

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Факультет «Машиностроение»
Кафедра «Технологии автоматизированного машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ В.И. Гузеев
_____ 2020 г.

Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления
детали «Вал насоса»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-150305.2020.451.01 ПЗ ВКР

Нормоконтролер
Выбойщик А.В.
_____ 2020 г.

Руководитель
_____ Щурова А.В.
_____ 2020 г.

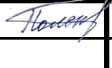
Автор работы
студент группы П-451
_____ Полеков В.А.
_____ 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Полеков В.А. Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Вал насоса»: Выпускная квалификационная работа – Челябинск: ЮУрГУ, 2020, 95 с., 71 ил., 11 табл., библиогр. список – 15 наименов., 11 листов чертеж ф. А1, А2, А3, 1 прил.

В данной выпускной квалификационной работе описан узел, в котором работает деталь «Вал насоса» его назначение и условия эксплуатации; служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней; представлен анализ действующего технологического процесса данной детали. А также разработан проектный вариант технологического процесса, для которого подобрано оборудование, режущий инструмент, проведен размерно-точностной анализ, разработана расчетно-технологическая карта для операции (Токарная с ЧПУ), спроектированы операции технологического контроля и выбрано измерительное оборудование.

Была спроектирована гибкая производственная система с внедрением средств автоматизации, таких как станки с ЧПУ, промышленные роботы, автоматизированные транспортная и складская системы. С соблюдением мероприятий и средств по созданию безопасных и безвредных условий труда, электробезопасности и мероприятий по пожарной безопасности.

ЮУрГУ – 150305.2020.575 ПЗ ВКР				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Полеков В.А.</i>		
<i>Проб.</i>		<i>Щирова А.В.</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Выдойщик А.В.</i>		
<i>Утв.</i>		<i>Гузеев В.И.</i>		
<i>Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали «Вал насоса»</i>				
		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
				1
<i>ЮУрГУ Кафедра ТАМ</i>				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЗАДАНИЕ.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	12
1.1 Назначение, условия эксплуатации узла изделия.....	12
1.2 Служебное назначение детали типа «Вал насоса» и технические требования, предъявляемые к детали	13
1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения.....	15
1.4 Формирование целей и задач проектирования	17
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	17
2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства.....	17
2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса	17
2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента.....	18
2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса	28
2.1.4 Выводы по разделу	31
2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Вал насоса»	31
2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки	31
2.2.2 Выбор основного технологического оборудования	32
2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии	35
2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного технологического процесса	38

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

2.2.5	Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса	39
2.2.6	Выводы по разделу 2	47
3	КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	49
3.1	Аналитический обзор и выбор технологической оснастки.....	49
3.2	Проектирование и расчет специального станочного приспособления.....	53
3.3	Аналитический обзор и выбор стандартизованного режущего инструмента.....	55
3.4	Проектирование и расчет специального режущего инструмента....	63
3.5	Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования	68
4	АВТОМАТИЗИЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	74
4.1	Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали.....	74
4.2	Разработка структурной схемы гибкого производственного участка.....	76
4.3	Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы.	77
4.4	Базирование заготовки	80
4.5	Анализ производительности автоматизированной системы.....	80
5	ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ	82
6	БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА	84
6.1	Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда	84
6.2	Мероприятия по электробезопасности	85
6.3	Мероприятия по пожарной безопасности	87
	ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ	92
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	93
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	95

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения конкурентоспособности продукции машиностроительных предприятий необходимо повышать качество и производительность машин без существенного повышения их стоимости. Эту задачу невозможно решить только с помощью конструктивных новшеств, без серьезной технологической подготовки производства на основе новейших технологических решений, использующих новые материалы, технологическую оснастку, оборудование.

Применение новых технологий, сочетающих использование прогрессивных, высокоточных методов обработки с энергосбережением, экологичностью и безопасностью, высокопроизводительного технологического оборудования, оснащённого системами управления с элементами искусственного интеллекта, переналаживаемой автоматизированной технологической оснастки позволяет достигать существенного повышения производительности труда и качества изготавливаемых изделий.

Современные требования к точности деталей машин и приборов, качеству их поверхностей, точности сборки столь высоки, что их достижение невозможно без применения научных достижений.

Сочетание гибкости с высокой производительностью и качеством достигается в современном производстве при помощи автоматизированных гибких производственных систем, а сокращение трудоёмкости и продолжительности подготовки производства при помощи систем автоматизированного проектирования.

Цель выпускной квалификационной работы – повышение производительности процесса изготовления детали "Вал насоса" путем модернизации техпроцесса и оборудования для этого производства.

В процессе выполнения задания был проведен анализ действующего технологического процесса, выявлены его недостатки, спроектирован новый технологический процесс для современного оборудования, подобраны

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

оснастка, инструмент, выполнен размерно-точностной анализ, расчет режимов резания, расчетно-технологическая карта на 015 операцию (Токарная с ЧПУ) а так же был спроектирован гибкий автоматизированный участок механической обработки и разработана планировка.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		11

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение, условия эксплуатации узла изделия

В подпорных насосах, используемых для перекачки нефти, жидкость перемещается от сечения с меньшим давлением к сечению с большим давлением центробежной силой, возникающей при быстром вращении рабочего колеса с профильными лопатками. Каждый центробежный нефтеперекачивающий агрегат состоит из двух основных частей: привода, вращающего вал насоса (как правило, это мощный электродвигатель), и центробежного нагнетателя, внутри корпуса (статора) которого находится рабочее колесо с профильными лопатками. С помощью этих лопаток нефть перемещается из области низкого давления (линии всасывания) в область высокого давления (линию нагнетания). Нефть из линии всасывания (рисунок 1) попадает внутрь рабочего колеса в осевой его части. Колесо закреплено на массивном вале, приводимом во вращение приводом — электродвигателем (на рисунке не показан). Центробежная сила инерции заставляет нефть перемещаться от центра к периферии колеса в линию нагнетания насоса, создавая тем самым в линии нагнетания давление большее, чем в линии всасывания. Насосы располагают в порядке возрастания подачи от 125 до 12 500 м³/ч. Нефтяным насосом с самой большой подачей является насос НМ 10000-210 с подачей 10 000 или 12 500 м³/ч. Маркировка расшифровывается так: «Насос магистральный с подачей (расходом) 10 000 м³/ч и напором 210 м». Развиваемый насосом дифференциальный напор — это создаваемое им увеличение давления, выраженное в метрах столба транспортируемой жидкости.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

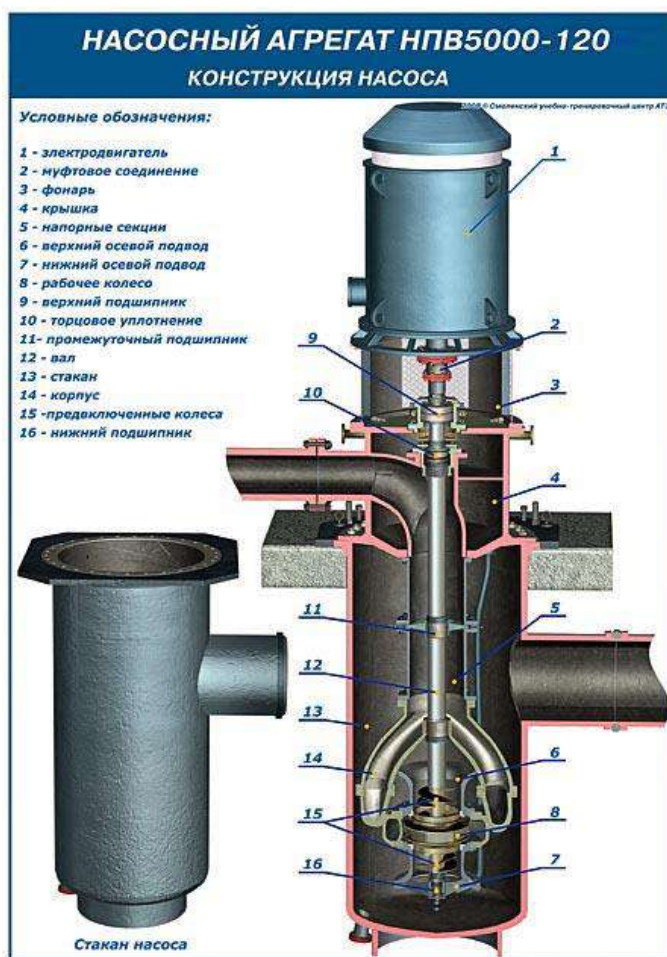


Рисунок 1 – Схема вертикального подпорного насоса

1.2 Служебное назначение детали типа «Вал насоса» и технические требования, предъявляемые к детали

«Вал насоса» (рисунок 2) выполняет свою работу в вертикальном подпорном насосе. Вал насоса предназначен для передачи момента вращения от двигателя к рабочему колесу, которое неподвижно закреплено на валу при помощи шпонки, резьбы или неподвижной (горячей, глухой, прессовой и др.) посадки. Вал и рабочие колеса в собранном виде образуют вращающуюся часть насоса, называемую ротором.

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



Рисунок 2 – Вал насоса

Готовая деталь получается в результате операций фрезерования, сверления и токарной обработки.

Чертеж детали (рисунок 3) «Вал насоса» соответствует единой системе конструкторской документации (ЕСКД):

- условные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.109-73;
- знаки шероховатости, размеры, предельные отклонения также указаны на чертеже и соответствуют ГОСТ 2.109-73;
- основная надпись соответствует требованиям ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи»;
- указаны габаритные размеры;
- масштаб выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД и т.д.

Размеры, допуски и отклонения формы показывают нам, что деталь соответствует своему служебному назначению. Для данной детали нужна высокая точность обработки и низкая шероховатость поверхностного слоя. К

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

шейкам, которые контактируют с другими деталями в узле, предъявлены требования радиального биения.

Технические требования также показывают, что деталь соответствует назначению, используется закалка ТВЧ, не допускаются надрезы, риски и следы обработки.

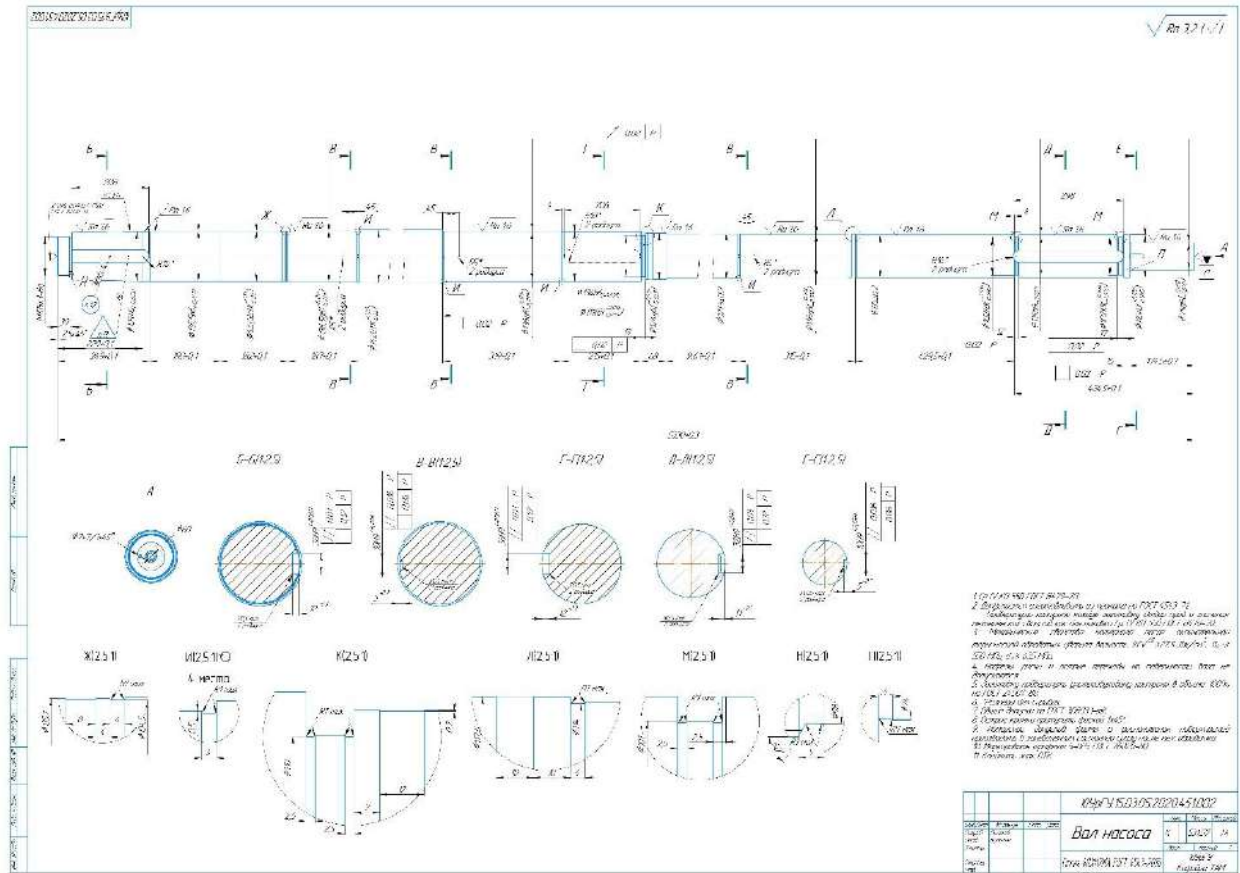


Рисунок 3 – Чертеж детали

Все технические требования обоснованы, полностью соответствуют служебному назначению детали и должны выполняться в процессе механической обработки.

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

В настоящее время отечественные и зарубежные передовые технологии ни в чем не уступают друг другу, так как машиностроение в XXI является материальной базой для реализации научно-технического прогресса всех передовых стран мира. От уровня развития машиностроения и от степени совершенства машин в

значительной степени зависит производительность общественного труда и благосостояния народа, поэтому развитие инновационной сферы машиностроения так важно для всех стран.

Новые технологии и решения, активно применяющихся в отечественном и зарубежном производстве, следующие: электроэрозионная обработка, ультразвуковая обработка, электрохимическая обработка, лазерная обработка, обработка токами высокой частоты, метод индукционного нагрева материалов, нанотехнологии (наноструктурированные материалы различного назначения; тонкие пленки, приповерхностные слои, гетероструктуры; фуллерены, фуллериты, нанотрубки на их основе; технология нанесения нанопокровов на металлорежущие инструменты с целью повышения их характеристик), технология финишной обработки поверхностей заготовок с применением высокоточных прецизионных станков, замена СОЖ на устройство охлаждения ионизированным воздухом и др.

Рассмотрим более подробно как обстоят дела в отечественном машиностроении. В последнее время в России ежегодно разрабатывается около 300 проектных технологических процессов обработки для деталей различных классов. Из числа созданных за последние пять лет около 12% не имеет аналогов в мире и столько же соответствует лучшим зарубежным образцам. Более четверти общего числа созданных за последние пять лет новых технологических процессов машиностроения приходится на станкостроение и инструментальное производство. Кроме того, создано значительное число новых технологий в области конструкционных материалов, заготовительного производства, сварки, модификации поверхностей, а также специальных видов технологий.

Основной целью развития машиностроительной отрасли России в ближайшее время является обеспечение растущего спроса на её высококачественную продукцию на внутреннем и мировом рынках на основе ускоренного инновационного обновления отрасли, повышения её экономической эф-

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

фективности, экологической безопасности, ресурсо- и энергосбережения, конкурентоспособности продукции.

1.4 Формирование целей и задач проектирования

Целью выпускной квалификационной работы является повышение производительности процесса изготовления детали "Вал насоса" путем модернизации техпроцесса и оборудования для этого производства.

Задачами являются:

- 1) Проектирование нового технологического процесса изготовления детали «Вал насоса» в условиях серийного конкурентоспособного производства;
- 2) Выбор метода получения заготовки;
- 3) Выбор технологической оснастки и режущего инструмента;
- 4) Проектирование и расчет станочного приспособления;
- 5) Проектирование и расчет применяемого специального режущего инструмента;
- 6) Проектирование операции технического контроля и выбор измерительного оборудования.
- 7) Разработка планировки участка и вопросов охраны труда.

Выводы по разделу 1

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства

2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса

Комплектность технологической документации полная: Присутствует операционная карта, карта эскизов, маршрутная карта технологического контроля.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

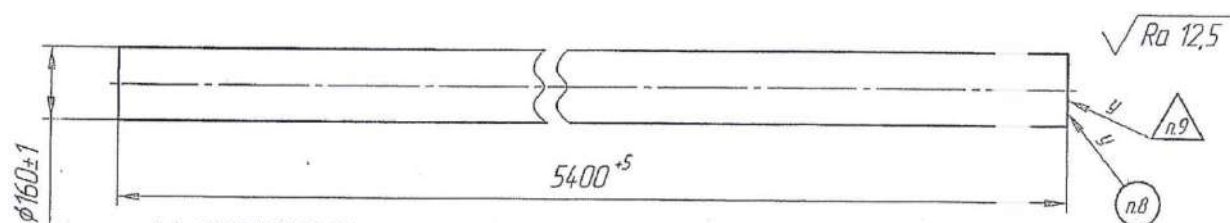
Маршрутная карта полностью соответствует ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД:
«Формы и правила оформления маршрутных карт».

Операционная карта полностью соответствует ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД:
«Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием».

Карта эскизов полностью соответствует ГОСТ 3.1129-82 ЕСТД:
«Формы и правила оформления карты эскизов».

2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента

Технологический процесс состоит из 5 операций:



1. Гр IV ГОСТ 8479-70.
2. Сталь 34ХНЗМА ТУ108.11917-87.
3. Мех.св-ва: – предел текучести $\sigma_{0.2} \geq 550$ МПа; предел прочности $\sigma_b \geq 700$ МПа; ударная вязкость $KCV_{60} \geq 22$ Дж/см²; твердость НВ ≥ 230 .
4. УЗК по ГОСТ 24507-80. Уровень фиксации дефектов эквивалентной площадью 10 мм² и более. Не допускаются дефекты эквивалентной площадью 20мм² и более. Расстояние между допустимыми дефектами должно быть не менее толщины заготовки.
5. Острые кромки притупить фасками $\gamma=45^\circ$.
6. Т/о закалка с отпуском.
7. Вес 884 кг.
8. Маркировать номер чертежа, номер заказа, номер плавки, номер поковки.
- Шрифт 10-ПрЗ ГОСТ 26.008-85.
9. Клейма ОТК.
10. Для заказчика отправить пробу диаметром равным диаметру поковки вала и длиной 200 мм, отрезанную от основного металла поковки вала и прошедшую ТО совместно с валом.

Рисунок 4 – 000 Заготовительная операция

Операция 005 (рисунок 5) токарная с ЧПУ проводится на токарном станке с ЧПУ ТАССНІ HD/3 525x8000 90L. Для фиксации заготовки используется трехкулачковый патрон и люнеты. Комплект баз: двойная направляющая, упорная. В качестве режущего инструмента используются:

- державка DD 2525 M15, пластина DNMG150608E-SF;
- сверло 2317-0109 ГОСТ 14952-75;
- державка С6-DDJNR-45065-15, пластина DNMG150604-PF;

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

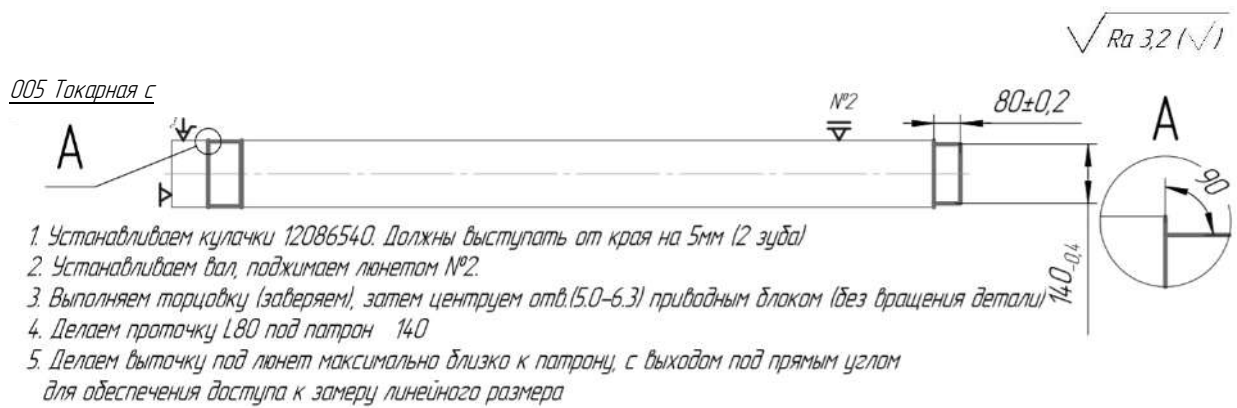


Рисунок 5 – 005 Токарная с ЧПУ

Операция 010 (рисунки 6...8) токарная с ЧПУ проводится на токарном станке с ЧПУ ТАССНІ HD/3 525x8000 90L. Для фиксации заготовки используется трехкулачковый патрон и люнеты. Комплект баз: двойная направляющая, упорная. В качестве режущего инструмента используются:

- державка DD 2525 M15, пластина DNMG150608E-SF;
- сверло 2317-0109 ГОСТ 14952-75;
- державка С6-DDJNR-45065-15, пластина DNMG150604-PF;
- сверло Ø17,5 мм;
- метчик M20.

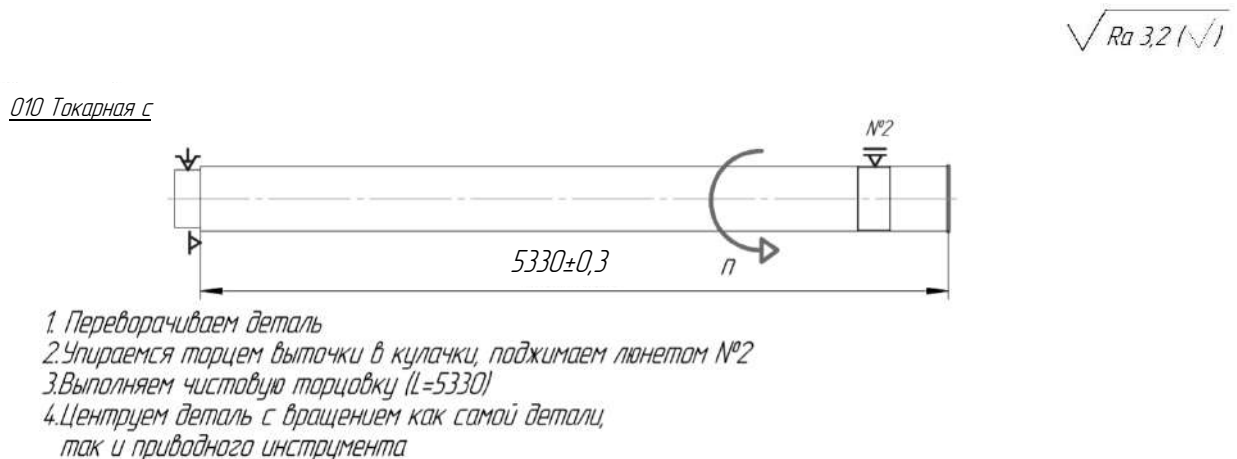


Рисунок 6 – 010 Токарная с ЧПУ, переход 1

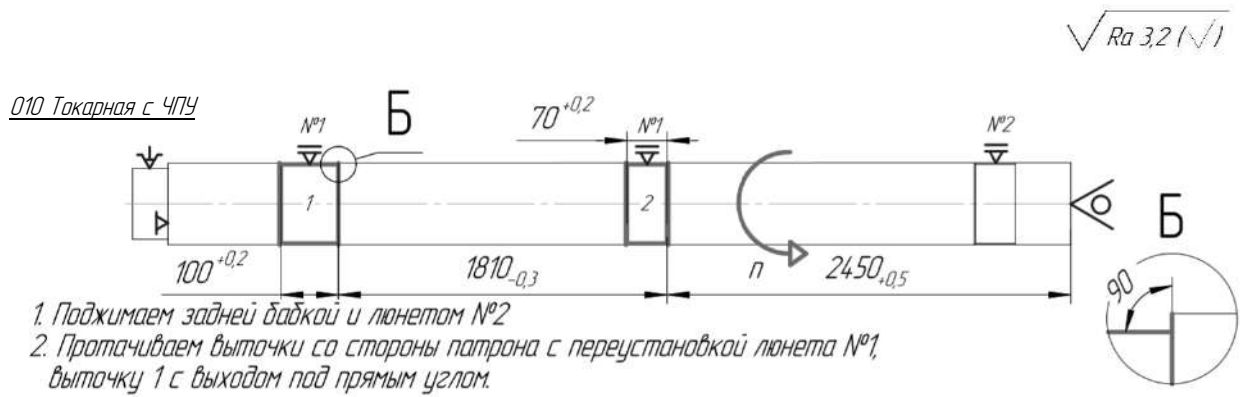


Рисунок 7 – 010 Токарная с ЧПУ, переход 2

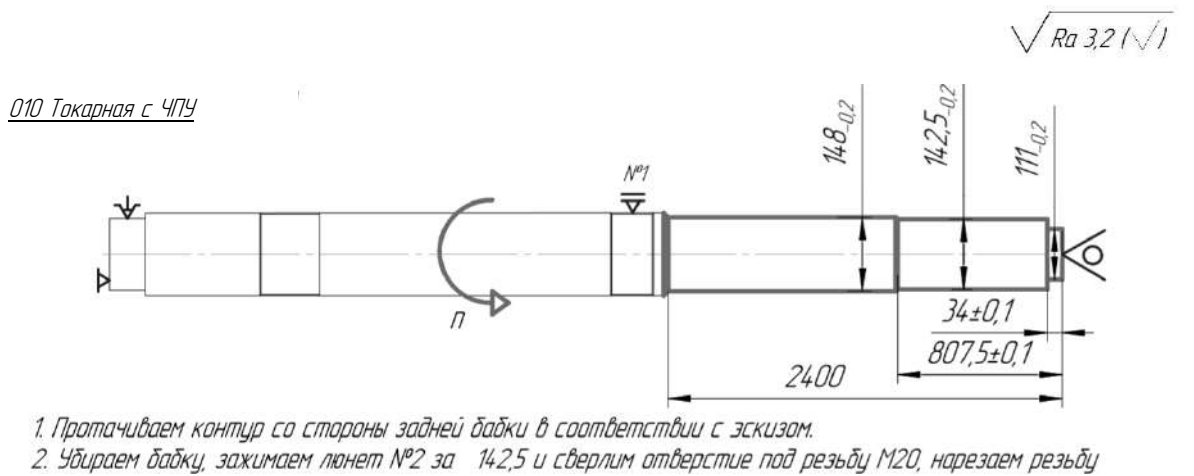


Рисунок 8 – 010 Токарная с ЧПУ, переход 3

Операция 015 (рисунки 9...12) токарная с ЧПУ проводится на токарном станке с ЧПУ ТАССНІ HD/3 525x8000 90L. Для фиксации заготовки используется трехкулачковый патрон и люнеты. Комплект баз: двойная направляющая, упорная. В качестве режущего инструмента используются:

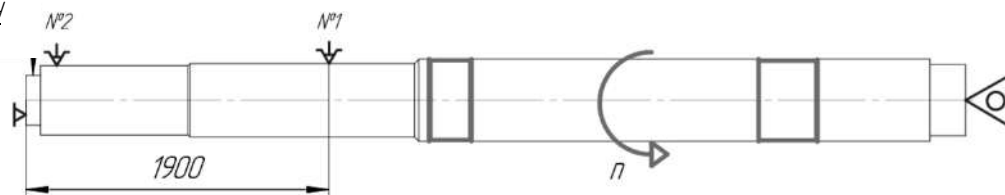
- державка DD 2525 M15, пластина DNMG150608E-SF;

Измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦ-250 ГОСТ 162-89.

$\sqrt{Ra\ 3,2}$ (✓)

015 Токарная с ЧПУ

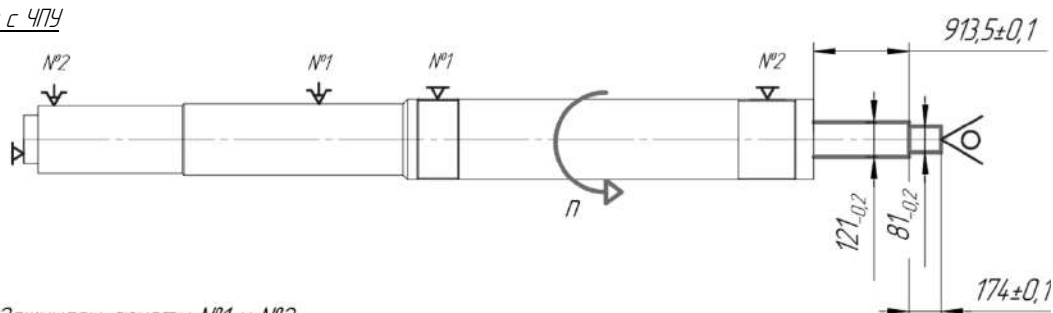


1. Переустанавливаем, задвигаем вал в патрон на 1900 мм
2. Зажимаем патрон №1, затем зажимаем патрон №2 предварительно выставив по индикатору биение 0,1 мм.
3. Поджимаем бабкой
3. Обновляем 2 выточки под люнеты

Рисунок 9 – 015 Токарная с ЧПУ, переход 1

$\sqrt{Ra\ 3,2}$ (✓)

015 Токарная с ЧПУ

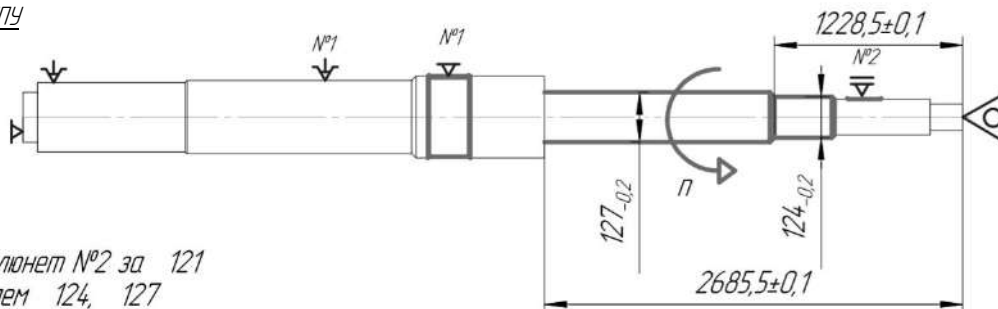


1. Зажимаем люнеты №1 и №2
2. Протачиваем диаметры 81 и 121

Рисунок 10 – 015 Токарная с ЧПУ, переход 2

$\sqrt{Ra\ 3,2}$ (✓)

015 Токарная с ЧПУ

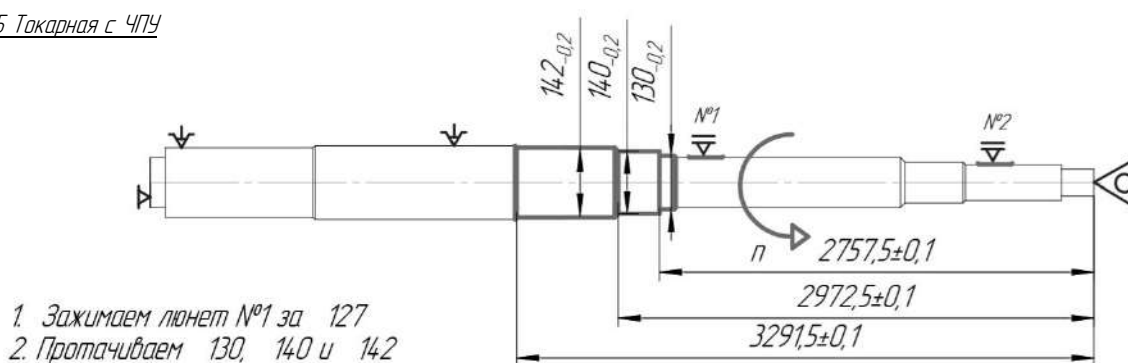


1. Зажимаем люнет №2 за 121
2. Протачиваем 124, 127

Рисунок 11 – 015 Токарная с ЧПУ, переход 3

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

015 Токарная с ЧПУ



1. Зажимаем люнет №1 за 127
2. Протачиваем 130, 140 и 142

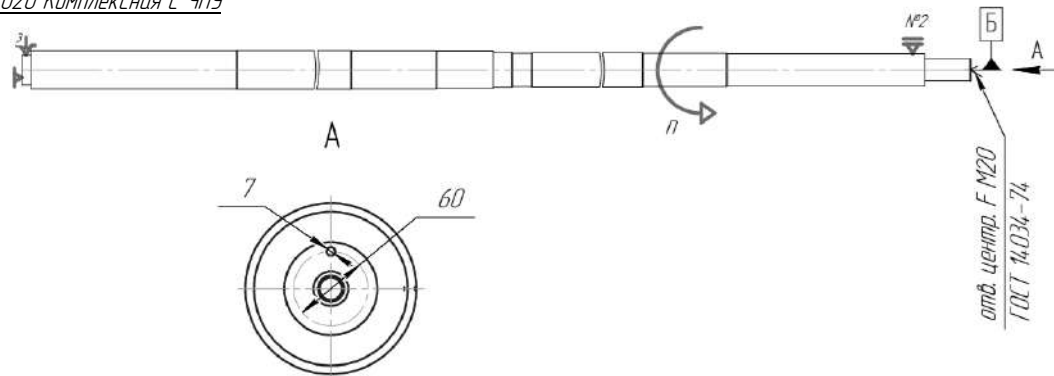
Рисунок 12 – 015 Токарная с ЧПУ, переход 4

Операция 020 (рисунки 13...23) комплексная с ЧПУ проводится на токарном станке с ЧПУ TACCHI HD/3 525x8000 90L. Для фиксации заготовки используется трехкулачковый патрон и люнеты. Комплект баз: двойная направляющая, упорная. В качестве режущего инструмента используются:

- державка DD 2525 M15, пластина DNMG150608E-SF;
- державка C6-DDJNR-45065-15, локатор TCER 1,4T12, пластина TDJ 1,4 TT9080 06000914;
- шпоночные фрезы $\varnothing 8, 16, 20$ мм;
- метчик M20;
- сверло $\varnothing 17,5$ мм;
- круг шлифовальный.

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

020 Комплексная с ЧПУ

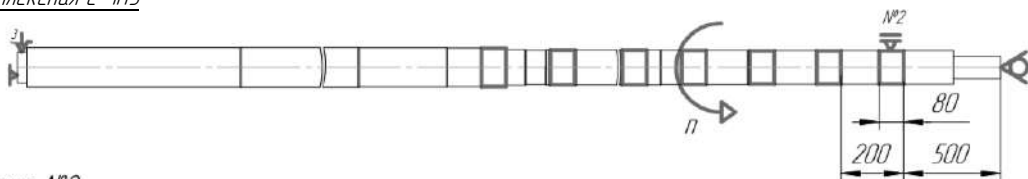


1. Устанавливаем в патрон и поджимаем люнетом №2
2. Подрезаем торец 1мм
3. Сверлим отверстие $\phi 17,5$ мм с припуском 2мм и растачиваем $\phi 21$ мм с фаской под M20 так же с припуском 2мм
4. Сверлим отверстие $\phi 7$ мм и глубиной 7мм

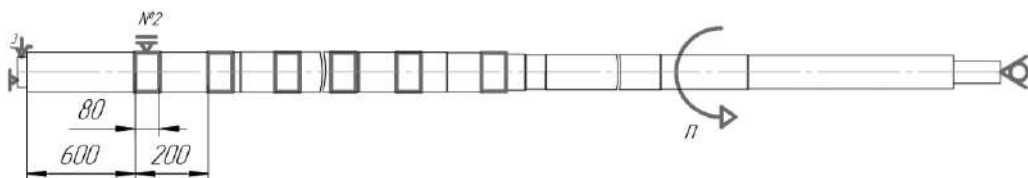
Рисунок 13 – 020 Комплексная с ЧПУ, переход 1

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

020 Комплексная с ЧПУ



Эскиз №2



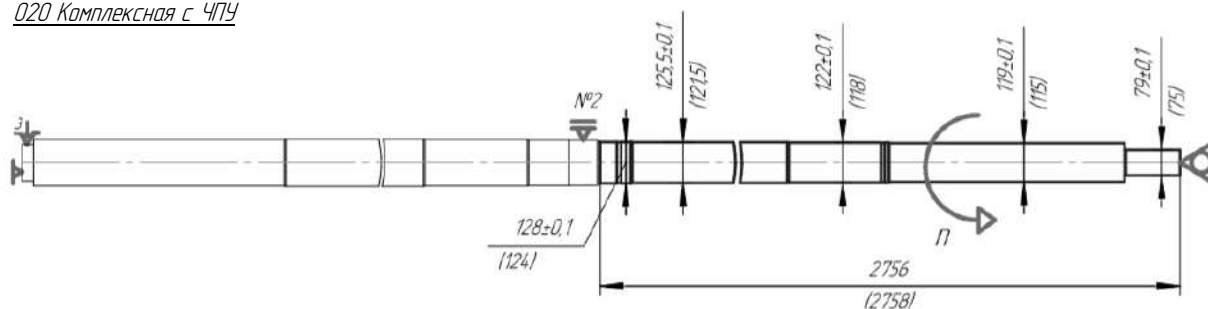
1. Поджимаем бабкой и отпускаем люнет №2
2. Протачиваем первую выточку под люнет согласно эскиза №1 (если появляется бракование, то эскиз №2)
3. Поджимаем люнетом №2
4. Делаем остальные выточки под люнет шлифовкой (30 оборотов) через каждые 200мм до середины заготовки

Рисунок 14 – 020 Комплексная с ЧПУ, переход 2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

020 Комплексная с ЧПУ

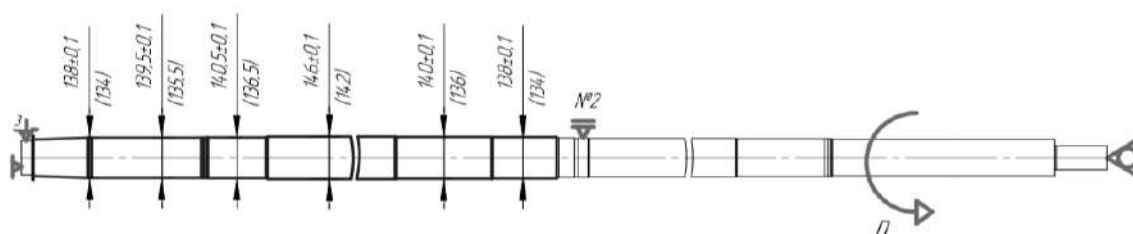


1. Протачиваем контур справа с припуском 4мм на диаметр

Рисунок 15 – 020 Комплексная с ЧПУ, переход 3

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

020 Комплексная с ЧПУ

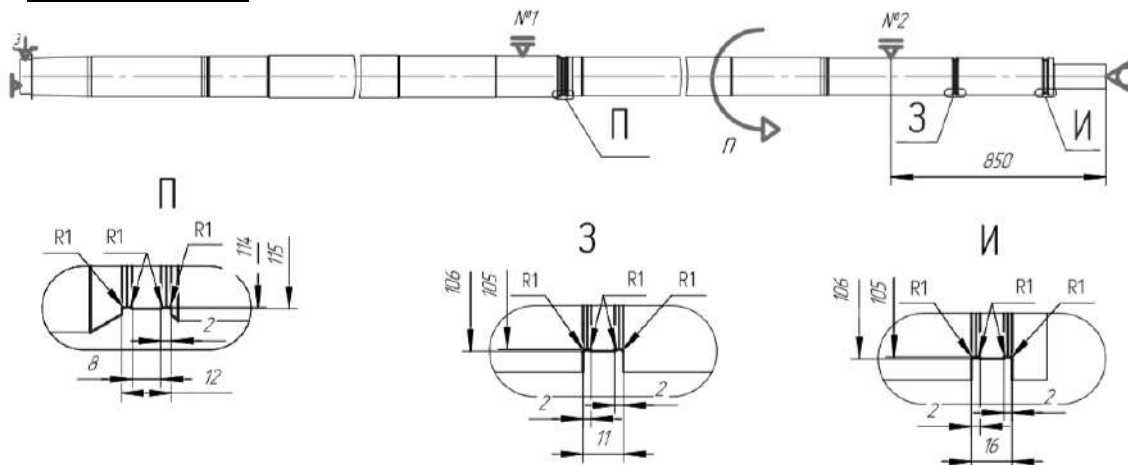


1. Перехватываем люнет №2 за $\phi 128$
2. Протачиваем контур слева с припуском 4мм на диаметр

Рисунок 16 – 020 Комплексная ЧПУ, переход 4

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

020 Комплексная с ЧПУ



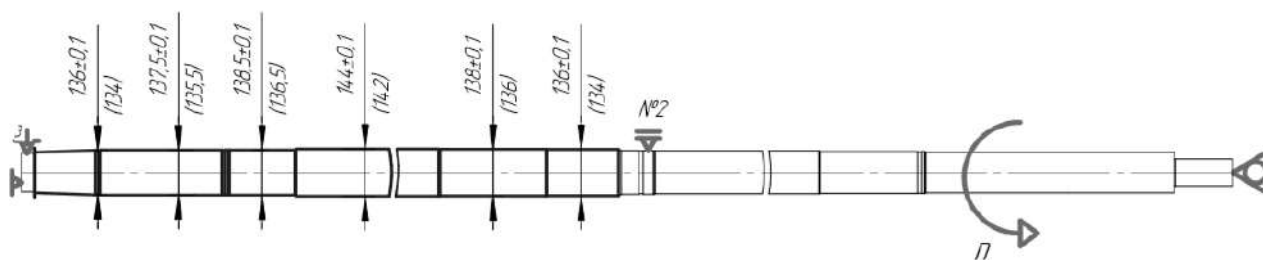
1. Перехватываем люнет №2 за $\phi 119$ на длину 850, люнетом №1 зажимаем за $\phi 138$
2. Протачиваем канавки вид П, 3, И с припуском 4мм на диаметр и 0,5мм по торцам согласно эскиза

Рисунок 17 – 020 Комплексная с ЧПУ, переход 5

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

020 Комплексная с ЧПУ

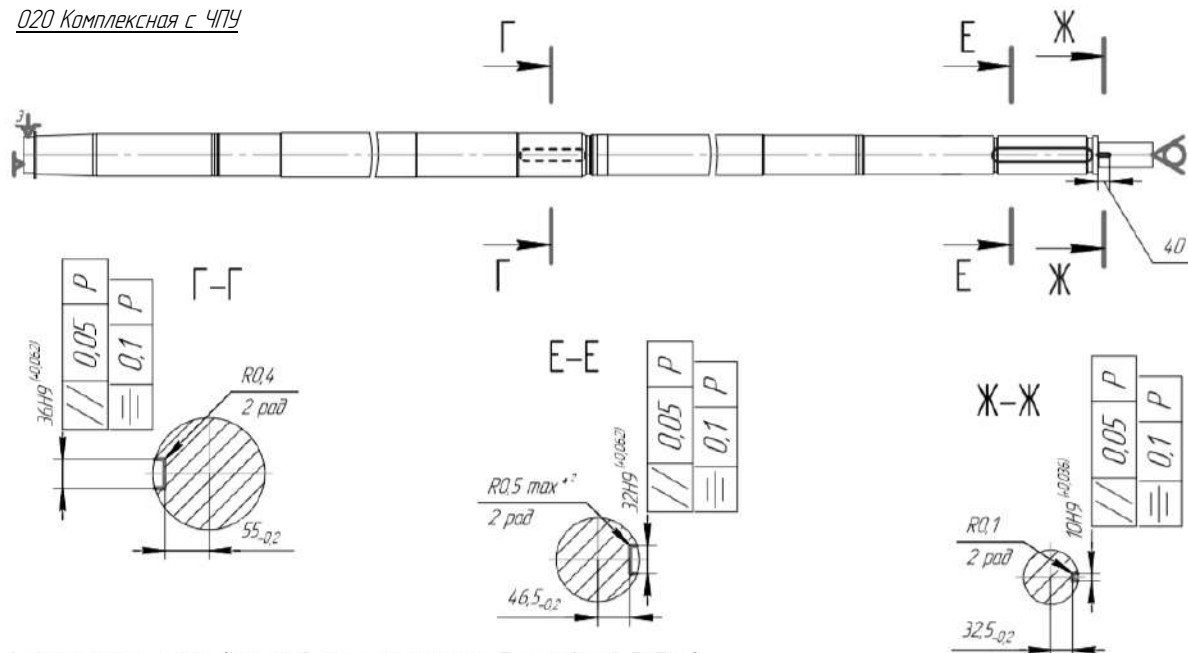


1. Перехватываем люнет №2 за $\phi 126$
2. Протачиваем контур слева с припуском 2мм на диаметр

Рисунок 18 – 020 Комплексная с ЧПУ, переход 6

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

020 Комплексная с ЧПУ



1. Фрезеруем пазы (паз вид Ж с люнетом и без задней бабки)

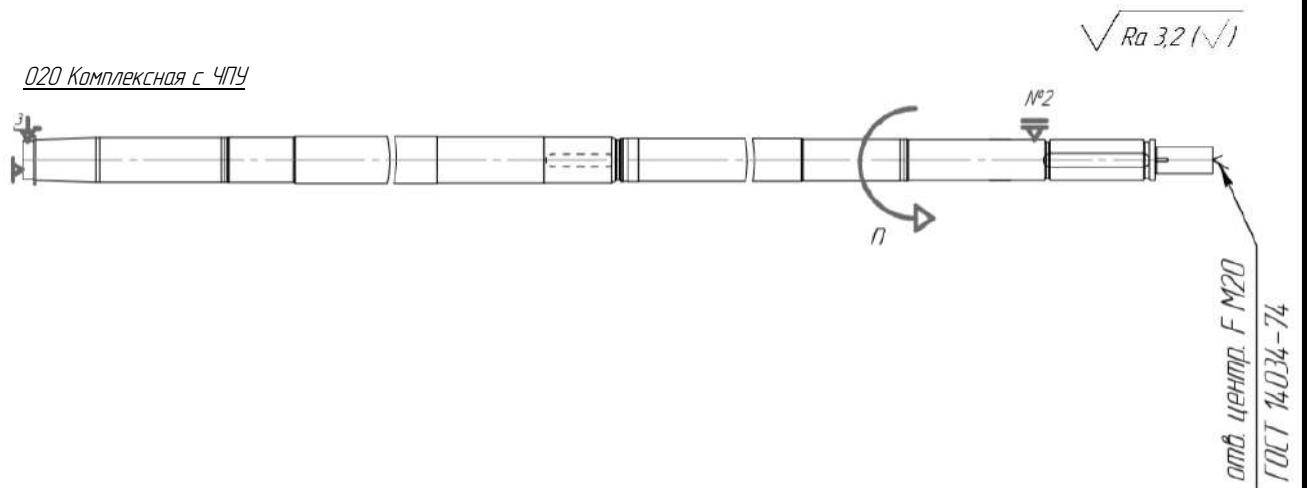
Рисунок 19 – 020 Комплексная с ЧПУ, переход 8

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

ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ

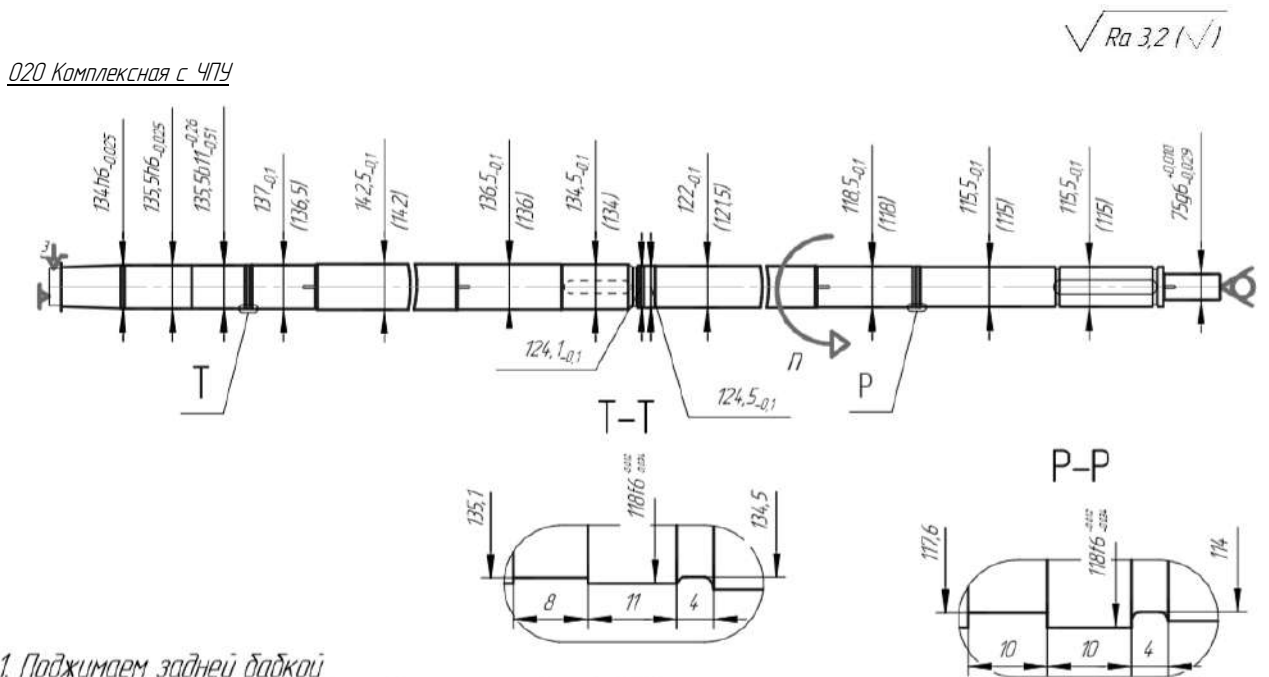
Лист

25



1. Поджимаем люнетом за $\phi 77$
2. Сверлим отверстие $\phi 17,5\text{мм}$ $\phi 21\text{мм}$ с фаской под M20

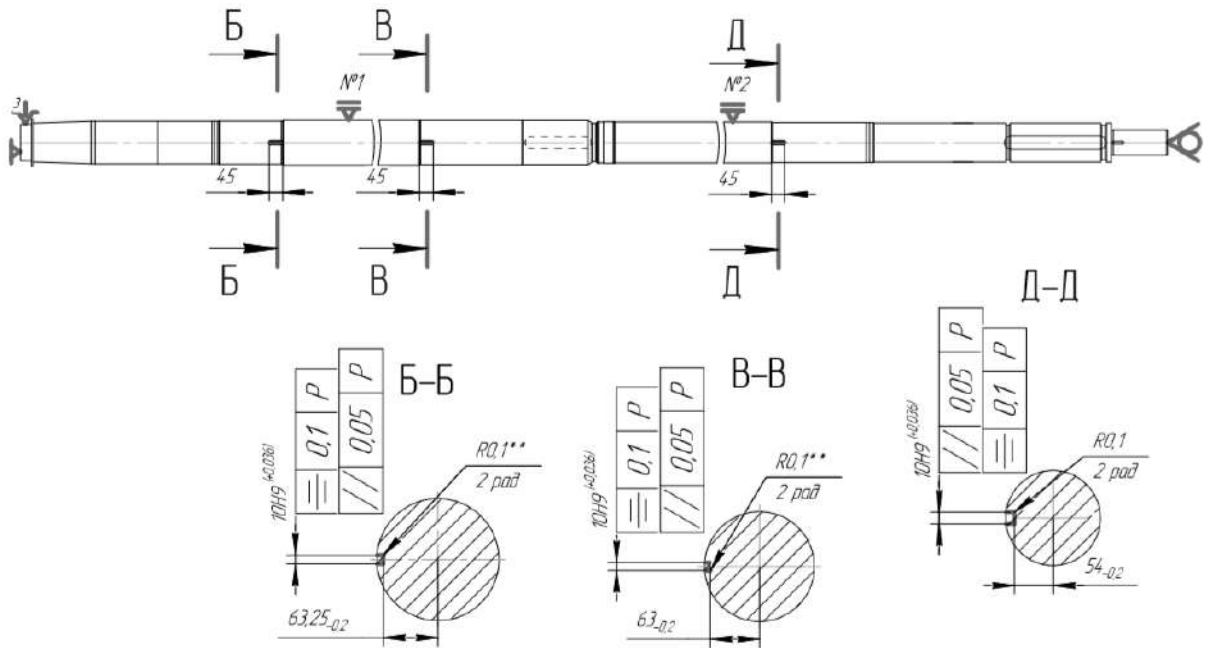
Рисунок 20 – 020 Комплексная с ЧПУ, переход 9



1. Поджимаем задней бабкой
2. Сверлим отверстие $\phi 17,5\text{мм}$ $\phi 21\text{мм}$ с фаской под M20
3. Протачиваем контур справа и слева с припуском под шлифовку согласно эскизу $\phi 75$, $\phi 124$, $\phi 123,6$, $\phi 135,5$, конус и все поднутрения шириной 4мм по КД

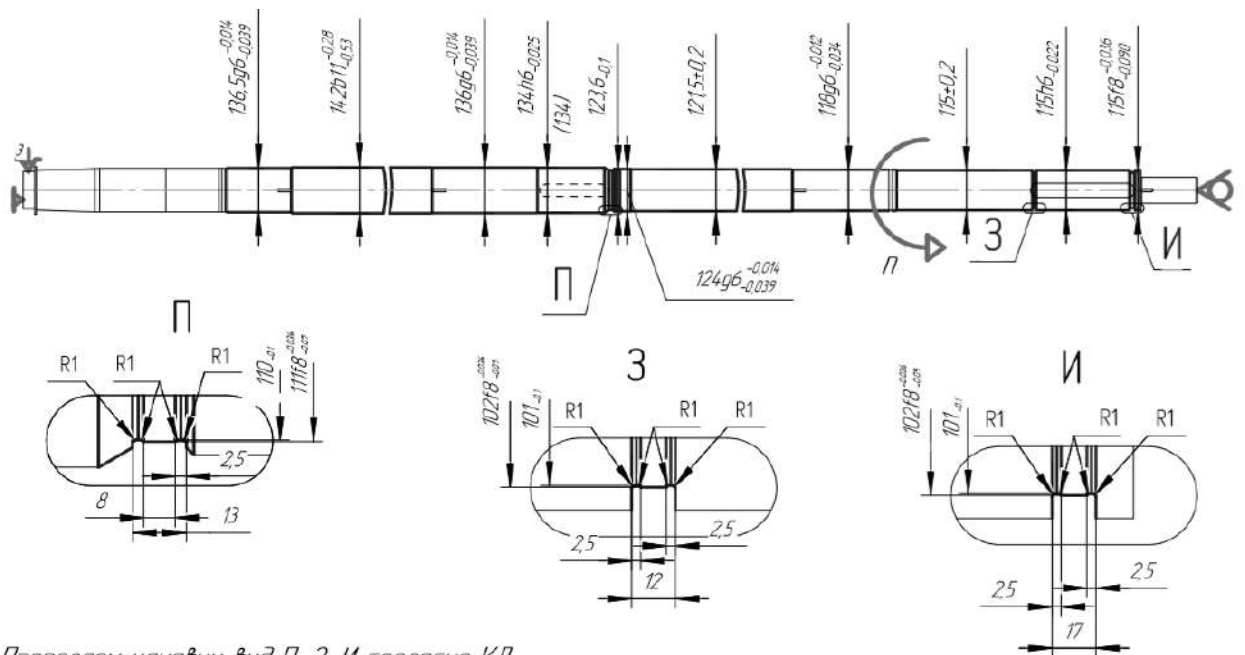
Рисунок 21 – 020 Комплексная с ЧПУ, переход 10

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26



1. Фрезеруем пазы

Рисунок 22 – 020 Комплексная с ЧПУ, переход 11



1. Прорезаем канавки вид П, 3, И согласно КД
2. Протачиваем $\phi 124$, $\phi 123,6$ по КД
3. Шлифуем чистовые диаметры по КД

Рисунок 23 – 020 Комплексная с ЧПУ, переход 12

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Операция 025 (рисунок 24) комплексная с ЧПУ проводится на токарном станке с ЧПУ TACCHI HD/3 525x8000 90L. Для фиксации заготовки используется трехкулачковый патрон и люнеты. Комплект баз: двойная направляющая, упорная. В качестве режущего инструмента используются:

- державка DD 2525 M15, пластина DNMG150608E-SF;
- резец резьбовой AL 25-3;
- шпоночная фреза UGMU MSMHD 6.

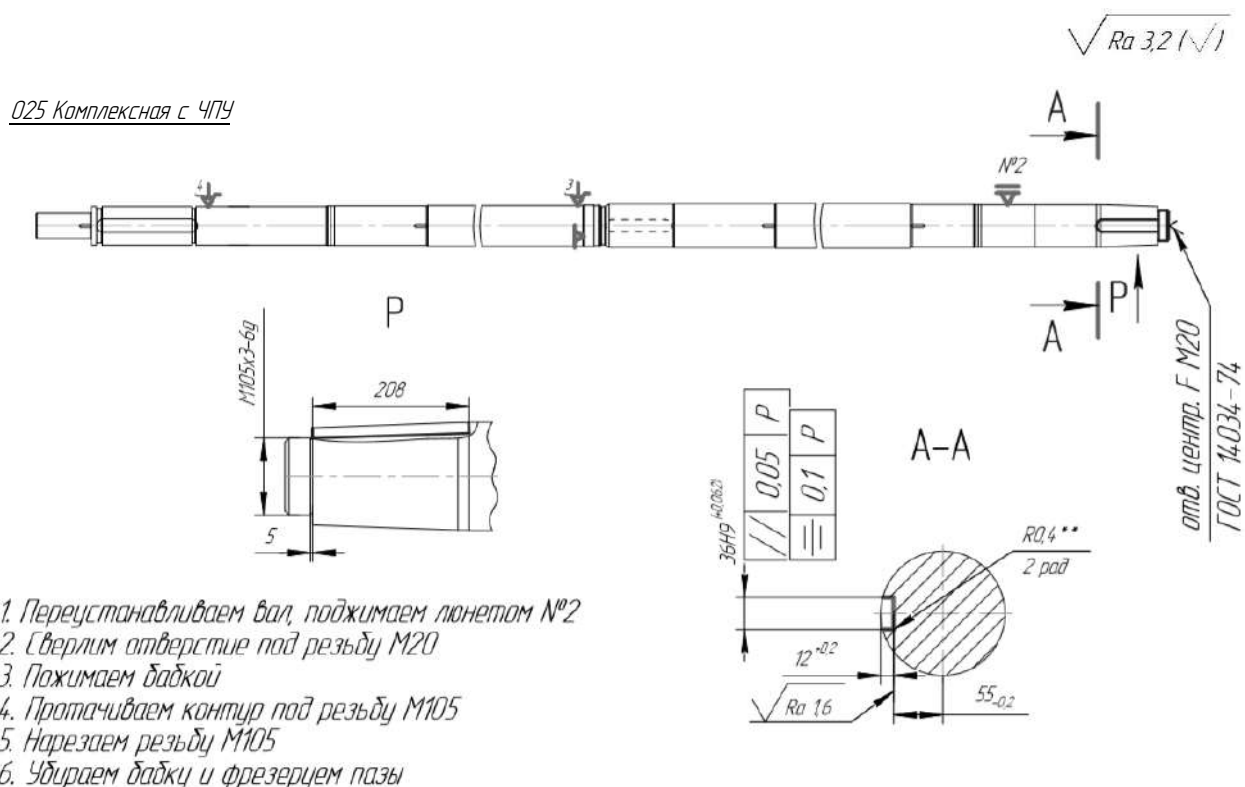


Рисунок 24 – 025 Комплексная с ЧПУ

Операция 030 термическая. Закалка проводится на ТВЧ.

Операция 035 контрольная, на которой проводится окончательный контроль.

2.1.3 Размерно-точной анализ действующего технологического процесса

Размерный анализ (рисунок 25) решает более широкий круг задач и кроме расчета операционных цепей, охватывает очень широкий комплекс технологических расчетов. Целью размерного анализа является расчет припусков, замыкающих звеньев и выявления брака. В проектировании необхо-

димо, чтобы назначенные припуски были минимально необходимыми и достаточными для получения заданного размера, но не должны быть чрезмерно большими, чтобы не удорожать обработку.

Замыкающее звено в технологической цепи размеров – это звено, не выполняемое непосредственно на какой-либо операции. Найдем номинальное, минимальное и максимальное значения:

$$[68\ 78] = (78\ 18) - (18\ 48) - (48\ 58) - (58\ 68) = 807,5 \pm 0,1 - 249 \pm 0,1 - 190 \pm 0,1 - 182 \pm 0,1 = 186,5 \pm 0,4;$$

$T = 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,2 = 0,8 > 0,2$; размер не выполняется, возможен исправимый брак.

$$[88\ 98] = -(98\ 168) + (168\ 88) = 3291,5 \pm 0,1 - 2972,5 \pm 0,1 = 319 \pm 0,2;$$

$T = 0,2 + 0,2 = 0,4 > 0,2$; размер не выполняется, возможен исправимый брак.

$$[98\ 108] = -(108\ 168) + (168\ 98) = 2972,5 \pm 0,1 - 2757,5 \pm 0,1 = 215 \pm 0,2;$$

$T = 0,2 + 0,2 = 0,4 > 0,2$; размер не выполняется, возможен исправимый брак.

$$[108\ 118] = -(118\ 168) + (168\ 108) = 2757,5 \pm 0,1 - 2685,5 \pm 0,1 = 72 \pm 0,2;$$

Размер не выполняется по номиналу.

$$[118\ 128] = -(118\ 168) + (168\ 128) = 2685,5 \pm 0,1 - 1228,5 \pm 0,1 = 1457 \pm 0,2;$$

Размер не выполняется по номиналу.

$$[128\ 138] = -(128\ 168) + (168\ 138) = 1228,5 \pm 0,1 - 913,5 \pm 0,1 = 315 \pm 0,2;$$

$T = 0,2 + 0,2 = 0,4 > 0,2$; размер не выполняется, возможен исправимый брак.

$$[138\ 148] = -(138\ 168) + (168\ 148) = 913,5 \pm 0,1 - 484,5 \pm 0,1 = 429,5 \pm 0,2;$$

$T = 0,2 + 0,2 = 0,4 > 0,2$; размер не выполняется, возможен исправимый брак.

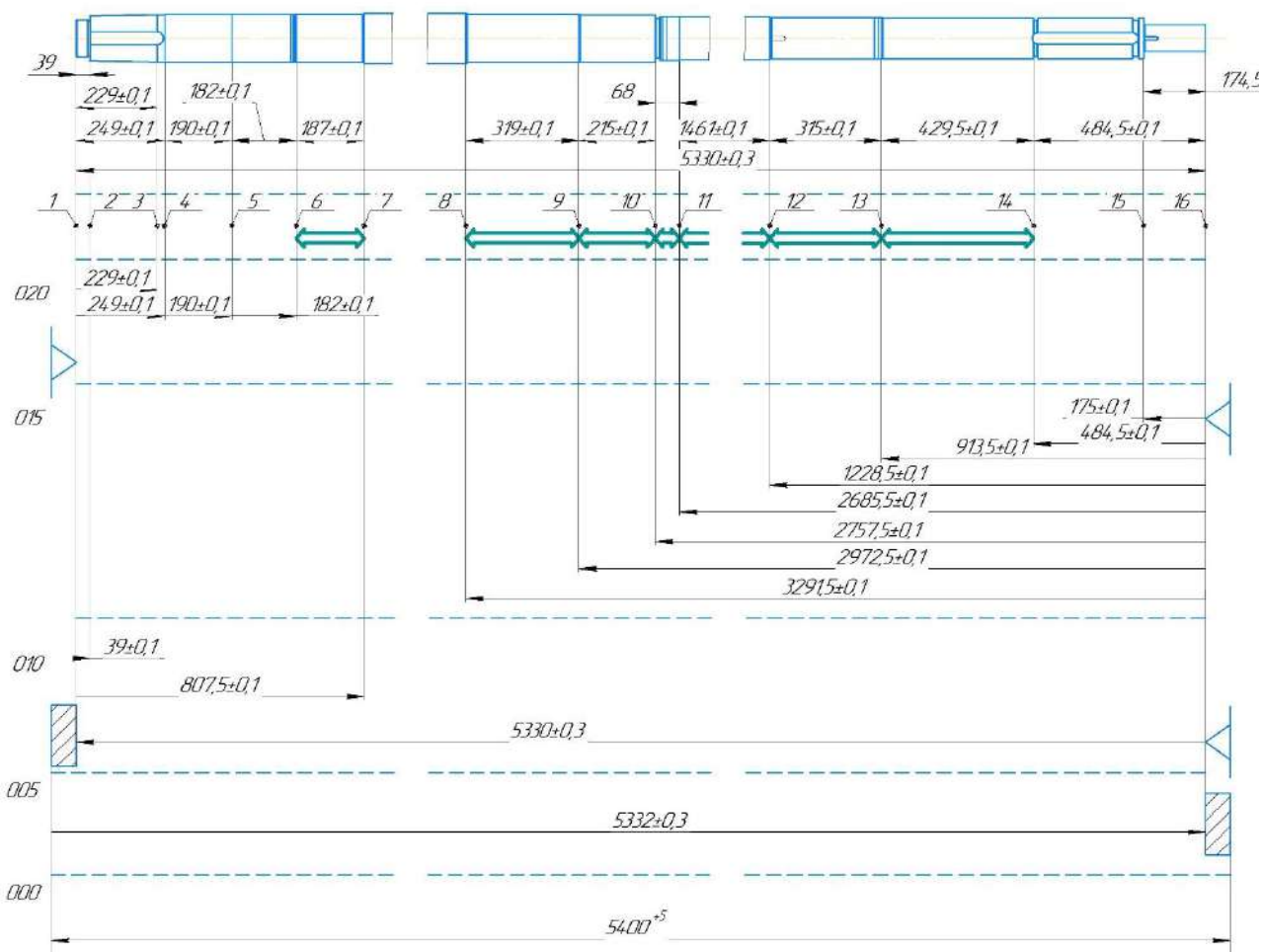


Рисунок 25 – Схема размерного анализа

Минимальный припуск для любой операции рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{\text{точ. min}} = Df + Rz,$$

где Df - величина дефектного слоя, мкм; Rz - шероховатость с предшествующей операции, мкм; $Df = 300$ мкм; $Rz = 250$ мкм.

$$\Delta_{\text{точ. min}} = 0,3 + 0,25 = 0,55 \text{ мм}$$

$$[17 \ 18] = -(18 \ 168) + (168 \ 17) = 5332 \pm 0,1 - 5330 \pm 0,1 = 2 \pm 0,1;$$

$$[167 \ 168] = (168 \ 17) - (17 \ 167) = 5400^{+5} - 5332 \pm 0,1 = 68_{-0,1}^{5,1};$$

Исходя из расчётов, можно утверждать, что назначенные припуски в действующем технологическом процессе не рациональны, а конструкторские размеры не выполняются.

2.1.4 Выводы по подразделу

В действующем технологическом процессе материал исходной заготовки сталь 40ХН2МА ГОСТ 4543-2016. Заготовку получают методом сортового горячекатаного проката. К недостаткам данного метода следует отнести коэффициент использования материала, который равен 0,60 (технологичным является $KИМ = 0,7$).

В качестве режущего инструмента, применяются цельные, а также инструменты с твердосплавными напайными пластинами, изготовленные по ГОСТ. Применение данного инструмента оправдано в крупносерийном производстве. В мелкосерийном и среднесерийном производстве целесообразно использовать инструмент со сменными твердосплавными пластинами, особенно в том случае, если стоит задача автоматизации технологических процессов, что особенно актуально в условиях мелко- и среднесерийного производства, где номенклатура выпускаемых изделий может меняться достаточно часто.

В качестве станочных приспособлений и технологической оснастки в действующем технологическом процессе используются стандартные приспособления и оснастка, что эффективно для любых типов производств.

Размерный анализ показал, что конструкторские размеры не выполняются, а припуски на обработку являются не рациональными, это приводит к уменьшению КИМ, что делает производство более дорогим.

2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Вал насоса»

2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

В качестве метода получения исходной заготовки остается горячекатаный прокат. Применение данного метода оправдано при единичном и серийном производстве. Главным преимуществом метода является дешевизна, а главным недостатком – низкий коэффициент использования материала.

Размерный анализ действующего технологического процесса показал, что припуски нерационально завышены. Для расчета минимальных припус-

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

ков проектного технологического процесса проведется размерный анализ, исходя из которого назначаются размеры заготовки.

2.2.2 Выбор основного технологического оборудования

Для заготовки, полученной горячекатаным прокатом, необходимо подобрать оборудование, способное выполнить операции точения, сверления, фрезерования и шлифования. Необходимо, чтобы деталь помещалась в рабочую область станка, а инструментального магазина хватило на минимальную номенклатуру режущего инструмента.

Для точения, сверления и фрезерования поверхностей вышеперечисленным требованиям соответствует станок MAZAK SLANT TURN 800 (рисунок 26). Станки серии NLX предназначены для высокоскоростной обработки деталей типа тело вращения за одну операцию. Уже базовой комплектации имеется ось С и приводной инструмент, что позволяет обрабатывать детали, требующие фрезерной обработки. Опциональный противопиндель и ось Y позволяют расширить технологические возможности станка. При комплектации с автоматическим устройством подачи прутка, лотком для снятия готовых деталей, системой контроля износа и поломки инструмента станки предназначены для серийной обработки высокотехнологичных и высокоточных деталей, таких как распределители, плунжеры, штуцера, зубчатые шкивы. Технические характеристики станка представлены в таблице 1.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32



Рисунок 26 – MAZAK SLANT TURN 800

Таблица 1 - Характеристики станка MAZAK SLANT TURN 800

Модель	MAXXTURN 65
Расстояние между центрами, мм	6000
Диаметр вращения над станиной, мм	Ø920
Максимальная длина точения, мм	6000
Макс. диаметр обрабатываемого прутка, мм	Ø165
Перемещение по осям X/Z/Z2, мм	700 / 6155 / 5960
Перемещение по оси Y	400 (+40 / -40)
Скорость установочных перемещений по оси X, м/мин	30
Скорость установочных перемещений по оси Y, м/мин	15
Скорость установочных перемещений по оси Z, м/мин	40
Частота вращения главного шпинделя, об/мин	0 - 1800
Мощность шпинделя, кВт	60
Макс. крутящий момент на шпинделе, Нм	920
Частота вращения протившпинделя, об/мин	0 - 1800
Мощность протившпинделя, кВт	45
Макс. крутящий момент на протившпинделе, Нм	560

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

Окончание таблицы 1

Револьверная головка	12 поз. (приводных 12, VDI60)
Частота вращения приводного инструмента, об/мин	0 - 8000
Мощность приводного инструмента, кВт	6,7
Макс. крутящий момент, Нм	25
Длина, мм	3320
Ширина, мм	2070
Высота, мм	2050
Вес, кг	5700

Для операций шлифования воспользуемся круглошлифовальным станком с ЧПУ ROBBI REX 6000-RS (рисунок 27), технические характеристики которого представлены в таблице 2. Данный станок является одним из немногих шлифовальных станков, на котором можно обрабатывать такие габаритные размеры.

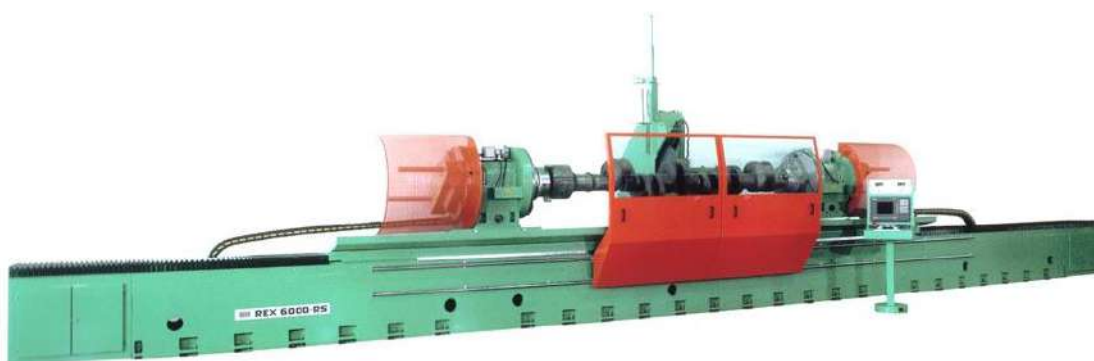


Рисунок 27 – ROBBI REX 6000-RS

Таблица 2 – Технические характеристики станка ROBBI REX 6000-RS

Расстояние между центрами	мм	6200
Расстояние между патронами	мм	6050
Высота центров над столом	мм	750
Диапазон колебаний вала над столом	мм	1500
Максимальный эксцентриситет вала по центрам	мм	350
Максимальный диаметр шейки коленвала	мм	500
Быстрое гидравлическое перемещение круга	мм	300

Окончание таблицы 2

Ручное микрометрическое перемещение круга	мм	600
Шаг микрометрического перемещения	мм	0,001-0,1
Подача круга на оборот	мм	3
Ручная микрометрическая поперечная подача стола на оборот	мм	8
Быстрое гидравлическое поперечное перемещение стола	м/мин.	3
Скорости вращения шлифовального круга	об/мин	450-1000
Максимальный диаметр шлифовального круга	мм	1400
Ширина шлифовального круга	мм	30-70
Диаметр патронов	мм	400
Максимальный диаметр вала, удерживаемый в патроне	мм	600
Перемещение люнета	мм	400
Шпиндельные скорости	об/мин	0-50
Максимальный вес коленвала в центрах	кг	3000
Максимальный вес коленвала при зажатии в патронах	кг	6000
Главный двигатель шлифовального круга	кВт	30
Шпиндельный двигатель	кВт	7,4 (x2)
Гидравлический двигатель	кВт	4
Насос системы охлаждения	кВт	0,40
Длина	мм	16500
Ширина	мм	3500
Высота	мм	2700
Требуемое рабочее пространство	мм	20000x4000
Приблизит. чистый вес	кг	30000
Приблизит. вес отгрузки	кг	32000

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии

Проектный вариант состоит из следующих операций:

- 000 Заготовительная операция;
- 005 Комплексная операция с ЧПУ;
- 010 Термическая операция;
- 015 Шлифовальная операция;
- 020 Контрольная операция.

В качестве заготовки применим горячекатаный пруток $\varnothing 145\text{мм}$ по ГОСТ 2590-2006. Эскиз заготовки представлен на рисунке 28.

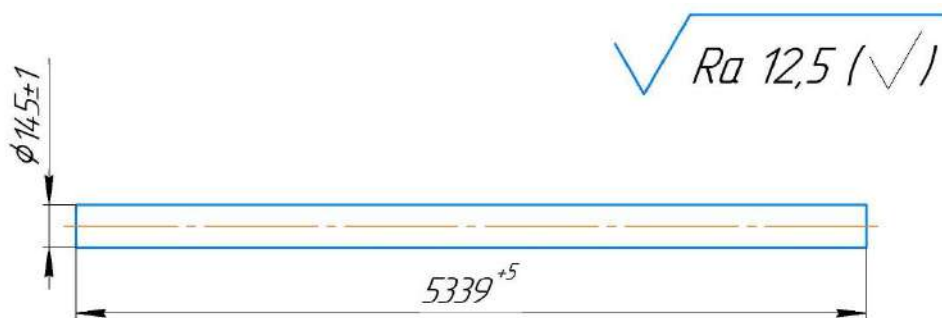


Рисунок 28 – 000 Заготовительная операция

На 005 комплексной операции с ЧПУ на установке А (рисунок 29) выполняется обработка детали в левом шпинделе. Подрезается торец, точится наружные поверхности, фрезеруются пазы и сверлится центровое отверстие.

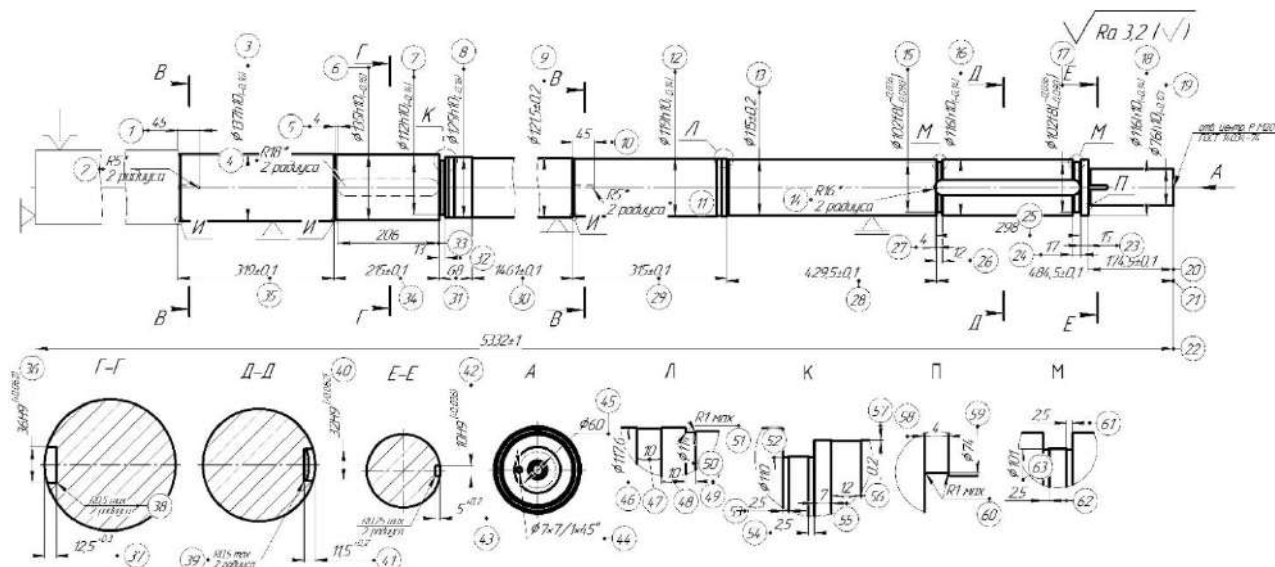


Рисунок 29 – 005 Комплексная операция с ЧПУ, установ А

На 005 комплексной операции с ЧПУ на установке Б (рисунок 30) выполняется точение внешних поверхностей, подрезка торцев, сверление отверстий, фрезерование пазов.

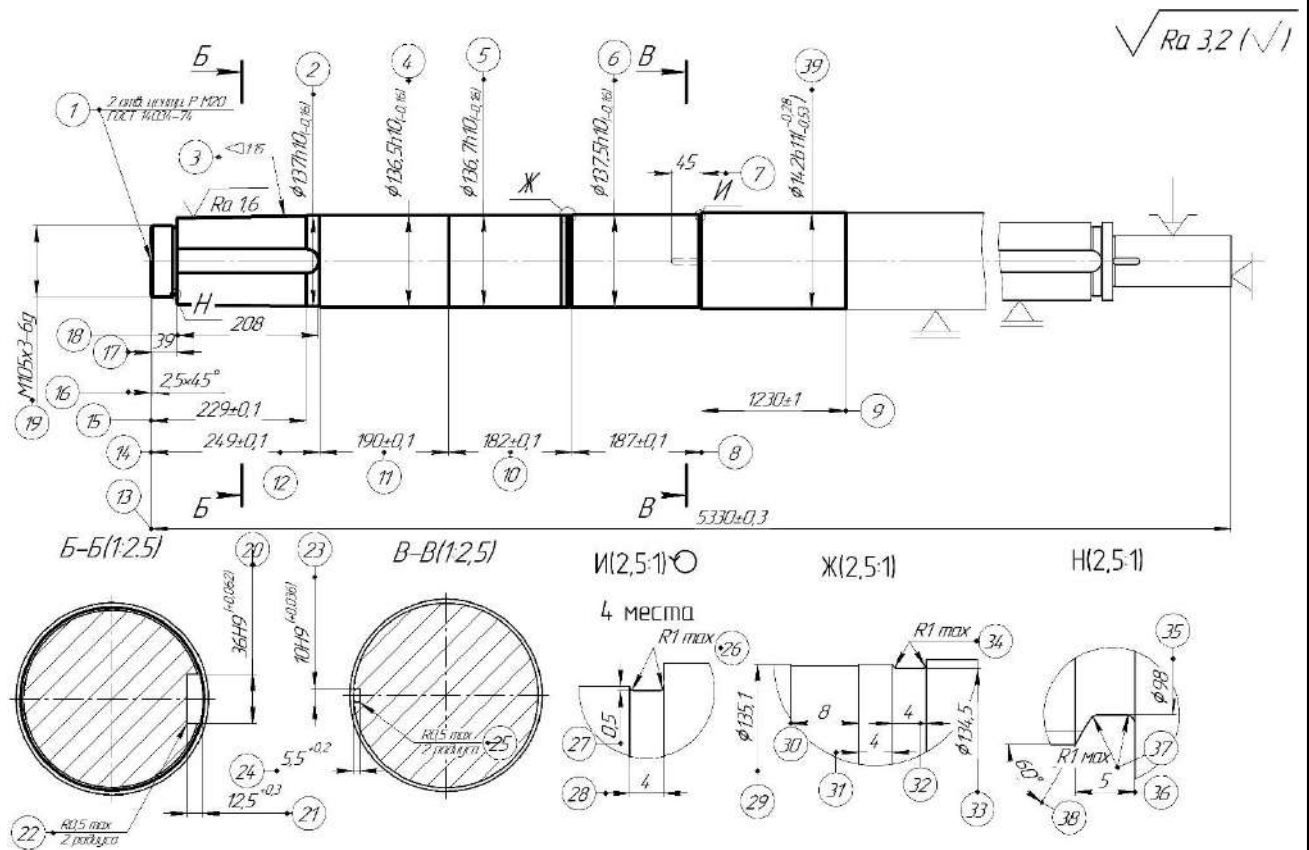


Рисунок 30 – 005 Комплексная операция с ЧПУ, установ Б

На 010 термической операции проводится закалка поверхностей на ТВЧ.

На 015 шлифовальной операции (рисунок 31) проводится шлифование поверхностей.

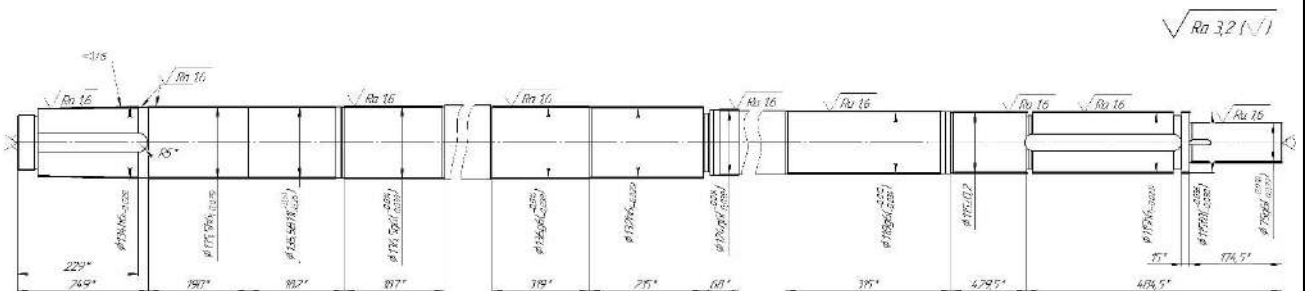


Рисунок 31 - 015 Шлифовальная операция

На 020 Контрольной операции осуществляется окончательный контроль заданных конструкторских параметров.

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного технологического процесса

Размерный анализ проектного технологического процесса (рисунок 32) показал, что замыкающих звеньев нет.

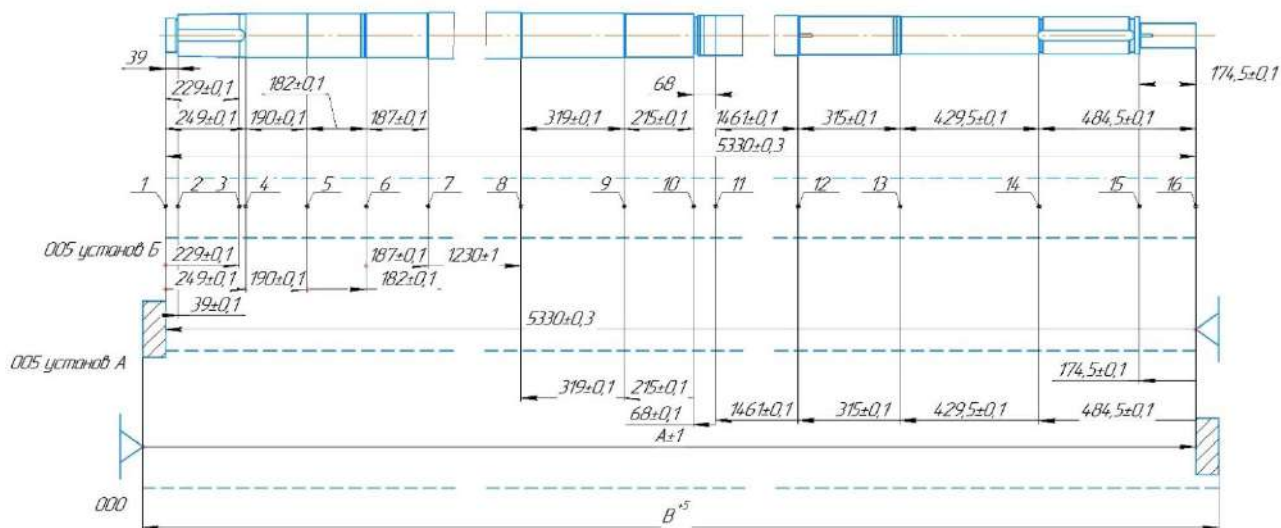


Рисунок 32 – Схема размерного анализа проектного технологического процесса

Рассчитаем размеры заготовки, межоперационные размеры и припуски.

Минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{min} = Ra + Df.$$

$$Ra = 250 \text{ мкм};$$

$$Df = 300 \text{ мкм};$$

$$Z_1 = Z_2 = Z;$$

$$Z = 250 + 300;$$

$$Z = 550 \text{ мкм}.$$

Рассчитаем межоперационные размеры, припуски и размеры заготовки:

$z_{расч} = z_{min} + \frac{W}{2} - [\Delta_0]$, где W - величина поля рассеяния, Δ_0 - величина середины поля допуска.

$$[17 \ 18] = -(18 \ 168) + (168 \ 17) = A \pm 1 - 5330 \pm 0,1$$

$$Z_{min} = Df + Rz = 0,3 + 0,25 = 0,55 \text{ мм}$$

$$Z_H = 0,55 + (0,2 + 2) / 2 - (0 + 0) / 2 = 1,65 \text{ округлим до } 2 \text{ мм}$$

$$A \pm 1 = 5332 \pm 1$$

$$[167 \ 168] = -(168 \ 17) + (17 \ 167) = B^{+5} - 5332 \pm 1$$

$$Z_{\min} = D_f + R_z = 0,3 + 0,25 = 0,55 \text{ мм}$$

$$Z_H = 0,55 + (5 + 2) / 2 - (5 + 0) / 2 = 6,55 \text{ округлим до } 7 \text{ мм}$$

$$B^{+5} = 5339^{+5}$$

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

а) Расчет режимов резания для точения:

Черновое точение для наружной поверхности $\varnothing 76h10$;

Материал пластины: Т15К6;

Вид крепления: зажим штифтом;

Вид пластины: треугольная;

Главный угол в плане φ , град: 80;

Вспомогательный угол в плане φ_1 , град: 15;

Задний угол α , град: 0;

Передний угол γ , град: 0;

Угол наклона режущей кромки λ , град: 0;

Радиус при вершине r , мм: 1,6;

Радиус округления $r_{\text{скр}}$, мм: 0,02;

Стойкость инструмента T , мин: 60.

Выбор глубины резания: $t = 5$ мм.

Выбор подачи: $S_{\text{от}} = 0,73$ мм/об;

Поправочные коэффициенты на подачу:

$K_{\text{си}} = 0,8$ от инструментального материала;

$K_{\text{сд}} = 1,0$ от крепления державки резца;

$K_{\text{ш}} = 1,05$ от прочности режущей части;

$K_{\text{см}} = 0,65$ от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{\text{су}} = 1$ от схемы установки обработки;

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

$K_{sn}=0,85$ от состояния поверхности заготовки;

$K_{s\phi}=1$ от геометрических параметров резца;

$K_{sp}=1$ от радиуса вершины резца;

$K_{sj}=1$ от жесткости станка;

$S_{o1} = S_{ot} \cdot K_{si} \cdot K_{sp} \cdot K_{sd} \cdot K_{sh} \cdot K_{sm} \cdot K_{sy} \cdot K_{sn} \cdot K_{s\phi} \cdot K_{sj} = 0,3358$ мм/об.

Сила резания табличная: $R_{xT}=530$ Н; $R_{yT}=160$ Н. Поправочные коэффициенты на силу резания:

$K_{рмх}=1,25$;

$K_{рму}=1,25$ - от свойств обрабатываемого материала;

$K_{рфх}=1$;

$K_{рфу}=1$ - от главного угла в плане;

$K_{р\gammaх}=1$;

$K_{р\gammaу}=1,2$ - от переднего угла;

$K_{р\lambdaх}=1,2$;

$K_{р\lambdaу}=1,0$ - от угла наклона режущей кромки.

$R_x = R_{xT} \cdot K_{рмх} \cdot K_{рфх} \cdot K_{р\gammaх} \cdot K_{р\lambdaх} = 795$ Н;

$R_y = R_{yT} \cdot K_{рму} \cdot K_{рфу} \cdot K_{р\gammaу} \cdot K_{р\lambdaу} = 240$ Н.

Табличная скорость и мощность станка: $V_1=185$ м/мин; $N_1=8,2$ кВт.

Поправочные коэффициенты на скорость резания:

$K_{vc}=1$ от группы обрабатываемости материала;

$K_{vo}=1,0$ от вида обработки;

$K_{vm}=0,65$ от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{vf}=1,0$ от периода стойкости режущей части;

$K_{vj}=1,0$ от наличия охлаждения;

$K_{vi}=1$ от инструментального материала;

$K_{v\phi}=1$ от геометрических параметров резца;

$V = V_T \cdot K_{vc} \cdot K_{vi} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{vf} \cdot K_{vj} \cdot K_{vo} = 120$ м/мин.

Частота вращения шпинделя:

$n_1 = (1000 \cdot 120) / (3,14 \cdot 76) = 504$ об/мин.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

Табличное значение подачи допустимой шероховатостью: $S_{ot}=0,6$ мм/об.

Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от шероховатости: $K_{sm}=0,75$ -от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{sn}=1,0$ - от инструментального материала;

$K_{so}=1,0$ - от вида обработки; $K_{сж}=1,0$ - от наличия охлаждения.

$S_o=S_{ot} \cdot K_{sm} \cdot K_{sn} \cdot K_{so} \cdot K_{сж}=0,45$ мм/об.

Норма штучного времени Тш при выполнении станочных работ рассчитывается следующим образом:

$T_{шт}=T_{осн}+T_{всп}+T_{обсл}+T_{отд}$, где $T_{осн}$ - основное (машинное) время, затрачиваемое на изменение размеров, формы и внешнего вида детали в процессе механической обработки; $T_{всп}$ - вспомогательное время, затрачиваемое на различные приемы, обеспечивающие выполнение основной работы; к нему относятся: время на управление станком, установку, закрепление и снятие заготовок, подвод и отвод режущего инструмента, измерение обработанных поверхностей и т. д.; $T_{обсл}$ - время обслуживания рабочего места; $T_{отд}$ - время перерывов на отдых и личные надобности рабочего; оно устанавливается в зависимости от условий выполнения работы. Основное время автоматической работы станка при точении по программе определяется по формуле:

$$T_{осн}=L/(S \cdot n) = 14,81 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитываем остальные режимы резания для черногого и чистового точения (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 - Режимы резания для черногого точения

Черновое точение										
D, мм	L, мм	t, мм	Число проходов	Диаметр с припуском на чист. точение	Стабл, мм/об	Vтабл, м/мин	Sф, мм/об	Vф, м/мин	n, об/мин	Время
76	174,5	5	7	78	0,73	185	0,3358	120,25	490,97665	7,4088695
116	310	5	3	118	0,73	185	0,3358	120,25	324,54388	8,5335321
115	429,5	5	3	117	0,73	185	0,3358	120,25	327,31776	11,722876

Окончание таблицы 3

119	315	5	3	121	0,73	185	0,3358	120,25	316,49734	8,8916232
121,5	1461	5	3	123,5	0,73	185	0,3358	120,25	310,09051	42,092265
135	215	5	1	137	0,73	185	0,3358	120,25	279,53415	2,290461
137	319	5	1	139	0,73	185	0,3358	120,25	275,51207	3,4480167
105	39	5	4	107	0,73	185	0,3358	120,25	357,90821	1,2979927
137	249	5	1	139	0,73	185	0,3358	120,25	275,51207	2,6913986
136,5	190	5	1	138,5	0,73	185	0,3358	120,25	276,5067	2,0462903
136,7	182	5	1	138,7	0,73	185	0,3358	120,25	276,10799	1,9629612
137,5	187	5	1	139,5	0,73	185	0,3358	120,25	274,52458	2,0285218

Таблица 4 - Режимы резания для чистового точения

Чистовое точение									
D, мм	L, мм	t, мм	Число проходов	Стабл, мм/об	Vтабл, м/мин	Sф, мм/об	Vф, м/мин	n, об/мин	Время
76	174,5	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	571,99128	1,3816783
116	310	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	374,75291	3,7464299
115	429,5	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	378,01163	5,1458715
119	315	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	365,30536	3,9053094
121,5	1461	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	357,78879	18,493726
135	215	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	322,00991	3,023919
137	319	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	317,30903	4,5531209
105	39	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	414,01274	0,4266304
137	249	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	317,30903	3,5540034
136,5	190	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	318,47134	2,7019928
136,7	182	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	318,0054	2,5920169
137,5	187	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	316,15518	2,678812
142	1230	1	1	0,48	210	0,2208	136,5	306,13618	18,196648

б) Расчет режимов резания для сверления отверстий:

Сверло SD203A-C45-7.0-21-10R1;

Диаметр сверла: 4 мм;

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

Форма заточки: нормальная;

Шероховатость: 2,5мкм;

Стойкость инструмента, $T = 45$ мин.

Выбор глубины сверления: $t = 21$ мм.

Выбор подачи: $S_{от} = 0,27$ мм/об;

$V_T = 27,3$ м/мин;

$P_T = 580$ Н;

$N_T = 0,19$ кВт;

Поправочные коэффициенты для расчета подачи:

$K_{sm} = 0,51$ от механических свойств обрабатываемого материала;

Поправочные коэффициенты на скорость резания:

$K_{vm} = 0,51$ от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{vз} = 1$ от вида заточки инструмента;

$K_{vж} = 1$ от наличия охлаждения;

$K_{vT} = 1,15$ от периода стойкости инструмента;

$K_{vw} = 1$ от состояния обрабатываемой поверхности;

$K_{vi} = 2,2$ от инструментального материала;

$K_{vl} = 1$ от длины рабочей части сверла;

$K_{vp} = 1$ от покрытия инструментального материала.

$V = V_T \cdot K_{vз} \cdot K_{vT} \cdot K_{vw} \cdot K_{vm} \cdot K_{vi} \cdot K_{vж} \cdot K_{vp} \cdot K_{vl} = 35,22$ м/мин.

Частота вращения шпинделя:

$n = (1000 \cdot 35,22) / (3,14 \cdot 7) = 1602$ об/мин.

Скорость резания:

$V_s = S_o \cdot n = 0,137 \cdot 1602 = 220,6$ м/мин.

Основное время автоматической работы станка по программе при сверлении определяется по формуле:

$T_{осн} = L / (S \cdot n) = 0,04$ мин.

Аналогичным образом проведем расчет режимов резания для обработки остальных отверстий (таблица 5).

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

Таблица 5– Расчет режимов резания при сверлении

ØD, мм	Кол-во отверстий	L, мм	S, мм	V, м/мин	Sфакт, мм/об	Vфакт, м/мин	n, об/мин	Vs, м/мин	Время, мин
7	1	21	0,27	27,3	0,1377	35,217	1602,2293	220,63	0,0485435
17,5	2	30	0,34	31,2	0,1734	40,248	732,44768	127,01	0,2409327
M20	2	30	2	44	2	56,76	903,82166	1807,6	0,0331924

в) Расчет режимов резания при фрезеровании пазов:

Материал инструмента: P6M5;

Диаметр фрезы: 10 мм;

Задний угол α : 20°;

Передний угол γ : 19°;

Стойкость инструмента T: 60 мин.;

Число зубьев: 2;

Ширина паза 32 мм;

Глубина паза: 11,5 мм;

Выбор глубины резания: $t=4$ мм;

Количество рабочих ходов: 3;

Длина фрезерования: $L= 298$ мм;

Выбор подачи: $Sz1= 0,21$ мм/зуб;

Поправочные коэффициенты на подачу:

$K_{sm}=0,52$ - от механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{si}=0,8$ - от инструментального материала;

$K_{sz}=1$ - от количества зубьев;

$K_{sl}=1$ - от отношения вылета фрезы к ее диаметру.

$Sz=Sz1 \cdot K_{sm} \cdot K_{si} \cdot K_{sz} \cdot K_{sl}=0,087$ мм/зуб.

Выбор скорости и мощности резания:

$V_t=48$ м/мин; $N_t=1,27$ кВт.

$K_{vo} = K_{No} = 1$ - от группы обрабатываемости материала;

$K_{vm}=1,6$; $K_{Nm}=0,65$ - от свойств обрабатываемого материала;

$K_{vi}=K_{Ni}= 2,8$ - от материала режущей части;

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

$K_{VT}=K_{NT}= 1,25$ - от периода стойкости режущей части;

$K_{VP}=K_{NP}= 1,0$ - от состояния поверхности заготовки;

$K_{VЖ}=K_{NЖ}= 1,0$ - от наличия охлаждения.

$V=V_T \cdot K_{VO} \cdot K_{VI} \cdot K_{VT} \cdot K_{Vm} \cdot K_{Vb} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VP} = 174,7$ м/мин.

$N=N_T \cdot K_{Nb} \cdot K_{NT} \cdot K_{NI} \cdot K_{Nm} \cdot K_{No} \cdot K_{NЖ} \cdot K_{NP} = 2,96$ кВт.

Частота вращения шпинделя:

$n=(1000 \cdot 174,7)/(3,14 \cdot 10)=5564,31$ об/мин.

Основное время автоматической работы станка по программе определяется по формуле: $T_{осн}=L/(S \cdot n)=6,13$

Аналогичным образом проведем расчет режимов резания для обработки остальных пазов (таблица 6).

Таблица 6 – Расчет режимов резания для обработки остальных пазов

Ширина паза, мм	Длина паза, мм	Глубина резания, мм	t, мм	Кол-во рабочих ходов	S, мм	V, м/мин	Sфакт, мм/об	Vфакт, м/мин	n, об/мин	Время, мин
32	298	11,5	4	10	0,21	48	0,08736	174,72	5564,3312	6,1304262
10	40	5	4	2	0,21	48	0,08736	174,72	5564,3312	0,1645752
10	45	5	4	2	0,21	48	0,08736	174,72	5564,3312	0,1851471
36	206	12,5	4	12	0,21	48	0,08736	174,72	5564,3312	5,0853736
10	45	5	4	2	0,21	48	0,08736	174,72	5564,3312	0,1851471
36	208	12,5	4	12	0,21	48	0,08736	174,72	5564,3312	5,1347462
10	45	5,5	4	2	0,21	48	0,08736	174,72	5564,3312	0,1851471

Г) Расчет режимов при шлифовании поверхностей:

Материал детали: сталь 40ХН2МА ГОСТ 4543-2016;

Припуск на обработку 0,5 мм;

Шероховатость Ra 1,6;

Диаметр Ø75g6;

Скорость шлифования для круга 35м/с;

Частота вращения круга на станке: 1112 мин⁻¹.

Скорость круга:

$$V_{кр}=(3,14 \cdot 600 \cdot 1112)/(1000 \cdot 60)=34,5 \text{ м/с};$$

$$\text{Окружная подача: } V_d=(C_v \cdot D^k)/(T^m \cdot t^x \cdot V^y) \text{ м/мин,}$$

где $C_v=0,24$; $k=0,3$; $m=0,5$; $x=1,0$; $y=1,0$ $V=0,42$

$$V_d=(0,24 \cdot 75^{0,3})/(15^{0,5} \cdot 0,1^{1,0} \cdot 0,42^{1,0})=5,38 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения детали:

$$n_d=(1000 \cdot 5,38)/(3,14 \cdot 75)=22,87 \text{ мин}^{-1};$$

Поперечная подача круга 0,01 мм/оборот;

Продольная подача определяется в долях ширины круга (0,7). При ширине круга 125 мм величина продольной подачи

$$S_{пр}=0,7 \cdot 125=87,5 \text{ мм/об.}$$

Скорость продольного хода стола

$$V_{ст}=(87,5 \cdot 70)/1000=6,1 \text{ м/мин.}$$

Мощность резания при шлифовании методом продольной подачи определяется по эмпирической формуле следующего вида:

$$N_э=C_v \cdot V^x \cdot S_{кр}^y \cdot t^z \text{ кВт,}$$

где $C_v=1,4$; $x=0,75$; $y=0,70$; $z=0,85$

При подстановке получаем:

$$N_э=1,4 \cdot 3,73^{0,75} \cdot 87,5^{0,7} \cdot 0,01^{0,85}=1,71 \text{ кВт}$$

Потребная мощность в сравнении с выбранным станком осуществима.

При круглом наружном шлифовании машинное время определяется следующим образом: (при поперечной подаче на двойной ход стола)

$$T_m=(\pi \cdot d_d \cdot L)/(1000 \cdot V_d \cdot S_{пр}) \cdot i \cdot K,$$

где $d_d=75$ мм; $L=174,5$ мм; $V_d=5,38$ /мин; $S_{пр}=87,5$ мм/об; $i=t/S_{пр}=0,1/0,01=10$.

K - коэффициент, учитывающий износ круга и точность шлифования (1,2...1,4)

$$T_m=(3,14 \cdot 75 \cdot 174,5)/(1000 \cdot 5,38 \cdot 87,5) \cdot 1,3=0,19 \text{ мин.}$$

Аналогичным образом рассчитываем параметры для других поверхностей, результаты представлены в таблице 7. Суммарное основное, вспомогательное и штучное время представлены в таблице 8.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

Таблица 7 – Режимы резания при шлифовании

Диаметр, мм	Длина обр. поверхности, мм	V _д , м/мин	n, об/мин	Время, мин
75	174,5	5,3880883	22,87936	0,113315
115	710,5	6,1252762	16,96283	0,622302
118	315	6,1727818	16,65978	0,280916
124	68	6,2653138	16,09131	0,062785
132	215	6,3839357	15,40228	0,20739
136	319	6,4413663	15,08375	0,314207
136,5	187	6,4484616	15,04506	0,184664
135,5	372	6,4342527	15,12269	0,365468
134	190	6,412801	15,24099	0,185215

Таблица 8 – Основное, вспомогательное и штучное время

	005 Комплексная операция с ЧПУ, установ А	005 Комплексная операция с ЧПУ, установ Б	015 Шлифовальная операция с ЧПУ, установ Б
Тосн, мин	143,25	84,69	2,3
Твсп, мин	14	3,7	2,3
Тшт, мин	172,98	97,23	5,06

Выводы по разделу два

Проектный вариант технологического процесса изготовления детали «Вал насоса» усовершенствован за счет уменьшения количества операций и уменьшения количества технологического оборудования для обработки данной детали. Назначения оптимальных припусков в проектном варианте тех-

нологического процесса изготовления детали увеличивается коэффициент использования материала: действующий КИМ=0,66, а проектный КИМ=0,77.

Суммарное штучное время по действующему варианту ТП: Тшт = 353,68 мин; по проектному варианту ТП: Тшт = 275,27 мин. Сокращение штучного времени по проектному варианту ТП составило 22,2%. Таким образом, проектный вариант технологического процесса обладает большей производительностью, нежели базовый.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор технологической оснастки

Обработка детали «Вал насоса» происходит на токарном станке с ЧПУ MAZAK SLANT TURN 800. Станок оснащён револьверной головки с 12 позициями для инструмента (рисунок 33). При работе на этом станке при выполнении токарных операций в качестве инструментальной оснастки используются держатели типа VDI-60. Инструментальные гнёзда оснащены собственным приводом, что позволяет производить операцию сверления на данном оборудовании.



Рисунок 33 – Револьверная головка VDI 60

Для присоединения фрезы JHP951080D2R020.3Z4-SIRA выберем приводной блок THR-A07-60A с цангой ER 50, изображенный на рисунке 34.

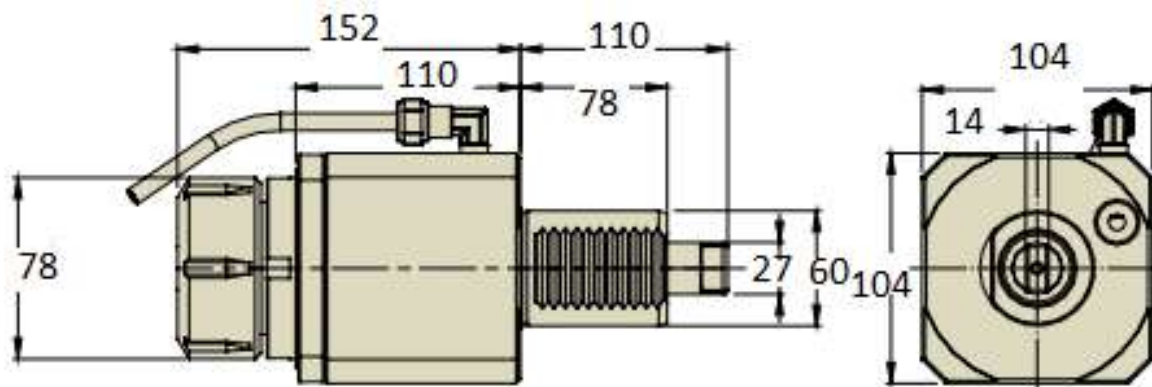


Рисунок 34 – Приводной блок THR-A07-60A

Для присоединения фрезы JHP951080D2R020.3Z4-SIRA и сверла SD203A-C45-7.0-21-10R1 к приводному блоку выбираем цангу ER 50-d10, изображенную на рисунке 35.

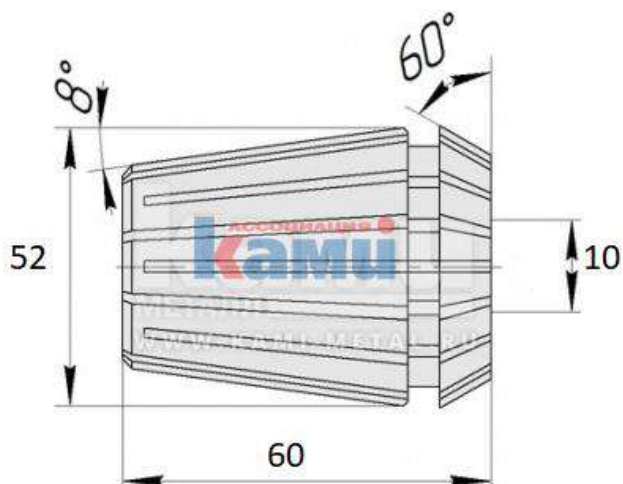


Рисунок 35 – Цанга ER 50-d10

Для присоединения сверла SD203A-0700-024-08R1-P, SD1103A-1750-051-18R1 и метчика МТР-М20Х2.50ISO6НХ-ТВ-Р004-А выберем приводной блок THR-D07.102-60А с цангой ER 50, изображенный на рисунке 36.

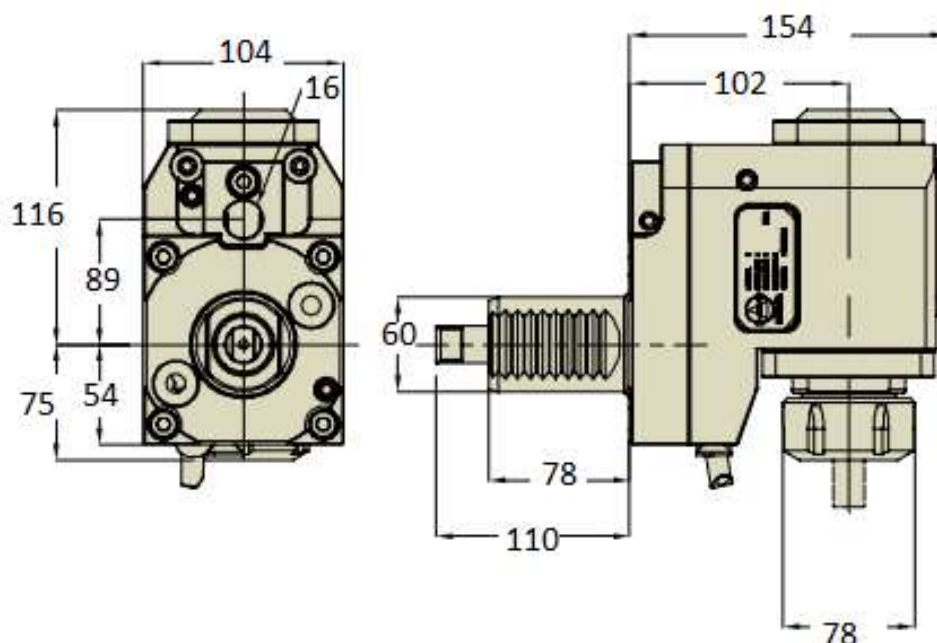


Рисунок 36 – Приводной блок THR-D07.102-60А

Для присоединения метчика МТР-М20Х2.50ISO6НХ-ТВ-Р004-А к приводному блоку выбираем цангу ER 50-ТМ20, изображенную на рисунке 37.

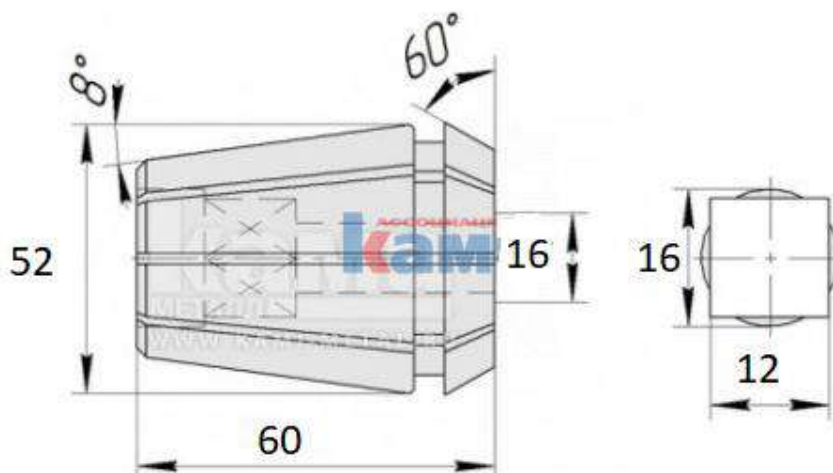


Рисунок 37 – Цанга ER 50 ТМ20

Для присоединения сверла SD1103А-1750-051-18R1 к приводному блоку выбираем цангу ER 50-d18, изображенную на рисунке 38.

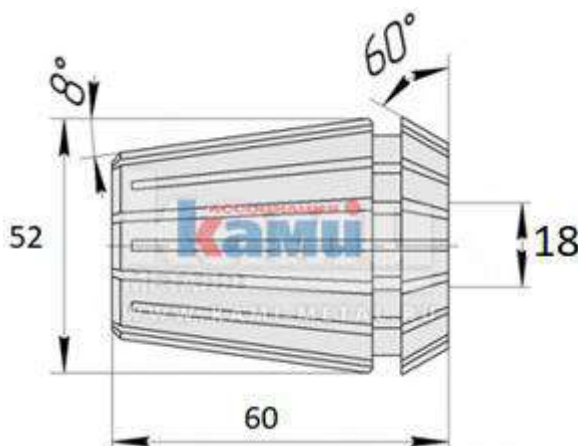


Рисунок 38 – Цанга ER 50-d18

Для присоединения патрона С6-РМС20-080, С6-391.5675-25100 и держателя С6-391.0584-20065, С6-391.5834-32100, С6-391.5603-10080 и резцов С6-DDJNR-45065-15-М, С6-PWLNL-45065-08 и С6-CFZL-33075-2802JET выбираем держатель С6-LC2060-00095, изображенный на рисунке 39.

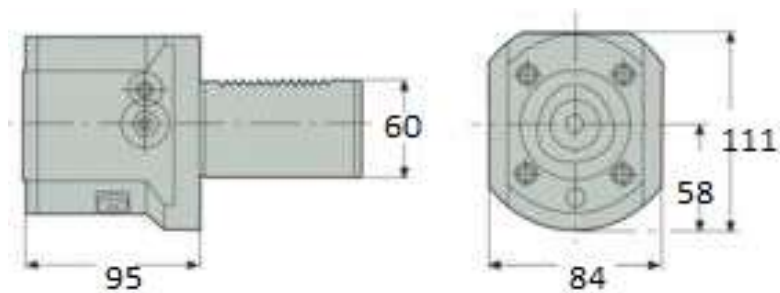


Рисунок 39 – Держатель C6-LC2060-00095

Для присоединения проектного резьбового резца выбираем резцедержатель C1-60x20x125 для установки в VDI 60, изображенный на рисунке 40.

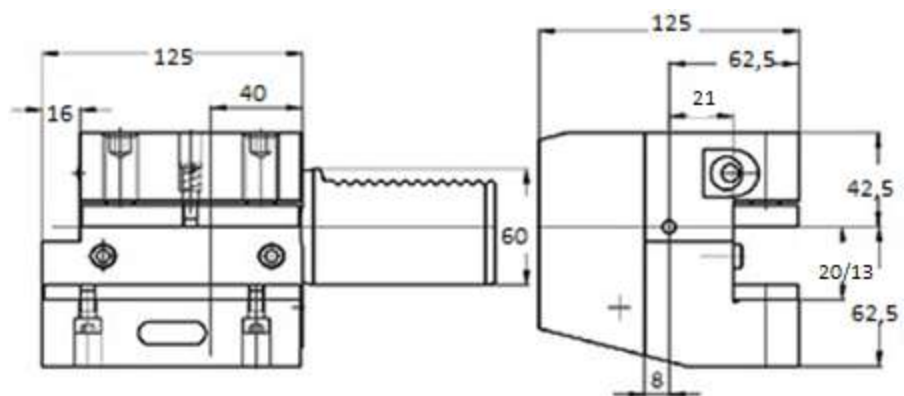


Рисунок 40 – Резцедержатель C1-60x20x125

Для присоединения резца C5-SCLCR-11070-09 выбираем резцедержатель C5-LC2060-43040M (рисунок 41).

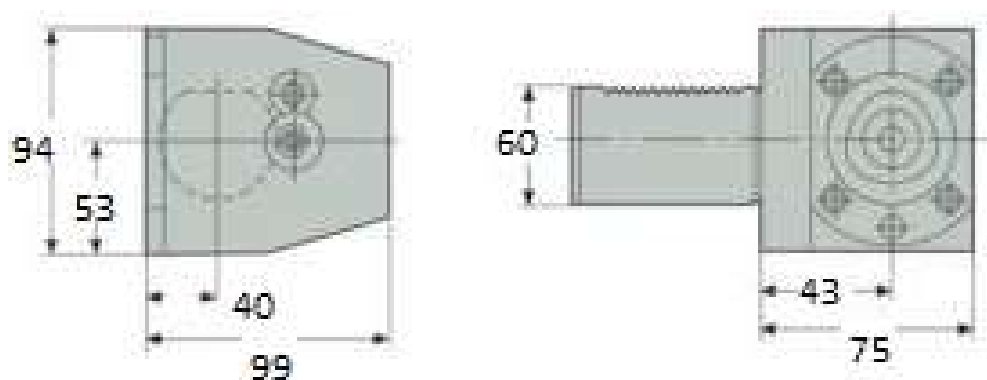


Рисунок 41 – Резцедержатель C5-LC2060-43040M

3.2 Проектирование и расчет специального станочного приспособления

В проектируемом технологическом процессе установка детали будет производиться в трехкулачковый патрон с пневмоприводом Kitagawa UVE160K (рисунок 42).

Японская корпорация "Kitagawa" является одним из сильнейших производителей, комплектующих и оснастки для станков металлообрабатывающей отрасли в мире. В номенклатуре компании имеется широкий диапазон токарных патронов ручного и автоматического управления, с различными видами приводов; станочных тисков, поворотных столов и делительных головок с ЧПУ.

Преимущества Kitagawa:

- Широкий спектр производственных решений;
- Мировые стандарты качества;
- Современные производственные мощности;
- Инновационные технологии.

Обладая значительной номенклатурой, выпускаемой продукции: патроны, кулачки, цанговые захваты, поворотные столы и т.д. вместе со способностью обеспечивать индивидуальные проектные решения и поддерживая прекрасные отношения с клиентом, компания Kitagawa является привлекательным партнером для долгосрочного сотрудничества. Также компания Kitagawa обеспечивает высококачественное гарантийное, постгарантийное и сервисное обслуживание.

Компания Kitagawa предлагает следующие комплектующие для металлообрабатывающих станков:

- токарные патроны;
- патроны специсполнения;
- ручные патроны;
- захваты;
- гидравлические цилиндры;

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

-поворотные столы.



Рисунок 42 - Kitagawa UVE160K

Используемый при обработке патрон, предназначен для закрепления обрабатываемой детали на станке, имеет самоцентрирующийся спиральный патрон с механическим зажимом, с корпусом из высококачественного чугуна. Конструкция позволяет быстро заменить вышедшие из строя внутренние части, устанавливается на шпиндель при помощи сквозных винтов. Патрон имеет три сборных каленых кулачка, которые одновременно сходятся к центру или расходятся от него. Кулачки обеспечивают точное центрирование заготовки (совпадение оси заготовки с осью вращения шпинделя). Патрон периодически разбирают для очистки и смазки.

Кроме универсальности основными преимуществами трехкулачковых патронов для токарных станков являются их простота в эксплуатации, надежность, долговечность. Кулачки патрона передвигаются в радиальных пазах его корпуса. Двигаются они одновременно, обеспечивая высокую точность центрирования обрабатываемой детали. Ее ось в зафиксированном со-

стоянии совпадает с осью вращения шпинделя токарного станка. В движение кулачки приводятся с помощью пневмопривода.

Патроны достаточно легко снимаются с токарного станка. Это позволяет использовать несколько конструкционных деталей, например, патроны с незакаленными кулачками применяют для чистовых работ, а с закаленными кулачками - для обдирочных работ. Детали не требовательны к хранению и обслуживанию: их необходимо лишь периодически разбирать и смазывать.

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизованного режущего инструмента

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качества обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Если технологические особенности детали не ограничивают применения высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твердым сплавом.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

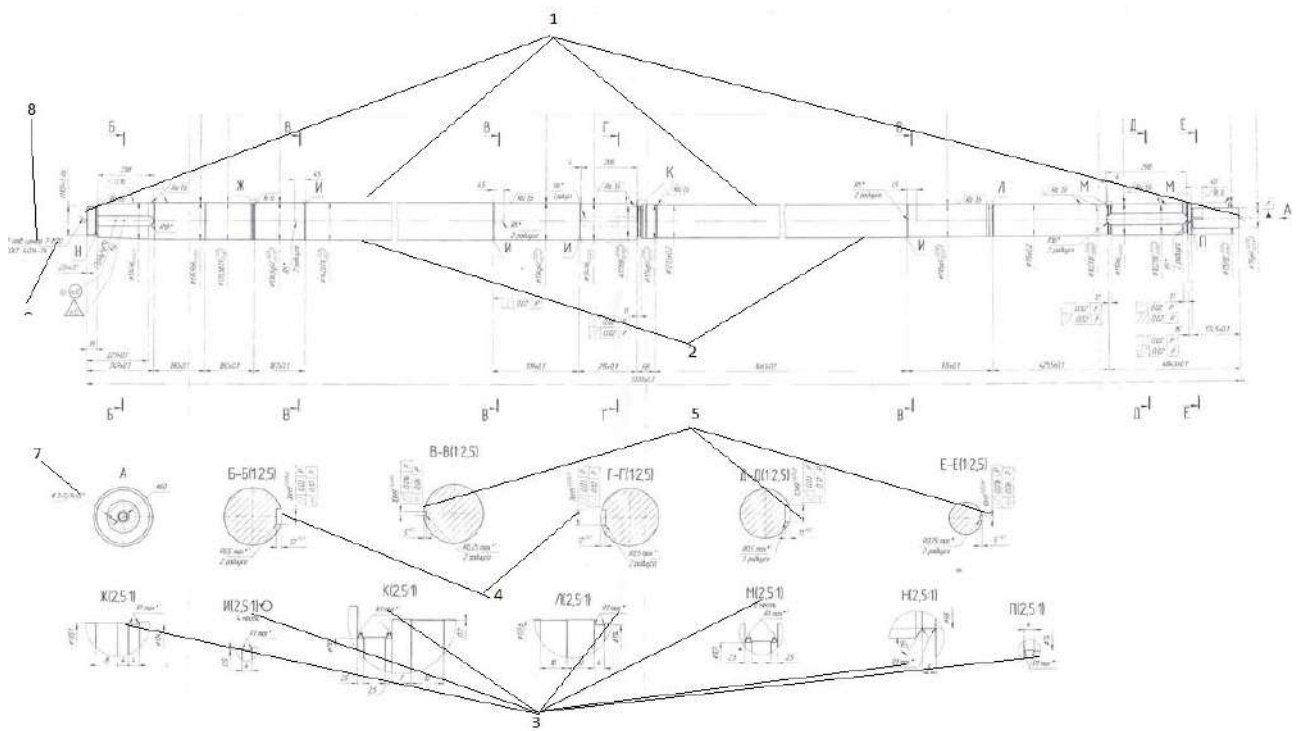


Рисунок 43 – Обозначение обрабатываемых поверхностей на конструкторском чертеже

При изготовлении детали «Вал насоса» можно использовать стандартный режущий инструмент.

Выбор токарного резца для обработки поверхности 1 проводим по следующей методике:

Обрабатываются наружный диаметр и торец;

Резец будет использоваться для чернового точения, для обработки наружного диаметра;

Производится черновая обработка при прерывистом резании;

Группа резания жаропрочный сплав (S);

Система крепления пластины D – используется для обработки детали по контуру, когда условия резания меняются в широких пределах от продольного точения к торцевому;

Типоразмер державки R.

Выбор геометрии пластины и марки материала режущих пластин:

Выбор заднего угла СМП: $\alpha=0$, $\gamma=0$, такие пластины используются для обработки материалов группы резания S;

Форма передней поверхности: геометрия R (черновой стружколом), где $t=5-15$ мм, $S_o=0,5-1,5$;

Марка сплава СМП TP1501 марка твердого сплава наиболее широко применима для большинства токарных операций обработки деталей из сталей, нержавеющей сталей и чугуна;

Для чернового точения выбираем пластину с радиусом при вершине 1,6.

По этой методике выбираем резец с СМП марки SECO C6-PWLNL-45065-08 (рисунок 44). Расшифровка обозначения державки:

- C6 – Типо размер 63мм;
- P – Зажим пластины штифтом;
- W – форма пластины с углом 80° ;
- L – тип инструмента;
- N – задний угол пластины 0° ;
- L – направление резания, левое;
- 45 – Расстояние 45 мм;
- 065 – Расстояние 65 мм;
- 08 – длина режущей кромки 8 мм.

И пластину WNMG080416-M6 (материал пластины TP1501) (рисунок 45). Расшифровка обозначения пластины:

- W – форма пластины;
- N – задний угол пластины 0° ;
- M – класс допуска;
- G – крепление пластины с центральным отверстием;
- 08 – длина режущей кромки 8 мм;
- 04 – толщина 4 мм;
- 16 – конфигурация угла 1.6 мм.

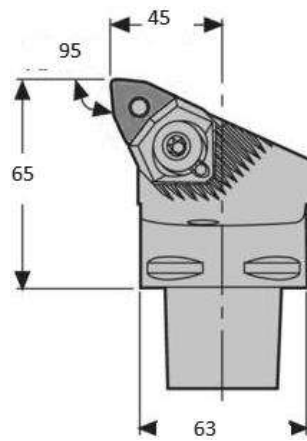


Рисунок 44 – Резец C6-PWLNL-45065-08

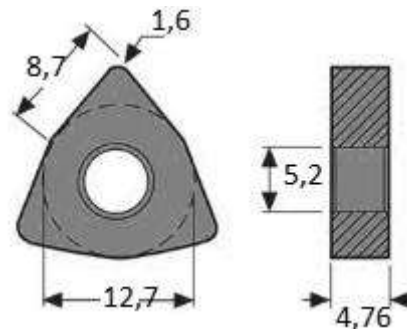


Рисунок 45 – Пластина WNMG080416-M6 TP1501

Для обработки поверхностей 2 выбираем резец C6-DDJNR-45065-15-M и пластину для лучистовой обработки марки CNMG120412W-MF2 TP0501 SECO (марка сплава TP0501). Резец изображен на рисунке 46. Пластина для лучистовой обработки, изображена на рисунке 47.

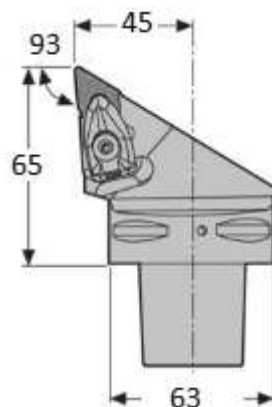


Рисунок 46 – Резец C6-DDJNR-45065-15-M

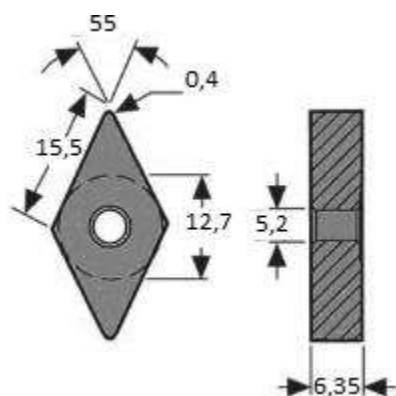


Рисунок 47 – Пластина CNMG120412W-MF2 TP0501

Для обработки поверхностей 3 выбираем резец с СМП С6-CFZL-33075-2802JET (рисунок 48). Для этого используют пластину LCMF2802M0-0200-MP (материал CP500) для чистовой обработки (рисунок 49).

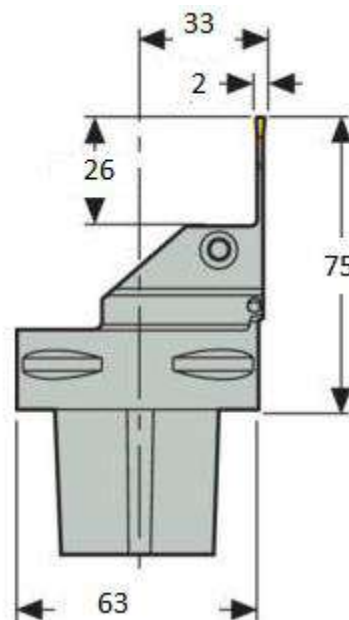


Рисунок 48 – Резец С6-CFZL-33075-2802JET

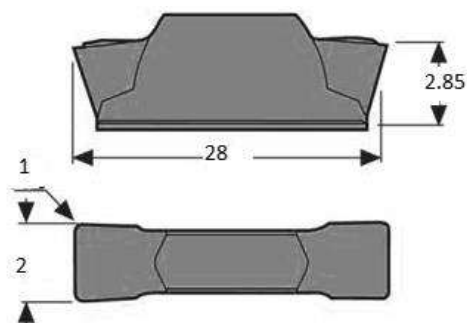


Рисунок 49 – Пластина LCMF280202-0200-FT CP500

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Для обработки поверхностей 8 выбираем резец с СМП С5-SCLCR-11070-09 (рисунок 50). Для этого используют пластину ССМТ09Т304-F1 (материал СР500) для чистовой обработки (рисунок 51).

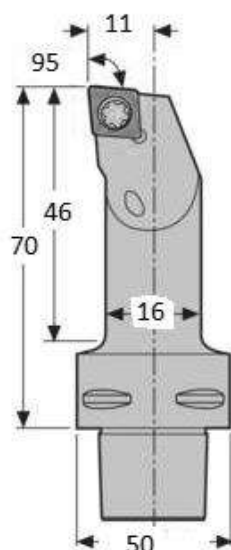


Рисунок 50 – Резец С5-SCLCR-11070-09

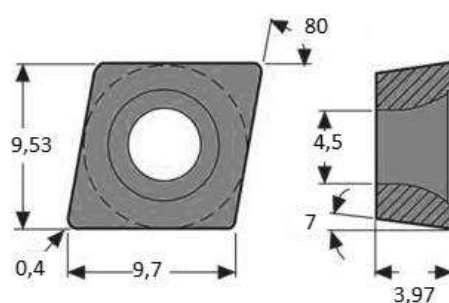


Рисунок 51 – Пластина ССМТ09Т304-F1

Выбор фрезерного инструмента для обработки поверхности 4, 5 проводим по следующей методике:

Обрабатывается паз;

Определяем условия обработки: полуставовая обработка, нормальные условия;

Группа резания углеродистая и легированная сталь (М);

Выбираем тип фрезы: концевая фреза;

Выбираем главный угол в плане $\varphi=45^\circ$, операции общего назначения, большие вылеты инструмента для уменьшения вибраций, уменьшение толщины стружки, при котором происходит повышение производительности;

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

Определяем диаметр фрезы по формуле: $D=(1,25\dots1,5)B$,

где $B=7$ мм – ширина фрезерования, подставляя в формулу получаем:

$D=(1,25\dots1,5)7=10$ мм;

Нормальный шаг фрезы (M) – для большинства операций;

Универсальная геометрия M пригодна для обработки заготовок, как с наличием корки, так и без нее.

По этой методике выбираем фрезу JS512100D2C.0Z2-NXT (материал T200M – износостойкий сплав, используемый в инструменте для чистового фрезерования сталей на высоких скоростях резания, хорошо работает при фрезеровании закаленных сталей и для обработки чугуна, инструмент с пластинами из этого сплава может использоваться с применением СОЖ) изображенная на рисунке 52. Расшифровка обозначения оправки:

JH – диапазон продукции;

512 – геометрия фрезы;

100 – диаметр фрезы 10 мм;

D – форма инструмента;

2 – длина режущей части;

C – форма рабочей части;

0 – тип хвостовика, цилиндрический;

Z2 – эффективное количество зубьев ;

NXT – покрытие.

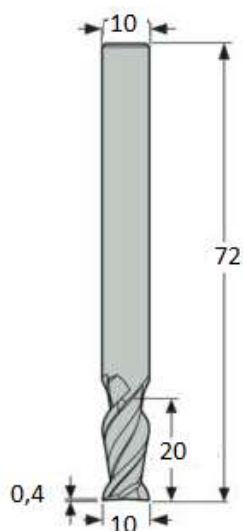


Рисунок 52 – Фреза JS512100D2C.0Z2-NXT

Для обработки поверхности 7 сверло SD203A-C45-7.0-21-10R1. Чертеж и таблица размеров сверла изображены на рисунке 53.

Расшифровка обозначения сверла:

SD203 – тип сверла 3xD;

A – внутренняя подача СОЖ;

C45 – угол фаски 45 градусов;

7.0 – диаметр сверла 7 мм;

21 – глубина сверления 21 мм;

10 – диаметр хвостовика;

R – правое вращение;

1 – тип хвостовика.

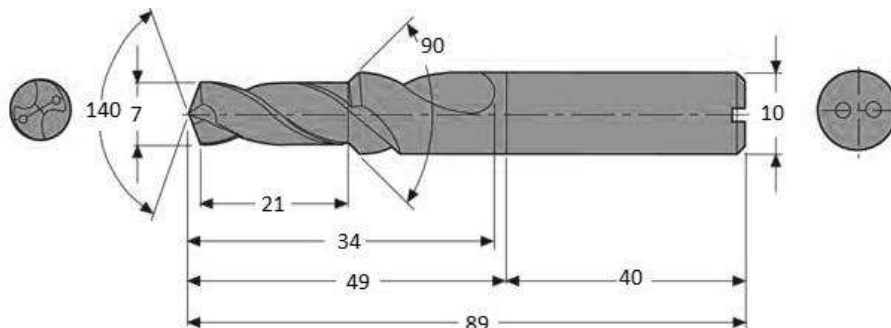


Рисунок 53 – Сверло SD203A-C45-7.0-21-10R1

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

Для обработки поверхности 8 выбираем сверло SD1103A-1750-051-18R1 (рисунок 54).

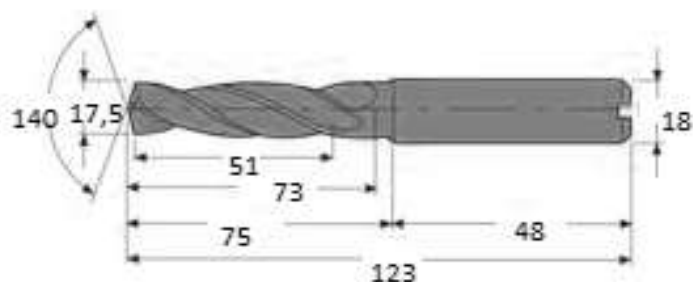


Рисунок 54 – Сверло SD1103A-1750-051-18R1

Для обработки поверхности 9 выберем метчик МТР-М20Х2.50ISO6НХ-ТВ-Р004-А (рисунок 55).

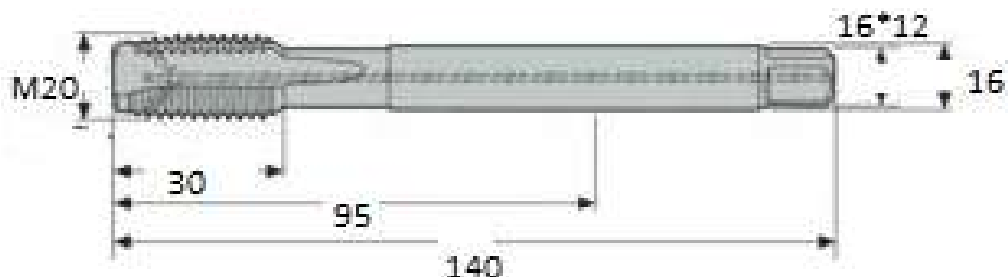


Рисунок 55– Метчик МТР-М20Х2.50ISO6НХ-ТВ-Р004-А

Для шлифования поверхностей используем шлифовальный круг 600x125x305-2А-25-СТ1-К-35 ГОСТ Р 52781-2007. Эскиз изображен на рисунке 56.

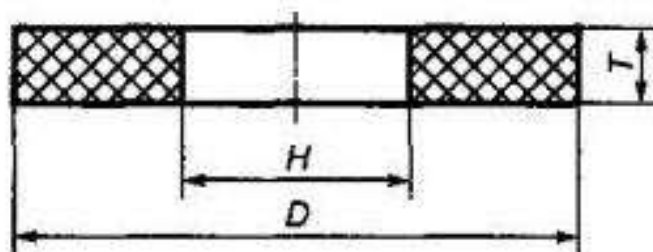


Рисунок 56 – Шлифовальный круг ($D=600\text{мм}$; $H=305\text{мм}$; $T=125\text{мм}$)

3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента

Требуется разработать режущий инструмент для нарезания резьба (рисунок 57).

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

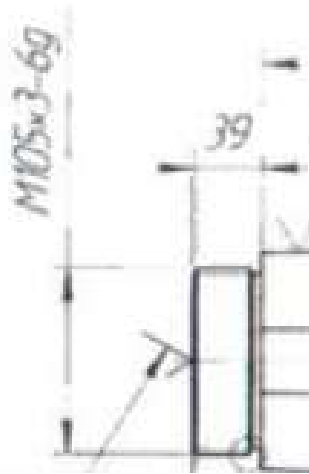


Рисунок 57 – Чертёж выполняемой операции

Для данной операции лучше всего подойдёт резбовой резец. Для этого выбираем резец с напайной пластиной. Преимущества резца с напайной пластиной:

1. Напайной инструмент компактнее, чем со сменными пластинами, поэтому удобнее при растачивании;
2. Напайной инструмент более ремонтпригоден;
3. Напайной инструмент неразборный, поэтому составные части, такие как винты, прихваты и пластины не потеряются;
4. Крепкое и надёжное закрепление режущего элемента на державке или в корпусе вне зависимости от точности и качества кармана под пластину.
5. Напайной инструмент дешевле;
6. Сроки поставок напайного инструмента короче, опять-таки в связи с простотой производства и большого количества изготовителей.

Для обработки детали выбираем титановольфрамовый твердый сплав Т15К6. В его состав входят карбиды титана и карбиды вольфрама в соединении с кобальтом.

По ГОСТ 18885-73 выбираем исполнение 1. По таблице 1 определяем габаритные размеры корпуса в зависимости от наибольшего диаметра отрезки.

При шаге резьбы $P=3\text{ мм}$, габаритные размеры корпуса резца (рисунок 58):

$$\varphi = 60^\circ;$$

$$h \times b = 20 \times 12;$$

$$L = 120 \text{ мм};$$

$$m = 3 \text{ мм};$$

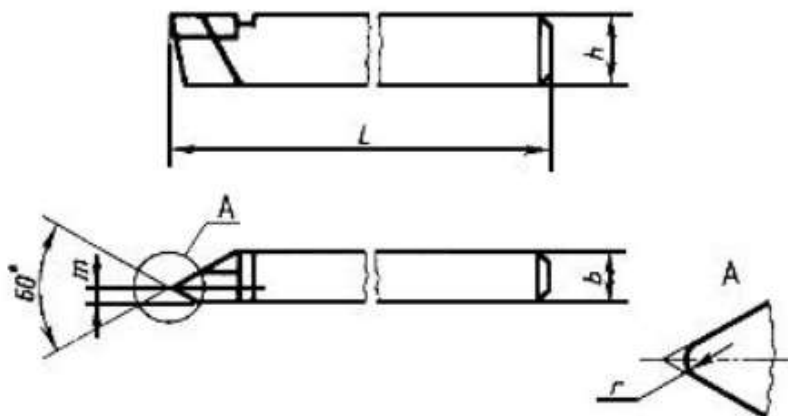


Рисунок 58 – Эскиз габаритных размеров резца

По ГОСТ 25398-90 по таблице 1 определяем обозначение пластины для выбранных габаритных размеров. Выбираем пластину 11190 ГОСТ 25398-90 (рисунок 59).

$$b = 16 \text{ мм};$$

$$s = 4,0 \text{ мм};$$

$$l = 6 \text{ мм};$$

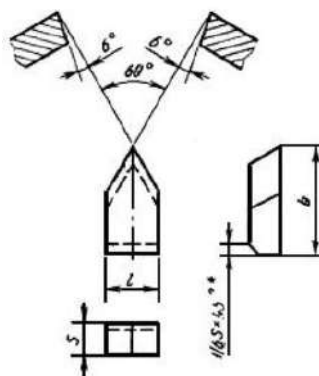


Рисунок 59 - Эскиз пластины резьбового резца

По ГОСТ 18885-73 по таблице 1 в приложении выбираем размеры гнезда под пластину (рисунок 60). Для габаритных размеров корпуса 20x12:

$$a = 6 \text{ мм};$$

$$n = 15,0 \text{ мм};$$

$$h = 16,0 \text{ мм};$$

$$h_1 = 17,0 \text{ мм};$$

$$h_2 = 19,0 \text{ мм};$$

$$K = 19 \text{ мм};$$

$$r = 0,432 \text{ мм}.$$

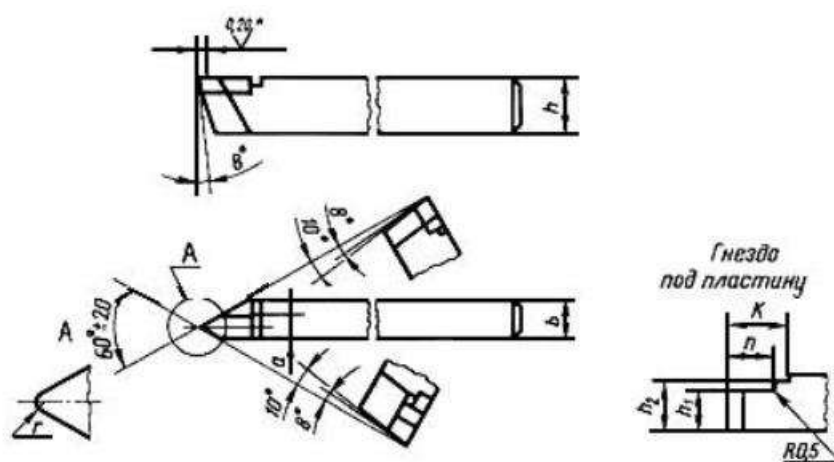


Рисунок 60 - Эскиз элементы конструкции и геометрические параметры резца

Принимаем следующие значения углов:

$\gamma = 10^\circ$ – главный передний угол;

$\alpha = 8^\circ$ – главный задний угол;

$\lambda = 8^\circ$ – угол наклона режущей кромки;

$\phi = 60^\circ$ – главный угол в плане;

В качестве материала для корпуса резца выбираем сталь 45 с $\sigma_b = 600$ МПа и допустимым напряжением на изгиб $\sigma_{и.д} = 200$ Мпа, вылет резца $l=60$ мм.

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 9,81 C_{P_z} t^{x_{P_z}} S_0^{y_{P_z}} K_{P_z}$$

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

где $C_p=300$; $x_p=1$; $y_p=0,75$ – эмпирические коэффициент и показатели степени;

$t=0,5$ мм – глубина резания;

$S_o=0,2$ мм/об – подача на оборот;

$K_p=1$ – суммарный поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

Подставив значения, получаем:

$$P_z=9,81*300*0,5^1*0,2^{0,75}*1=2472,12$$

Так как сечение резца прямоугольное:

$$BH^2 = \frac{6P_z l}{\sigma_H}; \text{ для } H = 1,6B \text{ имеем } B \cong \sqrt[3]{\frac{2,3P_z l}{\sigma_H}},$$

Подставляем значения в формулу:

$$B = \sqrt[3]{\frac{2,3*2472,12*60}{200}} = 11,94;$$

$$H=1,6*11,94=19,1$$

Принимаем ближайшее большее сечение корпуса ($B=12$ мм, $H=20$ мм). Руководствуясь приведёнными соотношениями, получим высоту корпуса резца $H=20$ мм, $B=12$ мм.

Проверяем прочность и жёсткость корпуса резца.

Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца:

$$P_{z \text{ доп}} = \frac{bh^2 \sigma_{u.d}}{6l}$$

Подставив значения получаем:

$$P_{z \text{ доп}} = \frac{12*20^2*200}{6*60} = 2667 \text{ Н.}$$

Максимальная нагрузка, допускаемая жёсткостью резца;

$$P_{z \text{ жёст}} = \frac{3fEJ}{l^3}$$

где $f=0,1 \cdot 10^{-3}$ м ($\approx 0,1$ мм) – допускаемая стрела прогиба резца;

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па} = 20000 \text{ кгс/мм}^2$ – модуль упругости материала корпуса резца; $l = 60 \text{ мм}$ – вылет резца; $J = \frac{BH^3}{12}$ – момент инерции прямоугольного сечения корпуса.

$$J = \frac{12 \cdot 20^3}{12} = 8000$$

$$P_{z \text{ жёст}} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 20000 \cdot 8000}{60^2} = 13333 \text{ Н.}$$

Резец обладает достаточными прочностью и жёсткостью, так как $P_{z \text{ доп}} \geq P_z$ и $P_{z \text{ жёст}} \geq P_z$.

3.5 Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования

Контроль параметров детали будет осуществлять в два этапа: промежуточный и окончательный. Контролируемые параметры и измерительный инструмент для промежуточного этапа представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Контролируемые параметры промежуточного этапа

Линейные размеры	Штангенциркуль электронный ШЦ-I-500 0,01 ГОСТ 166-89
Диаметральные размеры	Микрометр МКЦ-150 0,001 электронный
M20-7H	Калибр-пробка резьбовая 8221-3051 ГОСТ 17758-72
M105x3-6g	Калибр-кольцо резьбовое 8212-0256 ГОСТ 17765-72
Шероховатость	Профилометр mitutoyo surfest sj-210

1) Штангенциркуль ШЦ-I-500 0,01 ГОСТ 166-89 (рисунок 61) изготовлен из углеродистой и нержавеющей стали с хромовым покрытием. Значение отсчёта по электронной шкале 0,01, класс точности изделия – 1. Шкала - дюймовая и метрическая. Инструментальная сталь имеет твёрдость измерительных поверхностей не менее 51,5 HRC. Штангенциркуль обеспечивает

измерение внутренних и наружных линейных размеров, а также измерение глубины.

Изготовленный в соответствии с ГОСТ 166-89 электронный штангенциркуль имеет массовое применение в самых различных отраслях. Неоспоримым достоинством ШЦ-І-500 0,01 является его невысокая цена.



Рисунок 61 – Штангенциркуль электронный ШЦ-І-200 0,01

2) Микрометр электронный МКЦ-150 0,001 ГОСТ 6507-90 (рисунок 62) – универсальный инструмент (прибор), предназначены для измерений линейных размеров абсолютным или относительным контактным методом в области малых размеров с низкой погрешностью (от 2 мкм до 50 мкм в зависимости от измеряемых диапазонов и класса точности), преобразовательным механизмом которого является микропара винт — гайка.



Рисунок 62 – Микрометр электронный МКЦ-150 0,001 ГОСТ 6507-90

3) Для контроля внутренней метрической резьбы используются калибр-пробка резьбовая 8221-3051 ГОСТ 17758-72 (рисунок 63), данным калибром контролируется внутренняя резьба, имеющаяся в левом по чертежу центровом отверстии Р20 ГОСТ 14034-74. . Калибрами называются такие измерительные инструменты, которыми проверяются правильность размеров и формы изделий, при помощи которых можно установить, что изготовленные изделия соберутся друг с другом в сборке и что это соединение изделий будет нужного качества. Калибры предназначаются, главным образом, для измерения одного определенного размера. Они не позволяют измерить фактический размер изделия, а только дают возможность установить, что изделие не вышло за пределы указанных в чертеже допусков на его изготовление.



Рисунок 63 – Калибр-пробка резьбовая 8221-3051 ГОСТ 17758-72

4) Для контроля наружной метрической резьбы используются калибр-кольцо резьбовое 8212-0256 ГОСТ 17765-72 (рисунок 64). Калибры предназначены, главным образом, для измерения одного определенного размера, измерение резьбы М105х3-6г. Они не позволяют измерить фактический размер изделия, а только дают возможность установить, что изделие не вышло за пределы указанных в чертеже допусков на его изготовление.



Рисунок 64 – Калибр-кольцо резьбовое 8212-0256 ГОСТ 17765-72

5) Контроль шероховатости поверхности проводится профилометром mitutoyo surftest sj-210 (рисунок 65) – прибор, предназначенный для измерения неровностей поверхности. Для оценки неровности поверхности часто используют специальный показатель — шероховатость поверхности. Типичный профилометр содержит шкалу, на которой и отсчитываются значения показателя шероховатости поверхности.



Рисунок 65 – Профилометр mitutoyo surftest sj-210

Окончательный комплексный контроль геометрических параметров детали будем осуществлять на координатно-измерительной машине стоечного типа Ziess PRO (рисунок 66). Использование данной КИМ позволит значительно ускорить процесс измерения и минимизирует человеческий фактор. Контроль будет проводиться на станке после операции шлифования. Характеристики Ziess PRO представлены в таблице 10.



Рисунок 66 – Zeiss PRO

Таблица 10 – Технические характеристики Zeiss PRO

Параметр	Значение
Линейные направляющие	оси X, Y, Z
Допустимая скорость перемещения, мм/с	до 866
Ускорение, мм/с ²	до 1500
Диапазон измерений X × Y × Z, мм	6000 × 1600 × 2100
Погрешность линейного измерения, мкм	18 L/125 ≤ 50

Выводы по разделу три

Выбран режущий инструмент, с подсчитанными параметрами, для проектного варианта. Разработан специальный режущий инструмент – резец резьбовой. Подобрано измерительное оборудование для контроля параметров детали «Вал насоса».

4 АВТОМАТИЗИЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали.

Целью автоматизации технологического процесса (ТП) является повышение производительности, качества и надежности изготавливаемых изделий.

С целью получения наибольшей информации о возможности полной или частичной автоматизации еще раз произведем анализ проектного варианта технологического процесса. При проведении анализа учтем следующие факторы:

- наличие в технологическом процессе слесарных операций или операций, выполняемых на универсальном оборудовании;
- наличие специальных методов обработки и прерывистость технологического процесса;
- возможность встраивания основного оборудования в ГПС;
- концентрация переходов на операциях, выполняемых на станках с ЧПУ;
- габаритные размеры и вес детали;
- возможность использования автоматизированных средств загрузки-выгрузки детали в основное оборудование, промежуточный накопитель или тактовый стол, на робокар, основной или промежуточный склад.

Наличие в ТП слесарных, универсальных или специальных операций
Обработка вала насоса происходит на токарном станке с ЧПУ ТАССН1 HD/3 525x8000 90L. При этом в технологическом процессе отсутствуют слесарные операции. Это является благоприятным для последующей автоматизации.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

Деталь «Вал насоса» обрабатывается на токарном станке с ЧПУ ТАССНН HD/3 525x8000 90L.

Данный станок обладает следующими технологическими возможностями, которые являются благоприятными для встраивания его в ГПС:

- присутствует возможность установки автоматической система уборки отходов;
- обработка на данных станках управляется программой;
- по заказу на заводе данное оборудование укомплектовывается приводом дверей.

Концентрация переходов на операциях механической обработки

В технологическом процессе производства детали «Вал насоса» все переходы сконцентрированы на двух операциях на одинаковом оборудовании.

Благодаря такой концентрации переходов возможно вести обработку на одном станке.

Габаритные размеры детали

Деталь не является жесткой, имеет массу 520 килограммов, с габаритами: диаметр $d=137$ мм, длина $L=5330$ мм.

Такие геометрические параметры детали не являются благоприятными для транспортировки и обработки ее в условиях ГПС, но не исключают такой возможности.

Наличие поверхностей для захвата

Наружная поверхность вала состоит из совокупности цилиндрических поверхностей, а также их торцов (рисунок 67). Такая геометрия вала подходит для захвата его различными средствами перемещения заготовок. Это также является благоприятным для включения обработки вала в ГПС.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75



Рисунок 67 – Поверхности, которые возможно использовать для захвата детали

4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

Основой современного автоматизированного производства являются типовые и групповые технологические процессы. Типовые технологические процессы разрабатываются для группы деталей с общими конструктивными и технологическими признаками и применяются, в основном, в крупносерийном и массовом производствах. Групповые технологические процессы разрабатываются для группы деталей с различными конструктивными, но общими технологическими признаками, и применяются в мелкосерийном и среднесерийном производствах. Для создания типового или группового технологического процесса необходимо классифицировать детали, подлежащие обработке. Классификация деталей проводится в два этапа. Первый этап – первичная классификация – разделение деталей по конструктивно-технологическим признакам. Вторым этапом – вторичная классификация – группирование деталей с одинаковыми или несущественно отличающимися признаками классификации.

Первичная классификация:

- габаритные размеры: $d137 \times L5330$ мм;
- масса: 520 кг;
- группа материала – жаропрочная сталь повышенной прочности (КП 550 МПа);
- вид заготовки: поковка;
- самый точный квалитет обработки 6;
- наименьшая шероховатость Ra 1,6.
- покрытие: отсутствует.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

Вторичная классификация:

- вид обработки: точение, сверление, фрезерование, шлифование;
- наличие нестандартных поверхностей: имеются шпоночные пазы, коническая поверхность, шпоночный паз на конической поверхности;
- наличие резьбы: имеется резьбовая поверхность с мелким шагом М105х3-6g.

По конструктивным признакам, согласно классификатору ЕСКД, деталь относится к 715533 классу:

71 – детали – тела вращения типа колец, дисков, шкивов, блоков, стержней, втулок, стаканов, колонок, валов, осей, штоков, шпинделей и др.;

5 – с L свыше 2D с наружной поверхностью цилиндрической;

5 – без закругленных уступов, ступенчатой поверхностью, с наружной резьбой;

3 – с центральными глухими отверстиями с одной или двух сторон с резьбой;

3 – с пазами и/или шлицами на наружной поверхности без отверстий вне оси детали.

Для совместной обработки в ГПС подходят геометрически подобные детали типа осей, штоков шиберных задвижек, валов насосов погружных вертикальных, схожих по материалам, габаритам и набору операциям механической обработки с основной деталью.

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-валов;
- робокар, способный осуществлять загрузку и разгрузку стеллажей-накопителей;

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		77

- 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;
- также необходима специальная паллета-накопитель для транспортировки сразу нескольких валов.

Для загрузки и разгрузки робокаров, для снятия и установки заготовок, полуфабрикатов и деталей на станок используем робот-манипулятор Kuka KR1000 Titan (рисунок 68).



Рисунок 68 – Робот-манипулятор Kuka KR1000 Titan

Для загрузки и разгрузки склада, а также для осуществления транспортирования заготовок, полуфабрикатов, деталей, режущего инструмента и тары со стружкой используем автоматизированный робокар Ronavi H1500 (рисунок 69).



Рисунок 69 – Робокар Ronavi H1500

Для захвата детали роботом манипулятором был выбран специальный схват (рисунок 70).

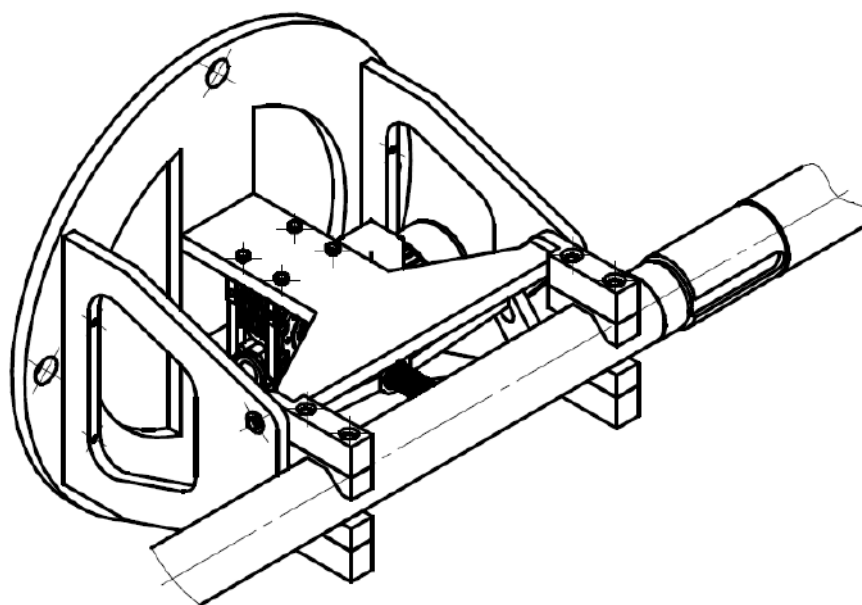


Рисунок 70 – Схват робота-манипулятора

4.4 Базирование заготовки

Схемы базирования заготовки на станках и в схвате промышленного робота до и после операций представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Схемы базирования заготовки

Номер операции	В схвате до операции	На станке	В схвате после операции
010			
015			

4.5 Анализ производительности автоматизированной системы

Используя исходные данные о типе производства, выбираем группирование оборудования по ходу выполнения технологического процесса с кольцевой транспортной системой (рисунок 71).

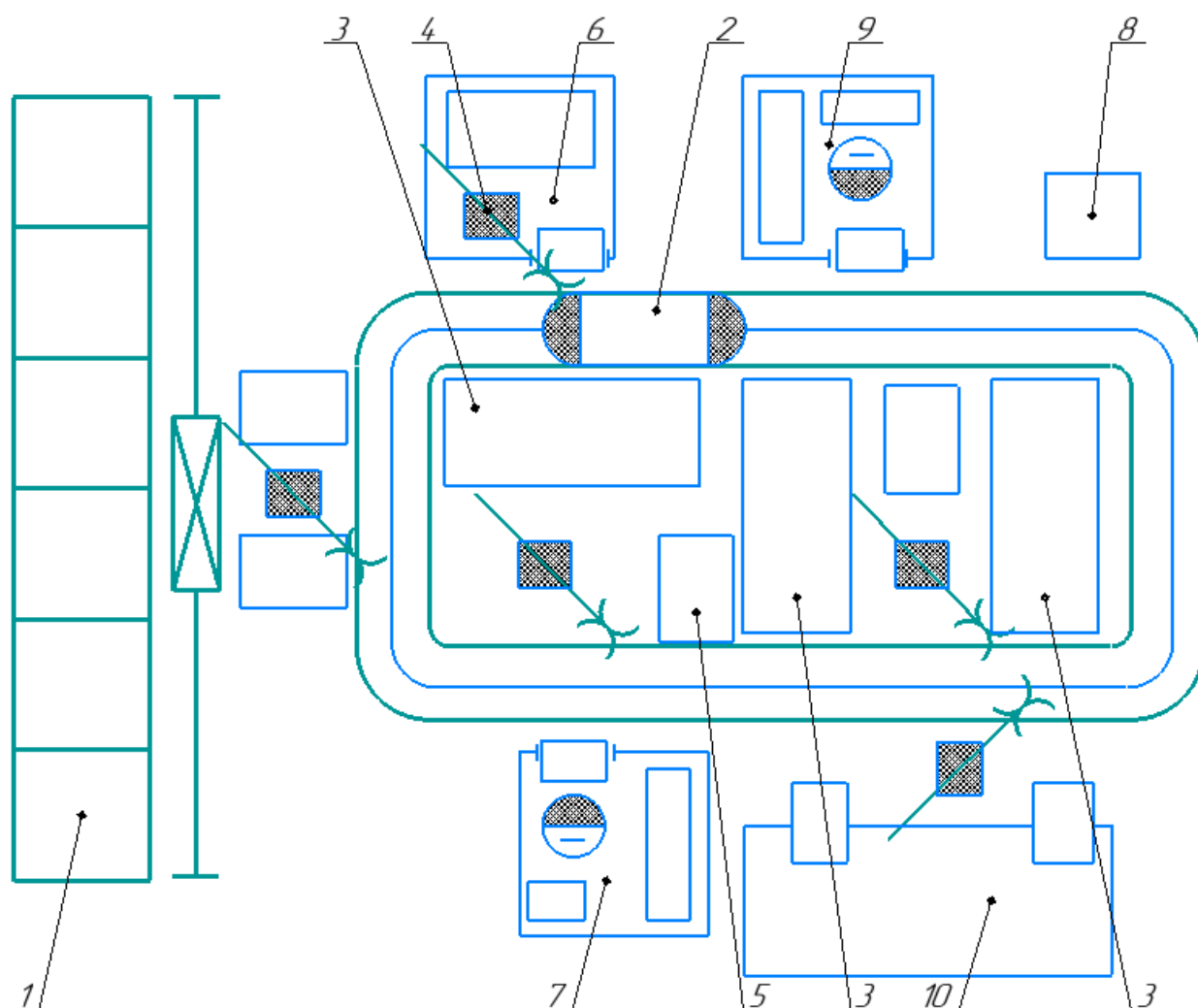


Рисунок 71 – Структурная схема ГПС

1 – центральный склад; 2 – робокар; 3 – токарный станок с ЧПУ; 4 – робот-манипулятор; 5 – накопитель заготовок; 6 – участок сборки отходов; 7 – УАК; 8 – станция зарядки аккумуляторов; 9 – УИО; 10 – моечная машина.

Выводы по разделу четыре

Был произведен анализ возможности производства детали «Вал насоса» в ГПС. Затем на основе сравнительного анализа была выбрана наилучшая компоновка ГПС и выбрано оборудование. На заключительном этапе был произведен анализ установочных размерных связей, и была спроектирована окончательная компоновка ГПС. Спроектированная ГПС обладает необходимым технологическим оборудованием, позволяющим автоматизировано производить в двухсменном режиме деталь типа «Вал насоса».

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

Планировка участка механической обработки спроектированного технологического процесса включает в себя следующие технологическое оборудование:

- 1) Склад;
- 2) ПРС – приемно-раздаточный стол;
- 3) УИО – участок инструментального обеспечения;
- 4) ММ – моечная машина;
- 5) Кран-штабелер;
- 6) УАК – участок автоматического контроля;
- 7) Робокар - Ronavi H1500;
- 8) Накопитель заготовок;
- 9) Участок сборки отходов;
- 10) КИМ – контрольно-измерительная машина;
- 11) Робот-манипулятор;
- 12) Станция зарядки аккумуляторов;
- 13) Токарный станок с ЧПУ – MAZAK SLANT TURN 800;
- 14) Огнетушитель;
- 15) Ящик с песком;
- 16) Пожарный кран;
- 17) Аптечка;
- 18) Питьевая вода;
- 19) СТБ – средства техники безопасности;
- 20) Склад режущих инструментов;
- 21) Склад станочных приспособлений.

В разработанной ГПС все перемещения производятся при помощи напольного робокара. Кран-штабелер берет заготовку (ЗГ) из ячейки главного склада и перемещает ее на приемно-раздаточный стол (ПРС). С ПРС ЗГ берет хват промышленно робота (СПР) установленного между ПРС и уклады-

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82

вает в паллету на робокар. Робокар перемещает ЗГ к токарному станку, СПР, установленный около токарного станка снимает ЗГ с робокара и устанавливает на станок. При наличии на станке обрабатываемой ЗГ, вновь поступившую ЗГ СПР размещает на ПРС. После обработки СПР перемещает ЗГ со станка на паллету робокара (при загрузке робокара в данный момент времени СПР перемещает ЗГ на ПРС).

Аналогично происходит доставка и установка ЗГ на последующий токарный станок. После чистовой обработки СПР перемещает деталь на робокар, который транспортирует деталь на мойку к моечной машине. Около моечной машины также располагается СПР, который осуществляет загрузку и разгрузку моечной машины. После мойки робокар перемещает деталь на склад, где СПР ее снимает с робокара и перемещает на ПРС, откуда кранштабелер перемещает деталь в ячейку склада на хранение.

При освобождении участка 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.

Выводы по разделу пять

В ходе работы в пятом разделе была рассмотрена планировка участка механической обработки. Рассмотрены основное технологическое оборудование и описан ход перемещений по ГПС.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		83

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

Охрана труда – система обеспечения безопасности здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая нормативные, правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Создание безопасных и безвредных условий труда на производстве является общегосударственной задачей и предметом постоянного внимания управленческих и профсоюзных, нацеливает нанимателя на профилактику травматизма и обеспечение безопасных и здоровых условий труда всех трудящихся. Решение поставленной задачи в значительной степени зависит от подготовленности руководящих кадров по вопросам охраны труда.

Современное промышленное предприятие представляет собой сложную экономическую систему, в которой лежит взаимодействие материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Производственно-техническое единство предприятия определяется общностью назначения изготавливаемой продукции и является важнейшей чертой предприятия. Сегодня производство воздухопроводов является необходимостью, обусловленной реалиями современного быта. И жилой дом, и промышленное предприятие нуждаются в комфортных, хорошо вентилируемых помещениях, где можно прекрасно себя чувствовать и эффективно работать.

Промышленная вентиляция является одной из составляющих в сложном комплексе современного производства, направленной на удовлетворение двух самых главных принципов развития социальной индустрии: создание условий работы, наиболее благоприятных для человека, и повышение производительности труда. Согласно нормам в сборочных цехах должны поддерживаться определенные климатические условия: темпера-

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

тура воздуха для теплого периода в пределах 22–26°C, для холодного –22–23°C, а относительная влажность воздуха 30–60 %. На производстве где, производят воздуховоды и фасонные изделия, расположен в бесфонарном здании закрытого типа с техническим чердаком и сеткой колонн.

Проводятся также следующие организационные мероприятия:

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

2) запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;

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

6.2 Мероприятия по электробезопасности

Электробезопасность – система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного действия электрического тока. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает электролитическое, термическое и биологическое действие, вызывая местные и общие травмы. На участке необходимо проводить следующие мероприятия по электробезопасности:

1) изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;

2) сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;

3) применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, то есть защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		85

4) зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания;

5) заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины

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

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

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

Для обеспечения безопасности работ в электроустановках следует выполнять:

- отключение установки (части установки) от источника питания;
- проверку отсутствия напряжения;
- механическое запираение приводов коммутационных аппаратов, снятие предохранителей, отсоединение концов питающих линий и другие меры, исключающие возможность ошибочной подачи напряжения к месту работы;

- заземление отключенных токоведущих частей (наложение переносных заземлителей, включение заземляющих ножей);
- ограждение рабочего места или остающихся под напряжением токоведущих частей, к которым в процессе работы можно прикоснуться или приблизиться на недопустимое расстояние.

При проведении работ со снятием напряжения в действующих электроустановках или вблизи них:

- отключение установки (части установки) от источника питания электроэнергией;
- механическое запирающее привода отключенных коммутационных аппаратов, снятие предохранителей, отсоединение концов питающих линий и другие мероприятия, обеспечивающие невозможность ошибочной подачи напряжения к месту работы;
- установку знаков безопасности и ограждение остающихся под напряжением токоведущих частей, к которым в процессе работы можно прикоснуться или приблизиться на недопустимое расстояние;
- наложение заземлений (включение заземляющих ножей или наложение переносных заземлений);
- ограждение рабочего места и установка предписывающих знаков безопасности.

При проведении работ на токоведущих частях, находящихся под напряжением: выполнение работ по наряду не менее чем двумя лицами, с применением электрозащитных средств, с обеспечением безопасного расположения работающих и используемых механизмов и приспособлений.

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Основы противопожарной защиты предприятий определены стандартами:

- 1 ГОСТ 12.1.004 - 76 "Пожарная безопасность";
- 2 ГОСТ 12.1.010- 76 "Взрывобезопасность. Общие требования".

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		87

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные, строительно-планировочные и эксплуатационные.

Организационные мероприятия: предусматривают правильную эксплуатацию машин и внутризаводского транспорта, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж и тому подобное.

Режимные мероприятия - запрещение курения в неустановленных местах, запрещение сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях и тому подобное.

Эксплуатационные мероприятия - своевременная профилактика, осмотры, ремонты и испытание технологического оборудования.

Технические мероприятия— это соблюдение противопожарных норм при эвакуации систем вентиляции, отопления, освещения, эл. обеспечения и т.д.

— использование разнообразных защитных систем;

— соблюдение параметров технологических процессов и режимов работы оборудования.

Способы и средства тушения пожаров

В практике тушения пожаров наибольшее распространение получили следующие принципы прекращения горения:

1) изоляция очага горения от воздуха или снижение концентрации кислорода путем разбавления воздуха негорючими газами (углекислота $\text{CO}_2 < 12-14\%$).

2) охлаждение очага горения ниже определенных температур;

3) интенсивное торможение (ингибирование) скорости химической реакции в пламени;

4) механический срыв пламени струей газа или воды;

5) создание условий огнепреграждения (условий, когда пламя распространяется через узкие каналы).

Оценка пожарной опасности промышленных предприятий.

В соответствии со СНиП 2-2-80 все производства делят по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности на 6 категорий.

а) взрывопожароопасные: производства, в которых применяют горючие газы с нижним пределом воспламенения 10% и ниже, жидкости с $t_{всн} \leq 28^{\circ}\text{C}$ при условии, что газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения, а также вещества, которые способны взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом (окрасочные цехи, цехи с наличием горючих газов и тому подобное).

б) взрывопожароопасные: производства, в которых применяют горючие газы с нижним пределом воспламенения выше 10%; жидкости $t_{всн} = 28...61^{\circ}\text{C}$ включительно; горючие пыли и волокна, нижний концентрационный предел воспламенения которых 65 г/м^3 и ниже, при условии, что газы и жидкости могут образовывать взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5 % объема помещения (аммиак, древесная пыль).

в) пожароопасные: производства, в которых применяются горючие жидкости с $t_{всн} > 61^{\circ}\text{C}$ и горючие пыли или волокна с нижним пределом воспламенения более 65 г/м^3 , твердые сгораемые материалы, способные гореть, но не взрываться в контакте с воздухом, водой или друг с другом.

г) производства, в которых используются негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, а также твердые вещества, жидкости или газы, которые сжигаются в качестве топлива.

д) производства, в которых обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии (цехи холодной обработки материалов и так далее).

е) взрывоопасные: производства, в которых применяют взрывоопасные вещества (горючие газы без жидкостной фазы и взрывоопасные пыли) в таком количестве при котором могут образовываться взрывоопасные смеси в объеме превышающем 5% объема помещения, и в котором по условиям тех-

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		89

нологического процесса возможен только взрыв (без последующего горения); вещества, способные взрываться (без последующего горения) при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом.

Правила устройства электроустановок ПУЭ регламентируют устройство электрооборудования в промышленных помещениях и для наружных технологических установок на основе классификации взрывоопасных зон и смесей.

Зона класса В-помещения, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси паров и газов с воздухом при нормальных условиях работы (слив ЛВЖ в открытые сосуды).

Зона класса В-Ia. Взрывоопасные смеси не образуются при нормальных условиях эксплуатации оборудования, но могут образоваться при авариях и неисправностях.

Зона класса В-Iб:

а) помещения, в которых находятся горючие газы и пары с высоким нижним пределом воспламенения (15 % и более) с резким запахом (аммиак);

б) помещения, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси в объеме, превышающем 5% объема помещения.

Зона класса В-Iв. Наружные установки, в которых находятся взрывоопасные газы, пары и ЛВЖ.

Зона класса В-II. Обработка горючих пылей и волокон, которые могут образовать взрывоопасные смеси при нормальном режиме работы.

Зона класса В-IIa. В-II при авариях или неисправностях.

Помещения и установки, в которых содержатся ГЖ и горючие пыли с нижним концентрационным пределом выше 65 г/м^3 , относят к пожароопасным и классифицируют.

Зона класса II - I. Помещения, в которых содержатся ГЖ.

Зона класса II - II. Помещения, в которых содержатся горючие пыли с нижним концентрационным пределом выше 65 г/м^3 .

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		90

Зона класса П - Па. Помещения, в которых содержатся твердые горючие вещества, не способные переходить во взвешенном состоянии.

Установки класса П - III. Наружные установки, в которых содержатся ГЖ ($t_{восп} > 61^{\circ}\text{C}$) и твердые горючие вещества.

Помещение по взрывопожарной и пожарной опасности по ОНТП 24-86 должно быть категории "В", класс помещения по ПУЭ-86 - П-Па, группа производственных процессов по санитарной характеристике СНиП 2.09.04-87 - 16.

Характеристика производственных помещений для эксплуатации Комплекса:

- по степени огнестойкости зданий и сооружений - группа III
- по классу помещений с образованием взрывоопасных смесей - группа П-Па
- по категории пожароопасности технологического процесса - группа В
- по категории и группе взрывоопасных смесей - Т2

В производственном помещении должны быть предусмотрены устройства автоматической противопожарной сигнализации и пожаротушения.

В общей схеме противопожарной сигнализации производственного помещения должны быть предусмотрены датчики температуры саморазогрева и самовоспламенения материалов при измельчении и хранении продуктов переработки. Все перемещающиеся и вращающиеся части оборудования закрыты ограждениями.

Выводы по разделу шесть

Рассмотрен и раскрыт раздел «Безопасность технологического цикла изделия» с помощью основных правил мероприятий и средств по созданию безопасных и безвредных условий труда, мероприятий по электробезопасности, мероприятий по пожарной безопасности.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		91

ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

В выпускной квалификационной работе проведен анализ действующего технологического процесса детали «Вал насоса». На основе выявленных недостатков был спроектирован новый технологический процесс, в соответствии с требованиями единой системе технологической подготовки производства (ЕСТПП). Для проектного варианта технологического процесса было подобрано современное оборудование с числовым программным управлением. Так же была сформирована операционно-маршрутная технология, произведён размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса, рассчитаны режимы резания и нормы времени на все операции ($T_{шт} \approx 275,27$ мин).

В конструкторской части были проанализированы и выбраны технологическая оснастка и режущий инструмент, а также подобрана оптическая сканирующая система для контроля тел вращения.

Была спроектирована гибкая производственная система с внедрением средств автоматизации, таких как станки с ЧПУ, промышленные роботы, автоматизированные транспортная и складская системы. С соблюдением мероприятий и средств по созданию безопасных и безвредных условий труда, электробезопасности и мероприятий по пожарной безопасности.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		92

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2) Кулыгин, В.Л. Технология машиностроения: учебное пособие / В.Л. Кулыгин, В.И. Гузеев, И.А. Кулыгина, – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – Ч.2. – 77 с.

3) Шамин, В.Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: электронное учебное пособие. – 5-е изд., перер. и доп. / В.Ю. Шамин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 530 с.

4) Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 2. Нормативы режимов резания. – М.: Экономика, 1990. – 473 с.

5) Гришин, Р.Г. Нормирование станочных работ. Определение вспомогательного времени при механической обработке деталей: учебное пособие / Р.Г. Гришин, Н.В. Лысенко, Н.В. Носов.– Самара 2008. – 143 с.

6) Батуев, В.В. Оформление технологической документации: Методические указания / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 61 с.

7) Кулыгин, В.Л. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Л. Кулыгин, И.А. Кулыгина, – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 147 с.

8) sandvik-coromant.ru – Токарные инструменты каталог компании SANDVIK

9) sandvik-coromant.ru – Вращающиеся инструменты каталог компании SANDVIK

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		93

10) Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: Справочник. 2-е изд. / Под ред. В. И. Гузеева. М.: Машиностроение, 2007. 368 с.

11) Семеченко, И.И Проектирование металлорежущих инструментов / И.И Семеченко, В.М Матюшин, Г.Н Саханов 1963. 920с.,ил.

12) Батуев, В.В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении учебное пособие к курсовому проекту / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 40 с.

13) Буторин, Г.И. Оформление текстовых и графических документов при курсовом и дипломном проектировании: учебное пособие / Г.И. Буторин, Т.В. Столярова, В.А. Кувшинова; под ред. В.Н. Выбойщика. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 110 с.

14) СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению/ составители: Т. И. Парубочная, Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, Л. В. Винокурова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008

15) Боровик, С.И. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие с элементами самостоятельной работы студентов / С.И. Боровик, Л.М. Киселева, А.В. Кудряшов и др; под ред. А.И. Сидорова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – Ч. I. – 247 с.

					ЮУрГУ – 150305.2020.575.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		94

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
А1			ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.00.07.СБ	Документация				
				Сборочный чертеж				
				Сборочные единицы				
				1	Редуктор NMRW075 i=7,5;	1		
				2	Электродвигатель АИР112М4 ГОСТ 2479-79	1		
					Детали			
				3	ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.001	Планка нижняя	1	
				4	ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.002	Винт ходовой	1	
				5	ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.003	Тяга	1	
				6	ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.004	Гудка левая	2	
				7	ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.005	Гудка правая	2	
				8	ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.006	Планка верхняя	1	
				9	ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.007	Призма	4	
				10	ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.008	Планка боковая	2	
				11	ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.009	Фланец	1	
					Стандартные изделия			
				12	Винт с шестигранной головкой ГОСТ Р ИСО 4017-M12x65	8		
13	Винт с шестигранной головкой ГОСТ Р ИСО 4017-M12x65	20						
14	Гайка M12-6H ГОСТ 2524-70	8						
15	Шайба С 12.37 ГОСТ 6958-78	4						
16	Шайба А 12.37 ГОСТ 10450-78	24						
17	Шпонка 8x7x40 ГОСТ 23360-78	1						
ЮУрГУ.15.03.05.2020.575.00.00								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Палеков В.А.			Лит.	Лист		
Пров.		Щурова А.В.				Листов		
Н.контр.		Сайфудинов С.Р.			1			
Утв.		Гузев В.И.			ЮУрГУ			
					Кафедра ТАМ			
Не для коммерческого использования				Копировал	Формат А4			