

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет»

Кафедра технологии автоматизированного машиностроения

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ / В.И. Гузеев

«__» _____ 2020 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Корпус датчика
давления» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2020.919.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы

М.Ю. Попов

«__» _____ 2020 г.

Автор работы

студент группы ПЗ-552

Н.И. Борцов

«__» _____ 2020 г.

Нормоконтролер

Л.В. Шипулин

«__» _____ 2020 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Борцов Н.И Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус датчика давления» с проектированием технологической оснастки в условиях серийного производства. – Челябинск:ЮУрГУ, ПЗ-552, 118 с., 38 ил., 12 табл., библиогр. список – 9 наим., 10 листов чертежей формата А1, 56 листов карт технологического процесса.

В работе проведен анализ служебного назначения и описание детали «Корпус датчика давления», выполнен анализ технологичности детали, документации, оборудования, режущего инструмента и оснастки. Проанализированы методы получения заготовки, выбран оптимальный метод.

Разработан проектный технологический процесс с маршрутными, операционными картами и картами эскизов.

Проведен размерный анализ действующего и разработанного технологического процесса.

Выполнен выбор оборудования, инструмента и оснастки для реализации технологического процесса.

Разработан специальный канавочный резец, станочное приспособление для обработки отверстия под углом 30°, специальное контрольное приспособление для измерения отклонения от параллельности двух плоскостей.

Разработан план участка механической обработки детали.

Приведено описание мероприятий по охране труда

					15.03.05.2020.919.00.00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Борцов Н.И,			Проектирование участка механической обработки детали «Корпус датчика давления»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Попов М.Ю					6	118
<i>Н. Контр.</i>		Шипулин Л.В				ЮУрГУ Кафедра ТАМ		
<i>Утв.</i>		Гузеев В.И.						

	ВВЕДЕНИЕ	8
1	ОБЩАЯ ЧАСТЬ	9
	1.1 Назначение и описание работы узла, агрегата, машины	9
	1.2 Служебное назначение детали и технические требования,	10
2	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	11
	2.1 Анализ технологичности детали	11
	2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки	14
	2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса	15
	2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса	18
	2.3 Разработка проектного технологического процесса	19
	2.3.1 Разработка маршрутного техпроцесса	19
	2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса	21
	2.3.3 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки	25
	2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса	26
	2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса	49
	2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени	51
	2.3.7 Расчет потребного количества оборудования	65
	2.3.7.1 Определение состава и числа оборудования станочного комплекса гибкой производственной системы	65
3	КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	69
	3.1 Проектирование станочного приспособления	69
	3.2 Проектирование режущего инструмента	87
	3.3 Описание работы контрольного приспособления	94
4	ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА	97
	4.1 Описание работы участка механической обработки	97
	4.2 Описание мероприятий по охране труда	107
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	111
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	112
	ПРИЛОЖЕНИЯ	113

ОГЛАВЛЕНИЕ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист
					150305.2020.919.00 ПЗ	7

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроительный комплекс является ведущим среди межотраслевых комплексов и отражает уровень научно-технического прогресса и обороноспособности страны, определяет развитие других отраслей хозяйства. Это обусловлено несколькими причинами: машиностроительный комплекс – крупнейший из промышленных комплексов, на его долю приходится почти 25 % стоимости произведенной продукции и около 29 % всех работающих в мире людей, а так же почти 23 % стоимости всех основных промышленных производственных фондов. В экономически высокоразвитых странах на продукцию машиностроительного комплекса приходится 35–40 % стоимости промышленного производства и 25–35 % занятых, в развивающихся странах чуть меньше.

Сложность перехода машиностроения на инновационный путь развития состоит в том, что при реализации стратегических целей вхождения страны в постиндустриальное общество необходимо в исторически короткое время решать одновременно две задачи: модернизацию самого машиностроения и техническое перевооружение других отраслей экономики. В нынешнем состоянии предприятия российского машиностроения могут осуществлять производство конкурентоспособной продукции только для сравнительно узких сегментов рынка. По оценкам экспертов, на мировом рынке может конкурировать в соответствующих сегментах только незначительное число российских машиностроительных компаний.

Максимальное приближение выпускной квалификационной работы к реальным условиям производства повышает заинтересованность в более глубокой разработке технологии изготовления детали "Корпус датчика давления". Знания, полученные в ходе написания выпускной квалификационной работы, дадут возможность быстро освоить новую технику и технологию, правильно использовать оборудование, участвовать в улучшении конструкций машин и технологических процессов.

Листы и даты

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ					

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание работы узла, агрегата, машины

Датчик давления – это устройство для измерения и преобразования давления среды: жидкости, газа или пара. Полученное значение выводится на дисплей или передается в виде аналогового или цифрового выходного сигнала. Конструкция датчика давления представлена на рисунке 1.

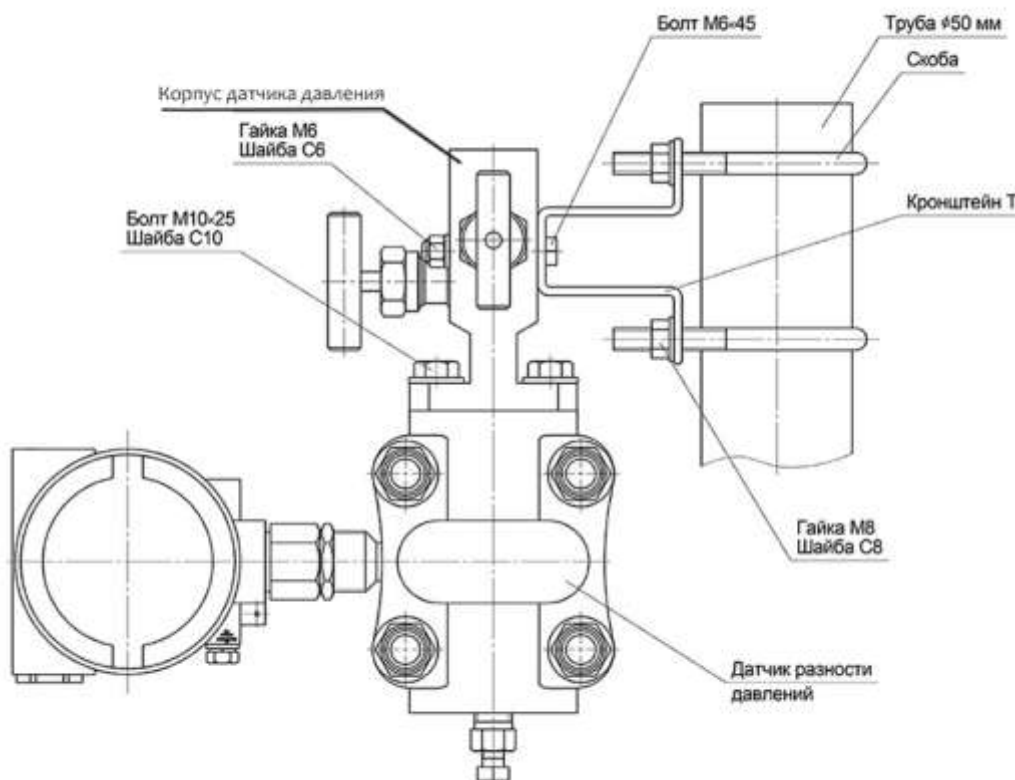


Рисунок 1 – Конструкция датчика давления

Принцип его работы заключается в измерении разности давлений между двумя полостями – плюсовой и минусовой, а так же от типа измеряемого давления, которое может быть абсолютным, избыточным и дифференциальным.

Инов. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инов. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Деталь «Корпус датчика давления», основная механическая часть, представляющая собой тело преобразователя давления, ее служебное назначение заключается в проводимости через себя жидкостей, газа, газовых смесей и пара, под давлением и монтажа датчиков разности давлений ЭНИ-100 и коммутаций импульсных линий в системах автоматизации технологических процессов. Общий вид корпуса датчика давления представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Корпус датчика давления

Основными техническими характеристиками корпуса является:

- рабочая среда – жидкость, пар, газ;
- номинальное давление рабочей среды до 40 Мпа;
- класс герметичности А по ГОСТ 9544-2015;
- температурный диапазон рабочей среды от -60 до 400 °С в зависимости от

типа уплотнителя.

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ

Лист
10

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

Разработка технологического процесса производится для деталей, конструкции которых отработаны на технологичность. Конструкция детали напрямую влияет на разработку технологического процесса: выбор станков, выбор и проектирование приспособлений и может быть признана технологичной, если обеспечивает простое и экономичное изготовление этой детали: минимальное количество оборудования, простота конструкций приспособлений или использование простейших приспособлений/оснастки (кулачки, прижимы), использование стандартных позиций инструмента.

От точности размеров детали зависит количество рабочих той или иной квалификации, количество и сложность операций механической обработки. Так же в зависимости от материала выбирается способ получения заготовки, её вид, режимы обработки, инструмент.

Проанализируем чертеж конструкции исходной детали и дадим качественную оценку её технологичности.

Тип детали – малогабаритный корпус.

Материал детали – коррозионностойкая, жаростойкая и жаропрочная высоколегированная сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72.

Преимущественно используется для:

- изделий, эксплуатирующихся в агрессивных средах и стойких к электрохимической коррозии при невысоких температурах;
- слабонагруженных или ненагруженных деталей, работающих при температурах 550-800°С в условиях химически активной газовой среды;
- нагруженных деталей, способных работать в течение 50000-100000 часов при температуре до 600 °С.

Из данного материала изготавливают сварную аппаратуру самого различного назначения. Как жаростойкий и жаропрочный материал сталь используется при производстве различных деталей выхлопных систем, печей и других

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2020.919.00 ПЗ

лист

11

агрегатов. Сталь не склонна к образованию пустот при отливке, что позволяет получать детали высокого качества.

Сваривается без каких-то ограничений, не требует дополнительных операций.

В качестве технологических баз используются наружные легко доступные поверхности, они совпадают с конструкторскими, что обеспечивает принцип единства баз, что обеспечивает отсутствие погрешности базирования.

Требования к шероховатости основной поверхности детали составляет Ra 3,2 мкм, на одной плоскости детали шероховатость поверхности Ra 2,5 мкм, что легко достижимо полусточковой обработкой. На двух фасках $0.5^{0,1} \times 35^\circ$ необходимо получить шероховатость Ra 0,2 мкм, что повлечет собой дополнительную финишную чистовую обработку данных поверхностей и более высокую квалификацию персонала, но они необходимы для правильной эксплуатации, для обеспечения герметичности соединения.

Большинство размеров детали имеют широкий допуск на размер, что положительно сказывается на технологичности детали.

Наружные поверхности детали имеют открытую форму, что обеспечивает обработку на проход и свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям. Неудобными в обработке являются три угловых отверстия $\varnothing 4$ мм и $\varnothing 6$ мм, так как обработка данных отверстий осуществляется под соответствующим углом к уже обработанным поверхностям, пересечениям поверхностей. Так же для сверления данных отверстий придется использовать специальное приспособление для ориентирования детали, что отрицательно сказывается на технологичности детали.

Исходя из этого можно сделать вывод, что в целом деталь технологична.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
№ подл.	

											150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								12

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

Маршрутный техпроцесс – это сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов. В маршрутной карте должны быть указаны данные: о массе заготовки и готовой детали, способ получения исходной заготовки, номер и наименование операций и оборудования и нормы времени.

В маршрутных картах анализируемого технологического процесса отсутствует информация: о массе заготовки и готовой детали, способ получения исходной заготовки, нормы времени.

Операционная карта – это документ, содержащий описание технологической операции, включающий в себя: данные о наименовании детали, весе, профиле и твердости заготовки, содержащий все переходы обработки детали, приспособления, измерительный и режущий инструменты с нормой времени и режимов резания.

В операционных картах анализируемого технологического процесса отсутствует информация: о наименовании, материале, твердости и массе детали, наименования режущего и измерительного инструмента и оснастки, норм времени и режимов резания.

Карта эскизов – это основной графический документ, дающий наглядную информацию о выполненной технологической операции.

В заводском технологическом процессе представлены наглядные эскизы заготовки в рабочем положении с выделением обрабатываемых поверхностей, с подробными выносками, размерами и техническими требованиями.

Карта технологического контроля – это документ, содержащий описание способов и средств технологического контроля изделия по всем операциям технологического процесса.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
№ подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						13

№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2020.919.00 ПЗ

Заводская карта контроля не содержит данные о наименовании детали, оборудования, марки материала. Отсутствуют данные о нормы времени и наименование измерительного инструмента.

В результате анализа было выявлено, что маршрутный техпроцесс, операционная карта и карта технологического контроля не соответствуют: ГОСТ 3.1105-84 форма 2, ГОСТ 3.1118-82 форма 1, форма 1б, ГОСТ 3.1404-86 форма 3, форма 2а, ГОСТ 3.1105-84 форма 7, ГОСТ 3.1502-85 форма 2 соответственно и имеют не полную технологические данные.

Разрабатываемый технологический процесс необходимо выполнить по гост 3.1502-85 единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технический контроль, учитывая выявленные недочеты.

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

В действующем технологическом процессе задействовано 7 единиц оборудования. Ленточнопильный станок Way Train UE-330SA, вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Ingro MCV-300, токарный станок с ЧПУ Goodway-GA2000, машина моечная Abat МПК-700 соответствуют передовым машиностроительным производствам и требованиям к точности изготовления, а используемые универсальные станки 16K20, 6P13, 2M112 имеют низкую производительность.

Режущий инструмент и технологическая оснастка не указана в действующем технологическом процессе.

2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса

Размерный анализ технологического процесса - это определение и последу-

fd. № подл.	Подпись и дата
	Инв. № дубл.
Взам. инв. №	Подпись и дата
	Инв. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						15

ющий расчет размерных цепей между переходами и операциями технологического процесса.

На рисунке 3 изображена размерная цепь действующего техпроцесса.

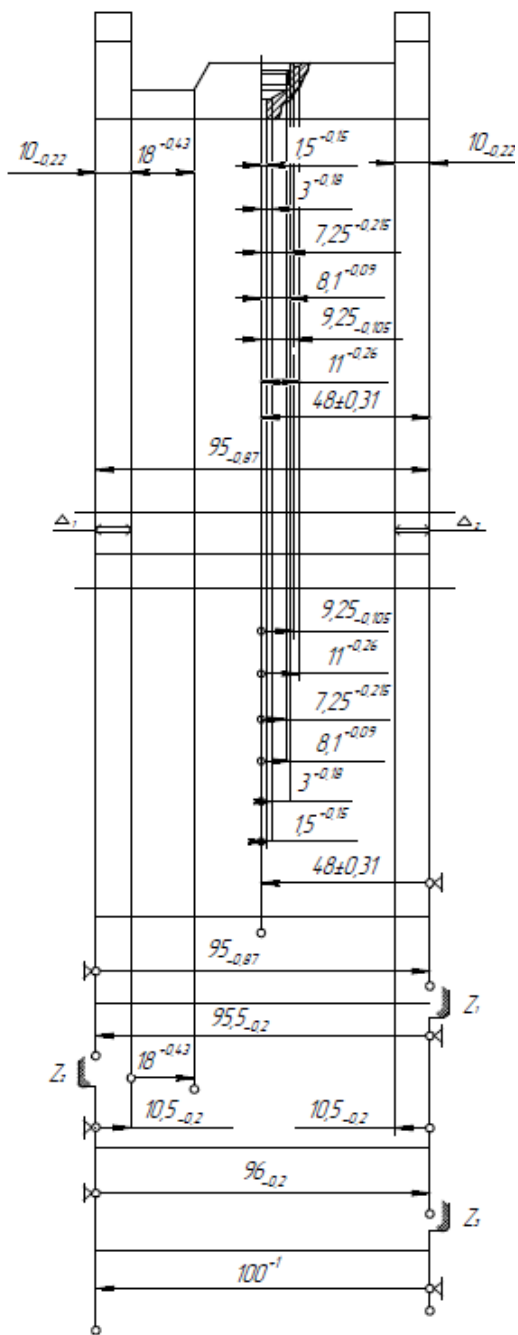


Рисунок 3 – Размерная цепь действующего техпроцесса

Подпись и дата	Изм. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	fd. № подл.

При проверки размерного анализа действующего технологического процесса, было выявлено, что при выполнении размера $9,25_{-0,105}$ мм, размеры $10_{0,22}$ мм, $10_{-0,22}$ мм, будут являться замыкающими звеньями, так как на прямую не выдерживаются, отсюда следует, что риск попадания этих размеров за поле допуска высок.

Для расчета величин замыкающих звеньев воспользуемся методом полной взаимозаменяемости.

Метод полной взаимозаменяемости – это метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается во всех случаях ее реализации путем включения составляющих звеньев без выбора, подбора или изменения их размеров.

Для расчета номинального размера замыкающего звена воспользуемся формулой 1:

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^m A_j^{yB} - \sum_{i=m-1}^{m-p} A_i^{yM}, \quad (1)$$

где A_j^{yB} - номинальный размер любого увеличивающего звена, мм;

A_i^{yM} - номинальный размер любого уменьшающего звена, мм;

A_q – номинальный размер любого уменьшающего звена, мм;

j – индекс увеличивающего звена;

i – индекс уменьшающего звена;

m – число увеличивающих звеньев;

$m-p$ – число уменьшающих звеньев;

Рассчитаем номинальный размер замыкающих звеньев Δ_1 и Δ_2 , подставив известные данные в формулу 1:

$$\Delta_1 = 95,5 \text{ мм} - 96 \text{ мм} + 10,5 \text{ мм} = 10 \text{ мм.}$$

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Delta_2 = 95 \text{ мм} - 95,5 \text{ мм} + 10,5 \text{ мм} = 10 \text{ мм}.$$

Для расчета допуска замыкающего звена воспользуемся формулой 2:

$$T_{\Delta} = A_{\Delta}^{max} - A_{\Delta}^{min}, \quad (2)$$

где A_{Δ}^{max} – допуск увеличивающего звена, мм;

A_{Δ}^{min} – допуск уменьшающего звена, мм;

Рассчитаем допуск замыкающих звеньев Δ_1 и Δ_2 , подставив известные данные в формулу 2:

$$T_{\Delta_1} = 0_{-0,2-0-0,2}^{0-(-0,2)} \text{ мм} = 0_{-0,4}^{0,2} \text{ мм}.$$

$$T_{\Delta_2} = 0_{-0,87-0-(-0,2)}^{0-(-0,2)+0} \text{ мм} = 0_{-1,07}^{0,2} \text{ мм}.$$

Сложим полученные номинальные размеры замыкающих звеньев с допусками Δ_1 и Δ_2 и получим:

$$\Delta_1 = 10_{-0,4}^{0,2} \text{ мм}.$$

$$\Delta_2 = 10_{-1,07}^{0,2} \text{ мм}.$$

Согласно чертежу замыкающие звенья равны $10_{-0,22}$ мм и $10_{-0,22}$ мм, по данным размерам с высокой вероятностью будет брак.

Вычислим припуски на обработку Z_1, Z_2, Z_3 :

$$Z_1 = 95,5_{-0,2} \text{ мм} - 95_{0,87} \text{ мм} = 0,5_{-0,2-0}^{0-(-0,87)} \text{ мм} = 0,5_{-0,2}^{0,87} \text{ мм};$$

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_2 = 96_{-0,2} \text{ мм} - 95.5_{-0,2} \text{ мм} = 0,5_{-0,2-0}^{0-(-0,2)} \text{ мм} = 0,5_{-0,2}^{-0,2} \text{ мм};$$

$$Z_3 = 100^{+1} \text{ мм} - 96_{-0,2} \text{ мм} = 4_{0-0}^{1-(-0,2)} \text{ мм} = 4^{1,2} \text{ мм};$$

Сравним вычисленный допуск с теоритическим допуском на обработку:

$$Z_{1 \text{ теор}}^{\min} = 0,31 \text{ мм} > Z_{1 \text{ факт}}^{\min}$$

Отсюда следует что припуск на обработку $Z_{1 \text{ теор}}^{\min}$ не достаточен, что приведет к браку.

$$Z_{2 \text{ теор}}^{\min} = 0,31 \text{ мм} > Z_{2 \text{ факт}}^{\min}$$

Отсюда следует что припуск на обработку $Z_{2 \text{ факт}}^{\min}$ не достаточен, что приведет к браку.

$$Z_{3 \text{ теор}}^{\min} = 4 \text{ мм} < Z_{3 \text{ факт}}^{\min}$$

Отсюда следует что припуск на обработку $Z_{3 \text{ факт}}^{\min}$ избыточен.

2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

В результате анализа действующего технологического процесса было выявлено:

- 1) Требуется разработать маршрутный техпроцесс по ГОСТ 3.118-82 форма 1, форма 1б с описанием всех технологических операций с данными: о

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						19

массе заготовки и готовой детали, способ получения исходной заготовки, номер и наименование операций и оборудования и нормы времени.

2) Необходима разработка операционных карт по ГОСТ 3.1404-86 форма 3, форма 2а с указанием приспособлений, режущих и измерительных инструментов, режимов резания и норм времени.

3) Следует разработать карту технологического контроля ГОСТ 3.1502-85 форма 2 с описанием способов и средств технологического контроля изделия по всем операциям технологического процесса.

4) Необходима замена устаревшего универсального оборудования: универсальных станков 16К20, 6Р13, 2М112 на современные станки с ЧПУ, так как при использовании данного оборудования происходит значительный расход времени.

Наиболее целесообразно использование одного станка с ЧПУ, что приведет к значительному сокращению времени на производство качественной детали.

5) Требуется разработать индивидуальную станочную оснастку с пневмоприводом для выполнения размера $\varnothing 6 \text{ мм } 30^\circ$, так как это сократит время на установку и выверку заготовки, обеспечит точность базирования, что в свою очередь сократит вероятность получения брака детали.

6) При разработке технологического процесса использовать современный режущий инструмент со сменными пластинами – это позволит увеличить стойкость инструмента, уменьшить вспомогательное и время обработки, за счет увеличением режимов резания.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрутного техпроцесса

В маршрутных картах базового технологического процесса не указаны

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						20

номера участка или рабочего цеха, не приведены данные о том, какие материалы и заготовка используются в качестве основы при изготовлении детали.

Отсутствует содержание операций. Этот раздел расписывается подробно, так как используется в качестве инструкции по выполняемой обработке.

Нет информации касающиеся типа применяемой оснастки при проведении операций, данных о конкретных режимах обработки (скорость, глубина врезания, подача инструмента), что не позволяет по данным картам составить примерный маршрут обработки и перемещения деталей и заготовок.

Не указана информация о весе заготовки и весе готовой детали, что не позволяет выполнить расчет коэффициента использования материала.

Не указана информация о затратах времени, что приводит к невозможности расчета себестоимости изделия.

Сократим общее время изготовления детали, путем оптимизации и объединения операций, а так же внесем необходимую информацию о содержании операций.

Маршрут проектного техпроцесса представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Маршрут проектного техпроцесса

опер.	Наименование операции	Наименование оборудования
000	Исходная заготовка – прокат г/к 100 мм	-
005	Транспортировочная	Кран подвесной Гертек 1000
010	Ленточнопильная	Ленточнопильный станок Way Train UE-330SA
015	Вертикально - фрезерная с ЧПУ	Вертикально – фрезерный станок с ЧПУ Ingro MCV-300
020	Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ Goodway-GA2000
025	Вертикально - фрезерная с ЧПУ	Вертикально – фрезерный станок с

fd. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						21

		ЧПУ Ingro MCV-300
030	Слесарная	Слесарный стол
035	Маркировочная	Слесарный стол
040	Моечная	Машина моечная Abat МПК-700
045	Контрольная	Контрольный стол

2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Одной из главных задач при разработке технологического процесса механической обработки является выбор станочного оборудования.

В действующем технологическом процессе обработка производится на универсальных станках 16К20, 6Р13, 2М112, данное оборудование имеет ряд существенных недостатков по сравнению со станками с ЧПУ:

- низкая производительность, невозможность управления одновременно несколькими рабочими органами станка;
- высокая стоимость высокопрофессиональной рабочей силы;
- высокое влияние оператора на технологический процесс;
- ручная регулировка направления, пути движения и скорости, что влияет на ухудшение внимания оператора из-за усталости.

Наиболее целесообразно использование одного станка с ЧПУ, что приведет к значительному сокращению времени на производство качественной детали.

Объединим операции «000 Заготовительная, 005 токарная, 010 токарная, 015 фрезерная» в существующем технологическом процессе и заменим универсальный токарный станок 16К20 и фрезерный 6Р13 на ленточнопильный станок Way Train UE-330SA, что позволит ускорить процесс изготовления детали и сократить время на обработку.

На рисунке 4 изображен ленточнопильный станок Way Train UE-330SA.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						22



Рисунок 4 – Ленточнопильный станок Way Train UE-330SA

В таблице 2 указаны характеристики Ленточного станка Way Train UE-330SA.

Таблица 2 – Характеристики ленточного станка Way Train UE-330SA

№ п/п	Характеристика	Значение
1	Тип станка	Полуавтоматический
2	Размер пиления, мм - 90° - 45°	330x480, 225x530 280x255
3	Поворот губок тисков, градусов	0...45
4	Скорость полотна, м/мин	20 - 80
5	Мощность двигателя, кВт	2,2
6	Масса станка, кг	690
7	Габариты, мм	2284x889x1499
8	Размеры полотна, мм	34x1,1x4100

Для фрезерных операций в разрабатываемом технологическом процессе взамен универсального фрезерного станка 6P13 выберем вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Ingro MCV-300.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						23

№ п/п	Характеристика	Значение
-------	----------------	----------

а ри-

сунке 5 изображен вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Ingro MCV-300.



Рисунок 5 – Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ Ingro MCV-300

Фрезерный станок с ЧПУ Ingro (First) MCV-300 предназначен для обработки изделий в мелкосерийном производстве. Характеризуется небольшими размерами и при этом достаточной жесткостью для обработки обычных материалов.

В таблице 3 указаны характеристики Фрезерного станок с ЧПУ Ingro (First) MCV-300.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

150305.2020.919.00 ПЗ

Лист

24

1	Контроллер	Fanuc Oi-mate D
2	Диапазон перемещений X/Y/Z, мм	610/355/460
3	Длина стола/ширина, мм	700/350
4	Конус шпинделя	BT-40
5	Максимальная мощность главного шпинделя, кВт	11
6	Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	8000
7	Количество инструмента в магазине, шт.	10
8	Масса станка, кг	2500

Таблица 3
– Характеристики фре-

зерного станка с ЧПУ Ingro (First) MCV-300

Для токарных операций в разрабатываемом технологическом процессе взамен универсального токарного станка 16К20 выберем токарный станок с ЧПУ Goodway-GA2000.

На рисунке 6 изображен токарный станок с ЧПУ Goodway-GA2000.



Рисунок 6 – Токарный станок с ЧПУ Goodway-GA2000

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
№ подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						25

В таблице 4 указаны характеристики токарного станка с ЧПУ Goodway-GA2000.

Таблица 4 – Характеристики токарного станка с ЧПУ Goodway-GA2000

№ п/п	Характеристика	Значение
1	Максимальный диаметр точения, мм	430
2	Максимальная длина точения, мм	330 / 630
3	Максимальный диаметр прутка, мм	51
4	Диапазон скоростей вращения шпинделя, об/мин	60-6000
5	Количество позиций в револьверной головке ,шт.	12
6	Контроллер	Fanuc 0i-Mate TD
7	Точность позиционирования/повторяемость, мкм	$\pm 0,005 / \pm 0,003$
8	Масса станка, кг	3500

2.3.3 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

При выборе технологических методов и процессов получения заготовок учитываются прогрессивные тенденции развития технологии машиностроения. Решение задачи формирования деталей целесообразно перенести на заготовительную стадию и тем самым снизить расход металла, уменьшить долю затрат на механическую обработку в себестоимости готовой детали, повысить КИМ.

Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при её минимальной себестоимости. Технологические процессы получения заготовок определяется технологическими свойствами материала, конструктивными формами и размерами детали, и программой выпуска.

Для рассматриваемой детали оптимальным видом заготовки является прокат $\varnothing 100$ мм сортовой стальной горячекатаный круглый обычной точности по ГОСТ 2590-2006: Круг 100-В ГОСТ 2590-2006.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						26

2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

Рассмотрим проектируемый технологический процесс, в рамках которого выбирается режущий инструмент в настоящем пункте курсового проекта. Чтобы подробно описать переходы, необходимо пронумеровать размеры на эскизах.

Операция 010 – ленточнопильная, установ 1

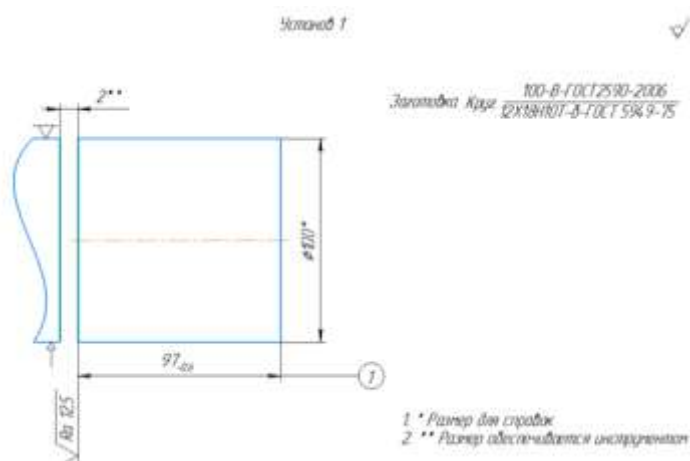


Рисунок 7 – Эскиз к операции 010 – ленточнопильная, установ 1

1. установить заготовку на станок и закрепить;
2. нарезать круг на заготовки, выдерживая размер: 1;
3. штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Операция 010 – Ленточнопильная, установ 2:

1. переустановить заготовку и закрепить;
2. обработать деталь, выдерживая размеры: 2;
3. полотно VISPROM 26550610;
4. штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Операция 010 – Ленточнопильная, установ 3:

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
№ подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						27

1. переустановить заготовку и закрепить;
2. обработать деталь, выдерживая размеры: 3;
3. полотно VISPROM 26550610;
4. штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
5. контроль рабочим: отсутствие заусенцев и острых кромок после обработки 100%.

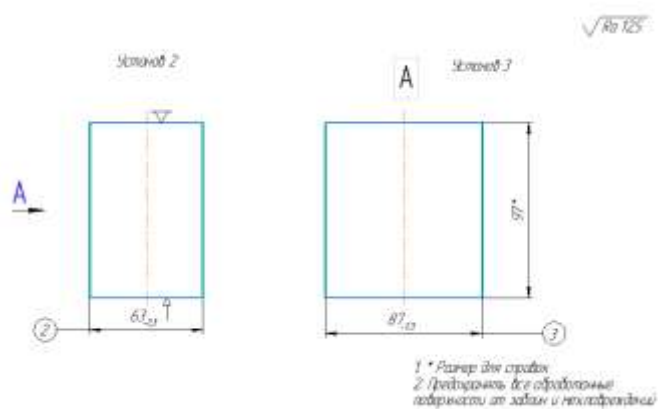


Рисунок 8 – Эскиз к операции 010 – ленточнопильная, установ 2, установ 3

Операция 015 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 1

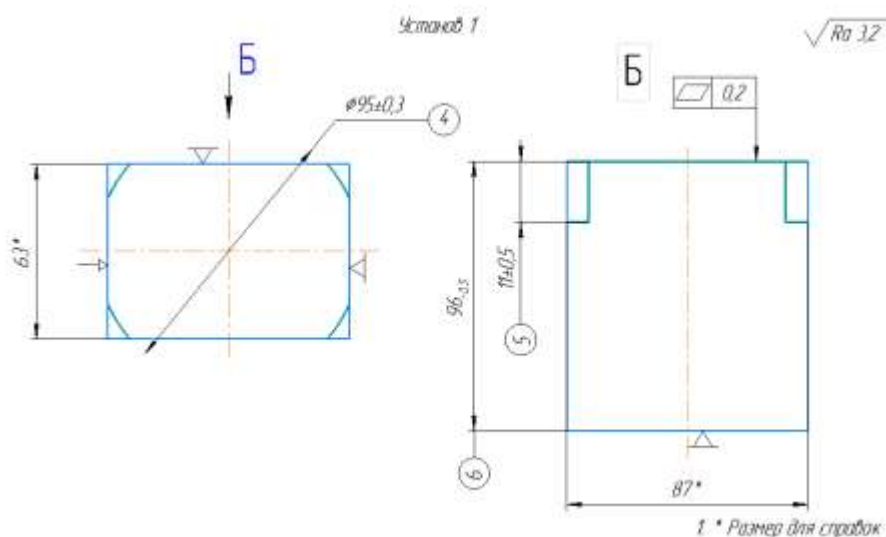


Рисунок 9 – Эскиз к операции 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 1

Подпись и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инд. № подл.	

1. установить заготовку на станок и закрепить,снять;
2. тиски 7200-0209 ГОСТ 16518-96, болты ГОСТ 7798-70, сухари к пазам ГОСТ 14730-69;
3. обработать деталь по программе, выдерживая размеры: 6;
4. корпусная торцевая фреза ARNO FOA-145.125.R11-06, сменная пластина ARNO OEMX 060408ZZN-PMR AM5740;
5. оправка WSW 42.BT4040L100MAВ;
6. обработать деталь по программе, выдерживая размеры: 4,5;
7. фреза ARNO 90ES.016R.P10, сменная пластина ARNO APKT 1604PDER-PRS AM5040, цанга WSW ER50 16, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Операция 015 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 2

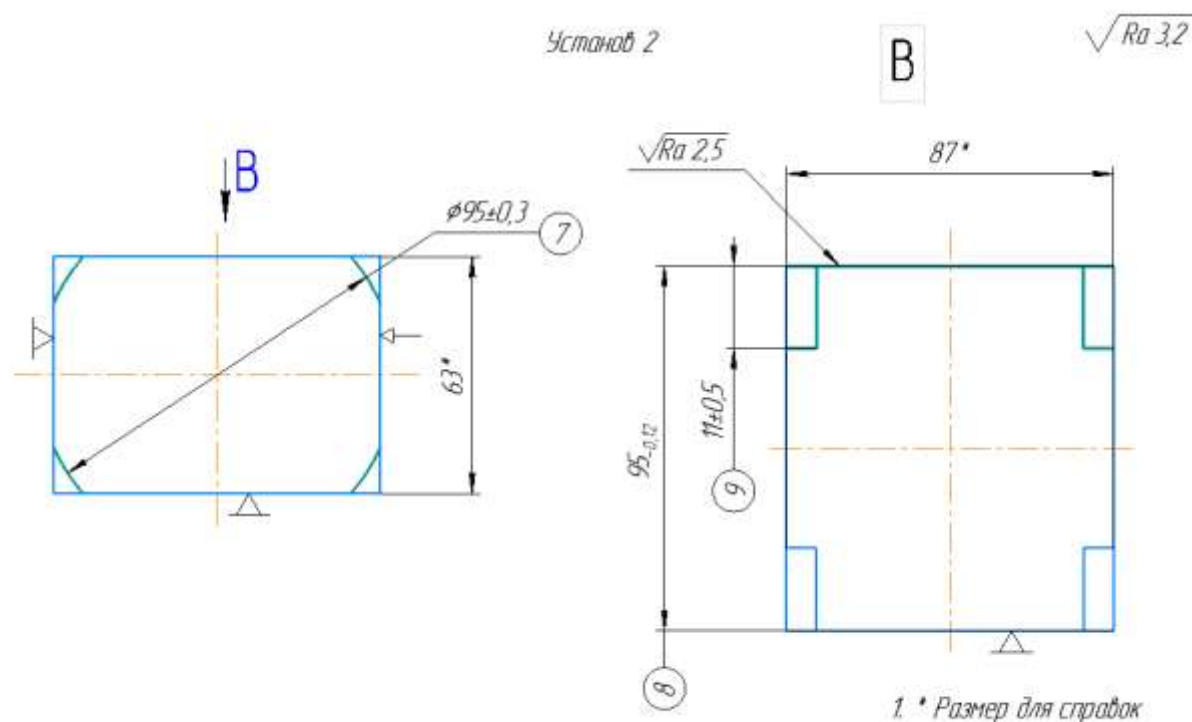


Рисунок 10 – Эскиз к операции 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 1

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						29

1. переустановить заготовку и закрепить,снять;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размеры: 8;
3. корпусная торцевая фреза ARNO FOA-145.125.R11-06, сменная пластина ARNO OEMX 060408ZZN-PMR AM5740, оправка WSW 42.BT4040L100MAB, штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
4. обработать деталь по программе, выдерживая размеры: 4,5;
5. фреза ARNO 90ES.016R.P10, сменная пластина ARNO APKT 1604PDER-PRS AM5040, цанга WSW ER40 16, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B;

Операция 015 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 3

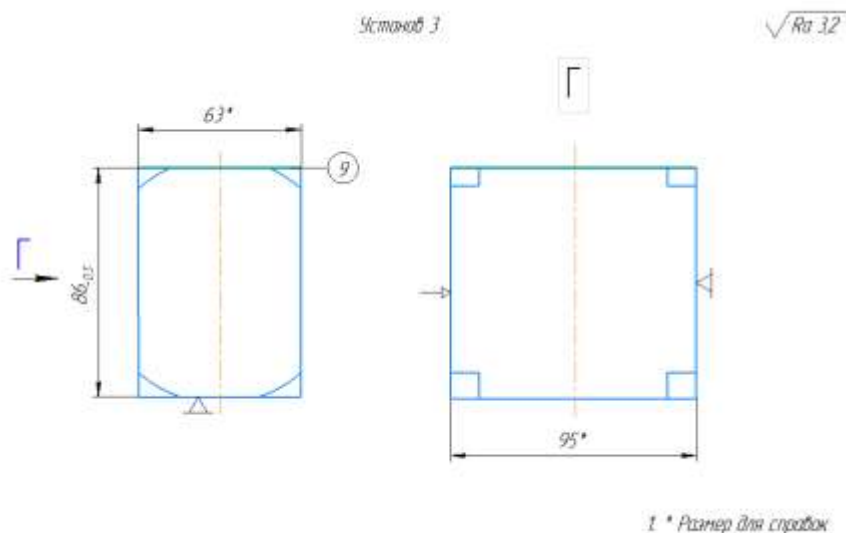


Рисунок 11 – Эскиз к операции 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 3

1. переустановить заготовку и закрепить,снять;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 9;
3. корпусная торцевая фреза ARNO FOA-145.125.R11-06, сменная пластина ARNO OEMX 060408ZZN-PMR AM5740, оправка WSW 42.BT4040L100MAB, штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						30

Операция 015 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 4

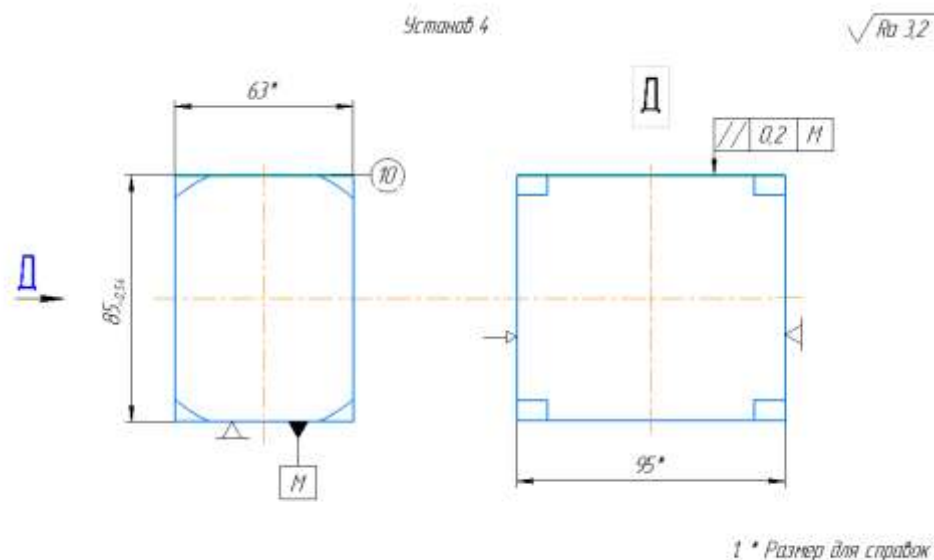


Рисунок 12 – Эскиз к операция 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ,
установ 4

1. переустановить заготовку и закрепить,снять;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер 10;
3. корпусная торцевая фреза ARNO FOA-145.125.R11-06, сменная пластина ARNO OEMX 060408ZZN-PMR AM5740, оправка WSW 42.BT4040L100MAB, штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Операция 015 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 5

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ				Лист
									31

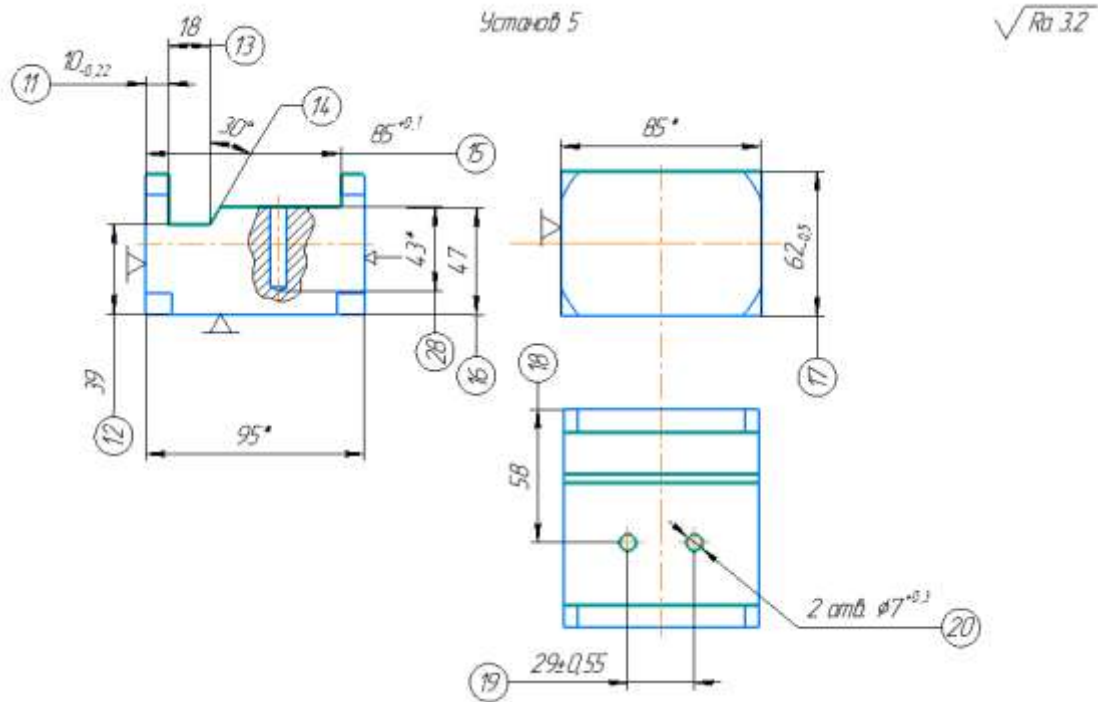


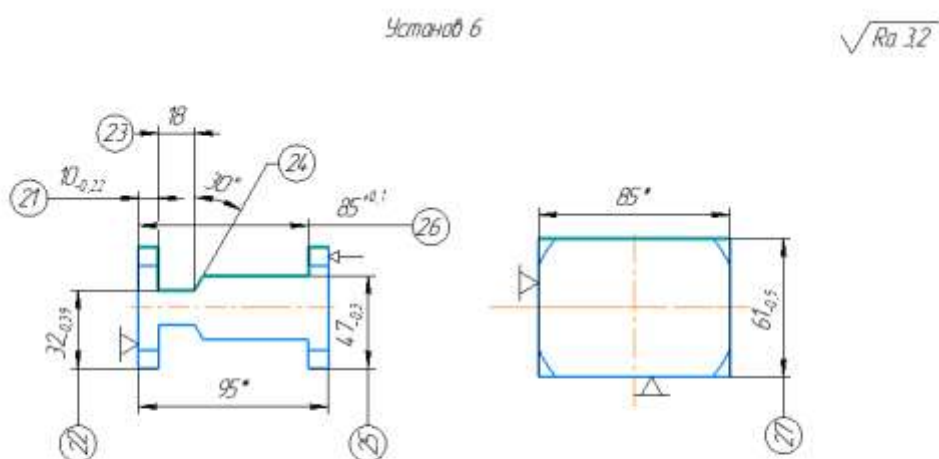
Рисунок 13 – Эскиз к операции 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ,
установ 5

1. переустановить заготовку и закрепить, снять;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 17, 16, 15, 11 (предварительно);
3. корпусная торцевая фреза ARNO FDA-190.050.R07-10, сменная пластина ARNO SDMT 100408EN-PMR AM5740, оправка WSW 42.BT4022L100MAB, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.
4. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 11, 14 (предварительно), 13 (предварительно);
5. корпусная фреза ARNO 90ES.016R.P10, сменная пластина ARNO APKT 1604PDER-PRS AM5040, цанга WSW ER40 16, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
6. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 13, 14;

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

7. фреза фасочная ARNO AFS30-32/6 C16, сменная пластина ARNO TCMT 16T304EN-AM AM5120, цанга WSW ER40 25, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
8. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 18, 19, 20, 28;
9. сверло ARNO SPC 0060600-XL VHM/TIALN, цанга WSW ER40 6, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Операция 015 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 6



1. * Размер для справок

Рисунок 14 – Эскиз к операции 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 6

1. переустановить заготовку и закрепить, снять;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 25, 26, 27, 21 (предварительно);

Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	fd. № подл.

3. корпусная торцевая фреза ARNO FDA-190.050.R07-10, сменная пластина ARNO SDMT 100408EN-PMR AM5740, оправка WSW 42.BT4022L100MAB, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
4. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 21, 23 (предварительно), 24 (предварительно);
5. корпусная фреза ARNO 90ES.016R.P10, сменная пластина ARNO APKT 1604PDER-PRS AM5040, цанга WSW ER40 16;
6. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 23, 24, 21;
7. фреза фасочная ARNO AFS30-32/6 C16, сменная пластина ARNO TCMT 16T304EN-AM AM5120, цанга WSW ER40 25, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;

Операция 015 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 7

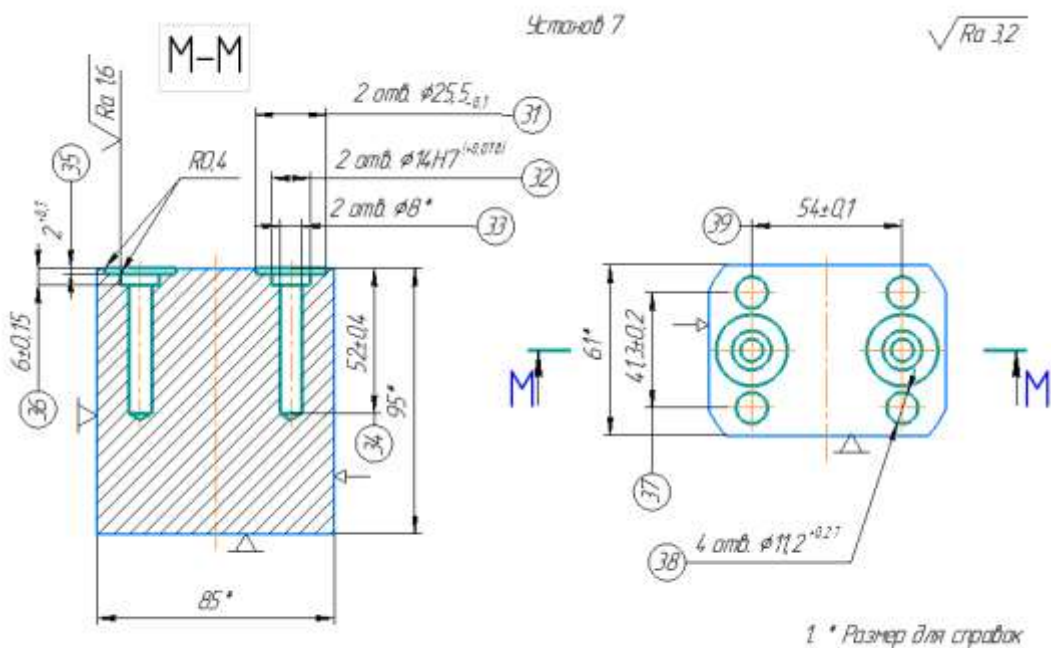


Рисунок 15 – Эскиз к операции 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 7

Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	fd. № подл.

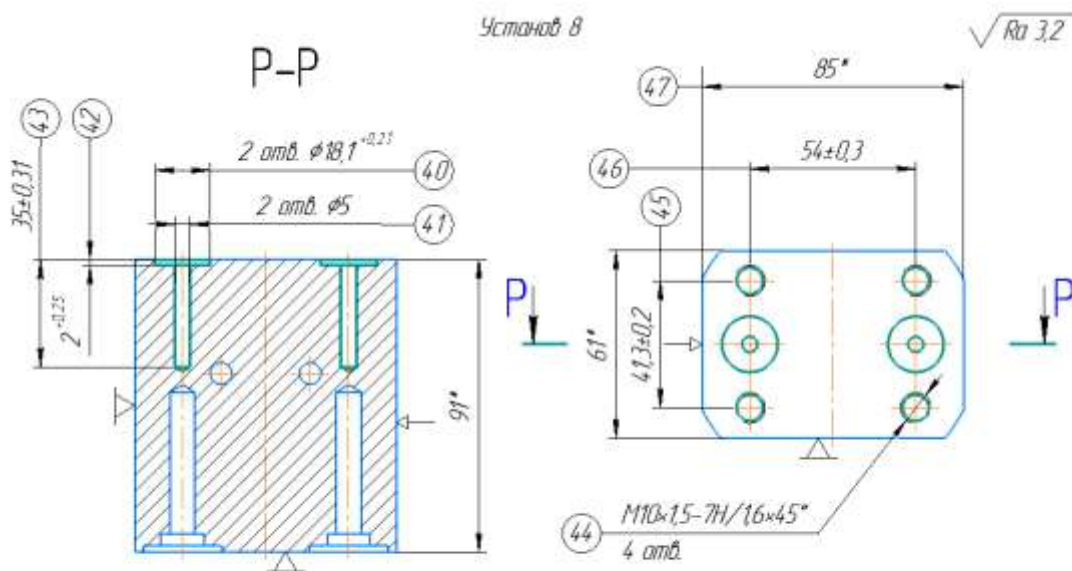
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						34

1. переустановить заготовку и закрепить;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 37, 38, 39;
3. сверло ARNO SP00113-0850 TiAlN, цанга WSW ER40 10, цанговый патрон WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
4. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 36 (предварительно), 32 (превадрительно);
5. сверло ARNO SPC0130-0650 TiAlN, цанга WSW ER40 14, цанговый патрон WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
6. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 33, 34, 39;
7. сверло ARNO SP0080-0560 TiAlN, цанга WSW ER40 8, цанговый патрон WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
8. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 32, 36;
9. фреза ARNO AF50140-080 TiAlN, цанга WSW ER40 8, цанговый патрон WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
10. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 31, 35;
11. фреза ARNO AF50140-080 TiAlN, цанга WSW ER40 12, цанговый патрон WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Операция 015 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 8.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						35



1 * Размер для справок

Рисунок 16 – Эскиз к операции 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ,
установ 8

1. переустановить заготовку и закрепить, снять;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 45, 46, 44 (превадрительно);
3. сверло ARNO SPC0850-0255-VA TiAlN, цанга WSW ER40 10, цанговый патрон WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
4. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 45, 46, 44 (превадрительно);
5. фреза фасочная ARNO AFS45-32/10 C16, сменные пластины ARNO AFS45-32/10 C16, цанга WSW ER40 25, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B;
6. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 44, 45, 46;
7. метчик машинный Fanar C2-113801 INOX TiN 0100 DIN-371, цанга WSW ER40 10, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, калибр – пробка M10x1.5 ПР-HE 7H ГОСТ 24997-2004.

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 41 (превадрительно);
9. сверло центровочное ARNO SPA0040-120 TiAlN, цанга WSW ER40 4, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
10. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 41, 43, 46;
11. сверло ARNO SP0050-0350 TiAlN, цанга WSW ER40 5, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, шангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
12. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 40, 42, 46;
13. фреза ARNO AF50140-120TiAlN, цанга WSW ER40 12, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Операция 015 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 9.

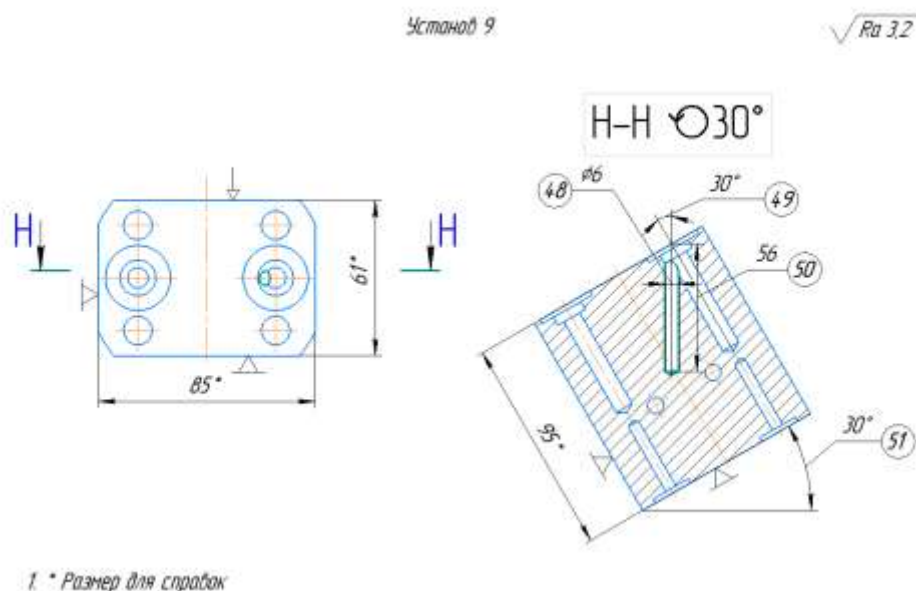


Рисунок 17 – Эскиз к операции 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 9

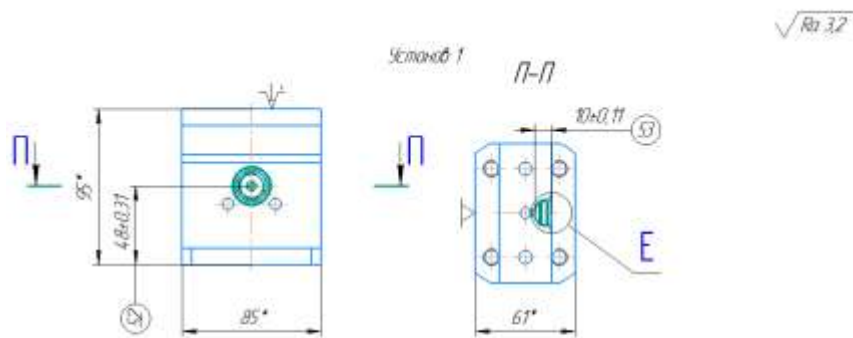
1. переустановить заготовку и закрепить,снять;

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Лист
					150305.2020.919.00 ПЗ
					37

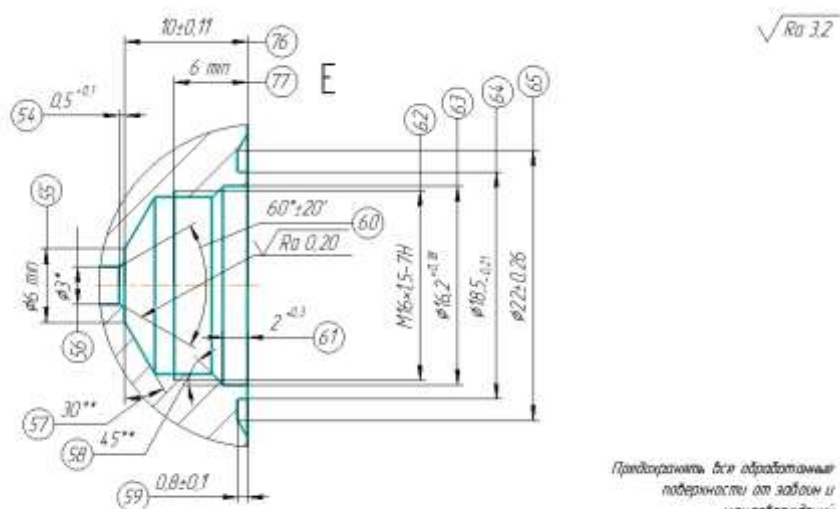
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 49, 51, 48;
3. приспособление ПЗ-552.15.03.05 спец., фреза ARNO AF50140-040 TiAlN, цанга WSW ER40 4, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
4. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 48, 49, 50, 51;
5. приспособление ПЗ-552.15.03.05 спец., сверло ARNO SP0060-0280 TiAlN, цанга WSW ER40 6, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
6. Контроль рабочим: отсутствие заусенцев и острых кромок после обработки 100%.

Операция 020 – Токарная с ЧПУ, установ 1.

fd. № подл.	Подпись и дата		Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						38



Балансировочный груз
должен располагаться
с противоположной стороны
детали от
Груза ПТ 0185.03
* Размер для справок



Предварительно все обработанные
поверхности от задов и
мех.повреждений
* Размер для справок

Рисунок 18 – Эскиз к операции 020 – токарная с ЧПУ, установ 1

1. установить заготовку и закрепить;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 52, 53 (предварительно), 62 (предварительно);
3. груз ПТ 0185.03, четырех кулачковый auto strong NIT-210A8, сменные кулачки CNCM SC-10H80, болт M12-6gx60.58 ГОСТ 7798-70, сверло ARNO SPC1400-0420-VA TiAlN, цанга WSW ER32-14, цанговый патрон EWS VDI E4 31.4032, адаптер EWS WABMT40SL200, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;

fd. № подл.	Подпись и дата
	Изм. Лист
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
	Подпись и дата
Инв. № дубл.	Подпись и дата
	Изм. Лист

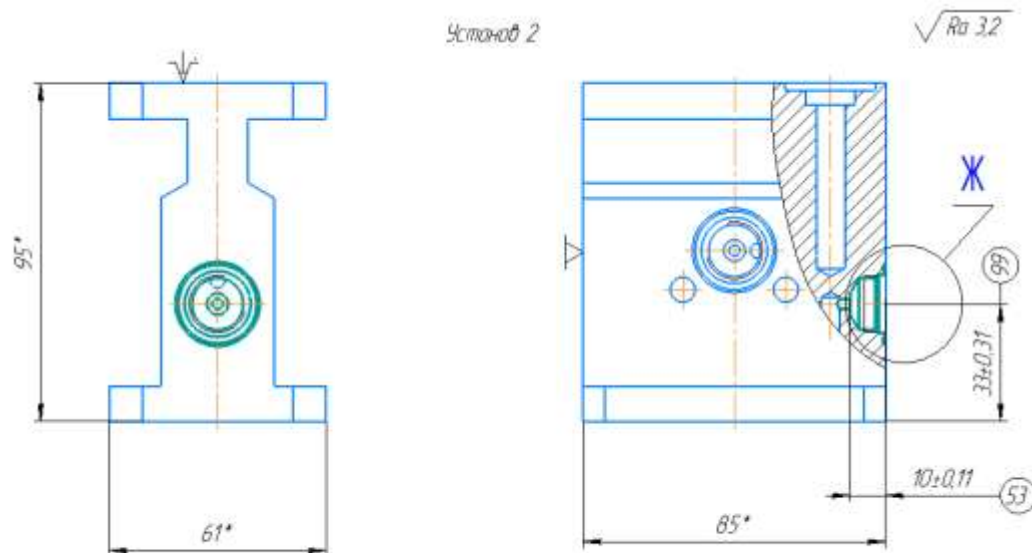
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						39

4. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 56, 52;
5. ARNO SP0030-0210 TiAlN, цанга WSW ER32-3, цанговый патрон EWS VDI E4 31.4032, адаптер EWS WABMT40SL200, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;
6. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 63, 58, 62 (предварительно), 57, 55, 53, 52;
7. ARNO E04F SCLDR 04, ARNO CDGT 040102FN-ALU, цанга WSW ER32-4, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89
8. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 54, 60, 52;
9. ARNO SPZ0250-0036 TiAlN, цанга WSW ER32-6, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89, образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;
10. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 59, 64, 65, 52;
11. канавочный резец специальный ПЗ-552.15.03.05-2, резцедержатель EWS 4.4012/20, адаптер EWS WABMT40SL200, шаблон специальный М-687;
12. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 62,52;
13. метчик машинный Fanar D2-513801 INOX TiN 0160 DIN-376, цанга WSW ER32-12, цанговый патрон EWS VDI E4 31.4032, адаптер EWS WABMT40SL200, калибр пробка М16х1.5 ПР-НЕ 7Н ГОСТ 24997-2004.

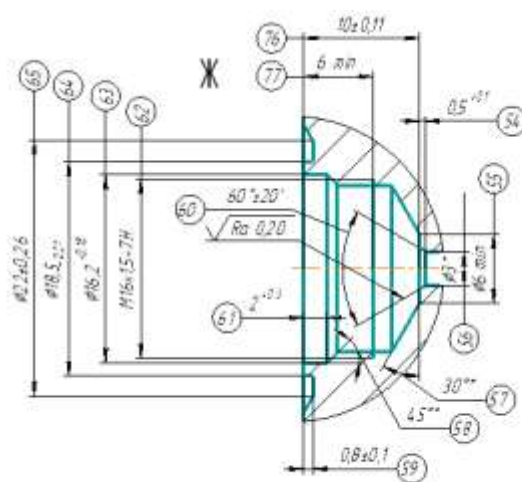
Операция 020 – Токарная с ЧПУ, установ 2

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						40



* Размер для справок



Предварительный размер для обработки поверхности от зажим и перемещения детали
* Размер для справок

Рисунок 19 – Эскиз к операции 020 – токарная с ЧПУ, установ 2

1. установить заготовку и закрепить;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 66, 53 (предварительно), 62 (предварительно);
3. груз ПТ 0185.03, четырех кулачковый auto strong NIT-210A8, сменные кулачки CNCM SC-10H80, болт M12-6gx60.58 ГОСТ 7798-70, сверло ARNO SPC1400-0420-VA TiAlN, цанга WSW ER32-14, цанговый патрон EWS VDI E4 31.4032,

Подпись и дата	Ивн. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	fd. № подл.

адаптер EWS WABMT40SL200, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;

4. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 56, 52;

5. ARNO SP0030-0210 TiAlN, цанга WSW ER32-3, цанговый патрон EWS VDI E4 31.4032, адаптер EWS WABMT40SL200, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;

6. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 63, 58, 62 (предварительно), 57, 55, 53, 52;

7. ARNO E04F SCLDR 04, ARNO CDGT 040102FN-ALU, цанга WSW ER32-4, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;

8. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 54, 60, 52;

9. ARNO SPZ0250-0036 TiAlN, цанга WSW ER32-6, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89, образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;

10. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 59, 64, 65, 52;

11. канавочный резец специальный ПЗ-552.15.03.05-2, резцедержатель EWS 4.4012/20, адаптер EWS WABMT40SL200, шаблон специальный М-687;

12. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 62, 52;

13. метчик машинный Fanar D2-513801 INOX TiN 0160 DIN-376, цанга WSW ER32-12, цанговый патрон EWS VDI E4 31.4032, адаптер EWS WABMT40SL200, калибр пробка М16х1.5 ПР-НЕ 7Н ГОСТ 24997-2004.

Операция 020 – Токарная с ЧПУ, установ 3.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

					150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

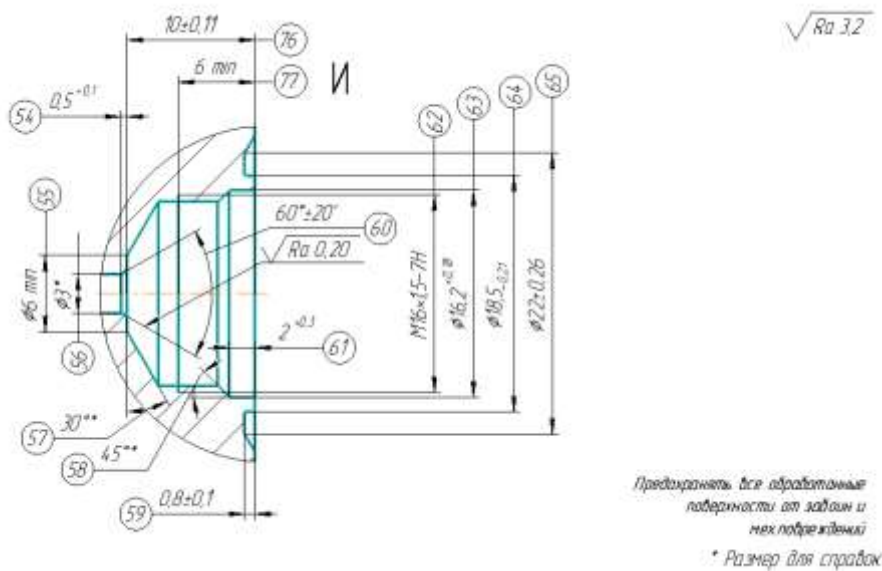
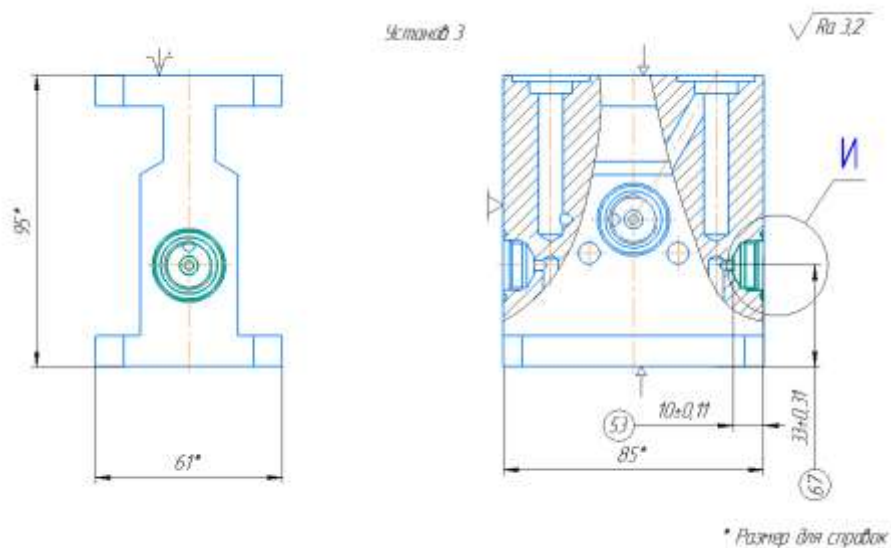


Рисунок 20 – Эскиз к операции 020 – токарная с ЧПУ, установ 3

1. установить заготовку и закрепить;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 66, 53 (предварительно), 62 (предварительно);
3. груз ПТ 0185.03, четырех кулачковый auto strong NIT-210A8, сменные кулачки CNCM SC-10H80, болт M12-6gx60.58 ГОСТ 7798-70, сверло ARNO SPC1400-0420-VA TiAlN, цанга WSW ER32-14, цанговый патрон EWS VDI E4 31.4032,

Подпись и дата	Изм. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	fd. № подл.

адаптер EWS WABMT40SL200, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1
ГОСТ 166-89;

4. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 56, 52;

5. ARNO SP0030-0210 TiAlN, цанга WSW ER32-3, цанговый патрон EWS VDI E4 31.4032, адаптер EWS WABMT40SL200, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;

6. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 63, 58, 62 (предварительно), 57, 55, 53, 52;

7. ARNO E04F SCLDR 04, ARNO CDGT 040102FN-ALU, цанга WSW ER32-4, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89

8. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 54, 60, 52;

9. ARNO SPZ0250-0036 TiAlN, цанга WSW ER32-6, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89, образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;

10. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 59, 64, 65, 52;

11. канавочный резец специальный ПЗ-552.15.03.05-2, резцедержатель EWS 4.4012/20, адаптер EWS WABMT40SL200, шаблон специальный М-687;

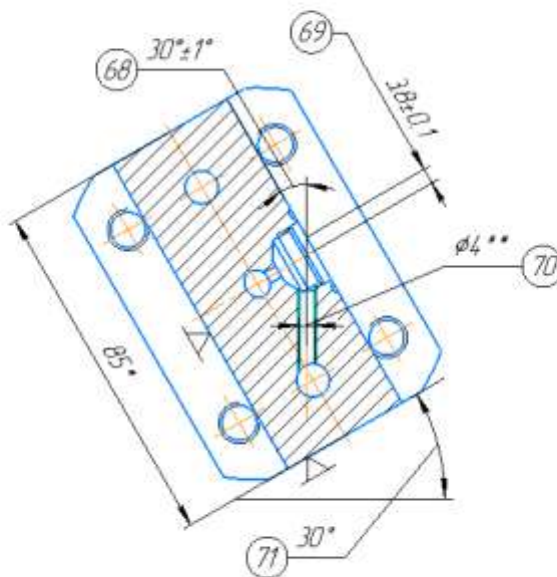
12. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 62, 52;

13. метчик машинный Fanar D2-513801 INOX TiN 0160 DIN-376, цанга WSW ER32-12, цанговый патрон EWS VDI E4 31.4032, адаптер EWS WABMT40SL200, калибр пробка М16х1.5 ПР-НЕ 7Н ГОСТ 24997-2004.

Операция 025 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	

Установ 1



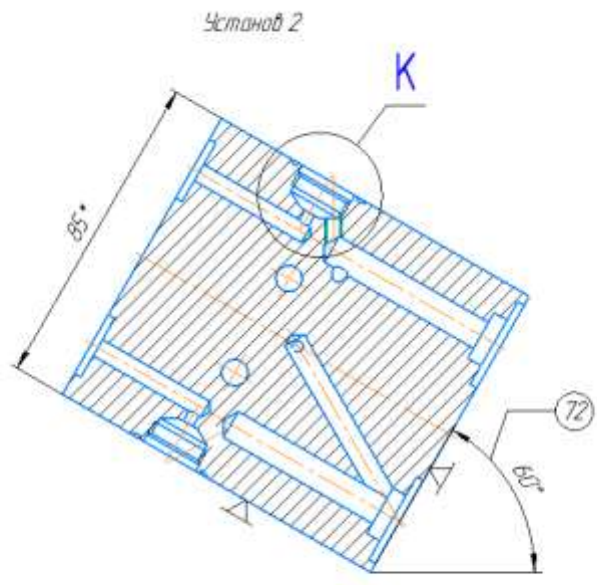
- 1 * Размер для справок
- 2 ** Обеспечивается инструментом

Рисунок 21 – Эскиз к операция вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 1

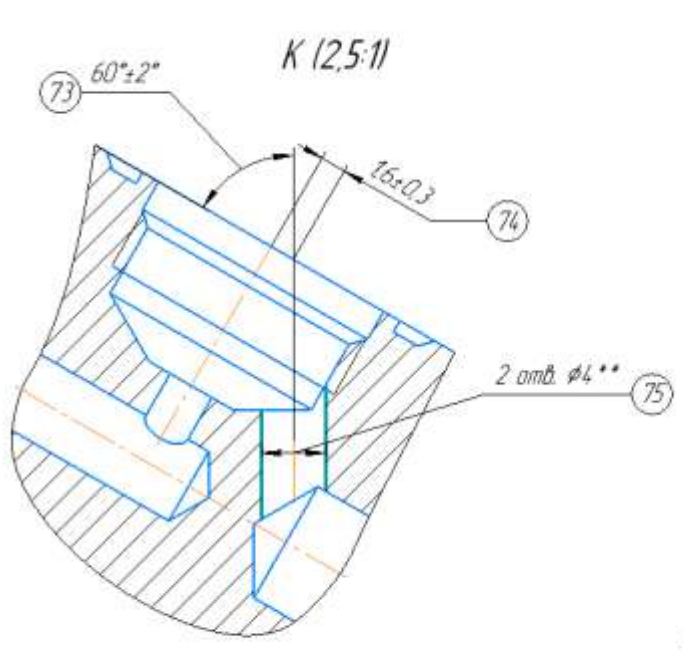
1. установить заготовку и закрепить;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 68, 69, 70, 71;
3. приспособление ЗСПР 03.10, сверло ARNO SP0040-0280 TiAlN, цанга WSW ER40 4, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Операция 025 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 2

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ					Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						



1 * Размер для справок
 2 ** Обеспечивается инструментом



1 * Размер для справок
 2 ** Обеспечивается инструментом

Рисунок 21 – Эскиз к операции вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 2

fd. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ
------	------	----------	---------	------	-----------------------

1. переустановить заготовку и закрепить;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 72, 73, 74, 75;
3. приспособление ЗСПР 03.15, сверло ARNO SP0040-0280 TiAlN, цанга WSW ER40 4, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Операция 025 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 3

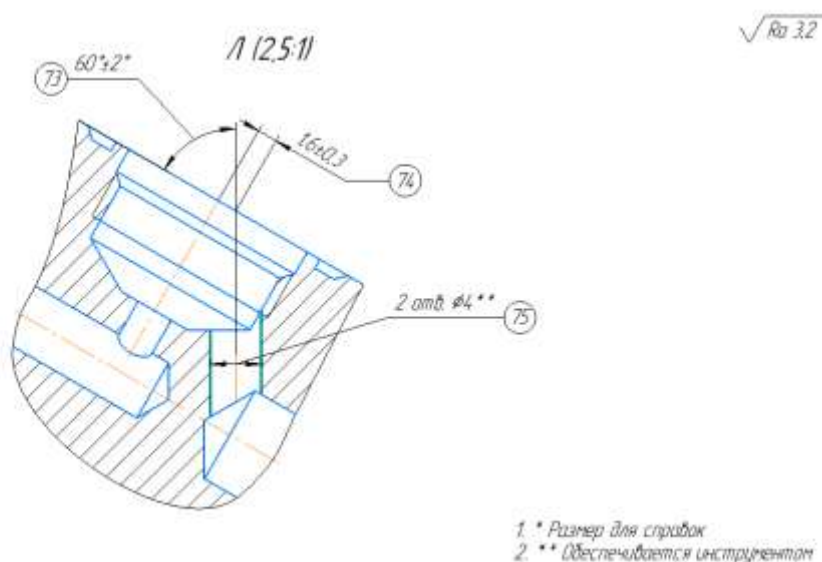
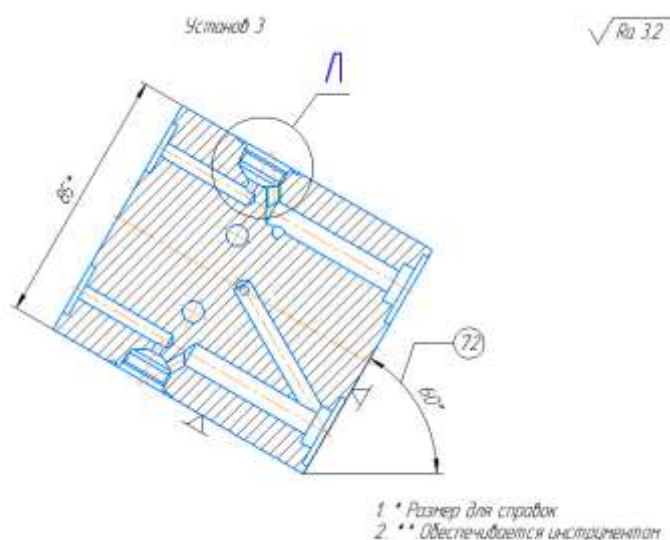


Рисунок 22 – Эскиз к операции вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ 3

Подпись и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						47

1. переустановить заготовку и закрепить;
2. обработать деталь по программе, выдерживая размер: 72, 73, 74, 75.
3. приспособление ЗСПР 03.15, сверло ARNO SP0040-0280 TiAlN, цанга WSW ER40 4, патрон цанговый WSW 31.BT40R40L100B, штангельциркуль-глубиномер ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89.
4. контроль рабочим: отсутствие заусенцев и острых кромок после обработки 100%

Операция 030 – Слесарная.

1. зачистить заусенцы;
2. притупить острые кромки фаской или R0.2-R0.4;
3. продуть сжатым воздухом, протереть ветошью;
4. предохранять все обработанные поверхности деталей от забоин, механических повреждений;
5. слесарный стол, напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80, шабер MAGIC BURR 4 NG2004.

Операция 035 – Маркировочная.

1. маркировать деталь;
2. слесарный стол;
3. клеймы T1031, ГОСТ 25726, молоток, ГОСТ 2310, подставка.

Операция 040 – Моечная.

1. установить, закрепить, снять деталь;
2. очистить деталь от загрязнений и стружки;
3. машина моечная Abat МПК – 700.

Операция 045 – Контрольная.

1. отсутствие заусенцев и острых кромок

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
№ подл.	

					150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

2. шероховатость обработанных поверхностей;
3. контроль размеров;
4. радиусы в канавке: R04max*;
5. допуск параллельности.

fd. № подл.	Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ			
					Лист			
					49			

2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса

Размерная цепь проектного технологического процесса изготовления корпуса датчика давления представлена на рисунке 23.

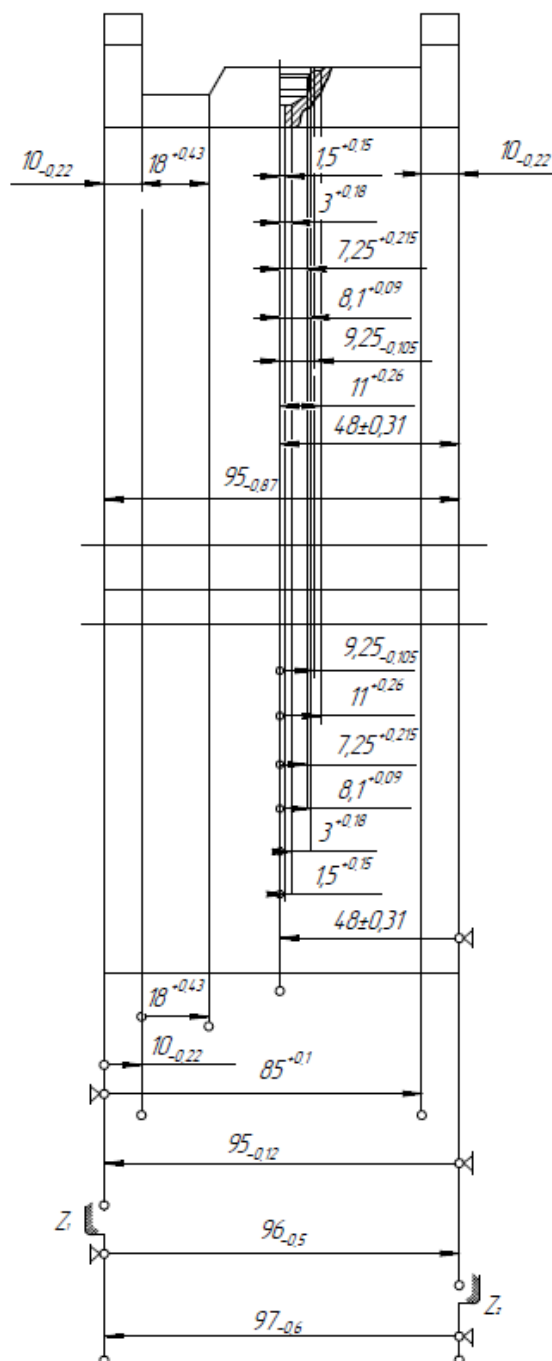


Рисунок 23 – Размерная цепь проектного техпроцесса

fd. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инва. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						50

При разработке проектного технологического процесса были исправлены все недочеты, выявленные при анализе действующего технологического процесса.

Исключены замыкающие звенья, изменением последовательности обработки.

Вычислим припуски на обработку Z_1, Z_2 :

$$Z_1 = 96_{-0,5} \text{ мм} - 95_{-0,12} \text{ мм} = 1_{-0,5-(-0)}^{0-(-0.12)} \text{ мм} = 1_{-0,5}^{0,12} \text{ мм};$$

$$Z_2 = 97_{-0,6} \text{ мм} - 96_{-0,5} \text{ мм} = 1_{-0,6-0}^{0-(-0.5)} \text{ мм} = 1_{-0,6}^{0,5} \text{ мм};$$

Минимально необходимый припуск для любой операции рассчитывается по формуле:

$$Z_{min} = Df + Rz, + \rho + \varepsilon, \quad (2)$$

где Df – величина дефектного слоя, мм;

Rz – шероховатость с предыдущей операции, мм;

ρ – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, оставшихся или полученных после предыдущей обработки;

ε – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой.

Определим минимально необходимый допуск $Z_{1 \text{ теор}}^{min}$ и $Z_{2 \text{ теор}}^{min}$.

$$Z_{1 \text{ теор}}^{min} = 160 \text{ мк} + 150 \text{ мк} = 0,31 \text{ мм};$$

$$Z_{2 \text{ теор}}^{min} = 160 \text{ мк} + 150 \text{ мк} = 0,31 \text{ мм};$$

Сравним вычисленный допуск с теоретическим допуском на обработку:

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						51

$$Z_{1 \text{ теор}}^{\min} = 0,31 \text{ мм} > Z_{1 \text{ факт}}^{\min}$$

$$Z_{2 \text{ теор}}^{\min} = 0,31 \text{ мм} > Z_{2 \text{ факт}}^{\min}$$

Отсюда следует что припуски не завышены и считаются допустимыми.

2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени

Для расчета режимов резания необходимо учитывать форму, точность размера, шероховатость отдельных поверхностей, материал, твердость и другие свойства обрабатываемого материала. По технологической документации определяют характер поверхностей, размеры и способ получения заготовки, припуски на механическую обработку. Важным фактором является информация об объеме производства.

Произведем расчеты режимов резания и норм времени для «Установ 1, операции 015 – Вертикально-фрезерная с ЧПУ. В данной операции представлены несколько видов обработки: фрезерование и сверление.

Исходные данные:

Деталь:

- корпус датчика давления;
- материал - Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5949-75;
- твердость обрабатываемого материала – 152НВ;
- тип производства – серийное;
- годовая программа – 2000 шт;
- заготовка – прокат;
- параметр шероховатости – Ra = 3.2 мкм;
- отклонение плоскостности 0,2 мм.

Оборудование:

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- вертикально – фрезерный станок с ЧПУ Ingro MCV-300;

На рисунке 24 представлен эскиз «Установ 1, операции 015 - Вертикально - фрезерной с ЧПУ».

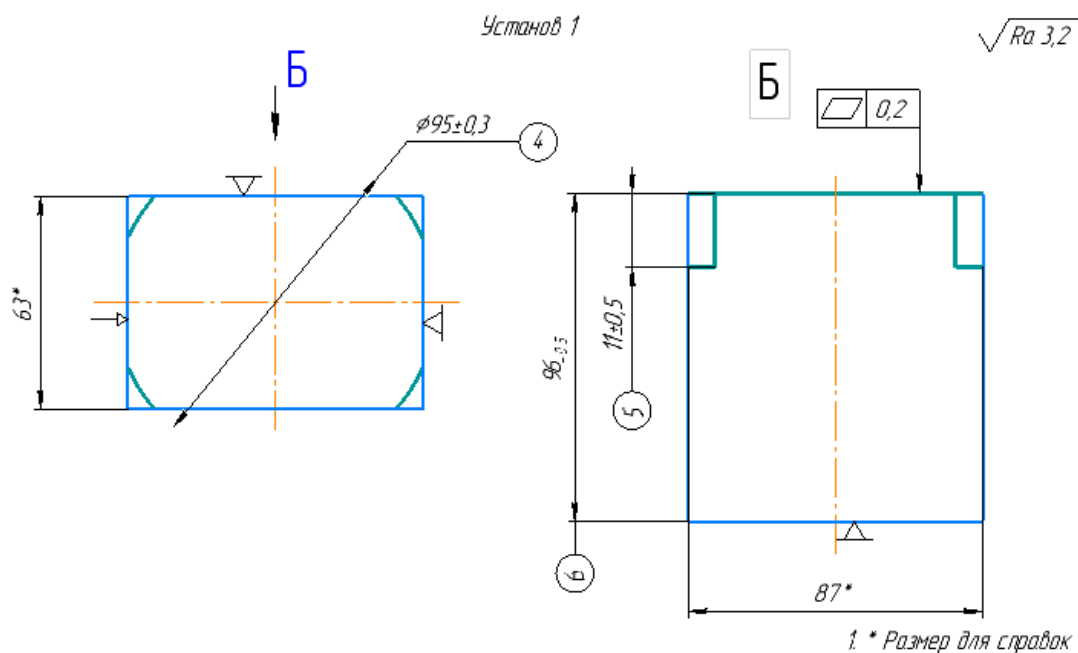


Рисунок 25 – эскиз «Установ 1, операции 015 – Вертикально-фрезерной с ЧПУ».

На установ №1 фрезеруется размер $96_{-0,5}$ мм и $\varnothing 95 \pm 0,3$ мм.

Определим глубину резания при фрезеровании плоскости $96_{-0,5}$ мм.

$$t = L_1 - L_2,$$

3)

где t – глубина резания, мм;

L_1 – размер заготовки, мм;

L_2 – размер детали после обработки, мм.

Подставим известные данные в формулу 8.1 и произведем расчеты:

$$t = 97_{-0,25} - 96_{-0,25} = 1 \text{ мм.}$$

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Размер $96_{-0,5}$ мм соответствует 12 качеству точности. Определим, что для выполнения размера размера $96_{-0,5}$ мм необходимо выполнение чистовой (III) стадии обработки $t = 1,00$ мм (карта 54, с.174,[1],карта 55, с.175,[1],).

Для обработки заготовки под размер $96_{-0,5}$ мм выбрали корпусную торцевую фрезу ARNO FOA-145.125.R11-06 со сменными пластинами ARNO OEMX 060408ZZN-PMR AM5740.

Назначим подачу на зуб для чистовой стадии обработки: $S_{zт} = 0,10$ мм/зуб(карта 58, с.183, [1]).

Определим поправочные коэффициенты на подачу для чистовой (III) стадии обработки (карты 60-66, с.183-198, [1]):

- твердость обрабатываемого материала $K_{SM} = 1,30$;
- материала режущей части фрезы $K_{SH} = 1,00$;
- отношение фактической длины фрезерования к нормативной $K_{SB} = 0,80$;
- главного угла в плане $K_{Sφ} = 1,15$;
- способа крепления пластины $K_{Sp} = 1,00$;
- схема установки фрезы $K_{Sc} = 0,50$;
- выбранного критерия износа фрезы $K_{Shз} = 0,70$;
- группы обрабатываемости материала $K_{So} = 1,00$.

С учетом поправочных коэффициентов определим подачу для чистовой (III) стадии обработки (с.161,[1]):

$$S_z = S_{zт} K_{SM} K_{SH} K_{SB} K_{Sφ} K_{Sp} K_{Shз} K_{So}$$

3)

Подставим известные данные в формулу 3 и произведем расчеты:

$$S_z = 0,10 \text{ мм/зуб} \cdot 1,30 \cdot 1,00 \cdot 0,80 \cdot 1,15 \cdot 1,00 \cdot 0,50 \cdot 0,70 \cdot 1,00 = 0,04 \text{ мм/зуб.}$$

Подпись и дата	Инд. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Инд. № подл.

Назначим скорость резания: $V_T = 254$ м/мин (карта 65, с.189, [1]):

Выбранные скорости резания скорректируем с учетом поправочных коэффициентов (карта 65, с.192-194, [1]):

- твердость обрабатываемого материала $K_{VM} = 1,35$;
- материала режущей части фрезы $K_{VI} = 1,00$;
- состояния поверхности $K_{V\Pi} = 1,00$;
- главного угла в плане $K_{V\phi} = 1,10$;
- отношения ширины фрезерования к диаметру фрезы $K_{VB} = 0,80$;
- периода стойкости режущей части фрезы $K_{VT} = 0,80$;
- способа крепления пластины $K_{Vp} = 1,00$;
- наличия охлаждения $K_{Vж} = 0,85$;
- группы обрабатываемости материала $K_{Vo} = 1,00$.

С учетом поправочных коэффициентов определим скорость резания для чистовой (III) стадии обработки (с.162,[1]):

$$V_T = S_{zT} K_{VM} K_{VI} K_{V\Pi} K_{V\phi} K_{VB} K_{Vж} K_{Vo}$$

4)

Подставим известные данные в формулу 4 и произведем расчеты:

$$V_T = 342 \text{ м/мин} \times 1,35 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,10 \cdot 0,80 \cdot 0,80 \cdot 1,00 \cdot 0,85 \cdot 1,00 = 205 \text{ м/мин}$$

Определим частоту вращения шпинделя (с.162, [1]):

$$n = \frac{1000V}{\pi D}$$

5)

Произведем расчет подставив известные данные в формулу 5:

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ					Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	55

$$n = \frac{1000 \cdot 205 \text{ м/мин}}{3.14 \cdot 125 \text{ мм}} = 520 \text{ мин}^{-1}$$

Так как обработка на данном установе производится по управляющей программе на станке с ЧПУ, полученные значения скорости резания и подачи принимаем за действительные.

Фреза ARNO FOA-145.125.R11-06 имеет возможность установки 11 сменных режущих пластин. Произведем расчеты скорости подачи на мм/об с учетом обработки 11 сменными режущими пластинами:

$$S_o = 0,04 \text{ мм/зуб} \cdot 11 = 0,44 \text{ мм/об}$$

6)

Для дальнейших расчетов вычислим минутную подачу (мм/мин):

$$S_M = 0,44 \text{ мм/об} \cdot 520 \text{ мин}^{-1} = 229 \text{ мм/мин}$$

7)

Определим основное (технологическое) время (с.9, [3]):

$$T_o = \frac{l+l_1+l_2}{n \cdot S} \cdot i = \frac{l+l_1+l_2}{S_M} \cdot i,$$

8)

где l – размер обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания и перебега инструмента, мм;

l_2 – дополнительная длина на взятие пробной стружки;

n – частота вращения, мин^{-1} ;

S – подача мм/об;

i – число рабочих проходов.

Принимаем $l_2 = 0$, так как при наладке станка, обеспечивается получение требуемого размера, $l_1 = 29$ мм (приложение 1, лист 5, с.284, [4]):

Подставим известные данные в формулу 8.7 и произведем расчеты:

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_0 = \frac{63 \text{ мм} + 29 \text{ мм}}{229 \text{ мм/мин}} = 0,4 \text{ мин.}$$

Произведем расчеты режимов резания при фрезеровании размера $\varnothing 95 \pm 0,3$ мм.

Глубина резания $t = 11$ мм. Размер $\varnothing 95 \pm 0,3$ мм соответствует 13 качеству точности. Определим, что для получения размера $\varnothing 95 \pm 0,3$ мм необходимо выполнение получистовой (II) стадии обработки (карта 54, с.174, [1], карта 55, с.175, [1]).

Назначим глубину резания для каждого получистового прохода:

$$t_1, t_2, t_3, t_4 = 2,3 \text{ мм}, t_5 = 1.8 \text{ мм} \text{ (карта 55, лист 1, с.175, [1]).}$$

Для обработки заготовки под размер $\varnothing 95 \pm 0,3$ мм выбрали корпусную торцевую фрезу ARNO 90ES.016R.P10 со сменными пластинами ARNO АРКТ 1604PDER-PRS AM5040.

По аналогии принципа расчета размера $96_{-0,5}$ мм, произведем расчет режимов резания для получистовых (II) проходов 1-5;

- 1) подача на зуб: $S_{z1} = 0,08$ мм/зуб;
- 2) подача с учетом поправочных коэффициентов: $S_z = 0.04$ мм/зуб;
- 3) скорость резания: $V_T = 327$ м/мин
- 4) скорость резания с учетом поправочных коэффициентов $V_T = 264$ м/мин;
- 5) Частота вращения шпинделя: $n = 5250 \text{ мин}^{-1}$;
- 6) Скорость подачи на мм/об с учетом обработки 2 сменными режущими пластинами: $S_o = 0,08$ мм/об;

$$7) \text{ Минутная подача } S_M = 420 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

Определим основное (технологическое) время по формуле 8.7 (с.9, [3]):

$$T_0 = \frac{l+l_1+l_2}{n \cdot S} \cdot i = \frac{l+l_1+l_2}{S_M} \cdot i,$$

где l – размер обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания и перебега инструмента, мм;

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
											57

l_2 – дополнительная длина на взятие пробной стружки;

n – частота вращения, мин^{-1} ;

S – подача мм/об ;

i – число рабочих проходов.

Принимаем $i = 5$, $l_2 = 0$, так как при наладке станка, обеспечивается получение требуемого размера, $l_1 = 3$ мм (приложение 1, лист 5, с.284,[4]).

Что бы рассчитать величину размера обрабатываемой поверхности l , необходимо посчитать длину окружности $\varnothing 95$:

$$l = 2 \cdot \pi \cdot R$$

9)

Подставим известные значения и произведем расчет:

$$l = 2 \cdot 3,14 \cdot 47,5 \text{ мм} = 298 \text{ мм}.$$

Произведем расчет основного (технологического) времени используя формулу 8:

$$T_0 = \frac{298,3 \text{ мм} + 3 \text{ мм}}{420 \text{ мм/мин}} \cdot 5 = 3,6 \text{ мин}.$$

Суммарное основное время на «Установ 1, операцию 015 – Вертикально-фрезерную с ЧПУ»:

$$T_0 = 3,6 \text{ мин} + 0,4 \text{ мин} = 4,0 \text{ мин}.$$

Аналогично рассчитаем и внесем в таблицу 5 режимы резания и основное время для операции «015 – Вертикально-фрезерной с ЧПУ»:

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						Лист
					150305.2020.919.00 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблица 5 – Режимы резания и основное время для операции механической обработки «015 – Вертикально-фрезерной с ЧПУ»

Содержание перехода	Скорость резания V м/мин,	Скорость подачи S мм/об	Глубина резания t, мм	Частота вращения, мин ⁻¹ ;	Основное технологическое время T ₀ , мин
Установ 1					
Обработать деталь выдерживая размеры: 96 мм	205	0,44	1	520	0,4
11 мм	264	0,08	11	5250	4,0
Установ 2					
95 мм	205	0,44	1	520	0,4
11 мм	264	0,08	11	5250	4,0
Установ 3					
86 мм	205	0,44	1	520	0,4
Установ 4					
85 мм	205	0,44	1	520	0,4
Установ 5					
62 мм,85 мм,47 мм	150	0,38	15	1900	0,31
18 мм,30°, 10 мм,39 мм	90	0,41	8	1780	1,36
18 мм, 30°, 39 мм	80	0,1	6	1020	1,91
58 мм, 29 мм, Ø7 мм,43 мм	80	0,1	3,5	3640	0,12
Установ 6					
61 мм,85 мм,47 мм	150	0,38	15	1900	0,31
18мм, 30°, 10 мм, 32 мм	90	0,41	8	1900	1,36
10 мм, 32 мм, 18 мм,	80	0,1	6	1020	1,91
Установ 7					

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						59

Продолжение таблицы 5 – Режимы резания и основное время для операции механической обработки «015 – Вертикально-фрезерной с ЧПУ»

4,13 мм, 54 мм, Ø4 мм	75	0,1	5,5	2170	0,30
6мм предварительно, Ø14мм, предварительно	100	0,1	6,5	2450	0,1
Ø8мм, 52 мм, 54 мм	70	0,1	4	2800	0,5
Ø14мм, 6 мм	85	0,12	6	3400	0,12
Ø25,5 мм, 2 мм	85	0,12	2	3400	0,4
Установ 8					
41,3 мм, 54 мм, Ø 8,5 предварительно	90	0,15	4,25	3370	0,10
41,3 мм, 54 мм, 1,6x45°	100	0,2	1,6	3980	0,55
M10x1.5, 41,3 мм, 54 мм	35	1,5	0,75	111	0,31
54мм,Ø5 предваритаельно	70	0,08	2	5570	0,03
Ø5,35 мм, 54 мм	90	0,15	2,5	5740	0,1
Ø18,1 мм, 2 мм, 54 мм	110	0,3	2	2920	0,14
Установ 9					
Ø6, 30°, 3 мм	78	0,05	3	6210	2,19
Ø6, 30 °,56 мм	80	0,1	3	4250	0,14
Суммарное основное время T ₀ ,мин					21,86

Суммарное основное время на операции «015 – Вертикально-фрезерной с ЧПУ», составило T₀ = 21,86 мин.

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						60

Определим по формуле норму времени на изготовление детали:

$$T = T_{шт} + T_{пз} / n, \tag{10}$$

где $T_{шт}$ – штучного времени, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

При работе на одном станке с ЧПУ норма времени на выполнение операции состоит из нормы подготовительно-заключительного времени и нормы штучного времени (с.10,[5]):

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в}) \cdot \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100}\right), \tag{10}$$

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

$T_{в}$ – вспомогательное время, мин.

$a_{тех}$ – время на техническое обслуживание, мин;

$a_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин;

$a_{отл}$ – время на отдых и личные надобности в процентах к оперативному времени, мин.

Определим вспомогательное время:

$$T_{в} = T_{в.уст} + T_{в.оп} + T_{в.изм}, \tag{11}$$

где $T_{в.уст}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

fd. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$T_{в.оп}$ – вспомогательное время, связанное с выполнением операции, мин;

$T_{в.изм}$ – вспомогательное время на измерение детали, мин.

Вспомогательное время $T_{в.уст}$ на установку и снятие детали включает в себя время на установку и снятие детали, закрепления и открепления детали (карта 10, [1]):

Вспомогательное время на установку и снятие детали на 1 установ $T_{в.уст.1} = 0,85$ мин.

Для того что бы рассчитать вспомогательное время на операцию «015 – Вертикально-фрезерной с ЧПУ» умножим полученное значение на количество установ в операции:

$$T_{в.уст} = 0,85 \text{ мин} \cdot 9 = 7,65 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $T_{в.оп}$ включает в себя время, потраченное на открывание и закрывание дверцы станка. $T_{в.оп} = 0,04 \text{ мин} \cdot 2 = 0,08 \text{ мин}$ (карта 14, [1]).

Обработка детали происходит на станке с ЧПУ, которое обеспечивает размеры детали в автоматическом цикле обработки, время на контрольные измерения после окончания работы по программе будут включены в норму штучного времени, поэтому вспомогательное время на измерение детали $T_{в.изм}$ будем считать, только то, которое предусмотрено в технологическим процессом.

Определим вспомогательное время на измерение детали $T_{в.изм}$ на операцию «015 – Вертикально-фрезерной с ЧПУ» на 9 установ (карта 15, лист 5, [1]):

$$T_{в.изм} = (0,14+0,16+0,11+0,11+0,14+0,14+0,16+0,14+0,14) \text{ мин} = 1,4 \text{ мин.}$$

Контрольные измерения по технологическому процессу проводятся на 10% деталей.

Рассчитаем вспомогательное время на измерение одной детали:

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

					150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

$$T_{\text{изм}} = 1,4 \text{ мин} \cdot 0,1 = 0,14 \text{ мин.}$$

Рассчитаем вспомогательное время на одну деталь подставив полученные значения в формулу 11:

$$T_{\text{в}} = 7,65 \text{ мин} + 0,08 \text{ мин} + 0,14 \text{ мин} = 7,87 \text{ мин.}$$

Время цикла автоматической работы станка по программе $T_{\text{ц,а}}$ рассчитывается по формуле (с.16, [6]):

$$T_{\text{ц,а}} = T_{\text{о}} + T_{\text{МВ}}, \tag{12}$$

,где $T_{\text{о}}$ – основное (технологическое) время , $T_{\text{о}}=21,86$ мин;

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

Что бы посчитать машинно-вспомогательное время по программе, возьмем значение суммарного времени на подвод детали и инструмента, смену инструмента с расчетно-технологической карты и сложим его с временем технологических пауз, получим:

$$T_{\text{МВ}} = (0,05 \text{ мин} \cdot 16) + 0,06 \text{ мин} \cdot 25 = 2,3 \text{ мин.}$$

Произведем расчет общего времени цикла автоматической работы станка по программе $T_{\text{ц,а}}$ подставив полученные значения в формулу 12:

$$T_{\text{ц,а}} = 21,86 \text{ мин} + 2,3 \text{ мин} = 24,16 \text{ мин.}$$

Рассчитаем общее вспомогательное время $T_{\text{Σв}}$:

$$T_{\text{Σв}} = 7,87 + 1,75 = 9,62 \text{ мин.}$$

fd. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Изм. Лист № докум. Подпись Дата				
Взам. инв. №	Инд. № дубл.				150305.2020.919.00 ПЗ
	Подпись и дата				
					63

Определим время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, личные потребности и отдых (с 90, карта 16, [1])

$$a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{от.л}} = 14\% T_{\text{оп.}}$$

Произведем расчет нормы штучного времени подставим рассчитанные значения в формулу 10:

$$T_{\text{шт}} = 24,16 \text{ мин} + 9,62 \text{ мин} \cdot (1 + 0,14) = 38,51 \text{ мин.}$$

Норма времени на наладку станка определяется по формуле:

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}} + T_{\text{пр.обр}},$$

13)

где $T_{\text{пз1}}$ – норма времени на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{пз2}}$ – норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента,

программных устройств, мин;

$T_{\text{пр.обр}}$ – норма времени на пробную обработку, мин.

Норма времени на организационную подготовку $T_{\text{пз1}}$ включает в себя: время на получении задания, режущего и измерительного инструмента, технической документации, ознакомление с чертежами технологической документацией, осмотр станка (с.102, карта 26, [1]):

$$T_{\text{пз1}} = 4 + 2 + 2 = 8 \text{ мин.}$$

Норма времени на пробную обработку $T_{\text{пр.обр}}$ включает в себя время на пробную обработку отверстий, фрезерование плоскостей и уступов (с. 112, карта

Подпись и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						64

33, с. 110, карта 32, [1]). $T_{\text{пр.обр}} = 17,48$ мин.

Норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств принимаем по карте (с 90, карта 16, [1]).

$$T_{\text{пз}} = 7 \text{ мин} + (0,3 \text{ мин} \cdot 9) + 1 \text{ мин} + 0,7 \text{ мин} + 0,5 \text{ мин} + 3,5 \text{ мин} + (1,3 \text{ мин} \cdot 25) + 0,4 \text{ мин} = 48,3 \text{ мин.}$$

Произведем расчет подготовительно-заключительного времени операции «015 - Вертикально - фрезерной с ЧПУ по формуле 13:

$$T_{\text{пз}015} = 48,3 \text{ мин} + 8 \text{ мин} + 17,48 \text{ мин} = 73,78 \text{ мин}$$

Рассчитаем норму времени на изготовление детали, операция «015 - Вертикально-фрезерной с ЧПУ» на 9 установ, подставив полученные значения в формулу 10:

$$T_{015} = 38,51 \text{ мин} + \frac{73,78 \text{ мин}}{100} = 39,25 \text{ мин.}$$

Рассчитаем аналогично нормы времени на остальные операции и занесем в таблицу 6.

Таблица 6 – Нормы времени для операций механической обработки

Наименование и № операции	T_o , мин	T_v , мин	$T_{\text{пз}}$, мин	$T_{\text{шт}}$, мин	T , мин
010 Ленточнопильная	25,5	7,85	4	41,7	41,74
015 Вертикально-фрезерная с ЧПУ	21,86	9,62	73,78	38,51	39,25

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

020 Токарная с ЧПУ	1,1	10,65	30,7	28,56	28,87
025 Вертикально- фрезерная с ЧПУ	0,13	5,2	25,67	9,39	9,65

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продолжение таблицы 6 – Нормы времени для операций механической обработки

Суммарное	119,51
-----------	--------

2.3.7 Расчет потребного количества оборудования

2.3.7.1 Определение состава и числа оборудования станочного комплекса гибкой производственной системы

Для расчета средней станкочемкости $T_{ср}$, определим оперативное время на каждую операцию, ориентируясь на данные проектного технологического процесса:

$$T_{оп} = T_o + T_b \quad 14)$$

Произведем расчет оперативного времени $T_{оп}$ на каждую операцию мех. обработки тех. процесса и внесем в таблицу 7.

Таблица 7 – Расчет оперативного времени на механические операции

Наименование и № операции	T_o , мин	T_b , мин	$T_{оп}$, мин
010 Ленточнопильная	25,5	7,85	33,35
015 Вертикально-фрезерная с ЧПУ	21,86	9,62	31,48
020 Токарная с ЧПУ	1,1	10,65	11,75
025 Вертикально-фрезерная с ЧПУ	0,13	5,2	5,33

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На основе разработанного технологического процесса на типовые детали, осуществляется выбор станков, их специализация по числу координат, определение их количества в составе гибкой производственной системе по выпуску деталей заданной номенклатуры по формуле 15:

$$K = \frac{C_{\text{ср}}}{T_{\text{ср}}} \quad 15)$$

где $C_{\text{ср}}$ – Показатель среднего времени каждого станка на затраты времени работы оборудования на производство определенного объема продукции, мин;

$T_{\text{ср}}$ – средний такт выпуска деталей, мин;

K – число станков по виду оборудования.

Показатель среднего времени каждого станка на затраты времени работы оборудования на производство определенного объема продукции $C_{\text{ср}}$ определяется по формуле 16:

$$C_{\text{ср}} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \quad 16)$$

где n – число типовых деталей;

C_i – станкоемкость, приходящаяся на каждый станок по обработке i -го представителя типовых деталей, мин.

Станкоемкость C_i , определяется по формуле 17:

$$C_i = \sum_{j=1}^p T_{\text{оп}} \quad 17)$$

fd. № подл.	Подпись и дата				Лист
	150305.2020.919.00 ПЗ				
Взам. инв. №	Инв. № дубл.				68
Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

где $T_{оп}$ – оперативное время по выполнению перехода на рассматриваемом станке, мин;

r – число всех переходов, выполняемых на рассматриваемом станке по обработке деталей..

Средний такт выпуска деталей определяется по формуле 18:

$$T_{ср} = \frac{60 \cdot \Phi_0 \cdot K_{исп}}{N_{год}} \quad 18)$$

где Φ_0 – годовой фонд времени оборудования, ч (при двухсменном режиме работы оборудования ($\Phi_0 = 4025$ ч);

$K_{исп}$ – коэффициент использования оборудования по машинному времени ($K_{исп} = 0,85$);

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

Определим средний такт выпуска деталей, подставив известные данные в формулу 18:

$$T_{ср} = \frac{60 \cdot 4025 \cdot 0,85}{1800} = 114 \text{ мин.}$$

Определим среднее значение станкоемкости для оборудования используя формулу 17.

Для ленточнопильного станка Way Train UE-330SA:

$$C_{ср} = \frac{33,35}{1} = 33,25 \text{ мин.}$$

Для вертикально-фрезерного станка с ЧПУ Ingro MCV-300:

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{ср}} = \frac{31,48+5,33}{1} = 36,81 \text{ мин.}$$

Для токарного станка с ЧПУ Goodway-GA2000:

$$C_{\text{ср}} = \frac{11,75}{1} = 11,75 \text{ мин.}$$

Определим необходимое число станков подставив полученные значения в формулу 15.

Для ленточнопильного станка Way Train UE-330SA:

$$K = \frac{33,25}{114} \approx 1 \text{ шт.}$$

Для вертикально – фрезерного станка с ЧПУ Ingro MCV-300:

$$K = \frac{36,81}{114} \approx 1 \text{ шт.}$$

Для токарного станка с ЧПУ Goodway-GA2000:

$$K = \frac{11,75}{114} \approx 1 \text{ шт.}$$

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Выбор операции по результатам анализа технологического процесса

Для проектирования станочного приспособления выберем операцию с технологического «процесса 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ № 9». Целью разработки приспособления является сокращение количества требуемого оборудования, времени переналадки и установки детали.

Операционный эскиз обработки показан на рисунке 26.

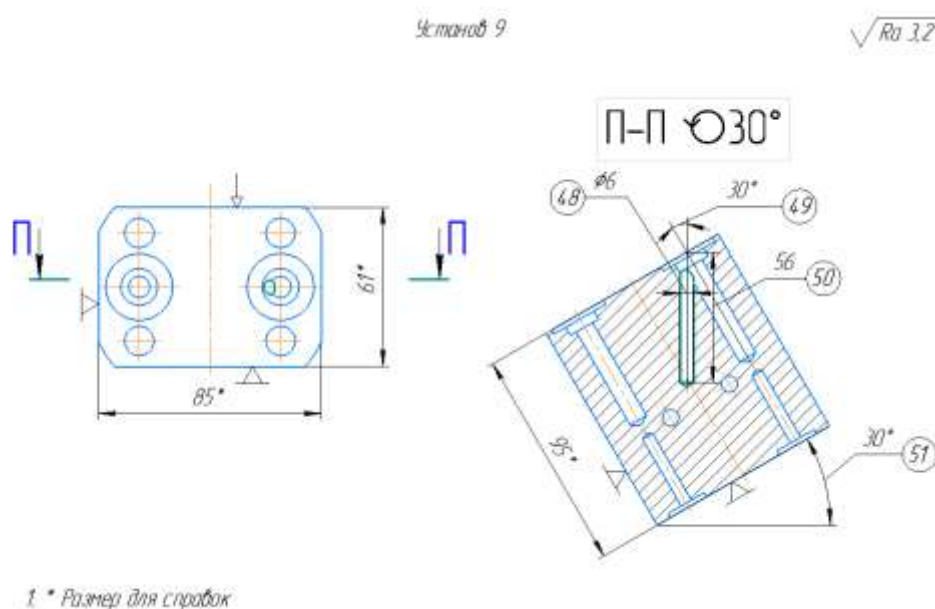


Рисунок 26 – Операционный эскиз технологического «процесса 015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ № 9»

3.1.2 Назначение установочных элементов приспособления

Станочные приспособления, используемые для установки и закрепления обрабатываемых заготовок соответственно условиям выполнения

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

технологического процесса. Они выполняют роль связующего звена между заготовкой и станком.

Установка заготовок в приспособление решает две основные задачи:

- придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат, т.е. «базирование»;
- правильность ориентировки относительно режущему инструменту и станка.

Чтобы заготовку лишить 6-ти степеней свободы, надо на нее наложить жесткие геометрические связи, соединяющие ее с координационными плоскостями выбранной системы. Эти связи накладываются путем контакта баз заготовки с установочными элементами приспособления.

Такие контакты происходят по локальным поверхностям. В пределах их можно считать точками.

В разрабатываемом приспособлении установочная плита А, находится в контакте с обрабатываемой заготовкой образуя три опорные точки, тем самым лишая ее 3 степени свободы: 2 вращения, 1 перемещения.

Роль направляющей базы в разрабатываемом приспособлении выполняют «Пальцы» Б и В, образуя две опорные точки с заготовкой, лишая ее 2-х степеней свободы: 1 вращения, 1 перемещения.

«Палец» Г при контакте с заготовкой образует 1 упорную точку, лишая ее 1 степени свободы: перемещения.

На рисунке 27 представлена схема теоритического базирования заготовки, с указанием установочных, направляющих и упорных баз в разрабатываемом приспособлении.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						72

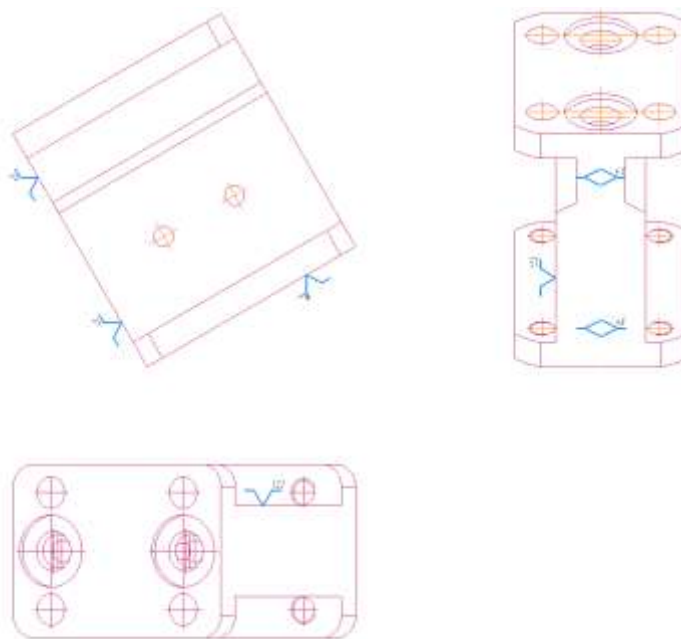
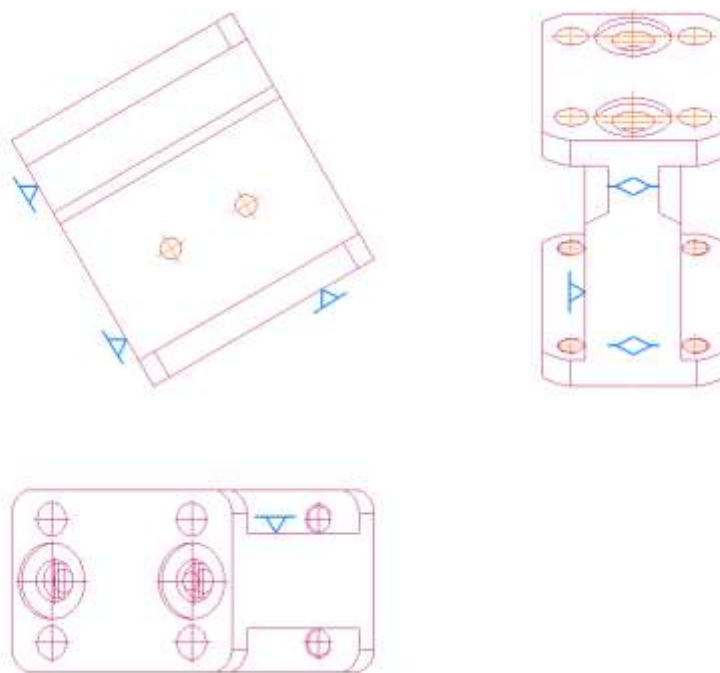


Рисунок 27 – Схема теоритического базирования заготовки в разрабаты-
ваемом приспособлении с указанием баз

Заменим на схеме базирования базы на установочные элементы рисунок
28.



fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Рисунок 28 – Схема установки заготовки

3.1.3 Расчет сил, моментов, мощности резания

Назначим необходимое оборудование, инструментальную оснастку, режущий инструмент для выбранной операции:

- фрезерный станок с ЧПУ Ingro (First) MCV-300;
- патрон цанговый WSW 31BT40R40L100B;
- цанги WSW ER40-4, WSW ER40-6;
- фреза ARNO AF50140-040 TiAlN;
- сверло ARNO SPC 0060600-XL VHM/TIALN.

Произведем расчет сил, моментов, мощность резания для фрезы ARNO AF50140-040 TiAlN используя каталог производителя инструмента ARNO (рис. 29)[3, с.442] .

По исходным данным режимы резания равны:

- скорость резания, $V = 78$ м/мин;
- подача, $S=0,05$ мм.

Выберем мощность резания с учетом поправочных коэффициентов в зависимости от [2,карта 84,лист 1,3, с.222,с 224, карта 87,лист 1, с.231]:

- группа обрабатываемого материала $K_{N_o} = 1,0$;
- твердости обрабатываемого материала $K_{N_m} = 1,60$;
- материала режущей части фрезы $K_{N_n} = 4,0$;
- периода стойкости режущей части фрезы $K_{N_T} = 1,25$;
- отношения фактической ширины фрезерования к нормативной $K_{N_B} = 2,0$;
- состояния поверхности заготовки $K_{N_n} = 1,0$;
- наличие охлаждения $K_{N_ж} = 1,0$;

Назначим табличные значения мощности резания [2,карта 84, лист 1, поз. № 3, инд. д,е, с.222]:

$$N_T = 0.26 \text{ кВт};$$

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

$$N = N_T \cdot K_N;$$

19)

Полученные значения подставим в формулу 19:

$$N = 0,26 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 4,0 \cdot 1,25 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 4.16 \text{ кВт}$$

При фрезеровании действие фрезы на заготовку принято оценивать тремя составляющими силы резания, одна из которых направлена вдоль направления подачи (P_n), другая направлена вдоль оси фрезы (P_o), а третья (P_v) перпендикулярна двум предыдущим и направлена либо в сторону приспособления. Все три составляющие принято оценивать в долях от окружной силы P_z .

Произведем расчет окружной силы P_z [1, с.120]:

$$P_z = \frac{C_p \cdot t^{xp} \cdot S_z^{yp} \cdot Z \cdot B^{up}}{D^{qp}}, \quad (20)$$

где C_p – коэффициент при фрезеровании, $C_p = 125$ [1, таблица п.6, с.282];

t^{xp} – глубина фрезерования, мм. $t^{xp} = 3^{0,85}$ мм [1, таблица п.6, с.282];

S_z^{yp} – подача на зуб фрезы, мм/зуб, $S_z^{yp} = 0,0012^{0,75}$ мм/зуб [1, таблица п.6, с.282];

Z – число зубьев фрезы, шт., $Z = 4$ шт;

B^{up} – ширина фрезерования, мм. $B^{up} = 6^1$ мм. [1, таблица п.6, с.282];

D^{qp} – диаметр фрезы, мм. $D^{qp} = 4^{0,73}$ мм. [1, таблица п.6, с.282];

Подставим полученные значения в формулу и произведем расчеты 20:

$$P_z = \frac{125 \cdot 3^{0,85} \cdot 0,0012^{0,75} \cdot 4 \cdot 6 \cdot 4^{0,73}}{4^{0,73}} = 2285.8 \text{ Н.}$$

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Назначаем рассчитанные значения режимов резания как актуальные и заносим их в таблицу 8.

Таблица 8 – Рассчитанные значения режимов резания для операции фрезерование.

Скорость резания, $V \frac{м}{мин}$	Кол-во проходов, шт.	Подача S, мм/об	Окружная сила P_z , Н.	Мощность резания, N_T кВт.
78	1	0,05	2285,8	0,26

Произведем расчет сил, моментов, мощность резания для ARNO SPC 0060600-XL VHM/TIALN используя каталог производителя инструмента ARNO (рис. 29)[3, с.442] .

Произведем назначение режимов резания используя техническую документацию:

- скорость резания $V_T = 23,5$ м/мин [2, карта 46, с.130];
- подача на оборот $S_{OT} = 0,20$ мм/об [2, карта 46, с.130];
- осевая сила резания $P_T = 3750$ Н [2, карта 46, с.130];
- мощность резания $N_T = 0.90$ кВт [2, карта 46, с.130].

Рассчитаем осевую силу P_o , которая действует на заготовку со стороны инструмента [1, с.121]:

$$P_o = C_p D^{q_p} t^{x_p} S^{y_p} K_p, \quad (21)$$

где коэффициент $C_p = 378$ [1, табл. п.5 с.281];

- диаметр сверла $D^{q_p} = 6^0$ мм [1, табл. п.5 с.281];
- глубина резания $t^{x_p} = 47^{1,3}$ мм [1, табл. п.5 с.281];
- подача $S^{y_p} = 0,2^{0,7}$ мм/об [1, табл. п.5 с.281];

Подпись и дата	Инд. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						76

- поправочный коэффициент $K_p = 0,3$ [1, табл. п.3 с.281].

Полученные значения подставим в формулу 21 и рассчитаем:

$$P_o = 378 \cdot 1 \cdot 149,2 \cdot 0,324 \cdot 0,3 = 5481,3 \text{ Н.}$$

Рассчитаем момент сил резания M , которая действуют на заготовку со стороны инструмента [1, с.121]:

$$M = C_M D^{q_m} t^{x_m} S^{y_m} K_p \quad (22)$$

,где коэффициент $C_M = 0.7$ [1, табл. п.5 с.281];

- диаметр сверла $D^{q_m} = 6^2 \text{ мм}$ [1, табл. п.5 с.281];

- глубина резания $t^{x_m} = 47^{0.9} \text{ мм}$ [1, табл. п.5 с.281];

- подача $S^{y_m} = 0,2^{0.7} \text{ мм/об}$ [1, табл. п.5 с.281];

- поправочный коэффициент $K_p = 0,3$ [1, табл. п.3 с.281].

Полученные значения подставим в формулу 22 и рассчитаем:

$$M = 0,7 \cdot 6^2 \cdot 47^{0.9} \cdot 0,2^{0.7} \cdot 0,3 = 78,4 \text{ Н.}$$

Назначим рассчитанные значения режимов резания как актуальные и заносим их в таблицу 9.

Таблица 9 – Рассчитанные значения режимов резания для операции сверление

Скорость резания, $V \frac{\text{м}}{\text{мин}}$	Подача на зуб S , мм/об	Осевая сила P_o , Н.	Момент сил резания, Н
23,5	0,2	5481,3	78,4

Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	fd. № подл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Наибольшая сила резания возникает при операции сверления, для дальнейших расчетов используем данные этой операции: $P_o = 5481 \text{ Н}$.

3.1.4 Расчет усилий зажима заготовки

В процессе обработки на заготовку со стороны режущего инструмента действуют силы резания, стремящиеся сдвинуть ее с установочных элементов.

Рассчитаем необходимую силу зажима детали в приспособлении, используемом на операции «015 – вертикально-фрезерная с ЧПУ, установ № 9».

Заготовка базируется на установочных элементах и прижимается к ним силой Q , а осевая сила резания P_o и момент сил резания M действуют перпендикулярно к ней, то есть стремятся сдвинуть заготовку с установочных элементов. Силу резания уравновешивает сила трения $F_{тр}$, создаваемая силой Q . По закону Амонтона-Кулона, сила трения прямо пропорциональна силе нормального давления [7]:

$$F_{тр} = f \cdot Q, \quad (23)$$

где f - коэффициенты трения между трущимися поверхностями.

На рисунке 29 указана схема сил, действующих на заготовку и приспособление при сверлении.

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

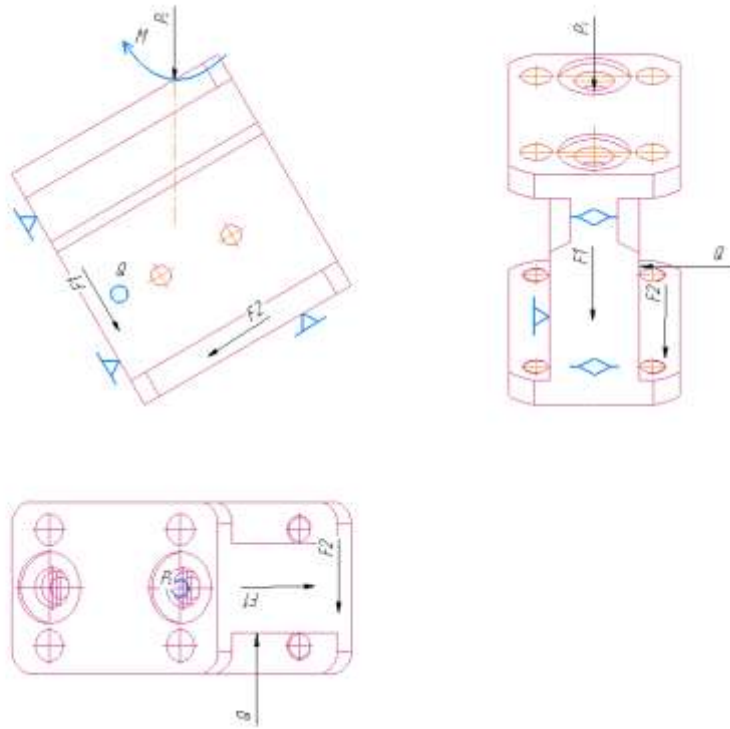


Рисунок 29 – схема сил, действующих на заготовку и приспособление при сверлении

Поскольку сила трения при закреплении в двух местах (между заготовкой и зажимом, и между заготовкой и установочными элементами) результирующая сила трения будет равна:

$$F_{\text{тр}} = Q \cdot f_1 + Q \cdot f_2 = Q \cdot (f_1 + f_2), \quad (24)$$

где f_1 – коэффициент трения между заготовкой и боковыми опорами;

f_2 - коэффициент трения между заготовкой и нижней опоры.

Учитывая коэффициент запаса k и условия равенства сил получим:

$$k \cdot P_0 + k \cdot M = Q \cdot (f_1 + f_2). \quad (25)$$

Отсюда следует:

Подпись и дата	Ивн. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	fd. № подл.

$$Q = \frac{k \cdot P_0 + k \cdot M}{(f_1 + f_2)} \quad (26)$$

Коэффициент k может быть представлен как произведение первичных коэффициентов [7]:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (27)$$

где k_0 – гарантированный коэффициент запаса, $k_0 = 1,5$;

k_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания, $k_1 = 1,2$;

k_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента $k_2 = 0,15$;

k_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании. $k_3 = 1$;

k_4 – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима. $k_4 = 1$;

k_5 – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. $k_5 = 1$;

k_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку $k_6 = 1,5$.

Полученные значения подставим в формулу 27 и рассчитаем:

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 0,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 0,405$$

При контакте обработанных поверхностей заготовок с установочными элементами приспособлений коэффициент статического трения f зависит от ше-

fd. № подл.	Подпись и дата				Лист 80
	Инв. № дубл.				
	Взам. инв. №				
Подпись и дата				150305.2020.919.00 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

роховатости поверхностей заготовок, их материала, давлений и наличия смазки и пр.

Примем значения коэффициентов трения [1, табл. 6,4 с.132]:

$$- f_1 = 0,15, f_2 = 0,10, f_3 = 0,15;$$

Подставим полученные данные в формулу 26 и произведем расчет:

$$Q = \frac{0,405 \cdot 5481,3 \text{ Н} + 78,4 \text{ Н}}{(0,15 + 0,10 + 0,15)} = 5629,2 \text{ Н.}$$

Зажимное устройство должно обеспечивать силу прихвата более 5629,2 Н.

3.1.5 Выбор привода зажимных элементов, расчет привода

В условиях серийного производства, из-за больших затрат вспомогательного времени, которое требуется на закрепление и открепление заготовки с помощью этих устройств экономически целесообразно применять зажимное устройство первой группы.

Исходя из необходимого усилия Q и условий выполнения операции, выбирается тип силового механизма и тип привода.

Для зажима детали выбираем пневматический одинарный привод двухстороннего действия так как по скорости действия пневмоприводы значительно превосходят гидравлического устройства. Скорость течения масла, находящегося под давлением в трубопроводе гидравлического устройства, составляет от 2 до 9 м/с, в пневмоприводе воздух, находясь под давлением 4–5 атм, распространяется по трубопроводам со скоростью до 180 м/с. Поэтому в течение 1 ч возможно осуществить до 2500 срабатываний пневмопривода.

Пневмопривод включает в себя следующие части: источник сжатого воздуха – обычно цеховая или заводская компрессорная установка; силовой агрегат – пневмодвигатель, преобразующий энергию сжатого воздуха в силу на што-

fd. № подл.	Подпись и дата
	Инв. № дубл.
	Взам. инв. №
	Подпись и дата

					150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

ке; пневмоаппаратура – контролирующие приборы, распределительные устройства, воздухопроводы и т. д.

Рассчитаем усилие, развиваемое приводом при поступлении сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра [1, с.71]:

$$W = 0.785 \cdot p \cdot (D^2 - d^2) \cdot \eta, \quad (28)$$

где $p = 0.390$ МПа – давление воздуха в сети (давление воздуха);

d – диаметр штока, м;

D – диаметр поршня, м;

$\eta = 0,98$ – КПД цилиндра;

W – толкающее усилие на штоке пневмоцилиндра (принимаем $W=Q$).

Рассчитаем приближенный диаметр поршня D , изменив формулу 29:

$$D = \sqrt{\frac{W}{0,785 \cdot \eta \cdot p} + d^2}. \quad (29)$$

Подставим в формулу 29 значение диаметра штока $d = 0$ м и произведем расчет:

$$D = \sqrt{\frac{5629,2 \text{ Н}}{0,785 \cdot 0,98 \cdot 0,390 \text{ МПа}} + 0^2} = 136,98 \text{ мм.}$$

В результате расчета выберем по ГОСТ 16683-81 ближайшие наибольшие значение диаметра поршня $D = 160$ мм и соответствующий к нему диаметр штока $d = 40$ мм.

Проведем проверочный расчет подставив все значения в формулу 28

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$W = 0.785 * 0,390 \text{ МПа} * (160 \text{ мм}^2 - 40 \text{ мм}^2) * 0,98 = 7200 \text{ Н}$$

$$W > Q;$$

$$7200 \text{ Н} > 5629,2 \text{ Н}$$

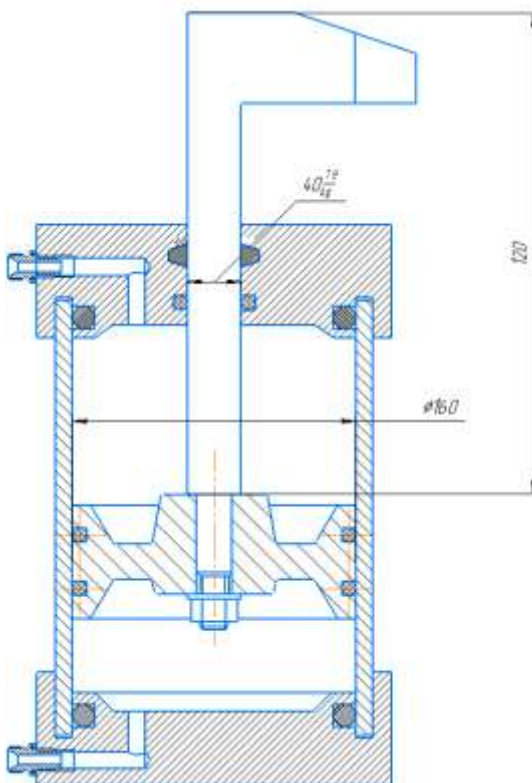
Рассчитанное значение толкающего усилия на штоке больше необходимого сила прихвата детали, отсюда следует что расчеты верны.

3.1.5 Расчет слабого звена в приспособлении

При проектировочном расчете определяется величина и характер действия нагрузки, рассчитывается допустимое напряжение, а затем рассматривается уравнение прочности.

Слабым звеном в конструкции пневмоцилиндра является шток-прихват при работе на растяжение.

На рисунке 30 изображен эскиз применяемого пневмоцилиндра.



fd. № подл.	Подпись и дата				Лист
	Изм. Лист № докум. Подпись Дата				
Взам. инв. №	Инд. № дубл.				150305.2020.919.00 ПЗ
	Подпись и дата				
150305.2020.919.00 ПЗ					83

Рисунок 30 – Эскиз применяемого пневмоцилиндра

Прочность детали обеспечена при условии $\sigma_p \leq [\sigma_d]$, где σ_p - расчетное (или фактическое) напряжение рассматриваемого опасного сечения детали; σ_d - допускаемое напряжение.

Напряжение растяжения штока прихвата определяется уравнением прочности при растяжении [1, с.193]:

$$\sigma_p = \frac{4P}{\pi d^2} \leq [\sigma_d], \quad (30)$$

где P – сила, действующая на деталь (зажима), Н;

F – площадь рассчитываемого поперечного сечения детали мм²,

d – диаметр опасного сечения.

Назначим допускаемое напряжение на растяжение стали 50Х [8]:

$$[\sigma_d] = 65 \text{ кгс/см}^2.$$

Подставим полученные значения в уравнение 2.5 и произведем расчет:

$$4.4 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \leq 65 \text{ кгс/см}^2.$$

Рассчитанное значение напряжения рассматриваемого сечения меньше, чем допускаемое напряжение на растяжение, отсюда следует что диаметр штока прихвата удовлетворяет требованиям по нагрузке.

3.1.6 Расчет приспособления на точность

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Проектируемое приспособление должно обеспечить необходимый угол наклона оси отверстия Ø6 мм в $\angle 30^\circ$ относительно верхней плиты, а так же размер $69.5_{-0,35}$ между направляющей базой и осью отверстия Ø6 мм.

Заданная точность параметра заготовки, регламентируемая допуском T_n , будет обеспечена, если сумма всех погрешностей $\Delta_{обр.}$, имеющих место при обработке, будет меньше или равна этому допуску:

$$\Delta_{обр.} < T_n, \quad (31)$$

где T_n - допуск на расстояние между направляющей базой и осью отверстия Ø6 мм наклона оси отверстия Ø6 мм. $T_n = 0,35$ мм.

Для определения суммарной величины всех погрешностей обработки воспользуемся зависимостью [1, с.163]:

$$\Delta_{обр.} = 1.2 \sqrt{\omega_M^2 + \omega_{ун}^2 + \omega_{уст.}^2 + \omega_H^2 + \Delta_{сист.}}, \quad (32)$$

где ω_M^2 – мгновенное рассеяние;

$\omega_{ун}^2$ – погрешность, связанная с уводом инструмента;

$\omega_{уст.}^2$ – погрешность установки заготовки;

ω_H^2 – погрешность настройки станка;

$\Delta_{сист.}$ – алгебраическая сумма всех систематических погрешностей.

Для определения алгебраической суммы всех систематических погрешностей воспользуемся зависимостью [1, с.163]:

$$\Delta_{сист.} = \Delta_{с.} + \Delta_{инс.} - \Delta_T + \Delta_D, \quad (33)$$

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						85

где Δ_c – погрешности станка, возникающие при изготовлении, сборке, монтаже и эксплуатации;

$\Delta_{инс}$ – погрешности, связанные с неточностью и износом режущего инструмента;

Δ_T – погрешности, вызываемые тепловыми деформациями технологической системы при нагреве;

Δ_D – погрешности, обусловленные деформациями технологической системы под действием сил резания при обработке.

Погрешности оборудования в большинстве случаев оказывают влияние на точность формы и расположения обрабатываемых поверхностей, в меньшей мере – на точность размеров.

Обработка выполняется на оборудовании Фрезерный станок с ЧПУ Ingro (First) MCV-300, согласно паспортной документации погрешность станка $\Delta_c = 0,003$ мкм.

Погрешности вызываемые тепловыми деформациями технологической системы при нагреве сверла ARNO SPC 0060600-XL VHM/TIALN можно принять

$$\Delta_T = 0,0215 \text{ мкм [1, с.166].}$$

При обработке режущие кромки инструмента изнашиваются и меняют свое положение относительно заготовки, что приводит к образованию погрешностей обработки [9]:

$$\Delta_{инс} = u_0 L, \quad (34)$$

где u_0 – относительный размерный износ инструмента $u_0 = 4$ мкм/км [6];

L – путь резания.

Рассчитаем путь резания при данной операции [9]:

Подпись и дата	Инд. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						86

$$L = \frac{\pi D L_{\Pi}}{1000 \cdot S}, \quad (35)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, $D = 6$ мм;

L_{Π} – длина обрабатываемой поверхности, $L_{\Pi} = 47$ мм;

S – подача, $S = 0,2$ мм/об.

Подставим полученные значения в формулу 35:

$$L = \frac{3,14 \cdot 6 \text{ мм} \cdot 47 \text{ мм}}{1000 \cdot 0,2 \text{ мм/об}} = 4,42 \text{ мм.}$$

Произведем расчет погрешности инструмента, подставив полученные значения в формулу 34:

$$\Delta_{\text{инс}} = 4,42 \text{ мм} \cdot 6 \text{ мкм/мм} = 0,027 \text{ мм.}$$

При неизменных жесткости и нормальной составляющей P_0 силы резания возникают постоянные деформации технологической системы, которые легко учитываются при наладках. Расчеты показали, что сила закрепления заготовки в приспособлении удовлетворяет требованиям. На основании этого будем считать, что изменение жесткости технологической системы незначительно. Принимаем $\Delta_D = 0$ мм.

Подставим полученные значения в формулу алгебраической суммы всех систематических погрешностей 33 и произведем расчет:

$$\Delta_{\text{сист.}} = 0,003 \text{ мкм} + 0,027 \text{ мкм} - 0,0215 \text{ мкм} + 0 = 0,0085 \text{ мм.}$$

fd. № подл.	Подпись и дата				Лист
	150305.2020.919.00 ПЗ				
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата			87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

$$\Delta_{обр} = 1.2 \sqrt{\omega_M^2 + \omega_{уН}^2 + \omega_{уст.}^2 + \omega_H^2 + \Delta_{сист.}}$$

Величину мгновенное рассеяние принимаем используя зависимости

$$\omega_M = 0,010 \text{ мм [1, табл. 7.3 с.169].}$$

Что бы рассчитать погрешности, связанные с уводом инструмента $\omega_{уН}$ воспользуемся формулой [1,с.169]:

$$\omega_{уН} = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_y \cdot l)^2}, \quad (36)$$

где C_0 – смещение оси отверстия, $C_0 = 10 \text{ мкм [1, табл. 7.4 с.169];}$

Δ_y – удельный увод, $\Delta_y = 1,6 \text{ мкм [1, табл. 7.4 с.169];}$

l – длина обрабатываемого отверстия, $l = 47 \text{ мм.}$

Подставим полученные значения в формулу 36 и произведём расчёты:

$$\omega_{уН} = \sqrt{10^2 \text{ мкм} + (1,6 \text{ мкм} * 47 \text{ мм})^2} = 0,082 \text{ мм.}$$

Погрешность установки заготовки $\omega_{уст}$ определим по формуле [1, с.163]:

$$\omega_{уст} = \sqrt{\omega_б^2 + \omega_{зак.}^2 + \omega_{пр.}^2}, \quad (37)$$

где $\omega_б$ – погрешность базирования, мм;

$\omega_{зак}$ – погрешность закрепления, мм;

$\omega_{пр}$ – погрешность приспособления, мм.

Погрешность базирования. Измерительная и технологическая база совпадают, поэтому $\omega_б = 0$.

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Погрешность закрепления. Погрешность закрепления при базировании на предварительно обработанную поверхность при использовании приспособления с пневмозажимом составляет $\omega_{\text{зак}} = 0,05$ мм.

Погрешность вызванную износом установочных элементов приспособления определим по формуле [1, с.173].

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Исходные данные

Требуется разработать режущий инструмент для обработки торцевой канавки (рисунок 31).

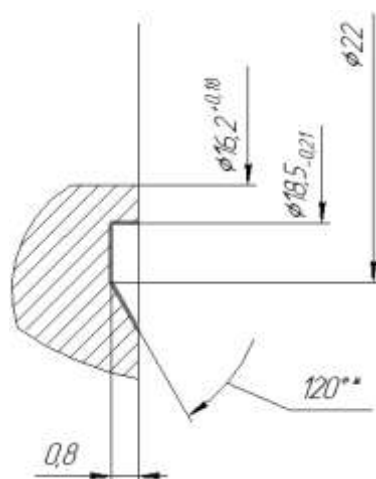


Рисунок 31 – Эскиз торцевой канавки

Для проектирования специального режущего инструмента внесем исходные данные в таблицу 10:

Таблица 10 – Исходные данные

Наименование	Характеристика
--------------	----------------

Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	fd. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						89

Обрабатываемый материал	12X18H10T ГОСТ 2590-2006
Диаметр обработки, мм	Ø18,5 _{-0,21}
Глубина обработки, мм	0,8±0,1
Шероховатость поверхности, мкм	Ra 3,2

Данную канавку можно выполнить специальным канавочным резцом. При этом изготовление канавочного резца из быстрорежущей стали, так как это обеспечивает простоту изготовления и дешевизну по сравнению с резцами из твердых сплавов.

Так как обрабатываемый материал сталь 12X18H10T ГОСТ 5632-72 выбираем быстрорежущую сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73. В ее состав входят:

- углерод, кремний, магний, никель, сера, фосфор, а также кобальт менее 1%;
- стронций 3.8 – 4.4%;
- молибден 8 – 5.3%;
- вольфрам 5 – 6.5%;
- ванадий 7 – 2.1%.

Для обработки рассматриваемой канавки подобрать стандартный резец по ГОСТу не представляется возможным, потому необходимо спроектировать специальный резец с необходимым профилем для обработки канавки на детали.

Резцы из данной быстрорежущей стали применяются для обработки углеродистых легированных конструкционных сталей. Основные свойства данной быстрорежущей стали повышенная вязкость, хороший уровень сопротивления износу, хорошо выдерживает высокие температуры в процессе резания, прекрасно держит заточку.

3.2.2 Расчет размеров и формы присоединительных частей резца

fd. № подл.	Подпись и дата
	Инв. № дубл.
	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						90

При проектировании специального режущего инструмента необходимо учитывать форму и размеры соединительной части резца с резцедержателем.

Для экономии быстрорежущего сплава выбираем минимально удобное сечение державки и принимаем его 12 x 12 мм.

Установка резца будет осуществляться в резцедержатель EWS 4.4012/20 (рис. 32).

Длину канавочного резца выбираем относительно размеров соединительной части выбранного резцедержателя (табл. 11).

Таблица 11 – Геометрические данные резцедержателя EWS 4.4012/20

Наименование	Тип крепления	$h_1, h_{1гмм}$	$d_1, мм$	$l_1, мм$	$h_5, мм$	$h_6, мм$
EWS 4.4012/20	VDI 40	12	40	85	32.5	48

Длину канавочного резца принимаем:

$$85 \text{ мм} + 25 \text{ мм} = 110 \text{ мм},$$

где 85 мм – длина для закрепления резца в резцедержке;

25 мм – длина головки резца с режущей частью.

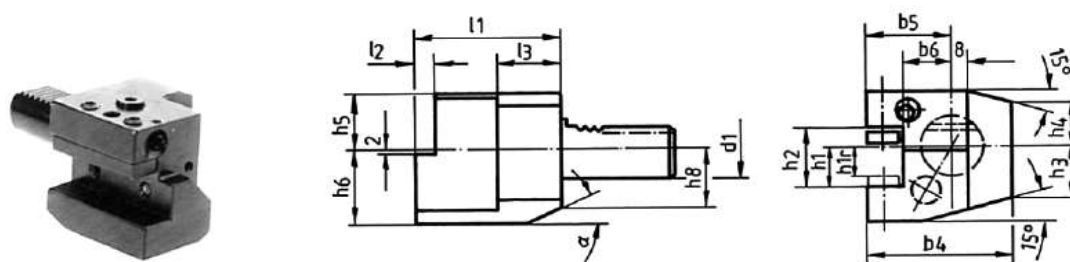


Рисунок 32 – Резцедержатель EWS 4.4012/20

Подпись и дата	Изм. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	Изм. № подл.

Значение переднего угла выбираем равное $\gamma = 0^\circ$ при торцевой обработке канавки зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала и материала рабочей части.

Главный задний угол α служит для уменьшения трения между задней поверхностью резца и деталью для легированной стали с пределом прочности $\sigma_b = 650$ МПа принимаем значение $\alpha = 10^\circ$, а задний вспомогательный угол принимаем значение $\alpha = 12^\circ$.

Угол наклона режущей кромки, принимаем равное $\lambda = 0^\circ$ для сохранения необходимого профиля при резании специальной канавки.

Для гарантированного отсутствия затирания при обработке при проектировании учитываем диаметры профиля торцевой канавки.

3.2.1 Расчет режимов резания

Определим подачу S_o мм/об и поправочный коэффициент K_{S_n} [1, с.42, карта 4, лист 2], $S_o = 0,13$ мм/об, $K_{S_n} = 1.1$.

Выбранное значение подачи скорректируем поправочными коэффициентами [1, карта 8, с.50]:

$$S_{o_T} = S_o \cdot K_{S_m} \cdot K_{S_y} \cdot K_{S_r} \cdot K_{S_x} \cdot K_{S_n}, \quad (38)$$

где $K_{S_m} = 1,2$ – коэффициент механических свойств обрабатываемого материала ;

$K_{S_y} = 0,8$ – коэффициент схемы установки заготовки;

$K_{S_r} = 0,52$ – коэффициент радиуса вершины резца;

$K_{S_x} = 0,8$ – коэффициент качества размера обрабатываемой детали.

Подставим полученные значения в формулу 38 и произведем расчеты:

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						92

$$S_{o_T} = 0,13 \frac{\text{мм}}{\text{об}} \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,52 \cdot 0,8 \cdot 1,1 = 0,07 \text{ мм/об}$$

Определим скорость резания V_T м/мин [1, с.42, карта 4, лист 2], $V_T = 370$ м/мин, $K_{v_{и}} = 0.2$.

Выбранное значение скорости резания скорректируем поправочными коэффициентами [1, карта 23, с.84]:

$$V = V_T \cdot K_{v_{и}} \cdot K_{VM} \cdot K_{V_{ж}} \cdot K_{V_{\varphi}} \cdot K_{V_T} \cdot K_{V_j} \cdot K_{V_c} \cdot K_{V_0} , \quad (39)$$

где V_T – выборочная скорость резания;

$K_{VM} = 1,7$ – коэффициент зависимости от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{V_{ж}} = 1,0$ – коэффициент зависимости от наличия охлаждения;

$K_{V_{\varphi}} = 1,15$ – коэффициент зависимости от главного угла в плане;

$K_{V_T} = 0,80$ – коэффициент зависимости от периода стойкости режущей части резца;

$K_{V_j} = 1,0$ – коэффициент зависимости от жесткости станка;

$K_{V_c} = 0,90$ – коэффициент зависимости от группы обрабатываемости материала;

$K_{V_0} = 0,90$ – коэффициент зависимости от вида обработки.

Подставим полученные значения в формулу 39 и произведем расчеты:

$$V = 370 \text{ м/мин} \cdot 1,7 \cdot 0,20 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,80 \cdot 1,0 \cdot 0,90 \cdot 0,90 = 55 \text{ м/мин}$$

При обработке резанием на инструмент действует сила резания R , ее принято раскладывать на составляющие силы - тангенциальную R_z , радиальную R_y и осевую R_x .

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						Лист	
										150305.2020.919.00 ПЗ	93
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При нарезании и точении канавки на инструмент действует тангенциальная P_z составляющая.

Тангенциальную составляющую P_z силы рассчитывают по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (40)$$

где $C_p=300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$ – эмпирические коэффициент и показатели степени для конструкционных сталей [7];

$t=0,8$ мм – глубина резания;

K_p – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

$K_{Mp}=0,8$; $K_{\varphi p}=1,08$; $K_{gp}=1,0$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp}=0,87$ [7];

Поправочный коэффициент фактического условия резания определяется по формуле 41:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{gp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (41)$$

$K_{Mp}=0,8$; $K_{\varphi p}=1,08$; $K_{gp}=1,0$; $K_{\lambda p}=1,0$; $K_{rp}=0,87$ [7];

Произведем расчет поправочного коэффициента условия резания подставив значения в формулу 41:

$$K_p = 0,8 \cdot 1,08 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,75$$

Произведем расчет тангенциальной составляющей силы P_z по формуле 40 :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,8^1 \cdot 0,07^{0,75} \cdot 55^{-0,15} \cdot 0,75 = 134,3 \text{ Н}$$

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						94

Для определения сил P_y и P_x существуют аналогичные эмпирические формулы. Для упрощения и ускорения расчётов величины радиальной P_y и тангенциальной P_x сил резания рекомендуется рассчитывать по соотношениям [7];

Определим величину радиальной силы P_y :

$$P_y = (0,25 \dots 0,5) \cdot P_z \quad (42)$$

Подставим известные данные в формулу 42 и произведем расчет:

$$P_y = 0,5 \cdot 134,3 \text{ Н} = 67,15 \text{ Н}$$

Определим величину радиальной силы P_x :

$$P_x(0,1 \dots 0,25) \cdot P_z \quad (43)$$

Подставим известные данные в формулу 43 и произведем расчет

$$P_x = 0,25 \cdot 134,3 \text{ Н} = 33,6$$

Рассчитаем мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (44)$$

Подставим полученные данные в формулу 44 и произведём расчеты:

$$N = \frac{134,3 \text{ Н} \cdot 55 \text{ м/мин}}{1020 \cdot 60} = 0,12 \text{ кВт}$$

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

										150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							95

Мощность привода гораздо выше полученного значения.

Произведем расчет резца на изгиб воспользовавшись формулой:

$$\sigma = \frac{P_z \cdot 6L}{B \cdot H^2} \leq [\sigma], \quad (45)$$

где L – вылет державки, L = 25 мм;

B – ширина в сечении державки, B = 12 мм;

H – высота в сечении державки, H = 12 мм;

[σ] – допустимое напряжение на изгиб, [σ] = 3300 МПа, для Р6М5.

Подставим полученные значения в формулу 45 и произведем расчеты:

$$\sigma = \frac{134,3 \text{ Н} \cdot 6 \cdot 25 \text{ мм}}{12 \text{ мм} \cdot 12 \text{ мм}} = 140 \text{ МПа.}$$

Сравним полученное значение на изгиб с допустимым:

$$140 \text{ МПа} < 3300 \text{ МПа.}$$

Рассчитанное напряжение на изгиб меньше, чем допустимое.

3.3 Описание работы контрольного приспособления

Необходимо разработать контрольное приспособление для измерения отклонения от параллельности двух плоскостей. Расстояние между измеряемых плоскостей 85_{-0,54}, допуск параллельности равен 0,1 мм.

Контроль отклонения параллельности обеспечивает точную сборку кронштейна с корпусом датчика давления посредством резьбового соединения болт-гайка М6 6Н/6g, а так же точное отсечных клапанов с корпусом датчика резьбовыми соединениями М16х1.5 7Р/6g.

Измерение отклонения от параллельности плоскостей на практике осуществляют следующим образом: Деталь одной поверхностью (базовой) устанавли-

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ					Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	96

вают на поворачную плиту. С помощью измерительной головки, закрепленной на стойке, определяют отклонение

На рисунке 33 предоставлен чертеж разработанного приспособления для измерения отклонения параллельности.

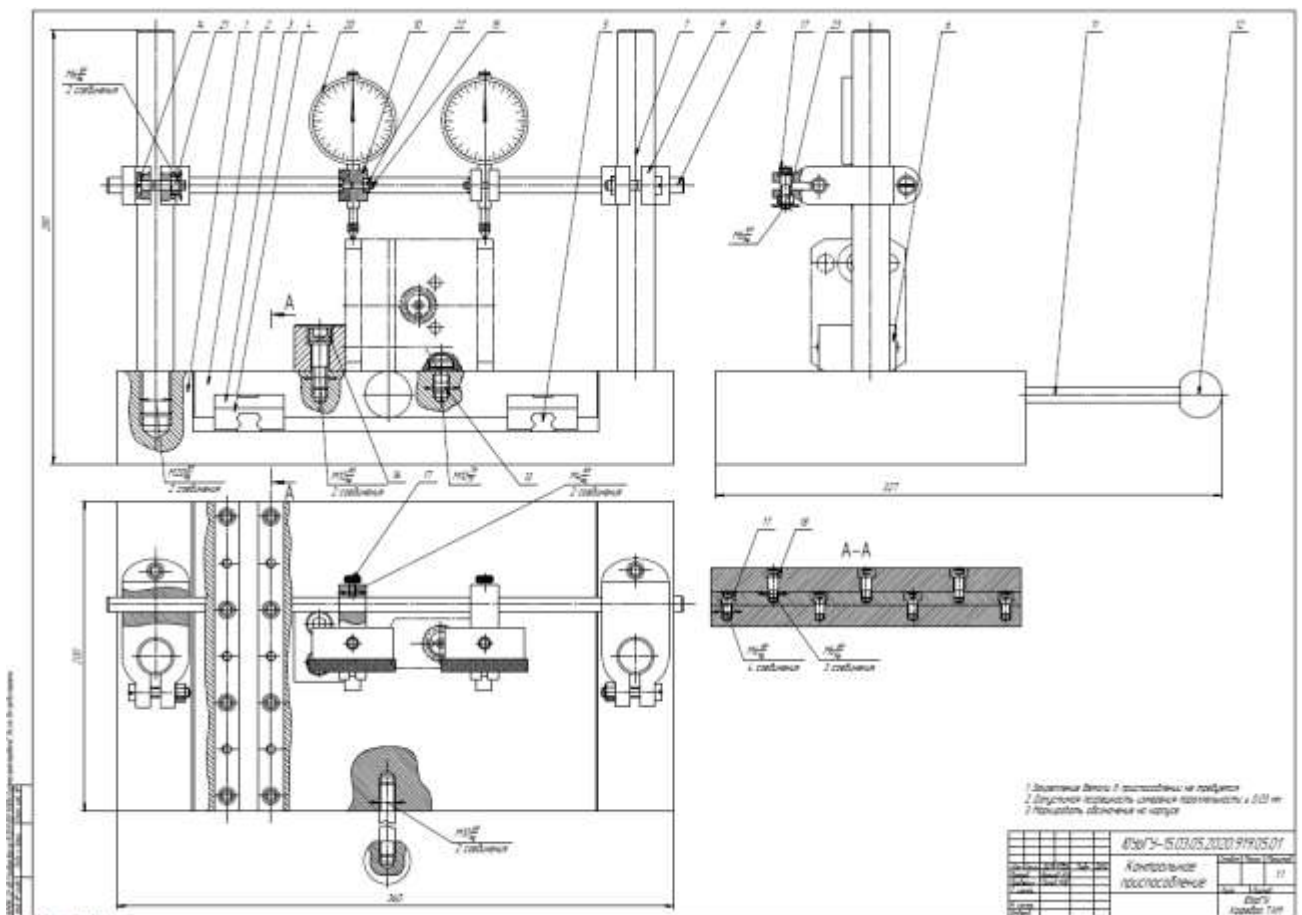


Рисунок 33 - Чертеж разработанного приспособления для измерения отклонения параллельности

Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	fd. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						97

Деталь одной базовой поверхностью устанавливается на проверочную плиту 2. Два штатива 7 через резьбовое соединение, устанавливаются на основание 1. Два индикатора 20 жестко фиксируются в кронштейнах 10 резьбовым соединением типа винт 15 – гайка 22, кронштейны 10 фиксируются на штоке 8 через резьбовое соединение винт 17 – гайка 23. Верхняя плита 2 устанавливается на направляющие 4 и фиксируется винтами 18. Направляющие 4 устанавливаются на основание 1 и фиксируются винтами 17.

Измерение отклонения от параллельности в разработанном приспособлении осуществляется следующим образом: деталь корпус датчика давления, устанавливается на проверочную плиту 2 базовой поверхностью, упирается к упору 5 упорной базой, так же базируется за счет плотного прилегания отверстия $\varnothing 16,2^{+0,18}$ мм к поверхности пальца 13. Индикаторы часового типа 20 выставляются в нулевое положение и жестко фиксируются в кронштейнах 10.

Движение рукоятки 12, закрепленная на винте 11, перемещает верхнюю плиту направляющей в противоположное направление, в этот считываются показания с индикаторов, производится расчет отклонения от параллельности двух плоскостей.

На рисунке 34 представлен индикатор часового типа ИЧ 10Р кл.1.

fd. № подл.	Подпись и дата	Инд. № дубл.	Подпись и дата
	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Инд. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						98



Рисунок 34 – Индикатор часового типа ИЧ 10Р кл.1

fd. № подл.	Подпись и дата		Инв. № дубл.		Подпись и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	
					Лист	
						99

4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

4.1 Описание работы участка механической обработки

4.1.1 Анализ возможности полной или частичной автоматизации технологического процесса обработки детали

Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций.

Деталь «Корпус датчика давления» имеет отверстие малого диаметра под углом в 30 °. Наличие такого отверстия требует использования определенного способа базирования и определенного способа его позиционирования. Под эту специальную операцию было спроектировано станочное приспособление, которое устанавливается на столе вертикально-фрезерного станка с ЧПУ Ingro (First) MCV-300.

После механической обработки деталь необходимо прочистить, поэтому в проектном варианте технологического процесса имеется моечная операция. Это следует учитывать при проектировании структурной схемы ГПС.

При анализе проектного технологического процесса, были выявлены такие особенности станочного оборудования с ЧПУ как: наличие у станка приспособлений для автоматического базирования и установки деталь в станок, наличие специальных датчиков для наладки оборудования и привязки режущего инструмента, наличие систем автоматизированного открывания-закрывания дверей станка.

Данные особенности позволят установить используемое оборудование в ГПС.

Целью разработки проектного технологического процесса было значительное сокращение универсальных токарных и фрезерных станков и замене их на станки с ЧПУ. Удалось добиться увеличению производительности за счет сокращения номенклатуры и использования более современного режущего инструмента.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

										150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							100

Деталь «Корпус датчика давления» имеет небольшие габариты и вес, это позволяет устанавливать ее в станок ручном режиме. Кроме того деталь не технологична, из за сложной формы и имеет наибольшее значение параметра шероховатости равное $Ra = 3,2$ мкм, что усложняет хранение на различных операциях.

4.1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на гибком производственном участке

Типовые технологические процессы разрабатываются для группы деталей с общими конструктивными и технологическим признаками. Принципом использования типового технологического процесса является строгое определение способа и последовательности обработки каждой поверхности детали. Типовые технологические процессы применяются, в основном, в крупносерийном и массовом производствах.

Для группы деталей с различными конструктивными признаками, но с общими технологическими, разрабатываются групповые технологические процессы.

Одинаковая номенклатура оборудования считается принципом использования группового тех. процесса для обработки каждой детали группы.

В мелкосерийном и среднесерийном производствах применяются групповые технологические процессы.

Для создания типового или группового технологического процесса необходимо классифицировать детали, подлежащие обработке.

Для классификации деталей по конструктивным признаком используется Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения ОК 021-95, который является логическим продолжением и дополнением классов деталей Классификатора ЕСКД (классы 71, 72, 73, 74, 75, 76).

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						101

Деталь «Корпус датчика давления» относится к 73 классу, так как не является телом вращения и классифицируется как корпусная деталь.

Воспользуемся принципом взаимозаменяемости станков для выбора основного оборудования.

Спроектируем предварительную компоновку ГПС для последующего анализа

(рисунок 35).

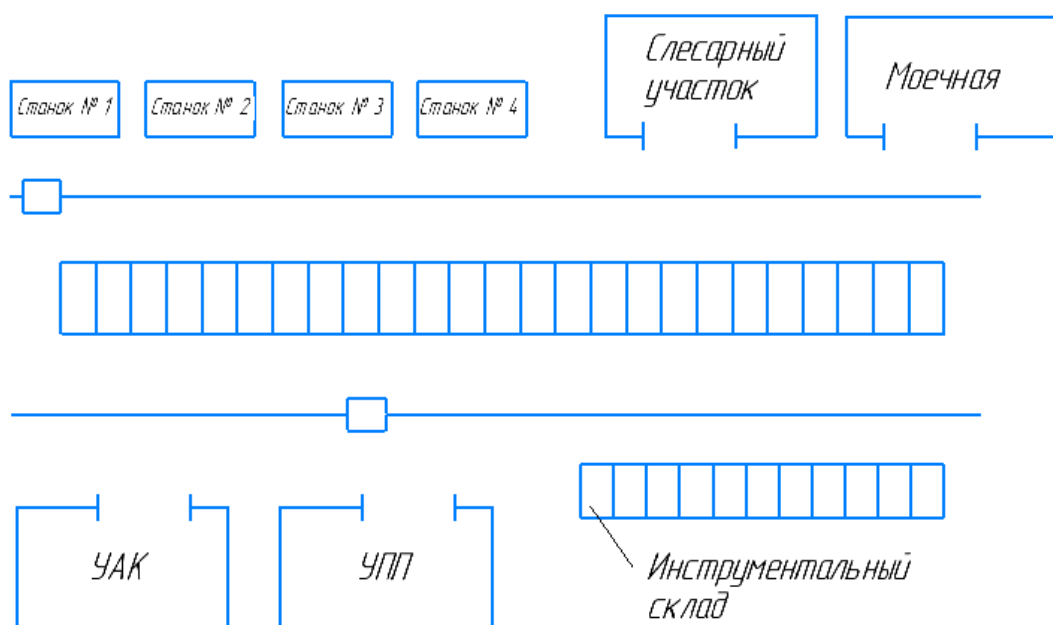


Рисунок 35 – Предварительная компоновка ГПС

В данной компоновке оборудование расположено по ходу выполнения технологического процесса. Циклограмма представлена на рисунке 36.

Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	№ подл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

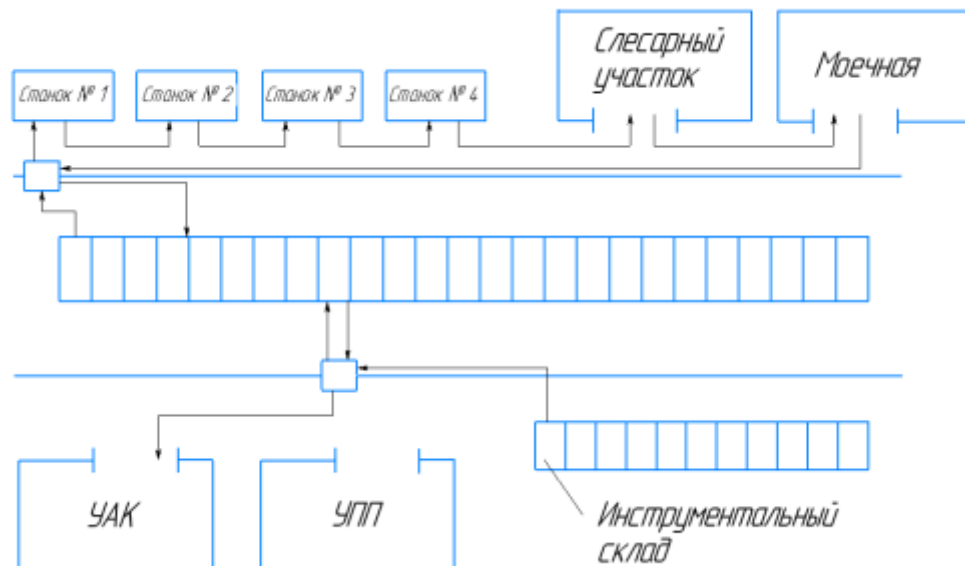


Рисунок 36 – Циклограмма ГПС

Построим матрицы перемещений деталиустановок, с учетом норм технологического проектирования предприятий машиностроения и в соответствии с разработанными ранее циклограммами станочной системы ГПС (таблица 12).

Таблица 12 – Матрица перемещений деталиустановок

Оборудование, к которому движется транспортное средство	Оборудование, от которого движется транспортное средство								
	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Слес.учас.	Моеч.маш.	УАК	Стеллаж	Инструментальный склад
Расстояние, пройденное транспортным средством, м									

Подпись и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата	№ подл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 12 – Матрица перемещений деталиустановок

Станок 1	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Станок 2	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Станок 3	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-
Станок 4	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-
Слес. учас.	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Моечная машина	-	-	-	-	5	-	-	-	-
УАК	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Стеллаж	-	-	-	-	-	3	-	-	3

Представим графу перемещений транспортного механизма, в ходе выполнения технологического процесса на рис. 37.

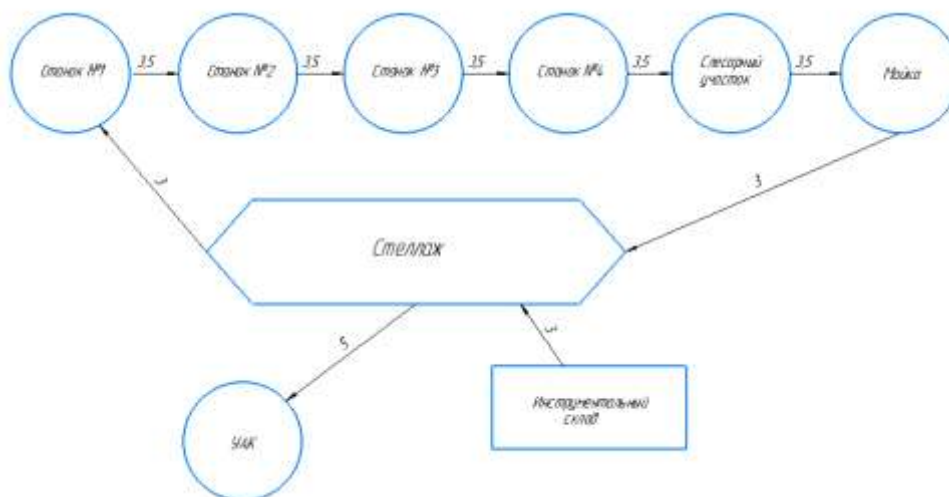


Рисунок 37 – Граф перемещений транспортного механизма в ГПС с расположением основного оборудования по ходу выполнения технологического процесса

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
fd. № подл.

Что бы рассчитать суммарное расстояние перемещений в данной компоновке ГПС сложим весь путь.

Суммарное расстояние равно 31,5 м.

д) Определение числа подвижных транспортных механизмов АТСС;

Расчет количества транспортных механизмов, расположенных со стороны станков.

Определим суммарное время работы штабелера со стороны станков по формуле:

$$T_{\text{обсл.}} = \frac{K_{\text{стел-ст}} \cdot t_{\text{стел-ст}} + K_{\text{ст-ст}} \cdot t_{\text{ст-ст}}}{60}, \quad (46)$$

где $K_{\text{стел-ст}}$ – число перемещений между стеллажом и станками;

$K_{\text{ст-ст}}$ – число перемещений между станками;

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

$t_{\text{ст-ст}}$ – среднее время, затрачиваемое на передачу спутника со станка на станок, мин.

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

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = t_1 + t_2, \quad (47)$$

где t_1 – время подход и взятие спутника, мин;

t_2 – время затрачиваемое на подход и установку спутника, мин.

$$t_1 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{в.с.}} \quad (48)$$

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

$$t_2 = t_k + t_{\text{под}} + t_{\text{п.с.}}, \quad (49)$$

где t_k – время расчета и передачи команды от системы управления устройству ЧПУ транспортного механизма, мин;

$t_{\text{под}}$ – время подхода транспортного механизма к заданной точке, мин;

$t_{\text{в.с.}}$ – время работы цикловой автоматики по выполнению команды о взятии спутника, мин;

$t_{\text{п.с.}}$ – время работы цикловой автоматики по выполнению команды о установке спутника, мин.

Время подхода транспортного механизма к заданной точке:

$$t_{\text{под}} = \frac{L_x}{V_x} + \frac{L_y}{V_y}, \quad (50)$$

где L_x и L_y – соответственно длина перемещения транспортного механизма по осям X и Y, м;

V_x и V_y – соответственно скорость перемещения транспортного механизма по осям X и Y, м/мин.

Подставим полученные значения в формулу 50 и произведем расчет:

$$t_{\text{под}} = \frac{3,5}{50} + \frac{3}{7} = 0,50 \text{ мин.}$$

Подставим полученные значения в формулу 48 и произведем расчет:

$$t_1 = 0,1 + 0,50 + 0,3 = 0,9 \text{ мин.}$$

Подставим полученные значения в формулу 49 и произведем расчет:

Подпись и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						106

$$t_2 = 0,1 + 0,50 + 0,3 = 0,9 \text{ мин.}$$

Произведем расчет время выполнения транспортным механизмом одной передачи спутника, подставив рассчитанные значения в формулу 47:

$$t_{\text{стел-ст}} = t_{\text{ст-ст}} = 0,9 + 0,9 = 1,8 \text{ мин.}$$

Рассчитаем суммарное время работы штабелера со стороны станков подставив рассчитанные значения в формулу 46:

$$T_{\text{обсл.}} = \frac{2 \cdot 1,8 + 5 \cdot 1,66}{60} = 0,20 \text{ ч}$$

Определим число транспортных механизмов для выполнения данной работы:

$$K_{\text{ТМ1}} = \frac{T_{\text{обсл.}}}{\Phi_{\text{ТМ}} \cdot 60}, \quad (51)$$

где $\Phi_{\text{ТМ}}$ – фонд работы транспортного механизма, ч.

Произведем расчет числа транспортных механизмов для выполнения данной работы подставив полученные значения в формулу 51:

$$K_{\text{ТМ1}} = \frac{0,20}{305 \cdot 60} \approx 1$$

Зная расстояние между позициями и скорость передвижения транспортных механизмов, суммарное время работы транспортного механизма со стороны вспомогательных участков определяются по формуле:

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T'_{\text{обсл.}} = \frac{K_{\text{стел-поз}} \cdot t_{\text{стел-поз}} + K_{\text{поз-поз}} \cdot t_{\text{поз-поз}}}{60}, \quad (52)$$

где $K_{\text{стел-поз}}$ и $K_{\text{поз-поз}}$ – соответственно число перемещений между стеллажом и позициями загрузки-разгрузки вспомогательных участков;
 $t_{\text{стел-поз}}$ и $t_{\text{поз-поз}}$ – соответственно среднее время передачи спутника со стеллажа на позицию загрузки-разгрузки вспомогательных участков и между позициями загрузки-разгрузки вспомогательных участков, мин.
 Произведем аналогичные расчеты используя формулы 46 – 50.

$$t_{\text{под}} = \frac{5}{50} + \frac{3}{7} = 0,53 \text{ мин.}$$

$$t_1 = 0,1 + 0,53 + 0,3 = 0,93 \text{ мин.}$$

$$t_2 = 0,1 + 0,53 + 0,3 = 0,93 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{стел-поз}} = t_{\text{поз-поз}} = 0,93 + 0,93 = 1,86 \text{ мин.}$$

$$T'_{\text{обсл.}} = \frac{1 \cdot 1,86 + 1 \cdot 1,86}{60} = 0,07 \text{ ч}$$

Произведем расчет числа штабелеров по формуле:

$$K_{\text{шт2}} = \frac{T'_{\text{обсл.}}}{\Phi_0 \cdot 60}, \quad (53)$$

где Φ_0 – фонд работы транспортного механизма, ч.

Подставим известные данные в формулу 53 и произведем расчеты:

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ				Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$K_{шт2} = \frac{0,07}{305 \cdot 60} \approx 1$$

Под структурной схемой ГПС следует понимать расположение компонентов ГПС, обеспечивающих наиболее рациональное функционирование всей системы. При этом к компонентам ГПС относят технологическое оборудование, транспортную систему, склады, управляющее оборудование и т.п. Производственные возможности ГПС определяют технические характеристики ее отдельных компонентов, таких как емкость склада, от которой зависит возможность работы участка в режиме безлюдном режиме производства.

На рисунке 38 представлен чертеж структурной схемы ГПС.

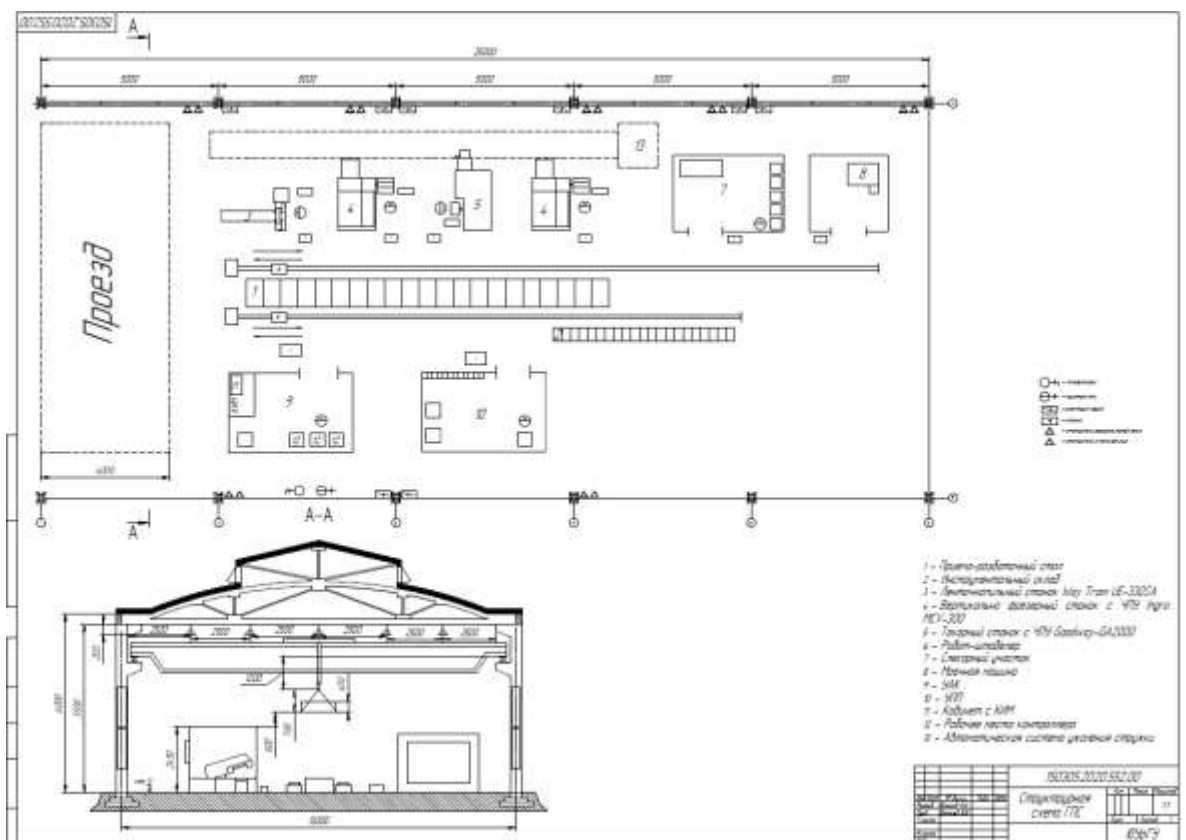


Рисунок 38 – Чертеж структурной схемы ГПС.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						109

4.2 Описание мероприятий по охране труда

В соответствии с ГОСТ 12.004-90 проводятся инструктаж работников на предприятии.

Инструктаж подразделяют на вводный и первичный, так же на внеплановый и целевой.

Вводный инструктаж проводится со всеми принимаемыми на работу вне зависимости от стажа работы, образования или должности, а также учащимися, прибывшими на обучение и практику.

Инструкция по охране труда включает в себя разделы с общими требованиями безопасности как перед началом работ, так и по окончании работы.

Инструкции проводятся не реже, чем в 5 лет, с возможностью изменений и дополнений.

Работодатель обязан провести рабочим инструктаж по охране труда и после провести проверку полученных знаний.

На каждом рабочем участке, руководитель, обязан обеспечить безопасные, а так же безвредные условия труда.

Разработкой планов по охране труда, а так же организацией исполнения указаний вышестоящих органов, проверкой соблюдения техники безопасности и санитарных условий труда руководит главный инженер производства. Организация и утверждение инструкций для всех операций по охране труда, а так же обеспечение инструкциями и правилами работников, входит в обязанности Главного инженера.

Главный инженер отслеживает своевременное выполнение отчетности по вопросам охраны труда и организует проверку знаний.

Обеспечением и внедрением безопасных и рациональных технологических процессов, а так же инструмента занимается главный технолог производства.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
№ подл.	

					150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

Главный конструктор обеспечивает разработку безопасных конструкций изготавливаемых предприятием станков, машин, оборудования, приспособлений, установок и другой продукции.

Главный электрик производства занимается своевременным обслуживанием оборудования и ремонтом машин, механизмов, компрессорных установок, аппаратов, работающих под давлением, а также отопительными системами.

За безопасным состоянием зданий производства, следит служба эксплуатации и ее персонал.

Заместители руководителя предприятия и так же службы, находящиеся в подчинении данных лиц обеспечивают безопасную эксплуатацию транспортных средств, путей, обеспечение питьевой воды и коллективной защиты.

За состоянием и верной эксплуатацией автоматики оборудования и приспособлений, средств сигнализаций следит Мастер цеха.

Общественный инспектор, а так же мастер цеха осуществляют контроль за состоянием охраны труда на производстве.

Инструктаж на производстве, а так же участие в обучении рабочих, ведение журналов по техники безопасности проводит мастер.

При появлении происшествий либо несчастных случаев мастер цеха обязан доложить начальнику цеха.

Главному инженеру предприятия подчиняется структурное подразделение службы охраны труда, которые несут ответственность за организацию безопасных и здоровых условий труда рабочим.

Организовывать работу и контроль соблюдения охраны труда, производственной санитарии, а так же пожарной безопасности, обязаны инженер и служба безопасности.

Регистрировать и составлять контроль за безопасным производством обязана служба безопасности.

Кроме этого служба безопасности обязана составлять контроль за безопасным производством.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
№ подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						111

Помимо этого в обязанности службы безопасности входит:

- разработка программ обучения безопасных методов труда работающих на производстве;
- составление перечень инструкций для отдельных направлений и видов работ;
- участие в комиссии по работе проведения квалификационных экзаменов по проверки знаний норм и правил по охране труда;
- разработка, обеспечение и проведение вводного инструктажа;
- контроль работников по правильности применения средств индивидуальной защиты;
- расследование профессиональных заболеваний на производстве, а так же несчастных случаев. Анализ причин этих происшествий;
- консультирование работников по техники безопасности на предприятии, а так же организация пропаганды по охране труда;

По учебным программам производят обучение безопасности труда, которые составлены на базе типовых программ. Программа сравнивает полученные данные с данными государственного надзора.

Экзаменом либо квалификацией в квалификационной комиссии, завершается подготовка и получение второй профессии.

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2020.919.00 ПЗ			Лист	
								112	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были применены знания полученные в процессе обучения. Разработан технологический процесс изготовления детали «Корпус датчика давления», подобрано оборудование, станочная оснастка и режущий инструмент.

Был разработан специальный канавочный резец ПЗ-552.15.03.05 – 2 для торцевой канавки, рассчитаны режимы резания и нагрузки, спроектирован контрольное приспособление для измерения отклонения от параллельности двух плоскостей. Разработано специальное станочное приспособление для обработки отверстия под 30° на пневматическом приводе.

В графической части ВКР были выполнено: чертежи детали, заготовки, станочного и измерительного приспособления, планировки участка механической обработки, плакаты РТК, сравнения техпроцессов, инструментальной оснастки, сравнению размерной цепи

В новом технологическом процессе получилось добиться сокращение количество операции, переходов и режущего инструмента. Уменьшилось вспомогательное и штучное время при изготовлении детали.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
fd. № подл.	

					150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков «Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением». – М.: Машиностроение, 2005 г.

2. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением – М.: Экономика, 1990.

3.Каталоги производителя инструмента Arno
www.arnoru.ru/service/download.

4. И.М. Морозов, В.И. Гузеев, С.А. Фадюшин ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

5. razvitie-pu.ru/?page_id=4121

6.https://sudact.ru/law/obshchemashinostroitelnye-normativy-vremeni-na-slesarno-instrumentalnye-raboty-vypolniaemye/normativnaia-chast/razdel-i/karta-33/list-1_31/

7. osntm.ru/zashim_sil.html

8. razvitie-pu.ru/?page_id=4121

9. http://osntm.ru/sila_rez.html

fd. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	150305.2020.919.00 ПЗ	Лист
						114
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		