2002. – 96 с.