

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ /В. И.Гузеев  
\_\_\_\_\_ 2020г.

Проектирование и разработка типовых технологических процессов для  
деталей типа «Вал магистрального нефтяного насоса» с целью обеспечения  
эффективности и конкурентоспособности производства

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 150305.2020.575 ПЗ ВКР

Нормоконтролер, к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ /И.С. Болдырев /  
\_\_\_\_\_ 2020г.

Руководитель, к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ /Л.В. Шипулин /  
\_\_\_\_\_ 2020г.

Автор работы  
студент группы П-453  
\_\_\_\_\_ /В.В. Миронов /  
\_\_\_\_\_ 2020г

## АННОТАЦИЯ

Миронов В.В. Проектирование и разработка типовых технологических процессов для деталей типа «Вал магистрального нефтяного насоса» с целью обеспечения эффективности и конкурентоспособности производства: Выпускная квалификационная работа. – Челябинск: ЮУрГУ, П-453, с.99, ил.60, табл.20, библиогр. список – 12 наим.

В выпускной квалификационной работе детально проанализирован действующий технологический процесс изготовления детали «Вал магистрального нефтяного насоса». На основании имеющихся аналитических данных предложены способы модернизации производства, его автоматизации, упрощения и усовершенствования изготовления детали.

Задача работы – разработать проектный технологический процесс изготовления детали, выбрать режущий и измерительный инструмент, приспособление и технологическое оборудование, способ получения заготовки, спроектировать специальный режущий инструмент.

Спроектирован участок механической обработки для проектного варианта технологического процесса. Предложены мероприятия по созданию безопасных и безвредных условий труда, мероприятия по электробезопасности, а также мероприятия по пожарной безопасности.

					<i>ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Миронов В.В</i>			<i>Выпускная квалификационная работа</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>		<i>Шипулин Л.В.</i>				<i>Д</i>	<i>7</i>	<i>99</i>
						<i>ЮУрГУ Кафедра ТАМ</i>		
<i>Н.контр.</i>		<i>Болдырев И.С.</i>						
<i>Утвердил</i>		<i>Гузев В.И.</i>						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ .....	12
1.1. Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия .....	12
1.2. Служебное назначение детали "Вал магистрального нефтяного насоса" ..	12
1.3. Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения.....	14
1.4. Формирование целей и задач проектирования .....	15
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	16
2.1. Анализ существующей на предприятии документации для конструкторско-технологической подготовки действующего производства ...	16
2.1.1. Анализ операционных карт действующего технологического процесса .....	16
2.1.2. Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента .....	20
2.1.3. Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса. ....	21
2.2. Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали "Вал магистрального нефтяного насоса" .....	22
2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.....	22
2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования.....	24
2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта.....	28
2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса .....	31
2.2.5 Расчет режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса .....	38
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	45

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата					

3.2 Проектирование и расчет специального станочного приспособления .....	48
3.2.1 Анализ проектного технологического процесса .....	48
3.2.2 Обоснование базирования.....	48
3.2.3 Силовая схема.....	49
3.2.4 Расчет приспособления на точность .....	49
3.2.5 Расчет сил и моментов резания .....	51
3.2.6 Расчёт усилий зажима заготовки.....	53
3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента .....	56
3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента.....	62
3.4.1 Выбор типа конструкции .....	63
3.4.2 Выбор материала режущей части.....	63
3.4.3 Назначение геометрических параметров резца .....	63
3.4.4 Определение конструктивных параметров резца.....	64
3.4.5 Определение режимов резания.....	64
3.4.6 Расчет силы резания .....	65
3.4.7 Расчет державки на изгиб .....	66
3.5. Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля .....	67
4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	71
4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали.....	71
4.1.1 Наличие слесарных, универсальных или специальных операций в технологическом процессе.....	71
4.1.2. Возможность встраивания основного оборудования в ГПС .....	71
4.1.3. Концентрация переходов на операции механической обработки ...	71
4.1.4. Габаритные размеры детали .....	72
4.1.5. Наличие поверхностей для захвата .....	72
4.1.6 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на гибком производственном участке.....	73
4.1.7 Отработка конструкции детали на технологичность .....	74
4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка.....	77

4.2.1	Определение состава и числа оборудования станочного комплекса ГПС .....	77
4.2.2	Определение структуры и состава автоматизированной транспортно-складской системы ГПС .....	78
4.2.3	Проектирование предварительной компоновочной системы ГПС ...	80
4.3	Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы .....	87
4.4	Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали .....	89
4.5	Анализ производительности автоматизированной системы .....	89
5	ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ .....	91
6	БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ.....	92
6.1	Мероприятия и средства по созданию безопасных условий труда .....	92
6.2	Мероприятия по электробезопасности .....	93
6.3	Мероприятия по пожарной безопасности .....	94
7	ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ.....	97
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	98

## ВВЕДЕНИЕ

Нефтедобыча является одной из главных отраслей в Российской Федерации, которая постоянно развивается. В связи с этим, продукция компании АО "КОНАР" связанная с изготовлением деталей и узлов трубопровода постоянно совершенствуется, а процесс ее изготовления улучшается. Следовательно, для повышения конкурентоспособности предприятия необходимо разрабатывать новые технологии изготовления деталей, внедрять прогрессивные методы технологических решений, использовать более эффективное оборудование.

Актуальность данной выпускной квалификационной работы заключается в том, что в условиях современного машиностроения для поддержания конкурентоспособности предприятия необходимо повышать производительность, качество и надежность выпускаемой продукции. Этого можно достичь использованием производственных процессов с различной степенью автоматизации.

Таким образом, целью данной работы является анализ действующего технологического процесса обработки детали «Вал магистрального нефтяного насоса», и на его основе спроектировать новый более эффективный технологический процесс.

Для достижения этой цели необходимо подобрать соответствующее оборудование и рассчитать нормы времени на обработку детали по проектному варианту технологического процесса для подтверждения его эффективности.

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				

# 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия

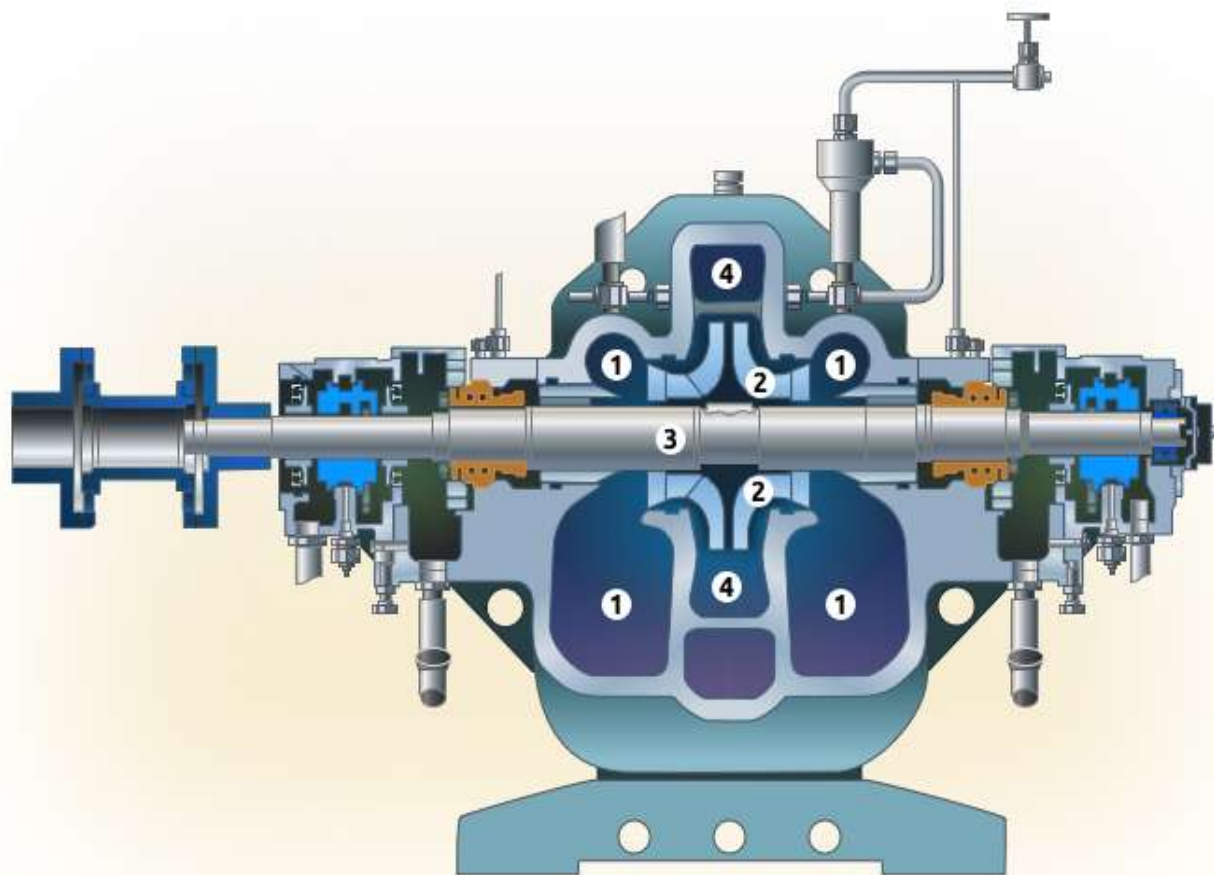


Рисунок 1.1 – Конструкция узла

Насос магистральный — гидравлическая машина, предназначенная для перекачивания нефти и нефтепродуктов по магистральным, технологическим и вспомогательным трубопроводам. Узел представлен на рисунке 1.1

Магистральные насосы могут обеспечивать высокие напоры. Обычно характеризуются надёжностью непрерывной работы и экономичностью эксплуатации. Обеспечивают стабильную работу, даже в самых экстремальных условиях.

## 1.2. Служебное назначение детали "Вал магистрального нефтяного насоса"

Деталь «Вал магистрального нефтяного насоса» является наиболее нагруженной и ответственной деталью магистрального насоса —

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				

гидравлической машины, предназначенной для перекачивания нефти и нефтепродуктов по магистральным, технологическим и вспомогательным трубопроводам.

Перемещение рабочего тела происходит непрерывным потоком за счёт взаимодействия этого потока с подвижными вращающимися лопастями ротора и неподвижными лопастями корпуса.

Магистральные насосы могут обеспечивать высокие напоры. Обычно характеризуются надёжностью непрерывной работы и экономичностью эксплуатации.

Вал насоса предназначен для передачи крутящего момента от двигателя к рабочему колесу.

Вал с неподвижно посаженным на нем рабочим колесом образуют ротор насоса. Для соединения вала с рабочим колесом предусмотрено соединение шпоночного типа. Валы изготавливают из высокопрочных сталей.

Данная деталь относится к особо точным валам. Шейки вала, а так же цилиндрические поверхности, в которых происходит сопряжение с рабочим колесом, обработаны по IT6 и IT5.

Деталь изготовлена из стали 40ХН2МА, которая относится к классу легированной конструкционной стали. Химический состав стали приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1. – Состав стали 40ХН2МА

Элемент	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
Содержание, %	0,4	0,25	0,8	до 1,65	до 0,025	до 0,025	0,9	до 0,25	95





востребованными в отечественном машиностроении. Зарубежные передовые технологии в еще меньшей степени востребованы отечественной промышленностью.

На машиностроительных предприятиях слабы научно-технические, технологические и конструкторские структуры. На многих из них вообще нет специализированных научно-исследовательских подразделений, а разработкой инновационных подходов занимаются, как правило, маркетинговые службы.

#### 1.4. Формирование целей и задач проектирования

Целью выпускной квалификационной работы является анализ действующего технологического процесса изготовления детали "Вал магистрального нефтяного насоса" и проектирование нового технологического процесса изготовления детали для условий современного конкурентно-способного производства.

В соответствии с этим, необходимо выполнить ряд задач:

- выбрать оптимальную технологическую оснастку и режущий инструмент, подходящий для проектного варианта технологического процесса;
- спроектировать специальный режущий инструмент и подобрать специальное станочное приспособление;
- выбрать измерительное оборудование и оснастку для операций технического контроля.
- рассчитать оптимальные режимы резания и нормы времени изготовления детали "Вал магистрального нефтяного насоса";
- разработать планировку автоматизированного участка механической обработки детали.

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Анализ существующей на предприятии документации для конструкторско-технологической подготовки действующего производства

2.1.1. Анализ операционных карт действующего технологического процесса

Технологический процесс должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 3.1117-81 «ЕСТД. Титульный лист. Правила оформления», ГОСТ 3.1118-82 «ЕСТД. Форма и правила оформления маршрутных карт», ГОСТ 3.1105-84 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения», ГОСТ 3.1404-86 «ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием» и ГОСТ 3.1502-85 «ЕСТД. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технический контроль».

В ходе анализа действующих операционных карты выявлено:

- 1) Не указаны пункты обрабатываемых и контролируемых размеров;
- 2) Операция 050 Токарная с ЧПУ Лист 2 – не указан обрабатываемый размер 1755 мм.
- 3) Не правильно задана технологическая база. Не соблюдается правило единства баз рисунок 2.1.
- 4) а рисунке 2.1 указаны заводской вариант указания технологической базы. В данном случае (текущий заводской тех. процесс) технологическая база указана по торцу вала, что является не верным, там как кулачки патрона упираются в торец №2 вала.
- 5) Операция 050 Токарная с ЧПУ Лист 4,7 – р-р 30; 535; 720 указывается от торца в патроне (ошибочно указанная технологическая база), выдержать и проконтролировать данный размер невозможно;
- 6) Операция 060 Токарная с ЧПУ Лист 8 – не задан габаритный размер и размер 30, который необходимо выдержать при подрезке торца и нарезании резьбы.

										Лист
										16
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ					

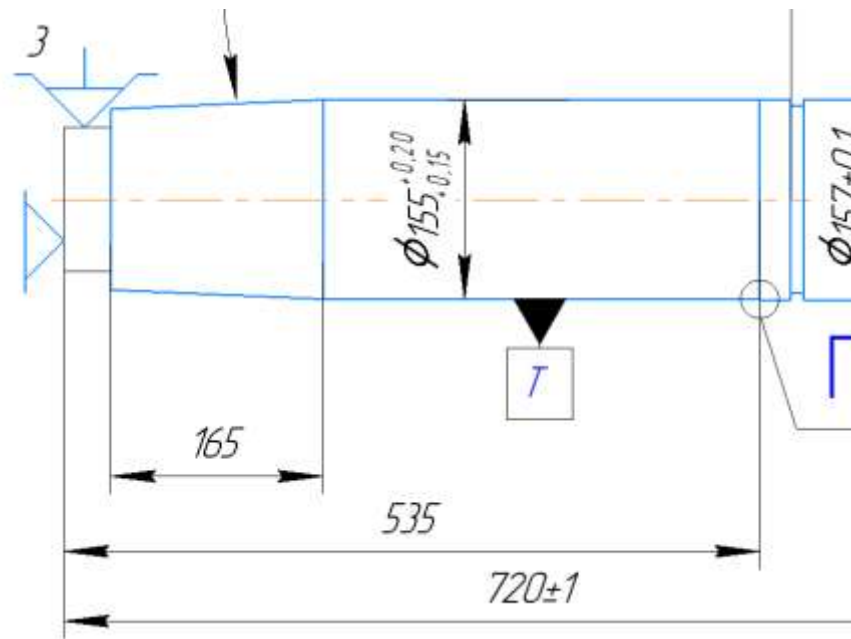


Рисунок 2.1. – Обозначение баз



Рисунок 2.2. – эскиз 005 операции

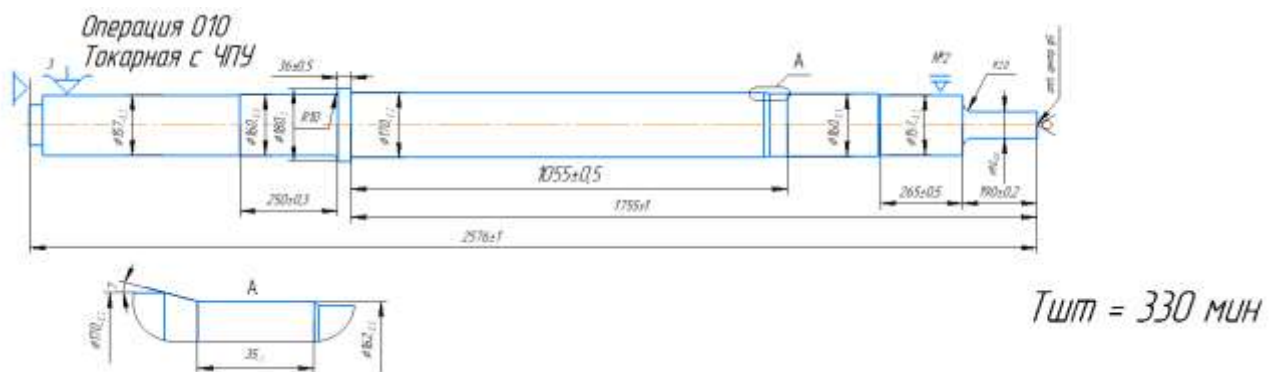


Рисунок 2.3. – эскиз 010 операции

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
------	------	---------	-------	------

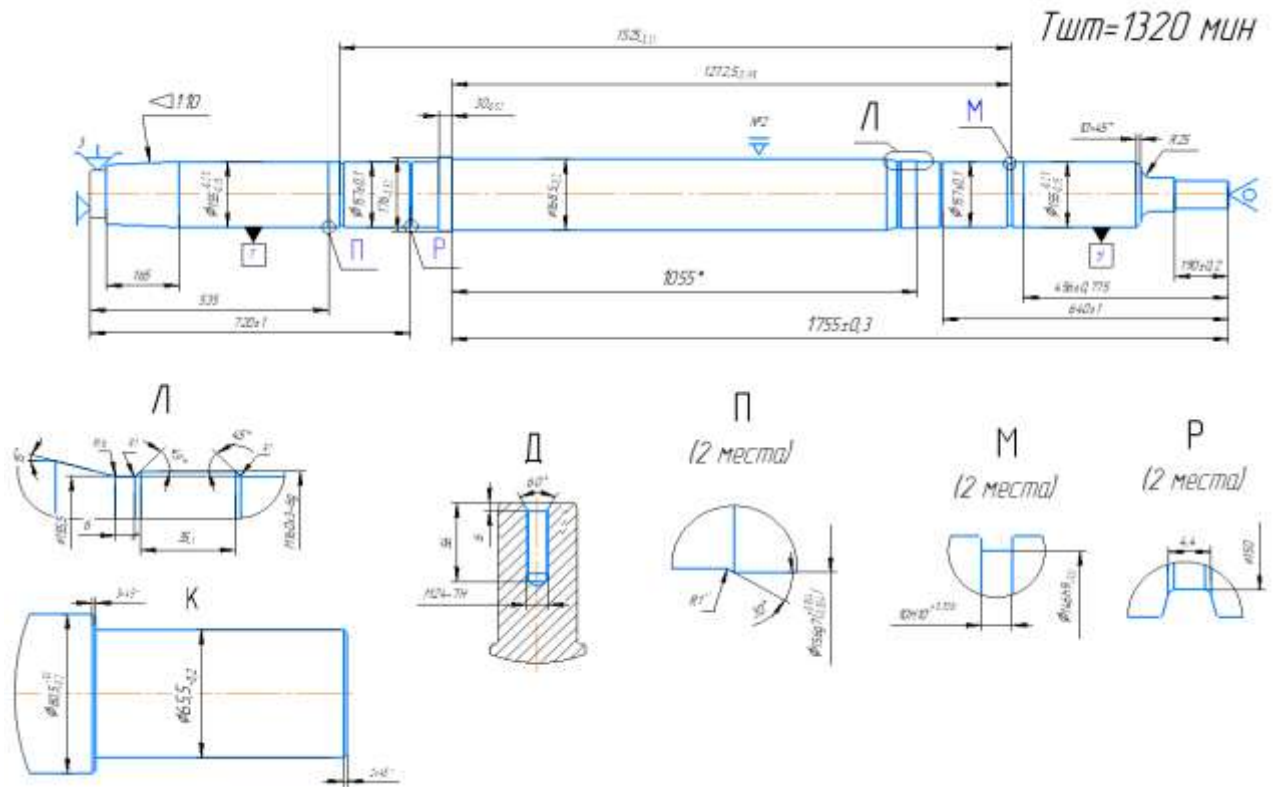


Рисунок 2.4 – эскиз 025 операции

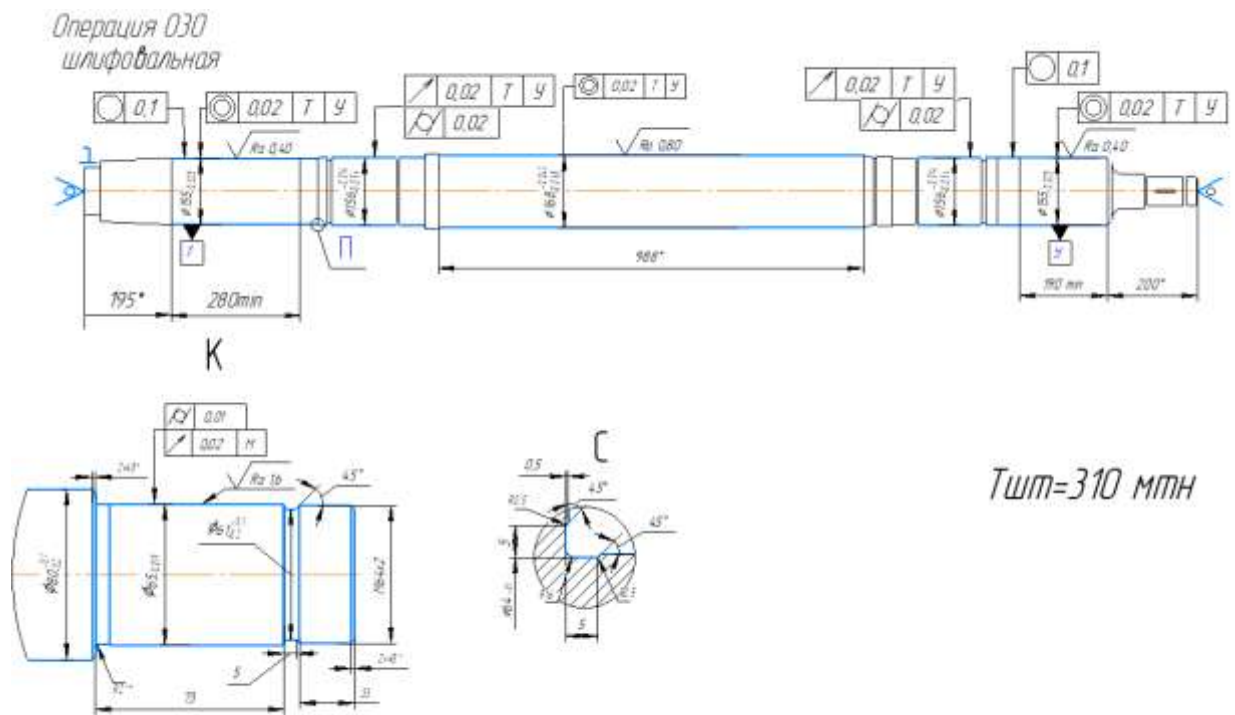


Рисунок 2.5 – эскиз 030 операции



## 2.1.2. Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента

Для обработки детали выберем токарный станок с ЧПУ Torni Tасchi HD/3 525\*5000 90L, для обработки пазов WELE LB321.

Torni Tасchi HD/3 525\*5000 90L предназначен для тел вращения, валов, цилиндрических поверхностей, выполняемые операции:

- обработка отверстий;
- растачивание внутренних поверхностей;
- подрезание торца;
- обтачивание;
- обработка фасонных поверхностей;
- отрезка.
- фрезерование пазов с использованием приводного блока.

WELE LB321 предназначен для обработки наружных и внутренних плоских, фасонных поверхностей, уступов, пазов, прямых и винтовых канавок, шлицев на валах.

Применяемый режущий инструмент на производстве соответствует всем современным требованиям и обеспечивает наибольшую производительность при оправданной стоимости. Весь применяемый инструмент зарубежного производства, ведущий мировых изготовителей режущего инструмента. В большинстве своем оснащён сменными твердосплавными пластинами для быстрой замены и высокой производительности.

Станок Torni Tасchi HD оснащен револьверной головой с имеющимися приводными блоками. Позволяет разместить инструмент, что значительно экономит время и обеспечивает заданную точность. Также используются резцедержатели, цанговые патроны, расточные оправки, что позволяет ускорить смену инструмента, сохраняя заданную точность положения инструмента в револьверной голове.

Используемые станки, технологическая инструментальная оснастка и режущий инструмент применимы для проектного технологического процесса

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		20

и отвечают всем требованиям современного конкурентоспособного производства.

### 2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса.

На основе операционных эскизов заводского технологического процесса изготовления детали "Вал магистрального нефтяного насоса", составить действительную схему, которая будет наглядно показывать взаимосвязь размеров, отсутствие замкнутых контуров, циклов, невозможно. Данная схема не будет отражать действительного содержания маршрутных карт, переходов, а так же баз от которых выставляются и контролируются проставленные размеры.

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				



#### 2.1.4 Выводы по разделу

На предприятии имеется документация, которая удовлетворяет потребности производства и содержит основные этапы и переходы в маршруте. Так же, выявлены недостатки:

- недостаток карты эскизов, необходимый контроль,
- большая номенклатура режущего инструмента, который не совсем уместен при обработке некоторых поверхностей;
- документы соответствуют требованиям нормативных документов.
- отсутствие схем контроля.

Доведение данной документации до требований положительно скажется на технологическом обеспечении производства и силы, потраченные на оптимизацию, будут вполне оправданы.

### 2.2. Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали "Вал магистрального нефтяного насоса"

#### 2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

Для изготовления вала используют коррозионно-стойкие стали 40ХН2МА.

Возможно использование заготовок, полученных следующими способами:

- Поковка;
- Прокат горячекатаный;

1) Метод ковки вала из поковок отличается многими достоинствами и считается наиболее эффективным. Вал – это очень важная деталь в любом насосе и агрегате, работающем по данному типу. Эта деталь всегда находится под нагрузкой и должна обладать высокой прочностью и надежностью.

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				

Если во время эксплуатации вал сломается или деформируется, то все оборудование выйдет из строя. Ремонт займет много времени, поэтому к валам из поковок выдвигаются особые требования. Это:

- высокое качество;
- надежность;
- прочность;
- износостойкость;
- долговечность.

Поэтому для изготовления этой детали применяют качественные марки стали, позволяющие добиться необходимых параметров и стандартов. В любом оборудовании во время работы, вал всегда находится под постоянными нагрузками и нагревается. Если брать поковки низкого качества, то такой вал не выдержит нагрузок и быстро выйдет из строя.

Также преимуществами являются:

- повышенные технические характеристики, в том числе уникальные механические свойства;
- высокая износостойкость и ударная прочность, которая продлевает срок службы детали в разы.

2) Горячекатаный прокат изготавливается после разогрева металла до температуры пластичности материала, выше 920 градусов. Температурный режим поддерживается по всему параметру до конца процесса проката. Это наиболее экономичный метод, так как металл легче поддается обработке в горячем состоянии.

Готовые горячекатаные изделия имеют шероховатую поверхность синевато-серого цвета. Горячая обработка заготовок позволяет делать более глубокие деформации металла — это позволяет расширить сортамент.

В результате анализа выявлено:

Так как ступени вала не значительны, механические свойства проката можно довести до необходимых требований, а цена заготовки из проката более чем в

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		23

2 раза меньше, экономически выгоднее использование именно горячекатаного сортового проката. Эскиз проката показан на рисунке 2.8

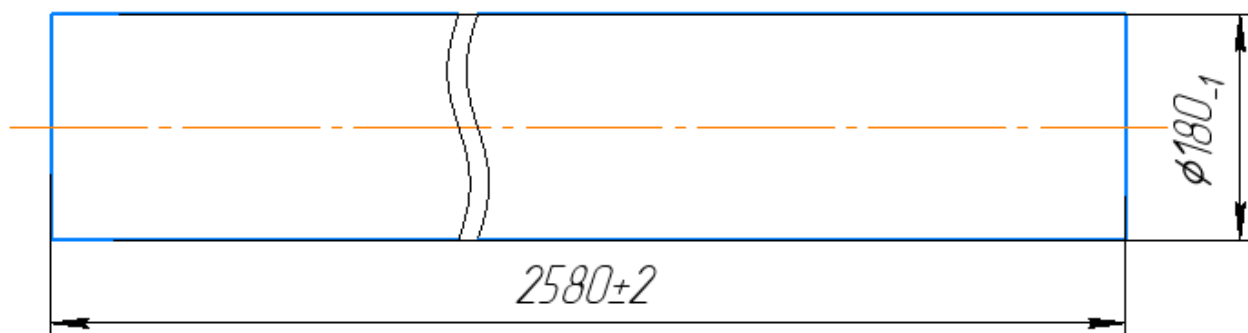


Рисунок 2.8 – Эскиз заготовки

### 2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования

Основная обработка детали – это точение, а также фрезерование пазов высокой точности.

Для данной детали возможны два метода обработки:

- обработка на токарном станке с ЧПУ оснащенный револьверной головкой с приводом, с возможностью выполнить пазы;
- обработка на токарном станке с последующим изготовлением пазов на фрезерном станке.

Ведение обработки на токарном станке с приводной головкой позволяет обработать диаметры и пазы на одном станке. Это повысит производительность и снизит номенклатуру используемого оборудования.

Обработка детали на токарном станке с последующей установкой на фрезерный станок не сможет обеспечить такую концентрацию переходов как в предыдущем методе, но выполнение точных размеров, выдерживание допусков форм и расположения будет более производительной. Таким

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата					

образом, изготовление детали будет производиться в две операции: операции токарной и фрезерной.

Таким образом, ведение отдельной обработки на токарном и фрезерном станке более рационально и технологично по сравнению с обработкой только на токарном станке.

Для обработки детали выберем токарный станок с ЧПУ Torni Tасchi HD/3 525\*5000 90L (табл. 2.1), для обработки пазов WELE LB321.

Материалом детали является нержавеющая высоколегированная сталь 40ХН2МА, применяется для изготовления деталей машин, подверженных агрессивным средам. Хорошо обрабатывается резанием.

Torni Tасchi HD/3 525\*5000 90L предназначен для тел вращения, валов, цилиндрических поверхностей, выполняемые операции:

- обработка отверстий;
- расточивание внутренних поверхностей;
- подрезание торца;
- обтачивание;
- обработка фасонных поверхностей;
- отрезка.
- фрезерование пазов с использованием приводного блока.

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Таблица 2.1 – Характеристики токарного станка с ЧПУ Torni Tacchi HD/3 525\*5000 90L

№ п/п	Характеристика	Значение
1	Высота центров, мм	525
2	Максимальный диаметр обработки над суппортом, мм	670
3	Расстояние между центрами, мм	5000
4	Максимальный допустимый вес в центрах без люнетов, кг	9000
5	Максимальная мощность главного шпинделя, кВт	51
6	Диаметр отверстия шпинделя, мм	160
7	Конус центров	M6
8	Масса станка, кг	14 000

В результате анализа выявлено:

Так как частой причиной забраковки валов служит отклонение от симметричности и параллельности стенок паза при фрезеровании на станке Torni Tacchi HD/3 525\*5000 90L необходимо рассмотреть возможность изготовления операции фрезерование на другом станке.

Идеально для этого подойдет фрезерный центр WELE LB321 (табл.2.2), предназначенный, для обработки наружных и внутренних плоских, фасонных поверхностей, уступов, пазов, прямых и винтовых канавок, шлицев на валах.

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		



### 2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта

Маршрутный технологический процесс:

000 – Заготовительная операция ;

005 – Токарная операция с ЧПУ;

010 – Токарная операция с ЧПУ;

015 – Термическая (лазерная закалка) ;

025 – Токарная операция с ЧПУ;

030 – Токарная операция с ЧПУ (шлифовальная);

035 – Фрезерная операция с ЧПУ;

040 – Контрольная операция.

Рассмотрим технологический процесс по операциям.

Оп. 000 – Заготовительная

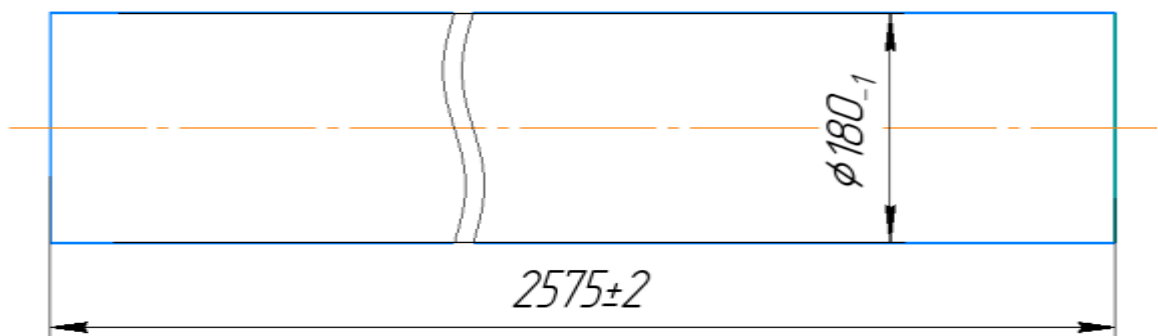


Рисунок 2.9 – Эскиз заготовительной операции

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		28

Оп 005 – Токарная с ЧПУ

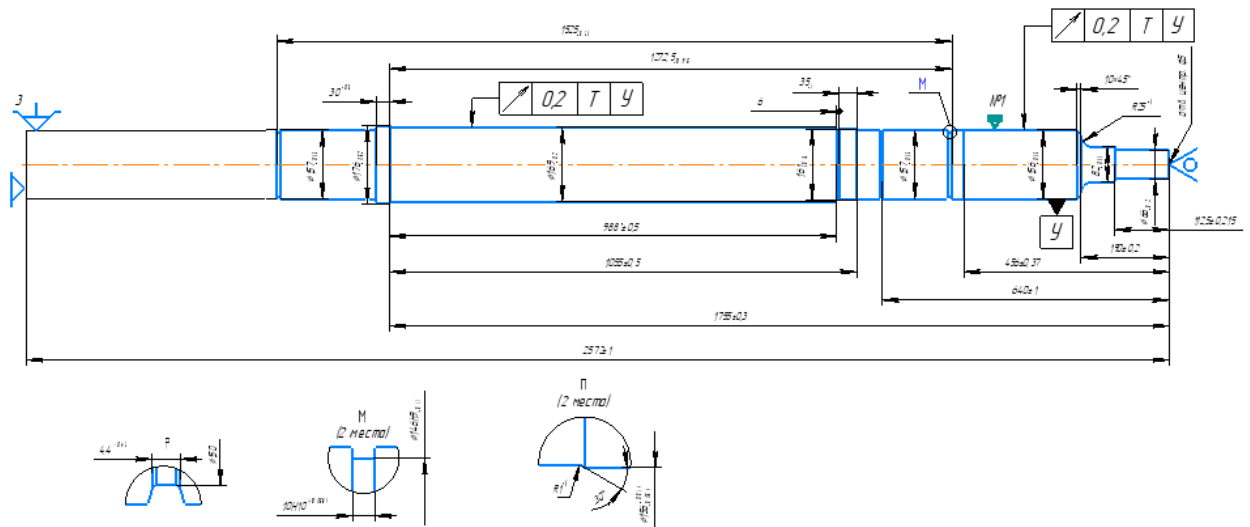


Рисунок 2.10 – Эскиз 005 операции

Оп 010 – Токарная с ЧПУ

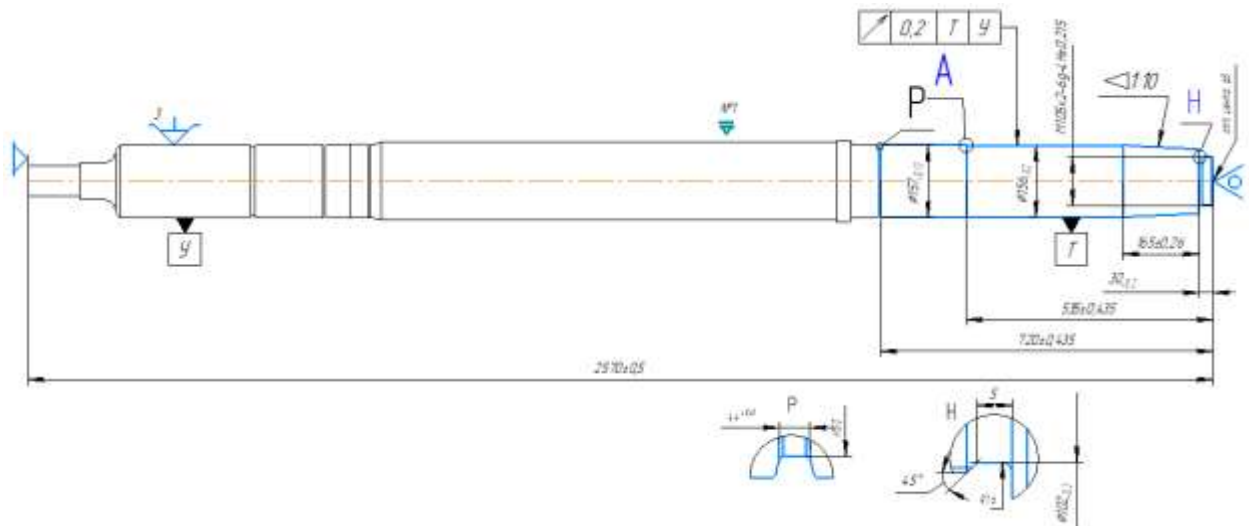


Рисунок 2.11 – Эскиз операции 010

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата











где  $Rz$  – шероховатость поверхности с предыдущей операции,

$Df$  – величина дефектного слоя,

$TA_i$  – сумма допусков составляющих звеньев,

$\Delta_0 A_i$  – середина поля допуска.

$$[17.18] = 0,26 + \frac{1 + 2}{2} - (0 - 0) = 1,76 \text{ мм};$$

Аналогичным способом находим припуск [247.248], и неизвестные операционные размеры. Результаты расчета линейной размерной цепи представлены в таблице 2.3

Таблица 2.3 – Расчет звеньев линейной размерной цепи

Звено р-ой цепи	Значение звена р-ой цепи, мм	Запас расчёт. значений, мм
[17.18]	1.76	0,240
[247.248]	2,26	0,740
[17.248]	2572	

Аналогичным способом производим расчет диаметральной размерной цепи. Результаты расчетов представлены в таблице 2.4

Таблица 2.4 – Расчет звеньев диаметральной размерной цепи

Звено р-ой цепи	Значение звена р-ой цепи, мм	Запас расчёт. значений, мм
[27.28]	0,730	4,540
[37.38]	0,370	0,540
[47.48]	0,740	1,520
[87.88]	0,378	0,490
[97.98]	0,405	0,504
[107.108]	0,398	0,533
[117.118]	1,760	2,740

Рассчитанные припуски завышены. Это связано с тем, что заготовкой является прокат, на валу не остаётся не обработанных поверхностей, та же это

связано с особенностью технологического процесса, так как в нём присутствует лазерная закалка, а так же необходимость в шлифовке.

На рисунках 2.17; 2.18; 2.19; 2.20 продемонстрированы варианты решения линейных размерных цепей программе "Курсар".

#### Исходная размерная информация

```

-----
1: 9 19 29 61 0 -0,74          2: 9 19 39 65 0 -0,019
3: 9 19 49 80 0 -0,74          4: 9 19 59 102 0 -0,87
5: 9 19 69 149 0 -0,1          6: 9 19 79 150 0 -0,74
7: 9 19 89 155 0 -0,019       8: 9 19 99 156 -0,015 -0,054
9: 9 19 109 168 -0,043 -0,054 10: 9 19 119 176 0 -1
11: 8 18 28 61 0 -0,74         12: 2 28 27 0,26
13: 8 18 38 65 0 -0,019       14: 2 38 37 0,26
15: 8 18 48 80 0 -0,74         16: 2 48 47 0,26
17: 8 18 88 155 0 -0,025       18: 2 88 87 0,26
19: 8 18 98 156 -0,014 -0,054 20: 2 98 97 0,26
21: 8 18 108 168 -0,043 -0,068 22: 2 108 107 0,26
23: 8 18 27 66 0 -0,2          24: 8 18 37 66 0 -0,2
25: 8 18 47 82 0 -0,22        26: 8 18 58 102 0 -0,87
27: 8 18 68 149 0 -0,1         28: 8 18 78 160 0 -1
29: 8 18 87 156 0 -0,25        30: 8 18 97 157 0 -0,25
31: 8 18 107 169 0 -0,25       32: 8 18 118 176 0 -1
33: 2 118 117 0,26             34: 8 18 117 180 1 -1

```

Гр. 0 и 1 .. - замыкающие звенья в обратной задаче - [#] = 0.  
 Гр. 2, 3 и 4 - замыкающие звенья в прямой задаче .. - [=] = 7.  
 Гр. 5 ..... - заменяющие-замыкающие размеры-звенья - {~} = 0.  
 Гр. 6 ..... - составляющие определяемые размеры .. - (-) = 0.  
 Гр. 7 и 8 .. - составляющие известные размеры ..... - (+) = 17.  
 Гр. 9 ..... - исходные (чертежные) размеры ..... - (+) = 10.

#### Диагностическая информация по схеме

-----  
 Все размеры схемы связаны и не имеют циклов.

Гр. 0 и 1 .. - замыкающие звенья в обратной задаче - [#] = 7.

Рисунок 2.17 – Расчет диаметральной размерной цепи в программе "Курсар"

Цепи размерные.

Уравнения решены методом Максимиума-Минимума:

1. [28#27]=+(18+27)-(18+28)
2. [38#37]=+(18+37)-(18+38)
3. [48#47]=+(18+47)-(18+48)
4. [88#87]=+(18+87)-(18+88)
5. [98#97]=+(18+97)-(18+98)
6. [108#107]=+(18+107)-(18+108)
7. [118#117]=+(18+117)-(18+118)

Таблица .....

Результаты расчета размерной схемы (см. ....)

Г	Номера	Номинал.	Верхнее	Нижнее	Средний	Запасы расчетн.
р	левой и	значение	отклон.	отклон.	номи-	предельных зна-
у	правой	-----	-----	-----	нальный	чений относит.
п	поверхно-	Если нет	Пределън.значен.:	размер	исходного звена	
па	стей звена	номинала	Min и	Max	звена	по Min и по Max
1#	28 27		4,800	5,740	5,270	4,540
1#	38 37		0,800	1,019	0,910	0,540
1#	48 47		1,780	2,740	2,260	1,520
1#	88 87		0,750	1,025	0,888	0,490
1#	98 97		0,764	1,054	0,909	0,504
1#	108 107		0,793	1,068	0,931	0,533
1#	118 117		3,000	6,000	4,500	2,740

Рисунок 2.18 – Расчет диаметальной размерной цепи в программе "Курсар"

Исходная размерная информация

```

-----
1: 9 19 39 30 0 -0,2          2: 9 19 59 535 0,875 -0,875
3: 9 19 89 720 1 -1          4: 9 199 249 456 0,775 -0,775
5: 9 169 249 640 1 -1        6: 9 29 39 5 0,3 0
7: 9 69 79 10 0,058 0        8: 9 109 119 30 0 -0,52
9: 9 119 149 1055 0,5 -0,5   10: 9 119 249 1755 0,3 -0,3
11: 9 69 189 1525 0 -0,31    12: 9 119 189 1272,5 0 -0,195
13: 9 179 189 10 0,058 0     14: 9 209 249 190 0,2 -0,2
15: 9 219 249 112,5 0,435 -0,435 16: 9 239 249 33 0 -0,62
17: 9 229 239 5 0,3 0        18: 9 159 169 4,4 0,3 0
19: 9 89 99 4,4 0,4 0        20: 9 19 249 2570 0,5 -0,5
21: 9 39 49 165 0,5 -0,5     22: 9 139 149 35 0 -1
23: 9 129 139 6 0,15 -0,15   24: 8 18 58 535 0,875 -0,875
25: 8 198 248 456 0,775 -0,775 26: 8 238 248 33 0 -0,62
27: 8 228 238 5 0,3 0        28: 8 28 38 5 0,3 0
29: 8 38 48 165 0,5 -0,5     30: 8 18 38 30 0 -0,2
31: 8 18 88 720 1 -1         32: 8 88 98 4,4 0,3 0
33: 8 18 248 2570 0,5 -0,5   34: 2 17 18 0,26
35: 8 218 248 112,5 0,435 -0,435 36: 8 208 248 190 0,2 -0,2
37: 8 168 248 640 1 -1       38: 8 158 168 4,4 0,3 0
39: 8 118 248 1755 0,3 -0,3  40: 8 108 118 30 0 -0,52
41: 8 118 148 1055 0,5 -0,5  42: 8 138 148 35 0 -1
43: 8 128 138 6 0,15 -0,15   44: 8 118 188 1272,5 0 -0,195
45: 8 178 188 10 0,058 0     46: 8 68 188 1525 0 -0,31
47: 8 68 78 10 0,058 0       48: 7 17 247 2575 1 -1
49: 2 248 247 0,26           50: 6 17 248 1 -1 0
    
```

Гр. 0 и 1 .. - замыкающие звенья в обратной задаче - [#] = 0.  
 Гр. 2, 3 и 4 - замыкающие звенья в прямой задаче .. - [=] = 2.  
 Гр. 5 ..... - заменяющие-замыкающие размеры-звенья - {~} = 0.  
 Гр. 6 ..... - составляющие определяемые размеры .. - (-) = 1.  
 Гр. 7 и 8 .. - составляющие известные размеры ..... - (+) = 24.  
 Гр. 9 ..... - исходные (чертежные) размеры ..... - (+) = 23.

Рисунок 2.19 – линейной размерной цепи в программе "Курсар"

Цепи размерные.

Уравнения решены методом Максимума-Минимума:

1. [17=18]=-(18+248)+(17-248)
2. [248#247]=+(17+247)-(17\_248)

Таблица .....

Результаты расчета размерной схемы (см. ....)

Гр	Номера левой и правой поперхностей звена	Номинал. значение	Верхнее отклон.	Нижнее отклон.	Средний номинальный размер звена	Запасы расчетных предельных значений исходного звена по Min и по Max
2=	17 18	0,500	3,500	2,000	0,240	
1#	248 247	1,000	5,000	3,000	0,740	
6+	17 248 2572,000	1,000	-1,000	2572,000		

Рисунок 2.20 – Расчет линейной размерной цепи в программе "Курсар"



## 2.2.5 Расчет режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса

Расчет режимов резания и норм штучного времени произведем для 1 и 6 поверхностей (рисунок 2.21) 005 и 010 операций соответственно.

*Под лазерную закалку*

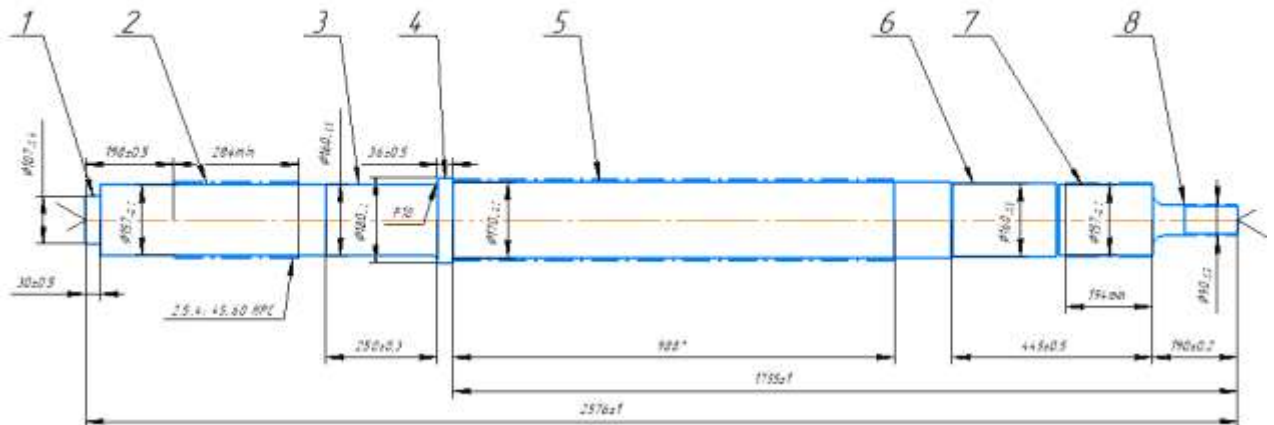


Рисунок 2.21 – Обрабатываемые поверхности детали под закалку

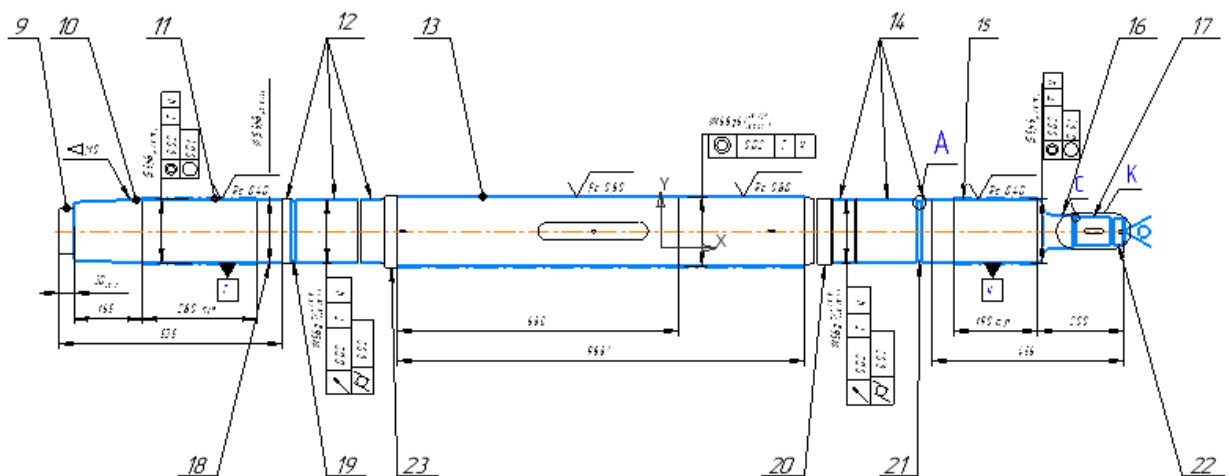


Рисунок 2.22 – Обрабатываемые поверхности после чистовой м/о

### 1) Исходные данные:

Наименование детали – Вал магистрального нефтяного насоса.

Материал 40ХН2МА

Точность обработки 3-IT6, 23-IT14, 1-IT9, 1-IT8

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата
------	------	---------	-------	------

Параметр шероховатости поверхности: Rz40.

Прокат горячекатаный 16 квалитет точности

Масса 600 кг

Состояние поверхности – без корки.

Операция 005, 010:

Оборудование: токарно-фрезерный станок с ЧПУ Torni Tacchi HD/3 525\*5000 90L.

Паспортные данные:

– максимальная частота вращения шпинделя: 6000 об/мин;

Операция:

– приспособление: нет;

– содержание операции: точение поверхности.

Для получения поверхностей 9; 11; 13; 15; 17; 20; 22 размеров  $\varnothing 155h6$ ; 156g7; 168g6; M105\*2-6g; M160\*3-6g; M64\*2-6g из заготовки 16 квалитета, необходимо вести обработку в четыре стадии: черновая – получение 14 квалитета, получистовая – получение 12 квалитета; чистовая – получение 9 квалитета и отделочная 6-7-8 квалитеты.

Произведём расчёт для чистовой стадии.

Выбор глубины резания производится по справочникам.

Для операций чистовой обработки поверхности 9; 16; 17; 22, диаметр которой соответствует интервалу размеров до 120 мм, рекомендуется глубина резания не менее  $t = 0,3$  мм. Для поверхности 11; 12; 13; 14; 15; 18; 19; 20; 21; 23, диаметр которой соответствует интервалу размеров до 180 мм, рекомендуется глубина резания не менее  $t = 0,4$  мм.

Выбор инструмента.

Из условий обработки 40ХН2МА и анализа подбора материала пластины по рекомендациям зарубежных справочников принимаем режущий материал Т5К10, аналогичный ТТ8125 от TaeguTec, форма пластины ромбическая. Способ крепления пластины – двуплечим прихватом.

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		39

- Главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$  . Вспомогательный угол в плане  $\varphi_1 = 52^\circ$ .
- Радиус вершины 0,4.
- Нормативный период стойкости 60 мин.

#### Выбор подачи

Для отделочного и чистового точения заготовки из стали 30X13 диаметром до 180 мм и глубиной резания до  $t = 0,4$  мм, резцом с державкой сечением до 32\*32 мм рекомендуется подача  $S = 0,1$  мм/об.

Для чернового точения заготовки из стали 30X13 диаметром до 180 мм и глубиной резания до  $t = 2$  мм рекомендуется подача  $S = 0,26$  мм/об.

Для получистового точения заготовки из стали 30X13 диаметром до 180 мм и глубиной резания до  $t = 1,5$  мм рекомендуется подача  $S = 0,16$  мм/об.

По нормативам определяют поправочные коэффициенты на подачу отделочной стадии обработки для измененных условий в зависимости от: механических свойств обрабатываемого материала (сталь 40ХН2МА с 235-270 НВ)

- $K_{SM} = 0,8$ ;
- вылета резца (отношение вылета резца к его диаметру до 3)  $K_{sl} = 1$ ;
- Радиус вершины резца ( $r = 0,4$  мм)  $K_{sr} = 0,52$
- квалитет обрабатываемой детали (для 7 квалитета)  $K_{sk} = 0,85$ ;
- диаметра детали (до 250)  $K_{sd} = 0,8$ ;
- геометрических параметров резца (механическое крепление ромбической пластины с углом в плане  $90^\circ$ )  $K_{сфк} = 1$ .

Окончательно подача чистовой стадии обработки:

$$S_q = 0,1 * 0,8 * 1 * 0,52 * 0,85 * 0,80 * 1 = 0,1 \text{ мм/об}$$

Для получения шероховатости не более  $Ra = 1,25$  мкм при обработке стали 40ХН2МА во всём диапазоне скоростей резцом с радиусом при вершине до  $r = 0,4$  мм рекомендуется подача  $S = 0,15$  мм/об.

Далее определяют поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от шероховатости обработанной поверхности, для измененных условий в зависимости от:

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

– механических свойств обрабатываемого материала (сталь 40ХН2МА (235-270 НВ)  $K_{SM} = 1,2$ ;

инструментального материала (твердый сплав)  $K_{SH} = 1,0$ ;

вида обработки (точение)  $K_{SO} = 1,0$ ;

наличия охлаждения (присутствует)  $K_{SЖ} = 1,0$ .

Окончательно максимально допустимую подачу по шероховатости для чистовой, отделочной стадии обработки поверхностей определяют по формуле:

$$S_q = 0,15 * 1,2 * 1 * 1 * 1 = 0,216 \text{ мм/об}$$

Выбор скорости резания.

Рекомендуемые значения скорости резания для чистовой стадии обработки также выбирают по нормативам.

При чистовой стадии обработки стали 30Х13 скорость резания  $V_T = 487 \text{ м/мин}$ .

Также выбирают остальные поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий в зависимости от:

группы обрабатываемости материала  $K_{VC} = 0,5$ ;

вида обработки (точение)  $K_{VO} = 1,0$ ;

жесткости станка (токарный)  $K_{VJ} = 0,7$ ;

механических свойств обрабатываемого материала (40ХН2МА с твердостью до 235-270 НВ)  $K_{VM} = 0,7$ ;

геометрических параметров резца (механическое крепление ромбической пластины с главным углом в плане  $90^\circ$ )  $K_{VФ} = 1,0$ ;

периода стойкости режущей части (60 минут при механическом креплении твердосплавной пластины)  $K_{VT} = 0,7$ ;

Окончательно скорость резания при чистовой стадии обработки определяют:

$$V = V_T * K$$

$$V = 487 * 0,5 * 1 * 0,7 * 0,7 * 1 * 0,7 = 83,5 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле (2):

$$n = \frac{1000v}{D * \pi} = \frac{1000 * 83,5}{160 * \pi} = 166,2 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \quad (2)$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				41

Норма основного времени определяется по формуле: (3)

$$T_o = \frac{L}{S_m}, (3)$$

где  $L$  – длина обработки, мм;

$S_m$  – минутная подача, мм/мин.

Таким образом, основное время при точении равно:

$$T_o = \frac{2540}{16,62} = 153,5 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени определяется по формуле: (4)

$$T_{шт} = (T_o + T_B) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{обс} + \alpha_{от.л}}{100}\right), (4)$$

где  $T_o$  – основное время, мин;

$T_B$  – вспомогательное время, мин;

$\alpha_{обс}$ ,  $\alpha_{от.л}$  – время на обслуживание, отдых и личные надобности, назначается в процентах к оперативному времени ( $\alpha_{обс} + \alpha_{от.л} = 7\%$ ), %.

Подставив числовые значения, получим:

$$T_{шт} = (153,5 + 3,7) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 187,83 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитываем режимы резания и нормы времени для всех операций механической обработки. Режимы резания вносим в таблицу 3.

Режимы резания для обработки остальных поверхностей представлены в таблице 2.2.5.1

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата					



Окончание таблицы 2.5

Переходы	V м/мин	n об/мин	S мм/об	t, мм	To, мин	Tв, мин	Tмв, мин	Tца, мин	Tшт, мин	Врезание, мм	Перебег, мм	Подвод, мм	Длина обр. пов-ти, мм	L, мм
Операция 025 Токарная с ЧПУ														
Подрезка торца	100	297,6367641	0,25	0,5	0,531					1	1	5	33	39,54
Сверлить отверстие с торца Ø 21	20	59,52735282	0,4	10,5	3,201					11	4	5	56	76,23
Сверлить 3 отв. Ø5	26,5	78,87374248	0,02	2,5	49,24					3	3	6	66	77,68
Обработать предварительно	100	297,6367641	0,2	0,5	42,86					1	3	2	2546	2551,54
Точить канавки (черновой)	110	260	0,1	0,1	20,38					1	2	2	525	530
Точить канавки (чистой)	110	300	0,07	0,07	2,143					1	2	2	40	45
Обработать окончательно	83,5	166,2022293	0,1	0,1	153,5					1	2	2	2546	2551
Нарезать резьбу М160х3-6g	33	98,22013215	3	0,3	0,848					1	2	2	245	250
Выполнить поднутрение	80	159,2356688	0,3	0,5	0,095					1	1	2	1	4,54
Нарезать резьбу М64х2-6g	37	110,1256027	2	0,3	0,77					1	1,5	2	165	169,5
Проточить вал под резьбу	100	297,6367641	0,2	0,25	2,133					1	1	5	120	127
Нарезать резьбу М105х2-6g-1H	37	110,1256027	2	0,3	0,726					1	4	5	150	160
Шлифовка опорных шеек	500	1488,18382	0,06	0,03	16,83					1	1	1	1500	1503
					Суммарно 293,3	7,42	2,67	295,9	333,95					
Операция 030 Фрезерная с ЧПУ														
Фрезеровать пазы 40N9 (2 шт) (вид Г-Г)	0,126	2000	0,15	10	250,6					11	4	4	75168	75186,69
Фрезеровать пазы 5N9 (2 шт) (вид Ж-Ж)	0,126	2000	0,06	2	25,05					2	2	2	3000	3006,14
Фрезеровать пазы 40N9 (2 шт) (вид В-В)	0,126	2000	0,1	3	20,04					3	2	2	4000	4007,21
Сверлить отверстие Ø5 (2 шт) под резьбу	26,5	78,87374248	0,02	2,5	13,11					3	2	2	14	20,68
Фрезеровать пазы 40N9 (2 шт) (вид В-В)	0,126	2000	0,15	10	145,1					11	4	4	43500	43518,69
Сверлить отверстие Ø5 (2 шт) под резьбу	26,5	78,87374248	0,02	2,5	13,11					3	2	2	14	20,68
					Суммарно 467	10,44	0,52	467,5	525,75					
														1151

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки

Процесс токарной обработки детали «Вал магистрального нефтяного насоса» происходит на токарном станке с ЧПУ Torni Tascchi HD/3 525\*5000 90L. При работе на этом станке при выполнении токарных операций в качестве инструментальной оснастки используется револьверные головки фирмы Tascchi с 6-и позиционным инструментальным диском, а так же резцедержатели неподвижных инструментов, применяемых для наружной обработки, нарезания резьбы и сверления отверстий.

Достоинства:

- быстрое переключение позиций инструментов;
- высокая надежность крепления инструмента;
- возможность использовать многие комбинации инструментов и державок.

Резцы токарные с сечением 32x32 крепятся помощью резцедержателя типа В1 (см рис.3.1).

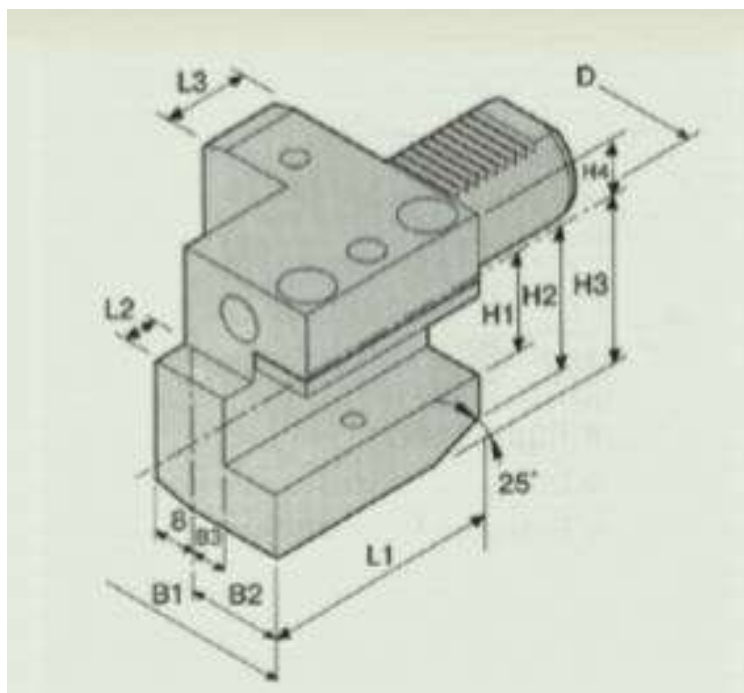


Рисунок 3.1 – Резцедержатель В1 32x32

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				



Таблица 3.1 – Резцедержатель типа В1

Тип	Описание	Виды обработки	d1, мм	h2, мм	a, мм	b, мм
VDI 60 B1-60x32	Правый, короткая серия	Наружная обработка, торцевое точение	60	32	60	125

2) Для закрепления сверл в револьверной головке станка и в инструментальном шпинделе используется цанговый патрон VDI E4-60-ER50 (см. рис. 3.2; табл. 3.2).

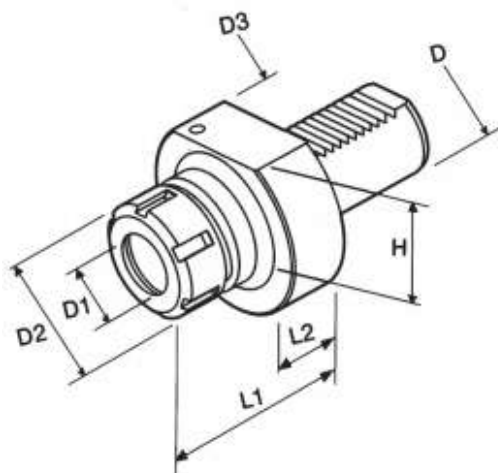


Рисунок 3.2 – Цанговый патрон VDI E4-60-ER50

Таблица 3.2 – Цанговый патрон VDI E4-60-ER50

D	D1	D2	D3	H	L1	L2
60	10-34	78	123	42.5	75	30

3) Для закрепления резца TaeguTec A16S SDQNL 11 в револьверной голове используется держатель расточных резцов форма E2-60x16 (см. рис. 3.3.; табл. 3.3).

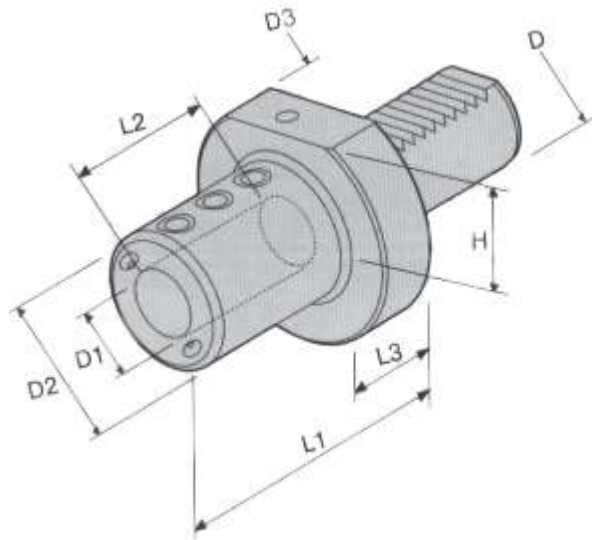


Рисунок 3.3 – Расточная оправка типа E2-60x16

Таблица 3.3 – Расточная оправка типа E2-60x16

Наименование	D	D1	D2	D3	H	L1	L2	L3
E2-60x16	60	16	68	123	42.5	90	76	35

4) Фреза F4138.W32.032.Z02.43 закрепляется с помощью высокопроизводительного фрезерного цангового патрона системы SMC (рис.3.4, табл. 3.4).



Рисунок 3.4 – Фрезерный цанговый патрон

Таблица 3.4 – Фрезерный цанговый патрон

Конус ВТ	Размер хвостовика инструмента d, мм	D, мм	A, мм
ВТ 50-ЕМС32-105	6-32	73,5	105

В результате анализа выявлено:

Револьверная голова позволяет разместить весь инструмент с применением наименьшего количества оснастки и переходников, что обеспечивает наименьший люфт, экономит время на подготовку и обеспечивает высокую точность изготовления.

Применяется оснастка зарубежного производства ведущих мировых представителей, что обеспечивает качество и надежность проверенную временем.

### 3.2 Проектирование и расчет специального станочного приспособления

#### 3.2.1 Анализ проектного технологического процесса

Проанализировав, действующий технологический процесс изготовления вала насоса, было решено, что необходимо спроектировать приспособление для обработки пазов на фрезерном станке для ускорения закрепления и повышение точности, однозначности позиционирования детали на столе.

#### 3.2.2 Обоснование базирования

Базированием называют придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат станка. В нашем случае базирование выполняется призмами по конструкторским базам, упором в торец и фиксатором от проворота и фиксации на угол. В данном случае преимущество базирования в призме заключается в том, что этим мы обеспечим совпадение конструкторской и технологической базы. А это в свою

очередь, сократит время на пересчет размеров и не приведет к появлению дополнительной погрешности.

### 3.2.3 Силовая схема

На рисунке 3.5 представлена силовая схема, на которой изображены силы, действующие в процессе обработки фрезой.

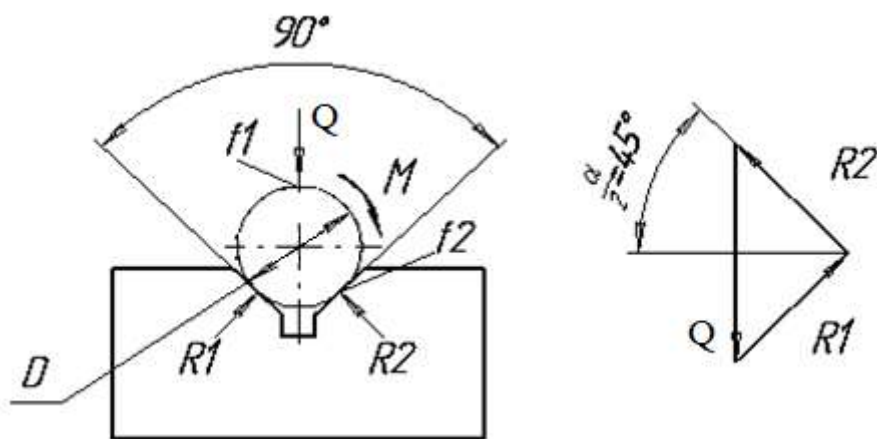


Рисунок 3.5 – Силовая схема

### 3.2.4 Расчет приспособления на точность

Рассчитывает погрешность приспособления для паза разреза Л-Л, так как он имеет наименьшие размеры и более жесткие допуски.

Допуск на размер шпоночного паза по глубине  $3^{+0.1} \delta = 0,1 \text{ мм}$ ;

по длине  $20 \pm 0.2 \delta = 0,4 \text{ мм}$

Погрешности приспособления определяем по формуле (5):

$$\varepsilon_{np} = K_m \sqrt{(K_{m2} * \varepsilon_o)^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_n^2 + (K_{m1} * \omega)^2} \quad (5)$$

где  $K_r = 1,2$  коэффициент, учитывающий возможное отступление от нормального распределение отдельных составляющих;

$K_{m2} = 0,8$  коэффициент при  $\varepsilon_o \neq 0$  коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках;

$K_{m1}$  – 0,6...0,8 коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызванной факторами, не зависящими от приспособления;

$\varepsilon_6$  – погрешность базирования  $\varepsilon_6 = 0,01$  мм;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления,  $\varepsilon_3 = 0$  в связи с постоянством силы закрепления заготовки и одинаковым качеством ее базовых поверхностей;

$\varepsilon_y$  – погрешность установки приспособления на столе станка (формула б):

$$\varepsilon_y = \frac{2 * S * m}{l} \quad (6)$$

где  $S$  – величина зазора между шпонкой и пазом стола станка = 0.05 (мм)

$m$  – длина шпонки  $m = 50$  (мм)

$l$  – расстояние между шпонками приспособления

$l = 250$  мм

$$\varepsilon_y = \frac{2 * 0.05 * 50}{250} = 0.02 \quad (\text{мм})$$

$\varepsilon_u$  – погрешность, износа установочных элементов (формула 7):

$$\varepsilon_u = B_z * N \quad (7)$$

где  $B_z$  – износ, мкм/шт;

$$B_z = 0.0002 \left( \frac{\text{мкм}}{\text{шт}} \right)$$

$N$  – партия детали  $N = 10$  шт.

$$\varepsilon_u = 0.0002 * 100 = 0.02 \quad (\text{мм})$$

$\varepsilon_n$  – погрешность, смещения режущего инструмента  $\varepsilon_n = 0$ ;

$\omega$  – экономическая точность обработки  $\omega = 0,1$  мм.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 10)^2 + 0 + 20^2 + 20^2 + 0 + (0,7 \cdot 100)^2} = 91 \quad (\text{мкм})$$

Сравнивая получившуюся погрешность с допусками паза разреза Л-Л:

Допуск на размер шпоночного паза по глубине  $3^{+0.1} \delta = 0,1$  мм;

по длине  $20 \pm 0.2 \delta = 0,4$  мм

									Лист
									50
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				

Так как  $91 < 100$  мкм  $91 < 400$  мкм, делаем вывод, что приспособление удовлетворяет точности обработки.

### 3.2.5 Расчет сил и моментов резания

По исходным данным  $n=2000$  об/мин;  $S=0,05$  мм/об проведем расчет сил и моментов резания центрального паза (разрез М-М).

Определяем действительную скорость резания по формуле (5):

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_{\text{пасп}}}{1000}, \text{ м/мин (5)}$$
$$V_d = \frac{3,14 \cdot 0,2 \cdot 2000}{1000} = 1,26 \text{ м/мин.}$$

Определяем силу резания по формуле (6):

$$P_Z = \frac{C_p \cdot t^{x_p} \cdot S_z^{y_p} \cdot B^u \cdot z}{D^q}, \text{ Н}$$

где  $C_p$  – коэффициент, характеризующий условия обработки;

$x_p, y_p, u$  – показатели степени (0,86; 0,72; 1,0);

$t$  – глубина фрезерования;

$B$  – ширина фрезерования;

$S_z$  –подача на зуб;

$D$  –диаметр фрезы;

$z$  – число зубьев фрезы.

$$P_Z = \frac{682 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,025^{0,72} \cdot 11,5 \cdot 2}{20^{0,86}} = 83,8, \text{ Н}$$

Величины остальных составляющих силы резания найдём через окружную силу.

Для осуществления процесса резания к фрезе необходимо приложить силу  $R_1$ , преодолевающую сопротивление обрабатываемого материала. Эту силу можно разложить на окружную силу  $P_z$ , касательную к траектории движения точки режущей кромки, и радиальную  $P_y$ , направленную по радиусу (см. рис. 3.6). Силу  $R_1$  можно также разложить и на горизонтальную  $P_H$  и

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата					

вертикальную  $P_v$  составляющие. У фрез с винтовыми зубьями в осевом направлении действует еще осевая сила  $P_x$  (см. рис. 3.7)

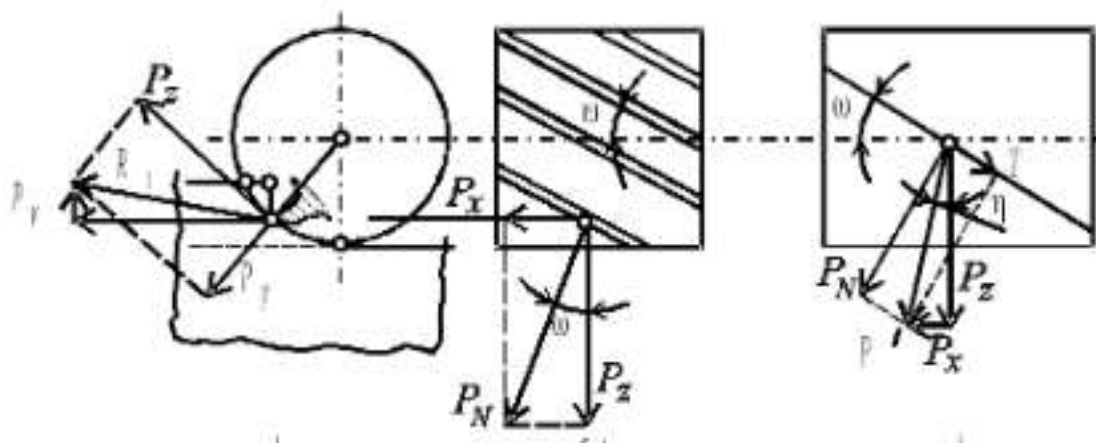


Рисунок 3.6 – Силы резания при работе цилиндрической фрезой.

Горизонтальная сила (подачи) нагружает механизм подачи станка и элементы крепления заготовки:

$$P_H = 0,4 \cdot P_z = 33,5 \text{ Н}$$

Вертикальная сила :

$$P_v = 0,9 \cdot P_z = 75,4 \text{ Н}$$

Радиальная сила действует на опоры шпинделя станка, создает дополнительный момент трения и изгибает оправку, на которой крепится фреза:

$$P_y = 0,55 \cdot P_z = 46,1 \text{ Н}$$

Осевая сила

$$P_x = 0,28 \operatorname{tg} \omega \cdot P_z = 0,45 \cdot P_z = 37,7 \text{ Н}$$

Определим крутящий момент при фрезеровании по формуле (8):

$$M_{кр} = P_z \cdot \frac{D}{2 \cdot 1000}, \text{ Нм (8)}$$

где  $P_z$  – главная составляющая (касательная) силы резания, Н;

$D$  – диаметр фрезы, мм.

$$M_{кр} = 83,8 \cdot \frac{20}{2 \cdot 1000} = 0,838, \text{ Нм}$$

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

На рисунке 3.2.5.2 представлена схема фрезерования шпоночной фрезой.

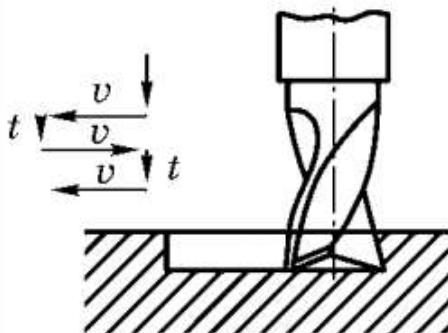


Рисунок 3.7 – Фреза шпоночная при работе на станке с маятниковой подачей

### 3.2.6 Расчёт усилий зажима заготовки

Деталь закрепляется в призмах с углом  $90^\circ$ . Определим необходимое усилие зажима проведя расчет на смещение вдоль оси заготовки и поворотом заготовки в призмах под действием сил:

$$P_H = 33,5 \text{ Н};$$

$$P_V = 75,4 \text{ Н}.$$

Проведем расчет необходимого усилия зажима при обработке наибольшего паза разреза М-М.

Сила подачи  $P_H$  стремится сдвинуть заготовку с призм, но этому препятствуют силы трения  $T$  и  $T_1$ , возникающие на зажимаемой шейке вала и на рабочей поверхности призм.

Из уравнения равновесия сил (формула 8.1) определим величину усилия зажима по формуле (8.2):

$$Q \cdot f_1 + Q \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot f_2 = k \cdot P_H, \quad (9)$$

$$Q_1 = \frac{k \cdot P_H}{\frac{f_1}{\sin(\alpha/2)} + f_2} \quad (10)$$

где  $f_2$  – коэффициент трения  $f_2 = 0,14$ ; тогда  $f_1 = 1,41 \times 0,14 = 0,2$ .

$K$  – коэффициент запаса, в свою очередь находится по формуле (11):

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (11)$$



где  $k_0$  — гарантированный коэффициент запаса — рекомендуется принимать для всех случаев равным 1,5;

$k_1$  - коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки. При чистовой обработке  $k_1=1$ ;

$k_2$  — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента. При фрезеровании стали  $k_2=1,7$ .

$k_3$  — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании. При торцовом фрезеровании он достигает значения 1,2. При обработке без ударов  $k_3=1,0$ .

$k_4$  — коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима. Для механических устройств прямого действия  $k_4=1,0$ .

$k_5$  — коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах.

$k_6$  — коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку. Если заготовка установлена базовой плоскостью на опоры с ограниченной поверхностью контакта,  $k_6=1,0$ .

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 3,06$$

$$Q = \frac{3,06 \cdot 33,5}{0,14 + \frac{0,2}{\sin 45^\circ}} = 241,2 \text{ Н.}$$

Сила  $P_v$  стремится повернуть заготовку вокруг оси вращения фрезы, но этому препятствуют моменты от сил трения  $T$  и  $T_1$ . Из условия равновесия заготовки и с учётом коэффициента запаса определим величину усилия зажима:

$$Q_2 = \frac{K \cdot P_v \cdot R_\phi}{f_1 \cdot R \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + f_2 \cdot R}, \quad (12)$$

где  $R$  — радиус заготовки в месте обработки, мм;

$R_\phi$  — радиус фрезы.

При обработке паза:

									Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата					54

$$Q_2 = \frac{3,06 \cdot 75,4 \cdot 10}{0,2 \cdot 95 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 0,14 \cdot 95} = 86,4 \text{ Н.}$$

Из двух значений усилия прижима выбираем для дальнейшего расчёта максимальное:  $Q_1 = 241,2 \text{ Н.}$

Так как в приспособлении применены два прихвата то  $Q = Q_1/2 = 120,6 \text{ Н.}$   
 Схема фрезерования шпоночного паза концевой фрезой и базирования вала представлены на рисунке 3.8, 3.9.

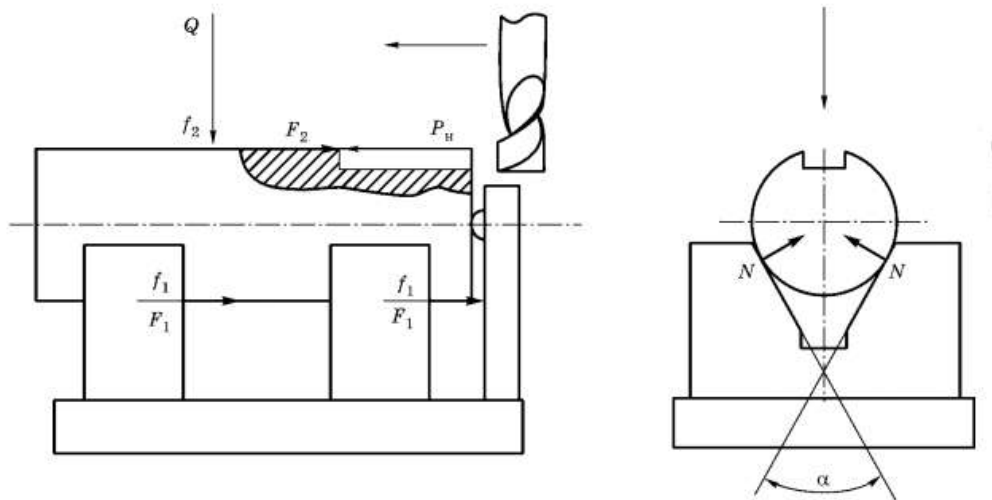


Рисунок 3.8 – Схема фрезерованию шпоночного паза концевой фрезой



Рисунок 3.9 – Схема базирования детали при фрезеровании

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

### 3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента

На операции «010 Токарная с ЧПУ» формируем основные поверхности резцом токарным TaeguTec MVJNR 3232 P16 с пластиной 160404 FC TT8125. Так как данным резцом обрабатываем большую часть поверхностей с наибольшей точностью, резец считается основным.

Покажем на примере данного резца методику выбора всего токарного и фрезерного инструмента.

а) Определение вида, формы обрабатываемой поверхности, требований по точности и шероховатости

Исходя из эскиза вала видно, что в большинстве обрабатываемые поверхности являются цилиндрическими с шероховатостью Ra 0,4-1,6 мкм. Точность обработки 6-7 квалитет.

б) Определение типа выполняемой операции – чистовое точение;

в) Определение условий обработки: – чистовое непрерывное резание;

г) Определение группы резания (группы применимости): нержавеющая сталь (M);

д) Выбор системы крепления пластины: система D (см. рисунок ). Система D используется для обработки детали по контуру, когда условия резания меняются в широких пределах от продольного точения к торцевому.

е) Выбор типоразмера державки и формы пластины.

Для чистовой обработки выбираем державку с кодом формы V для большего количества режущих кромок.

ж) Выбор геометрии пластины и марки материала режущих пластин.

– Выбор заднего угла СМП

Выбираем пластину типа А (рисунок 3.10), так как данные пластины хорошо подходят для обработка материалов высокой твердости и прочности (группы M, S, H), так как заготовка вала обладает пределом прочности свыше 750 МПа.

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

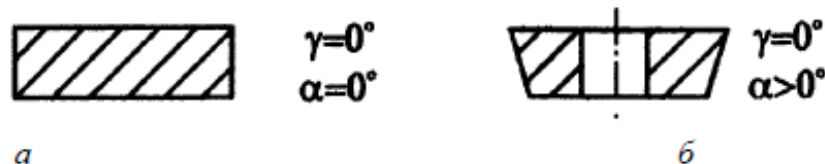


Рисунок 3.10 – пластина типов А и Б.

– Определение формы передней поверхности (таблица 3.5)

Таблица 3.5 – Формы передней поверхности

Обозначение передней поверхности	Диапазон глубин $t$ , мм	Диапазон подачи $S_0$ , мм/об
Геометрия F (чистовой стружколом)	0,5-2,0	0,1-0,3
Геометрия M (получистовой стружколом)	1,5-5,0	0,2-0,5
Геометрия R (черновой сружколом)	5-15	0,5-1,5

Исходя из наших условий обработки выбираем геометрию F для чистовой обработки.

– Выбор марки сплава СМП осуществляется по диаграммам соответствия марки обрабатываемого материала и марки материала режущих пластин. В нашем случае выбираем материал пластины TT8125 (твердосплавный сплав с покрытием), идеально подходящий для чистовой обработки стали.

– Выбор радиуса при вершине

При окончательной обработке выбор радиуса при вершине пластины зависит от требуемой шероховатости поверхности. Так как требование шероховатости до  $Ra = 0,4$  мкм выбираем радиус 0,4 мм, который обеспечит прочность кромки.

В результате анализа выбран токарный резец TaeguTec MVJNR 3232 P16 с пластиной VNMG 160404 FC TT8125 (Таблица 3.6).

Таблица 3.6 – расшифровка маркировки державки TaeguTec MVJNR 3232 P16

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Обозначение	M	V	J	N	R	32	32	P	16

1) Система крепления – M – мультизажим;

2) Форма пластины – V – ромб 35°;

3) Угол в плане – J – 93°;

- 4) Задний угол – N – 0°;
- 5) Захват инструмента – R – правый;
- 6) Высота хвостовика – 32 мм;
- 7) Ширина хвостовика – 32 мм;
- 8) Длина инструмента – P – 170 мм;
- 9) Длина режущей кромки – 16 мм.

Таблица 3.7 – расшифровка маркировки пластины TaeguTec VNMG 160404 FC TT8125 (таблица 3.7, рис. 3.8, 3.9, 3.10)

№	1	2	3	4	5	6	7	8
Обозначение	V	N	M	G	16	04	04	FC

- 1) Форма пластины – V – ромб 35°;
- 2) Задний угол – N – 0°;
- 3) Допуск M  
 $m = \pm 0.08 \sim \pm 0.18$ ;  $t = \pm 0.13$ ;  $d = \pm 0.05 \sim \pm 0.13$

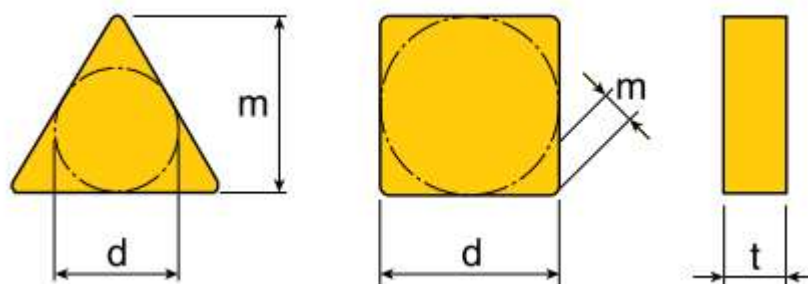


Рисунок 3.11 – Допуски пластины

- 4) Тип G

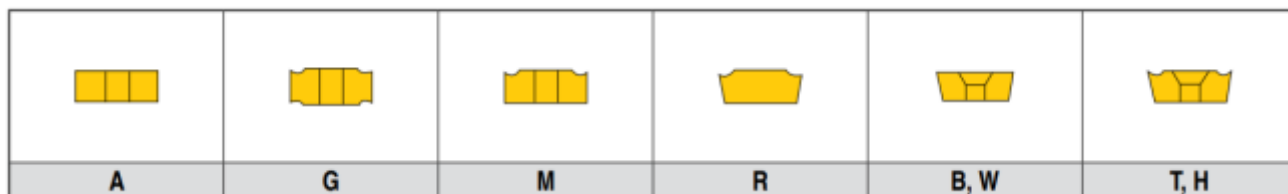


Рисунок 3.12 – Типы пластин

- 5) Длина режущей кромки 16 – 9,52 мм;
- 6) Толщина 04 – 4,76 мм

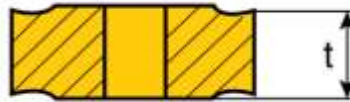


Рисунок 3.13 – Толщина пластины

7) Радиус закругления 04 – 0,4 мм;

8) Стружколом – FC (рисунок 3.8)

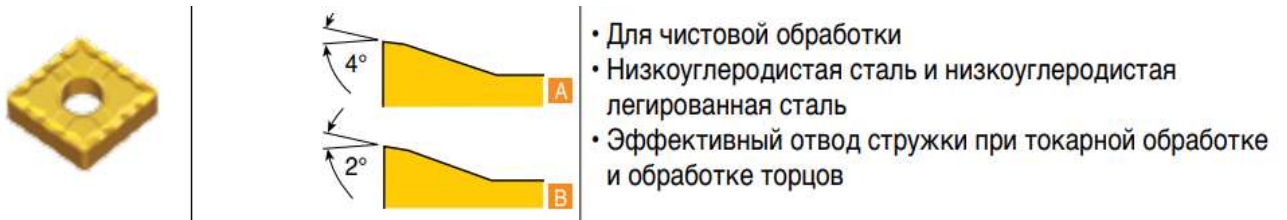


Рисунок 3.14 – Стружколом типа FC

Ниже представлена выбранная державка TaeguTec MVJNR 3232 P16 с пластиной VNMG 160404 FC TT8125

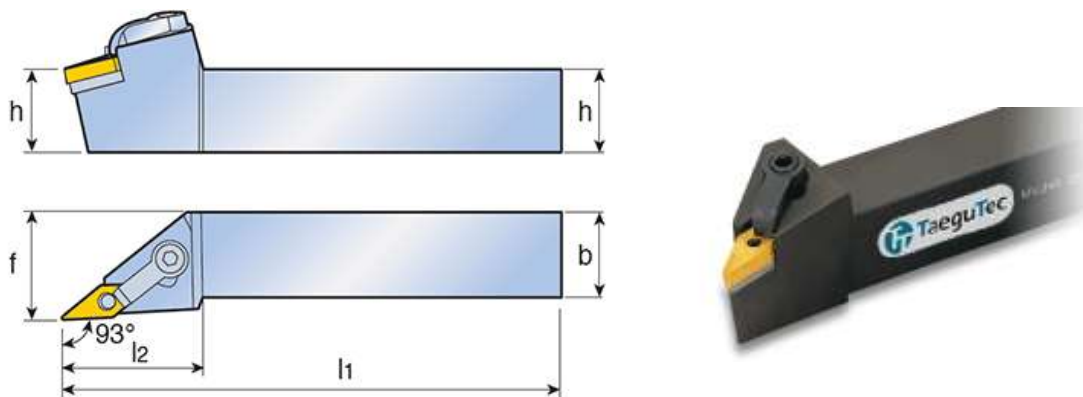


Рисунок 3.15 – Державка TaeguTec MVJNR 3232 P16

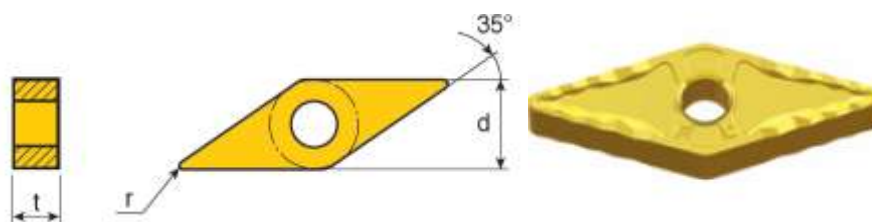


Рисунок 3.16 – Пластина VNMG 160404 FC TT8125

Таблица 3.8 – Державка TaeguTec MVJNR 3232 P16 с пластиной

Наименование	h1	h	b	l1	l2	f	d	t	r
TaeguTec MVJNR 3232 P16 с пластиной VNMG 160404 FC TT8125	32.0	32.0	32.0	170.0	42.0	40.0	9.52	4.76	0.40

Аналогично подобран следующий инструмент:

1) Резец токарный TaeguTec PCLNR 3232 P16 с пластиной CNMG 160612 MT TT3185 (торцевка, черновая м/о);

2) Сверло Ø 21 мм по ГОСТ 22735-77;

Сверло Ø 5 мм по ГОСТ 22735-77.

3) Резец токарный TaeguTec PDJNR 3232 P15 с пластиной DNMG 150608 FG TT8125 (проходной п/чистовой);

4) Резец токарный TaeguTec TTER 2525-3T25 с пластиной TDC4 TT9080 (канавочный);

5) Резец токарный TaeguTec MVJNR 3232 P16 с пластиной 160404 FC TT8125 (проходной, чистовой);

6) Резец токарный резьбовой VARGUS AL32-3 с пластиной 3ER G60 (резьба метрическая, правая);

7) Специальный инструмент – резьбовой резец с СМП (пов-ть 30) (M115\*2LH-g6);

8) Фреза концевая Mitsubishi VFMHVRB D2000R100;

9) Фреза концевая Mitsubishi VFMHVRB D0600R0050;

10) Фреза концевая Mitsubishi VFSDRB D0400R0030;

11) Шлифовальный алмазный круг по ГОСТ 16167-90 (ИСО 6168-80), обозначение 2720-0149, форма 1A1.

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ					

Таблица 3.9 – Сводная таблица

Используемый инструмент	Крепежная часть инструмента, мм	Станок	Операции
1) Резец токарный TaeguTec PCLNR 3232 P16 с пластиной CNMG 160612 MT TT3185 (торцевка, черновая м/о);	32×32	Torni Tacchi HD/3 525*5000 90L	005
2) Сверло TOP 3215-25T2-07 Пластина SOMT 070306 DP TT9080 MPS1-0430L-DIN	Ø 21 Ø 5		
3) Резец токарный TaeguTec PDJNR 3232 P15 с пластиной DNMG 150608 FG TT8125 (проходной п/чистовой);	32×32		025
4) Резец токарный TaeguTec TTER 3232-4T25 с пластиной TDC4 TT9080 (канавочный);	32×32		
5) Резец токарный TaeguTec MVJNR 3232 P16 с пластиной 160404 FC TT8125 (проходной для труднодоступных мест);	32×32		
6) Резец токарный резьбовой VARGUS AL32-3 с пластиной 3ER G60 (резьба метрическая, правая);	32×32		
7) Специальный инструмент – резьбовой резец с СМП для поверхности 30 (M115*2LH-g6);	32×32		

										Лист
										61
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ					



Окончание таблицы 3.9

11) Шлифовальный алмазный круг по ГОСТ 16167-90 (ИСО 6168-80), обозначение 2720-0149, форма 1А1.	Ø127/350		
8) Фреза концевая Mitsubishi VFMHVRB D2000R100;	Ø 20	WELE LB321	030
9) Фреза концевая Mitsubishi VFMHVRB D0600R050;	Ø 6		
10) Фреза концевая Mitsubishi VFMHVRB D0400R030;	Ø 6		

3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента

Для обработки канавки (рисунок 3.17) необходимо спроектировать специальный токарный резец. Происходит чистовая обработка (непрерывное резание) стали 40ХН2МА.

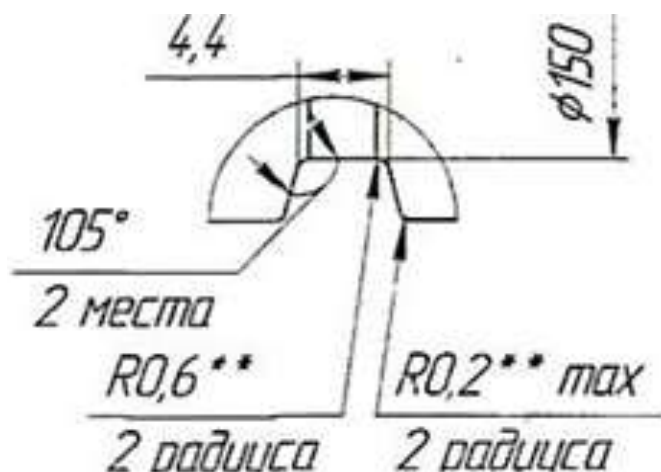


Рисунок 3.17 – канавка

### 3.4.1 Выбор типа конструкции

Конструкция резца будет сборная, так как в таких резцах используют сменные многогранные пластины (СМП), которые закрепляются на инструменте винтовым прихватом и удерживаются в гнезде державки при помощи сил трения. При износе одной из режущих кромок, пластину переворачивают и в работу продолжают другой режущей кромкой. После износа обеих сторон, меняют на новую пластинку. Данный метод крепления режущей части резца с державкой избавляет от нужды, перетачивать инструмент, уменьшает время на замену изношенного инструмента в магазине, даёт возможность работы пластины в разной ориентации, можно перевернуть. Отсутствие спаянных частей в инструменте снижает вероятность появления трещин и других дефектов, поэтому износостойкость державки и резца возрастает в 1,5 -2 раза.

### 3.4.2 Выбор материала режущей части

Проанализировав исходные данные, рассмотрев зарубежные аналоги материалов для режущих частей, выберем материал режущей части Т15К6. Он относится к двухкарбидным твердым сплавам, а именно которые состоит из соединений карбидов вольфрама и карбида титана, и кобальтовой связки, который придает сплавам определенную прочность и вязкость. ТС позволяют работать со скоростями свыше 100 м/мин, что и необходимо при чистовой обработке. Группы применения Р - для материалов, резание которых сопровождается образованием сливной стружки большинства низко- и среднелегированных сталей, стального литья, незакаленных инструментальных сталей и стальных отливок.

### 3.4.3 Назначение геометрических параметров резца

Значение переднего угла при наружной обработке выбираем зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала и материала рабочей части. Передний угол  $\gamma = 0^\circ$ , задний угол выбирается в пределах от 1 до 2 градусов, большие величины этого угла ведут к ослаблению

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		63

режущих кромок и так как обрабатываемый материал имеет относительно высокую прочность, принимаем  $\alpha = 2^\circ$ . [1]

### 3.4.4 Определение конструктивных параметров резца

Вид крепления режущей части – прихватом сверху (рисунок 3.18).  
закрепление происходит за счёт винта.

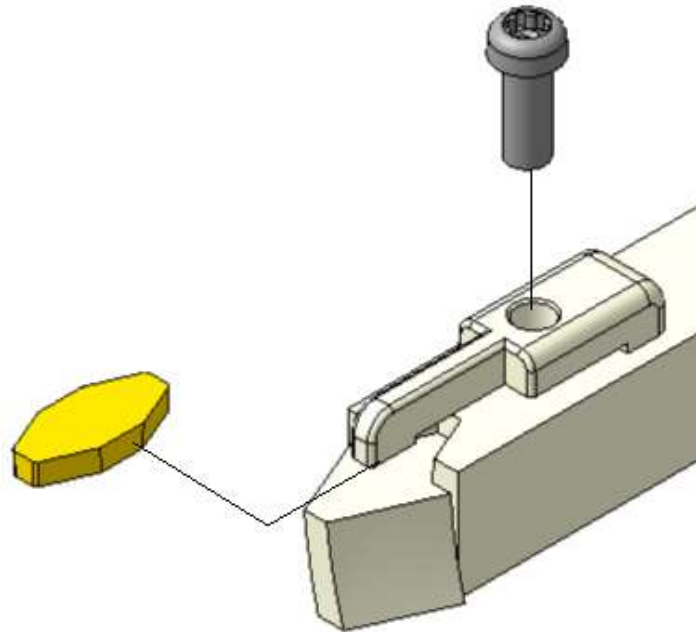


Рисунок 3.18 – крепление пластины

### 3.4.5 Определение режимов резания

1. Глубина резания  $t = 8$  мм (ширина канавки)
2. Подача  $S = 0,15$  мм/об (максимально допустимая для заданной шероховатости).
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \pi \cdot D \cdot n \cdot 10^{-3} \frac{\text{М}}{\text{МИН}};$$

где:  $D=168,1$  мм – диаметр резания,

$n=1500$  мин<sup>-1</sup> – частота вращения (в зависимости от необходимой шероховатости)

$$V = \pi \cdot 211,1 \cdot 1500 \cdot 10^{-3} = 490 \frac{\text{М}}{\text{МИН}};$$

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата					

### 3.4.6 Расчет силы резания

Сила резания рассчитывается по формуле (12):

$$P_z = 10 \cdot C_{P_z} \cdot t^{X_{P_z}} \cdot S^{Y_{P_z}} \cdot V^{n_{P_z}} \cdot K_{P_z} \text{ Н}; \quad (12)$$

Для заданных условий обработки  $C_{P_z} = 92$ ,  $X_{P_z} = 1$ ,  $Y_{P_z} = 0,75$ ,  $n_{P_z} = 0,2$

Находим поправочные коэффициенты [7]:

$$K_{P_z} = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{r_p},$$

где  $K_{M_p}$  - поправочный коэффициент в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала:

$$K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_a}{75}\right)^{0,35} = \left(\frac{65}{75}\right)^{0,35} = 0,95;$$

где  $K_{\varphi_p}$  - поправочный коэффициент на  $P_z$  в зависимости от главного угла в плане.  $K_{\varphi_p} = 1$ ;

$K_{\gamma_p}$  - поправочный коэффициент в зависимости от переднего угла. При  $K_{\gamma_p} = 1$ ;

$K_{V_p}$  - поправочный коэффициент в зависимости от скорости резания.

$K_{V_p} = 1$ ;

$K_{h_p}$  - поправочный коэффициент в зависимости от износа резца.

Принимаем износ резца по задней поверхности  $h = 1,5 \text{ мм}$ , т.к при черновой обработке углеродистой стали проходными резцами из твердых сплавов величина износа достигает 1,5...2 мм, тогда  $K_{h_p} = 1,05$ ;

$K_{r_p}$  - поправочный коэффициент в зависимости от радиуса при вершине лезвия резца. При  $r = 1 \text{ мм}$ ,  $K_{r_p} = 0,93$ .

$$K_{P_z} = 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,88;$$

						Лист
					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	65
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 12^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 663,2^{0,2} \cdot 0,88 = 8587,2 \text{ Н.}$$

### 3.4.7 Расчет державки на изгиб

Расчет державки на изгиб выполняется исходя из условия:

$$\sigma = \frac{P_z \cdot L}{B \cdot H^3} \leq [\sigma];$$

где L=60 мм – вылет державки резца, B=H=25 мм – сечение державки резца,  $[\sigma] = 200$  Мпа – допустимое напряжение на изгиб для стали 45.

$$\sigma = \frac{8587,2 \cdot 0,060}{0,025 \cdot 0,025^3} = 131 \leq 200;$$

						Лист
					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	66
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		





Рисунок 3.20 – штангенциркуль

## 2) Штангенглубиномер

Для контроля глубины внутренних отверстий выбираем цифровой штангенглубиномер ШГЦ-160 ГОСТ 162-90 (рисунок 3.21)



Рисунок 3.21 – Штангенглубиномер цифровой

## 3) Микрометр

Для измерения диаметра  $\varnothing 155-0,029$  мм; 5.  $\varnothing 155-0,063$  мм; 6.  $\varnothing 156-0,014 - 0,054$  мм; 7.  $\varnothing 168-0,014-0,039$  мм (рисунок 3.22)

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		68



Рисунок 3.22 – микрометр

4) Калибр-пробка для резьбы

Для контроля резьбы М24 – Н7 выбираем калибр-пробку М24 – Н7 ПР – НЕ (рисунок 3.23).



Рисунок 3.23 – Калибр-пробка для резьбы

б) Калибр-кольцо

Для контроля наружной резьбы М105, М160, М64 (рисунок 3.24)



Рисунок 3.24 – калибр-кольцо

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата



### 7) Индикатор часового типа

Замер биения вала производится с помощью станда с индикатором часового типа со стойкой. Вал при этом устанавливается на ролики по опорным шейкам (конструкторские базы), что максимально имитирует вращение вала в насосе (рисунок 3.25)

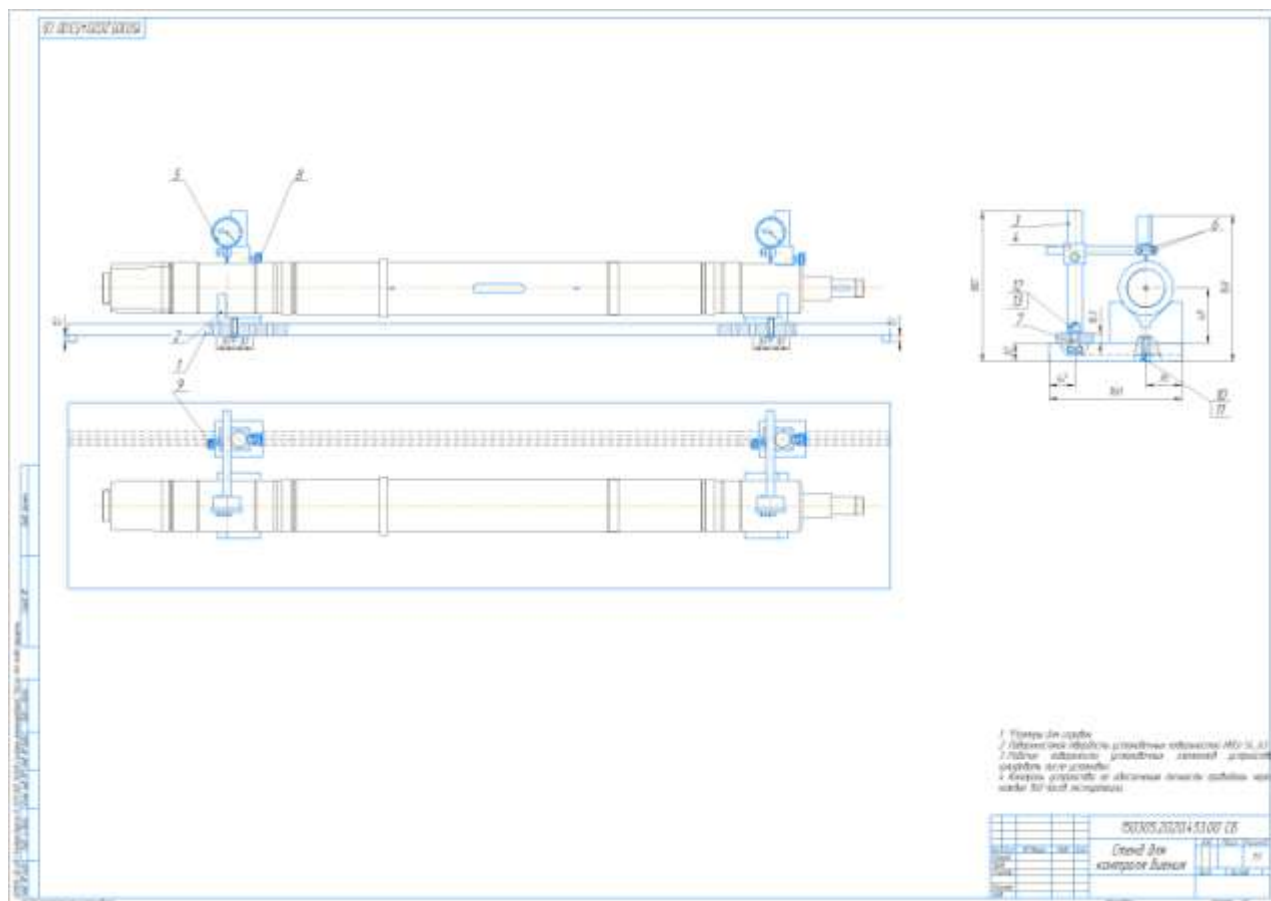


Рисунок 3.25 – Стенд для контроля биения

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

## 4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали.

4.1.1 Наличие слесарных, универсальных или специальных операций в технологическом процессе

В данном технологическом процессе изготовления детали «вал магистрального нефтяного насоса» не предусмотрены слесарные операции, оборудование имеет высокий класс точности. Инструменты высокого качества, правильно подобранные режимы резания не выдирают металл, и не оставляют дефектов, нуждающихся в ручном удалении рабочим.

4.1.2. Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

Для обработки данного вала используются два станка:

1. Токарный станок с ЧПУ Tascchi HD/3 90L

2. Фрезерный горизонтальный центр с ЧПУ Wele RB212

– Станки не имеют системы автоматической уборки отходов и стружки.

– Отсутствуют системы автоматического закрытия и открытия дверей станка.

– Оборудование не имеет приспособлений для установки, базирования и закрепления спутника или паллеты.

– Станки не имеют специальных датчиков для наладки и диагностики работы оборудования режущего инструмента.

4.1.3. Концентрация переходов на операции механической обработки

В технологическом процессе изготовления вала присутствует большое количество операций с использованием различного инструмента:

– резцы различных видов;

– фрезы различных диаметров;

– Сверла различных диаметров;

– Метчики под резьбу различных диаметров ;

										Лист
										71
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата						

На токарном станке обработка ведется в 2 установка. На фрезерном в 3 установка. Так же между металлообрабатывающими операциями и установками делаются операции по контролю размеров.

#### 4.1.4. Габаритные размеры детали

Вал магистрально нефтяного насоса является крупногабаритной деталью с соответствующей массой.

– Габаритные размеры детали:  $\varnothing 170$  L=2570

– Масса: 370 кг.

Установка и перемещение на станок производится с помощью мостового крана.

#### 4.1.5. Наличие поверхностей для захвата

Данная деталь имеет большие габаритные размеры и массу. На протяжении всего технологического процесса заготовка и деталь имеет поверхности для захвата, цилиндрические поверхности. Необходимость в промежуточных базах отсутствует. Для перемещения, снятия и установки можно использовать робота или иное вспомогательное оборудование, например, схват. (рисунок 4.1)



Рисунок 4.1 – Поверхности для захвата заготовки

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		72

#### 4.1.6 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на гибком производственном участке

На данном участке обрабатываются детали схожей конфигурации и отличающиеся, как правило, друг от друга габаритными размерами, поэтому будет целесообразно производить их на одном участке по одной технологии с учетом индивидуальных особенностей.

Классификация деталей проводится в два этапа:

##### 1. Первичная классификация:

- материал исходной заготовки – 40ХН2МА (Сталь конструкционная легированная хромоникельмолибденовая.);
- вид исходной заготовки — пруток горячекатаный, круглого профиля Ø180 мм
- шероховатость – Ra 12;
- масса заготовки – 545 кг
- масса готовой детали – 370 кг.
- объёмная закалка с твёрдостью 30-35 HRC. Лазерная закалка шеек под подшипники глубина не менее 1.5 мм с твёрдостью 45-52 HRC.

##### 2. Вторичная классификация:

Код классификатора ЕСКД: 716534

71 – Детали тела вращения типа вал.

6 – с L св. 2 D с наружной. поверхностью конической, криволинейной., комбинированной.

5 – с наружной поверхностью комбинированной, без закрытых уступов, с наружной резьбой

3 – с центральным глухим отверстие с одной или двух сторон, с резьбой

4 – с пазами и/или шлицами на наружной . поверхности с отв. вне оси детали

									Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				73





Окончание таблицы 4.1

14	Наличие поверхностей для захвата детали промышленным роботом и базирования на промежуточных накопителях	Поверхности для захвата и базирования детали промышленным роботом имеются	Технологично
----	---	---	--------------

Качественная оценка показывает, что данная деталь технологична в серийном производстве. Деталь имеет простую форму, все поверхности легкодоступны при механической обработке.

## 4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

### 4.2.1 Определение состава и числа оборудования станочного комплекса ГПС

Выбор вида станков, их специализации по числу управляемых координат и определение их количества в составе ГПС по выпуску деталей заданной номенклатуры осуществляются на основе разработанных технологических процессов на типовые детали по следующей формуле (13):

$$K = \frac{C_{\text{ср}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (13)$$

где  $C_{\text{ср}}$  – средняя станкоемкость, приходящаяся на каждый станок, мин;

$T_{\text{ср}}$  – средний такт выпуска деталей, мин;  $K$  – число станков по виду оборудования.

$$C_{\text{ср}1} = C_1 + C_2 = (555 + 681 + 88) + 663 = 1930 \text{ мин.}$$

Средний такт выпуска деталей определяется по формуле (14):

$$T_{\text{ср}} = \frac{60\Phi_0 K_{\text{исп}}}{N_{\text{год}}}, \quad (14)$$

где  $\Phi_0$  – годовой фонд времени оборудования, ч;

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

$N$  – годовая программа выпуска деталей, 120 шт.

$$\Phi_0 = (K_{\text{к.д}} - K_{\text{п.д}}) \cdot S \cdot d$$

$K_{\text{к.д}}$  и  $K_{\text{п.д}}$  — количество календарных; и праздничных и выходных дней в году;

$S = 1$  – число смен на участке;

$d = 8$  часов — продолжительность смены.

$$\Phi_0 = (365 - 118) \cdot 1 \cdot 8 = 1976 \text{ ч}$$

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

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

										Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата						77



$$T_{\text{ср}} = \frac{60 \cdot 1976 \cdot 0,85}{120} = 839,8 \text{ мин}$$

Результаты определения количества оборудования:

$$K = \frac{1987}{839,8} = 2,36 \approx 3 \text{ станков}$$

#### 4.2.2 Определение структуры и состава автоматизированной транспортно-складской системы ГПС

Автоматизированная транспортно-складская система (АТСС) в гибком автоматизированном производстве (ГАП) предназначена для:

- хранения в накопителях большой вместимости (складе) межоперационных заделов деталей и автоматической транспортировки их по заданному адресу по командам от ЭВМ.

Определим основные характеристики транспортно-складской системы ГПС, такие как объем стеллажа-накопителя, количество позиций разгрузки и загрузки, количество позиций контроля с учетом того, что годовая программа выпуска валов насоса составляет 120 деталей.

##### 1) Определение характеристик стеллажа-накопителя.

Максимальное число деталиеустановок различных наименований (число серий), которые могут быть обработаны на комплексе в течение месяца, определим по формуле (15):

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot \Phi_{\text{ст}} \cdot n_{\text{ст}}}{t_{\text{об}} \cdot N} \quad (15),$$

где  $\Phi_{\text{ст}}$  – месячный фонд отдачи станка, ч ( $\Phi_{\text{ст}} = 305$  ч для двухсменного режима работы);

$n_{\text{ст}}$  – число станков, входящих в ГПС;

$t_{\text{об}}$  – средняя трудоемкость обработки одной деталиеустановки, мин;

$N$  – средняя месячная программа выпуска деталей одного наименования.

Подставляя, получим:

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot 305 \cdot 3}{1562,5 \cdot 15} = 2,34, \text{ шт}$$

Полученное число деталиеустановок определяет количество ячеек  $Z$  в накопителе.

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

Для обеспечения оптимального выполнения работы ГПС необходим запас стеллажей в накопителе, равный примерно 10 % от  $K_{\text{наим}}$ :

$$Z = 1,1 \cdot K_{\text{наим}} = 1,1 \cdot 2,34 = 2,57, \text{ шт.}$$

В нашем варианте, исходя из расчётов и анализа детали и заготовки, выберем многоярусную двухрядную схему склада, поскольку она является более компактной компоновкой стеллажа для склада готовых деталей и заготовок, так как позволяет значительно сократить размеры склада и в то же время даёт возможности для нормально обслуживания, с использование вспомогательного оборудования

## 2) Расчет числа позиций загрузки и разгрузки

Расчет необходимого числа позиций загрузки и разгрузки производят по формуле (16):

$$n_{\text{поз}} = \frac{t \cdot K_{\text{дет}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60}, \quad (16)$$

где  $t$  – средняя трудоемкость операций на позиции, мин;

$K_{\text{дет}}$  – число деталиустановок, проходящих через позицию в течение месяца, шт.;

$\Phi_{\text{поз}}$  – месячный фонд времени работы позиции, ч;  $\Phi_{\text{поз}} = \Phi_{\text{ст}} = 305$  ч.

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

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

Подставляя, получим:

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{10 \cdot 3,37}{6,62} = 4,3 \text{ шт.}$$

Для расчетов можно использовать следующие значения трудоемкостей операций по загрузке ( $t_z$ ) и разгрузке ( $t_p$ ) деталей [1]:  $t_z = 5$  мин;  $t_p = 3$  мин.

Подставляя, получим:

$$n_{\text{поз}} = \frac{8 \cdot 3,37 \cdot 10}{305 \cdot 60} = 0,2$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата					79

Округлим полученное значение в большую сторону:

$$n_{\text{поз}} \approx 1, \text{ шт.}$$

#### 4.2.3 Проектирование предварительной компоновочной системы ГПС

Схемы ГПС демонстрирует взаимосвязь между основным оборудованием (станки) и обслуживающим, а так же складами. Для проектирования перемещений необходим технологический процесс обработки детали.

Маршрутный технологический процесс:

- 000 Заготовительная операция;
- 005 Токарная с ЧПУ;
- 010 Токарная с ЧПУ;
- 025 Токарная с ЧПУ;
- 030 Токарная с ЧПУ;
- 035 Фрезерная с ЧПУ;
- 040 Контрольная операция.

Составим два варианта предварительной компоновки ГПС для данного технологического процесса. На рисунке 4.2 представлена ГПС с кольцевым размещением станков.

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

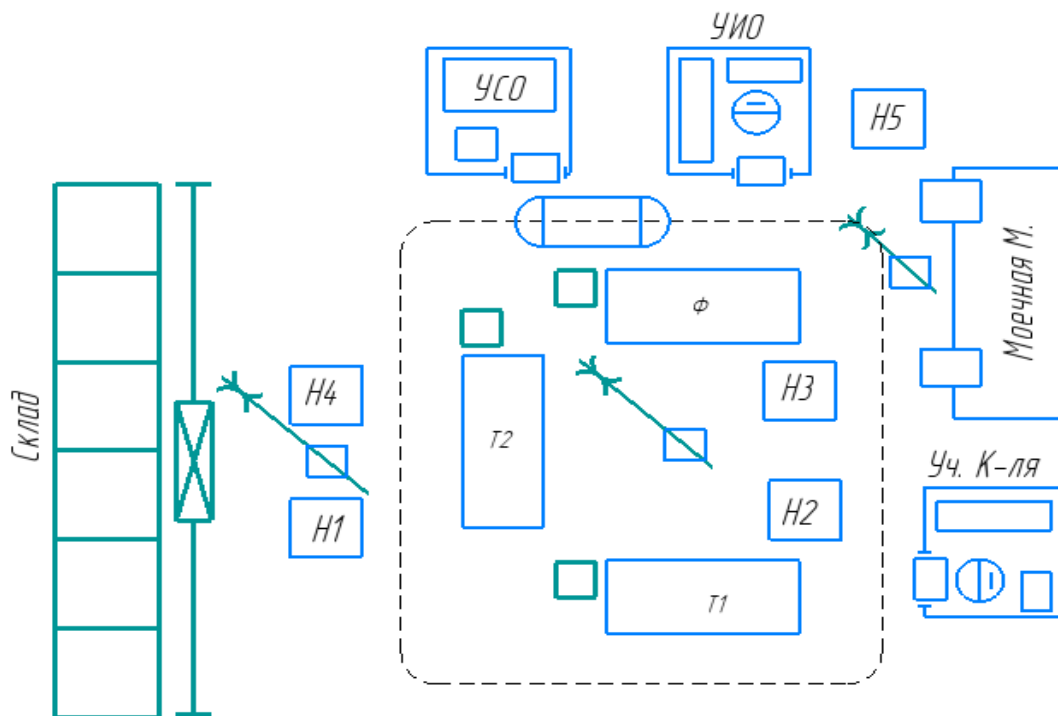


Рисунок 4.2 – Предварительная компоновка

В проектной ГПС перемещения осуществляются с помощью напольного робочара. Кран-штабелер забирает заготовку (ЗГ) из ячейки главного склада и перемещает ее на приемо-раздаточный стол (ПРС). С ПРС ЗГ берет схват промышленно робота (СПР) установленного между ПРС и укладывает в паллету на робочар. Робочар перемещает ЗГ к токарному станку, СПР, установленный около токарного станка снимает ЗГ с робочара и устанавливает на станок. При наличии на станке, обрабатываемой заготовки, вновь поступившую ЗГ СПР размещает на ПРС. После обработки СПР перемещает ЗГ со станка на паллету робочара (при загрузке робочара в данный момент времени СПР перемещает ЗГ на ПРС). Аналогично происходит доставка и установка ЗГ на последующий токарный станок и фрезерный центр. После чистовой обработки СПР перемещает деталь на робочар, который транспортирует деталь на мойку к моечной машине. Около моечной машины также располагается СПР, который осуществляет загрузку и разгрузку моечной машины. После мойки робочар перемещает деталь на склад, где СПР ее снимает с робочара и перемещает на ПРС, откуда кран-штабелер перемещает деталь в ячейку склада на хранение. При освобождении участка

										Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ					81

автоматизированного контроля (УАК) деталь аналогичным способом транспортируется к УАК, а после контроля – на склад. На УАК располагается координатно-измерительная машина, а также имеется специалист по контролю ручным инструментом, так как, учитывая габариты детали, целесообразно часть размеров контролировать ручным методом.

На рисунке 4.3 представлена циклограмма перемещений заготовки между основным оборудованием.

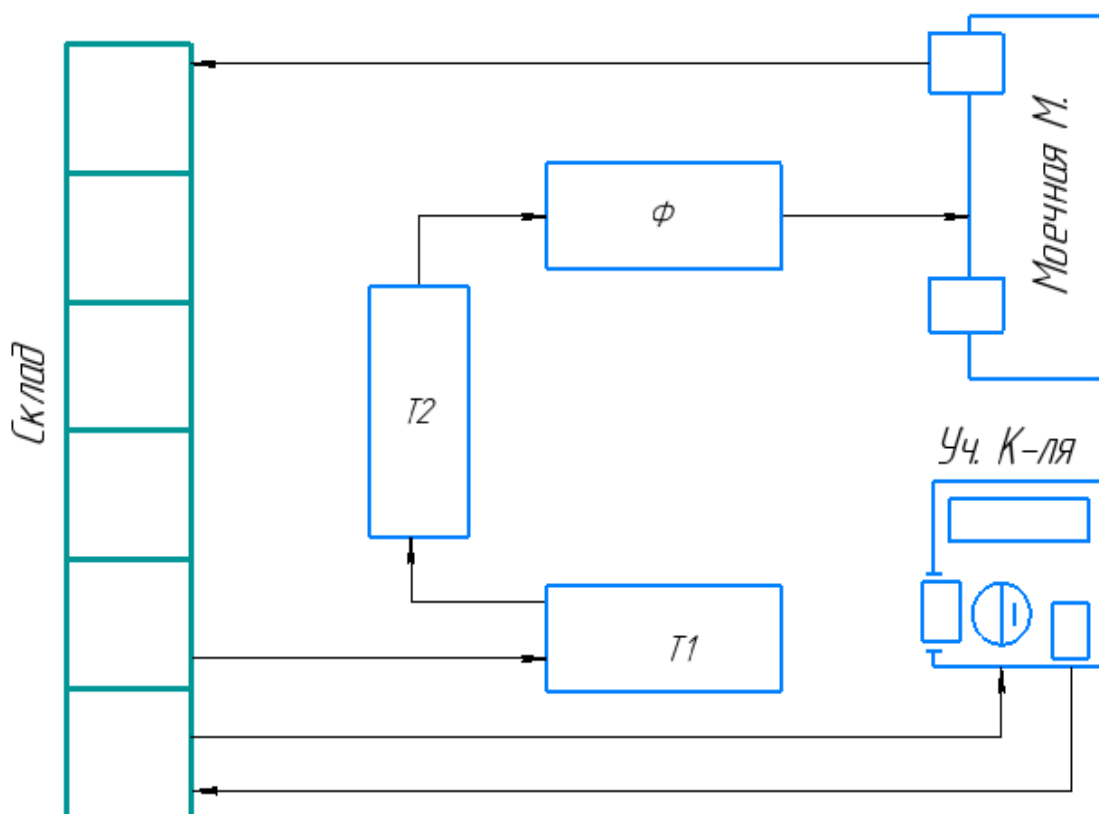


Рисунок 4.3 – Циклограмма станочной системы ГПС

На рисунке 4.4 представлен граф перемещений транспортного механизма.

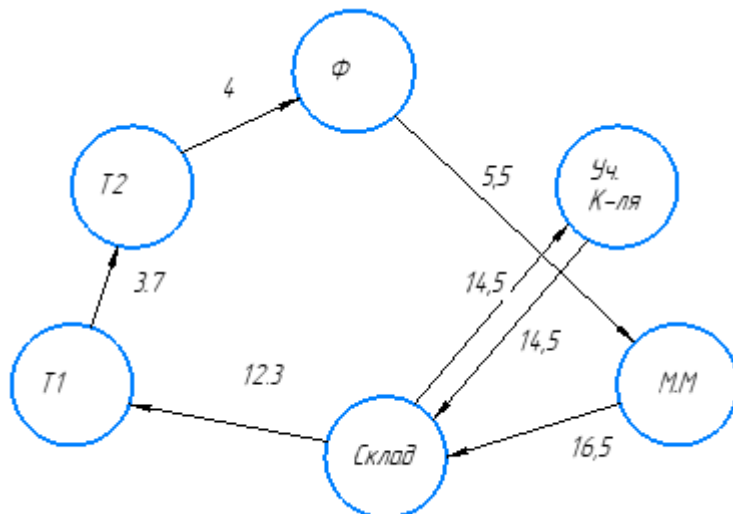


Рисунок 4.4 – Граф перемещений транспортного механизма

Для определения всех передвижений ТС и расчета суммарных перемещений составим матрицы и графы перемещений подвижных механизмов АТСС. Матрица перемещения детали позволяет произвести расчет суммарных перемещений детали в процессе ее обработки в ГПС. Матрицы составим с учетом технологического процесса изготовления детали для рассматриваемых вариантов предварительных компоновок ГПС. На основе последующего расчета суммарных перемещений произведем выбор компоновки, обеспечивающей наименьшие суммарные перемещения.

В столбцах указывается оборудование, к которому движется заготовка, в строках, оборудование, от которого движется заготовка. Вместо основного оборудования указаны приемо-раздаточные столы. Расстояние в матрице указывается в метрах.

Таблица 4.1 – Матрица перемещений деталиустановок

Оборудование, к которому движется ТС	Оборудование, от которого движется заготовкой					
	Склад	Т 1	Т 2	Ф	Уч. К-ля	Моечн. М.
	Дистанция, пройденная ТС, м					
Склад					14.5	16.5
Т 1	12.3					
Т 2		3.7				
Ф 3			4			
Уч. К-ля	14,5					
Моечн. М.				5.5		

На рисунке 4.5 представлена вторая предварительная компоновка с продольным размещением станков.

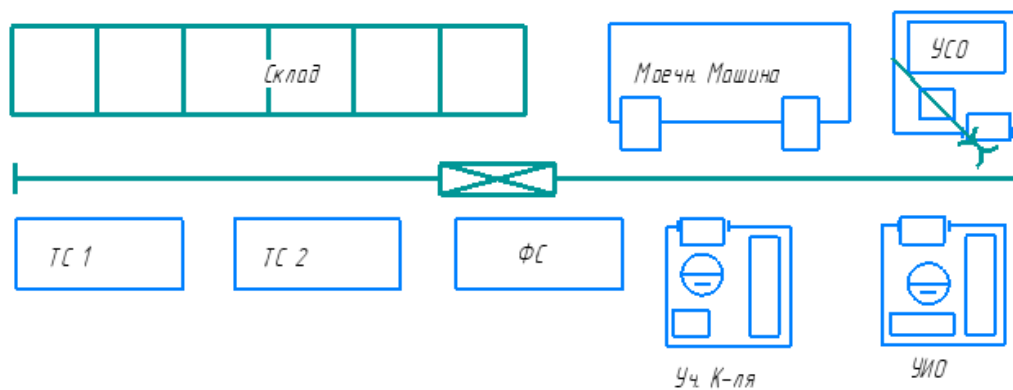


Рисунок 4.5 – Предварительная компоновка второго варианта

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

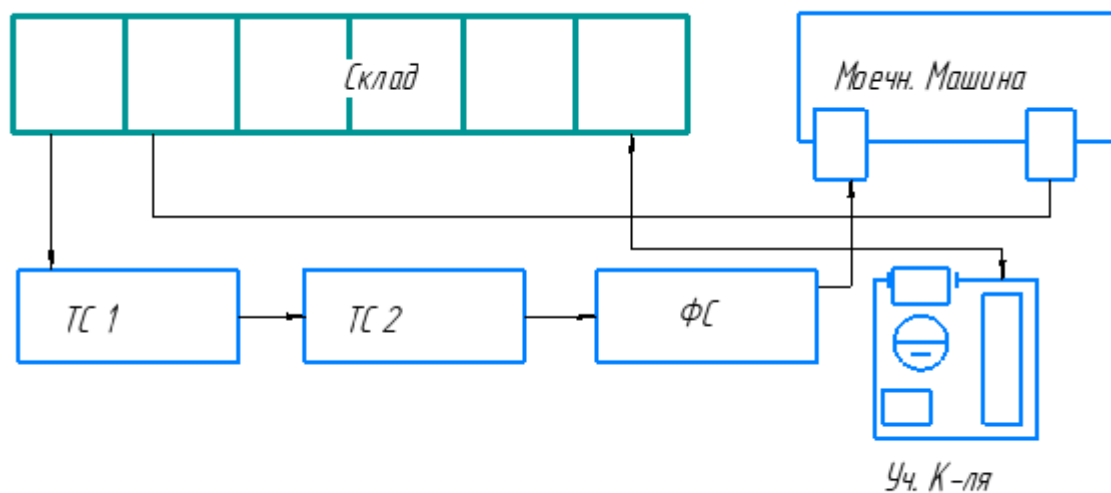


Рисунок 4.6 – Циклограмма станочной системы ГПС

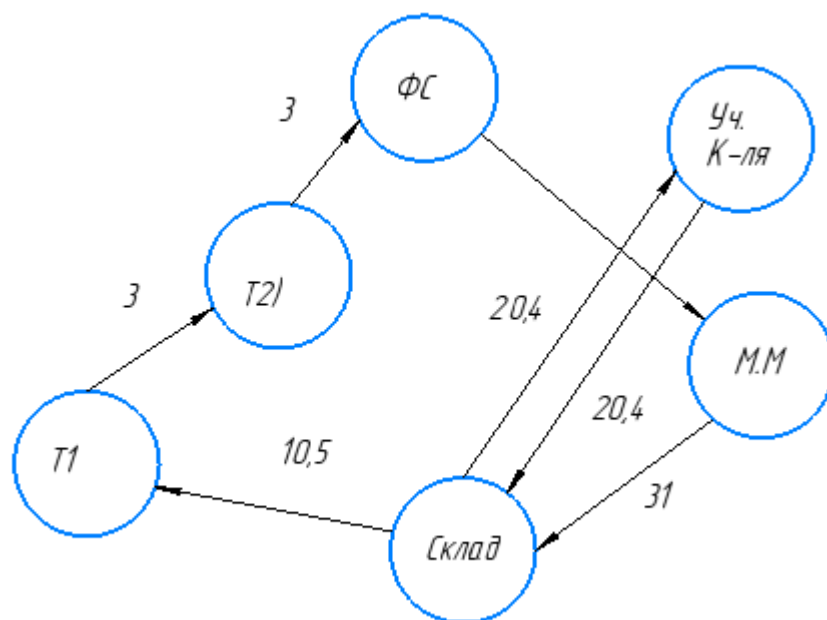


Рисунок 4.7 – Граф перемещений транспортного механизма

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата



Таблица 4.2 – Матрица перемещений деталиустановок 2

Оборудование, к которому движется ТС	Оборудование, от которого движется заготовкой					
	Склад	Т 1	Т 2	Ф	Уч. К-ля	Моеchn. М.
	Дистанция, пройденная ТС, м					
Склад					20,4	31
Т 1	10,5					
Т 2		3				
ФС			3			
Уч. К-ля	20,4					
Моеchn. М.				10,6		

Анализ матриц и графов перемещений для рассматриваемых вариантов компоновок ГПС показал:

– суммарные перемещения транспортного механизма в компоновке с кольцевой транспортной системой и расположением оборудования по ходу выполнения технологического процесса составляют 71,м, в компоновке с расположением основного оборудования по конструктивному признаку и с линейной транспортной системой 106,9 м;

– в компоновке с расположением основного оборудования по конструктивному признаку и с линейной транспортной системой одинаково ее количество пересекающихся грузопотоков.

Следовательно, вариант компоновки ГПС с кольцевой транспортной системой и расположением оборудования по ходу выполнения технологического процесса является наиболее предпочтительным.

### 4.3 Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы

Для обеспечения функционирования ГПС необходимо включить в нее следующее оборудование: – робот-манипулятор, способный осуществлять установку и снятие деталей и валов;

– робокар, способный осуществлять загрузку и разгрузку стеллажей накопителей;

– робокар, способный осуществлять транспортирование заготовок, полуфабрикатов, деталей, режущего инструмента и тары со стружкой;

– приемо-раздаточный стол, необходимый для временного складирования на нем заготовок, полуфабрикатов или деталей;

Для транспортного обслуживания основного оборудования и вспомогательных участков выберем робокар. Выбираем по характеристикам робокар Robocar UYG 945h, представленный на рисунке. Высота подъема груза – 1 м, максимальная грузоподъемность – 600 кг, лазерное ориентирование.

Для загрузки и разгрузки робокаров, для снятия и установки заготовок, полуфабрикатов и деталей на станок используем робот-манипулятор KUKA KR1000 titan (рисунок 4.8) с пневмоприводом и грузоподъемностью до 1300кг. Основные характеристики робота приведены в таблице 4.3



Рисунок 4.8 – Робот-манипулятор Kuka KR1000 Titan

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		87

Таблица 4.3– Технические характеристики робота-манипулятора

Специализация робота	Универсальный
Тип запястья	Классический
Число степеней свободы	6 осей
Максимальная досягаемость	3600 мм
Грузоподъёмность	1300 кг
Точность (повторяемость)	$\pm 0,7$ мм
Монтажное положение	пол
Привод	Пневматический

Для захвата детали необходим рабочий орган – схват промышленного робота. Схват имеет призматические губки для захвата цилиндрической поверхности. Эскиз схвата с зажатой заготовкой представлен на рисунке 4.9

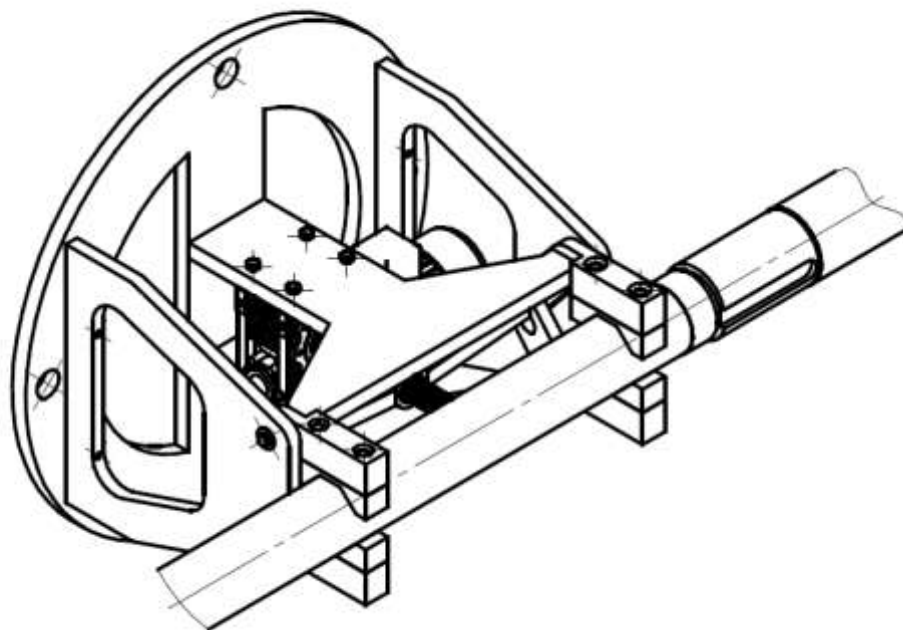


Рисунок 4.9 – Эскиз схвата промышленного робота

#### 4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали

Таблица 4.4 – Схемы базирования заготовки

№ операции	в слове до операции	на слове	в слове после операции
007			
008			
009			

#### 4.5 Анализ производительности автоматизированной системы

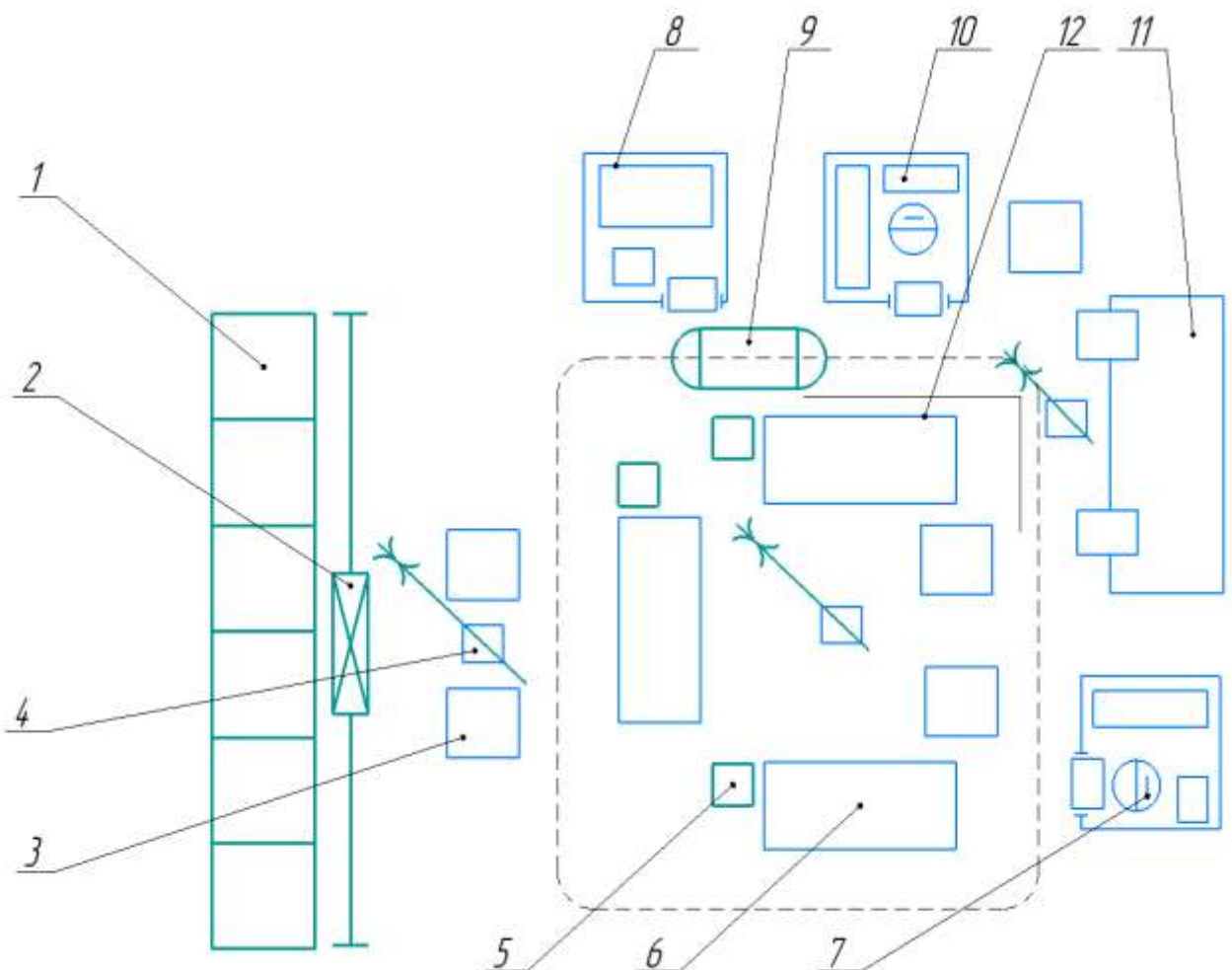


Рисунок 4.10 – Спроектированная схема ГПС

Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата

1 – центральный склад; 2 – кран-штабеллер; 3 – накопитель заготовок;  
4 – роботманипулятор; 5 – Бак под стружку; 6 – токарный станок с ЧПУ;  
7 – УТК; 8 –УСО; 9 – робокар; 10 – УИО; 11– моечная машина;  
12 – фрезерный центр с ЧПУ

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

## 5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

Участок механической обработки детали «Вал магистрального нефтяного насоса» включает в себя: склад заготовок и готовых деталей, участок подготовки производства, приемо-раздаточные столы, токарный станок с ЧПУ Tomi Tасchi HD/3 525\*5000 90L, фрезерный станок с WELE LB321, моечную машину, кран-штабелер, участок контроля, ящик с песком, пожарный стенд. Заготовка производит перемещение со склада на кран-штабелер, с него через приемо-раздаточный стол перемещается на первый токарный станок, обрабатывается, перемещается на второй станок. Обработанная деталь проходит операцию мойки, затем контроля и перемещается на склад готовых деталей. Все перемещения между станком и приемо-раздаточным столом производят с помощью промышленного робота, по цеху перемещения производятся при помощи робокара.

										Лист
										91
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ					

## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

### 6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных условий труда

На всех производствах, в учреждениях, организациях, во всех местах где находятся люди должны обеспечиваться безопасные и безвредные условия труда. Условия труда на рабочем месте, безопасность технологических процессов, агрегатов, оборудования, производства, состояние средств коллективной и индивидуальной защиты, используемых работником, а также санитарно-бытовые условия должны отвечать требованиям нормативных актов об охране труда.

Мероприятия, проводимые при работе на токарном станке:

- Выполнять работу, предусмотренную рабочей инструкцией;
- Убедиться в правильности установки изделия или заготовки до пуска станка.
- Крепёжные приспособления (патрон, планшайба и т.п.) должны быть установлены на станке так, чтобы исключить возможность самоотвинчивания или срыва их со шпинделя при работе и при реверсном вращении шпинделя;
- Чистка, смазка и обтирка станка, смена деталей или режущего инструмента, уборка стружек из-под станка должны производиться только после полной остановки станка, отходить от станка разрешается также только после полной его остановки;
- рабочие должны использовать дерматологические кремы и пасты.
- Не допускать в производственные помещения и не разрешать работу на станках посторонним лицам

Для спроектированного техпроцесса предусматриваются следующие виды защиты:

- ограждающие, перекрывающие доступ к вращающимся частям оборудования. Для этого применяются кожухи, щиты.

									Лист
									92
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				

- предохранительные, автоматически отключающие оборудование при выходе какого-либо параметра за пределы допустимого;
- сигнализирующие, окраска опасных частей оборудования в красный цвет;
- у станков предусмотрены дверцы для защиты от разлетающейся стружки.

Мероприятия по безопасной эксплуатации лезвийного инструмента:

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

Проводятся также следующие организационные мероприятия:

- инструктаж техники безопасности производится, как правило, во время приобретения профессионально и/или специального образования. Так же правила техники безопасности публикуются в соответствующих той или иной специальности учебных пособиях;
- запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;
- привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж.

## 6.2 Мероприятия по электробезопасности

К работе с электроустановками и электрооборудование допускаются лица, имеющие опыт работы с подобным оборудованием, имеющие разряд или квалификацию, прошедшие проверку знаний, или сдавшие экзамен. Знающие правила безопасности и инструкции в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением соответствующей квалификационной группы по технике безопасности и не имеющие медицинских противопоказаний.

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

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		



- назначение должностных лиц, ответственных за организацию и обеспечение безопасного труда на рабочих местах;
- оформление наряда-допуска на выполнение работ;
- организация проверки и контроля над правильным выполнением работ;
- установление нормальных условий и режимов труда и отдыха в соответствии с трудовым кодексом.

Для обеспечения безопасности работ в электроустановках следует выполнять:

- выключение установки или оборудования (части установки);
- контроль отсутствия напряжения и иных параметров установки или отклонения от нормы;
- механическое запираание приводов коммутационных аппаратов, снятие предохранителей, отсоединение концов питающих линий и другие меры, исключающие возможность ошибочной подачи напряжения к месту работы;
- заземление отключенных токоведущих частей;
- ограждение рабочего места или остающихся под напряжением токоведущих частей,.

### 6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Пожар – наиболее опасный, и чаще всего возникающий источник опасности на производстве. Неконтролируемый пожар, несёт за собой ужасные последствия, такие как угроза жизни людей. Пожар на производстве, может быть опасен не только высокими температурами, но и процессом горения, вследствие которого, выделяется опасные продукты горения.

Опасными факторами пожара являются:

- повышенная температура воздуха и предметов;
- открытый огонь и искры;

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

- отравляющие продукты, выделяющиеся при горения ;
- задымление;
- выбрасывание легко воспламеняющихся жидкостей;
- разрушение частей зданий и конструкций.

Оценка пожарной опасности участка.

Спроектированный участок находится в помещении пожарной опасности категории Д. Это участок, на котором производится обработка негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

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

- огнетушитель углекислотный ОУ-10 (1 шт),;
- огнетушитель ОП-10 (1 шт),
- ящики с песком (1 шт);
- ломы (1 шт);
- топоры (1 шт).

Мероприятия, предупреждающие пожар на участке.

Пожарная профилактика – комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров, уменьшение его размеров. Пожарная профилактика включает в себя следующие меры:

- 1) устранение потенциальных источников пожаров и возгорания в процессе эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, систем отопления, вентиляционных систем, систем отвечающих за освещение рабочих мест и всего освещения в целом, электрооборудования и электроснабжения, а так же специальных установок, роботов;
- 2) Быстрое реагирование и оповещения людей о возникновении пожара;
- 3) Наличие уголка пожарной безопасности по первичным мерам пожаротушения;
- 4) Быстрое применение мер по устранению источника возгорания;

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		

5) Возможности для быстрой эвакуации людей, наличие оборудованных способов эвакуации;

б) разработка инструкций по пожарной безопасности.

К организационным мероприятиям относятся:

- инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара;
- Проведение инструктажей по пожарной безопасности.
- Проведение тренировок по обращению с огнетушителем.

Порядок действия при пожаре:

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

									Лист
									96
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ				

## 7 ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

В ходе выполнения выпускной работы были разобраны и проанализированы чертеж и технологический процесс действующего предприятия. Выявленные недостатки и несоответствия документации с нормами ЕСКД и ЕСТД, которые легли за основу совершенствования старого технологического процесса.

В результате проектирования были объединены операции. Уменьшено количество установов на станках. Был спроектирован новый вариант технологии по обработке детали, подобрано, выбран робот-схват для установки детали на станок. Для проектного варианта технологического процесса были рассчитаны режимы резания для каждой обрабатываемой поверхности, рассчитано штучное время на обработку детали. Для обработки детали был разработан гибкий автоматический участок, и спроектирована планировка этого участка в цехе. Также были рассмотрены необходимые вопросы по технике безопасности и охране труда.

Новый технологический процесс оформлен в альбом, соблюдая нормы ЕСТД. К каждому разделу прилагается графическая часть: разработанные чертежи комбинированного инструмента, приспособления, расчетно-технологическая карта для 010 операции, сравнение заводского и спроектированного технологических процессов и др.

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		97



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

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

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

					ЮУрГУ.150305.2020.575 ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата		