

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(Научно-исследовательский университет)
Политехнический институт
Факультет «Механико-Технологический»
Кафедра «Технология автоматизированного машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ /Гузев В.И.
_____ 2018г.

Разработка конструкторско-технологического обеспечения
изготовления детали «Фланец гидромеханической коробки передач»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 150305.2018.288 ПЗ ВКР

Нормоконтролер, к.т.н., доцент
_____/А.В. Выбойщик /
_____ 2018г.

Руководитель, к.т.н., доцент
_____/С. Д. Сметанин /
_____ 2018г.

Автор работы
студент группы П-452
_____/А. О. Потёмкин /
_____ 2018г.

АННОТАЦИЯ

Потёмкин А. О. Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Фланец гидромеханической КПП»: Выпускная квалификационная работа. – Челябинск: ЮУрГУ, П-452, 88 с., 69 ил., 7 табл., библиогр. список – 12 наим.

В данной работе подробно проанализирован действующий технологический процесс обработки детали «Фланец гидромеханической коробки перемены передач». На основе полученных аналитических данных предложены способы усовершенствования изготовления детали.

Задачами работы являются разработка нового технологического процесса обработки детали, подбор режущего и измерительного инструмента, приспособления и технологического оборудования, способа получения заготовки, проектирование специального режущего инструмента.

Разработка планировки участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса, рассмотрены мероприятия по созданию безопасных и безвредных условий труда, мероприятия по электробезопасности, а так же мероприятия по пожарной безопасности.

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	150305.2018.288 ПЗ				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	11
1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия	11
1.2 Служебное назначение детали «Фланец» и технические требования, предъявляемые к детали	12
1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения.....	14
1.4 Формирование цели и задач проектирования	15
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	16
2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства	16
2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса	16
2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента	16
2.1.3 Размерный анализ действующего технологического процесса	23
2.1.4 Выводы.....	24
2.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали «Фланец гидромеханической коробки передач»	25
2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки	25
2.2.2 Формирование операционно-маршрутной технологии	26
2.2.3 Выбор основного технологического оборудования.....	31
2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса.....	35
2.2.5 Расчет режимов резания и норма штучного времени на все операции проектного варианта технологического процесса.....	37
2.2.6 Выводы по разделу	45
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	47

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3.1	Аналитический обзор и выбор технологической оснастки	47
3.2	Проектирование и расчет станочного приспособления.....	49
3.3	Аналитический обзор и выбор режущего инструмента.....	49
3.4	Проектирование и расчет специального режущего инструмента.....	57
3.5	Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования.....	60
4	АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	63
4.1	Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали	63
4.2	Разработка структурной схемы производственного участка	66
4.2.1	Определение структуры и состава автоматизированной транспортно-складской системой	67
4.2.2	Проектирование предварительной компоновочной схемы ГПС ...	70
4.2.3	Определение числа подвижных транспортных механизмов АТСС	73
4.2.4	Определение вспомогательных систем, необходимых для функционирования ГПС.....	75
4.3	Выбор оборудования для функционирования ГПС	75
4.4	Базирование заготовки, готовой детали в промышленном роботе.....	77
4.5	Анализ производительности автоматизированной системы.....	79
5	ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ	81
6	БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ.....	82
6.1	Мероприятия по созданию безвредных условий труда	82
6.2	Мероприятия по технике безопасности	83
6.3	Мероприятия по пожарной безопасности	84
7	ВЫВОДЫ ПО ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ.....	87
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	88
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	90

ВВЕДЕНИЕ

Технология машиностроения изучает изготовление машин и их деталей, технику безопасности при работе с оборудованием, а так же возможности сократить себестоимость деталей и механизмов без ущерба качества изготавливаемой продукции.

С течением времени технологическое оборудование все больше совершенствуется. В наши дни производство все больше внедряет оборудование с числовым программным управлением. Эксплуатация такого оборудования требует наличие определенных технологических процессов и написания управляющих программ, которые будут обеспечивать исполнение этих процессов.

Улучшение технологических процессов необходимо для увеличения производительности, сокращения времени на обработку изделий, а так же снижения себестоимости детали при той же рыночной цене.

Использование современного оборудования позволяет достичь максимально высокого качества.

Выпускная квалификационная работа разделена на 6 частей: общая часть, технологическая часть, конструкторская часть, автоматизация технологического процесса, организационно-производственная часть и часть, посвященная безопасности жизнедеятельности.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия

Деталь «Фланец» работает в гидромеханической коробке переключения передач (КПП), которая служит для плавного переключения скоростей переднего и заднего хода трактора.

В данной КПП (рис. 1) тормозятся эпициклы соответствующего планетарного ряда, что обеспечивает при пяти планетарных рядах включение переднего хода, заднего хода и трех передач.

Торможение каждого эпицикла осуществляется за счет сжатия пакета дисков, часть которых внутренними шлицами соединена с наружной шлицевой поверхностью эпицикла (диски с металлокерамикой), а другая часть дисков (гладкие) – соединена с корпусом КПП.

Сжатие каждого пакета фрикционных дисков осуществляется индивидуальным поршнем (бустером), управляемым через гидрораспределительную аппаратуру.

Согласующий редуктор расположен в задней части КПП и заканчивается малой конической шестерней главной передачи.

Передача мощности от турбинного колеса гидротрансформатора на ведущий вал КПП осуществляется через карданную передачу.

С ведущего вала посредством планетарных механизмов и согласующего редуктора мощность передается на вал-шестерню главной передачи.

Основной поток смазывающей жидкости поступает из радиатора через фильтр и клапан смазки в корпус КПП. Далее по зазорам, специальным карманам, соединительным трубкам, каналам в корпусах водил, осях сателлитов, эпициклах поступает к фрикционным дискам, подшипникам, осям сателлитов.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

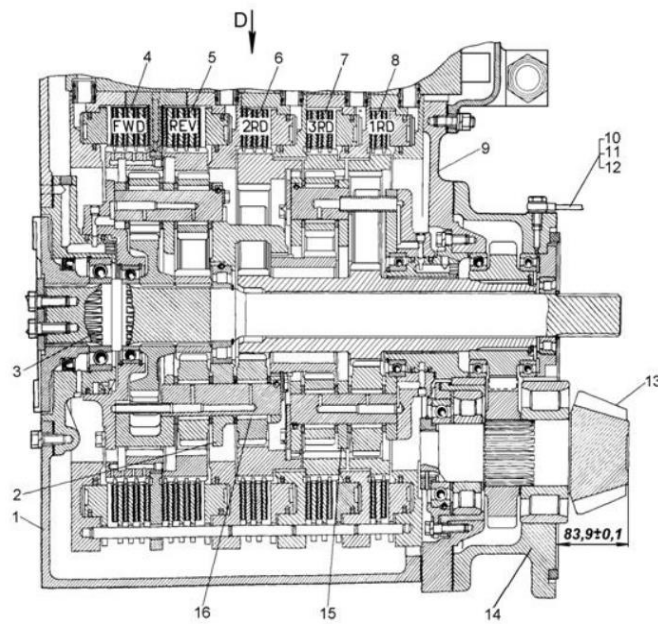


Рисунок 1 – Гидромеханическая КПП:

1 – корпус; 2, 15 – водило; 3 – вал;

фрикционы: 4 – переднего хода;

5 – заднего хода; 6 – второй передачи;

7 – третьей передачи; 8 – первой передачи;

9 – проставка; 10 – штуцер; 11 – труба;

12 – кольцо; 13 – вал-шестерня; 15 – подшипники.

1.2 Служебное назначение детали «Фланец» и технические требования, предъявляемые к детали

Данная деталь предназначена для удержания вала-шестерни, через который происходит передача крутящего момента, а так же используется для подачи смазывающей жидкости в корпус коробки передач и удержания полумуфты.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

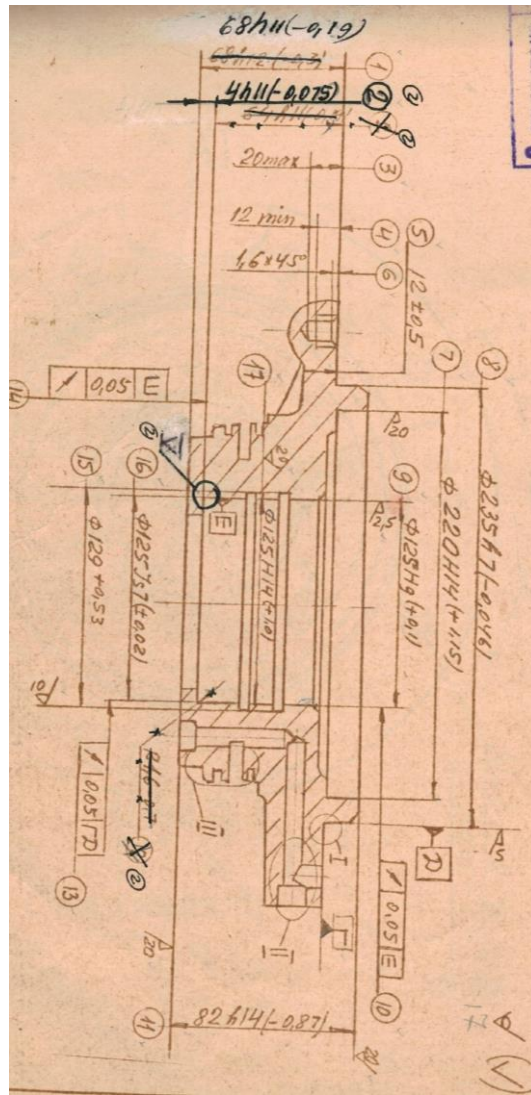


Рисунок 2 – Чертеж детали (часть 1)

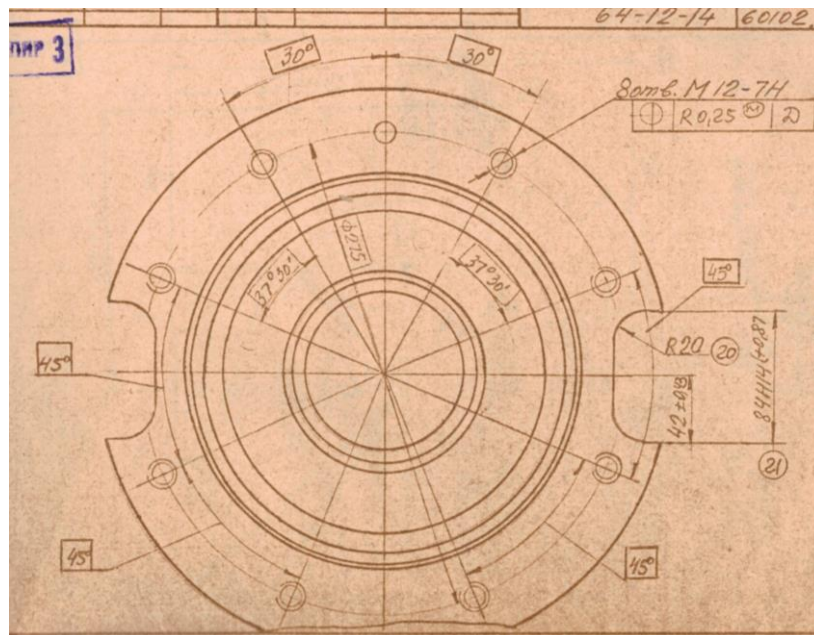


Рисунок 3 – Чертеж детали (часть 2)

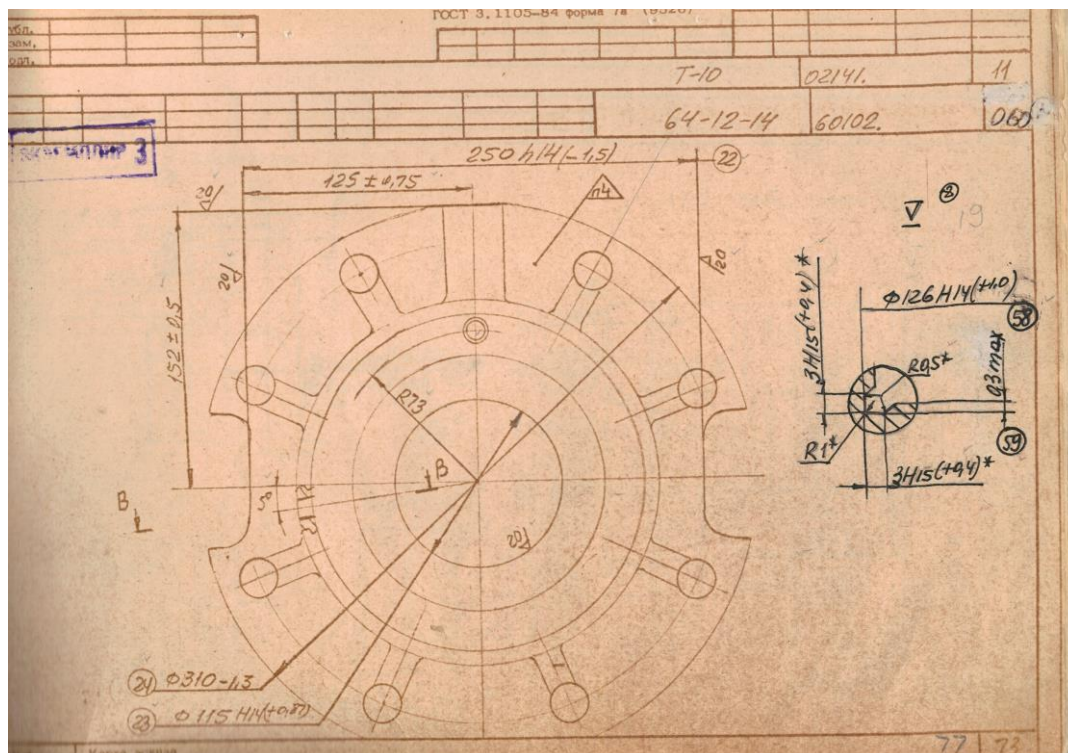


Рисунок 4 – Чертеж детали (часть 3)

Технические требования:

Материал: Сталь 40Л ГОСТ 977-75;

Твердость 207...285 НВ;

Неуказанные предельные отклонения размеров механически обрабатываемых поверхностей отверстий – по H14, валов – по h14, остальных – $\pm IT14/2$. Точность отливки 11Т-10-7 ГОСТ 26645-85.

Необходимые допуски формы и расположения поверхностей показаны на чертеже.

1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения

В настоящее время на зарубежных предприятиях преобладает автоматизированное производство. Активно используются промышленные роботы, робокары, автоматические складские системы и прочее. Все это значительно облегчает работу человека, сводит к минимуму его физический труд.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Огромным плюсом является возможность получения более точных и качественных изделий при относительно низкой себестоимости.

В России автоматизированные технологии только начинают внедряться, что является хорошим знаком. А пока у нас достаточно много используется ручной труд. Человеку свойственно делать ошибки в силу усталости, недостатка внимания и многих других факторов. Это значительно отражается на качестве получаемых изделий. Как следствие падает их конкурентоспособность.

Так же на это может влиять и оборудование. В основном на предприятиях стоит еще советское оборудование, которое уже не позволяет достичь нужной точности. Либо позволяет, но за большее количество времени, которое является достаточно «дорогим» ресурсом в производстве.

1.4 Формирование цели и задач проектирования

Целью выпускной квалификационной работы является разработка нового технологического процесса получения детали «Фланец», обеспечивающего повышение конкурентоспособности детали и уменьшение себестоимости ее изготовления.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) выбрать способ получения заготовки;
- 2) выбрать основное оборудование;
- 3) выбрать технологическую оснастку и режущий инструмент;
- 4) спроектировать специальный режущий инструмент;
- 5) проанализировать и подобрать мерительное оборудование;
- 6) рассчитать режимы резания и нормы времени получения детали;
- 7) спроектировать гибкий автоматизированный участок;
- 8) предусмотреть мероприятия по безопасности жизнедеятельности на участке.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса

Действующий технологический процесс детали «Фланец ГМКПП» соответствует государственному стандарту.

На первой странице представлен маршрут изготовления детали. Затем идут операционные карты ГОСТ 3.1404-86 и карты эскизов ГОСТ 3.1105-2011, в которых показаны обрабатываемые поверхности, выполняемые размеры, перечислен режущий и мерительный инструменты.

2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента

Операция 004 – Токарная

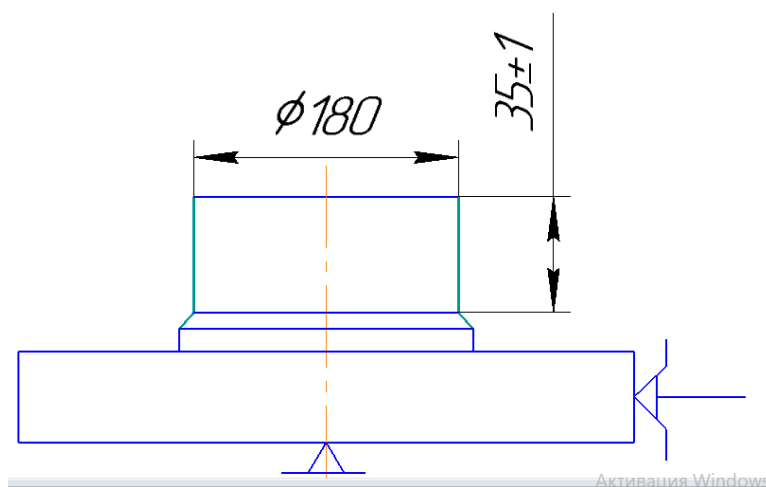


Рисунок 5 – Эскиз операции 004

Заготовка базируется в трёхкулачковом патроне $\varnothing 500$ ГОСТ 2675-80, который отнимает 5 степеней свободы и по торцу – 1 степень свободы.

Комплект баз: опорная и двойная направляющая.

Инструменты: резец прямой проходной 40x25x20 T15K6, штангенциркуль ШЦ-3-250-0,1-1 ГОСТ 166-89.

Станок: токарно-карусельный 1512.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Операция 005 – Токарная

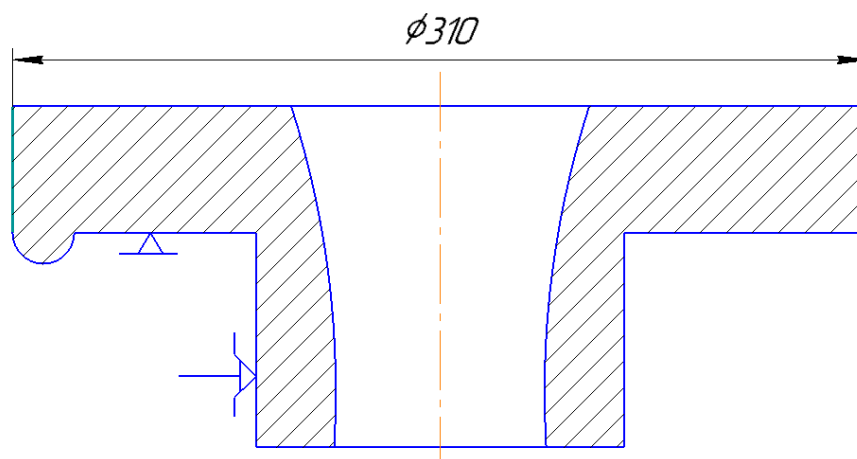


Рисунок 6 – Эскиз операции 005

Заготовка так же базируется в трёхкулачковом патроне $\phi 500$ ГОСТ 2675-80 и по торцу.

Комплект баз: опорная и двойная направляющая.

Станок: токарно-карусельный 1512.

Инструмент: резец прямой проходной 40x25x200 Т15К6, штангенциркуль ШЦ-3-400-0,1-1 ГОСТ 166-89.

Операция 010 – Токарная

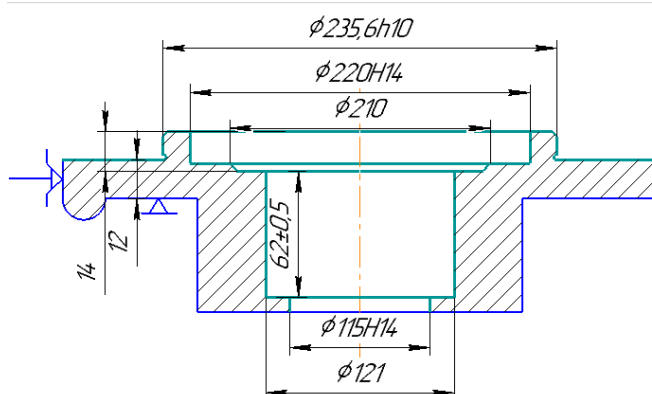


Рисунок 7 – Эскиз операции 010

Заготовка базируется в трёхкулачковом патроне $\phi 500$ ГОСТ 2675-80 и по торцу. Правило 6 точек выполняется.

Комплект баз: опорная и двойная направляющая.

Станок: токарно-карусельный 1512.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		17

Инструмент: резец прямой проходной 40x25x200 Т15К6, резец расточной 2140-0059-А Т15К6 ГОСТ 1882-73, резец расточной 2141-0053-А Т15К6 ГОСТ 18883-73, резец канавочный 2126, штангенциркуль – ШЦ-3-250-0,1-1 ГОСТ 166-80, штангенциркуль – ШЦ-1-125-0,1-1 ГОСТ 166-80, скоба $\varnothing 234h14$.

Операция 015 – Токарная.

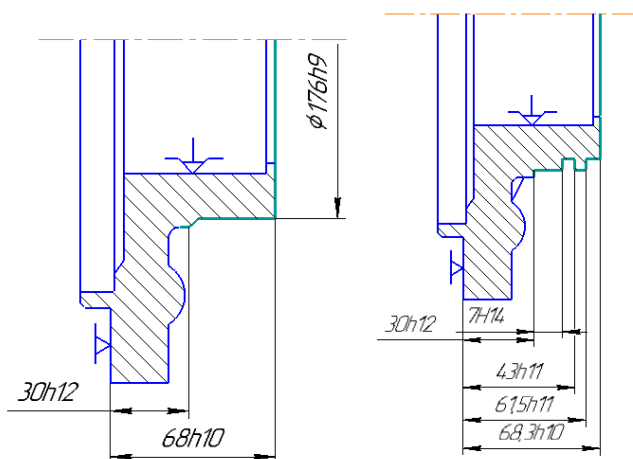


Рисунок 8 – Эскиз операции 015

Так же как и в предыдущей операции: закрепление в трехкулачковом патроне $\varnothing 500$ ГОСТ2675-80 и упор по торцу. Комплект баз тот же. Условие 6 точек выполнено.

Станок: токарно-винторезный 1М63.

Инструмент: резец прямой проходной с СМП Т15К6 ГОСТ 19052-80, резец проходной отогнутый с СМП Т15К6 ГОСТ 19048-80, резец отрезной 2130-0013-А Т15К6 ГОСТ 18884-73, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1-1 ГОСТ 166-80, скоба 68h10, скоба 30h12, скоба 176h9, скоба 163h14, скоба 61,5h11, скоба 43h11.

Операция 020 – Комплексная с ЧПУ.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

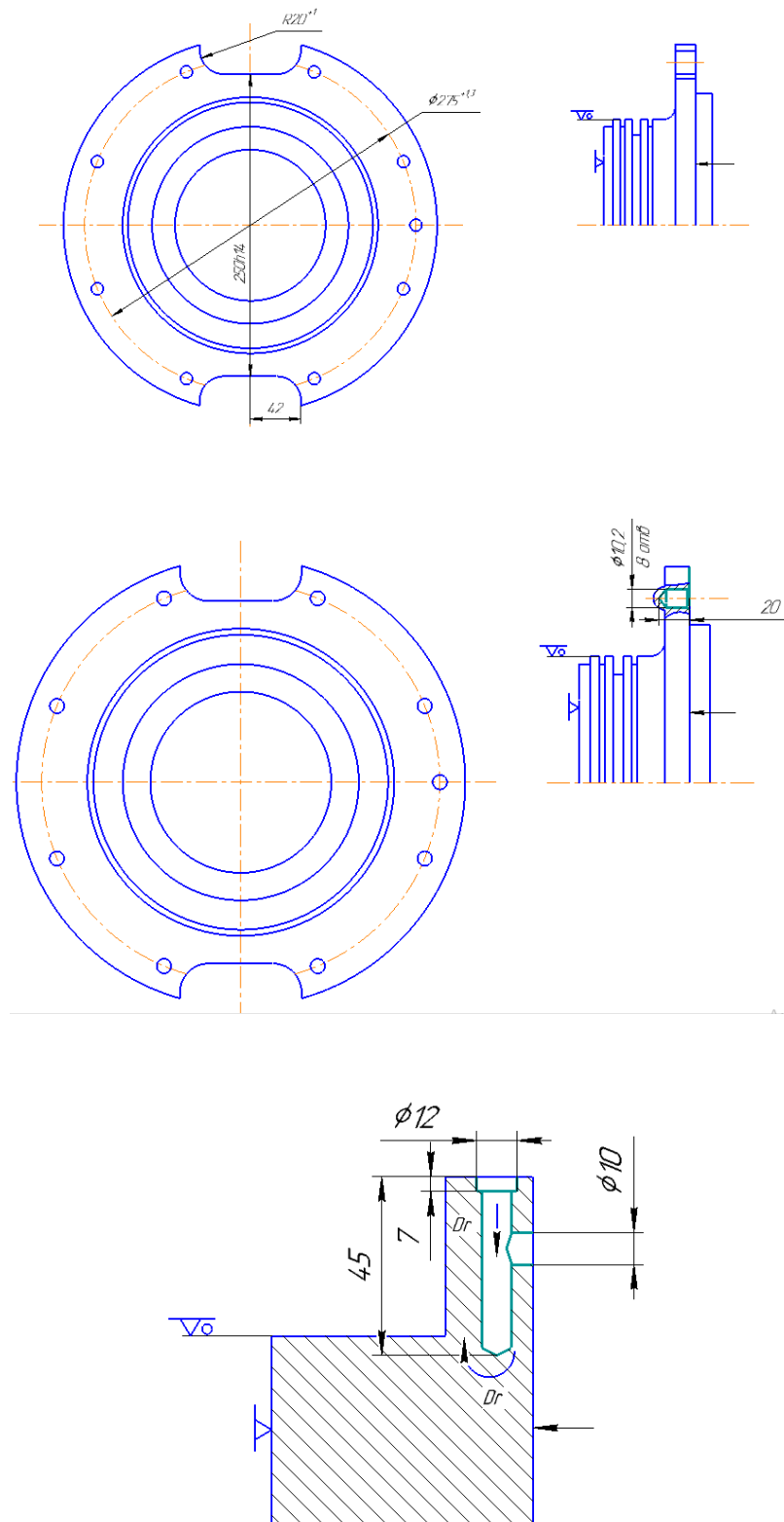


Рисунок 9 – Эскиз операции 020

Заготовка закрепляется на оправке и упирается в торец.

Комплект баз: установочная и опорная.

Станок: обрабатывающий центр с ЧПУ CN-400.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

15.03.05.2018.288 ПЗ

Лист

19

Инструмент: сверло 15 03414-52, сверло 2301-1030 ГОСТ 10903-87, сверло 10 2301-0028 ГОСТ 10903-77, фреза 32 223-0015 ГОСТ 17026-71, метчик М12-7Н ГОСТ 3266-81, штангенциркуль ШЦ-3-250-0,1-1 ГОСТ 166-80, зенкер 12 2320-0003 ГОСТ 12429-71, развертка 12Н9 ГОСТ 1672-80, скоба Т9549-15025, сверло 5 2300-6173 ГОСТ 1902-77.

Операция 030 – Токарная.

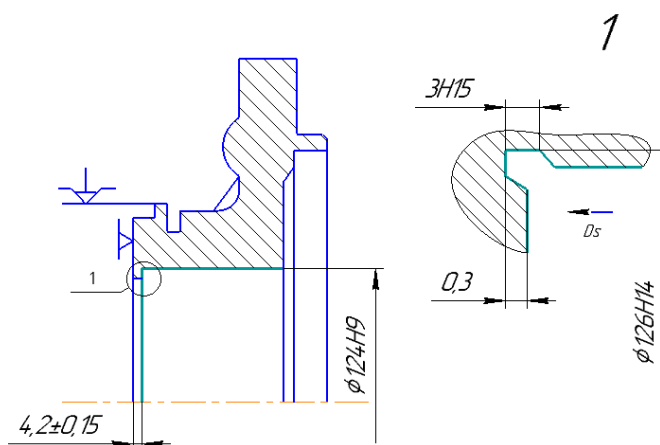


Рисунок 10 – Эскиз операции 030

Заготовка базируется в патроне и по торцу, комплект баз аналогичен комплекту на операции 004.

Станок: токарный Р.Т. 21013

Инструмент: расточной резец 2141-0059-А Т15К6 ГОСТ 18883-73, скоба 4,2h12, резец расточной 2128-0553, прямой проходной 2100-0121 Т15К6 ГОСТ 18883-73.

Операция 035 – Шлифовальная

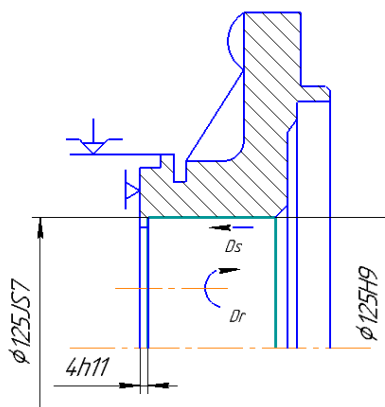


Рисунок 11 – Эскиз операции 035

					15.03.05.2018.288 ПЗ		Лист
							20
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата			

Станок: внутришлифовальный 3К229.

Комплект баз: опорная и двойная направляющая.

Используются: шлифовальный круг ПВ100х32х202А25С1 35м/с ГОСТ 2424-83, штангенциркуль ШЦ 20-200, нутромер НИ-100-160 ГОСТ 868-72.

Операция 040 – Шлифовальная.

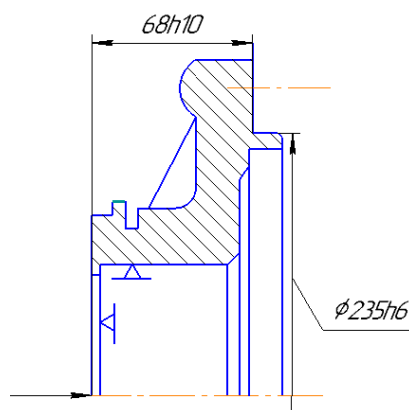


Рисунок 12 – Эскиз операции 040

Базирование аналогичное. Комплект баз тот же.

Используются: шлифовальный круг ПП 750х100х305 2А25СМ2-Л-50 м/с ГОСТ 2424-83, скоба 68h10, скоба 235h6.

Операция 045 – Токарная.

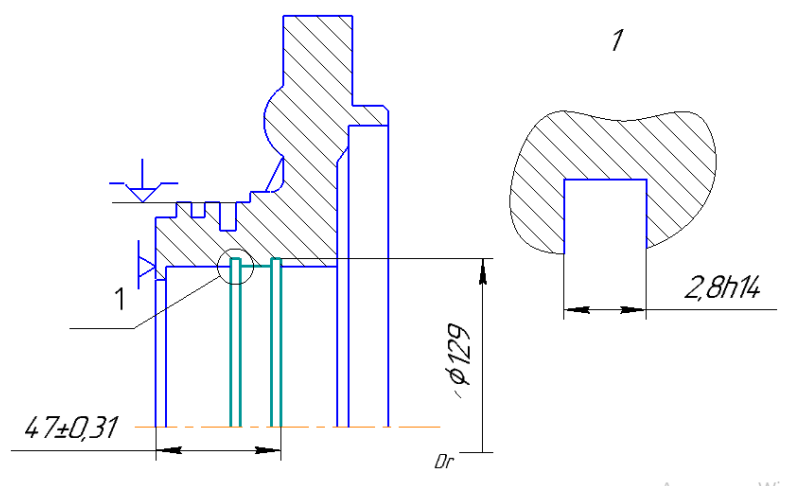


Рисунок 13 – Эскиз операции 045

На операции протачиваются канавки на внутренней поверхности детали. Деталь крепится в трехкулачковом патроне $\phi 500$ ГОСТ2675-80.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Базы: двойная направляющая и опорная.

Станок: токарный РТ 21013.

Инструмент: резец канавочный Т9315-5837-02, штангенциркуль ШЦ 20-200.

Операция 047 – Токарная.

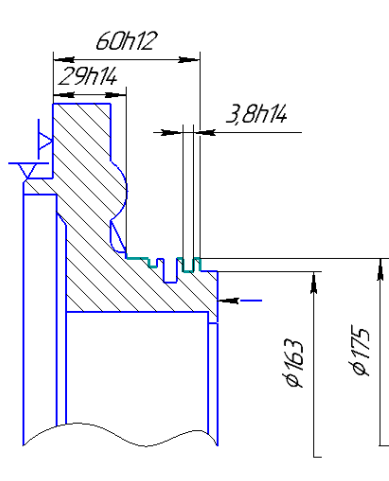


Рисунок 14 – Эскиз операции 047

Базируется по двум торцам (две опорные), дополнительно крепится прижимом.

Инструмент: резец проходной отогнутый 2102-0315 Т15К6 ГОСТ 19048-80, резец отрезной 2130-0521 Р6М5 ГОСТ 18874-73, резец проходной отогнутый 2102-0195 Т15К6 ГОСТ 19052-80, скоба175h11, скоба29h14, скоба36h12, скоба 60h12, штангенрейсмасс ШР 0-250-0,05 ГОСТ 164-80.

Станок: токарный РТ21013.

Подведя итог, мы видим, что в действующем технологическом процессе используется давно устаревшее оборудование. При его использовании приходится затратить достаточно много времени на получение готового изделия.

Деталь достаточно много раз снимается и устанавливается в приспособления станков и, соответственно, становится менее точной из-за влияния различных погрешностей.

В данном технологическом процессе используется устаревший инструмент, который требует замены при каждом выходе из строя, что с экономической точки зрения не выгодно.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Измерительный инструмент тоже является устаревшим, поэтому требует замены на более современный и точный.

2.1.3 Размерный анализ действующего технологического процесса

Цель размерного анализа – выявление возможного брака, а так же расчет минимального припуска на обработку.

Размерные схемы приведены в приложении А.

Так как замыкающие звенья на чертеже отсутствуют, нам остается посчитать только минимальные необходимые припуски на обработку детали.

$$[117...108] = (108...28) - (28...108) = 68 - 68 = 0 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск:

$$Z_{\min} = Rz + Df,$$

где Rz – шероховатость, в зависимости от вида обработки, Df – дефектный слой.

$$Z_{\min} = Rz + Df = 40 + 50 = 90 \text{ мкм} = 0,09 \text{ мм.}$$

Допуск припуска $[117...108]$ рассчитывается как сумма допусков составляющих звеньев:

$$T[117...108] = 0,12 + 0,19 = 0,31 \text{ мм.}$$

Середина поля допуска:

$$\Delta_0 A[117...108] = -0,12/2 + (-0,19/2) = -0,155 \text{ мм.}$$

Рассчитаем припуск по формуле:

$$Z_{\min} + \frac{TA}{2} - \frac{\Delta_0 A}{2};$$

$$[117...108] = 0,09 + 0,155 + 0,155 = 0,4 \text{ мм.}$$

$0 < 0,4$ – припуск занижен на 0,4 мм.

Аналогично рассчитываем оставшиеся два припуска.

$$[27...28] = (28...117) - (117...28);$$

$$[27...28] = 68,3 - 68 = 0,3 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск:

$$Z_{\min} = 40 + 50 = 90 \text{ мкм} = 0,09 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\Delta_0A[27...28] = -0,12/2 + (-0,12/2) = -0,12 \text{ мм.}$$

$$T[27...28] = 0,12+0,12 = 0,24 \text{ мм.}$$

$$[27...28] = 0,09 + 0,12 + 0,12 = 0,33 \text{ мм.}$$

0,3 < 0,33 – припуск занижен на 0,03 мм.

$$[17...18] = (18...28) + (28...118) - (118...18);$$

$$[17...18] = 14,5 + 68,3 - 82 = 0,8 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск:

$$Z_{\min} = 120 + 80 = 200 \text{ мкм} = 0,2 \text{ мм.}$$

$$\Delta_0A[17...18] = -0,43/2 + (-0,12/2) - 0 = -0,275 \text{ мм.}$$

$$T[17...18] = 0,43 + 0,12 + 0 = 0,55 \text{ мм.}$$

$$[17...18] = 0,2 + 0,275 + 0,275 = 0,75 \text{ мм.}$$

0,8 > 0,75 – припуск завышен на 0,05 мм.

2.1.4 Выводы

Проанализировав размерную схему действующего технологического процесса, можно сделать вывод – припуски завышены. Это говорит о том, что при обработке детали придется снимать большой слой металла, что негативно сказывается на производительности и стоимости изделия.

В действующем технологическом процессе много переустановок деталей. Каждая переустановка, закрепление детали имеет свою погрешность, которые в сумме могут дать значительную цифру общей погрешности.

Исходя из этого следует, что нужно проектировать новый технологический процесс, выбирать более современный инструмент, оборудование, вспомогательную оснастку и т.д.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали «Фланец гидромеханической коробки передач»

2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

«Фланец гидромеханической коробки передач» является деталью типа фланец. Представляет собой тело вращения. Заготовки для данного типа деталей получают с помощью литья.

Наша деталь изготовлена из материала Сталь 40Л. Это литейная сталь. Данный материал предназначен для получения заготовок методом литья.

Сталь 40Л – нелегированная сталь. Данный материал имеет твердость 146-173НВ, склонен к образованию усадочных раковин, обрабатывается резанием. После термообработки, имеет твердость от 200 НВ.

В наше время известно множество способов литья. Вот некоторые из них:

- 1) литье в песчаные формы;
- 2) литье в оболочковые формы;
- 3) литье по выплавляемым моделям;
- 4) литье в кокиля;

В новом, улучшенном технологическом процессе будем использовать литье по выплавляемым моделям. Этот способ литья имеет ряд преимуществ перед предыдущим (литьем в песчаные формы):

- 1) качество заготовки – IT10-12;
- 2) шероховатость – Ra 5-10 мкм;
- 3) возможность получения толщины стенки заготовки 2-2,5 мм.

Литье в оболочковые формы позволяет достичь 12-14 качества. Следовательно, нам нужно будет производить получистовую и чистовую обработку. Поэтому от него откажемся.

Литье в кокиля достаточно дорогое. Каждый кокиль рассчитан на 200-300 заготовок, затем его стоит заменять. Это существенно удорожает производство. Поэтому выбираем литье по выплавляемым моделям.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2.2.2 Формирование операционно-маршрутной технологии

Заготовку получаем методом литья по выплавляемым моделям. Далее, идет комплексная операция на токарно-винторезном станке с ЧПУ, которая позволит получить готовую форму детали за несколько установов. Затем деталь отправляется на закалку в цех термической обработки. После этого следуют две шлифовальные операции: внутришлифовальная и торце-круглошлифовальная. В конце деталь проходит окончательный контроль.

Операции и оборудование представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Маршрутный технологический процесс

Операция
000 Заготовительная
005 Комплексная с ЧПУ
010 Термическая (ТВЧ)
015 Шлифовальная
020 Шлифовальная
025 Контрольная

Операция 000 – Заготовительная.

Материал отливки – Сталь 40Л. Применяется метод литья по выплавляемым моделям.

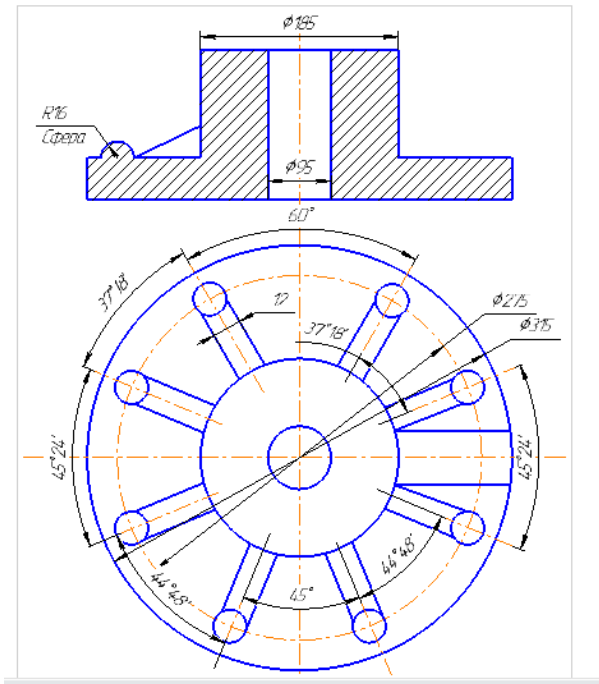


Рисунок 19 - Отливка

Операция 005 – Комплексная с ЧПУ (установ 1):

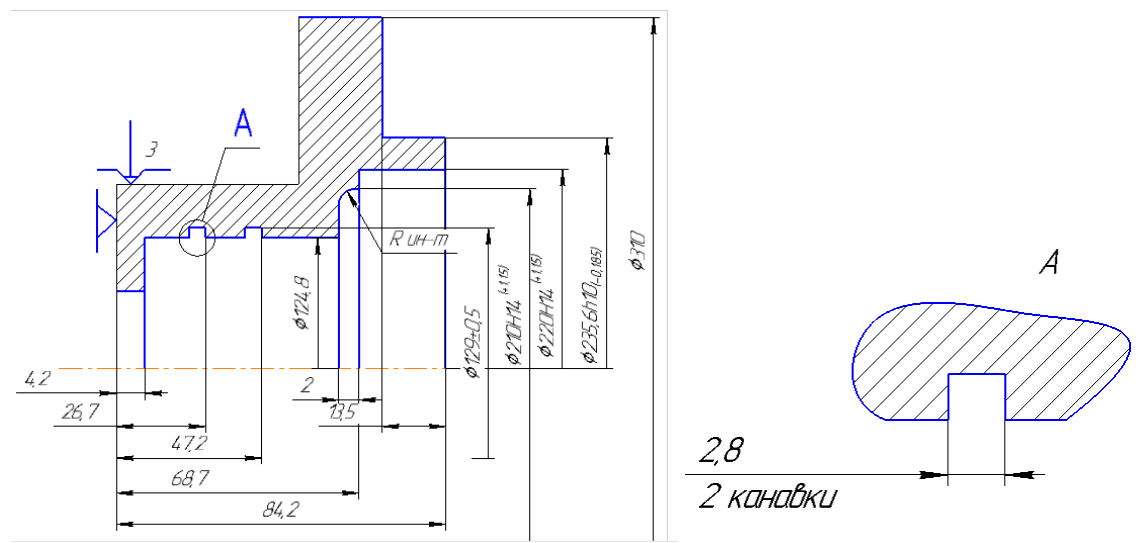


Рисунок 20 – Установ 1

На данной операции обрабатывается торец заготовки, а так же растачивается внутреннее отверстие. Следом протачиваются внутренние канавки. Все размеры показаны на рисунке 20.

Установ 2:

Здесь будет получен окончательный габаритный размер детали, проточены канавки по наружной поверхности заготовки, расточено отверстие.

Эскиз и полученные размеры показаны на рисунке 21.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

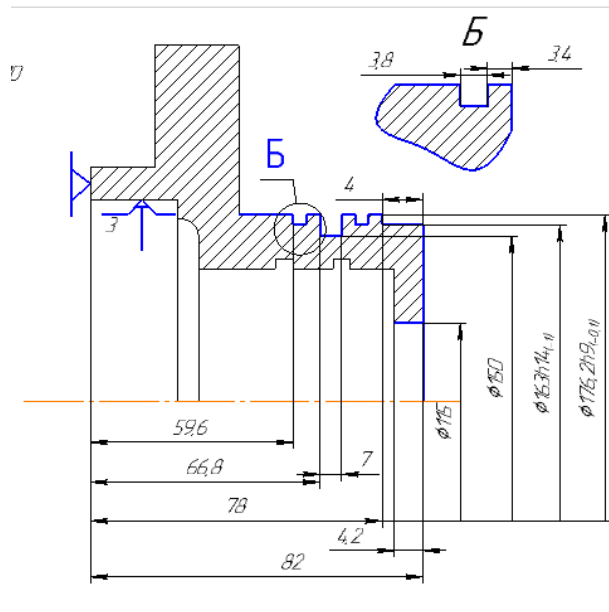


Рисунок 21 – Установ 2

Установ 3:

Здесь будут получены отверстия $\phi 10$ мм, пазы, размеры которых показаны на рисунках 22 и 23.

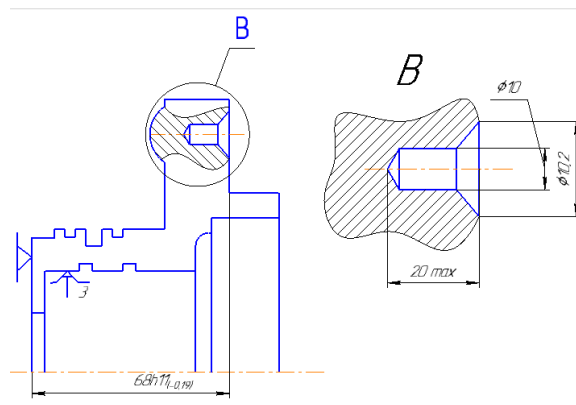


Рисунок 22 – Установ 3

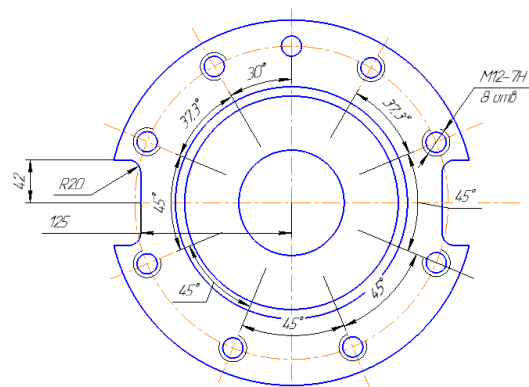


Рисунок 23 – Установ 3 (вид сбоку)

					15.03.05.2018.288 ПЗ		Лист
							28
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата			

Установ 4:

На операции будут получены 2 глубоких отверстия и одно выводное отверстие, через которые смазывающая жидкость будет поступать в систему. Все размеры и формы показаны на рисунке 24.

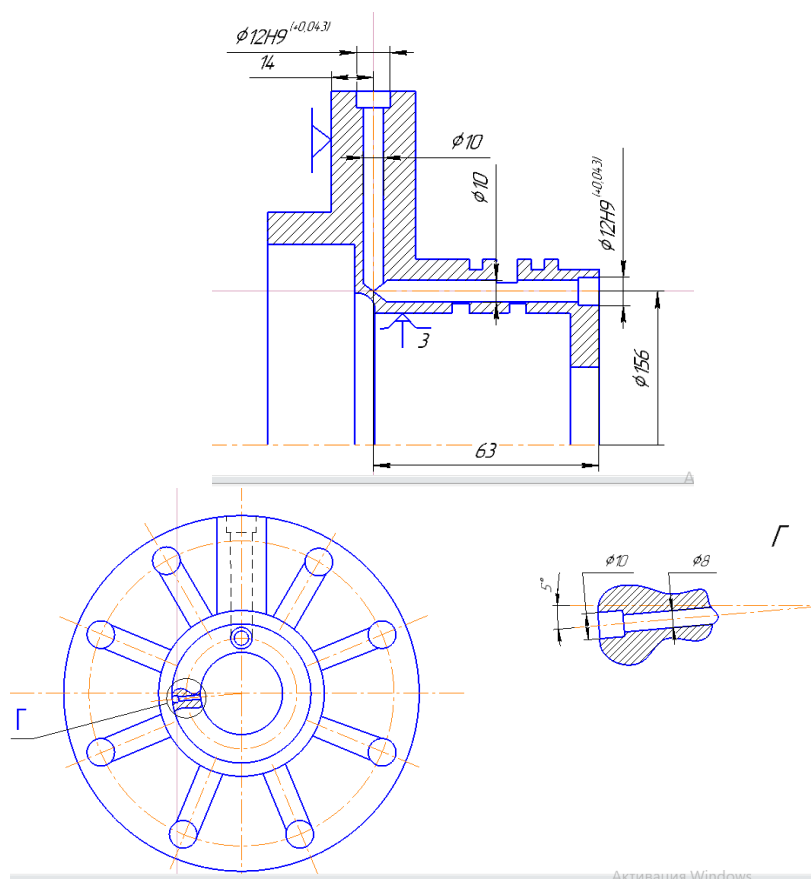


Рисунок 24 – Установ 4

Операция 010 – Термообработка ТВЧ

На данной операции обрабатываются поверхности, которые в дальнейшем будут подвергаться шлифовке.

При малой твердости материала шлифовка будет невозможна, так как круг быстро выйдет из строя (произойдет «засаливание» круга). Частицы мягкого металла будут забиваться между фракциями шлифовального круга, вследствие чего круг становится гладким и операции шлифования таким инструментом станут невозможными.

Операция 015 – Шлифовальная

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

На операции шлифования будут доводиться поверхности до нужной шероховатости и точности. В нашем случае шлифуется отверстие под подшипник.

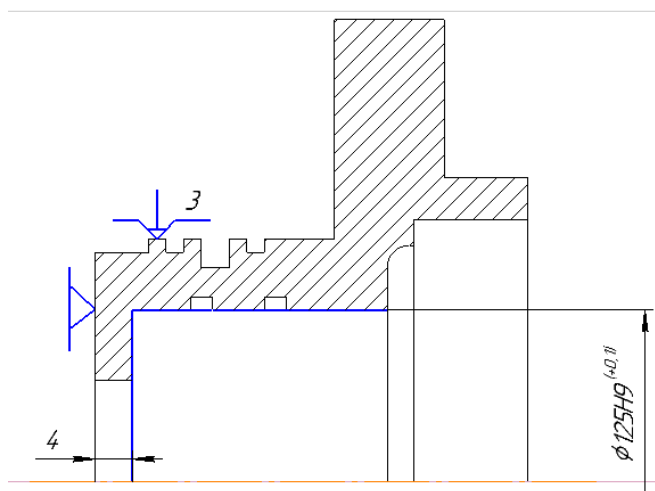


Рисунок 25 – Эскиз операции 015

Операция 020 – Шлифовальная

Шлифуются наружные диаметры в местах контакта с другими деталями. Это позволит обеспечить надежное соединение между ними.

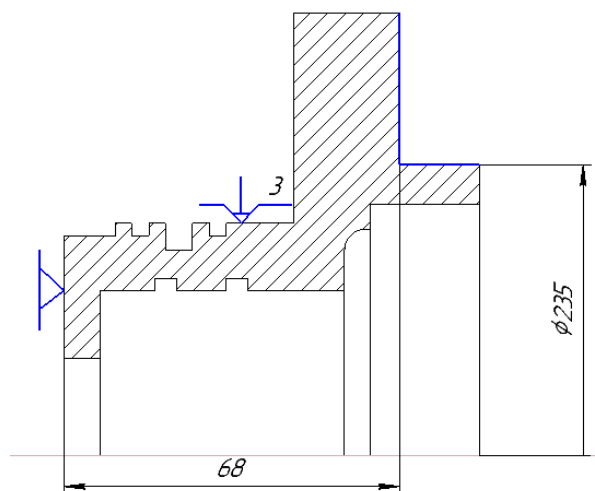


Рисунок 26 – Эскиз операции 020

Так же шлифуется наружный диаметр.

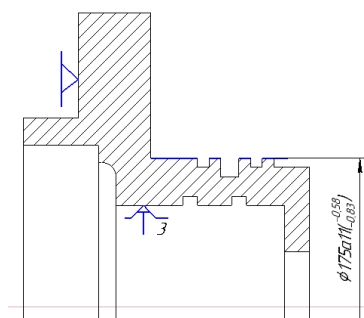


Рисунок 27 – Эскиз операции 020 (установ 2)

2.2.3 Выбор основного технологического оборудования

В наше время существует множество станков с числовым программным обеспечением. Такие станки позволяют ускорить производство продукции за счет сокращения штучного времени.

В новом технологическом процессе для фрезеровальных операций и операций точения будем использовать пятикоординатный токарно-фрезерный обрабатывающий центр. Рассмотрим некоторые из них.

SNK EXL-50 (рис. 15).

Характеристики станка отображены на рисунке 16.

Станок SNK EXL-50 используется для обработки заготовок среднего размера (от 300 до 1000 мм). Так как наша заготовка имеет максимальный диаметр 316 мм, данный станок нам подходит.

Станок оснащен приводом шпинделя, программируемым по 5 осям, для обеспечения высокой скорости, надежности и точности обработки.

MAZAK VIRIAXIS I-800.

Имеет возможность обработки так же по 5 координатным осям. Данный центр оснащен высокоскоростным шпинделем (до 10000 об/мин). Доступно устройство для смены двух паллет. Обладает высокой жесткостью конструкций.

MAZAK VORTEX e-1250V/8.

Пятиосевой вертикальный обрабатывающий центр. Имеет термосимметричную конструкцию высокой жесткости, которая позволяет предотвратить тепловую деформацию в процессе обработки. Частота вращения

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

шпинделя так же может достигать 10000 об/мин. Максимальный диаметр обрабатываемой заготовки – 1450 мм, высота – 1600 мм. Станок является вертикальным. Наша деталь представляет собой тело вращения, а на вертикальном станке получить ее будет сложнее. Соответственно, этот станок нам не подходит.



Рисунок 15 – Станок SNK EXL-50

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:	
Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	470
Максимальный диаметр обточки, мм	340
Максимальная длина заготовки, мм	540
Максимальная допустимая нагрузка между патроном и центром задней бабки, кг	50
ТОКАРНЫЙ ШПИНДЕЛЬ:	
Электродвигатель шпинделя, кВт	11 при переменном токе (при непрерывной работе)
Диапазон частоты вращения шпинделя, мин-1	60-6000
Максимальная сила резания, Н	3000
Максимальный крутящий момент токарного шпинделя, Нм	140 (постоянная работа)
Стандартный патрон	6-ти дюймовый полый патрон
Внутренний диаметр направляющей трубы шпинделя, мм	45
ЗАДНЯЯ БАБКА:	
Диаметр пиноли, мм	80
Конус центрального отверстия	MT №3
Ход пиноли, мм	80
Максимальное усилие зажима пинолью, Н	3500
Расстояние от патрона до центра задней бабки, мм	120-550 + ход отвода 380
ДЕРЖАТЕЛЬ ИНСТРУМЕНТА (ФРЕЗЕРНАЯ ГОЛОВКА):	
Тип держателя инструмента	Комбинированный держатель инструмента
Передний конец шпинделя (точение/фрезерование)	Coromant Capto c4*
Угол индексации по оси В, градус	0,001
Электродвигатель шпинделя, кВт	5,5/2,2 при переменном токе (10% ПВ/непрерывная работа)
Диапазон частоты вращения шпинделя, мин-1	100-10000 (10% ПВ/непрерывная работа)
Максимальный крутящий момент фрезерного шпинделя, Нм	49/20 (10% ПВ/непрерывная работа)
ПЕРЕМЕЩЕНИЯ:	
Вертикальный ход держателя инструмента (ось X), мм	400
Продольный ход стойки (ось Y), мм	120 (H-60)
Поперечный ход суппорта (ось Z), мм	600
Индексация держателя инструмента (ось В), градус	180 (-100+180)
Вращение токарного шпинделя (ось С), градус	Непрерывное
ПОДАЧА:	
Ускоренный ход по оси X, м/мин	30
Ускоренный ход по оси Y, м/мин	20
Ускоренный ход по оси Z, м/мин	30
Ускоренный ход по оси В, мин-1	10
Ускоренный ход по оси С, мин-1	400
Подача по осям X, Y, Z, мм/мин	1-15000
Подача по оси В, град/мин	0-2000
Подача по оси С, град/мин	0-3600
Система ЧПУ	FANUC 31i-B5

Рисунок 16 – Технические характеристики станка SNK EXL-50

Для шлифовальных операций будем использовать внутришлифовальный станок и торце-круглошлифовальный станок.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
					32	
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Внутришлифовальный станок с числовым программным управлением JAGURA JAG-IG35100-CNC (рис. 17).

Данный станок имеет диапазон шлифуемых диаметров от 0,5 до 150 мм. Паспортные данные приведены в рисунке 18. Станок предназначен для высокоточного шлифования отверстий. Применение двух шпинделей (шпиндель для внутреннего шлифования и шпиндель для шлифования торца) позволяет резко повысить производительность обработки за счет сокращения времени на полную обработку изделия, исключая применение дополнительного оборудования.

Наша деталь будет иметь внутренний диаметр 125 мм. Станок нам подходит.



Рисунок 17 – Внутришлифовальный станок JAGURA JAG35100-CNC
Характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики станка JAGURA JAG35100-CNC

Марка	JAG35100
Диаметр внутреннего шлифования, мм	20-150
Максимальный диаметр зажимаемой заготовки, мм	350
Максимальная длина зажимаемой заготовки, мм	1000
Перемещение по оси X, мм	150
Перемещение по оси Z, мм	500
Частота вращения шпинделя передней бабки, об/мин	100-500

Окончание таблицы 1

Частота вращения шлифовального шпинделя, об/мин	10000-55000
Габаритные размеры	
Длина, мм	3880
Высота, мм	1650
Ширина, мм	2680
Вес, кг	3800

Торце-круглошлифовальный станок выберем марки GA-3570CNC Paragon (рис. 18).



Рисунок 18 – Станок GA-3570CNC Paragon

Данный станок предназначен для шлифования торцевых и цилиндрических поверхностей. Подбираем, исходя из обрабатываемых поверхностей с диаметрами 235 и 175 мм.

Характеристики станка представлены на рисунке 19.

Модель	Макс. уст/обр. ?, мм	Расстояние между центрами, мм	Размер круга, мм	Скорость вращения передней бабки, об/мин	Скорость вращения шлиф. круга, м/с
GA-2020CNC	200/100	200	355?50?127	1200	30(45-опц)
GA-3515CNC	350/320	150	510?80?203.2	1000	45
GA-3535CNC	350/320	350	510?80?203.2	1000	45
GA-3570CNC	350/320	700	510?80?203.2	1000	45
GAH-3540CNC	350/320	400	610?160?203.2	1000	45(60-опц)
GAH-3580CNC	350/320	800	610?160?203.2	1000	45(60-опц)

Рисунок 19 – Технические характеристики станка

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса

Целью анализа является проверка технологического процесса на выполнение размеров, а также целесообразность применения его в производстве. Размерный анализ приведен на рисунках 28 – 31.

Уравнение припуска [157...158]:

$$[157...158] = (158...18) - (18...158) - (148...158) = 83,2 \pm 0,27 - 78 \pm 0,27 - 4 = 1,2 \text{ мм.}$$

$$Z_{\min} = Rz + Df,$$

где Rz – шероховатость при точении, Df – дефектный слой.

$$Z_{\min} = 120 + 75 = 195 \text{ мкм;}$$

$$[157...158] = Z_{\min} + W/2 - \Delta_0 = 0,195 + 0,695 - (0,125) = 0,765 \text{ мм} \rightarrow 0,8 \text{ мм.}$$

Припуск завышен на 0,4 мм.

Уравнение припуска [17...18]:

$$[17...18] = (18...28) + (28...158) - (158...18) = 14 \pm 0,2 + 70 \pm 0,2 - 83,2 \pm 0,27 = 0,8 \text{ мм;}$$

$$Z_{\min} = Rz + Df = 120 + 75 = 195 \text{ мкм;}$$

$$[17...18] = 0,195 + 0,535 - 0 = 0,73 \text{ мм} \rightarrow 0,8 \text{ мм.}$$

Припуск завышен на 0,07 мм.

Из размерного анализа видно, что первый припуск [157...158] необходимо уменьшать. Второй припуск [17...18] завышен незначительно, соответственно его трогать мы не будем.

Следовательно, высота всей заготовки будет равняться сумме двух припусков и габаритному размеру:

$$82 + 0,8 + 1,2 = 84 \text{ мм.}$$

Выполнив размерный анализ, можем увидеть, что высота заготовки уменьшилась с 95 до 84 мм, что составляет 11,57%. Это значит, что мы тратим на данную деталь почти на 12% материала меньше. Эти излишки пойдут на другую партию деталей. Получается, что мы еще и сэкономили материал.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

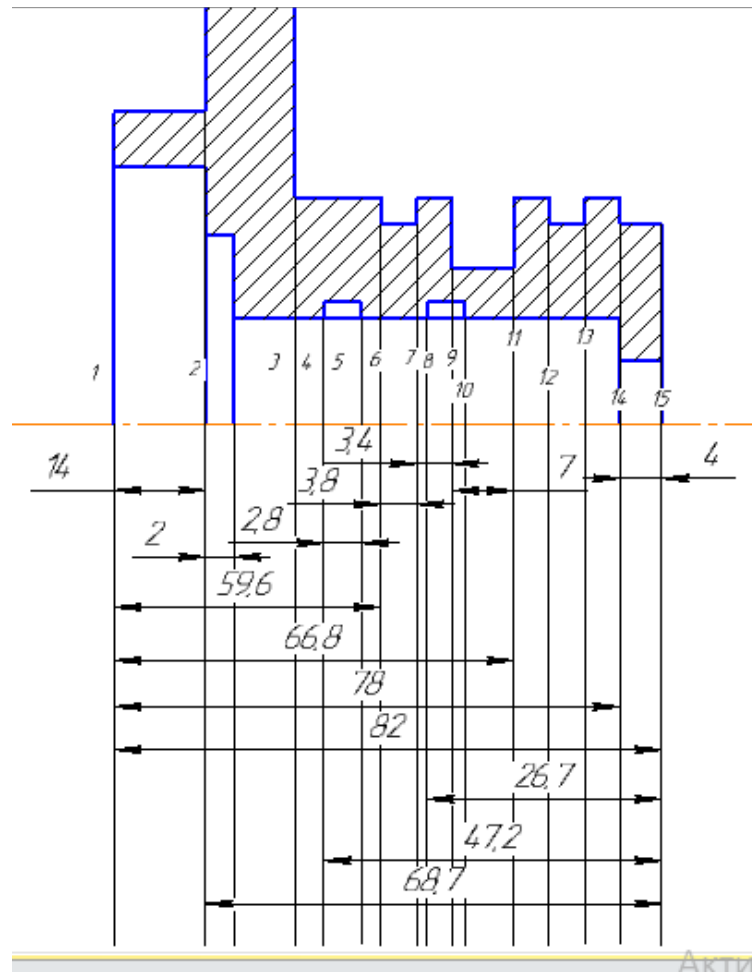


Рисунок 28 – Размерная цепь (Часть 1)

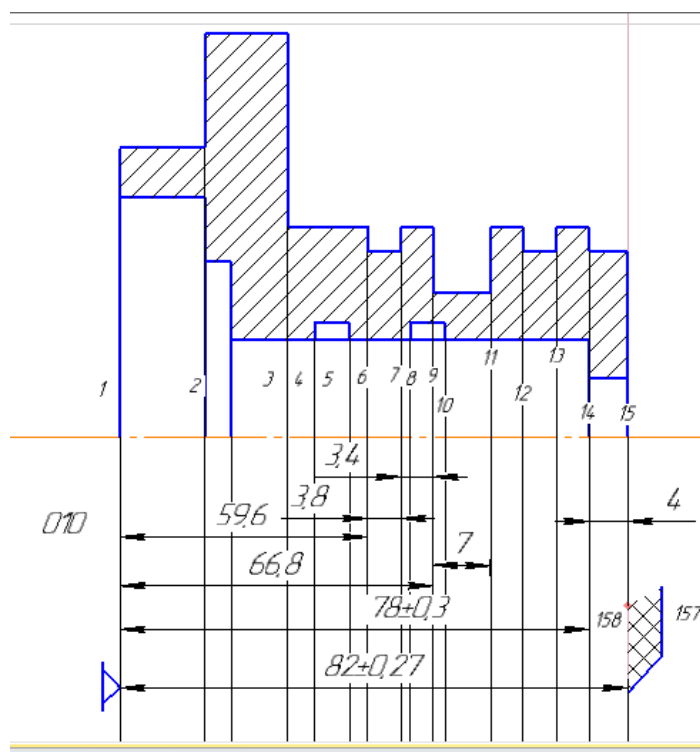


Рисунок 29 – Размерная схема (часть 2)

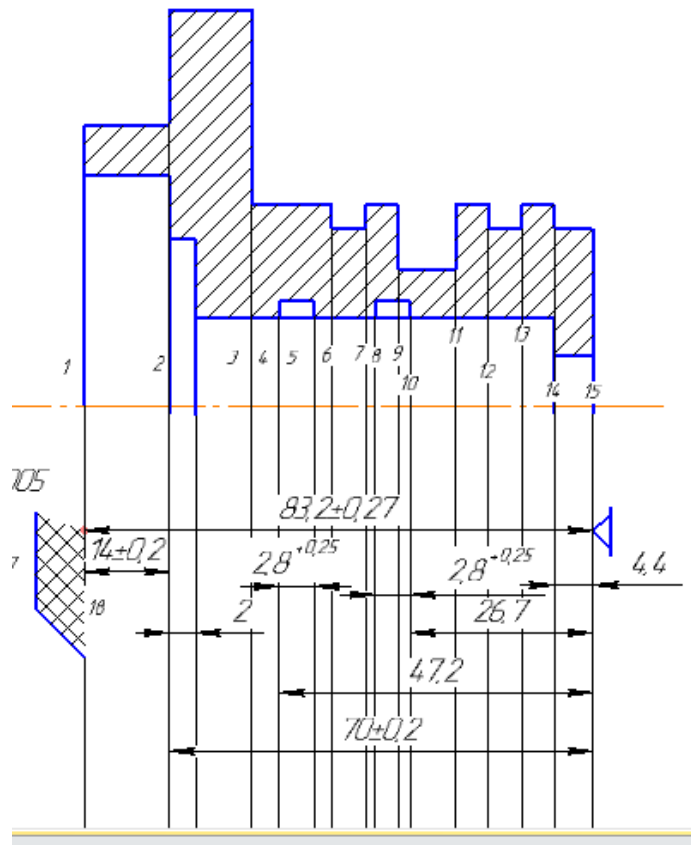


Рисунок 30 – Размерная схема (часть 3)

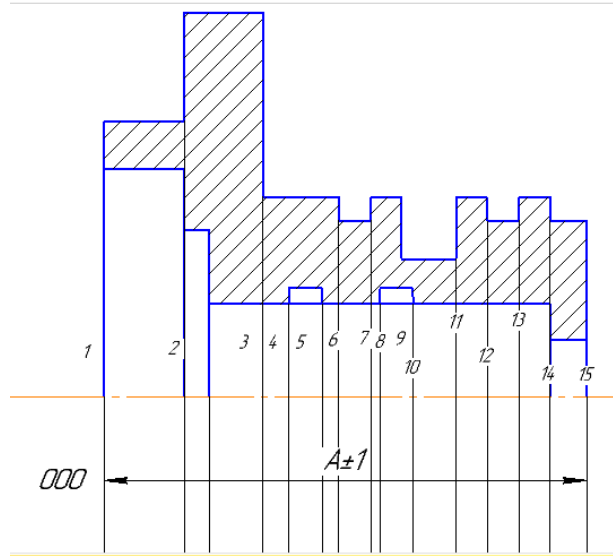


Рисунок 31 – Размерная схема (часть 4)

2.2.5 Расчет режимов резания и норма штучного времени на все операции проектного варианта технологического процесса

Расчет режимов резания и норм штучного времени для операции 005

Исходные данные:

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Деталь: Фланец гидромеханической коробки передач.

Материал – Сталь 40Л (173 НВ).

Точность обработки поверхности: IT7.

Метод получения заготовки – литье по выплавляемым моделям (IT10).

Состояние поверхности – без корки.

Масса – 8,7 кг.

Операция – токарная.

Базирование – в трехкулачковом патроне.

Выбор стадий обработки.

По карте 1 справочника машиностроительных нормативов определяют стадии обработки.

Заготовка имеет 10 квалитет, значит обработку можно производить в 1 стадию – чистовую.

По карте 2 определяем минимальную необходимую глубину резания. Для нашего диаметра 235,6 мм, глубина резания составляет $t=1,1$ мм.

Далее выбирается инструмент.

Будем использовать резец с сечением державки 20x20 мм.

По приложениям 1-5 и, исходя из условий обработки, выбираем ромбовидную пластину Т30К4. По приложению 6 выбираем способ крепления пластины – двуплечий прихват за выемку. По приложению 7 выбираем углы резца: угол в плане – $\varphi=45^\circ$, вспомогательный угол в плане – $\varphi_1=45^\circ$. По приложению 8 определяем геометрические параметры режущей части: передний угол – $\gamma=5^\circ$, задний угол – $\alpha=15^\circ$, радиус скругления кромок – $\rho=0,25$ мм, радиус скругления при вершине – $r_b=0,8$ мм. По приложению 13 выбираем период стойкости резца – $T=60$ мин.

Выбираем подачу.

Подачу S_o выбираем по карте 3. $S_{от}=0,8$ мм/об. Поправочные коэффициенты $K_{сн}$ – коэффициент материала инструмента и $K_{сп}$ – коэффициент способа крепления пластины. Принимаем эти коэффициенты равными 1,1 и 1 соответственно.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

По карте 32 определяем значения сил резания, а по карте 33 поправочные коэффициенты на эти силы.

Далее выбираем скорости резания.

Рекомендуемые значения подбираем в зависимости от глубины резания $t=1,1$ и подачи $S_o=0,8$ по карте 21. Из этой же карты выбираем поправочные коэффициенты для своей стадии обработки. Рассчитав поправочные коэффициенты, вычисляем скорость резания, которая в результате получилась $v=334,95$ м/мин. Рассчитываем частоту вращения шпинделя. Она получается равной $n=452,76$ об/мин. Принимаем 500 об/мин. Тогда фактическая скорость резания будет равна: $v_{\phi}=370$ м/мин.

Аналогично рассчитываются режимы резания при точении и растачивании остальных поверхностей. Результаты показаны в таблице 3. Обрабатываемые поверхности изображены на рисунках 32 – 33.

Таблица 3 – Режимы резания при точении и растачивании

№оп.	Пов-ти	Прин. подача S_o , мм/об	Табл. скорость V_T , м/мин	Факт. скорость V_{ϕ} , м/мин	Факт. обор.шп. n_{ϕ} , об/мин
005	1-6	0,8	334,95	370	500
	7-10	0,8	334,95	370	500

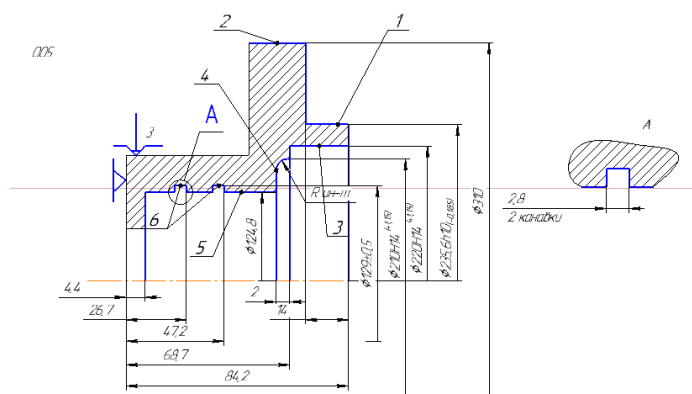


Рисунок 31 – Обрабатываемые поверхности на операции 005

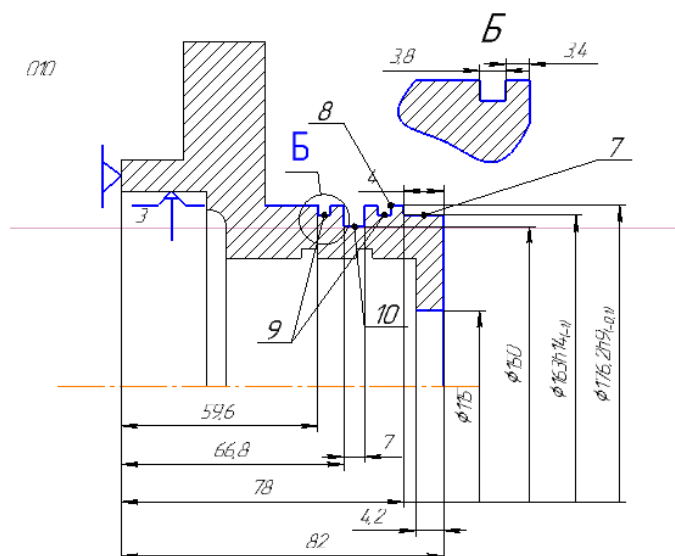


Рисунок 32 – Обрабатываемые поверхности 005

Рассчитаем штучное время на этой операции, первого утсанова:

Норма штучного времени определяется по формуле:

$$T_{ш} = (T_{ц.а} + T_{в}) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{тех} + \alpha_{орг} + \alpha_{отл}}{100}\right),$$

где $T_{ц.а}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{в}$ – вспомогательное время по программе, мин;

$\alpha_{тех}$ – время на техническое обслуживание рабочего места, % от оперативного времени;

$\alpha_{орг}$ – время на организационное обслуживание рабочего места, % от оперативного времени;

$\alpha_{отл}$ – время на отдых и личные потребности при одностаночном обслуживании, % от оперативного времени.

Время цикла автоматической работы станка по программе складывается из следующих составляющих:

$$T_{ц.а} = T_0 + T_{мв},$$

где T_0 – основное (технологическое) время, на обработку одной детали, мин;

$T_{мв}$ – машинно-вспомогательное время по программе, мин.

$$T_0 = \sum_i \frac{L_i}{S_{Mi}},$$

где L_i – длина пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке i -го технологического участка (с учетом врезания и перебега), мм;

S_{Mi} – минутная подача на данном технологическом участке, мм/мин.

Вспомогательное время T_B складывается из следующих составляющих:

$$T_B = T_{B_{уст}} + T_{B_{оп}} + T_{B_{изм}},$$

где $T_{B_{уст}}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали;

$T_{B_{оп}}$ – вспомогательное время связанное с операцией;

$T_{B_{изм}}$ – вспомогательное время на контрольные измерения.

Подставив наши значения в данные формулы, получим штучное время 3,83 мин.

Значения штучного времени на всех операциях изображены в таблице 4.

Расчеты режимов резания и норм штучного времени для сверления, фрезерования, развертывания, нарезания резьбы приведены ниже.

В данной операции осуществляется сверление, развертывание, нарезание внутренней резьбы и фрезерование.

Заготовка: Отливка IT10.

Деталь: Фланец гидромеханической коробки передач.

Материал – Сталь 40Л (173 НВ).

Точность обработки поверхности: IT7.

Метод получения заготовки – литье по выплавляемым моделям (IT10).

Состояние поверхности – без корки.

Масса – 8,7 кг.

Операция – комплексная.

Базирование – в трехкулачковом патроне.

Станок: обрабатывающий центр SNK EXL-50

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Содержание операции: сверлить отверстия диаметром 10 мм комбинированным сверлом. Развернуть отверстие 11,2. Нарезать внутреннюю резьбу М12х1,5. Фрезеровать пазы.

По карте 44 нормативов выбираем процесс обработки: сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы.

По картам 45 и 46 выбираем глубину резания: для сверления $t=0,5 D=5,1$ мм, для зенкерования $t=0,48$ мм, для развертывания $t=0,1$ мм.

По карте 50 выбираем режимы резания: сверление $S_{от}=0,29$ мм/об, $v_T=21,6$ м/мин; для нарезания резьбы $S_{от}=0,29$ мм/об, $v_T=11,5$ м/мин.

Так как нам нужно получить несколько отверстий будем применять те же режимы резания для их получения.

Для данной операции рассчитаем основное время:

Сверление всех отверстий – $T_0=0,84$ мин; зенкерование 9 отверстий глубиной 20 мм – $T_0=0,6$ мин; развертывание этих же отверстий – $T_0=0,6$ мин; нарезание резьбы М12х1,5 на 8 отверстиях – $T_0= 1$ мин.

$T_{шт} = 4,38$ минут.

После перехода на фрезерование посчитаем суммарное основное и штучное время для всей операции.

Фрезерование.

Выбираем торцовую фрезу Т30К4 с СМП по приложению 3.

Затем по карте 55 выбираем глубину резания: $t=1,5$ мм.

По приложениям 10 и 11 выбираем диаметр фрезы, число зубьев и главный угол в плане: $D=80$ мм, $z=24$, $\varphi=75^\circ$.

Далее по карте 58 выбираем подачу на зуб: $S_{зуб}= 1,5$ мм. По картам 60 и 66 выбираем поправочные коэффициенты на подачу. В итоге получим подачу на зуб $S_{зуб}=0,21$ мм. Выбираем наименьшую подачу. По карте 65 выбираем скорость резания $v_T=292$ м/мин. Рассчитаем число оборотов шпинделя: $n=1158,8$ об/мин.

Фактические значения скорости резания 300 м/мин

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Основное время по расчетам $T_0 = 0,08$ мин, машинно-вспомогательное время $T_{мв}=0,12$ мин, $T_{ц.а.}=0,85$ мин, $T_B = 1,44$ мин ($T_{уст} = 0,17$ мин, $T_{воп}=1,2$ мин, $T_{из}=0,07$ мин.).

$T_{шт} = 2,47$ минут.

Итоговое время всей операции со временем на технологические переходы будет равно: $T_{шт}=4,38+2,47+0,166 = 7,06$ мин.

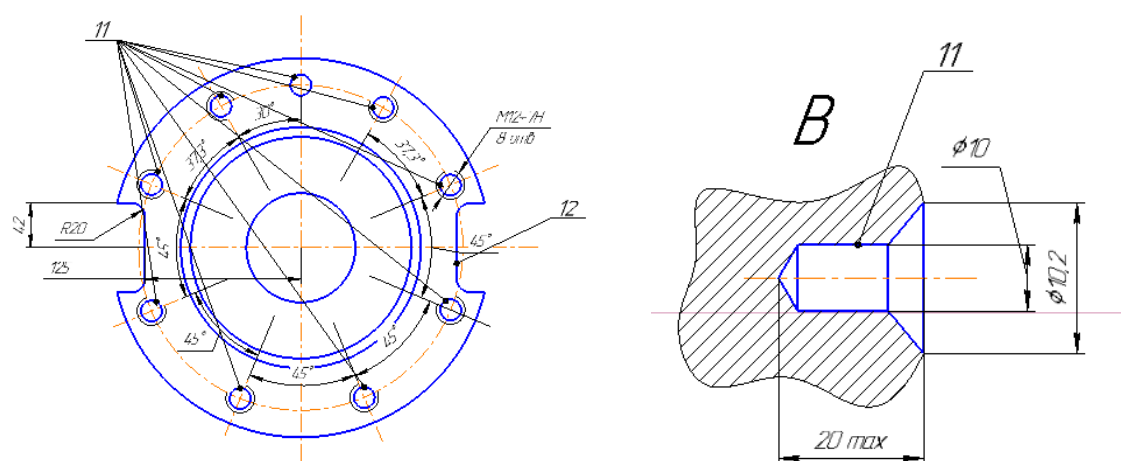


Рисунок 33 – Эскиз операции 005

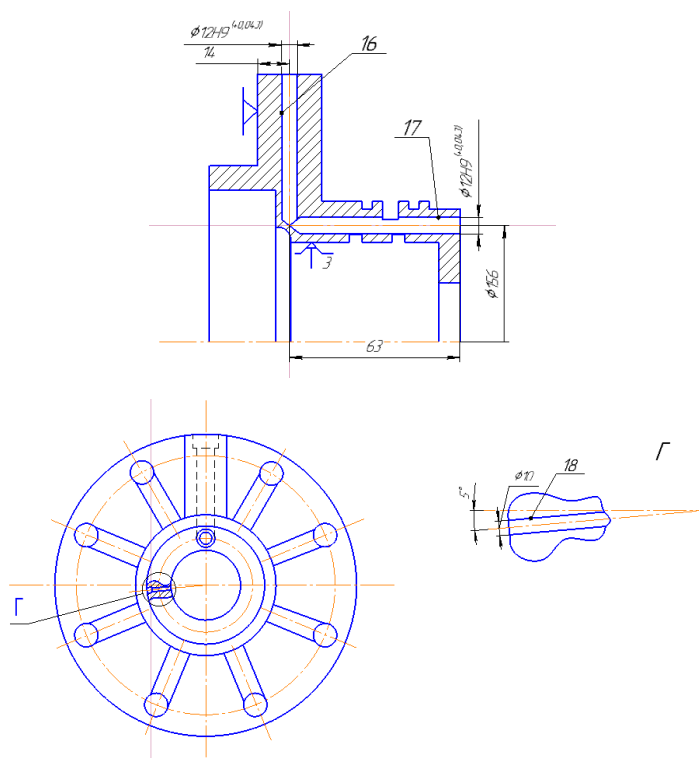


Рисунок 34 – Эскиз операции 005

					15.03.05.2018.288 ПЗ		Лист
							43
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата			

Расчет режимов резания и норм времени для шлифования 015.

Заготовка: марка материала – Сталь 40Л;

Термообработка – 200...203НВ;

Диаметр обрабатываемой поверхности: 176 мм;

Станок: GA-3570CNC Paragon.

Шлифовка диаметра 170a11.

Припуск на диаметр рассчитываем по формуле:

$$2\text{Пр} = d_{\text{max}} - 0,5(d_{\text{max}} - d_{\text{min}}) - 2\text{Пз}$$

$2\text{Пз} = 0,015$ – табличное значение.

Подставив нужные цифры, получим $2\text{Пр} = 0,755$ мм. Материал заготовки группа 1, подгруппа а.

Выбираем СОЖ: Укринол – 1М ТУ 38-101197-76. Группа 3.

Материал шлифовального круга 92А.

По карте 106 выбираем частоту вращения заготовки: $n = 110$ об/мин.

По карте 107 выбираем подачу и основное время: $S = 1,2$ м/мин, $T_0 = 0,11$ мин.

$T_{\text{ца}} = 3,02$; $T_{\text{апп}} = 0,15 + 0,03 = 0,18$ мин; $T_{\text{пз}} = 0,045 + 0,05 = 0,095$; $T_{\text{в}} = 0,37 + 0,18 + 0,095 = 0,65$ мин; $T_{\text{шт}} = 3,9$ мин.

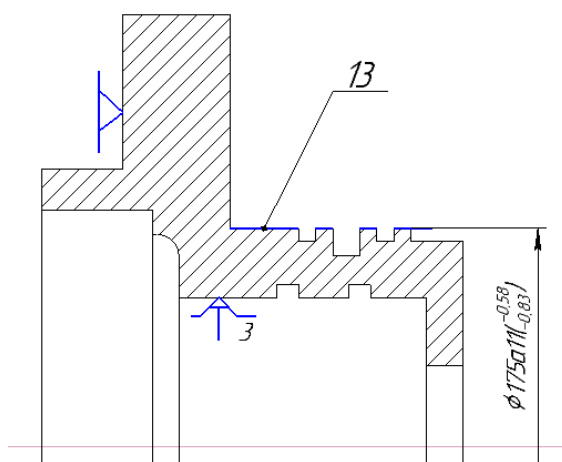


Рисунок 34 – Эскиз операции 015

На операции 040 то же самое, что и на операции 015 за исключением нескольких фактов: диаметр обрабатываемой поверхности 235 мм, частота

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

вращения заготовки 90 об/мин. Время, с учетом переустановки детали остается такое же.

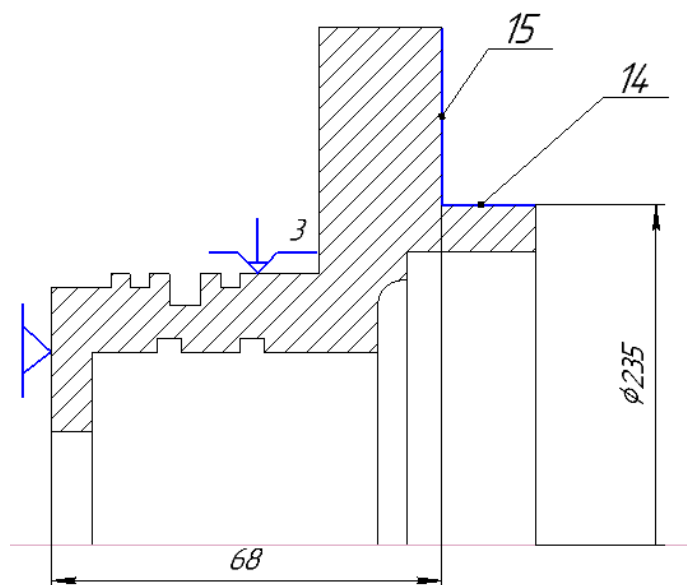


Рисунок 35 – эскиз операции 025

Таблица 4 – Режимы резания при сверлении, фрезеровании шлифовании.

Операция	Переход	Обрабатываемая поверхность	Диаметр, мм	n, об/мин	v, об/мин	Сумма То, мин
005	Сверление	11	10	605	19,4	0,085
	Нарезание резьбы	11	M12	298	11,5	0,5
	Фрезерование	12	40	1158	291	0,28
	Сверление	16, 17	12	605	19,4	0,12
	Сверление	18	10	605	19,4	0,085
015	Термообработка	-	-	-	-	-
020	Шлифование	20, 21	125	90	35,5	7
025	Шлифование	14, 15	235	90	35,5	1,5
030	Шлифование	13	175	90	35,5	7

2.2.6 Выводы по разделу

Подводя итоги данного раздела, можно увидеть, что технологический процесс кардинально отличается от старого технологического процесса. В новом

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

используется современное оборудование с ЧПУ. Это дает нам более качественное изделие за более короткие сроки и за те же средства. Как следствие – деталь становится конкурентоспособной за счет соотношения цена-качество.

Что касается времени, то оно уменьшилось почти в 2 раза. Такого результата удалось достичь с помощью сокращения времени на переустановку и транспортировку детали от станка к станку. Так же это благодаря тому, что производительность современного оборудования гораздо выше, чем у предшествующего.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Технологическая оснастка должна подходить к нашему оборудованию, а так же выдерживать большие нагрузки.

В наше время известно множество различных производителей инструментальной оснастки: Iscar, Sandvik, Haimer, Zenit Tools и другие.

Выбираем оснастку фирмы Iscar. Эта компания является одним из лидирующих поставщиков инструмента и оснастки на современном рынке, делая качественную продукцию.

3.1 Аналитический обзор и выбор технологической оснастки

В качестве технологической оснастки подберем различные патроны и переходники для закрепления режущего инструмента.

Для закрепления сверла DCN 100-030-16A-3D с диаметром хвостовика $d=16$ выбираем патрон с цилиндрическим хвостовиком DIN 69871 EM 16X63 ($SS=30$, $d_2=16$, $D_1=48$, $L=63$, $L_1=43.9$).

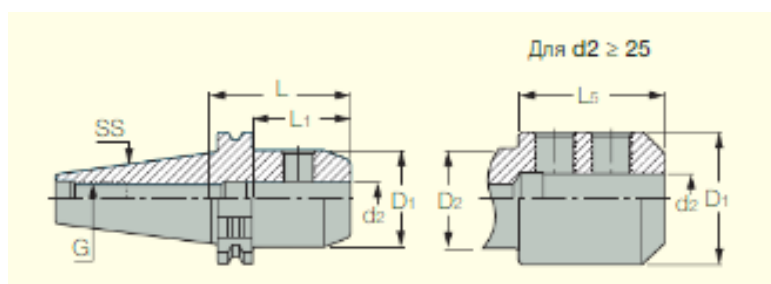


Рисунок 36 – Патрон DIN 69871 EM 16X63

Для закрепления фрезы с $d=22$ выбираем патрон DIN69871SEM 22X100C ($SS=40$, $d=22$, $L_2=19$, $L=100$, $L_1=80.9$, $D_1=38$ $G=M16$) исполнение 1

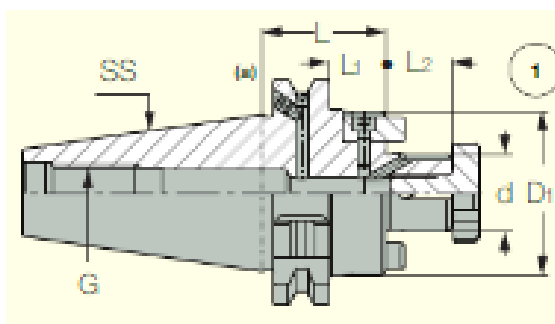


Рисунок 37 – Патрон DIN69871SEM 22X100C

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Для закрепления метчика с хвостовика $d=9$ выбираем специальный цанговый патрон GTI ER32 DIN 10.00x8.00 (SS=40, CSI=ER32, $d_2=9$, S=7 M-12 T=20), цангу ER32 SPR 9-10 (CSI=ER32, $d_{min}=9$, $d_{max}=10$).

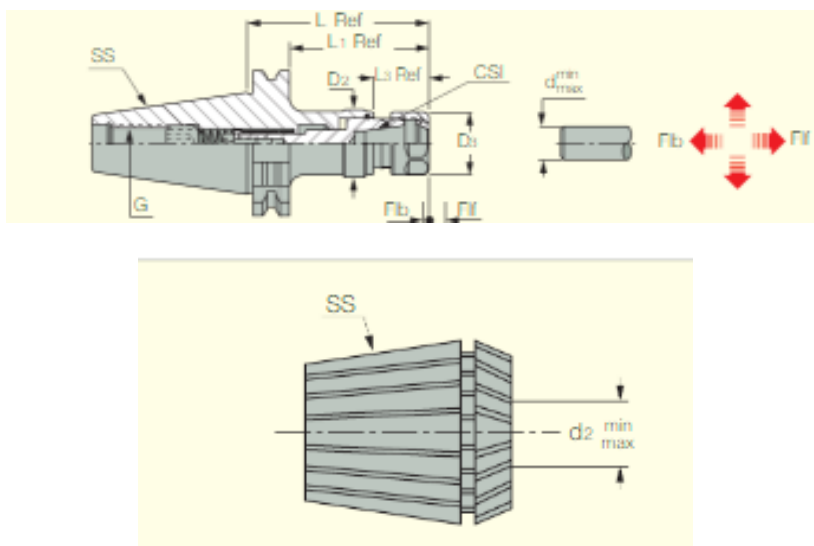
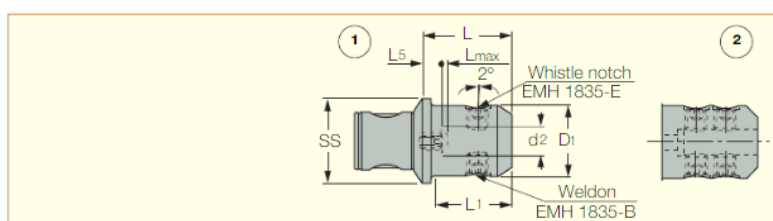


Рисунок 38 – Цанговый патрон GTI ER32 DIN 10.00x8.00 и цанга ER32 SPR 9-10

Для закрепления расточного резца выбираем оправку Weldon EMH MB63-20 (SS – MB54, $d_2=20$, $D_1=72$, $L=76$, $L_5=14$, $L_{max}=4$, исп 2.) и патрон для закрепления оправки SKB 50 MB54 (SS – 50, CS – MB54, $L_1=37$, $L=56$).

EMH MB
Оправки Weldon форма В и форма Е с хвостовиком MB



SKB-MB
Патрон для соединения MB с хвостовиком
DIN69871 форма В (подача СОЖ через фланец)

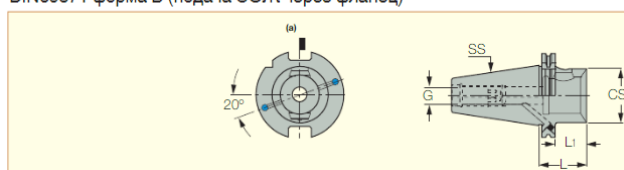


Рисунок 39 – Оправка и патрон

3.2 Проектирование и расчет станочного приспособления

В качестве проектируемого станочного приспособления выберем трехкулачковый патрон, так как он используется в нашем технологическом процессе на комплексной операции 005.

Кулачковые патроны предназначены для зажима заготовок цилиндрической, фасонной и прямоугольной формы.

Существует множество разновидностей кулачковых патронов: двухкулачковые, трехкулачковые, четырехкулачковые патроны.

Самым распространенным является трехкулачковый патрон (рис. 41).

Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон не требует времени на переналадку при смене диаметра заготовки.



Рисунок 41 – Трехкулачковый патрон

Патрон трехкулачковый самоцентрирующийся автоматический Ø315 7100-0017 исполнение 1 тип 1:

D = 500 мм. Остальные параметры выбираем по ГОСТ 2675-80.

3.3 Аналитический обзор и выбор режущего инструмента.

Для обработки детали «Фланец гидромеханической коробки передач» применяется различный инструмент.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Режущий инструмент необходимо подбирать таким образом, чтобы он мог подводиться ко всем обрабатываемым поверхностям и мог обеспечивать заданную на чертеже точность поверхностей.

Так же не стоит забывать о материалах, из которых выполнен инструмент.

Твердость материала, из которого изготовлен инструмент, должна превышать твердость обрабатываемого материала. В связи с тем, что на рабочую часть инструмента действуют значительные силы резания, создающие деформации изгиба, инструментальный материал должен обладать высокой прочностью.

На твердость и прочность инструмента влияет количество легирующих компонентов и углерода, входящих в состав. С увеличением количества карбидов и уменьшением их зернистости твердость и износостойкость инструмента повышается, а прочность понижается.

Углеродистые инструментальные стали (У10А, У12А). Маркировка говорит нам о том, что это сталь углеродистая с содержанием углерода 0,1%. Буква А означает – сталь высококачественная.

Такие стали применяются на операциях с невысокими скоростями резания. Это связано с тем, что при нагреве твердость инструмента быстро снижается.

Из данного материала изготавливают метчики, развертки и зенкеры.

Легированные инструментальные сплавы – это сплавы, в состав которых включаются различные примеси.

Быстрорежущие стали – легированные стали со значительным содержанием кобальта, вольфрама, ванадия и молибдена.

Твёрдые сплавы – твёрдые и износостойкие металлические материалы, способные сохранять эти свойства при 900–1150 °С. В основном изготавливаются из высокотвердых и тугоплавких материалов на основе карбидов вольфрама, титана, тантала, хрома, связанные кобальтовой металлической связкой, при различном содержании кобальта или никеля.

Для обработки детали выберем сборный режущий инструмент фирмы ISCAR.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Для обработки поверхностей 1-6 (рис. 42) выберем пластинку ISCAR CNMX 090608-M3PW ($I=9.67$, $d_i=9.52$, $S=4.41$, $r=0.8$) и державку ISCAR PCLNR/L 2020K09X ($b=20$, $h=20$, $l_1=125$, $l_2=25$, $f=25$) – рисунок 43.

Материал режущей части IC-8250, группа применимости P10-P35. Применяется для обработки сталей.

В результате обработки будет получен габаритные размеры 82 и 68.

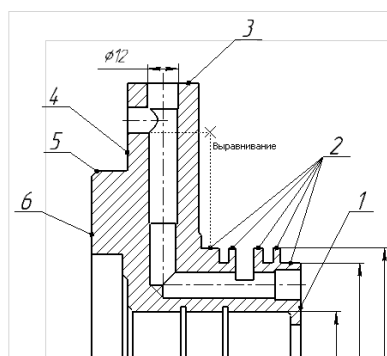


Рисунок 42 – Обрабатываемые поверхности на операции 005

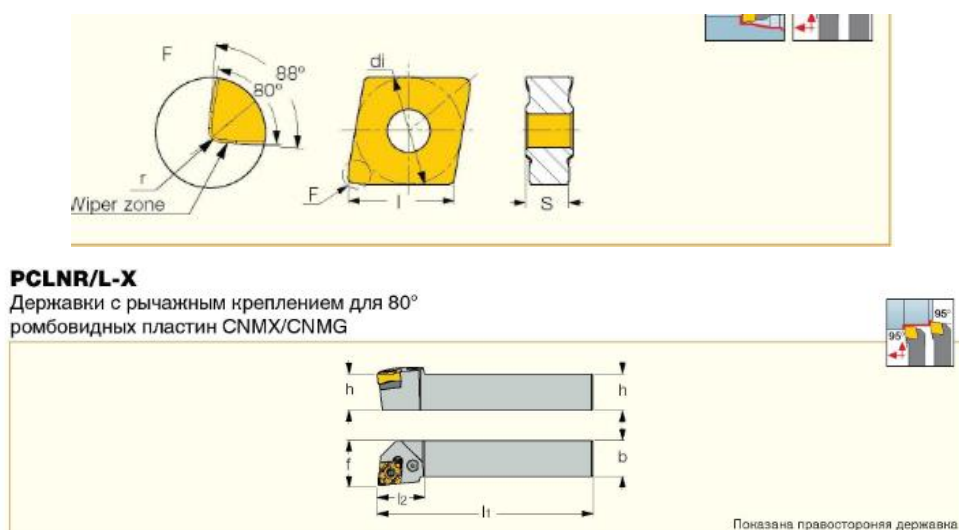


Рисунок 43 – Пластика CNMX 090608-M3PW и державка PCLNR/L 2020K09X

Для обработки поверхности 7 (рис. 44) нужно использовать державку державка SCHR/L 10 22BF-JHP ($W_{min}=0.5$, $W_{max}=2.5$, $h=10$, $b=10$, $l_1=125$, $L_2=20.7$) и пластинку SCTR/L 22-250 NP05 ($W=2.5$ $R=0.05$ $T_{max}=6$ $T_c=8$)

(рис. 45). Получаемый размер канавки: 2.8 мм.

Материал режущей части IC-1008, группа применимости P20-P50.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

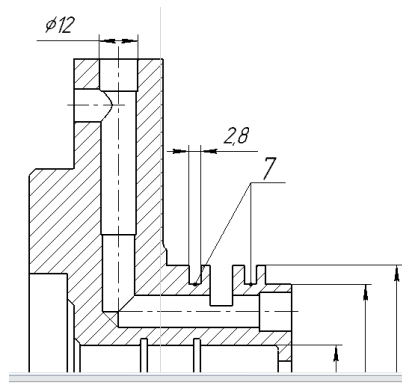


Рисунок 44 – Обрабатываемая поверхность на операции 005

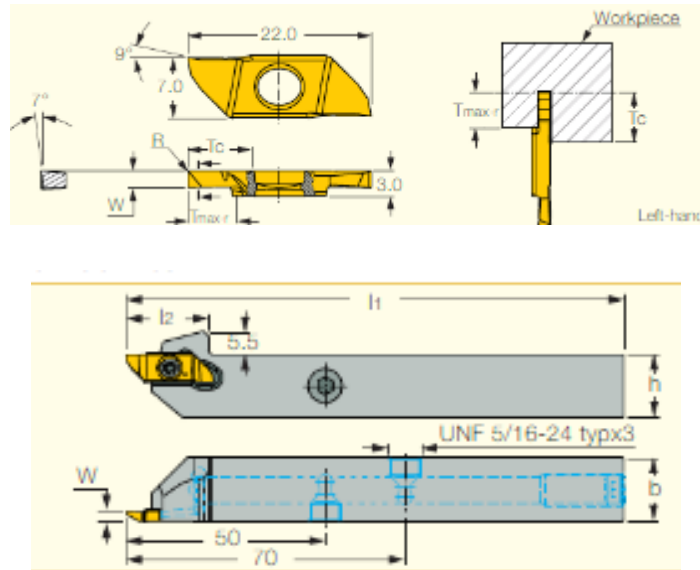


Рисунок 45 – Пластинка SCTR/L 22-250 NP05 и державка SCHR/L 10 22BF-JHP

Для обработки поверхностей 8-12 и 14 (рис. 46) используем пластину ISCAR CNMG 090408-M3P ($I=9.67$, $d_i=9.52$, $S=4.76$, $r=0.8$) и державку ISCAR A-20Q-PCLNR/L-09X ($d=20$, $l_1=30$, $h=18$, $h_1=9$, $f=14$, $D_{min}=25$) (рис. 47).

Материал режущей части IC-8150, группа применимости P1-P30.

В результате буду получены отверстия с размерами: $D=185$, $D=129$, $D=125$ и $D=115$.

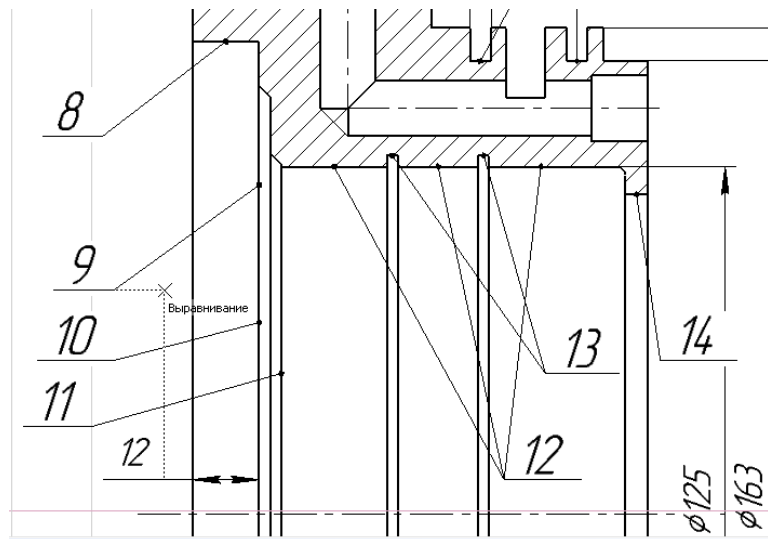
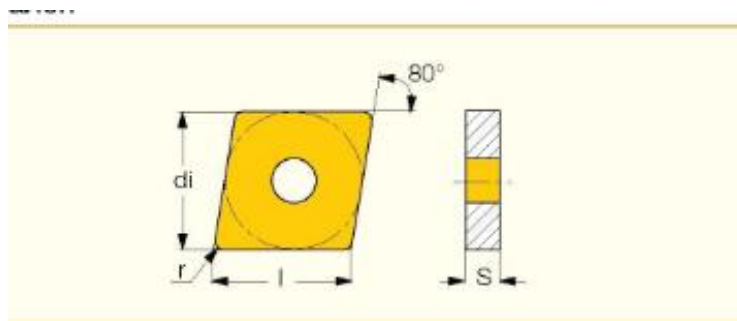


Рисунок 46 – Обрабатываемые поверхности на операции 005



A/S-PCLNR/L-X/G

Расточные державки с рычажным креплением для пластин CNMX/CNMG

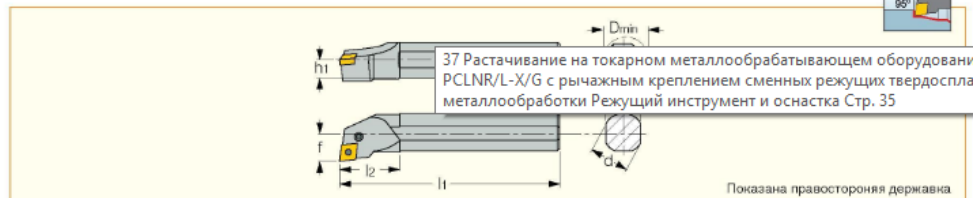


Рисунок 47 – Пластика CNMG 090408-M3P, державка A-20Q-PCLNR/L-09X

Для обработки поверхности 13 (рис. 46) выбираем канавочный резец с державкой MGCH 06 ($D_{min}=8$ $T_{max}=1.5$, $d=6$, $L_{min}=16$ $L_{max}=42$ $W_{min}=0.5$ $W_{max}=4$) и пластиной GIQR/L 8-2.00-0.1 ($W=2$, $R=0.1$ $T_{max}=1.5$ $D_{min}=8$ $f=4.8$) (рис. 48).

Материал режущей части IC-528, группа применимости P25-P45.

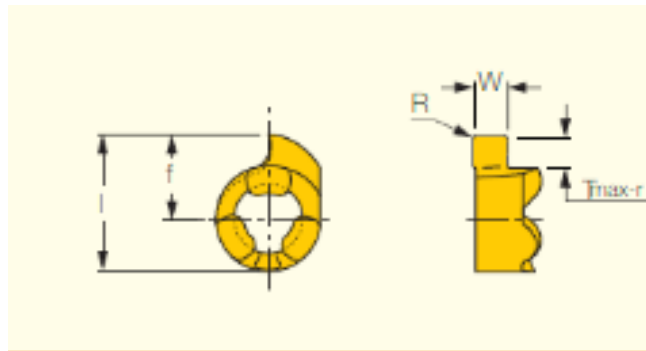
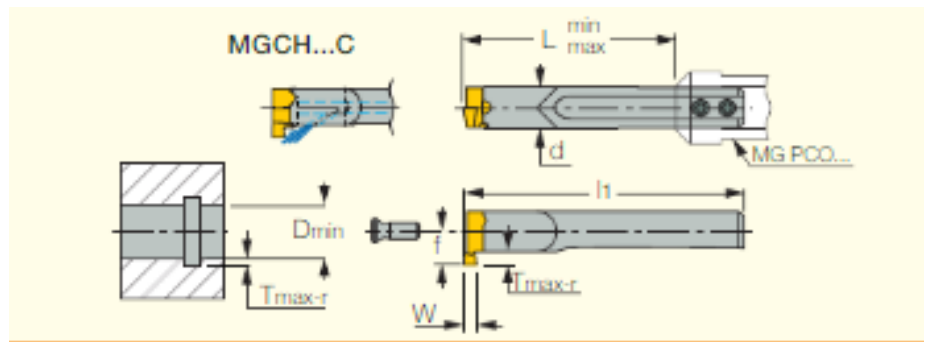


Рисунок 48 – Державка MGCH 06 и пластинка GIQR/L 8-2.00-0.1

Для обработки поверхности 16 (рис. 49) следует использовать фрезу. Выбираем концевую фрезу T490 SM-D40-24-2-22-13 ($D=40$, $Z=4$, $ap=24$, $Da=22$, $D3=38$, $L=50$) и пластинки T490LNMT/HT 1306 PNTR-CS ($W=6.65$, $I=13.74$, $ap=12.5$ $r=0.8$ $S=13.05$) (рис. 50).

Материал режущей части IC-830, группа применимости P20-P40.

В результате получим пазы со скруглением $R=20$.

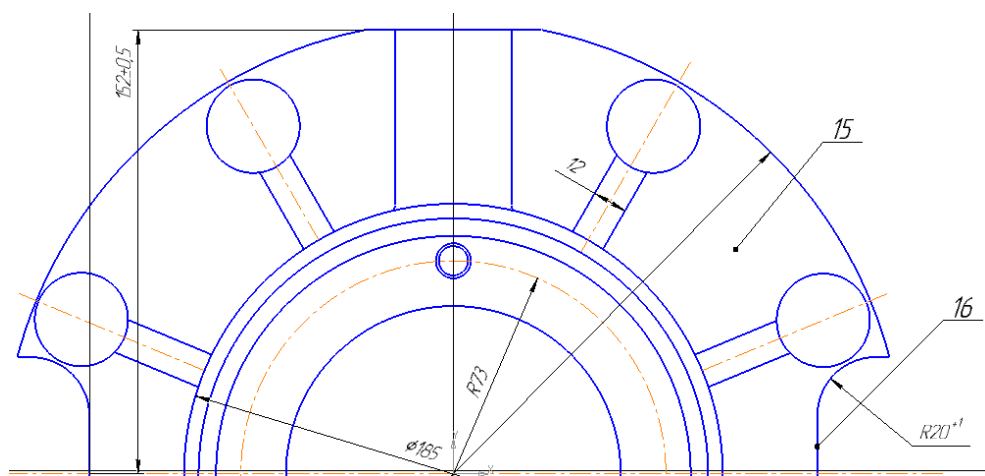


Рисунок 49 – Обрабатываемые поверхности на операции 005

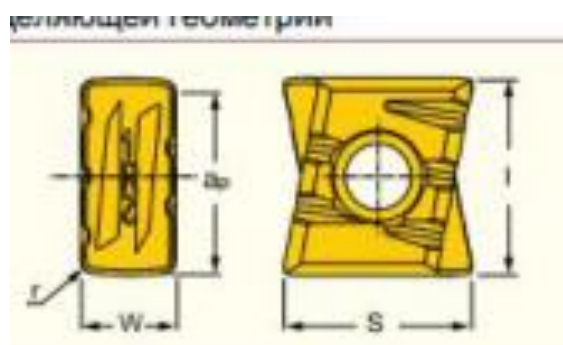
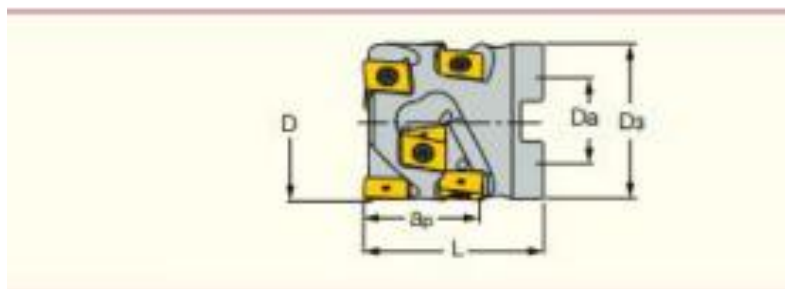


Рисунок 50 – Фреза T490 SM-D40-24-2-22-13 и пластинка T490LNMT/HT 1306 PNTR-CS

Для получения поверхности 17 (рис. 51) используем 2 инструмента: сверло и метчик, так как нужно получить метрическую резьбу (рис 52).

Сверло: сменная самоцентрирующаяся головка HCP-IQ ($D=10-10,9$ $S=6,2$ $h1=3,5$ $Ch=0,77$) и сверло DCN 100-030-16A-3D ($D_{min}=10,0$ $D_{max}=10,4$ $L=30$ $d=16$ $D3=20$ $L=46,2$ $LA=48$).

Метчик: TPG M-12x1.75-M ($D=M12$, $P=1.75$, $l1=110$, $Tl=24$, $d=9$, $S=7$).

Материал сменной головки сверла IC-908, группа применимости P15-P30.

В результате обработки мы получим 9 отверстий $D=10.2$ мм, на восьми из которых будет метрическая резьба M-12.

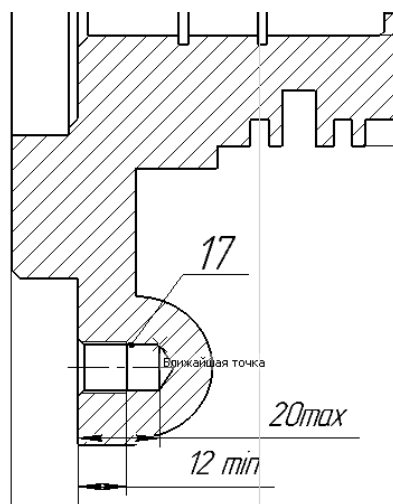


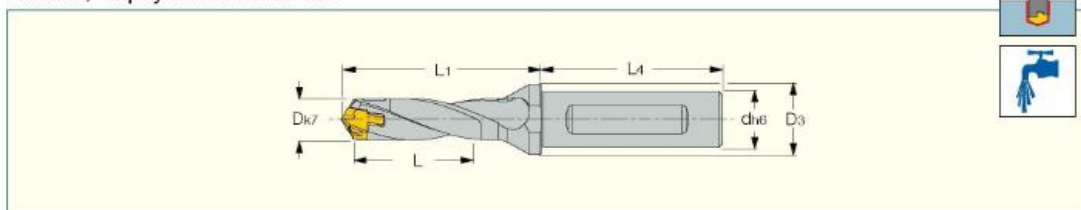
Рисунок 51 – Обрабатываемая поверхность на операции 005

щиеся головки, для обработки легированной стали, лических сплавов чугуна.



DCN A-3D

Сверла со сменными головками, с внутренним подводом СОЖ, хвостовики с лыской, корпус с вылетом 3xD



TPG M (HSS)

HSS - Машинные метчики для стандартной метрической резьбы по стандарту DIN 13, для широкого спектра обрабатываемых материалов.

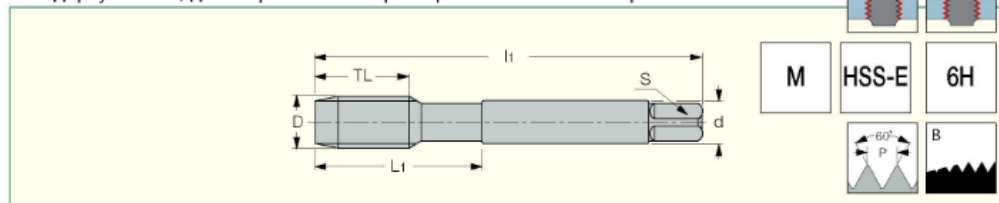


Рисунок 52 – Головка сверла HCP-IQ, сверло DCN 100-030-16A-3D, метчик TPG M-12x1.75-M

Для обработки отверстий 18 и 19 (рис. 53) будем использовать сверло глубокого сверления и сверло, которое использовали для получения поверхности 17, но большего диаметра и с большей головкой (рис. 54)

Сменная самоцентрирующаяся головка НСР-IQ ($D=10-10,9$ $S=6,2$ $h_1=3,5$ $Ch=0,77$), сменная самоцентрирующаяся головка НСР-IQ ($D=12-12,90$, $S=7$ $H=3,8$ $Ch=0,87$), сверло глубокого сверления MNCNT 100-800-MF16X1-T2 ($D_{min}=10$ $D_{max}=10,49$ $D_2=9,7$ $D_3=9,6$ $L=800$ $L_1=830$), сверло DCN 120-18-16A-1,5D ($D_{min}=12$ $D_{max}=12,4$ $L=18$ $d=16$ $D_3=20$ $L_1=35$ $L_4=48$) (рис. 54).

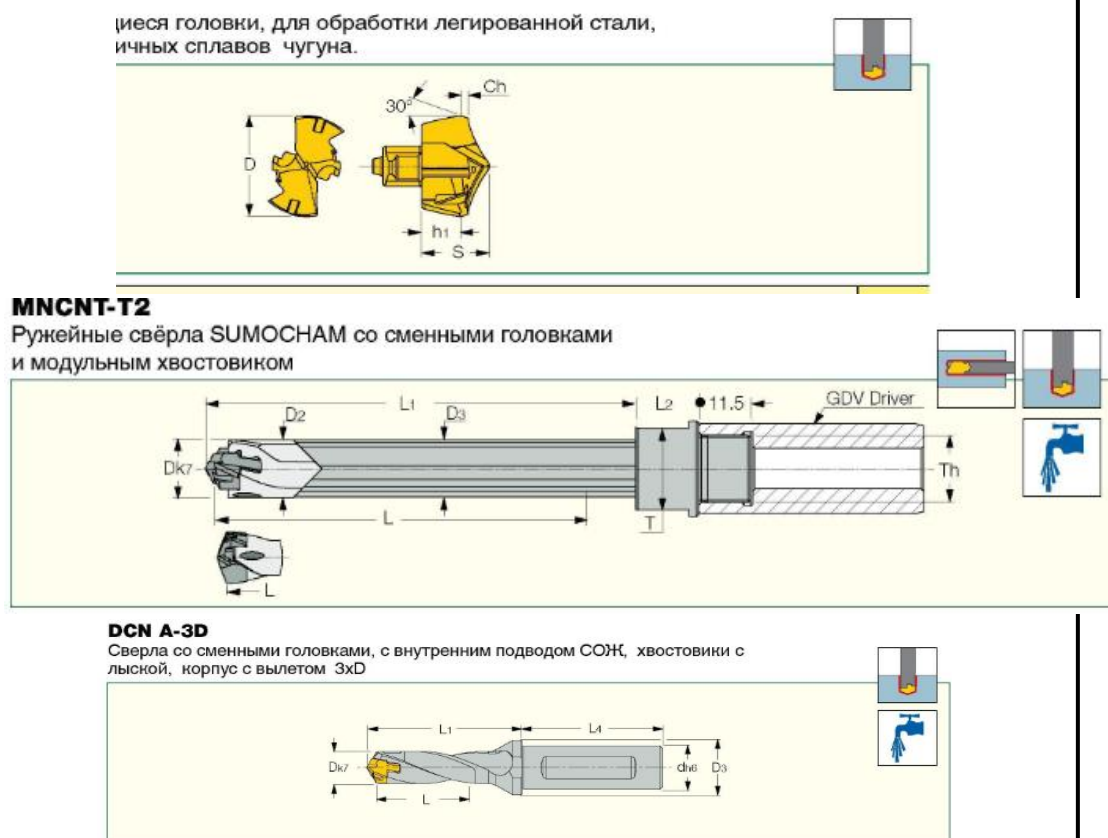


Рисунок 54 – Инструменты для обработки отверстий 18-19

В результате обработки получим отверстие с $D=10$ мм, $l=8$ и $D=12$ мм $l=80$, $l=54$.

3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента

Специальный режущий инструмент имеет веское преимущество перед стандартным инструментом – возможность получения нескольких поверхностей одновременно, что дает возможность сократить время на смену инструмента и, как следствие, штучное время на обработку. Но такой инструмент необходимо проектировать. Пример проектирования специального режущего инструмента приведен ниже.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Для получения отверстий Ø10,2 с фаской 2x45 используем комбинированное сверло, которое позволит нам одновременно получить отверстие и фаску.

Сверло комбинированное:

1) Определение режимов резания по нормативам [1]:

а) подача на оборот (табл. 25, с.277)

$S_1=0,26$ мм/об (для $d=10,2$ мм)

б) по таблицам 28-30 находим коэффициенты для определения скорости главного движения, осевой силы и момента. Рассчитываем скорость

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v;$$

$$v_1 = \frac{1,4 \cdot 10,2^{0,4}}{35^{0,2} \cdot 0,26^{0,1}} \cdot 1 = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$v_2 = \frac{1,4 \cdot 16^{0,4}}{35^{0,2} \cdot 0,26^{0,1}} \cdot 1 = 2,39 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

в) рассчитываем осевую силу резания

$$P_x = 9,81 \cdot C_p \cdot D^x \cdot S^y \cdot K_{MP};$$

$$P_1 = 9,81 \cdot 68 \cdot 10,2 \cdot 0,26^{0,1} \cdot 1 = 5919 \text{ Н};$$

$$P_2 = 9,81 \cdot 68 \cdot 16 \cdot 0,26^{0,1} \cdot 1 = 9286 \text{ Н};$$

г) рассчитываем момент сил сопротивления резанию

$$M_{cp} = 9,81 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P;$$

$$M_{cp1} = 9,81 \cdot 0,0345 \cdot 10,2^2 \cdot 0,26^{0,8} \cdot 1 = 12 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{cp2} = 9,81 \cdot 0,0345 \cdot 16^2 \cdot 0,26^{0,8} \cdot 1 = 29,45 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

2) Конус Морзе выбираем по ГОСТ 25557 конус Морзе №1. Длину сверла выбираем конструктивно, специально для обрабатываемого отверстия, соблюдая ГОСТ 10903-77.

3) Определение геометрических и конструктивных параметров рабочей части сверла.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

По нормативам [1], карта 43, с. 200-201 выбираем:

- а) угол наклона винтовой канавки – $\omega=30^\circ$;
 - б) угол между режущими кромками $2\varphi=118^\circ$, $2\varphi=120^\circ$;
 - в) задний угол $\alpha_1=\alpha_2=12^\circ$;
 - г) передний угол $\gamma_1=\gamma_2=10^\circ$;
 - д) угол наклона поперечной кромки $\Psi=55^\circ$;
 - е) шаг винтовой канавки $H_1=56,18$ мм $H_2=72$ мм;
 - ж) толщина сердцевины $d=1,17...2,8$ мм с увеличением сердцевины к концу сверла;
 - з) обратная конусность 0,07/100 мм длины;
 - и) ширина ленточки $f_1=0,6$, $f_2=1$ высота затылка $K_1=0,35$, $K_2=0,6$ (табл.63);
 - к) ширина пера $B_1=0,58d=5,92$ мм, $B_2=9,28$.
- 4) Технические требования по ГОСТ 2034-80.

5) Для оснастки берем стандартный патрон и корректируем под размеры и конструкцию сверла. Для этого используем быстросменную втулку с внутренним отверстием под конус Морзе №0 и внешним диаметром под отверстие патрона.

Патрон используем с конусностью 1:19, который вставляется в шпиндель станка.

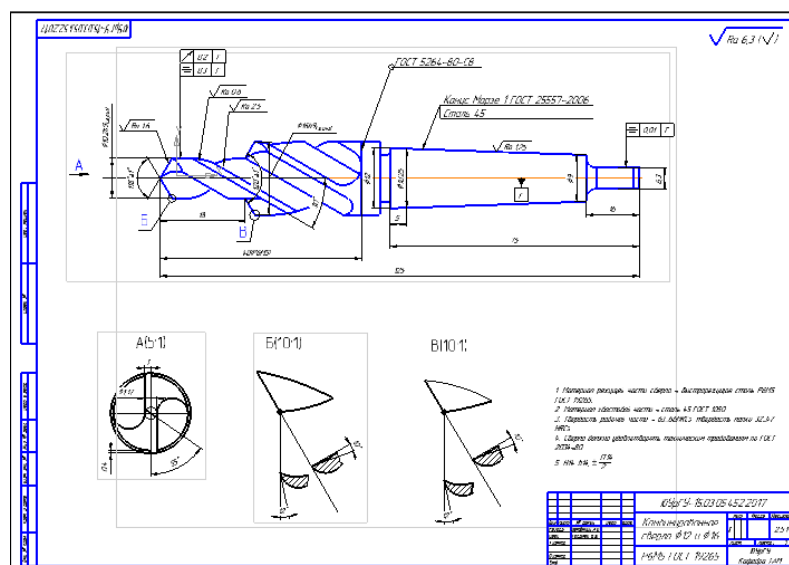


Рисунок 55 – Чертеж комбинированного сверла

3.5 Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования

Соблюдение качества детали невозможно без средств измерения. Необходимо понимать, что необходимо применять современные средства контроля для получения более точных результатов измерений.

Операция 005. Применяются штангенциркуль комбинированный (рис. 56), штангенглубиномер (рис. 57).



Рисунок 56 – Штангенциркуль комбинированный

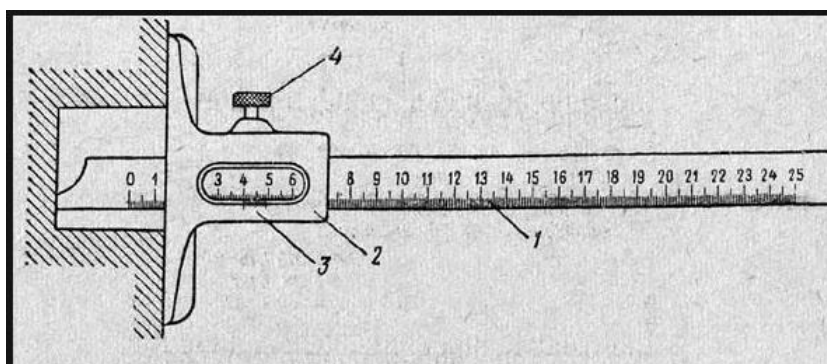


Рисунок 57 – Штангенглубиномер

На операции 010 так же используется комбинированный штангенциркуль (рис. 56)

На операции 015 применяются штангенциркуль (рис. 56), резьбовые калибры-пробки (рис. 58), гладкие калибры-пробки (рис. 59), нутромер индикаторный (рис. 60).



Рисунок 58 – Гладкий калибр-пробка ПР и НЕ



Рисунок 59 – Резьбовой калибр-пробка При НЕ



Рисунок 60 – Нутромер индикаторный

На всех последующих операциях можно обойтись штангенциркулем (рис. 56)

На контрольной операции будем использовать контрольно-измерительную машину Leitz PMM-X (рис. 61)

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Рисунок 61 – КИМ Leitz PMM-X

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали

Цель автоматизации технологического процесса – это повышение производительности, а так же качества получаемых изделий. Проведем анализ проектного варианта технологического процесса, учитывая нижеперечисленные факторы.

Средством автоматизации основных операций является станок с ЧПУ, который с помощью управляющей программы производит обработку детали без непосредственного участия человека.

Проведем анализ проектного технологического процесса.

Наибольший диаметр детали – 310 мм, высота – 82 мм. Масса детали составляет 8,7 кг. Погрузка, выгрузка детали в производственное оборудование, специальные накопители, тактовые столы и т.д., осуществляется с помощью промышленного робота. Специальные методы обработки поверхностей отсутствуют.

В проектном технологическом процессе отсутствуют слесарные операции или операции, выполняемые на универсальном оборудовании. Также отсутствуют специальные методы обработки, а сам процесс непрерывен.

Основное оборудование, используемое в проектном технологическом процессе, легко встраивается в гибкую производственную систему (ГПС).

Деталь обрабатывается комплексно. Это значит, что необходимо концентрировать переходы, что поспособствует сокращению вспомогательного времени и, как следствие, сокращению времени на весь процесс обработки.

. Деталь имеет габариты средних размеров. Она может устанавливаться как вручную, так и промышленным роботом.

Так же необходимо проверить деталь на технологичность.

Оценивать технологичность детали будем только по качественным показателям, не учитывая трудоемкость изготовления, себестоимость и

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

коэффициент унификации. Качественная оценка технологичности детали, обрабатываемой в условиях гибкой производственной системы, приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Качественная оценка технологичности детали

№ п.п.	Критерий оценки	Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
1	Унифицированность элементов форм детали	Неунифицированные элементы отсутствуют	Технологично
2	Простота формы детали	Форма сложная (имеются ребра жесткости, полусферы)	Нетехнологично
3	Возможность обработки максимального количества поверхностей детали за один установ	За один установ можно проточить часть наружной поверхности, а так же часть внутренней. Так же проточить внутри канавки.	Нетехнологично
4	Доступность поверхностей детали для обработки	Не все поверхности доступны для обработки режущим инструментом	Нетехнологично
5	Наличие труднообрабатываемых поверхностей детали	Деталь имеет труднообрабатываемые поверхности (канавки внутри детали)	Нетехнологично
6	Возможность совмещения конструкторских и технологических баз	Все базы возможно совместить	Технологично

Продолжение таблицы 5

7	Обеспечение конструкцией детали нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Конструкция обеспечивает нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Техноло-гично
8	Возможность достижения наиболее точных размеров детали на основном оборудовании	Количество не минимально, т.к. для обработки отверстий 10,2 мм используется сверло, зенкер, развертка и метчик.	Нетехно-логично
9	Возможность достижения минимальной заданной шероховатости поверхности детали на основном оборудовании	Поверхности для захвата имеются. Поверхность Ø163 мм.	Техноло-гично
10	Высокая обрабатываемость основного материала	Материал обрабатывается хорошо в силу своей твердости и ударной вязкости	Технологично
11	Возможность обработки детали универсальным режущим инструментом	Обработка универсальным режущим инструментом возможна	Технологично
12	Коэффициент использования материала	КИМ=0,87	Технологично

Окончание таблицы 5

13	Минимальная номенклатура режущего инструмента необходимая для обработки всех поверхностей детали при обеспечении заданной точности и шероховатости	Количество не минимально, т.к. для обработки отверстий 10,2 мм используется сверло, зенкер, развертка и метчик.	Нетехнологично
14	Наличие поверхностей для захвата детали промышленным роботом и базирования на промежуточных накопителях и в основном оборудовании	Поверхности для захвата имеются. Поверхность Ø163 мм.	Технологично

4.2 Разработка структурной схемы производственного участка

Выбор вида станков, их специализации по числу управляемых координат и определение их количества в составе ГПС осуществляются на основе разработанных технологических процессов на типовые детали по формуле:

$$K = \frac{C_{\text{ср}}}{T_{\text{ср}}},$$

где $C_{\text{ср}}$ – средняя станкоемкость, приходящаяся на один станок, мин; $T_{\text{ср}}$ – средний такт выпуска деталей, мин; K – число станков по виду оборудования.

$$C_{\text{ср}} = C_1 = 15 \text{ мин.}$$

Средний такт выпуска деталей определяется по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \frac{60\Phi_o K_{\text{исп}}}{N_{\text{год}}},$$

где Φ_o – годовой фонд времени оборудования, ч ($\Phi_o = 5952$ ч); $K_{исп}$ – коэффициент использования оборудования по машинному времени ($K_{исп} = 0,85$); $N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$T_{ср} = \frac{60 \cdot 5952 \cdot 0,85}{4000} = 75,89 \text{ мин.}$$

Результаты определения количества оборудования:

$$K = \frac{15}{75,89} = 0,19 \approx 1 \text{ станок.}$$

4.2.1 Определение структуры и состава автоматизированной транспортно-складской системой

Автоматическая транспортно-складская система выполняет множество функций. Например, хранение деталей, автоматическая их транспортировка, загрузка и отгрузка деталей и т.д.

Максимальное число деталиустановок различных наименований (число серий), которые могут быть обработаны на комплексе в течение месяца, определим по формуле:

$$K_{наим} = \frac{60 \cdot \Phi_{ст} \cdot n_{ст}}{t_{об} \cdot N},$$

где $\Phi_{ст}$ – месячный фонд отдачи станка, ч ($\Phi_{ст} = 305$ ч); $n_{ст}$ – число станков в ГПС; $t_{об}$ – средняя трудоемкость обработки одной деталиустановки, мин; N – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования.

Подставляя, получим:

$$K_{наим} = \frac{60 \cdot 305 \cdot 1}{5 \cdot 334} = 11 \text{ шт.}$$

Полученное число деталиустановок – это число ячеек в стеллаже. Для обеспечения нормальной работы ГПС необходим запас ячеек в накопителе, равный примерно 10 % от $K_{наим}$.

Расчет необходимого числа позиций загрузки и разгрузки рассчитаем по формуле:

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$n_{\text{поз}} = \frac{t \cdot K_{\text{дет}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60'}$$

где t – средняя трудоемкость операций на позиции, мин; $K_{\text{дет}}$ – число деталиустановок, проходящих через позицию в течение месяца, шт.; $\Phi_{\text{поз}}$ – месячный фонд времени работы позиции, ч; $\Phi_{\text{поз}} = \Phi_{\text{ст}} = 305$ ч.

$$K_{\text{дет}} = K_{\text{наим}} \cdot N,$$

где N – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования $K_{\text{наим}}$, шт.

Подставляя получим:

$$K_{\text{дет}} = 11 \cdot 334 = 3674 \text{ шт.}$$

Для расчетов можно использовать следующие значения трудоемкостей операций по загрузке (t_z) и разгрузке (t_p) деталей: $t_z = 5$ мин; $t_p = 3$ мин.

Подставляя получим:

$$n_{\text{поз}} = \frac{8 \cdot 3674}{305 \cdot 60} = 1,6 \text{ шт.}$$

Для контроля качества выпускаемой продукции в ГПС организуется участок контроля. В процессе изготовления партии деталей контроль проходит первая деталь (деталеустановка), а затем каждая n -я.

Число деталиустановок n , через которое деталь выводится на плановый контроль, устанавливает технолог.

Необходимое число позиций контроля $n_{\text{поз.к}}$ в ГПС рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{t_k \cdot K_{\text{дет.к}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60'}$$

где t_k – суммарное время контроля одной деталиустановки, мин; $K_{\text{дет.к}}$ – число деталиустановок, проходящих контроль за месяц, шт.; $\Phi_{\text{поз}}$ – месячный фонд времени работы позиции контроля, ч.

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{K_{\text{дет}}}{n},$$

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где $K_{дет}$ – число деталиустановок, обрабатываемых на комплексе за месяц, шт.; n – число деталиустановок, через которое деталь выводится на контроль, шт.:

$$n = \frac{n_1}{k_1 \cdot k_2},$$

где n_1 – плановое число деталиустановок, через которое деталь выводится на контроль по требованию технолога, шт.; $n_1=6$; k_1 и k_2 – поправочные коэффициенты, связанные с выводом деталей на контроль по требованию наладчика соответственно для первой деталиустановки в начале смены (k_1) и сразу же после установки нового инструмента (k_2); $k_1 = 1,15$; $k_2 = 1,05$.

Подставляя получим:

$$n = \frac{6}{1,15 \cdot 1,05} = 4,96 \approx 5;$$

$$K_{дет.к} = \frac{3674}{5} = 734,8.$$

Время контроля одной деталиустановки:

$$t_k = t_{k_1} + t_{k_2} + \dots + t_{k_i},$$

где t_{k_1} , t_{k_2} , ..., t_{k_i} – соответственно время контроля поверхностей детали после обработки на 1, 2 и т.д. i -м станках комплекса.

Для расчетов время каждого промежуточного контроля (после неполной обработки поверхностей на станках комплекса) можно принимать равным:

$$t_{п} = 5 \text{ мин};$$

время окончательного контроля всех поверхностей детали:

$$t_{к.ок} = 20 \text{ мин.}$$

Подставляя получим:

$$t_k = 5 + 20 = 25 \text{ мин};$$

$$n_{поз.к} = \frac{25 \cdot 734,8}{305 \cdot 60} = 1,003 \approx 1 \text{ шт.}$$

4.2.2 Проектирование предварительной компоновочной схемы ГПС

Компоновочные схемы ГПС характеризуют взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования - станков, транспортных устройств и т.д.

Целью проектирования компоновочной схемы является определение транспортной связи между основным, вспомогательным оборудованием и складской системой.

Представим два варианта компоновочной схемы ГПС для проектного технологического процесса.

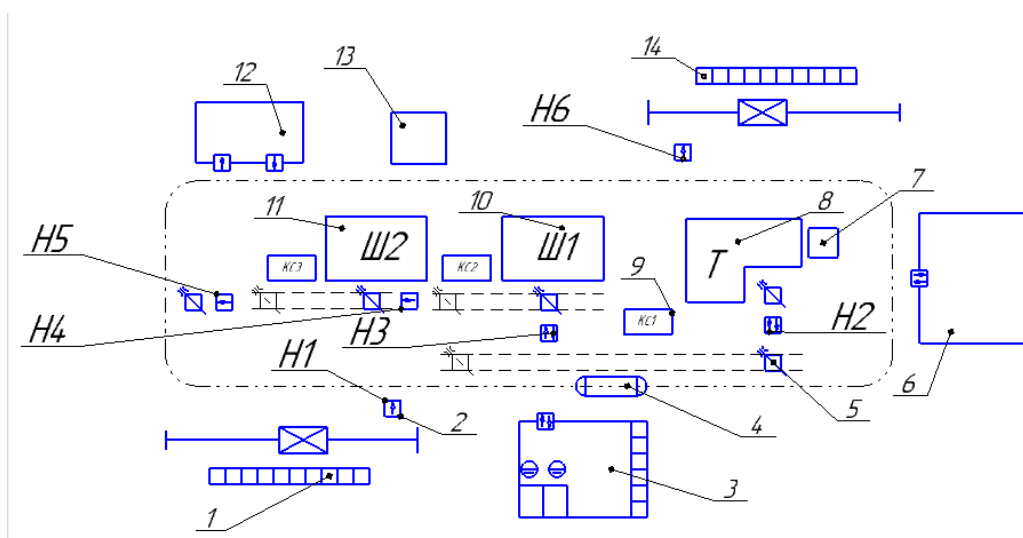
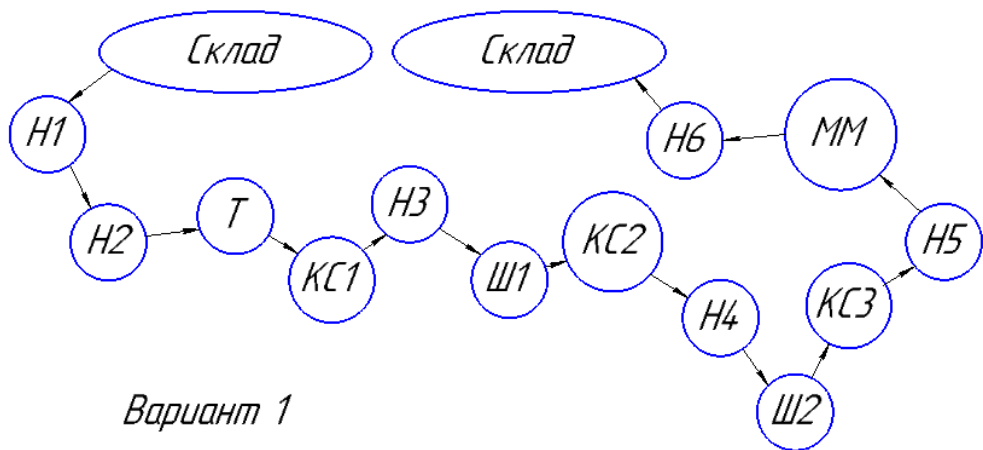


Рисунок 61 – Первый вариант компоновки ГПС

Согласно первому варианту компоновки, обрабатываемые изделия из склада заготовок С перемещаются в накопитель Н1. Затем заготовки перемещают в накопитель Н2, расположенный у токарно-фрезерного обрабатывающего центра Т. После этого заготовка попадает на контрольный стол КС1, а затем в накопитель Н3. Робот перемещает заготовку во внутришлифовальный станок Ш1 и после обработки деталь снова оказывается на контрольном столе КС2, а затем в накопитель Н4. Далее заготовка попадает на обработку в торце-круглошлифовальный станок Ш2. После обработки уже готовая деталь попадает на контрольный стол КС3, затем в накопитель Н5. После этого деталь попадает на промывку в моечную машину ММ и в склад готовой продукции С.

Граф перемещений изображена на рисунке 62.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Вариант 1

Рисунок 62 – Граф перемещений для варианта 1

Чтобы определить расстояние, которое проходит заготовка в процессе обработки, строится матрица перемещений. На рисунке 63 показана матрица перемещений для варианта 1.

	С	Н1	Н2	Т	КС1	Н3	Ш1	КС2	Н4	Ш2	КС3	Н5	ММ	Н6	С
С		3													
Н1			30												
Н2				2											
Т					2										
КС1						2									
Н3							2								
Ш1								2							
КС2									3						
Н4										2					
Ш2											2				
КС3												4			
Н5													10		
ММ														20	
Н6															3
С															

Рисунок 63 – Матрица перемещений для варианта 1

Суммарное перемещение при такой компоновке ГПС равное 87 м.

Второй вариант компоновки представлен на рисунке 64.

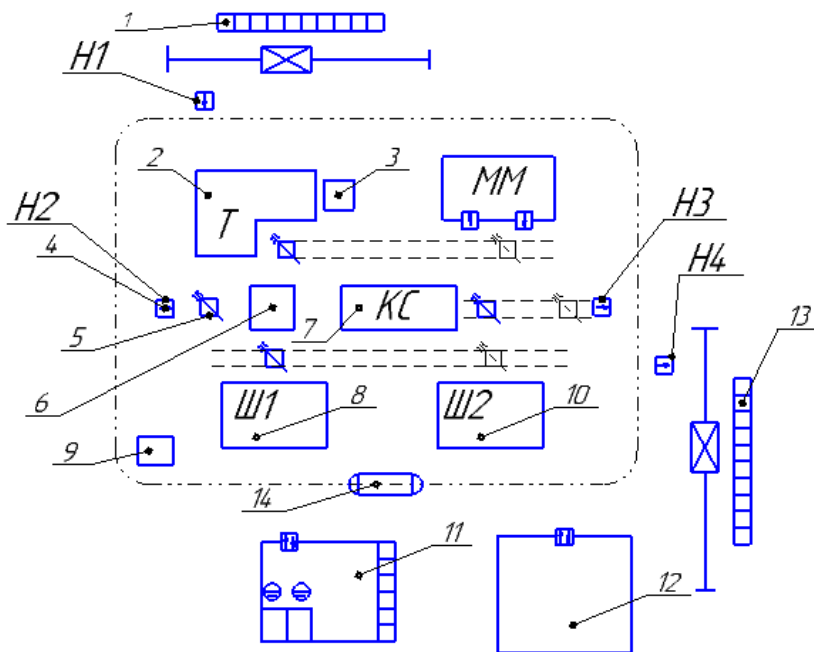


Рисунок 64 – Второй вариант компоновки ГПС

Во втором варианте компоновки ГПС обрабатываемые изделия со склада заготовок попадают в накопитель Н1. Затем заготовку перемещают в накопитель Н2, откуда с помощью промышленного робота она попадает на приемно-раздаточный стол 6. После, промышленный робот загружает деталь в токарно-фрезерный обрабатывающий центр Т. Далее на контрольный стол КС. После операции контроля, заготовка попадает во внутришлифовальный станок Ш1, а затем снова на контрольный стол КС. После очередного контроля, деталь обрабатывается на торце-круглошлифовальном станке Ш2 и снова возвращается на контрольный стол. После окончательного контроля деталь помещают в моечную машину ММ, а затем в накопитель Н3. Деталь перемещается с помощью робокара в накопитель 4 и склад готовой продукции краном-штабелером.

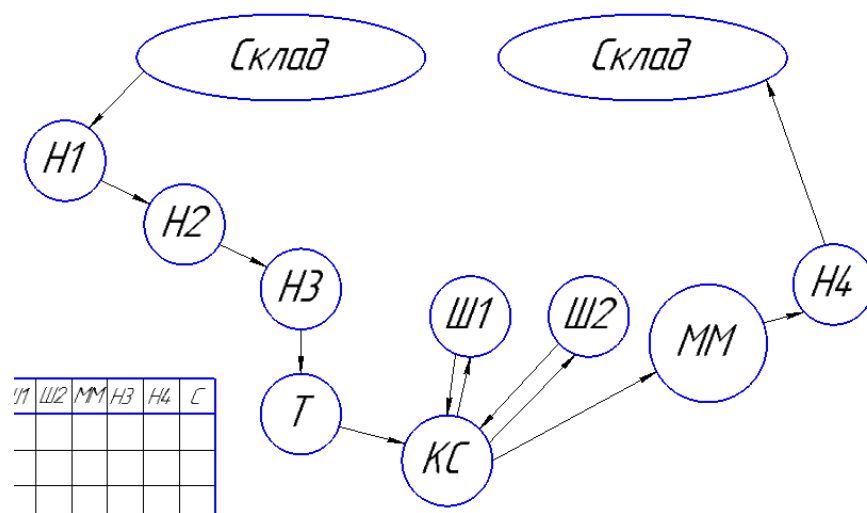


Рисунок 65 – Граф перемещений вариант 2

Вариант 2

	С	Н1	Н2	Т	КС	Ш1	Ш2	ММ	Н3	Н4	С
С		3									
Н1			5								
Н2				4							
Т					3						
КС						3	3	3			
Ш1						3					
Ш2						3					
ММ						3					
Н3								5			
Н4									10		
С										5	

Рисунок 66 – Матрица перемещений вариант 2

Суммарное перемещение изделия в процессе обработки составляет 51 м.

4.2.3 Определение числа подвижных транспортных механизмов АТСС

Для обслуживания станков используется робокар.

Рассчитаем суммарное время $T_{\text{обсл}}$ работы крана со стороны станков:

$$T_{\text{обсл}} = \frac{K_{\text{стел-ст}} \cdot t_{\text{стел-ст}} + K_{\text{ст-ст}} \cdot t_{\text{ст-ст}}}{60},$$

где $K_{\text{стел-ст}}$ – число перемещений между стеллажом и столами; $K_{\text{ст-ст}}$ – число перемещений между столами; $t_{\text{стел-ст}}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу

спутника со стеллажа на стол и обратно, мин; $t_{\text{ст-ст}}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу спутника со стола на стол, мин.

Время выполнения робокаром одной передачи спутника ($t_{\text{стел-ст}}$ или $t_{\text{ст-ст}}$) равно:

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = t_1 + t_2 = 0,2533 + 0,2533 = 0,566,$$

где t_1 – время отработки кадра "Подойти и взять спутник", мин; t_2 – время отработки кадра "Подойти и поставить спутник", мин.

$$t_1 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{в.с}},$$

$$t_2 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{п.с}},$$

где t_k – время расчета и передачи кадра команды от ЭВМ в устройство ЧПУ робокара, мин; $t_{\text{под}}$ – время подхода штабелера к заданной точке, мин; $t_{\text{в.с}}$ – время работы цикловой автоматики по выполнению команды "Взять спутник", мин; $t_{\text{п.с}}$ – то же "Поставить спутник", мин.

Время t_k колеблется в пределах $t_k = 1,5 \dots 10$ с; время $t_{\text{в.с}} = t_{\text{п.с}} = 0,15 \dots 0,25$ мин [1]. Время подхода робокара к заданной точке:

$$t_{\text{под}} = \frac{L_x}{V_x} + \frac{L_y}{V_y},$$

где L_x и L_y – соответственно длина перемещения робокара по осям X и Y, м; V_x и V_y – соответственно скорость перемещения робокара по осям x и y, м/мин. Для расчетов можно принимать: $V_x = 60$ м/мин; $V_y = 6$ м/мин.

Подставляя получим:

$$t_{\text{под}} = \frac{3}{60} + \frac{4}{6} = 0,72 \text{ мин};$$

$$t_1 = 0,15 + 0,36 + 0,45 = 0,96 \text{ мин};$$

$$t_2 = 0,1 + 0,36 + 0,3 = 0,76 \text{ мин};$$

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = t_1 + t_2 = 0,96 + 0,76 = 1,72 \text{ мин};$$

$$T_{\text{обсл}} = \frac{2 \cdot 1,72 + 3 \cdot 1,72}{60} = 0,14 \text{ мин.}$$

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Рассчитав суммарное время обслуживания станков, можно определить число робокаров для выполнения этой работы:

$$K_{шт.1} = \frac{T_{обсл}}{\Phi_{шт}}$$

где $\Phi_{шт}$ – фонд работы штабелера, ч.

$$K_{шт.1} = \frac{0,14}{305} = 0,0045 \text{ шт.}$$

Для выполнения работы по перемещению заготовок и готовых деталей требуется один робокар.

4.2.4 Определение вспомогательных систем, необходимых для функционирования ГПС

Для обеспечения функционирования в малолюдном или безлюдном режиме в структуре ГПС должны быть предусмотрены вспомогательные системы и участки.

Вспомогательные системы и участки, как и основные участки механической обработки ГПС связываются единой автоматизированной транспортно-складской системой и системой автоматического управления.

Наиболее важным вспомогательным участкам относятся:

- 1) автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО);
- 2) участок подготовки производства (УПП);
- 3) система автоматизированного контроля (САК);
- 4) автоматизированная система уборки отходов (АСУО).

4.3 Выбор оборудования для функционирования ГПС

Для установки детали в станок и снятия со станка принимаем промышленный робот KUKA KR L-16, представленный на рисунке 67.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Рисунок 67 – Промышленный робот KUKA KR L-16

Паспортные данные станка показаны в таблице 6.

Таблица 6 – Паспортные данные промышленного робота KUKA KR L-16

Параметры	Значения параметров
Контролируемые оси	6
Максимальная грузоподъёмности, кг	16
Точность позиционирования (мм)	$\pm 0,05$
Масса робота (кг)	700
Радиус действия (мм)	3150

Для транспортного обслуживания основного оборудования (для подвоза заготовок) используем робокар (рис. 68)

Выбираем по характеристикам робокар Skilled LGV 800S, представленный на рисунке 55. Высота подъема груза – 1 м, максимальная грузоподъемность – 500 кг, лазерное ориентирование.



Рисунок 68 – Робокар Skilled LGV 800S

4.4 Базирование заготовки, готовой детали в промышленном роботе

Рассмотрим схемы базирования заготовки для детали «Фланец гидромеханической коробки передач» схемы базирования заготовок на операциях представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Схемы базирования заготовок

Номер операции	Схема установки	Схема закрепления	Схема снятия
005			

Продолжение таблицы 7

005			
010			
020			

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

15.03.05.2018.288 ПЗ

Лист

78

Окончание таблицы 7

025			
030			

4.5 Анализ производительности автоматизированной системы

В процессе разработки структурной схемы ГПС были спроектированы два варианта планировки участка, составлены графы и матрицы перемещений.

Окончательно выбираем второй вариант планировки, так как в этом случае изделию придется проходить меньший путь (51 м.), чем в первом варианте компоновки. Так же второй вариант является более удобным, в том плане, что относительно малое расстояние между контрольным столом и станками позволяет быстро вернуть деталь к станку и исправить брак даже на конечном этапе обработки.

Окончательный вариант планировки участка изображен на рисунке 69.

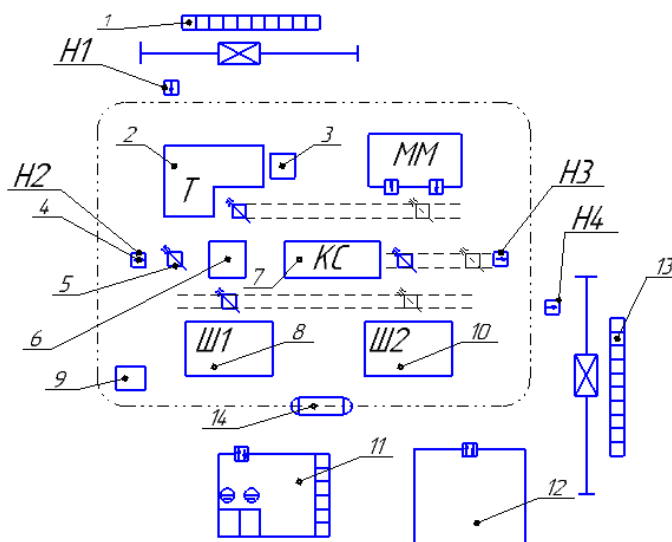


Рисунок 69 – Окончательная компоновка участка:

- 1 – склад заготовок; 2 – токарно-фрезерный обрабатывающий центр;
- 3 – бак для стружки; 4 – накопители; 5 – промышленный робот;
- 6 – приемно-раздаточный стол; 7 – контрольный стол;
- 8, 10 – шлифовальные станки; 9 – аккумулятор;
- 11 – участок инструментальной оснастки;
- 12 – автоматическая система утилизации отходов;
- 13 – склад готовой продукции; 14 – робокар;
- H1-H4 – накопительные столы.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

Участок механической обработки детали «Фланец гидромеханической коробки передач» содержит: два стеллажа (стеллаж заготовок и стеллаж готовой продукции), приемно-раздаточный стол, контрольный стол, токарно-фрезерный обрабатывающий центр SNK EXL-50, внутришлифовальный станок JAGURA JAG35100-CNC, торце-круглошлифовальный станок GA-3570CNC Paragon, моечная машина, накопители, робокар, кран-штабелер (2 шт.), промышленные роботы, пожарный стенд, ящик с песком.

Со склада заготовок с помощью крана-штабелера заготовка попадает на накопитель. Далее с помощью робокара попадает на приемно-раздаточный стол, откуда при помощи робота загружается в токарно-фрезерный обрабатывающий центр. После обработки изделие попадает на участок контроля, оттуда в цех термообработки, а затем на шлифовку. После шлифования деталь уходит в моечную машину, а далее через накопители кран-штабелер забирает детали на склад готовой продукции.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

6.1 Мероприятия по созданию безвредных условий труда

На всех предприятиях, в учреждениях, организациях создаются безопасные и безвредные условия труда. Обеспечение безопасных и безвредных условий труда возлагается на собственника или уполномоченный им орган. Условия труда на рабочем месте, безопасность технологических процессов, машин, механизмов, оборудования и других средств производства, состояние средств коллективной и индивидуальной защиты, используемых работником, а также санитарно-бытовые условия должны отвечать требованиям нормативных актов об охране труда.

Мероприятия, проводимые при использовании СОЖ:

- 1) на состав применяемой СОЖ необходимо разрешение санитарного надзора;
- 2) состав СОЖ на водном растворе, их антимикробная защита и пастеризация должны удовлетворять требованиям ГОСТ 121.3.025-80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности»;
- 3) приготовление и подача СОЖ к станкам должна быть централизованной;
- 4) периодичность и промывка систем для подачи СОЖ должна быть не реже 1 раза в 6 месяцев;
- 5) станки должны быть оборудованы специальными сборниками и экранами защиты оператора;
- 6) помещение оборудуется общеобменной вентиляцией с подачей приточного воздуха в рабочую зону со скоростью не более 0,5 м/с. Общая производительность вентиляции должна составлять 850-900 м³/час на один станок;
- 7) рабочие должны использовать дерматологические кремы и пасты.

Для спроектированного техпроцесса предусматриваются следующие виды защиты:

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1) ограничивающие, закрывающие доступ к опасным частям оборудования. Для этого используются кожухи, щиты. Ограждения должны быть достаточно прочными, надежно крепиться к фундаменту или частям машины;

2) предохранители, автоматически отключающие оборудование при выходе какого-либо параметра за пределы допустимого;

3) сигнализирующие, окраска опасных частей оборудования в красный цвет;

4) у станков предусмотрены дверцы для защиты от разлетающейся стружки.

Мероприятия по безопасной эксплуатации лезвийного инструмента:

Для безопасной эксплуатации режущего инструмента необходимо постоянно следить за его состоянием, проверять крепление инструмента в оправках и твердосплавных пластин в сборных инструментах.

Проводятся также следующие организационные мероприятия:

1) инструктаж техники безопасности производится, как правило, во время приобретения профессионально и/или специального образования. Так же правила техники безопасности публикуются в соответствующих той или иной специальности учебных пособиях;

2) запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;

3) привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж.

6.2 Мероприятия по технике безопасности

К работе в электроустановках должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности и не имеющие медицинских противопоказаний.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Для обеспечения безопасности работ в действующих электроустановках должны выполняться следующие организационные мероприятия:

- 1) назначение лиц, ответственных за организацию и безопасность производства работ;
- 2) оформление наряда или распоряжения на производство работ;
- 3) осуществление допуска к проведению работ;
- 4) организация надзора за проведением работ;
- 5) оформление окончания работы, перерывов в работе, переводов на другие рабочие места;
- 6) установление рациональных режимов труда и отдыха.

Для обеспечения безопасности работ в электроустановках следует выполнять:

- 1) отключение установки (части установки) от источника питания;
- 2) проверку отсутствия напряжения;
- 3) механическое запираание приводов коммутационных аппаратов, снятие предохранителей, отсоединение концов питающих линий и другие меры, исключающие возможность ошибочной подачи напряжения к месту работы;
- 4) заземление отключенных токоведущих частей (наложение переносных заземлителей, включение заземляющих ножей);
- 5) ограждение рабочего места или остающихся под напряжением токоведущих частей, к которым в процессе работы можно прикоснуться или приблизиться на недопустимое расстояние.

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. Горение – это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением тепла.

Опасными факторами пожара являются:

- 1) повышенная температура воздуха и предметов;
- 2) открытый огонь и искры;

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- 3) токсичные продукты горения;
- 4) дым;
- 5) взрывы;
- 6) повреждения и разрушения зданий и сооружения.

Оценка пожарной опасности участка.

Спроектированный участок размещается в помещении пожарной опасности категории Д. Это помещения, в которых находятся и обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Выбор первичных средств пожаротушения. На участке располагаются следующие первичные средства пожаротушения:

- огнетушитель углекислотный ОУ-10 (1 шт), применяется для тушения электроустановок;
- огнетушитель ОП-10 (1 шт), применяемый тушения пожаров класса Д (металлы и металлоорганические вещества);
- ящики с песком (1 шт);
- ломы (1 шт);
- топоры (1 шт).

Мероприятия, предупреждающие пожар на участке.

Пожарная профилактика – комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров, уменьшение его размеров. Пожарная профилактика осуществляется по следующим направлениям:

1) устранение непосредственных или возможных причин пожаров в процессе эксплуатации зданий, технологического оборудования, систем отопления, вентиляции, освещения, электроснабжения;

- 2) ограничения возможного распространения пожара и взрыва;
- 3) обеспечение эвакуации людей и оборудования из горящего здания;
- 4) обеспечение быстрого развертывания действий по пожаротушению;
- 5) разработка наглядных пособий по пожарной безопасности;
- 6) разработка инструкций по пожарной безопасности.

К организационным мероприятиям относятся:

					15.03.05.2018.288 ПЗ	<i>Лист</i>
						85
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- разработка инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара;
- организация обучения рабочих и служащих по правилам пожарной безопасности.

Порядок действия при пожаре:

- 1) отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду;
- 2) эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации;
- 3) приступить к ликвидации пожара огнетушителями.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

7 ВЫВОДЫ ПО ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

В ходе данной работы были проанализированы чертеж, документация и действующий технологический процесс, а так же был написан проектный вариант автоматизированного технологического процесса.

Был подобран другой способ получения исходной заготовки, что отчасти позволяет нам уменьшить время на обработку детали.

В выпускной квалификационной работе было подобрано современное оборудование, инструмент и оснастка. Так же были рассчитаны режимы резания для каждой поверхности и посчитано штучное время на обработку детали.

Для обработки детали был разработан гибкий автоматизированный участок и спроектирована его планировка в цехе.

Новый технологический процесс оформлен в альбом, соблюдая нормы ЕСТД. К каждому разделу прилагается графическая часть: разработанные чертежи комбинированного инструмента, приспособления, расчетно-технологическая карта для 005 операции, сравнение заводского и спроектированного технологических процессов.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. – Москва: Изд. Экономика, 1990. – 473 с.

2. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть I. Нормы времени. – Москва: Изд. Экономика, 1990. – 473 с.

3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.

4. Технология машиностроения: учебное пособие. В.Л. Кулыгин, В.И. Гузеев, И.А. Кулыгина. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – Ч. 1. –93с.

5. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учеб. Пособие для техникумов по предмету «Основы учения о резании металлов и режущий инструмент». – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.: ил.

6. Попов Л.М. Схваты промышленных роботов. Учебное пособие для курсового проектирования. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2001.

7. ГОСТ 15608-81. Пневмоцилиндры поршневые. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1997. – 29с.

8. Ю. И. Кувалдин, В. Д. Перевощиков. – Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием: учебное пособие для практических занятий, курсовых и дипломного проектирования. – Киров: Изд. ВятГУ, 2008. – 163с.

9. В.М. Григорьев – литье по выплавляемым моделям: учебное пособие для студентов. – Хабаровск: Изд. Хабар.гос.техн.ун-та, 2002 – 57с.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

10. Батуев, В.В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении учебное пособие по выполнению курсового проекта / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 39 с.

11. Батуев, В.В. Оформление технологической документации: учебное пособие / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 50 с.

12. Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах: учебное пособие/ В.Н. Бекасова, С.И. Боровик, Н.В. Глотова и др.; под ред. И.С. Окраинской. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 166 с.

					15.03.05.2018.288 ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Размерная цепь действующего технологического процесса

