

- 1.1 Технологическая часть
- 1.1.1 Служебное назначение изделия.

Данное изделие - барабан ФЮРА.612322.401.1.04.10.300 входит в состав головной секции ФЮРА.612322.401.1.01.00.000, которая в свою очередь входит в состав головного модуля ФЮРА.612322.401.1.00.00.000, который является узлом проходческого агрегата геолода ФЮРА.612322.401.0.00.00.000. Агрегат состоит из четырех модулей.

Барабан является одним из изделий, входящих в состав механизма геолода. Два барабана, смонтированных на кронштейне представляют собой исполнительный орган геолода. Кронштейн закрепляется на головной секции геолода. Каждый барабан имеет три линии резания и оснащен 45 резами.

Исполнительный орган является одним из узлов проходческого геолода, предназначенного для проведения подземных горных выработок диаметром 3,2 м по породам крепостью от 1 до 5 единиц по шкале профессора Протодяконова М. М. и углам наклона  $\pm 25^\circ$  и замены проходческих щитов традиционного исполнения для данного диапазона горно-геологических условий.

Конструкция геолода основана на принципе вворачивания в горный массив и перемещения в геосреде с использованием приконтурного массива пород как опорного элемента, воспринимающего силовые нагрузки.

Изделие является сварным, представляет собой сварное цилиндрическое тело вращения, состоящее из элементов: Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.301; Вал ФЮРА.612322.401.1.04.10.302; Фланец ФЮРА.612.322.401.1.04.10.303; Фланец ФЮРА.612322.401.1.04.10.304; Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.305; Резцедержатель ФЮРА.612322.401.1.04.10.321; Резцедержатель ФЮРА.612322.401.1.04.10.322; Резцедержатель ФЮРА.612322.401.1.04.10.324.

Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.301. Труба  $\frac{426 \times 20 \text{ ГОСТ } 8732-78}{20 \text{ ГОСТ } 8731-87}$ , материал сталь 20 ГОСТ 1050-88, сортамент: трубы стальные бесшовные горячедеформированные.

Химический состав стали 20 ГОСТ 1050-88 представлен в таблице 1.

Таблица 1

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

Механические свойства стали 20 ГОСТ 1050-88 представлены в таблице 2.

Таблица 2

$\sigma_t$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_{вр}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\delta_b$ , %	$\psi$ , %	НВ (не более)	
не менее				горячекатаной	отожженной
245	410	25	55	163	-

Технологические свойства стали 20 ГОСТ 1050-88 представлены в таблице 3.

Таблица 3

Технологические свойства	Характеристика
Свариваемость	без ограничений
Флокеночувствительность	не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	не склонна
Обрабатываемость резанием	в горячекатаном состоянии при НВ 130: $K_v_{тв.спл.} = 1,7$ ; $K_v_{б.ст.} = 1,6$

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, кованые 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.

Вал ФЮРА.612322.401.1.04.10.302. Материал сталь конструкционная легированная 18ХГТ ГОСТ 4543-71. Сортамент: прокат.

Химический состав стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71 представлен в таблице 4.

Таблица 4

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu
0,17-0,23	0,17-0,37	0,8-1,1	до 0,3	до 0,035	до 0,035	1-1,3	0,03-0,09	до 0,3

Механические свойства стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71 представлены в таблице 5.

Таблица 5

$\sigma_t$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_{вр}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\delta_B$ , %	$\psi$ , %	НВ (не более)	
не менее				горячекатаной	отожженной
730	980	15	55	217	-

Технологические свойства стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71 представлены в таблице 6.

Таблица 6

Технологические свойства	Характеристика
Свариваемость	без ограничений
Флокеночувствительность	не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	малосклонна
Обрабатываемость резанием	после нормализации при НВ 156-159: $S_B = 530$ МПа; $K_{V\text{ тв.спл.}} = 1,1$ ; $K_{V\text{ б.ст.}} = 1,0$

Назначение стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71: шестерни, червяки, шлицевые валы, втулки, кулачковые муфты, направляющие, шкворни, пальцы, валики и другие ответственные нагруженные детали, от которых требуется повышенная прочность и вязкость сердцевины и высокая поверхностная твердость, работающие под действием ударных нагрузок. После азотирования – ходовые винты, гильзы и другие детали, к которым предъявляются требования высокой износостойкости и минимальная деформация при термообработке.

Фланец ФЮРА.612.322.401.1.04.10.303. Лист  $\frac{Б-ПН-20\text{ ГОСТ }19903-74}{325-09Г2С-св-12\text{ ГОСТ }19281-89}$ , материал: сталь конструкционная низколегированная 09Г2С, сортамент: сортовой прокат, в том числе фасонный.

Химический состав стали 09Г2С ГОСТ 19281-89 представлен в таблице 7.

Таблица 7

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
до 0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,3	до 0,3	до 0,08

Механические свойства стали 09Г2С ГОСТ 19281-89 представлены в таблице 8.

Таблица 8

$\sigma_t$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_{вр}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\delta_b$ , %	$\psi$ , %	КСУ, кДж/м <sup>2</sup>	Термообр.
не менее					
325	470	21	63	590-640	-

Технологические свойства стали 09Г2С ГОСТ 19281-89 представлены в таблице 9.

Таблица 9

Технологические свойства	Характеристика
Свариваемость	без ограничений
Флокеночувствительность	не чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	не склонна
Обрабатываемость резанием	в нормализованном, отпущенном состоянии: $\sigma_B = 520$ МПа; $K_{V_{б.ст}} = 1,0$ ; $K_{V_{тв.спл}} = 1,6$

Назначение стали 09Г2С ГОСТ 19281-89: использование для сварных конструкций.

Фланец ФЮРА.612322.401.1.04.10.304. Лист  $\frac{Б-ПН-30 \text{ ГОСТ } 19903-74}{295-09Г2С-св-12 \text{ ГОСТ } 19281-89}$ , см. материал Фланец ФЮРА.612.322.401.1.04.10.303.

Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.305. см. материал Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.301.

Резцедержатель ФЮРА.612322.401.1.04.10.321; Резцедержатель ФЮРА.612322.401.1.04.10.322; Резцедержатель ФЮРА.612322.401.1.04.10.324. Материал: сталь конструкционная легированная 35ХГСА ГОСТ 4543-71, сортамент: прутки ГОСТ4543-71, поковки.

Химический состав стали 35ХГСА ГОСТ 4543-71 представлен в таблице 10.

Таблица 10

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,32-0,39	1,1-1,4	0,8-1,1	до 0,3	до 0,025	до 0,025	1,1-1,4	до 0,3

Механические свойства стали 35ХГСА ГОСТ 4543-71 представлены в таблице 11.

Таблица 11

$\sigma_t$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_{вр}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\delta_B$ , %	$\psi$ , %	КСУ, кДж/м <sup>2</sup>	Термообр.	НВ, МПа
не менее						
1275	660	9	40	390	Закалка и отпуск	241

Технологические свойства стали 35ХГСА ГОСТ 4543-71 представлены в таблице 12.

Таблица 12

Технологические свойства	Характеристика
Свариваемость	ограниченно свариваемая
Флокеночувствительность	чувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	склонна
Обрабатываемость резанием	в горячекатаном состоянии при НВ 207-217 и $\sigma_B = 710$ МПа: $K_{v \text{ тв.спл}} = 0,85$ ; $K_{v \text{ б.ст}} = 0,75$

Назначение стали 35ХГСА ГОСТ 4543-71: производятся фланцы, валики, рычаги, оси, кулачки, пальцы, детали сварных конструкций и иные улучшаемые детали сложной конфигурации, работающие при условиях знакопеременных нагрузок.

В изделии Барабан ФЮРА.612322.401.1.04.10.300 основными поверхностями являются:

- отверстие диаметром 390 (точность по 8 качеству, отклонение от радиального биения 0,08 мм);
- торцовая поверхность барабана (отклонение от торцового биения 0,08 мм,  $R_a = 3,2$  мкм);
- поверхность шпоночного паза (отклонение от симметричности 0,04 мм,  $R_a = 3,2$  мкм);
- цилиндрическая поверхность вала диаметром 216 (точность по 8 качеству, отклонение от радиального биения 0,04 мм,  $R_a = 2,5$  мкм);
- цилиндрическая поверхность вала диаметром 214 (точность по 7 качеству, отклонение от соосности 0,4 мм);
- торцовая поверхность вала 291<sub>0,5</sub> (отклонение от торцового биения 0,04 мм);
- цилиндрическая поверхность вала диаметром 240 (точность по 8 качеству, отклонение от радиального биения 0,04 мм).

### 1.1.2 Производственная программа и определение типа производства.

При помощи [1] определяем, что при массе детали 406 кг и годовой программе выпуска  $N = 64$  шт/год, тип производства - мелкосерийный.

Годовая программа выпуска детали приведена в таблице 13.

Таблица 13

Наименование изделия	Количество деталей на программу, шт	Количество деталей на запасные части, шт	Число деталей шт	Масса, кг	
				На 1 деталь	На программу
ФЮРА.612322.401.1.04.10.300	64	0	64	406	25984

Расчет партии запуска осуществляется по формуле (1).

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска, шт;

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

$F$  – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{64 \cdot 24}{247} = 6,2 \text{ шт.},$$

Принимаем партию запуска  $n = 8$ , кратной годовой программе выпуска  $N = 64$ .

### 1.1.3 Анализ действующего технологического процесса.

Изделие является сварным, представляет собой сварное цилиндрическое тело вращения, состоящее из элементов: Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.301; Вал ФЮРА.612322.401.1.04.10.302; Фланец ФЮРА.612.322.401.1.04.10.303; Фланец ФЮРА.612322.401.1.04.10.304; Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.305; Резцедержатель ФЮРА.612322.401.1.04.10.321; Резцедержатель ФЮРА.612322.401.1.04.10.322; Резцедержатель ФЮРА.612322.401.1.04.10.324.

Элементы, входящие в состав изделия получают следующими способами заготовки: фланцы получают сортовым прокатом, трубы поставляются в виде труб стальных бесшовных горячедеформированных, вал изготавливается прокатом из легированной конструкционной стали, резцедержатели в виде заготовки прутков. 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 трубы ФЮРА.612322.401.1.04.10.301 и трубы ФЮРА.612322.401.1.04.10.305 представлен в таблице 14.

Таблица 14

Операция	Наименование и содержание	Оборудование и тех. оснастка
1	2	3
005	<p>Токарная.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить заготовку в патрон станка и на люнет, закрепить</li> <li>2. Подрезать торец, выдерживая размер 1075<sub>-2</sub> мм</li> <li>3. Точить наружный диаметр в размер <math>\varnothing 440h14_{(-1,55)}</math> на длину 100 мм</li> <li>4. Точить шейку под люнет, выдерживая размеры <math>\varnothing 440h10</math> на длине 100 мм</li> <li>5. Переустановить заготовку, в патрон станка и на люнет, закрепить</li> <li>6. Подрезать торец, выдерживая размер 1067h14<sub>(-2,6)</sub></li> <li>7. Точить наружную поверхность <math>\varnothing 440h14</math> на всю длину</li> <li>8. Расточить сквозное отверстие диаметром <math>\varnothing 405H10^{(+0,25)}</math></li> <li>9. Притупить острые кромки</li> </ol>	<p>Универсальный токарно-винторезный станок 1М65  Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85  Люнет 6046-0013  ГОСТ 21190-75  Резец 2112-0003  ГОСТ 18880-73  Штангенциркуль ШЦ-Ш-500-1600-0,1 ГОСТ 166-89  Резец PCLNL 2020K12  ТУ 2-035-892-82  Штангенциркуль ШЦ-Ш-500-0,1 ГОСТ 166-89  Резец 2140-0001  ГОСТ 18882-73</p>
010	<p>Контроль.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверить размеры детали согласно т/п и чертежу</li> </ol>	<p>Плита АДК 7856.4011  Штангенциркуль ШЦ-І-200-0,1  ГОСТ 166-89  Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,05  ГОСТ 166-89</p>
015	<p>Сварка.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приварить к трубе длинной заглушку левую, фланец правый, кулаки</li> <li>2. Установить трубу длинную на стол сборочный. Установить заглушку левую в трубу. Обеспечить требуемые размеры и допуски согласно КД</li> <li>3. Прихватить установленные детали. Длина прихватки 10-15 мм, кол-во – 8 шт. в диаметрально противоположных сторонах.</li> <li>4. Сварить детали входящие в сборочную единицу</li> <li>5. Зачистить сварные швы от брызг и окалины</li> <li>6. Контроль сварных швов на соответствие НТД (ВИК)</li> </ol>	<p>Св. полуавтомат ПДГ-508 УЗ  Стол сборочный  ФЮРА.296379.010  Ручная шлифмашинка  ИП2013ИЗ</p>

Продолжение таблицы 14

1	2	3
	7. Установить на сборочную единицу кулаки по разметке согласно КД 8. Прихватить установленные детали. Длина прихватки – 5-10 мм, кол-во прихваток – 4 шт на кулак 9. Прихватить детали входящие в сборочную единицу 10. Зачистить сварные швы от брызг и окалины 11. Контроль сварных швов на соответствие НТД (ВИК)	
020	Контроль. 1. Проверить биение диаметров $\varnothing 220_{k6}$ ; $\varnothing 214_{H7}$ и торцевое биение	Плита АДК 7856.4011 Призма 7033-0040 (2) Индикатор ИЧ 25 кл.1 ГОСТ 577-68

Базовый технологический процесс обработки вала ФЮРА.612322.401.1.04.10.302 и обработки фланца ФЮРА.612322.401.1.04.10.303 представлен в таблице 15.

Таблица 15

Операция	Наименование и содержание	Оборудование и тех. оснастка
1	2	3
005	Токарная. 1. Установить и закрепить заготовку 2. Подрезать торец, выдерживая размер 330 <sub>-1</sub> мм 3. Точить наружную поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 405_{h10(-0,25)}$ на длине 40 мм 4. Обработать глухое отверстие (сверлить, расточить), выдерживая размеры $\varnothing 124_{H14}$ 5. Точить фаску в отверстии, выдерживая размеры 5x45° 6. Переустановить и закрепить заготовку 7. Подрезать торец, выдерживая размер 325 <sub>h14</sub> 8. Точить наружную поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 240_{h14}$ ; $\varnothing 220,4_{h10}$ ; $\varnothing 216_{h14}$ ; $\varnothing 214,4_{h10}$ ; 104±0,5; 152±0,5; 242±0,5; 292±0,5 9. Обработать сквозное отверстие (сверлить, расточить), выдерживая размеры $\varnothing 124_{H14}$ 10. Точить фаску в отверстии, выдерживая размеры 5x45°	Универсальный токарно-винторезный станок 1М65 Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-Ш-500-0,1 ГОСТ 166-89 Сверло 2301-3269 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-3336 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-4417 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-4442 ГОСТ 12121-77 Резец 2141-0211 ГОСТ 18873-73 Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2136-0501 ГОСТ 18875-73

Продолжение таблицы 15

1	2	3
	11. Переустановить, выверить и закрепить заготовку 12. Точить фаску, выдерживая размеры 25x45°	Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88 Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73
010	Разметка. 1. Разметить и накернить оси 9 отверстий на диаметре Ø192 в соответствии с чертежом изделия	Верстак Линейка ЛД-0-320 ГОСТ 8026-92 Чертилка 7840.1001 ГОСТ 24473-80 Кернер Н12.X1 7843-0031 ГОСТ 7213-72 Молоток Ц15Хр 7850-0101 ГОСТ 2310-77
015	Радиально-сверлильная. 1. Установить и закрепить заготовку 2. Сверлить по разметке глухие отверстия, диаметром Ø22,5 <sup>+0,1</sup> мм; на глубину 65 <sup>+1</sup> 3. Зенковать 9 фасок, выдерживая размеры 2,5x45° 4. Нарезать в 9 отверстиях внутреннюю резьбу М24, на глубину 50 <sup>+1</sup>	Радиально-сверлильный станок 2М55 Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Сверло 2301-0077 ГОСТ 10903-77 Зенковка 2353-0109 ГОСТ 14953-80 Метчик 2629-2149 ГОСТ 17928-72
020	Вертикально-фрезерная. 1. Установить, выверить и закрепить заготовку 2. Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 50 <sup>+1</sup> мм; 100 <sup>+1</sup> мм; на глубину 17 <sup>+0,18</sup> мм	Консольный вертикально-фрезерный станок 6Р12 Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Фреза 2223-3325 ГОСТ 23248-78 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
025	Слесарная. 1. Притупить острые кромки	Верстак Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ
030	Круглошлифовальная. 1. Установить заготовку в центра, выверить с биением не более 0,01 мм, закрепить 2. Шлифовать наружные поверхности, выдерживая размеры Ø220k6; Ø214h7	Круглошлифовальный станок 3М175 Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Хомутик 7107-0044 ГОСТ 2578-70 Центр 7032-0039 ГОСТ 13214-79 Круг 1 300x40x127 63А 25-П СМ К 35м/с А 1кл.

Продолжение таблицы 15

1	2	3
		ГОСТ 2424-83 Калибр-скоба 8118-026-2 ГОСТ 2216-84
035	Контроль. 1. Проверить размеры детали согласно т/п и чертежу	Плита АДК 7856.4011 Призма 7033-0040 (2) Индикатор ИЧ 25 кл.1 ГОСТ 577-68 Микрометр МК 400-1 ГОСТ 6507-90

Базовый технологический процесс обработки фланца ФЮРА. 612322.401.1.04.10.304 представлен в таблице 16.

Таблица 16

Операция	Наименование и содержание	Оборудование и тех. оснастка
1	2	3
005	Токарная. 1. Установить и закрепить заготовку 2. Подрезать торец, выдерживая размер 65 <sub>-1</sub> мм 3. Точить наружную поверхность, выдерживая размер Ø400h14 <sub>(-1,55)</sub> на длине 30 мм 4. Переустановить и закрепить заготовку 5. Подрезать торец, выдерживая размер 60h14 <sub>(-0,72)</sub> мм 6. Точить наружную поверхность, выдерживая размеры Ø440h14 на длине 20 <sub>-0,52</sub> 7. Точить фаску 45° 8. Расточить сквозное отверстие диаметром Ø349,6H10 9. Притупить острые кромки	Универсальный токарно-винторезный станок 1М65 Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Резец 2136-0501 ГОСТ 18875-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88 Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1 ГОСТ 166-89
010	Разметка. 1. Разметить и накернить оси 16 отверстий на диаметре Ø390 мм.	Верстак Линейка ЛД-1-500 ГОСТ 8026-92 Чертилка 7840.1001 ГОСТ 22473-80 Кернер Н12.X1 7843-0031 ГОСТ 7213-72 Молоток Ц15Хр 7850-0101 ГОСТ 2310-77
015	Радиально-сверлильная.	Радиально-сверлильный станок

Продолжение таблицы 16

1	2	3
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить и закрепить заготовку</li> <li>2. Сверлить по разметке 16 сквозных отверстий, диаметром <math>\varnothing 18,5^{+0,1}</math> мм на глубину <math>35^{+1}</math></li> <li>3. Зенковать 16 фасок, выдерживая размеры <math>2,5 \times 45^\circ</math></li> </ol>	<p>2М55</p> <p>Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85</p> <p>Сверло 2301-0063 ГОСТ 10903-77</p> <p>Зенковка 2353-0109 ГОСТ 14953-80</p> <p>Метчик 2629-2125 ГОСТ 17928-72</p>
020	<p>Внутришлифовальная.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить заготовку, выверить по отверстию с биением не более 0,01 мм, закрепить</li> <li>2. Шлифовать отверстие, выдерживая размер <math>\varnothing 350H7^{(+0,057)}</math></li> </ol>	<p>Внутришлифовальный станок 3К229В</p> <p>Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85</p> <p>Круг 1 200x25x32 63А 25-П СМ К 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83</p> <p>Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88</p>
025	<p>Контроль.</p> <p>Проверить размеры детали согласно т/п и чертежу</p>	<p>Плита АДК 7856.4011</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ 166-89</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89</p> <p>Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88</p>

#### 1.1.4 Отработка конструкции на технологичность

Базы в технологическом процессе выбраны рационально, соблюдены правила и принципы базирования. Базируются заготовки при помощи тисков, хомутиков, призм, люнетов. 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, применении защитных покрытий, масса. Применяемые средства технического оснащения соответствуют уровню опытного производства.

В исходном технологическом процессе сборки барабана ФЮРА.612322.401.1.04.10.300 все детали, входящие в состав данного изделия механически обрабатывались до операций приваривания в общее изделие, после сборки механических обработок не производилось, что негативно сказывается на погрешностях, возникающих после обработки сваркой. Данный технологический процесс можно улучшить путем двух механических

обработок, черновой до сваривания и чистовой после, что минимизирует погрешности получаемого изделия после сварки.

#### 1.1.4.1 Технологический контроль конструкторской документации

Технологичным является то, что деталь позволяет применять высокопроизводительные режимы обработки, имеет хорошие базовые поверхности для установки на станке. Формы деталей не вызывают затруднений при изготовлении. Точность обработки и шероховатость поверхностей детали оптимальны. Конструкция детали позволяет вести обработку плоскостей на проход. Взаимное расположение поверхностей детали не вызывает трудности при подводе инструмента. Деталь не имеет отверстий, расположенных не под прямыми углами, к плоскости входа. Вид, разрезы, сечения дают полное представление о изготавливаемой детали. Указаны все размеры с полями допусков. Размерные цепи указаны правильно. Указан материал деталей.

#### 1.1.4.2 Качественная оценка технологичности

Не технологичным является то, что чистовая механическая обработка производится до операций сварки, после которой возникают внутренние напряжения, в результате чего образуются погрешности и отклонения.

Деталь достаточно технологична, но есть и недостатки, для повышения технологичности необходимо сократить количество технологической оснастки, изменить технологический процесс обработки, в частности чистовую обработку поверхностей проводить после операций сваривания, что положительно повлияет на технологичность.

#### 1.1.4.3 Количественная оценка технологичности

Коэффициент использования материала вычисляется по формуле (2).

$$K_{им} = \frac{m_д}{m_з}, \quad (2)$$

где  $K_{им}$  – коэффициент использования материала;

$m_д$  – масса детали, кг;

$m_з$  – масса заготовки, кг.

Коэффициент точности обработки вычисляется по формуле (3).

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

где  $K_{ТО}$  – коэффициент точности обработки;

$$A_{cp} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 14n_{14}}{n_\Sigma}, \quad (4)$$

где  $n_\Sigma$  – количество размеров с качеством  $\Sigma$ .

$$A_{cp} = \frac{6 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 8 \cdot 3}{5} = 7,4.$$

$$K_{ТО} = 1 - \frac{1}{7,4} = 0,86.$$

Коэффициент шероховатости поверхности вычисляется по формуле (6).

$$K_{um} = \frac{1}{B_{cp}}, \quad (6)$$

$$B_{cp} = \sum_{i=1}^k \frac{Ra \cdot n_{Ra}}{n_{\Sigma}}, \quad (7)$$

$K_{um}$  – коэффициент шероховатости поверхности;

$Ra$  – шероховатость поверхности;

$n_{Ra}$  – количество поверхностей с данной шероховатостью.

$$B_{cp} = \frac{2,5 \cdot 5 + 3,2 \cdot 7 + 12,5 \cdot 1}{13} = 35,86$$

$$K_{um} = \frac{1}{35,86} = 0,028$$

Коэффициент унификации конструктивных элементов вычисляется по формуле (8).

$$K_{yэ} = \frac{Q_{yэ}}{Q_{\Sigma}}, \quad (8)$$

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

$Q_{yэ}$  – количество унифицированных элементов;

$Q_{\Sigma}$  – количество всех элементов.

$$K_{yэ} = \frac{30}{55} = 0,54.$$

Коэффициент унификации незначительно меньше положенного значения по причине того что конструкция изделия является новой и не подвергалась унификации.

### 1.1.5 Выбор заготовки и метода ее изготовления

Необходимо выбрать способ получения заготовки Труба ФЮРА 612322.401.1.04.10.301 из стали 20 ГОСТ 1050-88 в условиях мелкосерийного производства. На основании конструкции детали выбираем способ получения заготовки прокат горячекатаный.

#### 1.1.5.1 Прокат горячекатаный обычной точности

Материал – сталь 20 ГОСТ 1050-88;

Масса детали – 206,92 кг.

Производим сравнение вариантов выбора заготовки на основе экономического расчета по формуле технологической себестоимости (9), исходя из точности получения заготовок.

$$S_T^I = \frac{m_{дет}}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + C_c \cdot (1 - K_{им})], \quad (9)$$

где  $K_{им}$  - проектный коэффициент использования материала заготовки;

$C_{заг} = 29,0$  руб - стоимость 1 кг проката стали 20, руб;

$C_c = 3,0$  руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

Заготовка, получаемая из горячекатаной трубы обычной точности изготовления

Заготовку получаем резкой трубы длиной 12500 мм на ленточной пиле.

Определяем припуски на заготовку:

- на длину 1040 мм припуск и допуск  $2 \cdot 16 \pm 4$  мм

Определяем размеры заготовки:

- длина  $1040 + 32 = 1072$ , принимаем  $1072 \pm 4$  мм

Объём заготовки определяем по формуле (10).

$$V_3 = \frac{1}{4} \pi \cdot H \cdot (D_2^2 - D_1^2), \quad (10)$$

$$V_3 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 1072 \cdot (426^2 - 386^2) = 336608 \text{ см}^2.$$

Масса заготовки определяется по формуле (11).

$$m_3 = \rho \cdot V_3, \quad (11)$$

$$m_3 = 7,85 \cdot 336608 = 264,24 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала:

$$k_{им} = \frac{206,92}{264,24} = 0,78.$$

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_T' = \frac{206,92}{0,78} \cdot [29,0 + 3,0 \cdot (1 - 0,78)] = 7868,26 \text{ руб.}$$

Необходимо выбрать способ получения заготовки Вал ФЮРА 612322.401.1.04.10.302 из стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71 в условиях мелкосерийного производства. На основании конструкции детали выбираем способ получения заготовки прокат горячекатаный.

#### 1.1.5.2 Прокат горячекатаный обычной точности

Материал – сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71;

Масса детали – 57 кг.

Производим сравнение вариантов выбора заготовки на основе экономического расчета по формуле технологической себестоимости, исходя из точности получения заготовок по формуле (9).

Заготовку получаем из горячекатаного круглого проката обычной точности изготовления путем резки проката длиной 12500 мм с помощью приводных ножовок.

Определяем припуски на заготовку:

- на длину 316 мм припуск и допуск  $2 \cdot 12 \pm 3$  мм.
- на диаметр  $\varnothing 250$  мм припуск и допуск  $2 \cdot 12 \pm 3$  мм.

Определяем размеры заготовки:

- длина  $316 + 24 = 340$ , принимаем  $340 \pm 3$  мм.
- диаметр  $\varnothing 250 + 24 = 274$ , принимаем  $274 \pm 3$  мм.

Объём заготовки определяем по формуле (12).

$$V_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot H, \quad (12)$$

$$V_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 274^2 \cdot 340 = 20037784,4 \text{ см}^2.$$

Масса заготовки определяется по формуле (14).

$$m_3 = \rho \cdot V_3, \quad (14)$$

$$m_3 = 7,85 \cdot 20037784,4 = 157,29 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{57}{157,29} = 0,36$$

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_T^I = \frac{57}{0,36} \cdot [29,0 + 3,0 \cdot (1 - 0,36)] = 4895,66 \text{ руб.}$$

Необходимо выбрать способ получения заготовки Фланец ФЮРА.612.322.401.1.04.10.303 из стали 09Г2С ГОСТ 19281-89 в условиях мелкосерийного производства. На основании конструкции детали выбираем способ получения заготовки прокат горячекатаный.

#### 1.1.5.3 Прокат листовой горячекатаный обычной точности

Материал – сталь 09Г2С ГОСТ 19281-89;

Масса детали – 13,35 кг.

Производим сравнение вариантов выбора заготовки на основе экономического расчета по формуле технологической себестоимости, исходя из точности получения заготовок по формуле (9).

Заготовку получаем из листового горячекатаного проката, обычной точности прокатки.

Определяем припуски на заготовку:

- на внешний диаметр  $\varnothing 401$  мм припуск и допуск  $2 \cdot 5 \pm 2$  мм.
- на внутренний диаметр  $\varnothing 208$  мм припуск и допуск  $2 \cdot 5 \pm 2$  мм.

Определяем размеры заготовки:

- диаметр внешний  $\varnothing 401 + 10 = 411$ , принимаем  $411 \pm 2$  мм.
- диаметр внутренний  $\varnothing 208 - 10 = 198$ , принимаем  $198 \pm 2$  мм.

Объём заготовки определяем по формуле (15).

$$V_3 = \frac{1}{4} \pi \cdot H \cdot (D_2^2 - D_1^2), \quad (15)$$

$$V_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 20 \cdot (411^2 - 198^2) = 712293,3 \text{ см}^2$$

Масса заготовки определяется по формуле:

$$m_3 = \rho \cdot V_3, \quad (16)$$

$$m_3 = 7,85 \cdot 712293,3 = 55,9 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{13,35}{55,9} = 0,24$$

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_T^I = \frac{13,35}{0,24} \cdot [29,0 + 3,0 \cdot (1 - 0,24)] = 1739,95 \text{ руб.}$$

Необходимо выбрать способ получения заготовки Фланец ФЮРА.612.322.401.1.04.10.304 из стали 09Г2С ГОСТ 19281-89 в условиях мелкосерийного производства. На основании конструкции детали выбираем способ получения заготовки прокат горячекатаный.

1.1.5.4 Прокат листовой горячекатаный обычной точности  
Материал – сталь 09Г2С ГОСТ 19281-89;

Масса детали – 8,88 кг.

Производим сравнение вариантов выбора заготовки на основе экономического расчета по формуле технологической себестоимости, исходя из точности получения заготовок по формуле (9).

Заготовку получаем из листового горячекатаного проката, обычной точности прокатки.

Определяем припуски на заготовку:

- на внешний диаметр  $\varnothing 460$  мм припуск и допуск  $2 \cdot 6 \pm 2$  мм.
- на внутренний диаметр  $\varnothing 390$  мм припуск и допуск  $2 \cdot 6 \pm 2$  мм.

Определяем размеры заготовки:

- диаметр внешний  $\varnothing 460 + 12 = 472$ , принимаем  $472 \pm 2$  мм.
- диаметр внутренний  $\varnothing 390 - 12 = 378$ , принимаем  $378 \pm 2$  мм.

Объём заготовки определяем по формуле:

$$V_3 = \frac{1}{4} \pi \cdot H \cdot (D_2^2 - D_1^2), \quad (19)$$

$$V_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 25 \cdot (472^2 - 378^2) = 173406,5 \text{ см}^2$$

Масса заготовки определяется по формуле:

$$m_3 = \rho \cdot V_3, \quad (20)$$

$$m_3 = 7,85 \cdot 173406,5 = 13,6 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала:

$$k_{\text{им}} = \frac{8,88}{13,6} = 0,65$$

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_T^I = \frac{8,88}{0,65} \cdot [29,0 + 3,0 \cdot (1 - 0,65)] = 410,53 \text{ руб.}$$

Необходимо выбрать способ получения заготовки Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.305 из стали 20 ГОСТ 1050-88 в условиях мелкосерийного производства. На основании конструкции детали выбираем способ получения заготовки прокат горячекатаный.

1.1.5.5 Прокат горячекатаный обычной точности  
Материал – сталь 20 ГОСТ 1050-88;

Масса детали – 9,33 кг.

Производим сравнение вариантов выбора заготовки на основе экономического расчета по формуле технологической себестоимости, исходя из точности получения заготовок по формуле (9).

Заготовка, получаемая из горячекатаной трубы обычной точности изготовления

Заготовку получаем резкой трубы длиной 12500 мм на ленточной пиле.

Определяем припуски на заготовку [1]:

- на длину 80 мм припуск и допуск  $2 \cdot 5 \pm 2$  мм.
- на внутренний диаметр  $\varnothing 402$  мм припуск и допуск  $2 \cdot 6 \pm 2$  мм.

Определяем размеры заготовки:

- длина  $80+10=90$ , принимаем  $90 \pm 2$  мм.
- диаметр внутренний  $\varnothing 402-12=390$ , принимаем  $390 \pm 2$  мм.

Объём заготовки определяем по формуле:

$$V_3 = \frac{1}{4} \pi \cdot H \cdot (D_2^2 - D_1^2), \quad (21)$$

$$V_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 90 \cdot (426^2 - 390^2) = 91562,4 \text{ см}^2$$

Масса заготовки определяется по формуле:

$$m_3 = \rho \cdot V_3, \quad (22)$$

$$m_3 = 7,85 \cdot 91562,4 = 11,2 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала:

$$k_{\text{им}} = \frac{9,33}{11,2} = 0,83$$

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_T^I = \frac{9,33}{0,83} \cdot [29,0 + 3,0 \cdot (1 - 0,83)] = 331,72 \text{ руб.}$$

#### 1.1.6 Составление технологического маршрута обработки

Новый технологический процесс обработки Труба  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.301 приведён в таблице 17.

Таблица 17

№ опер.	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования и приспособлений	Наименование и характеристика инструментов
1	2	3	4
005	Горизонтально-расточная. 1. Установить заготовку в приспособление, закрепить 2. Подрезать торец, выдерживая размер $1050 \pm 1$ мм 3. Переустановить и закрепить заготовку 4. Подрезать торец, выдерживая размер $1040 \pm 1$ мм	Горизонтально-расточной станок ИС2А636Ф4 Горизонтально-расточное приспособление ФЮРА.А11100.101	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец WTJNR 85 4D Штангенциркуль ШЦ-III-500-1600-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4
	5. Расточить отверстие $\varnothing 402^{+1}$ на длину $20^{+1}$ мм 6. Притупить острые кромки		2020К12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89
010	Контроль. 1. Проверить размеры детали согласно т/п и чертежу	Плита АДК 7856.4011	Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89

Новый технологический процесс обработки Вал ФЮРА.612322.401.1.04.10.302 приведён в таблице 18.

Таблица 18

№ опер.	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования и приспособлений	Наименование и характеристика инструментов
1	2	3	4
005	Токарная. 1. Установить и закрепить заготовку 2. Подрезать торец, выдерживая размеры $320 \pm 0,5$ мм 3. Рассверлить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 48^{+0,5}$ на глубину $175 \pm 1$ мм 4. Расточить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 140^{+0,5}$ на глубину $175 \pm 1$ мм 5. Притупить острые кромки	Универсальный токарно-винторезный станок 1М63	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 1888-73 Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020К12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2140-0060 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2136-0501 ГОСТ 18875-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4
			Сверло 2301-3269 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-3336 ГОСТ12121-77 Сверло 2301-4417 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-4437 ГОСТ 12121-77 Резец 2141-0511 ГОСТ 18873-73
010	Токарная. 1. Установить и закрепить заготовку 2. Подрезать торец, выдерживая размеры $316 \pm 0,5$ мм 3. Рассверлить сквозное отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 48^{+0,5}$ 4. Расточить сквозное отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 140^{+0,5}$ 5. Точить наружную поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 250_{-0,5}$ на проход 6. Точить фаску в отверстии, выдерживая размеры $15 \times 45^\circ$ 7. Точить наружную поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 207_{-0,5}$ на длине $20^{+0,5}$ мм 8. Точить наружную поверхность $\varnothing 220_{h14}$ соблюдая размер $75_{-0,5}$ 9. Притупить острые кромки	Токарный станок с ЧПУ СТП-220АП	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Резец 2112-0004 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-Ш-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2140-0060 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-И-150-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2136-0501 ГОСТ 18875-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88 Штангенциркуль ШЦ-И-300-0,1 ГОСТ 166-89 Сверло 2301-3269 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-3336 ГОСТ12121-77 Сверло 2301-4417 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-4437 ГОСТ 12121-77 Резец 2141-0511 ГОСТ 18873-73
015	Слесарная. 1. Притупить острые кромки	Верстак	Очки защитные открытые 02-76-У

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4
			ГОСТ 12.4.013-85 Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ
020	Контрольная. 1. Проверить размеры согласно т/п и чертежу	Плита АДК 7856.4011	Призма 7033-0040 (2) Микрометр МК 400- 1 ГОСТ 6507-90 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89

Новый технологический процесс обработки Фланец  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.303 приведён в таблице 19.

Таблица 19

№ опер.	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования и приспособлений	Наименование и характеристика инструментов
1	2	3	4
005	Токарная. 1. Установить заготовку, закрепить 2. Точить отверстие диаметром $\varnothing 208 \pm 1$ на проход 3. В отверстии точить фаску $40^\circ \pm 2^\circ$ на длине $15 \pm 1$ мм 4. Притупить острые кромки	Универсальный токарно- винторезный станок 1М63	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNR 4032R19

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4
			ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦК-I-300-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2140-0075 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2102-0509 ГОСТ 18868-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88
010	Токарная. 1. Установить и закрепить заготовку 2. Точить поверхность диаметром $\varnothing 401 \pm 1$ 3. На внешней цилиндрической поверхности точить фаску $40^\circ \pm 2^\circ$ на длине $12 \pm 1$ 4. Притупить острые кромки	Универсальный токарно-винторезный станок 1М63	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2102-0033 ГОСТ 18877-73 Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2112-0071 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNR 4032R19 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦК-I-300-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2102-0509 ГОСТ 18868-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88
015	Слесарная. 1. Притупить острые кромки	Верстак	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Напильник плоск. туп. 2820-0001 ГОСТ 1465-80

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4
			Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ
020	Контрольная. 1. Проверить размеры детали согласно т/п и чертежу	Плита АДК 7856.4011	Нутромер НИ 160-250-2 ГОСТ 166-89

Новый технологический процесс обработки Фланец ФЮРА.612322.401.1.04.10.304 приведён в таблице 20.

Таблица 20

№ опер.	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования и приспособлений	Наименование и характеристика инструментов
1	2	3	4
005	Токарная. 1. Установить заготовку, закрепить 2. Точить наружную поверхность $\varnothing 460 \pm 1$ на проход 3. Притупить острые кромки	Универсальный токарно-винторезный станок 1М63	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88 Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1 ГОСТ 166-89
010	Токарная. 1. Установить и закрепить заготовку 2. Точить фаску $45^\circ \pm 2^\circ$ на длине $8 \pm 1$ мм 3. Расточить сквозное отверстие $\varnothing 386 \pm 1$ 4. Притупить острые кромки	Универсальный токарно-винторезный станок 1М63	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
			ШЦ-Ш-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2136-0501 ГОСТ 18875-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88 Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-П-400-0,1 ГОСТ 166-89
015	Контрольная. 1. Проверить размеры детали согласно т/п и чертежу	Плита АДК 7856.4011	Штангенциркуль ШЦ-И-200-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-И-125-0,05 ГОСТ 166-89 Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88

Новый технологический процесс обработки Труба  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.305 приведён в таблице 21.

Таблица 21

№ опер.	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования и приспособлений	Наименование и характеристика инструментов
1	2	3	4
005	Токарная. 1. Установить заготовку в патрон станка и закрепить 2. Подрезать торец, выдерживая размер $85 \pm 1$ 3. Притупить острые кромки 4. Переустановить и закрепить заготовку 5. Подрезать торец, выдерживая размер $80 \pm 1$ 6. На внешней поверхности точить фаску $40^\circ \pm 2^\circ$ на длине $8 \pm 1$ 7. Расточить отверстие $\varnothing 402^{+1}$ на проход	Универсальный токарно-винторезный станок 1М63	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-Ш-500-1600-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-Ш-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2140-0057 ГОСТ 18882-73
010	Контрольная. 1. Проверить размеры детали согласно т/п и чертежу	Плита АДК 7856.4011	Нутромер НИ 160-250-2 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-И-200-0,1

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4
			ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89

Новый технологический процесс обработки Барабан ФЮРА.612322.401.1.04.10.300 приведён в таблице 22.

Таблица 22

№ опер.	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования и приспособлений	Наименование и характеристика инструментов
1	2	3	4
005	<p>Сварка.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приварить к большой трубе вал, фланцы</li> <li>2. Установить вал ФЮРА.612322.401.1.04.10.302 большим диаметром кверху на стол сборочный. Установить фланец ФЮРА.612.322.401.1.04.10.303 на большую диаметральною сторону вала фаской на отверстии наружу, прихватить каждые 10-15 мм.</li> <li>3. Сварить детали</li> <li>4. Установить трубу ФЮРА.612322.401.1.04.10.301 на стол сборочный. Установить приваренный фланец с валом в трубу. Установить фланец ФЮРА.612322.401.1.04.10.304 в трубу.</li> <li>5. Обеспечить требуемые размеры и допуски согласно КД</li> <li>6. Прихватить установленные детали. Длина прихватки 10-15 мм, кол-во 8 шт. В диаметрально противоположных сторонах.</li> <li>7. Сварить детали входящие в сборочную единицу</li> <li>8. Зачистить сварные швы от брызг и окалины</li> <li>9. Контроль сварных швов на соответствие НТД (ВИК)</li> </ol>	<p>Св. полуавтомат ПДГ-508 УЗ Св. выпрямитель ПДГ-508 УЗ Стол сборочный ФЮРА.296379.0 10</p>	<p>Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ</p>
010	<p>Горизонтально-расточная.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить заготовку в приспособление, закрепить</li> <li>2. Точить торец в размер 1361* мм</li> <li>3. Сверлить 18 глухих отверстий, диаметром <math>\varnothing 13,9^{+0,4}</math> на глубину <math>33^{+2}</math></li> </ol>	<p>Горизонтально-расточной станок ИС2А636Ф4 Горизонтально-расточное</p>	<p>Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Фреза торцевая RA210-038С3-09М Адаптер С8-391.02-</p>

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4
	<p>4. Зенковать 18 фасок, выдерживая размеры 2,5x45°</p> <p>5. Нарезать в 18 отверстиях внутреннюю резьбу М16-7Н, на глубину 26<sup>+1</sup></p> <p>6. Фрезеровать отверстие в размер Ø390D10 мм</p> <p>7. Расточить сквозное отверстие Ø390F8 мм</p> <p>8. Фрезеровать фаску на диаметре Ø390F8 мм</p> <p>9. Переустановить заготовку</p> <p>10. Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 28P9; 91<sup>+0,5</sup> мм; на глубину 17<sup>+0,18</sup> мм</p> <p>11. Переустановить заготовку</p> <p>12. Сверлить 9 глухих отверстий, диаметром Ø22,5<sup>+0,1</sup> мм, на глубину 55<sup>+0,2</sup></p> <p>13. Зенковать 9 фасок, выдерживая размеры 2,5x45°</p> <p>14. Нарезать в 9 отверстиях внутреннюю резьбу М24, на глубину 50<sup>+1</sup></p> <p>15. Точить поверхность диаметром Ø220js10 в размер 139<sub>-0,3</sub> мм</p> <p>16. Точить поверхность диаметром Ø216h10 в размер 187<sub>-0,3</sub> мм</p> <p>17. Точить поверхность диаметром Ø214h10 в размер 291<sub>-0,5</sub> мм</p> <p>18. Притупить острые кромки</p>	<p>приспособление ФЮРА.А11100.1 01</p>	<p>32 135 Сверло с напаянной твердосплавной вершиной RA411.5- 4134D0.6406 K20 Переходник к сверлильному патрону С8-391.32- 16 117 Твердосплавная головка для обработки фасок А316-16СМ800- 06230G 1030 Зенковка 2553-0112 ГОСТ 14953-80 Метчик 2620-1617 ГОСТ 3266-81 Фреза твердосплавная концевая R215.Н4- 20050ЕАК13Р 1620 Цилиндрическая втулка с позиционированием ЕF-40-20 Резец WTJNR 85 4D Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1 ГОСТ 166-89 Твердосплавная концевая фреза S814НА25.0 Цилиндрическая втулка с позиционированием ЕF-40-25 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Сверло R411.5- 22034D22.00 P20 Переходник С8- 391.27-25 085 Зенковка 2353-0113 ГОСТ 14953-80 Метчик 2620-1741 ГОСТ 3266-81</p>

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4
			Калибр-скоба 8118-026-2 ГОСТ 2216-84
015	<p>Круглошлифовальная.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить заготовку в центра</li> <li>2. Шлифовать поверхность в размер Ø220к6 на длине 139<sub>.0,3</sub> мм</li> <li>3. Шлифовать поверхность в размер Ø216ф8 на длине 187<sub>.0,3</sub> мм</li> <li>4. Шлифовать поверхность в размер Ø214ф7 на длине 291<sub>.0,5</sub> мм</li> </ol>	<p>Круглошлифовальный станок с ЧПУ МК1380 Хомутик 7107-0044 ГОСТ 2578-70 Центр вращающийся грибовый Б-1-6-У с насад. 340-390 ГОСТ 8742-75</p>	<p>Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Круг 1 300x40x127 63А 25-П СМ К 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83 Калибр-скоба 8118-026-2 ГОСТ 2216-84</p>
020	<p>Контрольная.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверить биение диаметров Ø220к6; Ø216ф8; Ø214ф7 и торцевое биение</li> </ol>	<p>Плита АДК 7856.4011</p>	<p>Призма 7033-0040 (2) Индикатор ИЧ 25 кл.1 ГОСТ 577-68 Микрометр МК 400-1 ГОСТ 6507-90 Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88</p>
025	<p>Сварка.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приварить к большой трубе трубу меньшую и кулаки</li> <li>2. Установить трубу ФЮРА.612322.401.1.04.10.301 на стол сборочный. Установить трубу ФЮРА.612322.401.1.04.10.305 на трубу ФЮРА.612322.401.1.04.10.301</li> <li>3. Обеспечить требуемые размеры и допуски согласно КД</li> <li>4. Прихватить установленную деталь. Длина прихватки 10-15 мм, кол-во 8 шт. В диаметрально противоположных сторонах.</li> <li>10. Установить на сборочную единицу кулаки по разметке согласно КД</li> <li>11. Приварить детали входящие в сборочную единицу</li> <li>12. Зачистить сварные швы от брызг и окалины</li> <li>5. Контроль сварных швов на соответствие НТД (ВИК)</li> </ol>	<p>Св. полуавтомат ПДГ-508 УЗ Св. выпрямитель ПДГ-508 УЗ Стол сборочный ФЮРА.296379.0 10</p>	<p>Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ</p>

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4
030	Контрольная. 1. Проверить размеры согласно т/п и чертежу	Плита АДК 7856.4011	Призма 7033-0040 (2) Индикатор ИЧ 25 кл.1 ГОСТ 577-68 Микрометр МК 400-1 ГОСТ 6507-90 Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88 Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1 ГОСТ 166-89 Калибр-скоба 8118-026-2 ГОСТ 2216-84

1.1.7 Выбор технологических баз

Выбор баз для технологического процесса обработки Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.301.

Операция 005 Горизонтально-расточная

На рисунке 1 представлен эскиз базирования заготовки на 005 горизонтально-расточной операции. Заготовка базируется по цилиндрической поверхности и торцу в приспособлении на призмах, закрепляется системой зажимов.

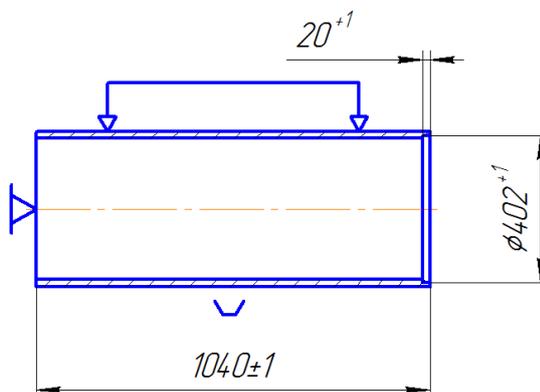


Рисунок 1. Эскиз базирования заготовки на 005 горизонтально-расточной операции.

Выбор баз для технологического процесса обработки Вал ФЮРА.612322.401.1.04.10.302.

### Операция 005 Токарная

На рисунке 2 представлен эскиз базирования заготовки на 005 токарной операции. Заготовка базируется по цилиндрической поверхности и торцу в трехкулачковом патроне.

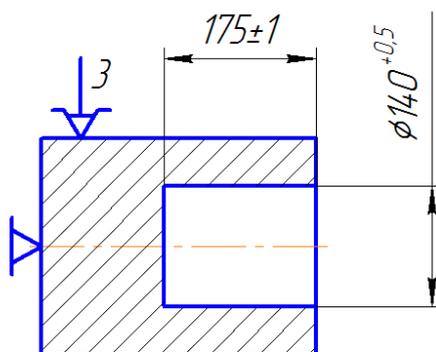


Рисунок 2. Эскиз базирования заготовки на 005 токарной операции.

### Операция 010 Токарная

На рисунке 3 представлен эскиз базирования заготовки на 010 токарной операции. Заготовка базируется по внутренней поверхности и торцу в трехкулачковом патроне

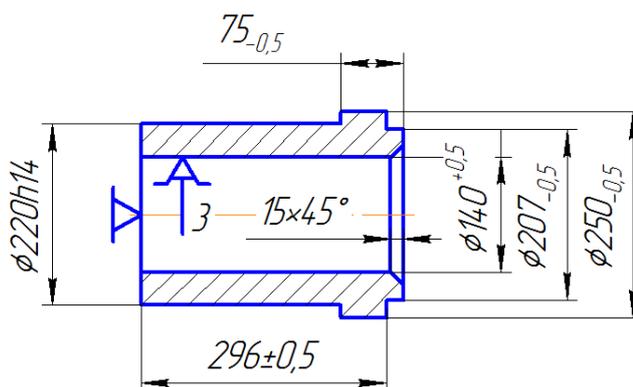


Рисунок 3. Эскиз базирования заготовки на 010 токарной операции.

Выбор баз для технологического процесса обработки Фланец ФЮРА.612322.401.1.04.10.303.

### Операция 005 Токарная

На рисунке 4 представлен эскиз базирования заготовки на 005 токарной операции. Заготовка базируется по цилиндрической поверхности и торцу в трехкулачковом патроне.

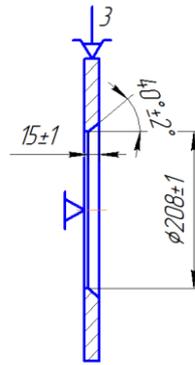


Рисунок 4. Эскиз базирования заготовки на 005 токарной операции.

#### Операция 010 Токарная

На рисунке 5 представлен эскиз базирования заготовки на 010 токарной операции. Заготовка базируется по внутренней поверхности и торцу в трехкулачковом патроне.

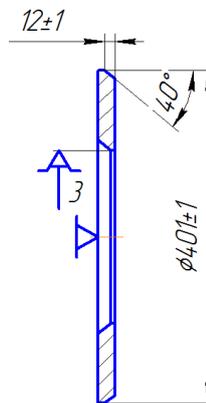


Рисунок 5. Эскиз базирования заготовки на 010 токарной операции.

Выбор баз для технологического процесса обработки Фланец ФЮРА.612322.401.1.04.10.304.

#### Операция 005 Токарная

На рисунке 6 представлен эскиз базирования заготовки на 005 токарной операции. Заготовка базируется по внутренней поверхности и торцу в трехкулачковом патроне.

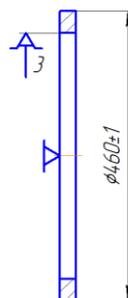


Рисунок 6. Эскиз базирования заготовки на 005 токарной операции.

### Операция 010 Токарная

На рисунке 7 представлен эскиз базирования заготовки на 010 токарной операции. Заготовка базируется по цилиндрической поверхности и торцу в трехкулачковом патроне.

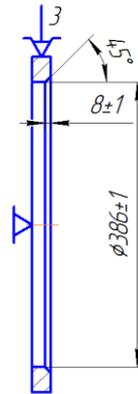


Рисунок 7. Эскиз базирования заготовки на 010 токарной операции.

Выбор баз для технологического процесса обработки Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.305.

### Операция 005 Токарная

На рисунке 8 представлен эскиз базирования заготовки на 005 токарной операции. Заготовка базируется по цилиндрической поверхности и торцу в трехкулачковом патроне.

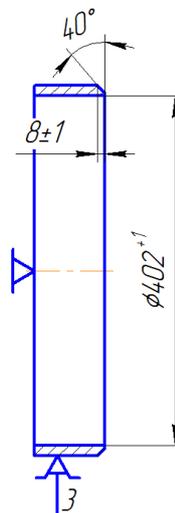


Рисунок 8. Эскиз базирования заготовки на 005 токарной операции.

Выбор баз для технологического процесса обработки Барабан ФЮРА.612322.401.1.04.10.300.

### Операция 010 Горизонтально-расточная

### Установ А

На рисунке 9 представлен эскиз базирования заготовки на 010 горизонтально-расточной операции. Заготовка базируется по цилиндрической поверхности в приспособлении на призмах, закрепляется системой зажимов.

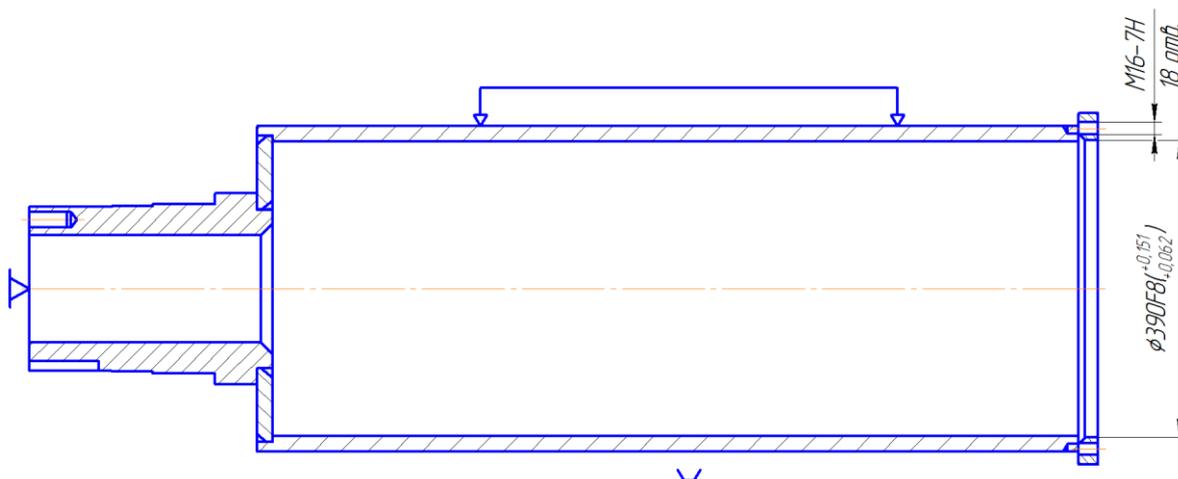


Рисунок 9. Эскиз базирования заготовки на 010 горизонтально-расточной операции.

### Установ Б

На рисунке 10 представлен эскиз базирования заготовки на 010 горизонтально-расточной операции. Заготовка базируется по цилиндрической поверхности в приспособлении на призмах, приспособление поворачивается на угол  $90^\circ$ .

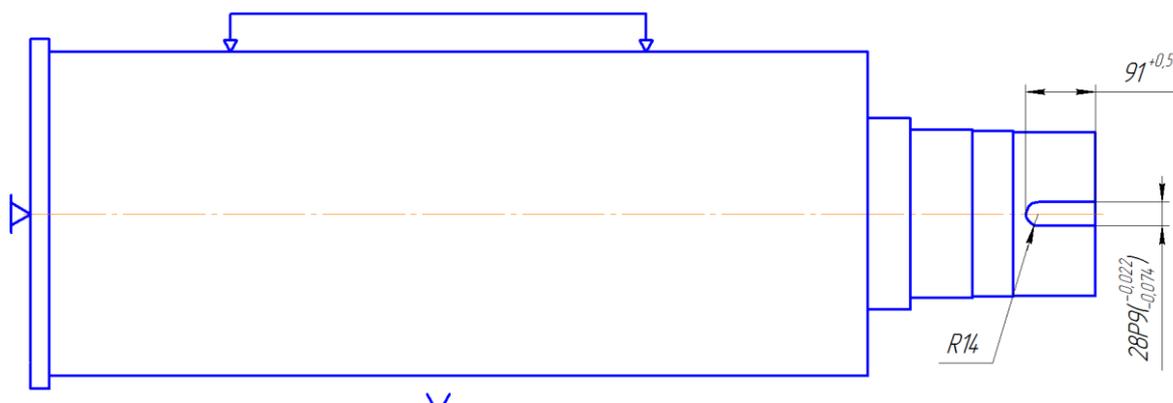


Рисунок 10. Эскиз базирования заготовки на 010 горизонтально-расточной операции.

### Установ В

На рисунке 11 представлен эскиз базирования заготовки на 010 горизонтально-расточной операции. Заготовка базируется по цилиндрической поверхности в приспособлении на призмах.

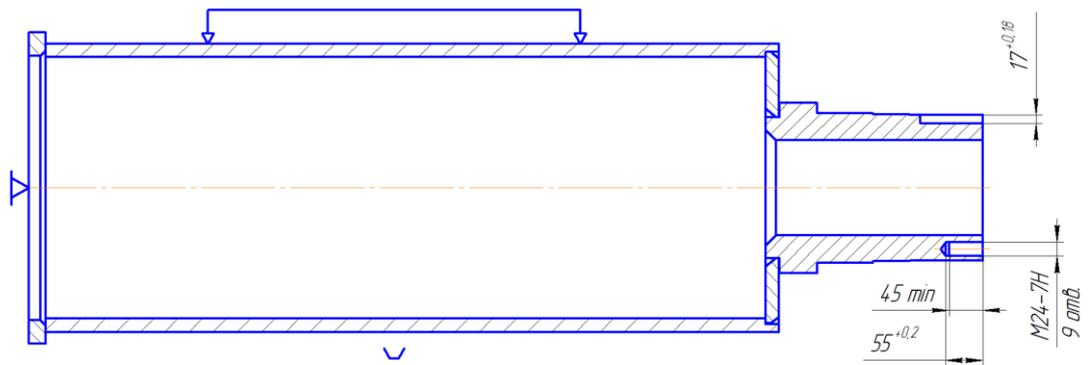


Рисунок 11. Эскиз базирования заготовки на 010 горизонтально-расточной операции.

### Операция 015 Круглошлифовальная

На рисунке 12 представлен эскиз базирования заготовки на 010 круглошлифовальной операции. Заготовка базируется по коническим поверхностям в центрах, выверяется.

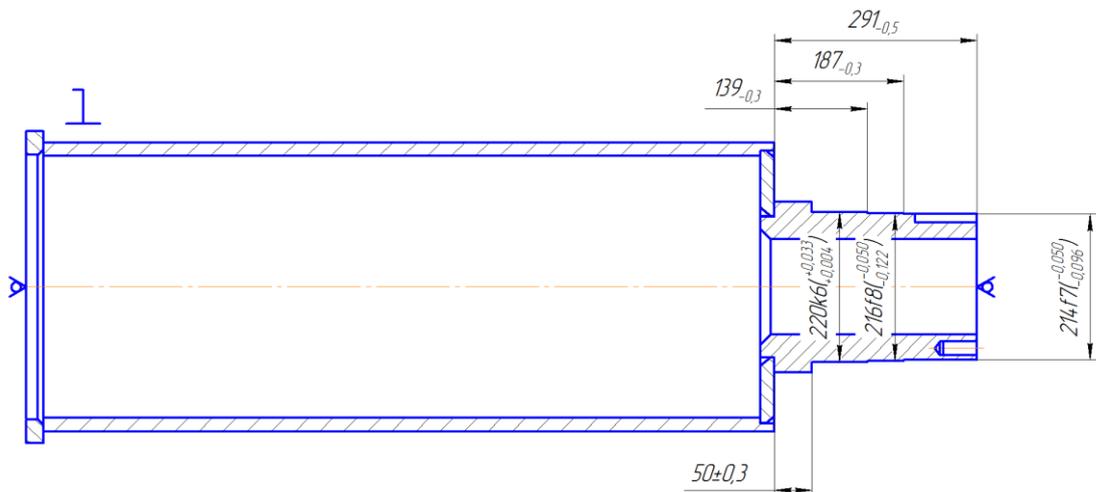


Рисунок 12. Эскиз базирования заготовки на 015 круглошлифовальной операции.

### 1.1.8 Выбор средств технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения представлен в таблицах 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32.

Таблица 23 Технические характеристики универсального токарно-винторезного станка 1М63

Основные параметры станка	
Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой, мм:	
над станиной/ над суппортом	700 / 350
Наибольший диаметр заготовки, обрабатываемой, мм:	
над станиной/ над суппортом	630 / 350
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	3 000
Наибольший вес устанавливаемой заготовки, кг	3 500

Продолжение таблицы 23

Высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм	32
Размер конца шпинделя передней бабки по DIN	11M
Внутренний конус в шпинделе бабки шпиндельной (метрический)	115
Количество ступеней частот вращения шпинделя	22
Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм	105
Пределы частот вращения шпинделя, оборотов/минуту	10-1250
Пределы рабочих подач: продольных/ поперечных/ резцовых салазок, мм/оборот	0,033-5,6 / 0,013-2,064 / 0,010-1,76
Пределы шагов нарезаемой резьбы: метрической, мм/ дюймовой, ниток/дюйм/ модульной, модуль/ питчевой, питч диаметр	1-224 / 28-0,25 / 0,25-56 / 112-0,5
Ускоренное перемещение суппорта: продольное/ поперечное, мм/минуту:	5 200 / 2000
Наибольшее усилие резания, кН	20
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кНм	3
Мощность главного привода, кВт	15
Габаритные размеры, мм:	5240 x 1780 x 1550
Масса, кг	5 750

Таблица 24 Технические характеристики горизонтально-расточного станка ИС2А636Ф4

№	Параметр	Ед.	Значение
Основные параметры			
1	Диаметр выдвижного шпинделя	мм	125
2	Длина (диаметр) рабочей поверхности стола, палеты	мм	1800
3	Ширина рабочей поверхности стола, палеты	мм	1600
4	Максимальная допустимая масса заготовки	кг	12000
5	Количество управляемых координат	шт	4
Шпиндель			
6	Мощность двигателя шпинделя	кВт	28
7	Максимальная частота вращения	об/мин	1250
8	Крутящий момент (момент силы)	Нм	3500
9	Наибольшее перемещение шпинделя ( W )	мм	1000
Ось X			
10	Наибольшее перемещение по оси X	мм	2000
11	Наибольшая скорость подачи резания ( X )	м/мин	2
12	Скорость быстрых перемещений ( X )	м/мин	5
13	Дискретность задания ( X )	мм	-
14	Точность позиционирования ( X )	мм	-
Ось Y			
15	Наибольшее перемещение по оси Y	мм	1600
16	Наибольшая скорость подачи резания ( Y )	м/мин	2
17	Скорость быстрых перемещений ( Y )	м/мин	5
18	Дискретность задания ( Y )	мм	-
19	Точность позиционирования ( Y )	мм	-
Ось Z			
20	Наибольшее перемещение по оси Z	мм	1600
21	Наибольшая скорость подачи резания ( Z )	м/мин	2
22	Скорость быстрых перемещений ( Z )	м/мин	5

Продолжение таблицы 24

23	Дискретность задания ( Z )	мм	-
24	Точность позиционирования ( Z )	мм	-
Ось А			
25	Наибольшее перемещение по оси А	град	-
26	Дискретность задания ( А )	град	-
Ось В			
27	Наибольшее перемещение по оси В	град	360
28	Дискретность задания ( В )	град	-
Ось С			
29	Наибольшее перемещение по оси С	град	-
30	Дискретность задания ( С )	град	-
Инструментальный магазин			
31	Емкость инструментального магазина	шт	-
32	Максимальная длина инструмента	мм	-
33	Максимальный вес инструмента	кг	-
Габариты и вес станка			
34	Длина	мм	8700
35	Ширина	мм	5600
36	Высота	мм	5100
37	Вес станка	кг	36850

Таблица 25 Технические характеристики круглошлифовального станка 3М175

Наименование параметра	3М175
Основные параметры	
Класс точности по ГОСТ 8-82	П
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	400
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	2800
Наибольший диаметр шлифования в люнете/ без люнета, мм	120/ 400
Наименьший диаметр шлифования при изношенном круге, мм	130
Расстояние от оси шпинделя передней бабки до зеркала стола (высота центров), мм	210
Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг	1000
Конус шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки по ГОСТ 2847-67	Морзе 5
Конец шлифовального шпинделя по ГОСТ 2323-67 (конусность 1:5, номинальный диаметр), мм	
Диаметр передней опорной шейки шлифовального шпинделя, мм	110f7
Рабочий стол станка	
Наибольшая длина перемещения стола, мм	2800
Ручное перемещения стола за один оборот маховика, мм	2
Скорость перемещения стола от гидросистемы, м/мин	0,05..5,0
Наибольший угол поворота верхнего стола по часовой стрелке, град	2
Наибольший угол поворота верхнего стола против часовой стрелки, град	4
Цена деления шкалы поворота верхнего стола (конусность), град	0,2
Шлифовальная бабка	
Диаметр шлифовального круга - наибольший/ наименьший/ посадочный, мм	750/ 500/ 305

Продолжение таблицы 25

Диаметр шлифуемого изделия при диаметре круга 500мм, мм	130..400
Диаметр шлифуемого изделия при диаметре круга 600мм, мм	30..400
Диаметр шлифуемого изделия при диаметре круга 700мм, мм	20..400
Диаметр шлифуемого изделия при диаметре круга 750мм, мм	0..400
Наибольшая высота устанавливаемого круга, мм	80, 100
Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, об/мин	1270
Скорость резания шлифовального круга, м/с	35, 50
Механизм поперечных подач	
Наибольшее перемещение шлифовальной бабки по винту, мм	365
Величина быстрого подвода шлифовальной бабки, мм	100
Время быстрого подвода шлифовальной бабки, с	3
Периодическая подача шлифовальной бабки при реверсе стола (бесступенчатое регулирование), мм	0,0025..0,05
Пределы скоростей врезных подач, мм/мин	0,1..4
Толчковая подача, мм	0,001
Цена деления лимба поперечного перемещения шлифовальной бабки, мм	0,005
Величина поперечного перемещения шлифовальной бабки за один оборот маховика, мм	0,5
Передняя бабка	
Частота вращения изделия (бесступенчатое регулирование), об/мин	20..180
Конус центра по ГОСТ 13214-67	Морзе 6
Задняя бабка	
Величина отвода пиноли задней бабки, мм	70
Конус центра по ГОСТ 13214-67	Морзе 6
Привод и электрооборудование станка	
Количество электродвигателей на станке	8
Электродвигатель шпинделя шлифовальной бабки, кВт	17
Электродвигатель привода изделия, кВт	1,5
Электродвигатель насоса гидросистемы, кВт	2,2
Электродвигатель насоса системы смазки подшипников шпинделя, кВт	0,27
Электродвигатель насоса системы смазки направляющих стола, кВт	0,08
Электродвигатель насоса системы охлаждения, кВт	0,15
Электродвигатель привода пиноли задней бабки, кВт	0,18
Электродвигатель магнитного сепаратора, кВт	0,12
Общая мощность электродвигателей, кВт	21,5
Габаритные размеры и масса станка	
Габаритные размеры станка (длина x ширина x высота), мм	8220x2620x1850
Масса станка с электрооборудованием и охлаждением, кг	14700

Таблица 26 Технические характеристики сварочного полуавтомата ПДГ-508 УЗ

Основные параметры	ПДГ-508
Номинальное напряжение, питающей сети, 50Гц/В	380
Номинальный сварочный ток: при ПВ=60% и цикле сварки 5 мин, А	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	100-500
Расход защитного газа, л/ч	480-1280
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2-2,0

Продолжение таблицы 26

Пределы регулирования скорости подачи электродной проволоки м/ч	120-1200
Регулирование скорости подачи электродной проволоки м/ч	ступенчатое
Габаритные размеры подающего устройства, мм	445x316x370
Масса подающего устройства, кг	23

Таблица 27 Технологическая оснастка для обработки Труба  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.301

Операция	Наименование операции	Инструмент, оснастка, мерительный инструмент, приспособление, режущие пластинки
005	Горизонтально-расточная.	Люнет 6046-0013 ГОСТ 21190-75 Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец WTJNR 85 4D Штангенциркуль ШЦ-III-500-1600-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89
010	Контроль.	Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89

Таблица 28 Технологическая оснастка для обработки Вал  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.302

Операция	Наименование операции	Инструмент, оснастка, мерительный инструмент, приспособление, режущие пластинки
005	Токарная.	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 1888-73 Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2140-0060 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2136-0501 ГОСТ 18875-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89 Сверло 2301-3269 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-3336 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-4417 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-4437 ГОСТ 12121-77 Резец 2141-0511 ГОСТ 18873-73
010	Токарная.	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Резец 2112-0004 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2140-0060 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2136-0501 ГОСТ 18875-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88 Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89 Сверло 2301-3269 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-3336 ГОСТ 12121-77

Продолжение таблицы 28

		Сверло 2301-4417 ГОСТ 12121-77 Сверло 2301-4437 ГОСТ 12121-77 Резец 2141-0511 ГОСТ 18873-73
015	Слесарная.	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ
020	Контрольная.	Призма 7033-0040 (2) Микрометр МК 400-1 ГОСТ 6507-90 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89

Таблица 29 Технологическая оснастка для обработки Фланец  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.303

Операция	Наименование операции	Инструмент, оснастка, мерительный инструмент, приспособление, режущие пластинки
005	Токарная.	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNR 4032R19 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦК-I-300-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2140-0075 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2102-0509 ГОСТ 18868-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88
010	Токарная.	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2102-0033 ГОСТ 18877-73 Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2112-0071 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNR 4032R19 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦК-I-300-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2102-0509 ГОСТ 18868-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88
015	Слесарная.	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Напильник плоск. туп. 2820-0001 ГОСТ 1465-80 Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ
020	Контрольная.	Нутромер НИ 160-250-2 ГОСТ 166-89

Таблица 30 Технологическая оснастка для обработки Фланец  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.304

Операция	Наименование операции	Инструмент, оснастка, мерительный инструмент, приспособление, режущие пластинки
005	Токарная.	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85

Продолжение таблицы 30

		Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88 Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1 ГОСТ 166-89
010	Токарная.	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2136-0501 ГОСТ 18875-73 Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88 Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73 Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1 ГОСТ 166-89
015	Контрольная.	Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89 Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88

Таблица 31 Технологическая оснастка для обработки Труба  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.305

Операция	Наименование операции	Инструмент, оснастка, мерительный инструмент, приспособление, режущие пластинки
005	Токарная.	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-III-500-1600-0,1 ГОСТ 166-89 Резец PCLNL 2020K12 ТУ 2-035-892-82 Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89 Резец 2140-0057 ГОСТ 18882-73
010	Контрольная.	Нутромер НИ 160-250-2 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89

Таблица 32 Технологическая оснастка для обработки Барабан  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.300

Операция	Наименование операции	Инструмент, оснастка, мерительный инструмент, приспособление, режущие пластинки
005	Сварка.	Св. полуавтомат ПДГ-508 УЗ Св. выпрямитель ПДГ-508 УЗ Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ
010	Горизонтальн о-расточная.	Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85 Фреза торцевая RA210-038C3-09M Адаптер С8-391.02-32 135 Сверло с напаянной твердосплавной вершиной RA411.5-4134D0.6406 K20 Переходник к сверлильному патрону С8-391.32-16 117 Твердосплавная головка для обработки фасок А316- 16СМ800-06230G 1030 Зенковка 2553-0112 ГОСТ 14953-80 Метчик 2620-1617 ГОСТ 3266-81

Продолжение таблицы 32

		<p>Фреза твердосплавная концевая R215.H4-20050EAK13P 1620</p> <p>Цилиндрическая втулка с позиционированием EF-40-20</p> <p>Резец WTJNR 85 4D</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1 ГОСТ 166-89</p> <p>Твердосплавная концевая фреза S814HA25.0</p> <p>Цилиндрическая втулка с позиционированием EF-40-25</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89</p> <p>Сверло R411.5-22034D22.00 P20</p> <p>Переходник C8-391.27-25 085</p> <p>Зенковка 2353-0113 ГОСТ 14953-80</p> <p>Метчик 2620-1741 ГОСТ 3266-81</p> <p>Калибр-скоба 8118-026-2 ГОСТ 2216-84</p>
015	Круглошлифовальная.	<p>Очки защитные открытые 02-76-У ГОСТ 12.4.013-85</p> <p>Круг 1 300x40x127 63А 25-П СМ К 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83</p> <p>Калибр-скоба 8118-026-2 ГОСТ 2216-84</p>
020	Контрольная.	<p>Призма 7033-0040 (2)</p> <p>Индикатор ИЧ 25 кл.1 ГОСТ 577-68</p> <p>Микрометр МК 400-1 ГОСТ 6507-90</p> <p>Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88</p>
025	Сварка.	<p>Св. полуавтомат ПДГ-508 УЗ</p> <p>Св. выпрямитель ПДГ-508 УЗ</p> <p>Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ</p> <p>Стол сборочный ФЮРА.296379.010</p>
030	Контрольная.	<p>Призма 7033-0040 (2)</p> <p>Индикатор ИЧ 25 кл.1 ГОСТ 577-68</p> <p>Микрометр МК 400-1 ГОСТ 6507-90</p> <p>Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-II-400-0,1 ГОСТ 166-89</p> <p>Калибр-скоба 8118-026-2 ГОСТ 2216-84</p>

### 1.1.9 Расчет припусков на механическую обработку

По заданию необходимо рассчитать припуск аналитическим методом для двух наиболее точных поверхностей.

Расчет припусков на механическую обработку для поверхности вала диаметром  $\varnothing 220\text{к6}$  и фланца с отверстием диаметром  $\varnothing 390\text{F8}$ .

Расчет припусков на механическую обработку поверхности вала диаметром  $\varnothing 220\text{к6}$ .

Последовательность обработки поверхности вала диаметром  $220\text{к6}$  состоит из точения черного, чистового и шлифования черного, чистового и тонкого.

Определяем  $R_z$ ,  $h$ , результаты заносим в таблицу (33).

Таблица 33

		Rz 300	h=400
Черновое точение	12кв. $\begin{pmatrix} +0,230 \\ -0,230 \end{pmatrix}$	Rz 120	h=120
Чистовое точение	10кв. $\begin{pmatrix} +0,092 \\ -0,092 \end{pmatrix}$	Rz 30	h=30
Шлифование предварительное	8кв. $\begin{pmatrix} +0,036 \\ -0,036 \end{pmatrix}$	Rz 10	h=20
Шлифование окончательное	6кв. $\begin{pmatrix} +0,033 \\ +0,004 \end{pmatrix}$	Rz 5	h=15

$R_z$  – шероховатость поверхности, мкм;

$h$  – глубина дефектного поверхностного слоя, мкм.

Определяем  $\varepsilon$ ,  $\Delta_\Sigma$ :

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки определяется по формуле (23).

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{(\Delta_{\Sigma_{кор}})^2 + (\Delta_{\Sigma_{ц}})^2}, \quad (23)$$

где  $\Delta_{\Sigma_{кор}}$  - погрешность по короблению рассчитывается по формуле (24).

$$\Delta_{\Sigma_{кор}} = \Delta_k \cdot l, \quad (24)$$

где  $\Delta_k=0,7$ ;  $l=241$ мм.

$$\Delta_{\Sigma_{кор}} = 0,7 \cdot 241 = 169 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma_{ц}} = 0,25 \cdot \sqrt{\delta^2 + 1}, \quad (25)$$

где  $\delta$  - допуск на диаметральный размер базовой поверхности заготовки, используемой при зацентровке.

$$\Delta_{\Sigma_{ц}} = 0,25 \cdot \sqrt{460^2 + 1} = 115 \text{ мкм}$$

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{169^2 + 600^2} = 623 \text{ мкм}$$

Для последующих переходов полученное значение  $\Delta_\Sigma$  помножить на коэффициент уточнения:

$$\Delta_{\Sigma_i} = k_y \cdot \Delta_{\Sigma_{i-1}} \quad (26)$$

Для точения черногого:

$$K_y = 0,06, \text{ тогда } \Delta_\Sigma = 0,06 \cdot 623 = 37 \text{ мкм.}$$

Для точения чистового:

$$K_y = 0,04, \text{ тогда } \Delta_\Sigma = 0,04 \cdot 37 = 1,48 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки при черновой обработке:

Определение  $2Z_{\min}$  :

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 110^2} = 110 \text{ мкм.}$$

Для черного точения:

$$2Z_{\min} = 2 \left[ (300 + 400) + \sqrt{623^2 + 110^2} \right] = 2664 \text{ мкм}$$

Для чистового точения:

$$2Z_{\min} = 2 \left[ (120 + 120) + \sqrt{37^2 + 0^2} \right] = 554 \text{ мкм}$$

Для шлифования предварительного:

$$2Z_{\min} = 2 \left[ (30 + 30) + \sqrt{1,48^2 + 0^2} \right] = 123 \text{ мкм}$$

Для шлифования окончательного:

$$2Z_{\min} = 2 \left[ (5 + 15) + \sqrt{0^2 + 0^2} \right] = 40 \text{ мкм}$$

За расчетный размер принимаем максимальный предельный размер обрабатываемой поверхности:  $220 + 0,033 = 220,033 \text{ мм}$ .

Определение наибольших предельных размеров для каждого перехода:

Для шлифования окончательного:

$$D_{\max} = 220,033 \text{ мм.}$$

Для шлифования предварительного:

$$D_{\max} = 220,033 + 0,040 = 220,073 \text{ мм.}$$

Для точения чистового:

$$D_{\max} = 220,073 + 0,123 = 220,196 \text{ мм.}$$

Для точения черного:

$$D_{\max} = 220,196 + 0,554 = 220,750 \text{ мм.}$$

Для заготовки:

$$D_{\max} = 220,750 + 2,664 = 223,414 \text{ мм.}$$

Округляем принятые размеры до знака допуска:

$$D_{\max} = 220,033 \text{ (допуск } T = 29 \text{ мкм);}$$

$$D_{\max} = 220,073 \text{ (допуск } T = 72 \text{ мкм);}$$

$$D_{\max} = 220,196 \text{ (допуск } T = 184 \text{ мкм);}$$

$$D_{\max} = 220,75 \text{ (допуск } T = 460 \text{ мкм);}$$

$$D_{\max} = 223,4 \text{ (допуск } T = 1150 \text{ мкм).}$$

Определение минимальных предельных размеров:

Для шлифования окончательного:

$$D_{\min} = 220,033 + 0,029 = 220,062 \text{ мм.}$$

Для шлифования предварительного:

$$D_{\min} = 220,073 + 0,072 = 220,145 \text{ мм.}$$

Для точения чистового:

$$D_{\min} = 220,196 + 0,184 = 220,380 \text{ мм.}$$

Для точения черного:

$$D_{\min} = 220,75 + 0,460 = 221,21 \text{ мм.}$$

Для заготовки:

$$D_{\min} = 223,4 + 1,150 = 224,6 \text{ мм.}$$

Определение  $2Z_{\text{ном}}$ :

$$2Z_{\text{ном}} = 2Z_{i\text{мин}} + TD_{i-1} - TD_i, \text{ мкм.} \quad (27)$$

Для точения черногового:

$$2Z_{\text{max}} = 2664 + 1150 - 460 = 3354 \text{ мкм}$$

Для точения чистового:

$$2Z_{\text{max}} = 554 + 460 - 184 = 830 \text{ мкм}$$

Для шлифования предварительного:

$$2Z_{\text{max}} = 123 + 184 - 72 = 235 \text{ мкм}$$

Для шлифования окончательного:

$$2Z_{\text{max}} = 40 + 72 - 29 = 83 \text{ мкм}$$

Определение общих минимального и максимального припусков:

$$2Z_{\text{max общ}} = 3354 + 830 + 235 + 83 = 4502$$

$$2Z_{\text{min общ}} = 2664 + 554 + 123 + 40 = 3381$$

Проверка правильности расчета:

$$2Z_{\text{max общ}} - 2Z_{\text{min общ}} = TD_3 - TD_d, \quad (28)$$

$$4502 - 3381 = 1150 - 29 = 1121 \text{ мкм.}$$

Результаты расчета приведены в таблице 34.

Таблица 34 Припуски на обработку поверхности вала диаметром  $\varnothing 220k6$

Маршрут обработки	Элементы $Z_{\min}$ , мкм				Расчётные величины		Допуск на выполнение размера, мкм	Принятые размеры по операциям, мм		Предельный припуск, мкм	
	$R_z$	h	$\Delta_\Sigma$	$\varepsilon$	$2Z_{\min}$ , мкм	$\varnothing_{\max}$ , мм		$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Заготовка по js14	300	400	623	–	–	223,414	1150	223,4	224,55	–	–
Точение черновое по js12	120	120	37	110	2664	220,750	460	220,75	221,21	3354	2664
Точение чистовое по js10	30	30	1,48	0	554	220,196	184	220,196	220,380	830	554
Шлифование предварительное по js8	10	20	0	0	123	220,073	72	220,073	220,145	235	123
Шлифование чистовое по k6	5	15	0	0	40	220,033	29	220,033	220,062	83	40

Расчет припусков на механическую обработку поверхности отверстия диаметром 390F8.

Последовательность обработки поверхности отверстия диаметром  $\varnothing 390F8$  состоит из растачивания чернового и чистового.

Определяем  $R_z, h$ , результаты заносим в таблицу (35).

Таблица 35

		Rz 300	h=400
Черновое растачивание	10кв. $\begin{pmatrix} +0,440 \\ +0,210 \end{pmatrix}$	Rz 30	h=30
Чистовое растачивание	8кв. $\begin{pmatrix} +0,151 \\ +0,062 \end{pmatrix}$	Rz 10	h=20

$R_z$  – шероховатость поверхности, мкм;

$h$  – глубина дефектного поверхностного слоя, мкм.

Определяем  $\varepsilon, \Delta_\Sigma$ :

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки определяется по формуле (29).

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{(\Delta_{\Sigma_{кор}})^2 + (\Delta_{\Sigma_{см}})^2}, \quad (29)$$

где  $\Delta_{\Sigma_{кор}}$  - погрешность по короблению,

$$\Delta_{\Sigma_{кор}} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l)^2}, \quad (30)$$

где  $\Delta_k=0,7$ ;  $l=25$ мм;  $d=390$ .

$$\Delta_{\Sigma_{кор}} = \sqrt{(0,7 \cdot 390)^2 + (0,7 \cdot 25)^2} = 274 \text{ мкм}$$

$\Delta_{\Sigma_{см}}$  – погрешность по смещению;

$$\Delta_{\Sigma_{см}} = \sqrt{\left(\frac{\delta}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta}{2}\right)^2} = \sqrt{800^2 + 800^2} = 1131 \text{ мкм}$$

где  $\delta$  - допуск на диаметральный размер базовой поверхности заготовки.

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{274^2 + 1131^2} = 1164 \text{ мкм}$$

Для последующих переходов полученное значение  $\Delta_\Sigma$  помножить на коэффициент уточнения:

$$\Delta_{\Sigma i} = k_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1} \quad (31)$$

Для растачивания чернового:

$$K_y = 0,06, \text{ тогда } \Delta_\Sigma = 0,06 \cdot 1164 = 70 \text{ мкм}$$

Для растачивания чистового:

$$K_y = 0,04, \text{ тогда } \Delta_\Sigma = 0,04 \cdot 70 = 2,8 \text{ мкм}$$

Погрешность установки при черновой обработке:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 320^2} = 320 \text{ мкм}$$

Определение  $2Z_{\min}$  :

Для чернового растачивания:

$$2Z_{\min} = 2 \left[ (300 + 400) + \sqrt{1164^2 + 320^2} \right] = 3814 \text{ мкм}$$

Для чистового растачивания:

$$2Z_{\min} = 2 \left[ (30 + 30) + \sqrt{70^2 + 0^2} \right] = 260 \text{ мкм}$$

За расчетный размер принимаем максимальный предельный размер обрабатываемой поверхности:  $390 + 0,151 = 390,151 \text{ мм}$ .

Определение наибольших предельных размеров для каждого перехода:

Для растачивания чистового:

$$D_{\max} = 390,151 \text{ мм.}$$

Для растачивания чернового:

$$D_{\max} = 390,151 - 0,260 = 389,891 \text{ мм.}$$

Для заготовки:

$$D_{\max} = 389,891 - 3,814 = 386,077 \text{ мм.}$$

Округляем принятые размеры до знака допуска:

$$D_{\max} = 390,151 \text{ (допуск } T = 230 \text{ мкм);}$$

$$D_{\max} = 389,891 \text{ (допуск } T = 570 \text{ мкм);}$$

$$D_{\max} = 386,1 \text{ (допуск } T = 1400 \text{ мкм);}$$

Определение минимальных предельных размеров:

Для растачивания чистового:

$$D_{\min} = 390,151 - 0,230 = 389,921 \text{ мм.}$$

Для растачивания чернового:

$$D_{\min} = 389,921 - 0,570 = 389,351 \text{ мм.}$$

Для заготовки:

$$D_{\min} = 389,351 - 1,400 = 387,951 \text{ мм.}$$

Определение  $2Z_{\max}$  :

$$2Z_{\text{ном}} = 2Z_{i\text{мин}} + TD_{i-1} - TD_i, \text{ мкм.} \quad (33)$$

Для точения чернового:

$$2Z_{\max} = 3814 + 1400 - 570 = 4644 \text{ мкм}$$

Для точения чистового:

$$2Z_{\max} = 260 + 570 - 230 = 600 \text{ мкм}$$

Определение общих минимального и максимального припусков:

$$2Z_{\max \text{ общ}} = 4644 + 600 = 5244$$

$$2Z_{\min \text{ общ}} = 3814 + 260 = 4074$$

Проверка правильности расчета:

$$2Z_{\max \text{ общ}} - 2Z_{\min \text{ общ}} = TD_z - TD_d, \quad (34)$$

$$5244 - 4074 = 1400 - 230 = 1170 \text{ мкм.}$$

Результаты расчета приведены в таблице 36.

Таблица 36 Припуски на обработку поверхности отверстия диаметром  $\varnothing 390F8$

Маршрут обработки	Элементы $Z_{\min}$ , МКМ				Расчётные величины		Допуск на выполнение размера, МКМ	Принятые размеры по операциям, мм		Предельный припуск, МКМ	
	$R_z$	h	$\Delta_\Sigma$	$\varepsilon$	$2Z_{\min}$ , МКМ	$\varnothing_{\max}$ , мм		$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Заготовка по js14	300	400	1164	–	–	390,151	1400	386,1	387,951	–	–
Растачивание черновое по D10	30	30	70	320	3814	389,891	570	389,891	389,351	4644	600
Растачивание чистовое по F8	10	20	2,8	0	260	386,077	230	390,151	389,921	600	260

### 1.1.10 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания [6, 11, 12] для механической обработки Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.301.

#### 005 Горизонтально-расточная

Расточить отверстие  $\varnothing 402^{+1}$  на длину  $20^{+1}$  мм.

Глубину резания принимаем  $t = 2$  мм, подачу  $S = 0,5$  мм/об.

Скорость резания  $V = 269$  м/мин.

Сила резания  $P = 185$ Н.

Мощность  $N = 0,82$  кВт.

Расчет режимов резания [6, 11, 12] для механической обработки Вал ФЮРА 612322.401.1.04.10.302.

#### 005 Токарная

Рассверлить отверстие, выдерживая размеры  $\varnothing 48^{+0,5}$  на глубину  $175 \pm 1$  мм.

Глубину резания принимаем  $t = 11,25$  мм, подачу  $S = 0,25$  мм/об.

Скорость резания  $V = 11,7$  м/мин.

Крутящий момент  $M_{кр} = 70,4$  Н·м.

Осевая сила  $P_o = 7$  кН.

Мощность  $N_e = 2,8$  кВт.

Расточить отверстие, выдерживая размеры  $\varnothing 140^{+0,5}$  на глубину  $175 \pm 1$  мм

Глубину резания принимаем  $t = 4$  мм, подачу  $S = 1$  мм/об.

Скорость резания  $V = 77$  м/мин.

Сила резания  $P = 5,3$  кН.

Мощность  $6,7$  кВт.

#### 010 Токарная

Рассверлить отверстие, выдерживая размеры  $\varnothing 48^{+0,5}$  на глубину  $175 \pm 1$  мм.

Глубину резания принимаем  $t = 11,25$  мм, подачу  $S = 0,25$  мм/об.

Скорость резания  $V = 11,7$  м/мин.

Крутящий момент  $M_{кр} = 70,4$  Н·м.

Осевая сила  $P_o = 7$  кН.

Мощность  $N_e = 2,8$  кВт.

Расточить отверстие, выдерживая размеры  $\varnothing 140^{+0,5}$  на глубину  $175 \pm 1$  мм

Глубину резания принимаем  $t = 4$  мм, подачу  $S = 1$  мм/об.

Скорость резания  $V = 77$  м/мин.

Сила резания  $P = 5,3$  кН.

Мощность  $6,7$  кВт.

Точить наружную поверхность, выдерживая размеры  $\varnothing 250_{-0,5}$  на проход

Глубину резания принимаем  $t = 4$  мм, подачу  $S = 1$  мм/об.

Скорость резания  $V = 80$  м/мин.

Сила резания  $P = 4,6$  кН.

Мощность  $6$  кВт.

Точить наружную поверхность, выдерживая размеры  $\varnothing 207_{-0,5}$  на длине  $20^{+0,5}$  мм

Глубину резания принимаем  $t = 4$  мм, подачу  $S = 1$  мм/об.

Скорость резания  $V = 77$  м/мин.

Сила резания  $P = 5,3$  кН.

Мощность  $6,7$  кВт.

Точить наружную поверхность  $\varnothing 220h14$  соблюдая размер  $75_{-0,5}$

Глубину резания принимаем  $t = 4$  мм, подачу  $S = 1$  мм/об.

Скорость резания  $V = 77$  м/мин.

Сила резания  $P = 5,3$  кН.

Мощность  $6,7$  кВт.

Расчет режимов резания для механической обработки Фланец  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.303.

005 Токарная

Расточить отверстие диаметром  $\varnothing 208 \pm 1$  на проход

Глубину резания принимаем  $t = 3$  мм, подачу  $S = 0,7$  мм/об.

Скорость резания  $V = 174$  м/мин.

Сила резания  $P = 2,6$  кН.

Мощность  $7,4$  кВт.

010 Токарная

Точить поверхность диаметром  $\varnothing 401 \pm 1$

Глубину резания принимаем  $t = 3$  мм, подачу  $S = 1$  мм/об.

Скорость резания  $V = 165$  м/мин.

Сила резания  $P = 4,4$  кН.

Мощность  $11,9$  кВт.

Расчет режимов резания для механической обработки Фланец  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.304.

005 Токарная

Точить поверхность диаметром  $\varnothing 460 \pm 1$  на проход

Глубину резания принимаем  $t = 3$  мм, подачу  $S = 0,7$  мм/об.

Скорость резания  $V = 192$  м/мин.

Сила резания  $P = 3,3$  кН.

Мощность  $10,4$  кВт.

010 Токарная

Расточить сквозное отверстие диаметром  $\varnothing 386 \pm 1$

Глубину резания принимаем  $t = 3$  мм, подачу  $S = 0,7$  мм/об.

Скорость резания  $V = 173$  м/мин.

Сила резания  $P = 3,3$  кН.

Мощность  $9,5$  кВт.

Расчет режимов резания для механической обработки Труба  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.305.

#### 005 Токарная

Расточить отверстие  $\varnothing 402^{+1}$  на проход

Глубину резания принимаем  $t = 3$  мм, подачу  $S = 0,7$  мм/об.

Скорость резания  $V = 174$  м/мин.

Сила резания  $P = 2,6$  кН.

Мощность  $7,4$  кВт.

Расчет режимов резания для механической обработки Барабан  
ФЮРА.612322.401.1.04.10.300.

#### 010 Горизонтально-расточная

Сверлить по разметке 18 сквозных отверстий диаметром  $\varnothing 13,9^{+0,4}$  мм.

Глубину резания принимаем  $t = 6,95$  мм, подачу  $S = 0,20$  мм/об.

Скорость резания  $V = 49$  м/мин.

Крутящий момент  $M_{кр} = 13,9$  Н·м.

Осевая сила  $P_o = 2,3$  кН.

Мощность  $N_e = 1,6$  кВт.

Нарезать в 18 отверстиях резьбу М16-7Н, на глубину  $26^{+1}$  мм.

Подачу принимаем  $S = 0,05$ , шаг резьбы  $P = 2$

Скорость резания  $V = 128$  м/мин.

Крутящий момент  $M_{кр} = 85$  Н·м.

Мощность  $N = 0,148$  кВт.

Расточить сквозное отверстие  $\varnothing 390F8$

Глубину резания принимаем  $t = 3$  мм, подачу  $S = 0,7$  мм/об.

Скорость резания  $V = 192$  м/мин.

Сила резания  $P = 3,3$  кН.

Мощность  $9,5$  кВт.

Фрезеровать шпоночный паз в размеры  $50^{+1}$  мм;  $100^{+1}$  мм; на глубину  $17^{+0,18}$  мм

Глубину фрезерования принимаем  $t = 0,5$  мм, ширину фрезерования  $B = 28$  мм, подачу на один зуб  $S_z = 0,037$

Скорость резания  $V = 148$  м/мин.

Сила резания  $P_z = 161$  Н.

Крутящий момент  $M_{кр} = 22,5$  Н·м.

Мощность  $N = 0,39$  кВт.

Сверлить 9 глухих отверстий диаметром  $\varnothing 22,5^{+0,1}$  на глубину  $55^{+0,2}$

Глубину резания принимаем  $t = 11,25$  мм, подачу  $S = 0,25$  мм/об.

Скорость резания  $V = 27,4$  м/мин.

Крутящий момент  $M_{кр} = 70,4$  Н·м.

Осевая сила  $P_o = 7$  кН.

Мощность  $N_e = 2,8$  кВт.

Нарезать в отверстиях внутреннюю резьбу М24, на глубину  $50^{+1}$

Подачу принимаем  $S = 0,05$ , шаг резьбы  $P = 2$

Скорость резания  $V = 164$  м/мин.

Крутящий момент  $M_{кр} = 65$  Н·м.

Мощность  $N = 0,146$  кВт.

015 Круглошлифовальная

Глубина шлифования  $t = 0,015$  мм

Мощность  $N = 4,66$  кВт

## 1.2 Разработка конструкции

### 1.2.1 Обоснование и описание конструкции

Проектирование горизонтально-расточного приспособления на станок ИС2А636Ф4

В конструкторской части спроектировано горизонтально-расточное приспособление (ФЮРА.А11100.101СБ), которое предназначено для базирования детали на столе станка для проведения горизонтально-расточных операций.

Базирование детали в приспособлении осуществляется по цилиндрической и торцевой поверхности. Четыре точки несет цилиндрическая поверхность при установке на призмах, одну – торцевая плоскость.

Приспособление состоит из сварного корпуса позиция 2, на котором установлены две призмы позиция 7 и упор позиция 17. Зажим детали осуществляется посредством двух пневмоцилиндров, давление в которые нагнетается путем работы рычага 12 плунжерного насоса 13. Базирование приспособления осуществляется при помощи двух шпонок позиция 16 и 5. Для закрепления приспособления на станке в основании сварного корпуса имеются пазы. Транспортировка приспособления осуществляется при помощи трех рым-болтов в сварном корпусе. В приспособлении предусмотрен вариант его разворота на  $90^\circ$  относительно стола станка.

### 1.2.2 Расчет приспособления на точность

Расчет на точность приспособления для горизонтально-расточной операции.

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления.

$$\varepsilon_{пр} = K \cdot \sqrt{(K_1 \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{изн}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_n^2 + \Delta_n^2 + \Sigma \Delta_\phi^2 + \Delta_T^2}, \quad (35)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий возможность отступления от нормального распределения отдельных составляющих,  $K = 1,2$ ;

$K_1$  – принимается если присутствует погрешность базирования,

$K_1 = 0,8 \dots 0,85$ ;

$\varepsilon_6 = 0$  – погрешность базирования на данной операции.

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления, принимаем по [19]  $\varepsilon_3 = 0,02$ ;

$\varepsilon_{уст}$  – погрешность установки приспособления на станке,  $\varepsilon_{уст} = 0,02$ ;

$\varepsilon_{\text{п}}$  – погрешность смещения режущего инструмента,  $\varepsilon_{\text{п}} = 0$ , т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления;

$\varepsilon_{\text{изн}}$  – погрешность, возникающая в результате износа составных частей,  $\varepsilon_{\text{изн}} = 0,04$ ;

$\Delta_{\text{у}}$  – погрешность, возникающая в результате упругих деформаций;

$\Delta_{\text{и}}$  – погрешность, вызываемая размерным износом инструмента;

$\Delta_{\text{н}}$  – погрешность, возникающая в результате настройки станка;

$\Sigma\Delta\phi$  – погрешность, возникающая в результате геометрической неточности станка;

$\Delta_{\text{т}}$  – погрешность, возникающая в результате температурных деформаций.

Составляющие  $\Delta_{\text{у}}$ ,  $\Delta_{\text{и}}$ ,  $\Delta_{\text{н}}$ ,  $\Sigma\Delta\phi$ ,  $\Delta_{\text{т}}$  в расчёте учитывать не будем.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,02^2 + 0,02^2 + 0,04^2} = 0,058 \text{ мм}$$

Заданная точность обработки на данном приспособлении обеспечивается.

### 1.2.3 Расчеты силы зажима изделия

Схема сил, действующих на приспособление показана на рисунке 13. В процессе обработки заготовка отрывается под воздействием осевой силы.

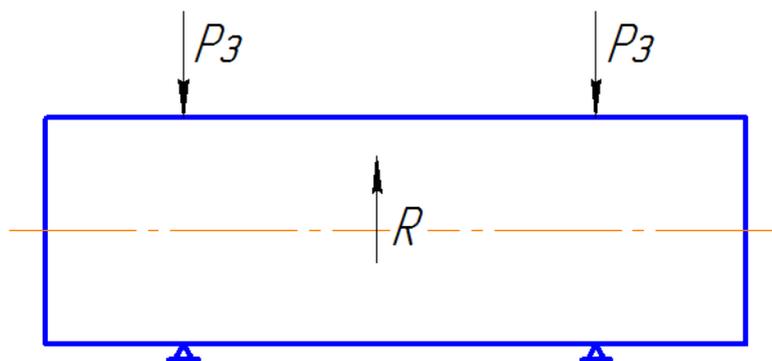


Рисунок 13. Схема сил, действующих на приспособление.

Силовой расчет и выбор параметров привода

Сила зажима определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{K \cdot R \cdot J_2}{J_1 + J_2}, \quad (36)$$

где  $J_1$  и  $J_2$  – жесткости зажимных механизмов и опор соответственно (в проектных расчетах можно принять  $J_2/(J_1 + J_2) = 0,6 \div 0,7$ );

$R$  – сила резания (в нашем случае  $R = 3300 \text{ Н}$ );

$K$  – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле (37).

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (37)$$

где  $K_0$  – коэффициент гарантированного запаса,  $K_0 = 1,5$ ;

$K_1 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий затупление инструмента;

$K_2 = 1,0$  – характеризует изменение величины припуска черновых заготовок;

$K_3 = 1,0$  – характеризует постоянство сил резания  $P_3$ ;

$K_4 = 1,3$  – коэффициент, характеризующий привод приспособления;

$K_5 = 1,0$  – учитывает удобство при работе;  
 $K_6 = 1,0$  поправочный коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку на опорах.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,34.$$

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3 = 3300 \cdot 2,34 \cdot 0,65 = 5019 \text{ Н.}$$

В приспособлении применяется два прихвата, поэтому сила, которая обеспечивается одним прихватом:  $P_3 = 2509,7 \text{ Н}$ . Силы, действующие на прихвате, изображены на рисунке 14.

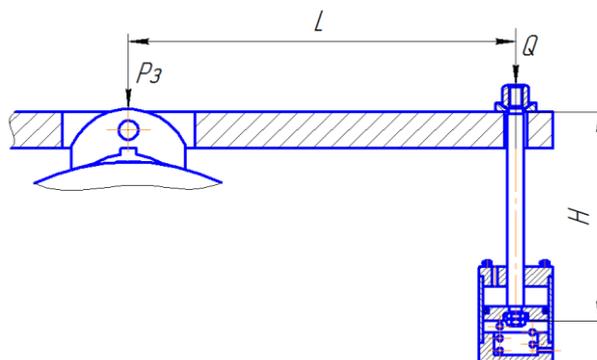


Рисунок 14. Силы, действующие на прихвате.

Сила, действующая на гайке:

$$Q = \frac{P_3}{1 - 3 \cdot f \cdot \frac{L}{H}}, \quad (38)$$

где  $f$  – коэффициент трения на торце гайки ( $f=0,1 \div 0,15$ );

$L$  и  $H$  – конструктивные элементы прихвата ( $L=55\text{мм}$ ,  $H=95\text{мм}$ ).

$$Q = \frac{2509,7}{1 - 3 \cdot 0,15 \cdot \frac{391}{213}} = 14423 \text{ Н}$$

По [21] определяем необходимые параметры резьбы: резьба М16, шаг резьбы  $P=2,0\text{мм}$ ,  $d1=D1=13,835\text{мм}$ ,  $d2=D2=14,701\text{мм}$ .

#### 1.2.4 Расчёт на прочность

Расчёт шпильки на смятие и срез:

Для того чтобы шпилька удовлетворяла условиям прочности, рассчитывают усилия прилагаемые на неё, смятия и среза.

Напряжение при срезе рассчитывается по формуле:

$$\tau_{ср} = \frac{P_0}{A_{ср}} \leq [\tau_{ср}], \quad (39)$$

где  $A_{ср}$  - площадь среза;

$[\tau_{ср}]$  - для стали 40 равно:  $600 \text{ кгс/см}^2 = 58,84 \text{ Н/мм}^2$ ;

$$A_{ср} = \pi R^2, \quad (40)$$

где  $R$  - радиус в сечении среза

$$A_{cp} = 3,14 \cdot 8,5^2 = 226,8 \text{ мм}^2$$

$$\tau = \frac{2509,7}{226,8} = 11,06 \text{ Н / мм}^2$$

$$\tau_{cp} < [\tau_{cp}] \text{ условие выполняется.}$$

Напряжение при смятии рассчитывается по формуле:

$$\delta_{см} = \frac{P_0}{A_{см}} \leq [\delta_{см}], \quad (41)$$

где  $A_{см}$  - площадь смятия;

$$\delta_{см} \text{ - для стали 40X равно: } 2000 \text{ кгс/см}^2 = 196,133 \text{ Н/мм}^2$$

Так как площадь смятия и площадь среза будут одинаковы, а так же на них действует одна и та же сила то:

$$\tau_{cp} = \delta_{см} = 11,06 \text{ Н / мм}^2$$

$$\delta_{см} < [\delta_{см}] \text{ - условие выполняется.}$$

### 1.2.5 Расчет объема гидробака

Объем масла в трубах

$$V_{труб} = \frac{\pi \cdot d_T^2}{4} \cdot (l_1 + l_2 + l_3) = \frac{3,14 \cdot 0,008^2}{4} \cdot (28 + 89 + 89) = 0,010349 \text{ м}^3 = 10 \text{ л.}$$

Объем масла в двух гидроцилиндрах (рисунок 15).

$$V_{ГЦ} = 2 \cdot \pi \cdot (H \cdot S + H_2 \cdot S_2 - H_3 \cdot S_3) = 2 \cdot \pi \cdot (35820 + 8156 - 3230) = 0,000256 \text{ м}^3 = 0,2 \text{ л.}$$

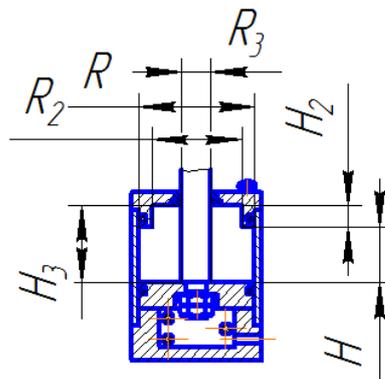


Рисунок 15. Объем гидроцилиндра.

Объем масла в гидронасосе  $V_H = 0,08 \text{ л.}$

Объем рабочей жидкости, находящейся в гидросистеме равен

$$V = V_{труб} + V_{ГЦ} + V_H = 10 + 0,2 + 0,08 = 10,28 \text{ л.}$$

По проектированию гидропривода, объем гидробака должен быть на 30% больше объема масла, находящегося в трубопроводах и гидроаппаратах системы.

Тогда объем гидробака равен

$$V_B = 3 \cdot V = 0,3 \cdot 10,28 = 13,36 \text{ л.}$$

### 1.3 Организационное проектирование

#### 1.3.1 Нормирование технологического процесса механической обработки

Норма времени [7, 8]:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (42)$$

где  $T_{\text{шт-к}}$  – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{\text{шт}}$  – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$  – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}}) \cdot \left( 1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (43)$$

где  $T_{\text{ца}}$ , - время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$$T_{\text{ца}} = T_{\text{o}} + T_{\text{мв}},$$

где  $T_{\text{o}}$  – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{мв}}$  – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз), мин;

$T_{\text{в}}$  – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{ив}}$  – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$  – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$  – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}, \text{ мин,}$$

где  $T_{\text{уст}}$  – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{опер}}$  – время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{изм}}$  – время на измерение, мин.

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з1}} + T_{\text{п-з2}} + T_{\text{п-з.обр}}, \text{ мин, где}$$

$T_{\text{п-з1}}$  – время на организационную подготовку, мин; 1,4мин;

$T_{\text{п-з2}}$  – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-з.обр}}$  – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы и приведены в таблице 37.

Таблица 37

	Содержание	Режимы
Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.301		
005	Горизонтально-расточная 1. Расточить отверстие диаметром $\varnothing 402^{+1}$	$t = 2$ мм $S = 0,5$ мм/об $V = 269$ м/мин $n = 213$ об/мин $T = 90$ мин $t_0 = 0,27$ мин

Продолжение таблицы 37

Вал ФЮРА 612322.401.1.04.10.302		
005	Токарная 1. Рассверлить отверстие диаметром $\varnothing 48^{+0,5}$ мм	t = 11,25 мм S = 0,25 мм/об V = 11,7 м/мин T = 20 мин n = 98 об/мин t <sub>0</sub> = 26,2 мин
	2. Расточить отверстие диаметром $\varnothing 140^{+0,5}$ мм	t = 4 мм S = 1 мм/об V = 77 м/мин T = 60 мин n = 175 об/мин t <sub>0</sub> = 84,3 мин
010	Токарная 1. Рассверлить отверстие диаметром $\varnothing 48^{+0,5}$ мм	t = 11,25 мм S = 0,25 мм/об V = 11,7 м/мин T = 20 мин n = 98 об/мин t <sub>0</sub> = 26,2 мин
	2. Расточить отверстие диаметром $\varnothing 140^{+0,5}$ мм	t = 4 мм S = 1 мм/об V = 77 м/мин T = 60 мин n = 175 об/мин t <sub>0</sub> = 84,3 мин
	3. Точить поверхность диаметром $\varnothing 250$ мм	t = 4 мм S = 1 мм/об V = 80 м/мин T = 60 мин n = 118 об/мин t <sub>0</sub> = 2,2 мин
	4. Точить поверхность диаметром $\varnothing 207$ мм	t = 4 мм S = 1 мм/об V = 77 м/мин T = 60 мин n = 118 об/мин t <sub>0</sub> = 2,2 мин
	5. Точить поверхность диаметром $\varnothing 220h14$ мм	t = 4 мм S = 1 мм/об V = 77 м/мин T = 60 мин n = 111 об/мин t <sub>0</sub> = 17,4 мин
Фланец ФЮРА.612322.401.1.04.10.303		
005	Токарная 1. Расточить отверстие диаметром $\varnothing 208 \pm 1$	t = 3 мм S = 0,7 мм/об

Продолжение таблицы 37

		V = 174 м/мин T = 60 мин n = 266 об/мин t <sub>0</sub> = 0,3 мин
010	Токарная 1. Точить поверхность диаметром $\varnothing 401 \pm 1$	t = 3 мм S = 1 мм/об V = 165 м/мин T = 60 мин n = 131 об/мин t <sub>0</sub> = 0,9 мин
Фланец ФЮРА.612322.401.1.04.10.304		
005	Токарная 1. Точить поверхность диаметром $\varnothing 460 \pm 1$	t = 3 мм S = 0,7 мм/об V = 192 м/мин T = 60 мин n = 132 об/мин t <sub>0</sub> = 1.1 мин
010	Токарная 1. Расточить сквозное отверстие диаметром $\varnothing 386 \pm 1$	t = 3 мм S = 0,7 мм/об V = 173 м/мин T = 60 мин n = 142 об/мин t <sub>0</sub> = 1,1 мин
Труба ФЮРА.612322.401.1.04.10.305		
005	Токарная 1. Расточить отверстие $\varnothing 402^{+1}$ на проход	t = 3 мм S = 0,7 мм/об V = 174 м/мин T = 60 мин n = 138 об/мин t <sub>0</sub> = 3,3 мин
Барaban ФЮРА.612322.401.1.04.10.300		
010	Горизонтально-расточная 1. Точить поверхность $\varnothing 220h10$ на длине $241_{-0,5}$ мм.	t = 3 мм S = 0,7 мм/об V = 174 м/мин T = 60 мин n = 252 об/мин t <sub>0</sub> = 2,7 мин
	2. Сверлить по разметке 18 сквозных отверстий диаметром $\varnothing 13,9^{+0,4}$ мм.	t = 6,95 мм S = 0,20 мм/об V = 49 м/мин T = 20 мин t <sub>0</sub> = 4,2 мин
	3. Нарезать в 18 отверстиях резьбу М16-7Н, на глубину $26^{+1}$ мм.	P = 2 мм S = 0,05 мм/об

Продолжение таблицы 37

		V = 128 м/мин T = 90 мин t <sub>0</sub> = 2,1 мин
	4. Расточить сквозное отверстие Ø390F8	t = 3 мм S = 0,7 мм/об V = 192 м/мин T = 60 мин n = 157 об/мин t <sub>0</sub> = 0,48 мин
	5. Фрезеровать шпоночный паз в размеры 24 <sup>+1</sup> мм; 91 <sup>+1</sup> мм; на глубину 17 <sup>+0,18</sup> мм	t = 3 мм S <sub>z</sub> = 0,037 мм/зуб V = 148 м/мин T = 90 мин t <sub>0</sub> = 15,3 мин
	6. Сверлить 9 глухих отверстий диаметром Ø22,5+0,1 на глубину 55+0,2	t = 11,25 мм S = 0,25 мм/об V = 27,4 м/мин T = 20 мин n = 388 об/мин t <sub>0</sub> = 10,7 мин
	7. Нарезать в 9 отверстиях внутреннюю резьбу М24, на глубину 50+1	P = 2 мм S = 0,05 мм/об V = 164 м/мин T = 90 мин t <sub>0</sub> = 3,4 мин
	8. Точить поверхность диаметром Ø220,6h10 в размер 139 <sub>-0,3</sub>	t = 3 мм S = 0,7 мм/об V = 174 м/мин T = 60 мин n = 252 об/мин t <sub>0</sub> = 2,7 мин
	9. Точить поверхность диаметром Ø216,6h10 в размер 187 <sub>-0,3</sub>	t = 3 мм S = 0,7 мм/об V = 174 м/мин T = 60 мин n = 252 об/мин t <sub>0</sub> = 3 мин
	10. Точить поверхность диаметром Ø214,6h10 в размер 291 <sub>-0,5</sub>	t = 3 мм S = 0,7 мм/об V = 174 м/мин T = 60 мин n = 252 об/мин t <sub>0</sub> = 3,4 мин
015	Круглошлифовальная	
	1. Шлифовать поверхность в размер Ø220k6 на длине 139 <sub>-0,3</sub> мм	t = 0,015 мм N = 4,66 кВт t <sub>0</sub> = 6,1 мин
	2. Шлифовать поверхность в размер Ø216f8 на длине 187 <sub>-0,3</sub> мм	t = 0,015 мм N = 4,66 кВт t <sub>0</sub> = 7,3 мин

Продолжение таблицы 37

	3. Шлифовать поверхность в размер $\varnothing 214f7$ на длине $291_{-0,5}$ мм	$t = 0,015$ мм $N = 4,66$ кВт $t_0 = 8,6$ мин
--	--	---

1.3.2 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (44)$$

где  $C_p$  – расчётное количество станков данного типа, шт;

$T_{шт-к}$  – изготовления детали на данной операции

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} 100, \quad (45)$$

где  $C_{п}$  – принятое число станков.

Количество оборудования и коэффициент его загрузки приведены в таблице 38.

Таблица 38

№	Модель оборудования	$T_{шт.к},$ мин	$F_d$	$C_p$	$C_{п}$	$K_{зо},$ %
1	2	3	4	5	6	7
1	Горизонтально-расточной	60,41	1960	0,33	1	33,5
2	Токарный	262,96	1960	1,42	2	71,57
3	Круглошлифовальный	25,33	1960	0,14	1	13,8

Средний коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{з_{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{з_i}}{n}, \quad (46)$$

где  $n$  – количество операции в технологическом процессе.

$$K_{з_{ср}} = \frac{33,5 + 71,57 + 13,8}{3} = 39$$

Средний коэффициент загрузки  $K_{зо. ср.} = 39\%$ .

Коэффициент загрузки горизонтально-расточного и круглошлифовального станков получился небольшим, поэтому следует произвести их дозагрузку за счёт изготовления изделий другой номенклатуры.

График загрузки оборудования представлен на рис 3.

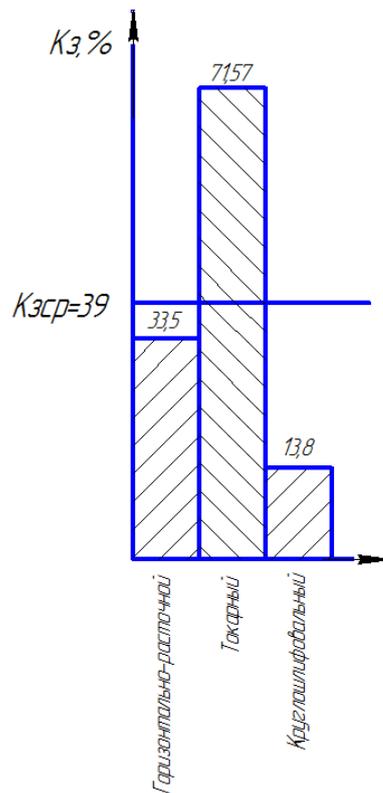


Рисунок 16. График загрузки оборудования

### 1.3.3 Расчет состава рабочих

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоемкости изготовления изделий по формуле:

$$P = \frac{N \cdot \sum T_{шт.-к_i}}{60 \cdot F_{ДР} \cdot K_M} = 0,21, \quad (47)$$

где  $F_{ДР}$  – действительный годовой фонд времени рабочих в часах (1610);

$K_M$  – коэффициент многостаночного обслуживания. Для мелкосерийного производства он равен 1,1-1,2.

$$P = \frac{64 \cdot 348,7}{60 \cdot 1610 \cdot 1,1} = 0,21$$

Принимаем  $P = 4$  по количеству оборудования.

При мелкосерийном производстве число вспомогательных рабочих составляет 18% от количества производственных рабочих, инженерно технических работников - 11%; служащих – 4%; младшего обслуживающего персонала – 2% от общего количества производственных и вспомогательных рабочих.

Сводная ведомость работающих приведена в таблице 39.

Таблица 39

Наименование профессий	Количество работающих
Производственные рабочие	4
Вспомогательные рабочие	1
Инженерно-технические работники	1
Служащие	1
Младший обслуживающий персонал	1
Итого работающих	8