

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ В.И. Гузеев
_____ 2018 г.

Разработка конструкторско-технологического обеспечения изготовления детали
«Корпус турбины».

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ 150305.2018.013 ПЗ ВКР

Нормоконтроль

_____ 2018 г.

Руководитель, к.т.н., доцент
_____ В.Л. Кулыгин
_____ 2018 г.

Автор работы,
студент группы П-451
_____ В.В. Мелёхин
_____ 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Мелёхин В.В. Пояснительная записка к
выпускной квалификационной работе
– Челябинск: ЮУрГУ,
П-451,114с.,91ил.,11 табл., библиогр.
список – 13 наим.,0 прил.

В выпускной квалификационной работе описан узел турбокомпрессора с описанием работы детали «Корпус турбины», её назначением в данном узле. Произведён обзор технических требований, предъявляемых к данной детали. Ввиду сложности изготовления детали был произведён аналитический обзор и сравнения отечественной технологии производства с зарубежными.

Технологическая часть представляет собой анализ технологического процесса на предприятии, а именно описание операционных карт, технологического оборудования и оснастки. Далее производится разработка нового, проектного варианта технологического процесса, с выбором получения исходной заготовки, технологического оборудования.

В конструкторской части произведён обзор и выбор стандартной технологической оснастки, режущего инструмента, станочного приспособления. Выполнен расчёт специального режущего инструмента для операции сверления. Для операции контроля подобрана координатно-измерительная машина и оснастка, необходимая для измерений.

На этапе автоматизации технологического процесса разработана схема ГПС, позволяющая обеспечить безлюдный режим работы.

Рассмотрены мероприятия по обеспечению безопасности работы на предприятии. Обеспечения безвредных условий труда, мероприятия по электробезопасности и пожарной безопасности.

					150305.2018.013.00.ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Мелёхин В.В.			Разработка конструкторско- технологического обеспечения изготовления детали «Корпус турбины».		
<i>Пров.</i>		Кулыгин В.Л.					
<i>Н.контр</i>		Столярова Т.В					
<i>Утв.</i>		Гузев В.И.					
					ЮУрГУ Кафедра ТАМ		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	6
1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия	6
1.2 Служебное назначение детали «Корпус турбины» и технические требования, предъявляемые к детали	7
1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для отрасли компрессоростроения	10
1.4 Формирование целей и задач проектирования.	12
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	13
2.1 Анализ существующей на предприятии документации по конструкторско-технологической подготовке действующего производства	13
2.1.1 Анализ операционных карт действующего технологического процесса	13
2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента	24
2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса.	32
2.1.4 Выводы по разделу	34
2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Корпус турбины»	35
2.2.1 Аналитические обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки.....	35
2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования	36
2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта	41

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

2.2.4	Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса	45
2.2.5	Расчет режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса.....	47
2.2.6	Выводы по разделу.....	56
3	КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	57
3.1	Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки	57
3.2	Проектирование и расчёт специального станочного приспособления	64
3.2.1	Силы резания при фрезеровании	64
3.2.2	Расчёт сил зажима и усилия на поршне.	66
3.2.3	Расчёт параметров пневмокамеры	69
3.3	Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента	69
3.4	Проектирование и расчёт специального режущего инструмента	77
3.5	Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля	79
3.5.1	Выбор модели КИМ и средств оснащения.....	79
3.5.2	Выбор средств оснащения.....	82
3.6	Выбор схемы установки детали	84
3.7	Выбор схемы математического базирования детали в СКМ	84
	ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ	112
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	113

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Разработка технологического процесса обработки детали для условий современного конкурентоспособного производства.

Целью курсового проекта является анализ конструкторской и технологической документации с завода для последующего усовершенствования технологического процесса или написания нового варианта.

Задачи курсового проектирования:

1. Закрепление теоретических знаний полученных студентом в период обучения в университете путем практической работы;

2. Изучение и анализ действующего технологического процесса изготовления детали «Корпус турбины», анализ различных вариантов ее базирования и закрепления, проведение проверочного размерного анализа действующего технологического процесса, изучение на практике возможностей и области применения режущего инструмента, изучение конструкций станочных приспособлений, используемых при обработке заданной детали;

Объект работы – технологическая документация по детали «Корпус турбины».

Результаты работы рекомендуется использовать для работы на этом предприятии или при модификации или изменении структуры данного предприятия.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия

Турбокомпрессор – устройство, предназначенное для нагнетания воздуха в двигатель с помощью энергии выхлопных газов. Основные части турбокомпрессора – турбинное колесо и центробежный компрессор, которые связывает между собой общая жесткая ось – вал ротора. Эти детали совершают вращение со скоростью в пределах 80000 об/мин, что приводит в действие компрессор. Турбокомпрессор работает в тяжелых условиях: высокая температура отработавших газов и большая частота вращения вала.

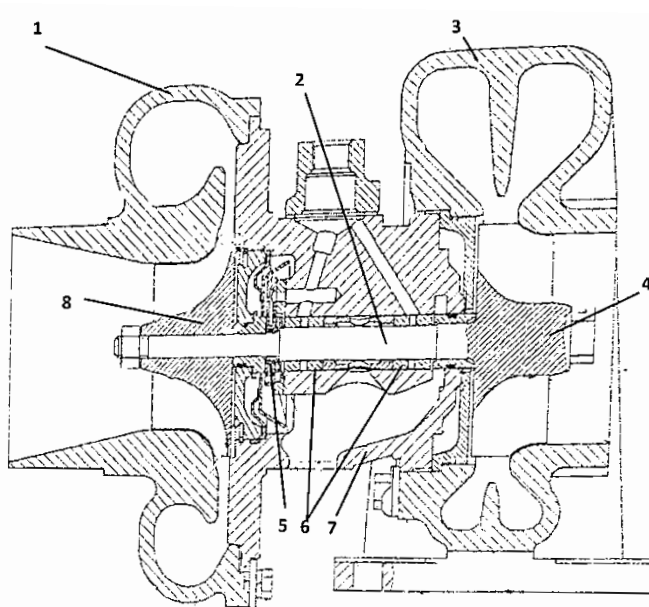


Рисунок 1 – Схема турбокомпрессора: 1 – Корпус компрессора, 2 – Вал ротора, 3 – Корпус турбины, 4 – Колесо турбины, 5 – Уплотнительные кольца, 6 – Подшипники, 7 – Корпус подшипников, 8 – Колесо компрессора.

Деталь «Корпус турбины» соединяется с корпусом подшипников путём болтового соединения. Соосность этих деталей обеспечивается посадкой $\varnothing 92 \frac{H7}{f8}$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

6

Внутри корпуса на подшипниках установлен вал, на котором установлены турбинная и компрессорная крыльчатки. Корпус компрессора соединён с корпусом подшипников, как и корпус турбины.

Детали «горячей» части узла выполнены из жаропрочных сплавов и материалов. Детали компрессорной части работают в менее агрессивных условиях и изготовлены из алюминия.

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

Корпус турбины (рисунок 2) является рабочим местом для турбинной крыльчатки. Она вращается в корпусе, имеющем специальную форму. Эта форма выполняет направляющую функцию для потока отработанных газов. Газ поступает в корпус и движется по криволинейной траектории «улитки».

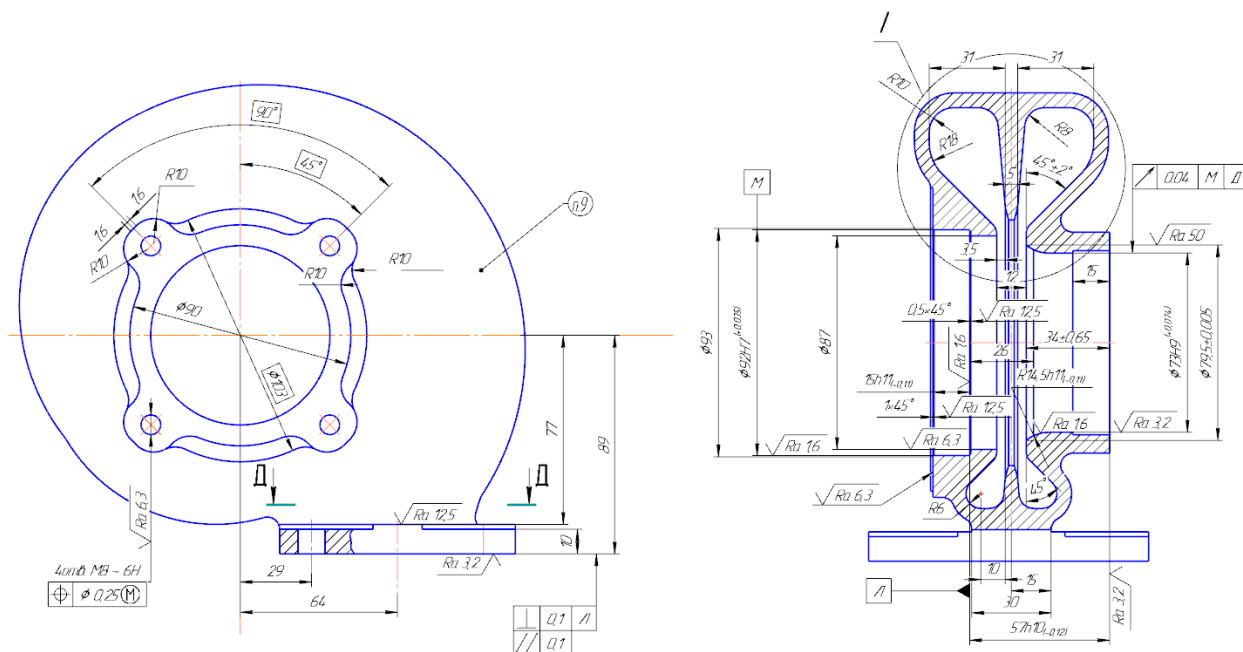


Рисунок 2 – Деталь «Корпус турбины»

Вместе с уменьшением сечения улитки увеличивается давление газа, поток которого направлен на лопасти турбинной крыльчатки.

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

Под давлением крыльчатка раскручивается и передаёт вращение на вал ротора, который вращает компрессорную крыльчатку.

На рисунке 2 представлен эскиз Детали «Корпус турбины». Материал – ЖЧН 2 ТУ 23.108-186-91.

Форма детали – спиральная.

Наиболее ответственные размеры сопрягаемых элементов: $\varnothing 79,5 \pm 0,005$, $\varnothing 92H7$, $\varnothing 73H9$.

Размер $\varnothing 79,5 \pm 0,005$ обеспечивает необходимый минимальный зазор между турбинной крыльчаткой и корпусом. Такое значение обусловлено размером самой крыльчатки с учётом её температурного расширения.

Размер отверстия $\varnothing 79,5 \pm 0,005$ должен быть выдержан на расстоянии $34 \pm 0,65$ мм от торца детали.

Размер $\varnothing 92H7$ обеспечивает соосность корпуса турбины с присоединяемым корпусом подшипников. Такое высокое требование необходимо для придания относительного положения вала с крыльчаткой внутри корпуса. При нарушении данного требования, упомянутый выше зазор и соосность вала с корпусом выполнены не будут.

Размер отверстия $\varnothing 92H7$ должен быть выдержан на длине $15h11$ мм от торца детали.

Обработка этих поверхностей требует применения тонкого точения.

Шероховатость задана параметром Ra со значением 1,6 мкм. Высокие требования по шероховатости необходимы для избегания завихрений воздуха в местах неровностей поверхности, что плохо влияет на КПД устройства.

Также, Ra 3,2 имеет посадочная поверхность корпуса и торец корпуса присоединяемый к коллектору.

Ra 6.3 имеют резьбовые отверстия и торец корпуса, контактирующий с корпусом подшипников.

Деталь имеет резьбовые отверстия, обозначенные M8-6H (у левого торца, контактирующего с выхлопной системой) и M8-6H (у правого торца,

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

контактирующего с корпусом подшипников). Буква М означает, что резьба метрическая; число 8 – номинальный, а также наружный диаметр резьбы, в мм. Указание шага отсутствует, следовательно, резьба с крупным шагом. Обозначение 6Н показывает степени точности резьбы и основные отклонения по среднему и наружному диаметрам.

Требования по форме и взаимному расположению.

Отверстие $\varnothing 73H9$ имеет допуск осевого биения величиной в 0,04мм относительно базы М, расположенной на отверстии $\varnothing 92H7$. Это необходимо для исключения касания лопастей турбинного колеса с корпусом.

Допуск перпендикулярности величиной 0,1мм относительно базы Л обеспечивает относительное расположение корпуса подшипников с посадочной поверхностью корпуса турбины.

Допуск плоскостности необходим для обеспечения максимального прилегания поверхностей, так как в этом месте нельзя использовать прокладки или герметик, ввиду высокой рабочей температуры.

Одинаковые требования позиционного допуска осей отверстий величиной 0,25 мм имеют 4 отверстия $\varnothing 11$ и 4 отверстия М8-6Н.

6 отверстий М8-6Н требуют позиционного допуска осей отверстий величиной 0,02мм.

При чтении технических требований (ТТ) в правой части чертежа над основной надписью выясняем следующее:

Первый пункт касается неуказанных на чертеже литейных уклонов. Их размер не должен превышать 2° .

Второй пункт ТТ относится к литейным радиусам, которые не должны превышать размер в 5мм.

Третий пункт определяет неуказанные толщины стенок – 6мм.

Четвертым требованием является обеспечение плавных переходов от сечения к сечению на соответствующих участках контура.

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

Пятым пунктом определяются допуски на неуказанные предельные отклонения размеров. К отверстиям относятся все охватываемые поверхности. Допуски для этих размеров берут из таблиц предельных отклонений по Н14. К валам относят охватываемые поверхности. Допуски на эти размеры устанавливаются по h14. Допуски на остальные размеры устанавливаются по $\pm IT14/2$. Также в этом пункте указана точность отливки 11-8-0-11 по ГОСТ 26645-85.

Шестой пункт касается лакокрасочного покрытия на наружных поверхностях детали. Его выбор определяется по ГОСТ 6572-91 в зависимости от рабочей температуры детали. Такое покрытие защищает металл от коррозии.

Остальные требования по качеству отливки определяет ТТМ-05-74.

Восьмой пункт технических требований относится к размеру калибра, который повторяет криволинейный профиль поверхности.

Девятый пункт определяет литейный метод маркировки детали.

Десятым пунктом является требование к радиусу криволинейной поверхности. Её профиль должен обеспечиваться специальным инструментом.

1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для отрасли компрессоростроения

Основными параметрами, влияющими на КПД компрессорных узлов, являются:

- шероховатость каналов для потока воздуха;
- минимальный зазор между корпусом и лопастями крыльчаток.

Первый параметр напрямую зависит от способа получения заготовки, так как эта часть у деталей не обрабатывается.

На зарубежных предприятиях для получения корпусов «улиток» используется метод литья по газифицируемым моделям. Этот метод, позволяет добиться меньших параметров шероховатости и большей точности отливки по

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

сравнению с, применяемым на большинстве предприятий в России, литьём в песчано глинистые формы или литьём по выплавляемым моделям.

Литьё по газифицируемым моделям (ЛГМ), в сравнении с литьём в песчано-глинистые формы, обладает рядом преимуществ:

- меньшие расходы на оборудование;
- сокращение числа технологических переходов на черновую обработку;
- формовочный материал при таком литье это кварцевый песок, который можно использовать повторно;
- нет необходимости в использовании стержней и оборудования для их производства;
- существенно снижается количество отходов от обработки;
- затраты труда меньше в 2–4 раза;
- количество потребляемой электроэнергии меньше в 2–3 раза;
- уменьшение производственных площадей;
- затраты на вспомогательные материалы меньше в 3–5 раз.

Данная технология динамично развивается во всех странах, однако многие компании российского производства до сих пор используют старые методы литья – более затратные, нуждающиеся в больших трудозатратах и времени на изготовление. Внедрению данного способа литья мешает недостаток информации.

Обеспечение второго параметра производится путём изготовления деталей высокой степени (IT 6-7) точности. Современное оборудование металлообработки с высокой степенью производительности позволяет добиться требуемого качества. Однако большинство предприятий российской промышленности использует устаревшие модели станков, где обеспечение заданной точности затруднительно.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1.4 Формирование целей и задач проектирования.

Целью курсового проектирования является разработка нового варианта технологического процесса изготовления детали «Корпус турбины».

Задачами курсового проектирования являются:

- произвести аналитический обзор, подобрать оборудование, режущий инструмент и технологическую оснастку, для нового технологического процесса;
- спроектировать и рассчитать специальный режущий инструмент;
- спроектировать и рассчитать станочное приспособление;
- разработать структурную схему гибкого производственного участка с подбором оборудования для функционирования автоматизированной системы;
- разработать планировку участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса;
- указать мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

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

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

На картах эскизов, шероховатости указаны в соответствии с устаревшим ГОСТ 2789-53, который претерпел изменения 01.01.2005 г. В данной работе будет использоваться ГОСТ 2789-73.

Других несоответствий с действующим государственным стандартом и стандартом предприятия нет.

Операция 005 токарная.

На рисунке 15 изображена схема обработки на операции 005.

На данной операции производится черновое растачивание отверстий и подрезка торцов. Обработка производится в 2 установа.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

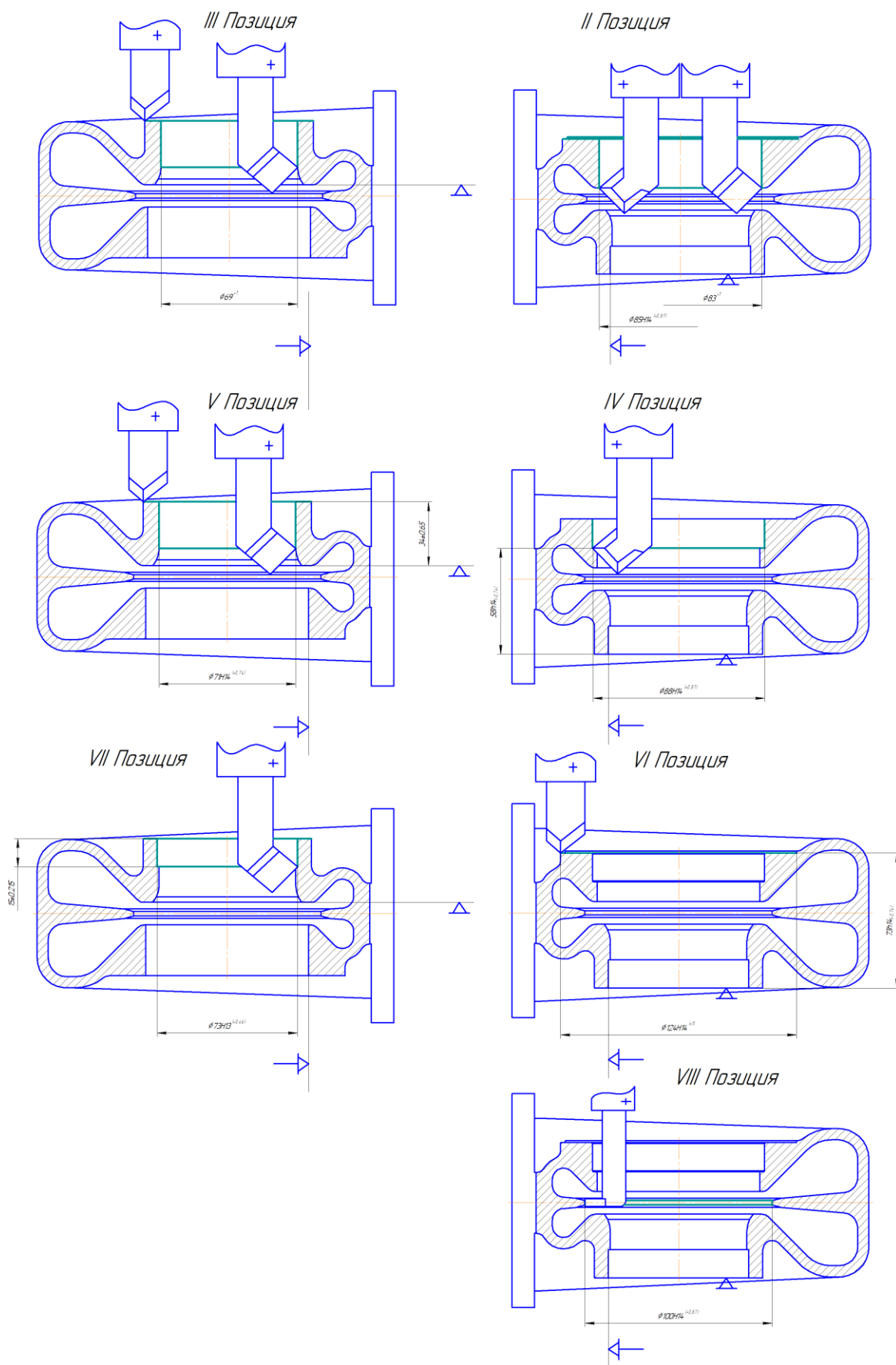


Рисунок 15 – Схема обработки на операции 005

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

14

Комплект баз: опорная база и двойная направляющая. Неопределённость базирования отсутствует.

Режущий инструмент:

- 2110-0058 Резец А-ВК6-25x20x240 ГОСТ 18882-73;
- 2110-0019 Резец ВК6-32x20x170 ГОСТ 18878-73;
- 2140-0058 Резец-А-ВК8-25x20x240 ГОСТ 18882-72.

Вспомогательный инструмент:

- Т9412-8491 Резцедержатель;
- Т9412-8492 Резцедержатель;
- Т9412-8493 Резцедержатель.

Оборудование: 1К282 Станок токарный вертикальный полуавтомат.

Измерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-125-0.1-1 ГОСТ 166-89, Т9520-073 Шт.цирк 160, 8141-0015 Пробка 85Н14 ГОСТ 14826-69, 8136-0011 Пробка 73Н13 ГОСТ 14815-69(для глухих отв.), 8136-0011 Пробка 73Н13 ГОСТ 14816-69(для глухих отв.), 8141-0016 Пробка 89Н14 ГОСТ 14826-69, Т9568-5005 Пробка 124h14, Т9549-14524 Скоба 58h14, Т9549-14525 Скоба 73h14, Т9549-14523 Шаблон 34±0,65, Т9564-20068 Шаблон 15±0,215.

Станочные приспособления:

- Т9662-12153 Приспособление токарное;
- Т9661-2562 Патрон;
- Т9662-12153 Кулачки.

Операция 010 токарная.

На рисунке 16 изображен операционный эскиз операции 010.

Операция чистовой обработки внутренних отверстий. Производится обработка радиусной поверхности детали. Базирование в трёх кулачковом патроне, но зажатие производится специальным приспособлением по торцу детали, тем самым прижимая к торцам на кулачках.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

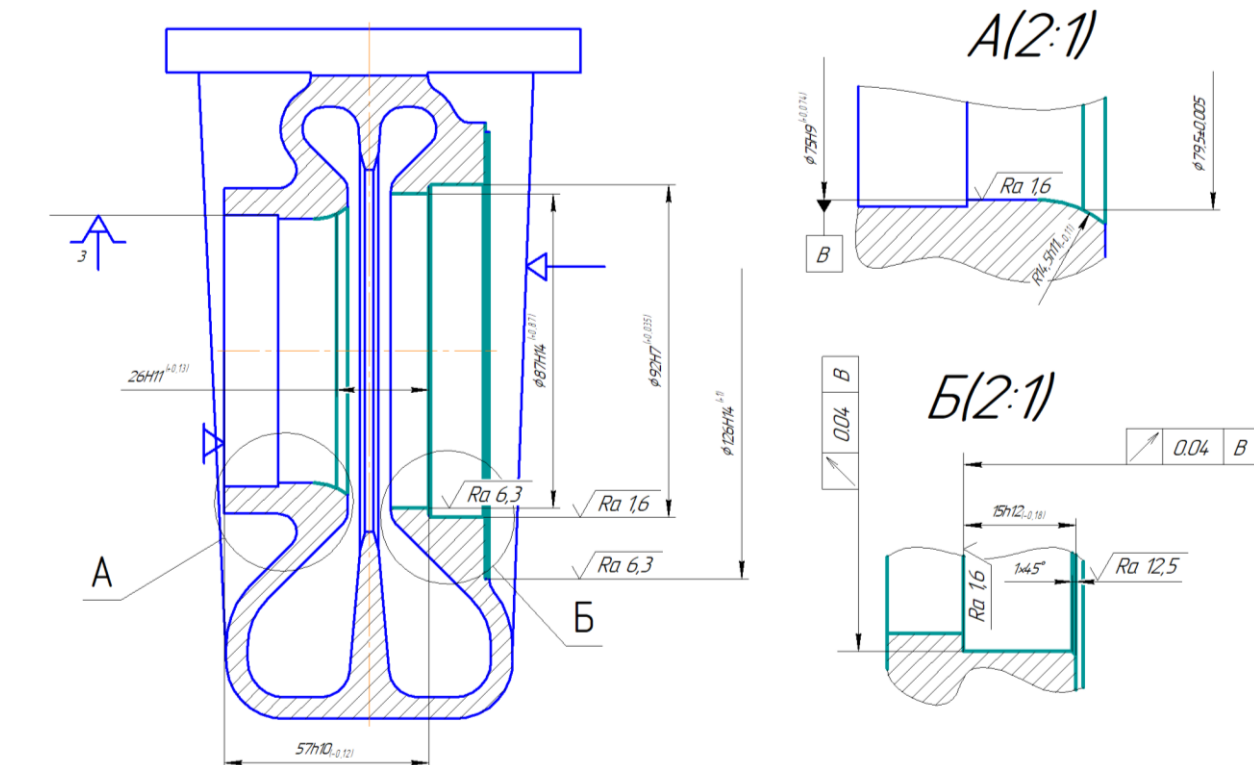


Рисунок 16 – Схема обработки на операции 010

Комплект баз: установочная база и двойная опорная. Неопределённость базирования отсутствует.

Режущий инструмент:

- 2103-0009 Резец ВК8 ГОСТ 18879-73;
- 2142-0453 Резец ВК8 ГОСТ 9795-84;
- 03147-58 Резец ВК8.

Вспомогательный инструмент:

- Т2142-0453 Оправка расточная;

Оборудование: 1П756ДФ3 Станок токарный патронный с ЧПУ, полуавтомат.

Измерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-125-0.1-1 ГОСТ 166-89, 05424-31 Шаблон 0,5x45°, 05424-35 Шаблон 1,5x45°, Т9564-20067 Шаблон 15h12, Т9563-13556 Шаблон 26H11, Т9563-13557 Шаблон R14,5h11, 8136-0018

										Лист
										16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ					

Пробка 92Н7 ГОСТ 14815-69 ПР, 8136-0118 Пробка 92Н7 ГОСТ 14816-69 НЕ, Т8136-0111 Пробка 73Н9 ГОСТ 14816-69, Т8136-0011 Пробка 73Н9 ГОСТ 14815-69, Т8141-0016 Пробка 87Н14 ГОСТ 14826-89, 2010-0725 Пробка проходная \varnothing 92Н7, 2010-0726 Пробка непроходная \varnothing 92Н7, Т9568-5004 Пластина 126Н11, Т9549-14248 Скоба 57h10, Т9576-14168 Приспособление контрольное.

Станочные приспособления:

- Т9661-8274 Приспособление токарное;

Операция 015 Фрезерная.

Операционный эскиз операции представлен на рисунке 17.

Производится фрезерная обработка посадочной поверхности. Чтобы обеспечить заданное требование перпендикулярности базирование производится в специальном приспособлении на оправке.

015 Верт. фрезерная

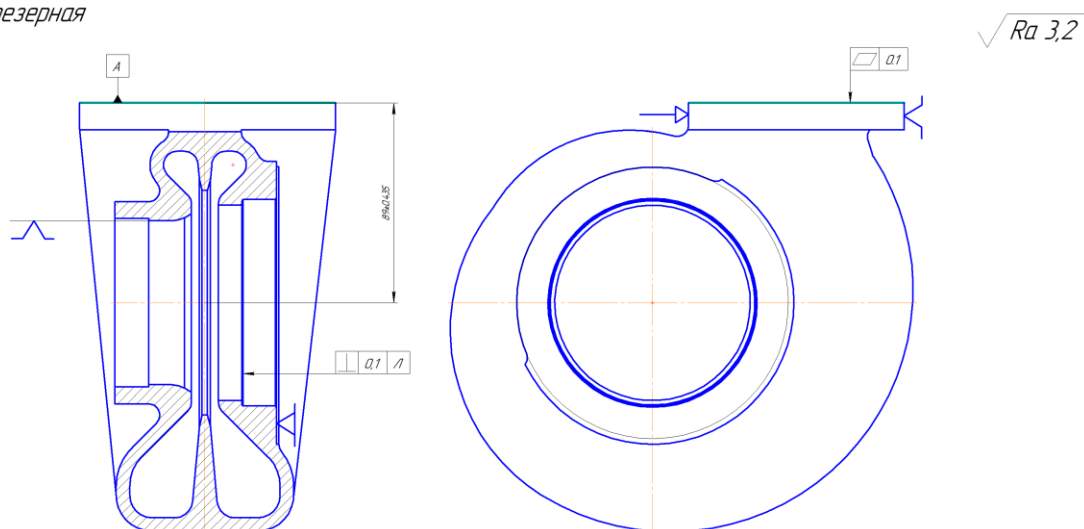


Рисунок 17 – Схема обработки на операции 015

Комплект баз: опорная база, установочная база и двойная опорная. Неопределённость базирования отсутствует.

Режущий инструмент:

- Т9335-036 Фреза;

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

- К 03330-46(14) Нож ВК8.

Вспомогательный инструмент:

- 6222-0092 Оправка ГОСТ 13785-68.

Оборудование: VM127П Станок консольно-фрезерный вертикальный.

Измерительный инструмент: плита 2-1-250x250 ГОСТ 10905-86, щупы – 100 набор 2 кл.точн. 1 ТУ2-034-225-87, Т9564-20402 Шаблон $43_{-0,435}^{+0,418}$, Т9578-14109

Приспособление контрольное.

Станочные приспособления: Т9674-10726 Приспособление фрезерное.

Операция 020 сверлильная.

Операционный эскиз операции сверления представлен на рисунке 18.

Сверление отверстий под посадку на картер. Базирование аналогично предыдущей операции, однако закрепление производится по двум поверхностям.

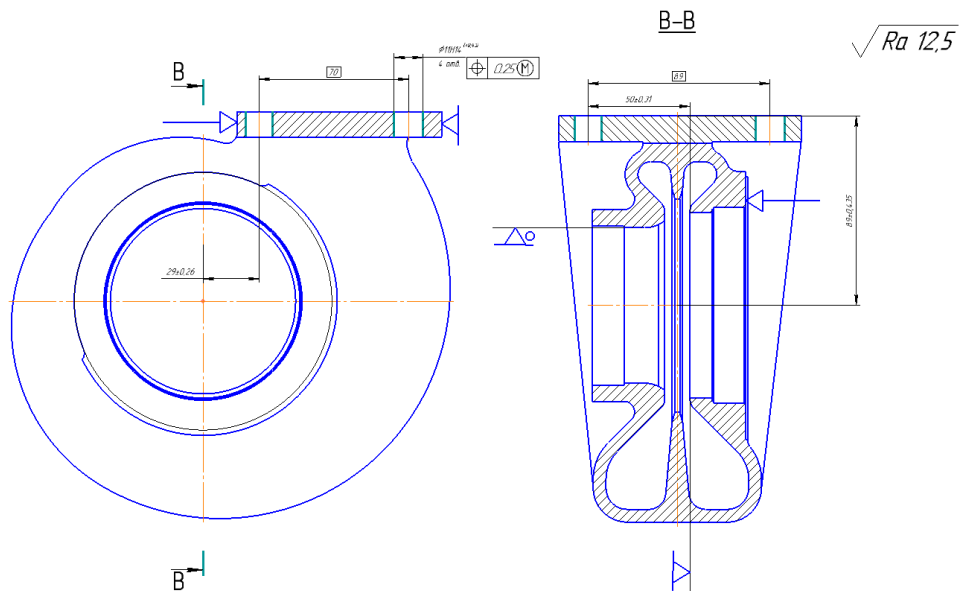


Рисунок 18 – Схема обработки на операции 020

Комплект баз: опорная база, и двойная направляющая. Неопределённость базирования отсутствует.

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

Режущий инструмент: 2301-0035 Сверло 11,2 ГОСТ 10903-77.

Оборудование: 2Н135 станок вертикально-сверлильный универсальный одношпиндельный.

Измерительный инструмент:

- 8133-0924 Пробка 11Н14 ГОСТ 14810-69;
- Т9578-14108 Приспособление контрольное.

Станочные приспособления: Т9643-9266 Кондуктор.

Операция 025 фрезерная.

Операционный эскиз операции фрезерования представлен на рисунке 19.

Фрезеровка углублений под крепёжные элементы. Базирование на столе по двум пальцам.

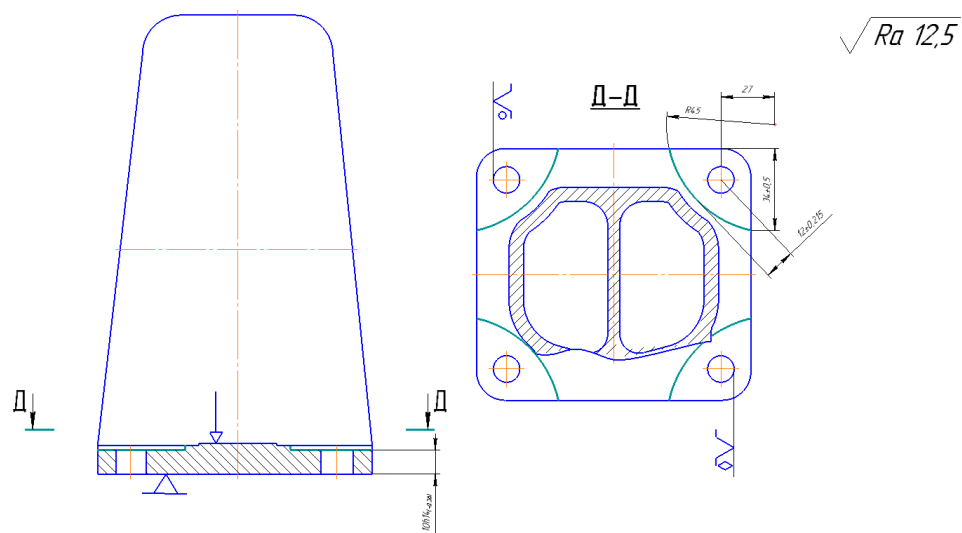


Рисунок 19 – Схема обработки на операции 025

Комплект баз: установочная база, двойная опорная и опорная.
Неопределённость базирования отсутствует.

Режущий инструмент:

- 03324-05 Фреза Р6М5 90х12.

Вспомогательный инструмент:

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

- 6103-0004 Втулка ГОСТ 13790-68;
- 2005-0276 Оправка.

Оборудование: 6М12П станок консольно-фрезерный вертикальный с поворотной головкой.

Измерительный инструмент:

- 05512-17 Скоба 10h14;
- Т9566-7077 Шаблон 12±0,215.

Станочные приспособления: 2010-0705 Приспособление.

030 Сверлильная

Операционный эскиз операции фрезерования представлен на рисунке 20

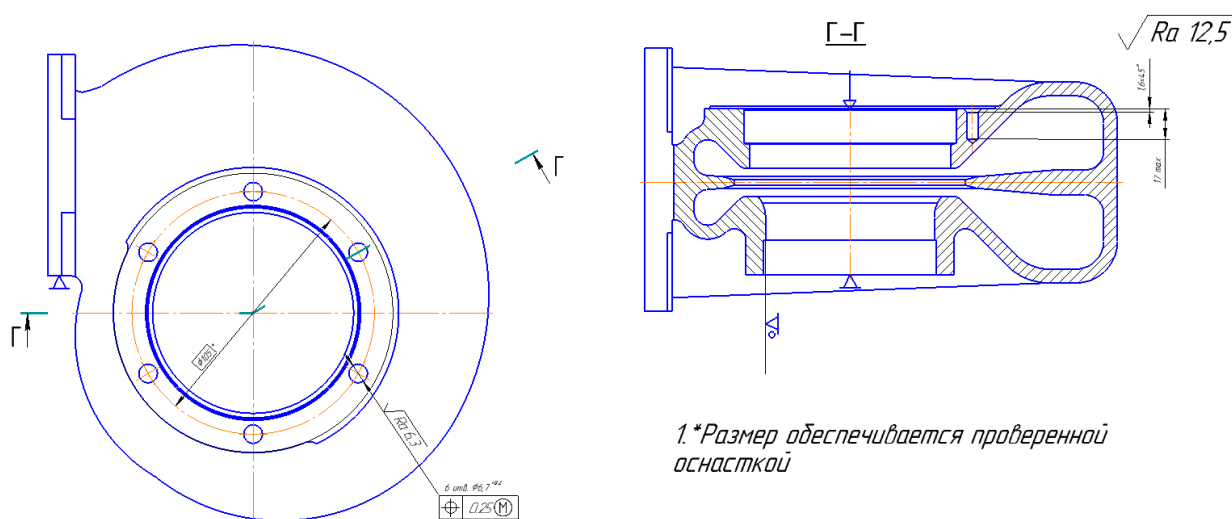


Рисунок 20 – Схема обработки на операции 030

Сверление отверстий для крепления корпуса подшипников. Базирование в специальном приспособлении на оправке. Используется кондукторная плита.

Комплект баз: установочная база, двойная опорная и опорная. Неопределённость базирования отсутствует.

Режущий инструмент:

- 2301-3358 Сверло 6,7 ГОСТ 12121-77;

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

- 03414-51 Сверло 15.

Оборудование: 2Н135 станок вертикально-сверлильный универсальный одношпиндельный.

Измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦИ-125-0.1-1 ГОСТ 166-89;
- Т9566-7077 Калибр 15max;
- 05425-61 Шаблон 9,0x90°;
- 05425-61 Шаблон 9,0x90°.

Станочные приспособления:

- Т9640-9598 Кондукторная плита;
- Т9698-41618 Подставка.

Операция 035 сверлильная.

Операционный эскиз обработки представлен на рисунке 21.

Сверление отверстий для крепления газоотвода. Базирование аналогично предыдущей операции. Для придания правильного положения кондукторной плите, используется базирование по радиусной поверхности площадок под отверстия. На плите имеется призма, по которой происходит базирование.

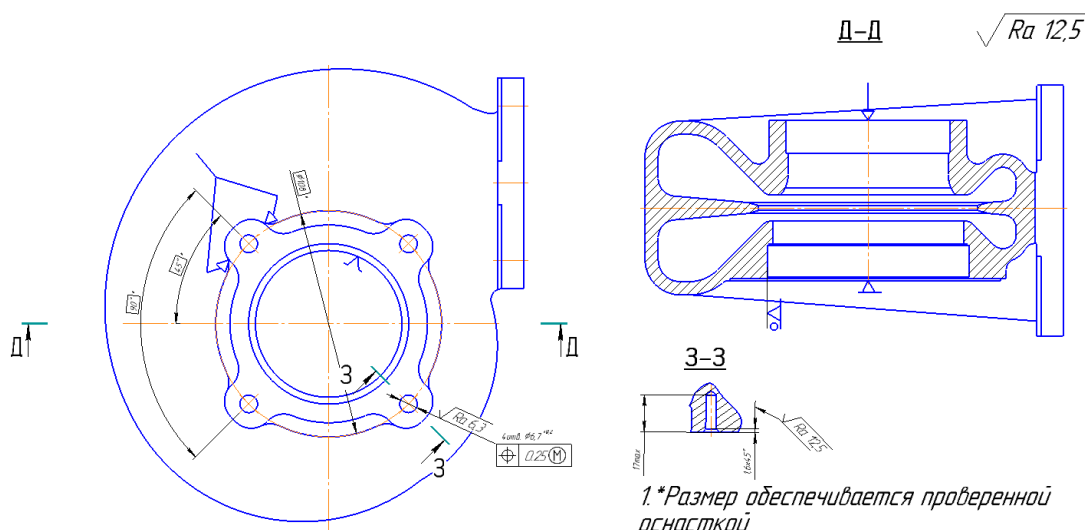


Рисунок 21 – Схема обработки на операции 035

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

Комплект баз: опорная база и две двойных опорных. Неопределённость базирования отсутствует.

Режущий инструмент:

- 2301-3358 Сверло 6,7 ГОСТ 12121-77;
- 03414-52 Сверло 15.

Оборудование: 2Н135 станок вертикально-сверлильный универсальный одношпиндельный.

Измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦИ-125-0.1-1 ГОСТ 166-89;
- Т9541-7890 Калибр 17 max;
- 05425-61 Шаблон 9,0x90°;
- 05425-61 Шаблон 11,0x90°.

Станочные приспособления:

- Т9640-9601 Подставка;
- Т9698-41621 Кондукторная плита.

Операция 040 сверлильная.

Операционный эскиз обработки представлен на рисунке 22.

Нарезание резьбы. Базирование как в операции 030.

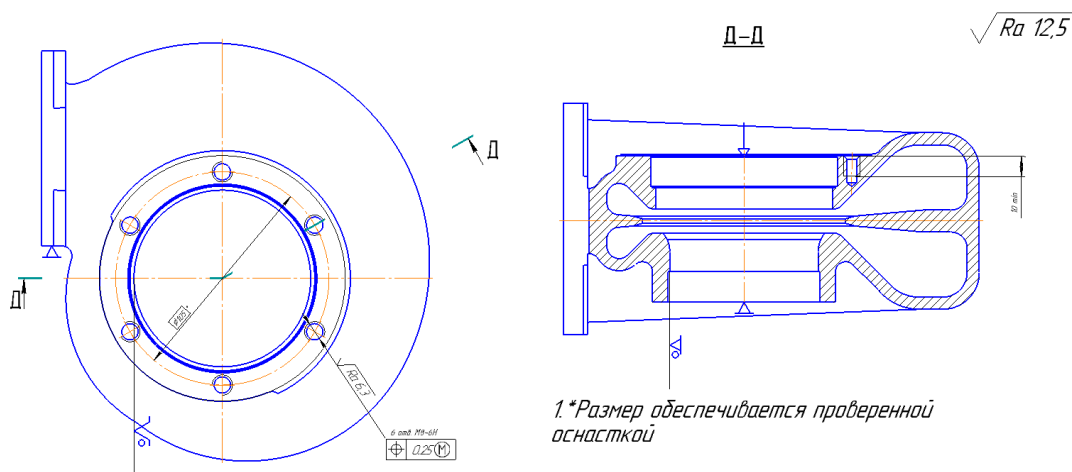


Рисунок 22 – Схема обработки на операции 040

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

Комплект баз: установочная база, двойная опорная и опорная.
Неопределённость базирования отсутствует.

Режущий инструмент: 2620-1223 Метчик М8х1,25 ГОСТ 3266-81.

Оборудование: 2Н135 станок вертикально-сверлильный универсальный одношпиндельный.

Измерительный инструмент:

- 8221-3036 Пробка М8х1,25-6Н ГОСТ17758-72;
- Т9537-2606 Калибр 10 max;
- 2007-0526 Калибр 10 min.

Станочные приспособления:

- Т9698-41618 Подставка;
- Т9475-173 Патрон.

Операция 045 сверлильная.

Операционный эскиз обработки представлен на рисунке 23.

Нарезание резьбы. Базирование как в операции 035.

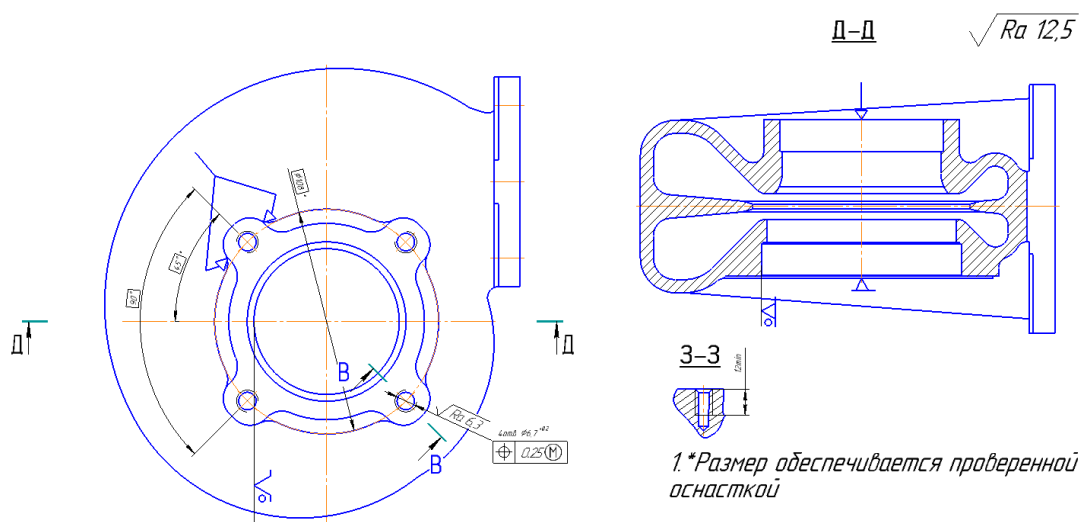


Рисунок 23 – Схема обработки на операции 045

Комплект баз: опорная база и две двойных опорных. Неопределённость базирования отсутствует.

									Лист
									23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2018.013.00.ПЗ

Режущий инструмент: 2620-1223 Метчик М8х1,25 ГОСТ 3266-81.

Оборудование: 2Н135 станок вертикально-сверлильный универсальный одношпиндельный.

Измерительный инструмент:

- 8221-3036 Пробка М8х1,25-6Н ГОСТ17758-72;
- 2007-0526 Калибр 12 min.

Станочные приспособления:

- Т9698-41621 Подставка;
- Т9475-173 Патрон.

2.1.2 Анализ технологического оборудования, применяемой технологической оснастки и режущего инструмента

Операции черновой обработки отверстий производятся на станке 1К282 (рисунок 24). На полуавтомате можно выполнять обтачивание, растачивание цилиндрических, конусных и торцовых поверхностей, сверление, зенкерование и развертывание отверстий одним или несколькими инструментами.

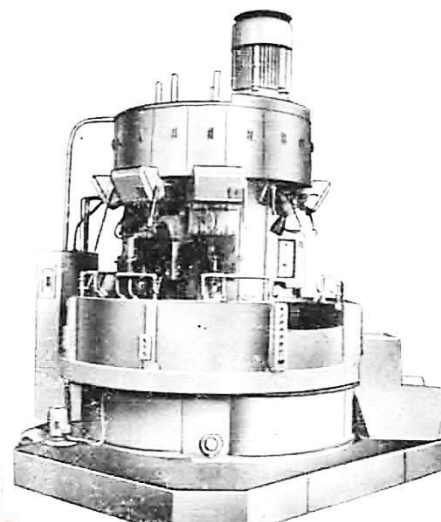


Рисунок 24 – 1К282 Станок токарный вертикальный полуавтомат

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

Обработка заготовки, установленной в патроне или на оправке, осуществляется последовательно на семи рабочих позициях. Восьмая позиция – загрузочная.

Операции чистовой обработки отверстий и растачивание радиусной поверхности выполняется на станке 1П756ДФ3 (рисунок 25). Полуавтомат токарный патронный с ЧПУ выполняет по программе токарную обработку цилиндрических поверхностей, торцов, конусов, ступенчатых и криволинейных поверхностей деталей. Также на станке может производиться сверление и растачивание центральных отверстий, нарезание наружных и внутренних резьб.

Станок предназначен для обработки деталей в патроне со ступенчатым и криволинейным профилями в условиях мелкосерийного и серийного производства.

На станке можно производить наружное точение, растачивание, сверление, нарезание резьбы по программе.



Рисунок 25 – 1П756ДФ3 Станок токарный патронный с ЧПУ, полуавтомат

Для фрезерной операции обработки посадочной поверхности выбран вертикально фрезерный станок ВМ127 (рисунок 26).

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2018.013.00.ПЗ

Станок фрезерный консольный вертикальный модели ВМ127 выполняет фрезерование деталей из стали, чугуна и цветных металлов и сплавов с помощью торцовых, концевых, цилиндрических, радиусных и других видов фрез в условиях индивидуального, мелкосерийного и серийного производства. Максимальная масса для установки на станок – 300 кг.

Станок может обрабатывать вертикальные, горизонтальные и наклонные плоскости, пазы, углы, рамки, зубчатые колеса и т. д.

Имеется возможность наладки станка под полуавтоматический и автоматический циклы работы. Это позволяет организовать многостаночное обслуживание.



Рисунок 26 – ВМ127П Станок консольно-фрезерный вертикальный

Для операции фрезерования углублений под крепёж, используется станок консольно-фрезерный вертикальный с поворотной головкой 6М12П (рисунок 27).

Станок выполняет фрезерование различных деталей из стали, чугуна и цветных металлов торцевыми, цилиндрическими, концевыми, радиусными

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2018.013.00.ПЗ

фрезами в условиях единичного и серийного производства. В серийном производстве, с помощью наладки полуавтоматических и автоматических циклов, он может успешно использоваться на поточных и автоматических линиях.

На станке обрабатываются вертикальные и горизонтальные плоскости, пазы, углы, нарезание зубчатых колес и прочее.

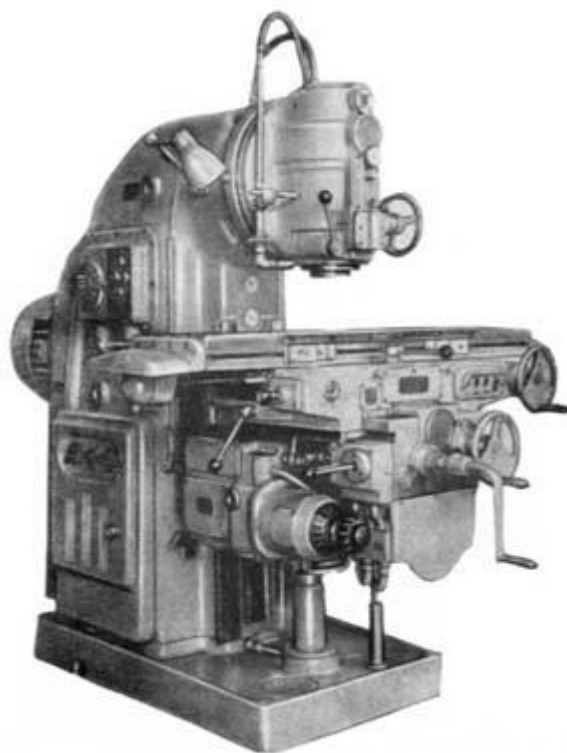


Рисунок 27 – 6М12П станок консольно-фрезерный вертикальный с поворотной головкой.

Сверление и нарезание резьбы производится на вертикально сверлильном станке 2Н135 (рисунок 28).

Станки универсальные вертикально-сверлильные 2Н135, с условным диаметром сверления 35 мм, используются на предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском продукции и предназначены для выполнения следующих операций: сверления» рассверливания» зенкования, зенкерования,

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

развертывания и подрезки торцов ножами.



Рисунок 27 – 2H135 станок вертикально-сверлильный универсальный одношпиндельный.

Для выполнения операции 015 используется приспособление, изображенное на рисунке 28.

Состоит из сварного корпуса, на который крепятся базирующие детали.

Деталь устанавливается на палец 3 и упирается в торец. Этот торец является установочной базой для детали и отнимает 3 степени свободы. Это необходимо для придания перпендикулярности торца отверстия относительно посадочной поверхности. Сам палец является двойной опорной базой и нужен для обеспечения размера $89 \pm 0,435$ от оси до посадочной поверхности детали. Отнимает 2 степени свободы.

Торец детали упирается в установ 6 (рисунок 29), который представляет собой опорную базу, и отнимает одну степень свободы. Он необходим для придания нулевого угла поворота детали относительно режущего инструмента.

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2018.013.00.ПЗ

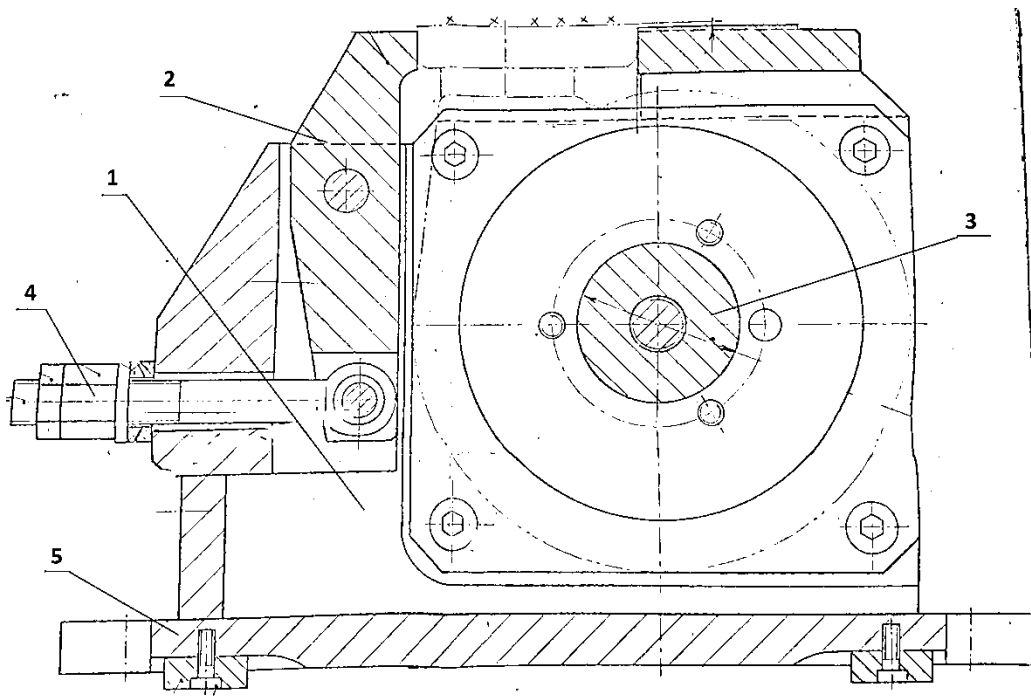


Рисунок 28 – Приспособление фрезерное. Главный вид: 1 – Корпус, 2 – Прихват, 3 – Палец , 4 – Гайка, 5 – Установочная плита.

Состоит из сварного корпуса, на который крепятся базирующие детали.

Деталь устанавливается на палец 3 и упирается в торец. Этот торец является установочной базой для детали и отнимает 3 степени свободы. Это необходимо для придания перпендикулярности торца отверстия относительно посадочной поверхности. Сам палец является двойной опорной базой и нужен для обеспечения размера $89 \pm 0,435$ от оси до посадочной поверхности детали. Отнимает 2 степени свободы.

Торец детали упирается в установ 6 (рисунок 26), который представляет собой опорную базу, и отнимает одну степень свободы. Он необходим для придания нулевого угла поворота детали относительно режущего инструмента.

Таким образом, схема базирования отнимает 5 степеней свободы и не имеет неопределённости.

Схема базирования и требования на операции показаны на рисунке 17.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

29

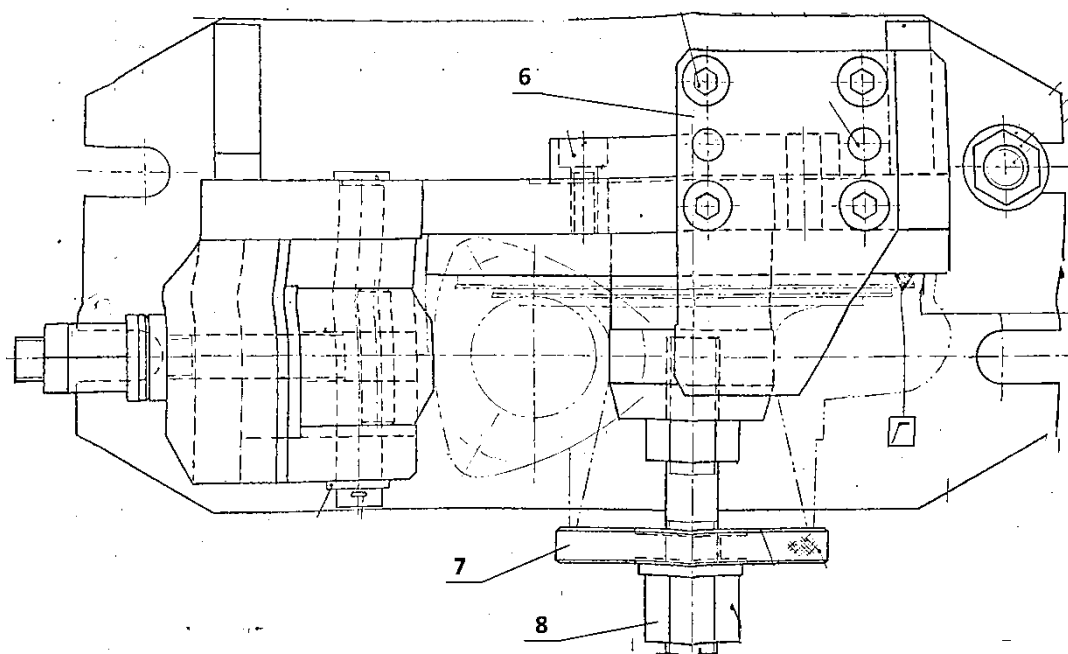


Рисунок 29 – Приспособление фрезерное. Вид сверху: 6 – Установ, 7 – Упорная шайба, 8 – Гайка.

Закрепление детали производится вручную по двум зажимам.

При повороте гайки 4, вал тянет за собой прихват 2, который прижимает деталь по торцу посадочной поверхности.

При повороте гайки 8, деталь прижимается упорной шайбой 7.

Ручное закрепление характеризуется низкой эффективностью ввиду лишних затрат сил рабочего, что приводит к быстрой утомляемости.

На предприятии используется стандартный режущий инструмент, изготовленный в соответствии с ГОСТ.

Материалы режущей части у инструмента для токарной обработки – ВК6 и ВК8, для сверления и нарезания резьбы – Р6М5.

Выбор твёрдосплавных пластин для токарного инструмента обусловлен их высокой стойкостью и лёгкостью замены.

Так как на предприятии есть цех по изготовлению режущего инструмента, то материалом для его изготовления выбран быстрорез. Быстрорежущая сталь

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

30

относительно легко обрабатывается и годна для обработки деталей из чугуна, однако требует более частой переточки инструмента.

Также, на заводе есть отдел по проектированию нестандартного режущего инструмента. Отдел осуществляет разработку: нестандартных конструкций режущего инструмента из сверхтвёрдых материалов (резцы, фрезы, коронки для геологоразведки, шлифовальные круги и т.д.); пресс-форм для холодного и горячего прессования алмазных шлифовальных кругов на органической и металлической связке; приспособлений и технологической оснастки; инструмента для сварки трением с перемешиванием. Проводит отработку технологического процесса сварки трением с перемешиванием сплавов на основе меди, алюминия, титана и железа. Выполняет технико-экономические расчеты и обоснования по разрабатываемым проектам. Пример специального режущего инструмента представлен на рисунке 30.

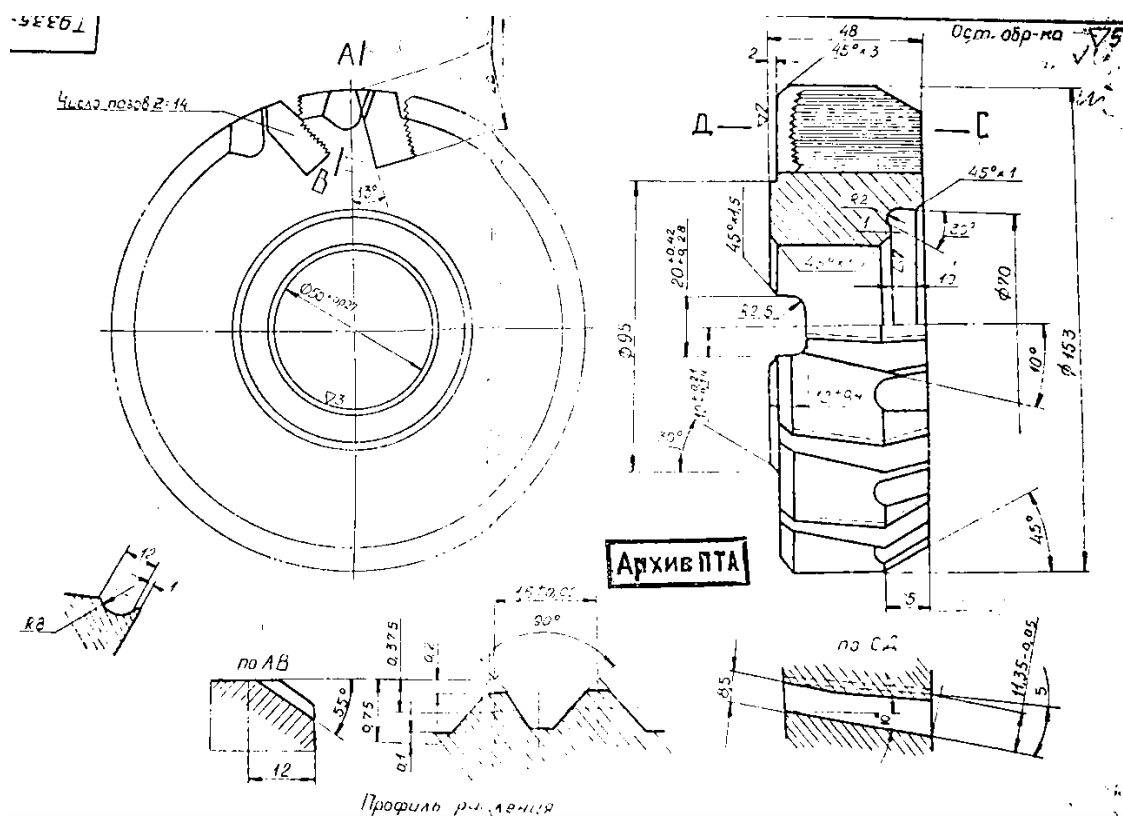


Рисунок 30 – Фреза торцовая

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса.

Размерный анализ технологического процесса проводится с целью проверки обеспечения заданной точности детали при использовании действующего технологического процесса. Размерная цепь представлена на рисунке 31.

Произведём расчёт действительных припусков:

$$[18 \dots 17] = +(17 \dots 68) - (68 \dots 28) - (28 \dots 18) \quad (1)$$

$$1 = +73_{-0.74} - 57_{-0.12} - 15 \pm 0.215 \quad (2)$$

$$[28 \dots 27] = +(27 \dots 67) - (67 \dots 38) + (38 \dots 68) - (68 \dots 28) \quad (3)$$

$$-3 = +58_{-0.74} - 38_{-3.6} + 34 \pm 0.65 - 57_{-0.12} \quad (4)$$

$$[17 \dots 16] = +(27 \dots 67) - (67 \dots 38) + (38 \dots 68) - (68 \dots 28) \quad (5)$$

$$2 = +79_{-4.4} - 38_{-3.6} + 34 \pm 0.65 - 73_{-0.74} \quad (6)$$

$$[68 \dots 67] = +(67 \dots 38) - (38 \dots 68) \quad (8)$$

$$4 = +38_{-3.6} - 34 \pm 0.65 \quad (9)$$

Произведём расчёт действительных припусков. Расчёт выполняется по формуле 10:

$$[Z_{min}] = Dz + Df + \frac{\sum T}{2} - \left(\overrightarrow{\sum \left(\frac{T}{2} \right)} - \overleftarrow{\sum \left(\frac{T}{2} \right)} \right) \quad (10)$$

$$[18 \dots 17] = 0.16 + 0.1 + \left(\frac{0.74+0.12+0.43}{2} \right) - \left(\left(\frac{0.74}{2} \right) - \left(\frac{0.12}{2} + \frac{0.43}{2} \right) \right) \quad (11)$$

$$[18 \dots 17] = 0.81 < 1 \Rightarrow \text{завышен.}$$

$$[28 \dots 27] = 0.16 + 0.1 + \left(\frac{0.74+3.6+1.3+0.12}{2} \right) - \left(\left(\frac{0.74}{2} + \frac{1.3}{2} \right) - \left(\frac{3.6}{2} + \frac{0.12}{2} \right) \right) \quad (12)$$

$$[28 \dots 27] = 4.17 > 3 \Rightarrow \text{занижен.}$$

$$[17 \dots 16] = 0.3 + 0.4 + \left(\frac{4.4+3.6+1.3+0.74}{2} \right) - \left(\left(\frac{4.4}{2} + \frac{1.3}{2} \right) - \left(\frac{3.6}{2} + \frac{0.74}{2} \right) \right) \quad (13)$$

$$[17 \dots 16] = 4.3 > 2 \Rightarrow \text{занижен.}$$

$$[68 \dots 67] = 0.3 + 0.4 + \left(\frac{3.6+1.3}{2} \right) - \left(\left(\frac{3.6}{2} \right) - \left(\frac{1.3}{2} \right) \right) \quad (14)$$

$$[68 \dots 67] = 2 < 4 \Rightarrow \text{завышен.}$$

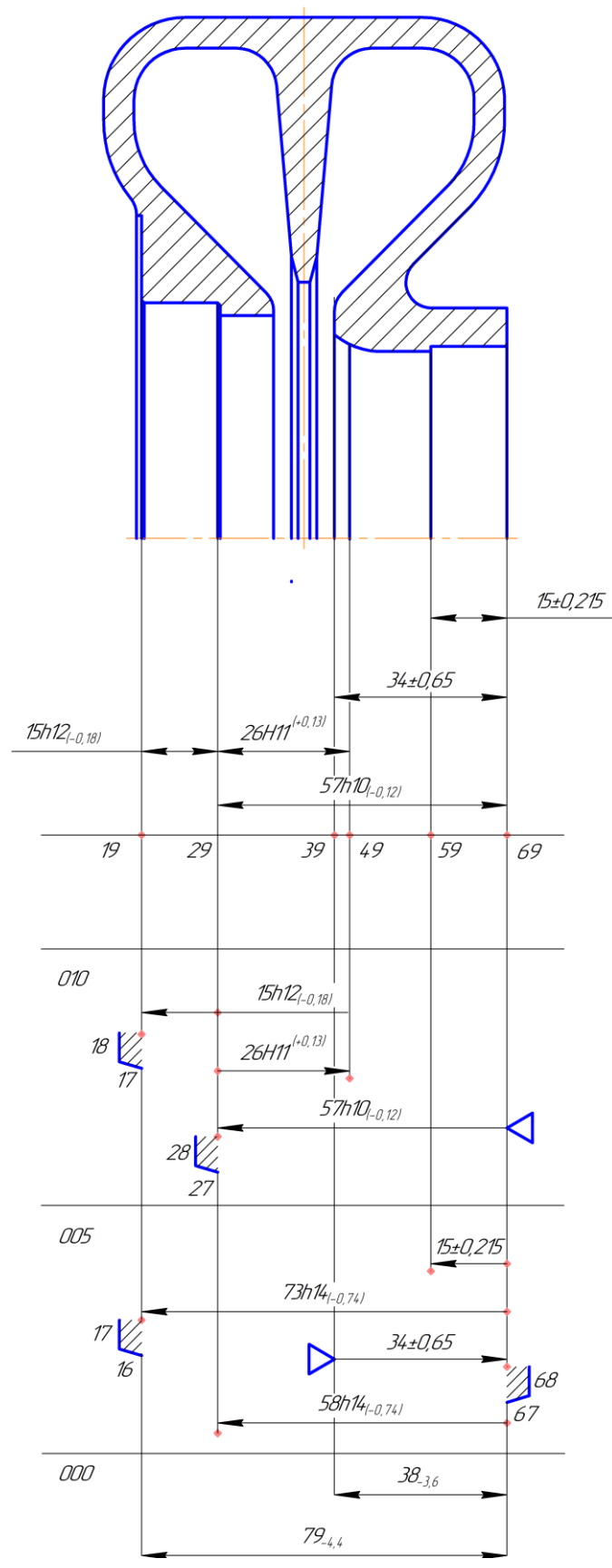


Рисунок 31 – Размерная цепь

						Лист
					150305.2018.013.00.ПЗ	33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Припуски на обработку не совпадают с расчетными. Там где припуск занижен, будет появляться «чернота», там, где он завышен, неэкономно используется материал. Замыкающие звенья отсутствуют, соблюдается принцип совмещения баз.

2.1.4 Выводы по разделу

В качестве получения заготовки в заводском технологическом процессе выбран способ литья в песчано-глинистые формы, что нетехнологично по ряду существующих недостатков:

- из всей партии отливок, только 40% не имеют дефектов. Не годные к обработке заготовки отправляются на переплавку. Это значительно увеличивает стоимость изготовления детали;
- слишком грубая шероховатость внутреннего криволинейного канала. Поток воздуха, попадая на такую поверхность завихряется. Это уменьшает КПД узла;
- изготовление стержня требует специального дорогостоящего оборудования;
- литьё в песчано-глинистые формы характеризуется низкой производительностью.

На предприятии используется как стандартный режущий инструмент, так и специально разработанный для ряда операций. Разработка и производство специального РИ потребует привлечения соответствующих специалистов, что нетехнологично. Но этого не избежать ввиду сложности формы детали и труднодоступности некоторых элементов.

Для установки заготовки на операциях используются как стандартные приспособления при станке, так и специально разработанные. Проектирование специальных приспособлений необходимо ввиду сложности базирования детали и для обеспечения заданных параметров.

									Лист
									34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

Закрепление на всех операциях ручное, что приводит к лишним затратам сил рабочих. Это неэффективно при серийном производстве.

Размерный анализ показал наличие заниженных и завышенных припусков, что также приводит как к низкому коэффициенту использования материала, так и к высокой составляющей брака.

2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Корпус турбины»

2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

Материал детали жаропрочный чугун – серый чугун с добавлением двух процентов никеля ЖЧН-2 ТУ23.108-186-91. Деталь имеет сложную криволинейную форму, наиболее рациональный способ получения которой – это отливка.

В качестве метода получения отливки выбираем литьё по газифицируемым моделям. Такое литьё в модели из пенопласта по качеству фасонных отливок, экономичности, экологичности и высокой культуре производства наиболее выгодно. С помощью этой технологии получают отливки массой в пределах от 10 грамм до 2000 килограмм при чистоте поверхности Rz40. Размерная и весовая точность может достигать 7 класса [13].

Параметр шероховатости для данной детали особенно важен т.к. от него напрямую зависит КПД узла.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования

Основная обработка детали – это растачивание отверстий под колесо турбины и под сопряжение с корпусом подшипников. Для данной корпусной детали возможны два метода обработки:

- обработка на горизонтально расточном станке или станках фрезерной группы с базированием по посадочной поверхности (поверхности крепления к картеру);
- обработка на токарном станке, с базированием по противоположному отверстию.

Оба метода имеют свои плюсы и минусы поэтому подберём наиболее подходящий к данной детали.

Ведение обработки на горизонтально расточном станке, позволяет обработать отверстия за один установ с двумя позициями. Также есть возможность на той же операции просверлить и нарезать резьбу в отверстиях под крепёж детали. Таким образом, изготовление детали будет производиться в две операции: операции подготовки баз и обработки отверстий.

Для базирования при данном методе, потребуется ужесточение допусков на отверстия под крепление к картеру двигателя, т.к. они будут служить базой (базирование по двум пальцам и плоскости).

Растачивание $\varnothing 92H7$ потребует расточной головки. Получение радиусной поверхности $R14,5h11$ возможно фрезерованием специальной профильной фрезой, концевой радиусной фрезой и расточной головкой с переменным диаметром растачивания. Последний метод работает в более высоких диапазонах диаметров и не подходит для обработки данной детали.

Размер $\varnothing 79,5 \pm 0,005$ потребует занижения режимов резания для обеспечения требуемой точности.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Также данный метод потребует пересчёта конструкторской размерной цепи, что противоречит принципу совмещения баз. Но есть возможность соблюдения принципа единства баз.

Обработка детали на токарном станке не сможет обеспечить такую концентрацию переходов как в предыдущем методе, но выполнение точных размеров, растачивание радиусной поверхности будет более производительной. Здесь также возможно сверление отверстий под крепёж, но это трудно обеспечить ввиду сложности базирования.

При данном методе возможен принцип совмещения баз, но для этого необходимо расточить кулачки для возможности базирования по внутреннему торцу детали (обеспечение выполнения размера $34 \pm 0,65$). Ужесточение требований к каким-либо размерам для базирования детали, при этом методе не потребуется.

Деталь имеет смещённый центр масс. При обработке на высоких оборотах это может быть причиной появления вибраций, что негативно скажется на точности и чистоте обработки детали. Но стоит иметь ввиду, что материал детали достаточно трудно обрабатывается, из-за чего скорость резания будет достаточно невысокой.

Таким образом, ведение обработки на токарном станке более рационально и технологично по сравнению с обработкой на горизонтально расточном станке.

Наиболее подходящим вариантом для данной детали будет токарный станок с контршпинделем и двумя револьверными головками. Так, деталь можно обработать в два установка на одном станке с возможностью ведения параллельной обработке в двух шпинделях. Это повысит производительность и снизит номенклатуру используемого оборудования. Данным требованиям отвечает станок Okuma LT2000 EX (рисунок 32). Характеристики станка приведены в таблице 1.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37



Рисунок 32 – Okuma LT2000EX

Таблица 1 – Технические характеристики станка Okuma LT2000EX.

Технические характеристики	LT2000 EX
Максимальный диаметр обработки, мм	210
Скорость шпинделя (L/R), мин ⁻¹	6000
Мощность шпинделя (L/R), кВт	11,5/7,5
Диаметр отверстия шпинделя (L/R), мм	62
Емкость инструментального магазина	V16
Быстрая подача, м/мин	X:30/ Z:40 (W:32)
Габариты: длина/ширина/высота, мм	3745/2467/2260

Обработка посадочной поверхности будет производиться в специальном приспособлении на горизонтально фрезерном станке. Данный станок должен обладать возможностью установки приспособлений и паллет. На операции будет использоваться несколько инструментов, поэтому ещё одним требованием к станку будет наличие инструментального магазина и скорость смены режущего инструмента. Наиболее подходящим вариантом для

осуществления этой операции является горизонтально фрезерный обрабатывающий центр Doosan HP 5500 (рисунок 33). Основные технические характеристики станка приведены в таблице 2.



Рисунок 33 – Doosan HP 5500

Таблица 2 – основные технические характеристики станка Doosan HP 5500

Технические характеристики	Ед.изм	HP 5500	
Система координат			
Перемещения	X	мм	800
	Y	мм	700
	Z	мм	750
Ускоренный ход	X	м/мин	48
	Y	м/мин	48
	Z	м/мин	48

Окончание таблицы 2

Стол		
Размер стола	мм	500 x 500
Нагрузка на стол	кг	800
Шпиндель		
Мах. скорость шпинделя	град/мин	10000
Автоматическая смена инструмента		
Хвостовик инструмента		BT50
Время смены инструмента	сек	2.0
Количество инструмента в магазине		40

Обработку отверстий под крепёж, вынесем на отдельную операцию. Их обработка может производиться на вертикально фрезерном станке, имеющем 5 осей перемещений.

Выполнение данной операции возможно на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре Haas DT-1 изображенном на рисунке 34. Технические характеристики станка, приведены в таблице 3.



Рисунок 34 – Вертикально фрезерный станок Haas Dt-1

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Таблица 3 – Технические характеристики станка Haas Dt-1

Технические характеристики	Haas Dt-1
Рабочая зона Перемещение по X/Y/Z, мм	508/406/394
Расстояние от стола до торца шпинделя, мм	152
Рабочий стол: длина/ширина, мм	660/381
Мощность шпинделя, кВт	11,2
Емкость инструментального магазина	20
Быстрая подача X/Y/Z, м/мин	61
Габариты: длина/ширина/высота, мм	2616/1727/2616

Станок обладает высоко оборотистым шпинделем. Высокая скорость резанья благоприятно сказывается на производительность при сверлении и нарезании резьбы в тонких отверстиях.

2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии проектного варианта

Маршрутный технологический процесс представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Маршрутный технологический процесс

Название и номер операции	Оборудование
000 Заготовительная	
005 Токарная с ЧПУ	Okuma LT2000EX
010 Фрезерная с ЧПУ	Doosan HP 5500
015 Фрезерная с ЧПУ	Haas Dt-1

Операция 005 Токарная с ЧПУ

Комплект баз: двойная направляющая и опорная.

Установ А – базирование по черновой поверхности. На операции производится растачивание отверстий, подрезка торца. Подготовка чистой базы.

Установ Б – растачивание отверстий, подрезка торца, растачивание радиусной поверхности.

Операционный эскиз операции представлен на рисунке 35.

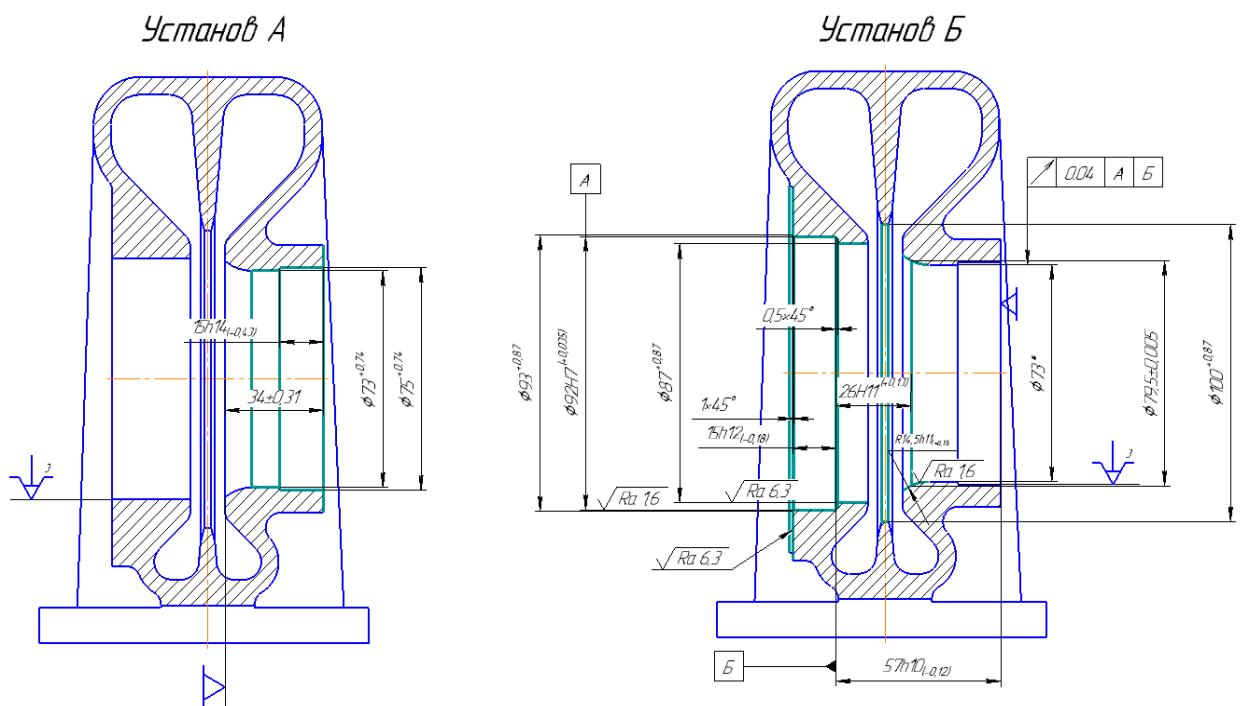


Рисунок 35 – Операционный эскиз операции 005

Операция 010 Фрезерная с ЧПУ

Базирование производится по чистовым поверхностям, выполненным на токарной операции. Комплект баз: установочная, двойная опорная и опорная.

На операции производится фрезерование посадочной поверхности, с последующим сверлением на ней отверстий под крепёж.

Операционный эскиз представлен на рисунке 36.

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2018.013.00.ПЗ

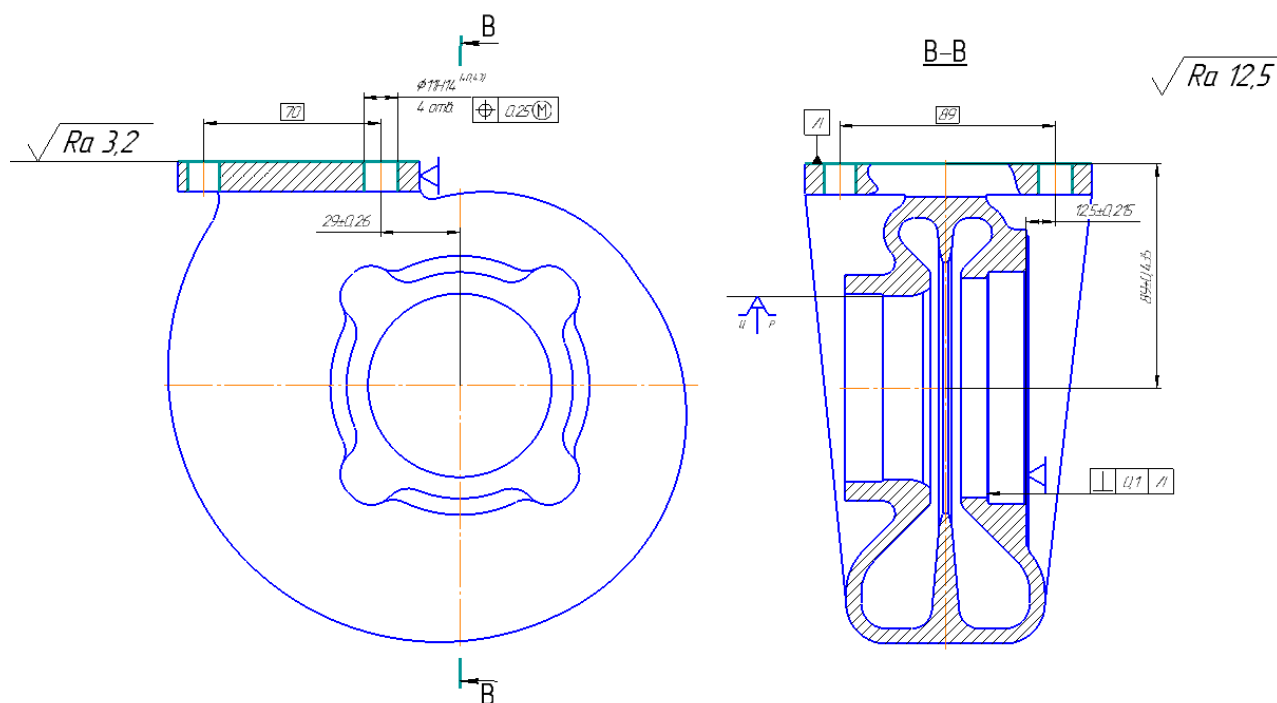


Рисунок 36 – Операционный эскиз операции 010

Операция 015 Фрезерная с ЧПУ.

Комплект баз: установочная, двойная опорная и опорная.

Выполнение данной операции производится в две позиции, которые обеспечиваются положением поворотного стола (рисунки 37,38).

Базирование осуществляется установкой на два пальца, из которых один срезанный. Закрепление производится прижимом посадочной поверхности к столу станка.

Производится сверление и нарезание резьбы в крепёжных отверстиях на торцах заготовки. Также выполняются углубления под крепёж на посадочной поверхности.

Позиционный допуск под сверление отверстий выдерживается системой ЧПУ станка.

Фрезерование углублений под крепёж выполняется при исходном положении стола фрезой требуемого диаметра.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

43

Позиция I

$\sqrt{Ra\ 12,5}$

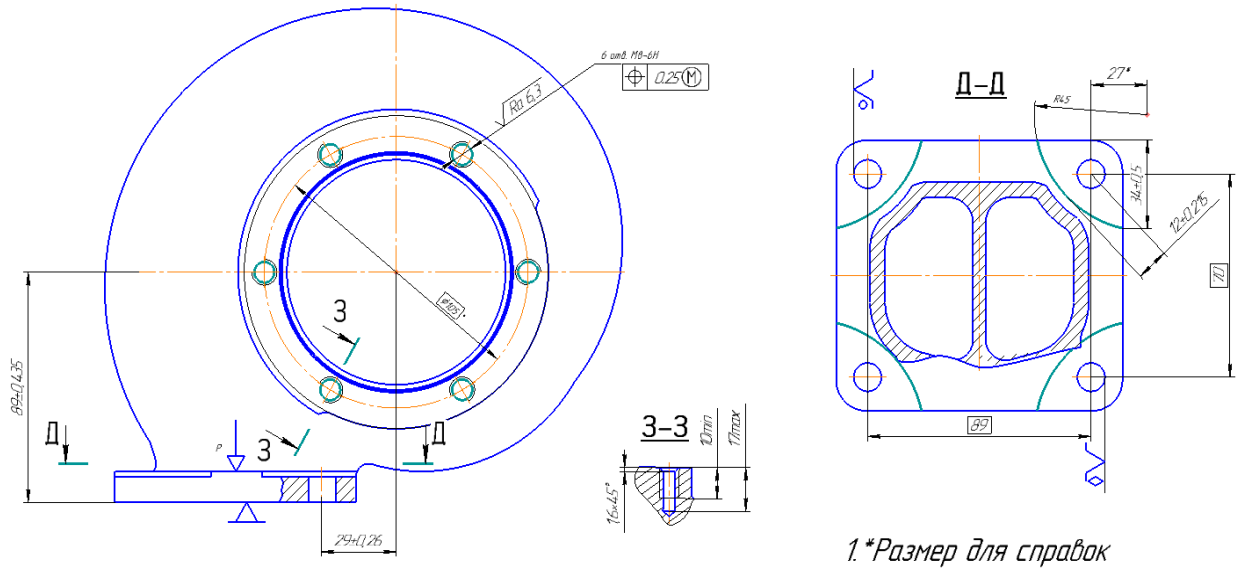


Рисунок 37 – Операционный эскиз операции 010. Позиция I

Позиция II

$\sqrt{Ra\ 12,5}$

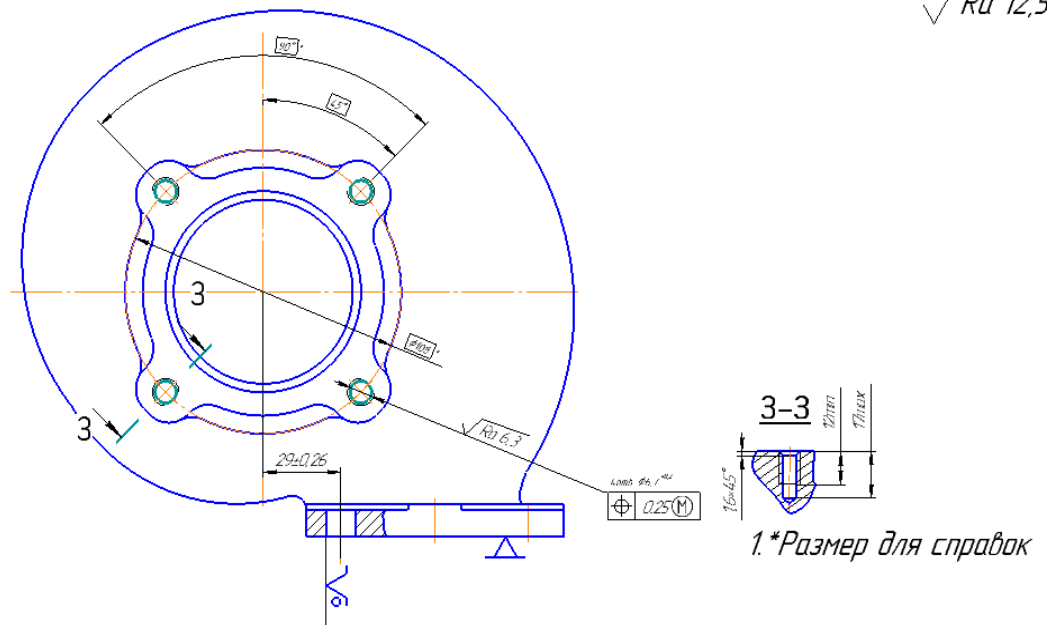


Рисунок 38 – Операционный эскиз операции 010. Позиция II

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

44

2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса

Технологический процесс обработки детали составлен таким образом, который исключает появления замыкающих звеньев в размерной цепи. Поэтому в данный момент имеется только необходимость расчёта припусков и минимального размера заготовки. Размерная цепь представлена на рисунке 39.

Размер (67...38) найдём через припуск, получаемый на операции.

$$[68...67] = - (67...38) + (38...68) \quad (15) \\ - X_{0,9} - 34 \pm 0.31$$

Величина припуска определяется суммой шероховатости Rz , дефектного слоя Df от предыдущей операции и суммы полей допусков W без середины поля допуска ΔW .

$$Z_H = Rz + Df + W/2 - \Delta W \quad (16)$$

Rz и Df для литья по газифицируемым моделям, равны соответственно 40 и 150 мкм.

ΔW – середина поля допуска замыкающего звена. Рассчитывается как разность сумм середин полей допусков увеличивающих и уменьшающих звеньев:

$$\Delta W = \sum \vec{A}_i - \sum \overleftarrow{A}_i \quad (17)$$

$$Z_H = 0,04 + 0,15 + \frac{0,62+0,9}{2} - \left(\frac{-0,09}{2}\right) = 1.4 \quad (18)$$

Подставив значение припуска в уравнение номиналов, получим неизвестный размер.

$$1.4 = X - 34 \quad (19)$$

$$X = 35,4_{-0,9} \quad (20)$$

Аналогичным образом произведём расчёт размера (17...67).

$$[18...17] = + (17...67) - (67...38) + (38...68) - (68...28) - (28...18) \quad (21) \\ + X_{-1,1} - 35,4_{-0,9} + 34 \pm 0.31 - 57_{-0,12} - 15_{-0,18}$$

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

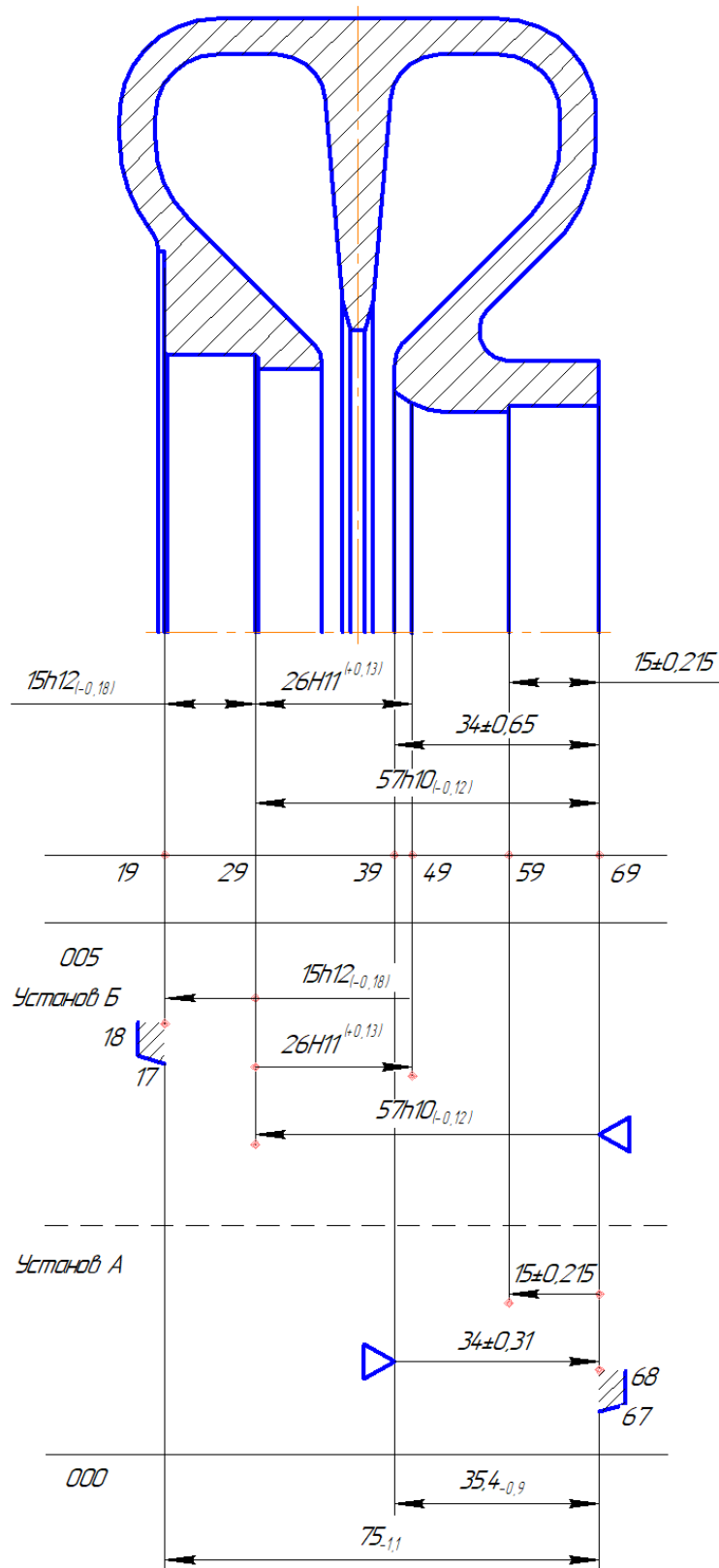


Рисунок 39 – Размерная цепь проектного технологического процесса

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

46

$$Z_H = 0,04 + 0,15 + \frac{1,1+0,9+0,62+0,12+0,18}{2} - \quad (22)$$

$$-\left(\frac{(-1,1)+0}{2}\right) - \left(\frac{(-1,1)+(-0,12)+(-0,18)}{2}\right) = 1,6$$

$$1,6 = X - 35,4 + 34 - 57 - 15 \quad (23)$$

$$X = 1,6 + 35,4 - 34 + 57 + 15 \quad (24)$$

$$X = 75_{-1,1} \quad (25)$$

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

Расчет режимов резания для операции точения.

Для получения размера $\varnothing 92H7$ из заготовки 14 квалитета, необходимо вести обработку в две стадии: получистовая – получение 12 квалитета и отделочная – получение 7 квалитета.

Произведём расчёт для получистовой стадии.

Выбор глубины резания производится по справочникам.

Для операции получистовой обработки поверхности, диаметр которой соответствует интервалу размеров от 80 до 120 мм, рекомендуется глубина резания не менее $t = 1,7$ мм.

Выбор инструмента.

Из условий обработки (чугун с $HB > 200$) принимаем режущий материал ВК8, форма пластины ромбическая. Способ крепления пластины – двуплечим прихватом.

Главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$. Вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 5^\circ$. Радиус вершины 0,06.

Период стойкости по нормативам = 30 мин.

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

Выбор подачи

Для получистового точения заготовки из серого чугуна диаметром до 180 мм и глубиной резания до $t = 2$ мм, резцом с державкой диаметром до 30мм рекомендуется подача $S_{от} = 0,6$ мм/об.

Поправочные коэффициенты на подачу получистовой стадии обработки определяют по нормативам в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала (серый чугун с HB до 240) $K_{sm} = 1$;
- состоянием поверхности (без корки) $K_{sn} = 1,0$;
- вылета резца (отношение вылета резца к его диаметру до 3) $K_{sl} = 1$;
- диаметра детали (до 500) $K_{sd} = 0,8$;
- инструментального материала (глубина резания до 3мм, по чугуну сплавом BK8) $K_{si} = 0,85$;
- геометрических параметров резца (механическое крепление ромбической пластины с углом в плане 90°) $K_{сфк} = 1,0$.

Окончательно подача чистовой стадии обработки:

$$S_{отдел} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,4 \text{ мм/об} \quad (26)$$

Выбор скорости резания.

Для отделочной стадии обработки рекомендуемые значения скорости резания также выбирают по нормативам.

Для получистовой стадии обработки серого чугуна без корки с глубиной резания до $t = 3$ мм и подачей до $S_{от} = 0,4$ мм/об скорость резания $V_T = 230$ м/мин, также выбирают остальные поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от:

- материала режущего инструмента (BK8) $K_{ви} = 0,7$;
- группы обрабатываемого материала (чугун серый) $K_{vc} = 1,0$;

									Лист
									48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

- вида обработки (расточивание отверстий) $K_{vo} = 1,0$;
- жесткости станка (токарно револьверный) $K_{vj} = 0,75$;
- механических свойств обрабатываемого материала (чугун серый с твердостью до HB 240) $K_{vm} = 0,7$;
- геометрических параметров резца (механическое крепление ромбической пластины с главным углом в плане 90°) $K_{vf} = 1,0$;
- периода стойкости режущей части (30 минут при механическом креплении твердосплавной пластины) $K_{vt} = 1,0$;
- наличия охлаждения (присутствует) $K_{уж} = 1,0$.

Окончательно скорость резания при получистовой стадии обработки определяют:

$$V = V_T \cdot K \quad (27)$$

$$V = 230 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 = 88,75 \text{ м/мин.} \quad (28)$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n = \frac{1000v}{D \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 88,75}{92 \cdot \pi} = 307,2 \text{ об/мин} \quad (29)$$

Обработка заготовки будет вестись режущим инструментом фирмы Sandvik Coromant. Для твёрдосплавных пластин этой компании, в каталогах указывается рекомендуемые скорость, подача и глубина резания.

Для оценки пригодности рекомендуемых режимов резания подберём их по каталогу и сравним с расчётными.

Произведём выбор аналогичного режущего инструмента.

Расточная оправка, с главным углом в плане 95° , с диаметром и длиной державки соответственно 40 и 120мм имеет обозначение C4-PCLNR-27120-12M1 (рисунок 40)

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ					

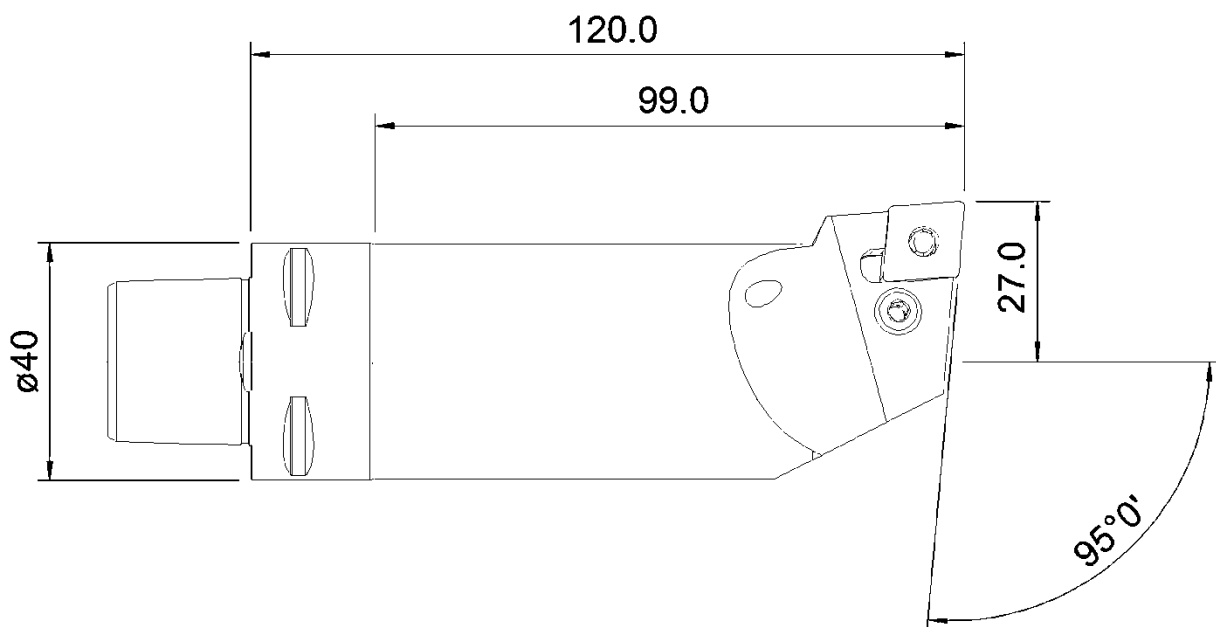


Рисунок 40 – Расточная оправка C4-PCLNR-27120-12M1

Данной оправке соответствует форма пластины, имеющая обозначение CNMG120408-MF. Рекомендуемые глубина и подача определяются в зависимости от её формы (таблица 5).

Таблица 5 – Рекомендуемые глубина и подача для пластины CNMG120408-MF

Пластины	Рек. глубина резания $a_p = \text{мм}$		Рекомендуемая подача $f_n = \text{мм/об}$			
	Min	Max	Min	Max		
CNMG120408-MF	0.4	0.1	1.5	0.2	0.1	0.4

Рекомендуемая скорость резания, зависит от обрабатываемого материала рекомендуемой подачи и марки твердого сплава.

Для обработки жаропрочного чугуна с твердостью поверхности HB до 240 рекомендуется использовать сплав S05F. Это твердый сплав с покрытием CVD для финишной обработки на высоких скоростях сплавов жаропрочной группы, а также при умеренных скоростях для продолжительной обработки. Используется

при обработке относительно мягких материалов. Также может использоваться как материал для черновой обработки.

Таблица 5 – Рекомендуемая скорость резания для сплава S05F

Жаропрочные материалы	Удельная сила резания k_{c1}	Твердость по Бринеллю	S05F	
			h_{ex} , мм	подача f_p , мм/об
Обрабатываемый материал	Н/мм ²	НВ	Скорость резания (V_c), м/мин	
Жаропрочные сплавы На основе никеля Отожженные или после отпуска в расплаве солей	2650	250	100-85-70	

Таким образом, режимы резания по каталогу:

$$V = 70 \text{ м/мин}, S_{ot} = 0,3 \text{ мм/об}, t = 1,5 \text{ мм}$$

Значения несколько схожи с расчётными. Различия обусловлены тем, что материал режущей пластины Sandvik Coromant создан исключительно для обработки жаропрочного чугуна, в отличие от справочников, где режимы можно было подобрать лишь для серого чугуна со схожей твердостью поверхностного слоя.

Остальные режимы резания подберём аналогично, по каталогу. Полученные данные заносятся в таблицу 6.

У детали есть поверхности ($\varnothing 92H7$, $\varnothing 73H9$) с высокими требованиями по шероховатости. Расчёт подачи для них произведём по нормативам.

Для получения шероховатости не более $Ra = 1,25$ мкм при обработке жаропрочного чугуна во всём диапазоне скоростей резцом с радиусом при вершине до $r = 0,8$ мм рекомендуется подача $S_c = 0,15$ мм/об.

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

- механических свойств обрабатываемого материала (чугун серый с твердостью до НВ 240) $K_{sm} = 0,82$;

- инструментального материала (твердый сплав) $K_{SH} = 1,0$;
- вида обработки (расточивание больших отверстий) $K_{SO} = 1,0$;
- наличия охлаждения (присутствует) $K_{SЖ} = 1,0$.

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

$$S_{\text{отчист}} = 0,15 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,123 \text{ мм/об} \quad (30)$$

Полученные значения вносим в таблицу 6.

Определение норм времени на операциях.

Время цикла автоматической работы станка по программе $T_{ц.а}$ складывается из основного времени автоматической работы станка T_0 и машинно-вспомогательного времени $T_{м.в.}$, т. е.

$$T_{ц.а} = T_0 + T_{м.в.}; \quad (31)$$

$$T_0 = \sum_{i=1}^n \frac{L1}{S_m}. \quad (32)$$

где $L1$ — длина пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке i -го технологического участка (с учетом врезания и перебега), мм; S_m , — минутная подача на данном участке, мм/мин; $i=1, 2, \dots, n$ — число технологических участков обработки.

$$L1 = L + l_1 + l_2 + l_3.$$

где L — длина пути (или траектории), проходимого инструментом или деталью в направлении подачи, мм;

l_1, l_2, l_3 — длина подвода, врезания и перебега инструмента соответственно, мм. Назначаем по картам 22-24 [1] и вносим в таблицу 6.

При перемещении инструмента по дуге окружности длину L определяют

$$L = 2R \cdot \arcsin \frac{a}{2R} \quad (33)$$

где R — радиус дуги окружности, мм; a — длина хорды дуги окружности, мм;

Эта формула понадобится для расчёта перемещения инструмента при выполнении протачивания криволинейной поверхности $r14,5h12$.

Например для первого прохода:

										Лист
										52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ					

$$L = 2 \cdot 14,9 \cdot \arcsin \frac{12,68}{2 \cdot 14,9} = 13,098 \text{ мм} \quad (34)$$

Вместе с точением криволинейной поверхности на этой операции происходит растачивание диаметра $\varnothing 73\text{H9}$ на длину 9,8мм, поэтому:

$$L = 9,8 + 13,098 = 22,898 \text{ мм} \quad (35)$$

Длина подвода для этой поверхности равна $l_1 = 5$ мм, т.к. поверхность необработанная. Длина врезания[1]:

$$l_2 = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{0,6}{\operatorname{tg} 95^\circ} = 0,65 \text{ мм} \quad (36)$$

Перебег равен 0, т.к. точение производится в упор.

Таким образом:

$$L_1 = L + l_1 + l_2 + l_3 = 22,898 + 5 + 0,65 + 0 = 28,548 \text{ мм} \quad (37)$$

Время на обработку этой поверхности:

$$T_0 = \frac{28,548}{85,8} = 0,33 \text{ мин} \quad (38)$$

Аналогичным образом рассчитываем для остальных переходов и вносим в таблицу 6.

$$T_{\text{мв}} = T_{\text{мв.и}} + T_{\text{мв.х}} \quad (39)$$

$T_{\text{мв.и}}$ – машинно-вспомогательное время на автоматическую смену инструмента, $T_{\text{мв.и}} = 0,033$ мин; $T_{\text{мв.х}}$ – машинно-вспомогательное время на выполнение автоматических вспомогательных ходов и технологические паузы, для токарной операции – $T_{\text{мв.х}} = 0,27$ мин, для фрезерной 010 – $T_{\text{мв.х}} = 1$ мин, для фрезерной 015 – $T_{\text{мв.х}} = 0,52$ мин.

Определение нормы штучного времени

Норма штучного времени определяется по формуле:

$$T_{\text{ш}} = (T_{\text{ц.а.}} + T_{\text{в}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100} \right) \quad (40)$$

Вспомогательное время складывается из составляющих:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{из}} \quad (41)$$

где:

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ					

- $T_{уст}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали для токарной операции – $T_{уст} = 0,1$ мин, для фрезерной 010 – $T_{уст} = 0,86$ мин, для фрезерной 010 – $T_{уст} = 0,4$ мин;
- $T_{пер}$ – вспомогательное время связанное с технологическим переходом. Время на закрепление и раскрепление детали $T'_{пер} = 0,2$ мин – сжатие трёхкулчкового патрона, перехват заготовки контршпинделем, $T'_{пер} = 0,1$ мин – закрепление в специальном приспособлении, $T'_{пер} = 0,4$ мин – закрепление на фрезерной операции 015;
- $T_{из}$ – вспомогательное время на контрольное измерение штангенциркулем, калибр пробкой, шаблоном, перекрываемое, $T_{из005} = 0,698$ мин – Карты 30,33,40, $T_{из010} = 0,06$ мин – Карта 33, $T_{из015} = 2,95$ мин. карты 31,40 [7].

Суммарное вспомогательное время равно:

$$\sum T_{в} = (0,1 + 0,2) \cdot 2 = 0,6 \text{ мин} \quad (42)$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в процентах от операционного времени:

$$a_{орг} + a_{тех} + a_{отл} = 10\%. \quad (43)$$

Окончательный расчёт цикла автоматической работы станка и штучного времени произведём в программе Microsoft Excel. Для этого все найденные по нормативам или рассчитанные значения времени, длинны траектории движения инструмента, режимы резания вносим в таблицу 6. Все формулы для расчёта программируются в клетках таблицы и автоматически рассчитывают требуемый параметр.

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

Таблица 6 – Режимы резания и нормы времени для операций механической обработки

	V м/мин	n об/мин	S мм/об	t, мм	To, мин	Tв, мин	Tмв, мин	Tца, мин	Tшт, мин	Врезание, мм	Перебег, мм	Подвод, мм	Длина траектории, мм	L, мм
Операция 005 Токарная с ЧПУ														
Переход														
Подрезка торца 34±0,65	39	174	0,302	1,4	0,35					1,5	2,5	5	9,5	18,5
Растачивание Ø73Н14 на длину 15Н14	69,9	305	0,3	0,9	0,2					0,97	0	2	15	17,97
Подрезка торца 15h12	39	145	0,3	1,6	0,68					1,71	2,5	5	20,3	29,51
Растачивание Ø92Н7	70	244	0,3	1,5	0,25					1,61	0	2	15	18,61
	69,9	241	0,123	1	0,61					1,07	0	2	15	18,07
Растачивание Ø87Н14	69,9	256	0,3	0,8	0,4	--	--	--	--	0,86	2	2	26	30,86
Растачивание R14,5h11, Ø79,5±0,005, Ø73Н9	69,8	286	0,3	0,6	0,33					0,65	0	5	22,898	28,55
	85	343	0,2	0,3	0,36					0,33	0	2	22,389	24,72
	99,95	400	0,123	0,1	0,49					0,11	0	2	22,216	24,33
Растачивание Ø100Н14	51,4	166	0,08	--	0,44					0	0	5	0,8	5,8
				Суммарно:	4,11	0,6	0,27	4,38	5,48					
Операция 010 Фрезерная с ЧПУ														
Фрезерование посадочной поверхности 96x114	42,6	109	0,832	3	1,85	--	--	--	--	24,5	24,5	5	114	168
Сверление 4 отв. Ø11	25,3	1280	0,115	--	0,56					2	0	2	17	21
				Суммарно:	2,41	0,96	1	3,41	4,81					
Операция 015 Фрезерная с ЧПУ														
Нарезание резьбы 4отв М8	4,78	190	1,25	--	0,36					4	3,5	2	12	21,5
Сверление 6 отв. Ø6,3	25,3	1280	0,115	--	0,84					2	0	2	17	21
Нарезание резьбы 6отв М8	4,78	190	1,25	--	0,54					4	3,5	2	12	21,5
Сверление 4 отв. Ø6,3	22	637	0,097		1	--	--	--	--	1,7	2	2	10	15,7
Фрезерование уступов под креплёжные винты	30,8	224	4,8	2	0,16					0	0	5	35	40
				Суммарно:	2,9	0,8	0,52	3,42	4,64					

2.2.6 Выводы по разделу

На данном этапе проектирования выполнено:

- выбор более производительного метода получения заготовки;
- выбор современного технологического оборудования, благодаря которым снижена номенклатура используемых станков за счёт увеличения концентрации переходов на операциях. Снижено время на обработку детали;
- формирование операционно-маршрутной технологии обработки заготовки;
- размерно точностной анализ, в ходе которого определены операционные размеры и величины минимальных припусков;
- расчёт режимов резания для резцов и пластин, подобранных специально для обработки данного материала. Это позволило снизить затраты на обработку и увеличить производительность на операциях.

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки

Схема базирования на токарных операциях – двойная направляющая с упором в торец. Наиболее рациональное обеспечение такой схемы будет возможно при использовании токарных патронов.

Установ А(рисунок 41) выполняется при упоре во внутренний торец детали. Для этого необходимо, чтобы длина кулачка была не менее 39мм.

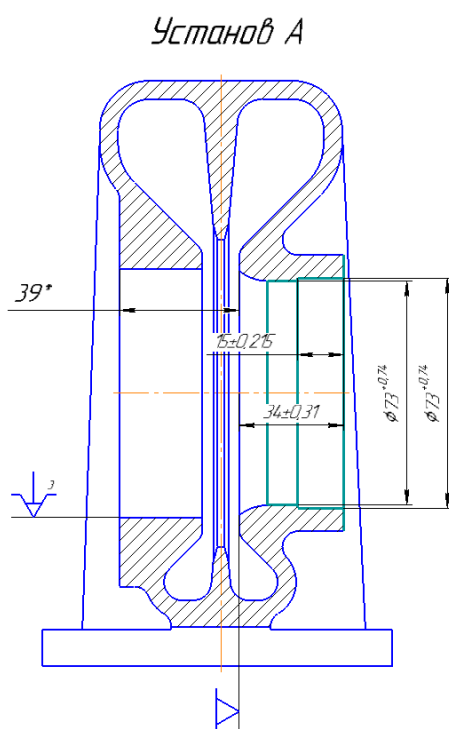


Рисунок 41 – Операционный эскиз операции 005, установ А

Типоразмер соединительного конца шпинделей у станка Okuma LT 2000 EX – JIS A2-6. Для такого соединения, фирма FUJI, производит специальные токарные патроны.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Произведём подбор необходимого патрона по каталогу данной фирмы исходя из требуемой длины кулачка. Такому требованию отвечает трёхкулачковый патрон Compensating Chuck СК-51 (рисунок 42), характеристики которого приведены в таблице 7.

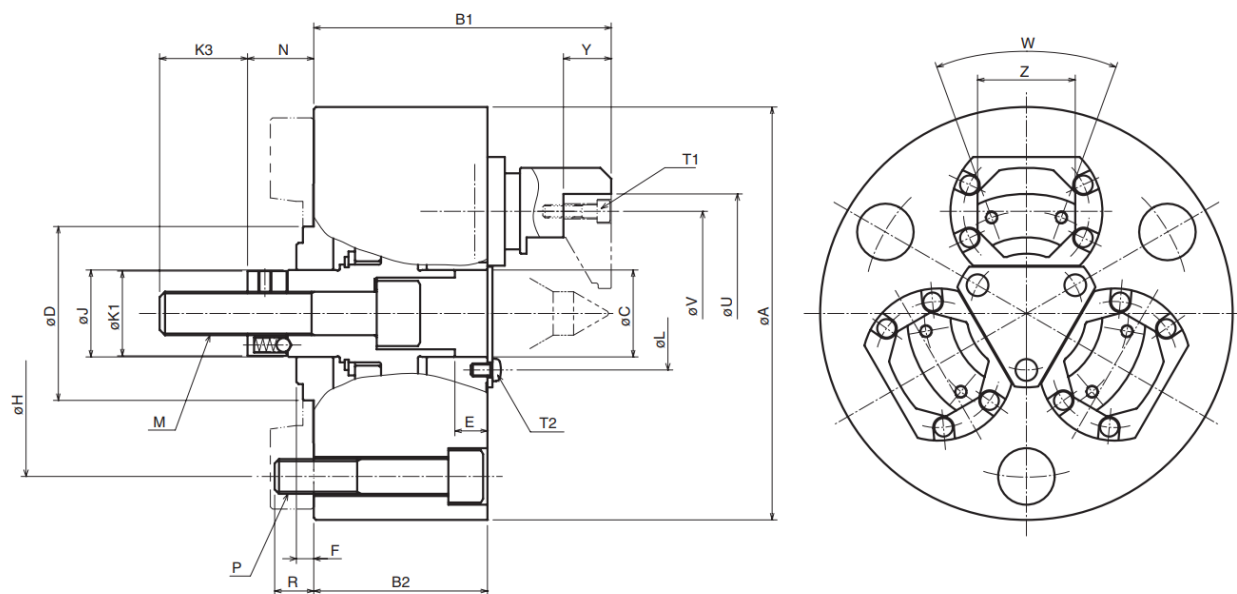


Рисунок 42 – Compensating Chuck СК-51

Таблица 7 – Основные размерные характеристики трёхкулачкового патрона СК-51

A,мм	B1,мм	B2,мм	U,мм	Y,мм
150	137	80	110	22

Аналогично подберём патрон для установка Б. В данном случае подойдёт обычный трёхкулачковый патрон с ступенчатыми кулачками который поставляется вместе со станком (рисунок 43).

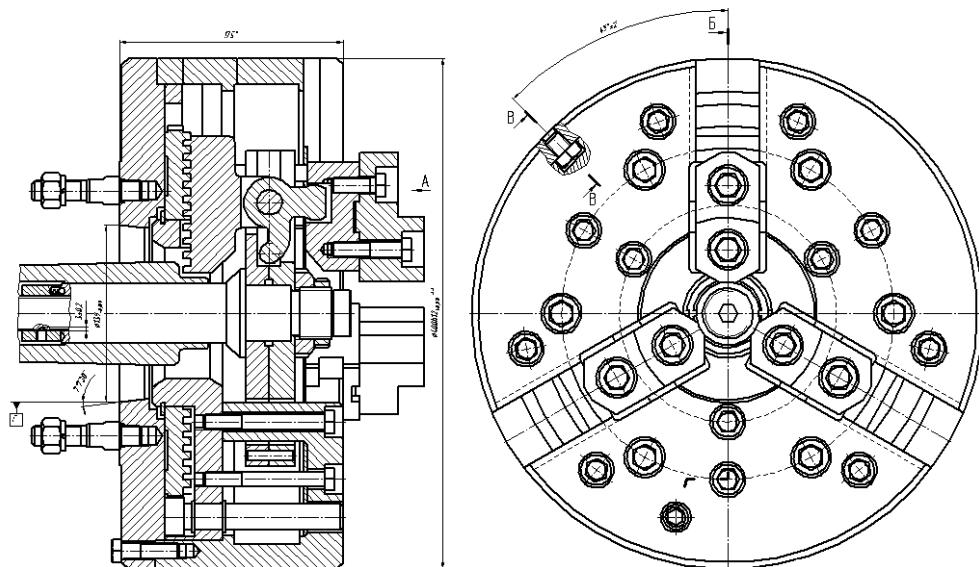


Рисунок 43 – Трехкулачковый патрон

Для крепления режущего инструмента в станке имеется револьверная головка фирмы Sandvik Coromant (рисунок 44).

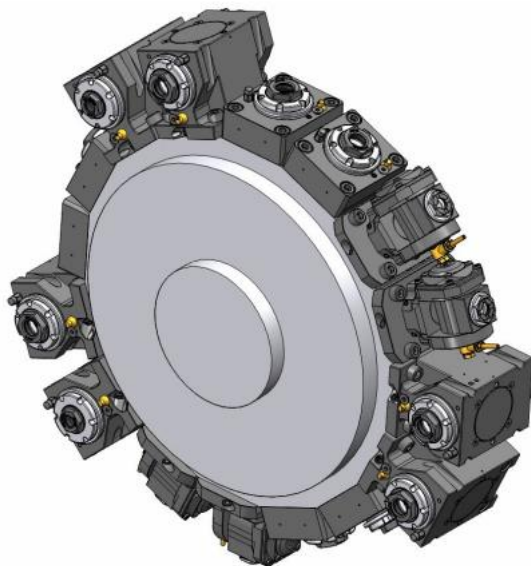


Рисунок 44 – Револьверная головка станка Okuma LT2000EX MY

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

59

Шестнадцать позиций инструмента попеременно устанавливаются в рабочее положение путём поворота головки. В состав привода поворота входят: электродвигатель, передаточный механизм и делительный механизм. Делительные механизмы обеспечивают поворот револьверной головки на определенный постоянный угол и обычно применяются в станках, работающих по жесткой программе в серийном и массовом производстве.

Режущий инструмент устанавливается в инструментальный блок для ручного закрепления С4-TRI-OK55А (рисунок 45), который крепится к револьверной головке.

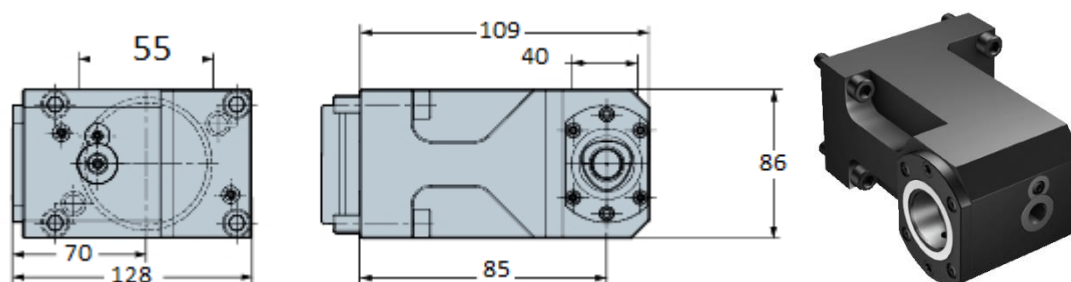


Рисунок 45 – Инструментальный блок для ручного закрепления С4-TRI-OK55А

На операции фрезерования Ø10 торцевая фреза будет крепиться к шпинделю станка через переходник. Шпиндель станка Doosan HP5500 имеет конус ISO №50 7/24. По каталогу на режущий инструмент Sandvik Coromant подберём переходник с MAS403 -BT 50 к креплению на оправке (рисунок 46).

Также на этой операции производится сверление отверстий. Под тот же конус шпинделя подберём требуемый переходник от MAS403 -BT 50 к оправке (рисунок 46). Обозначение такого переходника – A2B27-50 16 080.

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ					

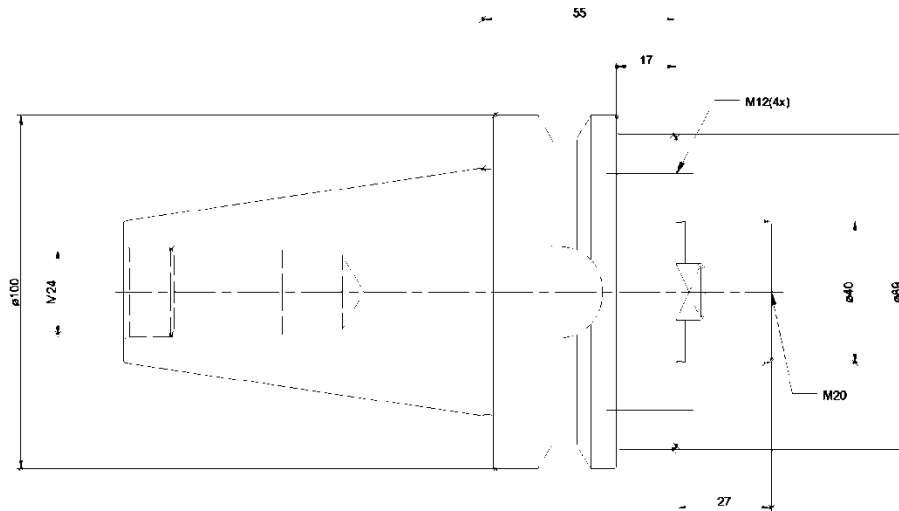


Рисунок 45 – Переходник от MAS403 -BT 50 к креплению на оправке A2B05-50
40 055

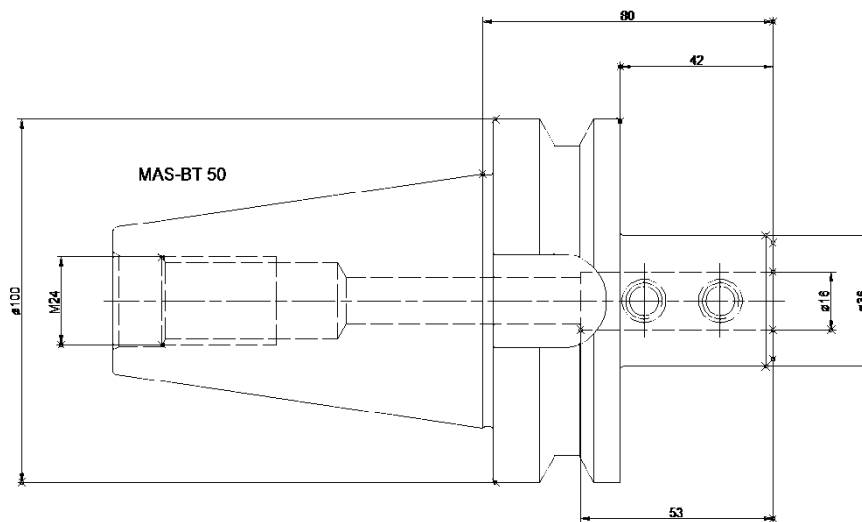


Рисунок 46 – Переходник от MAS403 -BT 50 к креплению на оправке A2B27-50
16 080

Для крепления специального режущего инструмента на операции 015 также потребуется переходная оправка.

Типом устанавливаемых оправок для станка Haas DT-1 являются оправки с хвостовиком BT-30. Аналогично по каталогу подберём требуемый переходник.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

61

Переходник от MAS403 - BT 50 к цанговому патрону с серийным номером A214-30 16 080 показан на рисунке 47.

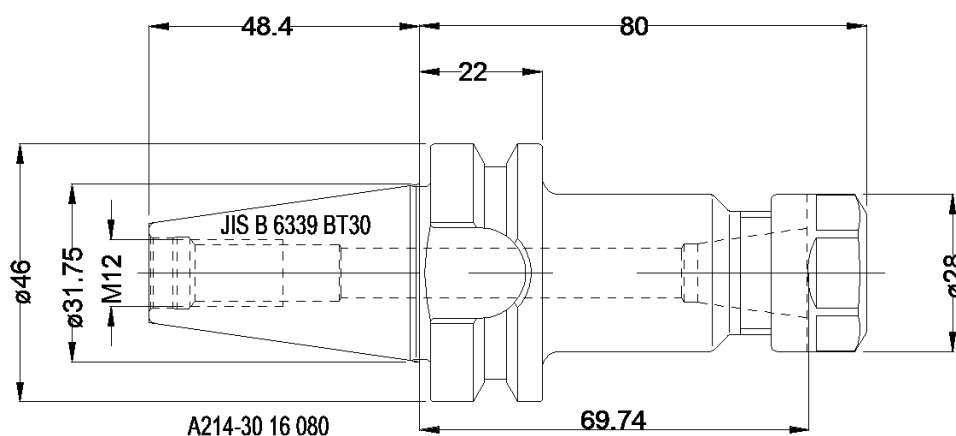


Рисунок 47 – Переходник от MAS403 -BT 50 к цанговому патрону A214-30 16 080

Для крепления метчика понадобится другая оправка, ввиду другой конфигурации хвостовика. Оправка для метчика изображена на рисунке 48.

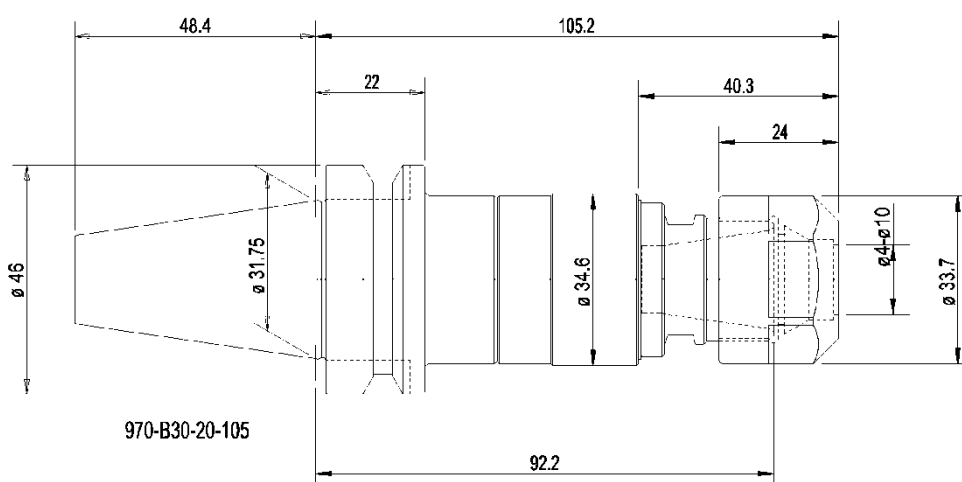


Рисунок 48 – Переходник от MAS403 -BT 50 к цанговому патрону A214-30 16 080

К переходникам подберём соответствующие цанги. Цанги изображены на рисунках 49 а,б.

										Лист
										62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ					

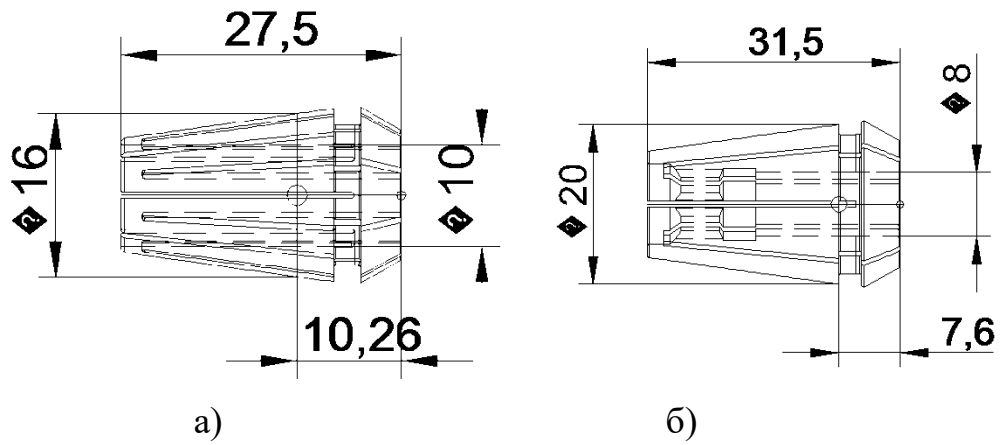


Рисунок 49 – Цанга ER для: а) хвостовиков сверл 393.14-16 1000 б) для хвостовиков метчиков 393.14-20 D080X063

Для перехода фрезерования понадобится переходник от MAS403-ВТ 30 к креплению на оправке изображенный на рисунке 50.

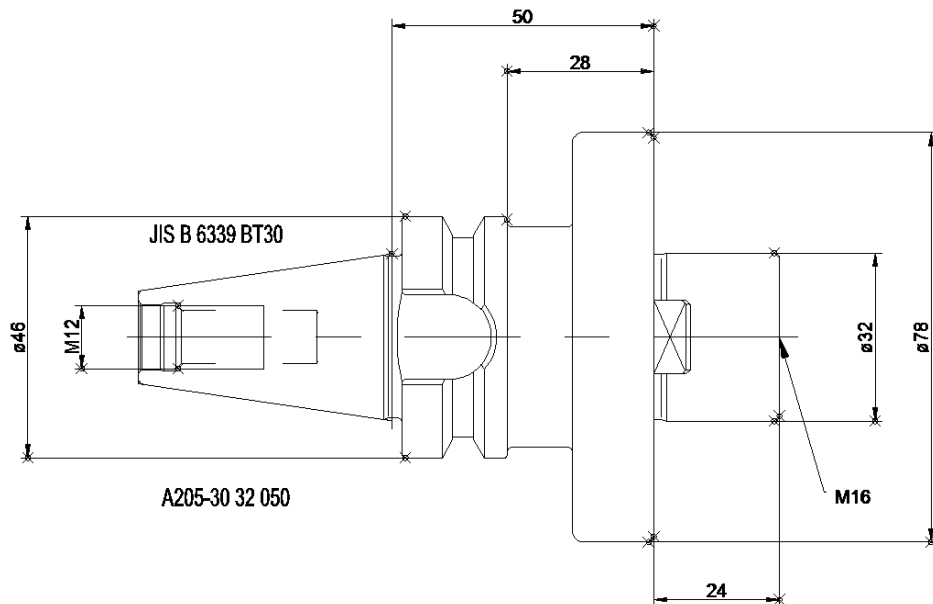


Рисунок 50 – Переходник от MAS403 -ВТ 30 к креплению на оправке А205-30 32 050

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

63

3.2 Проектирование и расчёт специального станочного приспособления

Выполнение операции фрезерования 010 требует определённого базирования заготовки (рисунок 36). Стандартные приспособления не могут обеспечить такой схемы, поэтому необходимо разработать специальное.

Для обеспечения выполняемости размера $89 \pm 0,435$ нужно поймать ось отверстий под турбинное колесо. Для этого потребуется двойная опорная база. Такое возможно обеспечить разжимной цангой.

Требование перпендикулярности, возможно выполнить при базировании торца детали по установочной базе. Внутренний и наружный торцы выполнены при одном установе, поэтому разница при базировании на каком-либо из них сводится к минимуму.

Придание определённого положения заготовки при повороте выполняется опорой на торце посадочной поверхности.

Таким образом, комплект баз на операции: установочная, двойная опорная и опорная.

Станок Doosan HP 5500 комплектуется пневмосистемой. Разжим цанги можно выполнить с помощью пневматического устройства.

Произведём расчёт сил зажима и усилия на поршне через силы резания на операции.

3.2.1 Силы резания при фрезеровании

Произведём расчёт сил резания. Основой расчёта является нахождение силы P_z :

$$P_z = \frac{10C_{pt}^x B^n s_z^y z}{D^q n^w} \cdot K_{mp} \quad (44)$$

Где C_p – коэффициент определяемый эмпирически, t – глубина фрезерования, B – ширина фрезерования, s – подача, z – число зубьев фрезы, n – частота вращения

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

фрезы об/мин, D – диаметр фрезы. x, y, q, w – коэффициенты определяемые эмпирически.

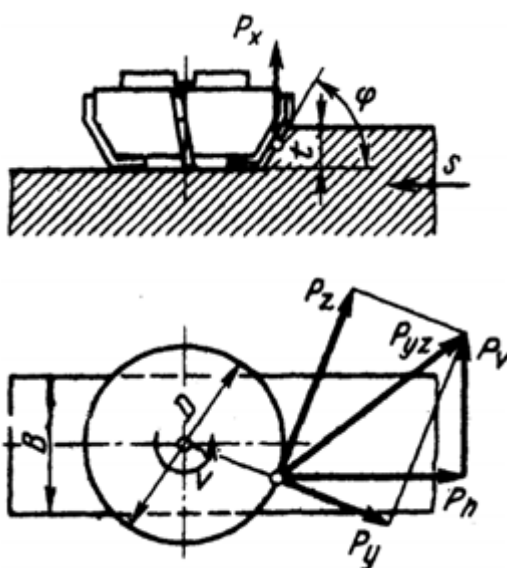


Рисунок 51 – Составляющие сил резания при симметричном торцевом фрезеровании

По таблицам в Справочнике технолога машиностроителя [5] находим необходимые коэффициенты и получаем:

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,28^{0,74} \cdot 114 \cdot 8 \cdot 0,104}{125^1 109^{0,2}} = 1072 \text{ Н} \quad (45)$$

Составляющие силы резания P_H , P_v и P_0 определим из соотношений:

$$P_H = 0,4 \cdot P_z = 428,8 \text{ Н}; \quad (46)$$

$$P_v = 0,95 \cdot P_z = 1018 \text{ Н}; \quad (47)$$

$$P_x = 0,55 \cdot P_z = 428,8 \text{ Н}. \quad (48)$$

3.2.2 Расчёт сил зажима и усилия на поршне.

Теперь имеется достаточно данных, чтобы составить схему расположения сил (рисунки 52,53) и рассчитать необходимую силу зажима.

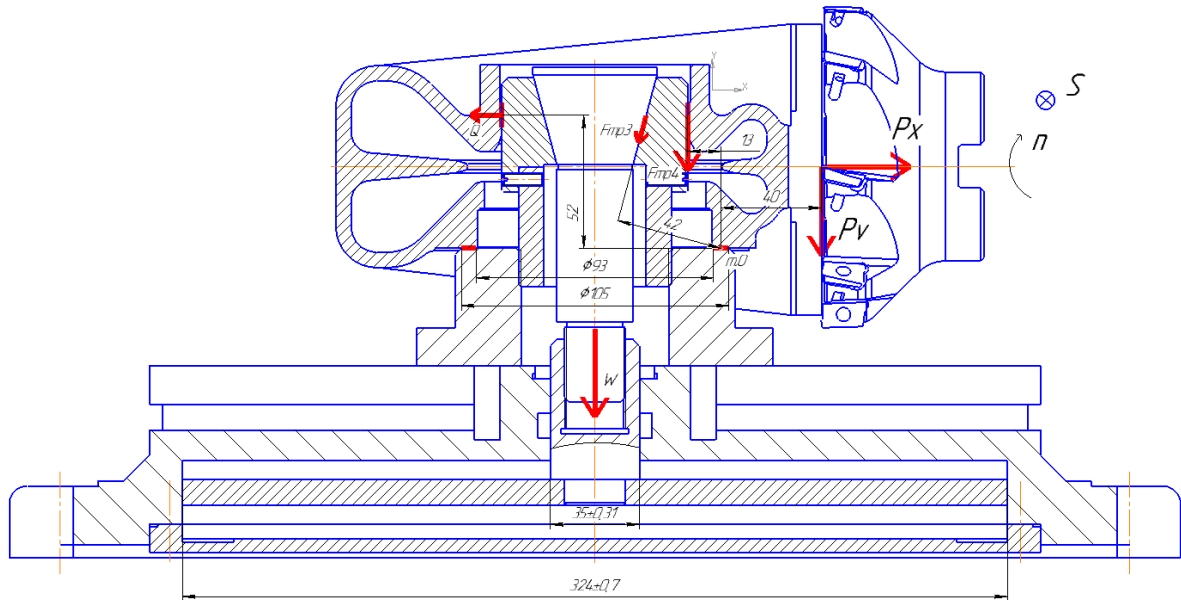


Рисунок 52 – Силовая схема с учётом привода.

Сила P_x не будет участвовать в расчёте ввиду своей направленности.

Единственными неизвестными здесь будут сила зажима Q и сила в штоке W . Сила зажима прямо пропорциональна силе в штоке. Для нахождения силы Q составим уравнения моментов относительно точки O :

$$\sum m_o = Q \cdot 52 + F_{тр3} \cdot 42 + F_{тр4} \cdot 13 + P_v \cdot 40 \quad (49)$$

Так как все силы резания у нас известны, найдём силу Q :

$$Q = \frac{P_v \cdot 40}{54,39} = 748,66 \text{ Н} \quad (50)$$

Таким образом сила зажима будет составлять 748,66 Н. Но эта сила зажима противодействующая только силе P_v . Далее найдём силу Q , которая предостережет деталь от проворота вокруг своей оси.

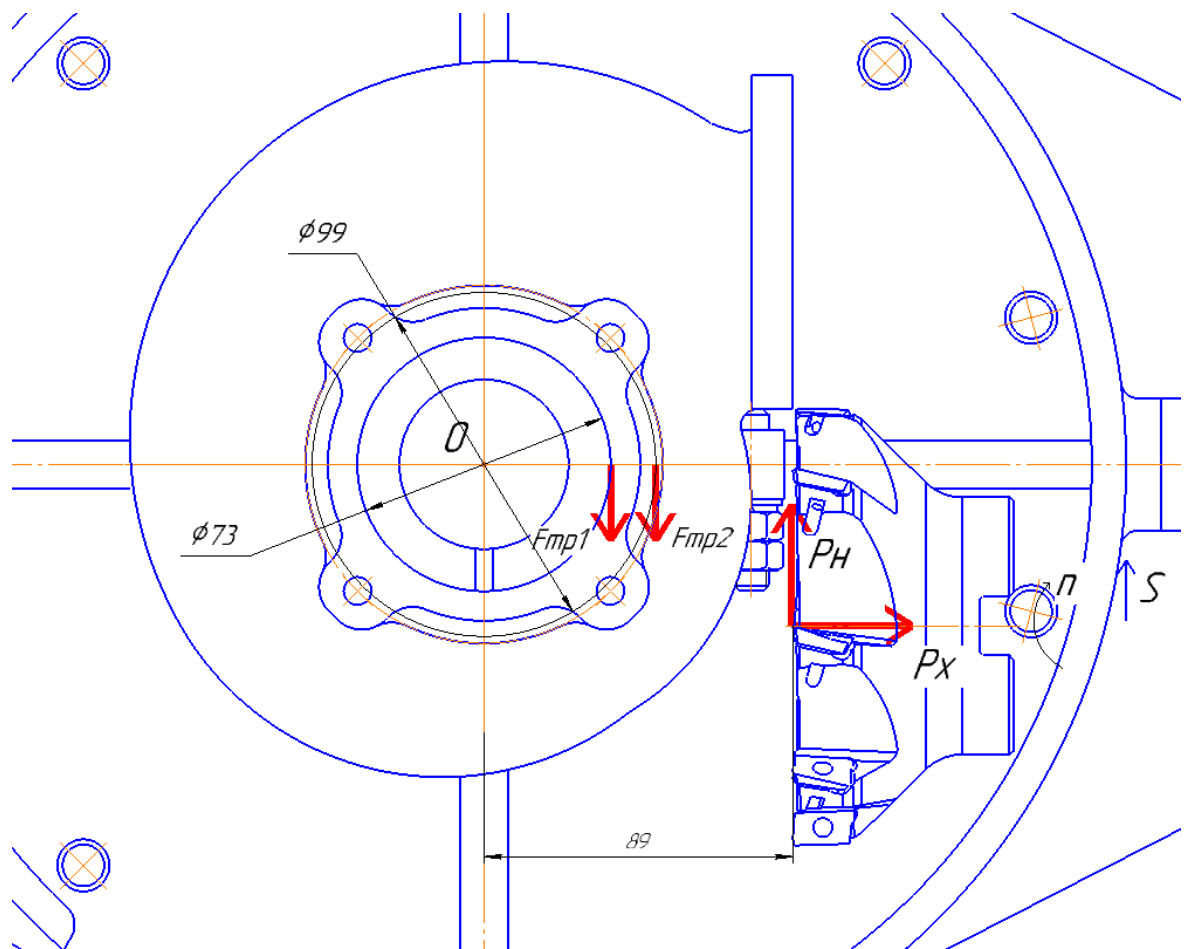


Рисунок 53 – Силовая схема, вид сверху.

Аналогично, составим уравнение моментов относительно точки О.

$$\sum m_o = F_{тр1} \cdot 37 + F_{тр2} \cdot 50 - P_H \cdot 89; \quad (51)$$

$$Q = \frac{33063,2}{37} = 8936 \text{ Н.} \quad (52)$$

В данном случае сила Q получилась больше. Далее необходимо вести расчёт давления в цилиндре относительно значения $Q = 8936 \text{ Н}$.

Зависимость силы прижима штока выглядит следующим образом:

$$w = \left| (Q + Q_1) \cdot \tan\left(\varphi + \frac{\alpha}{2}\right) \right|; \quad (53)$$

Сила Q_1 – усилие для преодоления силы упругости разрезной оправки. Её расчёт выглядит следующим образом:

$$Q_1 = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot \delta \cdot D^3 \cdot S}{l_1^3}, \quad (54)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

67

где:

- $2 \cdot 10^5$ – модуль упругости разжимной оправки;
- $\delta=0,01$ мм расширение оправки;
- S – зазор между оправкой и заготовкой;
- $D1$ – диаметр оправки;
- $l1$ – длина оправки.

Пользуясь всеми известными данными производим расчёт и получаем

$$W = |8936 + 0.85| \cdot \tan(1 + 15/2) = 1185 \text{ Н.} \quad (55)$$

Силы резания в процессе обработки не имеют постоянной величины. Фреза затупляется, силы при зацеплении не постоянные и т.д.

Учесть эти факторы можно за счёт запаса силы прижима, который можно определить, умножив на коэффициенты:

K_0 – гарантированный коэффициент запаса = 1,5;

K_1 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки = 1,2;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличения сил резания от прогрессирующего затупления инструмента 1,2;

K_3 – коэффициент, учитывающий изменение сил резания при обработке прерывистых поверхностей = 1,0;

K_4 – коэффициент, учитывающий непостоянство сил при зацеплении = 1,0;

K_5 – коэффициент, учитывающий непостоянство сил зажимных устройств с ручным приводом = 1,0;

K_6 – коэффициент, учитывающий M , на которую повернётся заготовка = 1,0.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,16; \quad (56)$$

Таким образом сила в штоке будет равна:

$$W = 1185 \cdot 2,16 = 2559 \text{ Н.} \quad (57)$$

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2018.013.00.ПЗ

3.2.3 Расчёт параметров пневмокамеры

Диаметр рабочего пространства пневмокамеры рассчитывается по формуле:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{W}{0,9 \cdot \pi \cdot p}}; \quad (58)$$

Где:

- W – необходимая сила в штоке $W = 2559$ Н;
- p – давление в системе. $p = 0,4$ Мпа;
- $0,9$ – КПД системы.

Используя все имеющиеся данные получаем:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{2559}{0,9 \cdot \pi \cdot 0,4 \cdot 10^6}} = 0,3 \text{ м.} \quad (59)$$

Полученное значение сверяем с таблицей рекомендуемых параметров пневмокамер и находим ближайшее значение в 320 мм. Такому диаметру соответствует толщина диафрагмы в 6 мм и диаметр опорной шайбы $d = 300$ мм (для резиновых диаграмм).

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента

Основная обработка детали – растачивание отверстий. В остальные операции входит сверление отверстий, нарезание резьбы и фрезерование посадочной поверхности.

Обрабатываемые поверхности детали изображены на рисунке 54.

									Лист
									69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2018.013.00.ПЗ

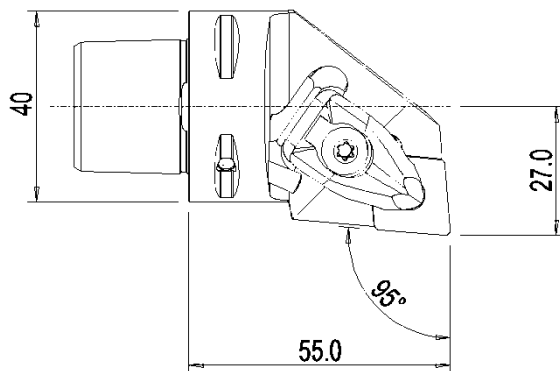


Рисунок 55 – Специальная резцовая головка T-Max P C4-DCLNL-27055-16

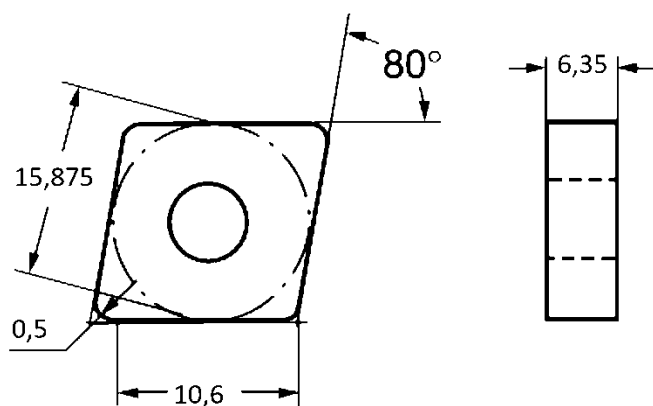


Рисунок 56 – Пластина CNMG 1606 16-SM H13A

Растачивание поверхностей 1,2,4,7 выполняется с помощью резцовой головки T-Max P C4-PCLNL-27120-12M1 (рисунок 57). Её конструкция обеспечивает необходимый вылет режущей пластины CNMG 12 04 08-MF (рисунок 58), который позволяет добраться до поверхности 4. Минимально необходимый вылет – 85 мм. Вылет державки – 120мм.

Материал режущей пластины S05F. Твердый сплав с покрытием CVD для высокоскоростной финишной обработки жаропрочных сплавов, а также для продолжительного резания при умеренных скоростях. Используется в случаях, когда риск возникновения проточин минимален, т.е. при обработке круглыми пластинами, при малых значениях главного угла в плане, а также при обработке

									Лист
									71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

относительно мягких материалов. Может быть также использован для черновой обработки.

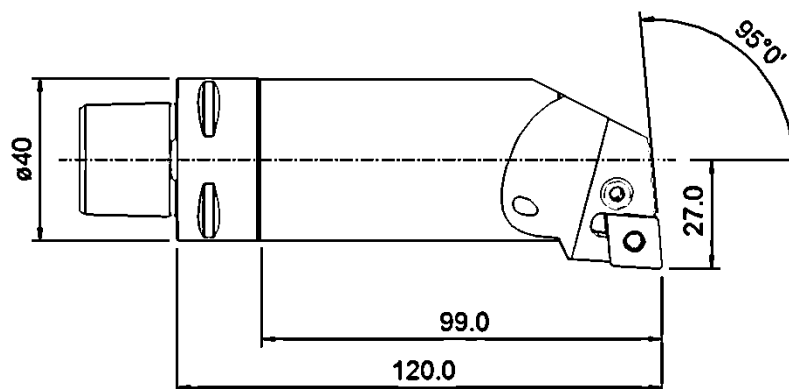


Рисунок 57 – Резцовая головка T-Max P C4-PCLNL-27120-12M1

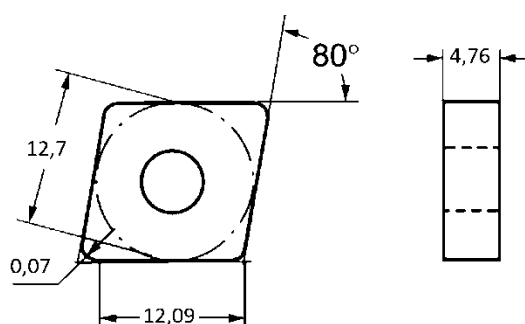


Рисунок 58 – Пластина CNMG 12 04 08-MF S05F

Для обработки поверхности 8 необходим резец, имеющий вылет режущей части пластины от державки не менее 6.5 мм.

Для этого подойдёт оправка R/LAG123E09-32B (рисунок 59), имеющая диаметр 32мм. Такая оправка будет иметь вылет режущей части 9.5 мм и с запасом в 3 мм обеспечит требование, обозначенное выше.

										Лист
										72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ					

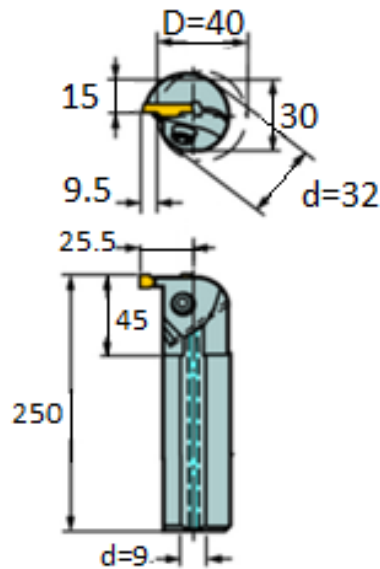


Рисунок 59 – Расточная оправка R/LAG123E09-32B

Подберём режущую пластину N123E2-0200-0002-GM (рисунок 60).

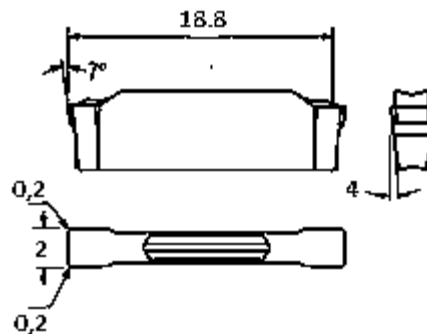


Рисунок 60 – Размеры двух лезвийной пластины N123E2-0200-0002-GM

Материал СМП – GC1125 (НС) – S25. Сплав предназначен для обработки жаропрочных сплавов с низкими скоростями резания, а также подходит для легкого прерывистого резания. Обладает хорошей стойкостью к образованию проточин и способен противостоять термическому удару. Данные свойства сплава делают его пригодным для полуставовой обработки с небольшой длиной резания.

У оправки резца R/LAG123E09-32B, выполняющего подрезную операцию, диаметр державки равен 32 мм и имеет немного другую систему крепления. Аналогичным образом подберём для него втулку (рисунок 61).

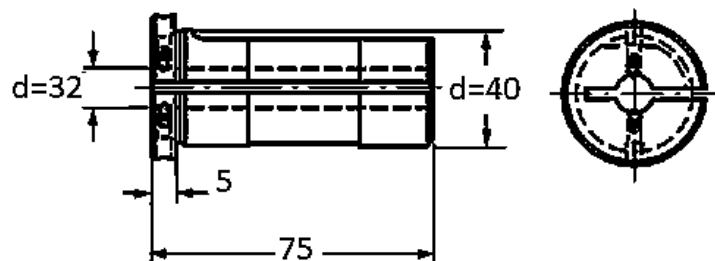


Рисунок 61 – Цилиндрическая втулка для подрезного резца 132N-4032

Для обработки поверхности 9, необходима торцевая фреза. Для ширины фрезерования 114 первый выбор по каталогу вращающегося инструмента это CoroMill 390 R390-125Q40-17M (рисунок 62).

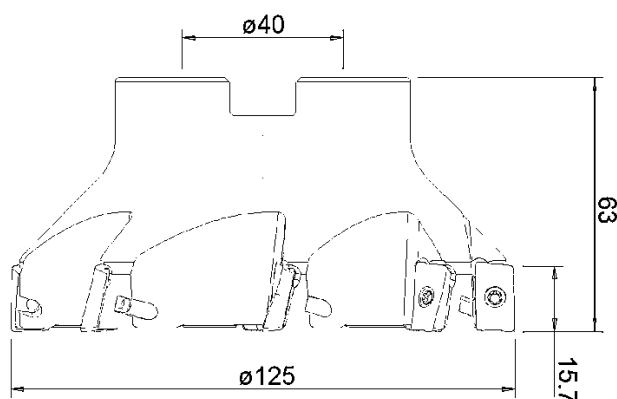


Рисунок 62 – Фреза торцевая CoroMill 390 R390-125Q40-17M

С этой фрезой используются пластины R390-17 04 08E-ML (рисунок 63). По обрабатываемому материалу подбирается материал СМП.

GC2040 (HC) – S30 (S25 – S40) Сплав с покрытием MT-CVD для фрезерования литейных жаропрочных сплавов и обработки титана в тяжелых условиях. При обработке титана сплав GC2040 является предпочтительным в случае, когда высокие требования по прочности сочетаются с продолжительным временем контакта зуба фрезы с заготовкой (высокая температура в зоне резания).

						Лист
					150305.2018.013.00.ПЗ	74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

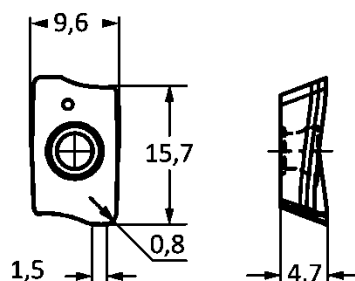


Рисунок 63 – Пластина R390-17 04 08E-ML 2040

Обработка отверстия 10, ведётся специальным режущим инструментом.

Для обработки отверстий 11, выберем сверло CoroDrill®870 со сменными головками.

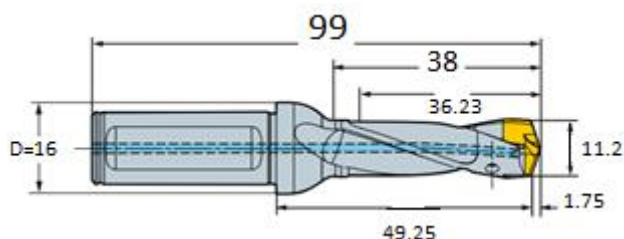


Рисунок 64 – Сверло CoroDrill®870 870-1100-8L16-3

Подберём сменную головку по ширине посадочного места и обрабатываемому материалу. Материал головки – GC1044 (HC) – S30 (S20-S35) предлагается как первоочерёдный выбор для центральных пластин в условиях обработки жаропрочных сплавов. Сплав с покрытием PVD представляет собой сочетание износостойкости и прочности при низкой и средней скорости обработки.

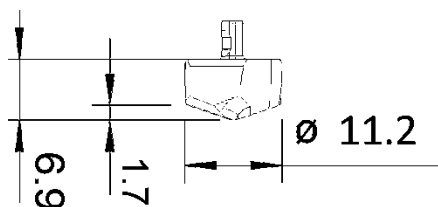


Рисунок 65 – Сменная головка сверла CoroDrill®870 870-1100-8-ММ

Обработка поверхности 12 может вестись фрезами диаметром 100мм. Такую операцию можно осуществить торцевыми фрезами для обработки прямоугольных уступов линейки Coro Mill (рисунок 66) с режущей пластиной 490R-08T304M-PL (рисунок 67).

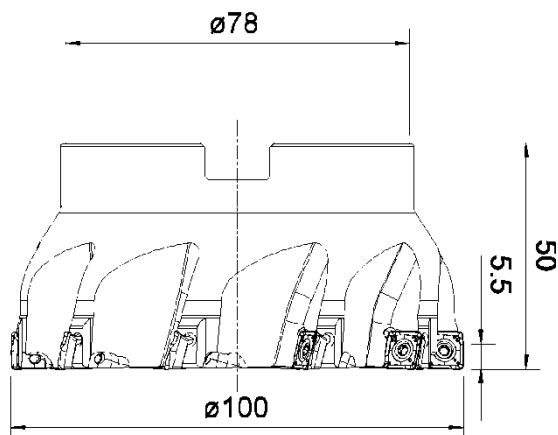


Рисунок 66 – Фреза для обработки прямоугольных уступов 490-100Q32-08Н

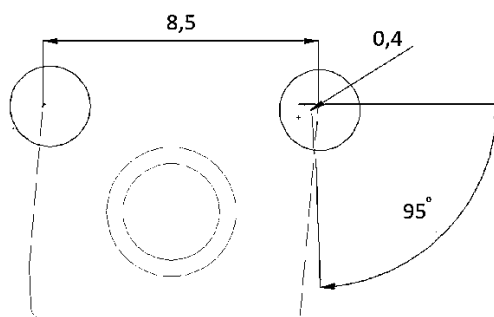


Рисунок 67 – Сменная пластина фрез Coro Mill 490R-08T304M-PL 1030

Материал СМП – GC1030 (HC) – S15 (S10 – S20) Твердый сплав с покрытием PVD для фрезерования жаропрочных сплавов на средних скоростях. Хорошая сопротивляемость к образованию нароста и пластической деформации.

Для изготовления резьбы M8 – 6H, подберём метчик со спиральными стружечными канавками CoroTap 300 T300-SD100DA-M8 D150 (рисунок 68).

										Лист
										76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ					

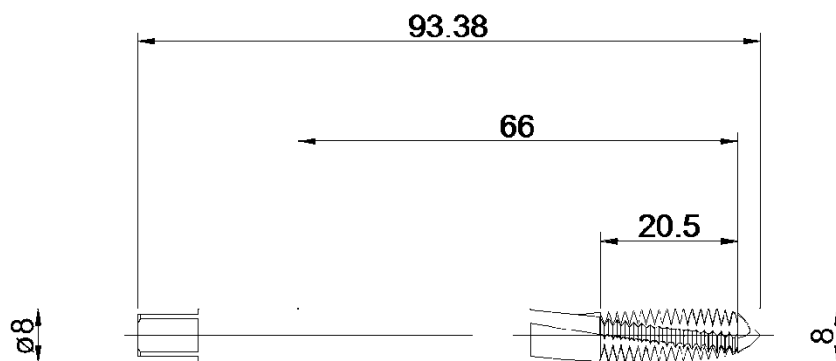


Рисунок 68 – Метчик со спиральными стружечными канавками CoroTap 300
T300-SD100DA-M8 D150

Материал режущей части – K1.1.C.NS. Специализированный сплав для обработки ковких, серых, чугунов с шаровидным графитом, а также легированных различными компонентами. Отличается значительной стойкостью при невысоких скоростях резания и подачах.

3.4 Проектирование и расчёт специального режущего инструмента

Требуется разработать режущий инструмент для выполнения данного отверстия (рисунок 69).

Так как обрабатываемый материал жаропрочный чугун, для обработки подойдёт быстрорез марки P6M5.

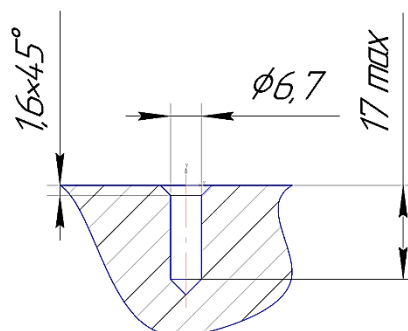


Рисунок 69 – Чертёж выполняемого отверстия

									Лист
									77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

По справочнику инструментальщика [6] подберём необходимые углы и размеры сверла:

1) Обратная конусность на длину рабочей части 0,03 мм

2) Диаметр рабочей части $d=6.7$ мм по ГОСТ 885-77

3) Диаметр сердцевины рассчитаем по формуле

$$R = (0,15 - 0,2)d = 2,1 \text{ мм} \quad (60)$$

4) Высота ленточки $\Delta = 0.2 - 0.3$ мм для фрезерованного профиля

5) Диаметр спинки $q = d - 2\Delta = 6,5$ мм

6) Рассчитаем размеры винтовой канавки:

$$Rk = (0,75 - 0,9)d = 9,4 \text{ мм}; \quad (61)$$

$$rk = (0,22 - 0,28)d = 2,7 \text{ мм}; \quad (62)$$

$$\theta = 92^\circ.$$

7) Ширина ленточки

$$f_{0max} = (0,32 - 0,45)\sqrt{d} = 0,5 \text{ мм}. \quad (63)$$

8) Угол наклона винтовой канавки $\omega = 10 - 15^\circ$ для чугуна

Углы режущей части сверла подберём по справочнику Нефедова [2]. Для чугуна с НВ 163-241:

1) Передний угол $\gamma = 0^\circ$

2) Угол в плане $2\varphi = 118 \pm 3^\circ$

3) Задний угол $\alpha = 16 \pm 3^\circ$

4) Угол наклона поперечной режущей кромки $\psi = 50^\circ$

Основной диаметр сверла $D = 10,5$ мм, так как максимальный диаметр на фаске будет равен 10,4 мм.

Шаг винтовой канавки рассчитаем по формуле:

$$S = \frac{\pi \cdot D}{tg \omega} = \frac{32,98}{0,2679} = 78,55 \text{ мм} \quad (64)$$

									Лист
									78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

3.5 Выбор измерительного оборудования и оснастки на операциях технического контроля

3.5.1 Выбор модели КИМ и средств оснащения

Координатно-измерительные машины позволяют определить геометрические параметры, физические характеристики и математическую модель формы изделия. Основными критериями выбора определённой модели контрольно-измерительной машины (далее – КИМ) являются: величина рабочей зоны, погрешность измерения, система координат.

Исходя из формы детали «Корпус турбины» более удобно использование КИМ с прямоугольной системой координат. Деталь в приспособлении имеет следующие габариты: 224мм x 114мм x 95мм. По этим данным были подобраны 3 контрольно-измерительные машины.

Таблица 7 – Основные технические характеристики

Характеристика	DEA Global Classic	Carl Zeiss Contura G2	Wenzel XOrbit 55
Максимально-допустимый диапазон измерений по осям X/Y/Z, мм	500/500/500	700/700/600	500/700/500
Погрешность линейного измерения MPE _P , мкм	1,9	1,8	2,5
Погрешность линейного измерения MPE _E , мкм	1,9+L/300	1,8 + L/300	2,7 + L/300
Максимальная скорость сканирования, мм/с	200	200	300
Повторяемость позиционирования в одной точке, мкм	1,9	1,6	-

Для проверки обеспечения точности измерений необходимо рассчитать погрешность по формуле MPE_E для линейного и диаметального параметров, а

так же для отклонения расположения. Наиболее точные параметры у детали соответственно: 57h10, \varnothing 92H7 и перпендикулярность относительно базы Л в 0,1 мм.

$$\Delta_{1l} = \pm \left(1,9 + \frac{L}{300} \right) = \pm \left(1,9 + \frac{57}{300} \right) = \pm 2,09 \text{ мкм}; \quad (65)$$

$$\Delta_{1\varnothing} = \pm \left(1,9 + \frac{L}{300} \right) = \pm \left(1,9 + \frac{92}{300} \right) = \pm 2,21 \text{ мкм}; \quad (66)$$

$$\Delta_{1\perp} = \pm \left(1,9 + \frac{L}{300} \right) = \pm \left(1,9 + \frac{96}{300} \right) = \pm 2,22 \text{ мкм}; \quad (67)$$

$$\Delta_{2l} = \pm \left(1,8 + \frac{L}{300} \right) = \pm \left(1,8 + \frac{57}{300} \right) = \pm 1,99 \text{ мкм}; \quad (68)$$

$$\Delta_{2\varnothing} = \pm \left(1,8 + \frac{L}{300} \right) = \pm \left(1,8 + \frac{92}{300} \right) = \pm 2,11 \text{ мкм}; \quad (69)$$

$$\Delta_{2\perp} = \pm \left(1,8 + \frac{L}{300} \right) = \pm \left(1,8 + \frac{96}{300} \right) = \pm 2,12 \text{ мкм}; \quad (70)$$

$$\Delta_{3l} = \pm \left(2,7 + \frac{L}{300} \right) = \pm \left(2,7 + \frac{57}{300} \right) = \pm 2,89 \text{ мкм}. \quad (71)$$

$$\Delta_{3\varnothing} = \pm \left(2,7 + \frac{L}{300} \right) = \pm \left(2,7 + \frac{92}{300} \right) = \pm 3,01 \text{ мкм}; \quad (72)$$

$$\Delta_{3\perp} = \pm \left(2,7 + \frac{L}{300} \right) = \pm \left(2,7 + \frac{96}{300} \right) = \pm 3,02 \text{ мкм}. \quad (73)$$

Координатно-измерительная машина считается пригодной для измерения, если погрешность линейного измерения составляет не более 20% от допуска на измеряемый параметр:

$$\frac{\Delta_{1\text{изм}}}{T} = \frac{4,42}{35} \cdot 100\% = 12,6\%; \quad (74)$$

$$\frac{\Delta_{2\text{изм}}}{T} = \frac{4,22}{35} \cdot 100\% = 12\%; \quad (75)$$

$$\frac{\Delta_{3\text{изм}}}{T} = \frac{6,04}{35} \cdot 100\% = 17,3\%. \quad (76)$$

Так как ни одно из отношений не превышает 20%, то можем сделать вывод, что все выбранные КИМ пригодны для контроля детали, поэтому можно выбрать любую их них.

									Лист
									80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

Выбираем КИМ фирмы Carl Zeiss Contura G2 (рисунок 70), так как её погрешность линейного измерения наименьшая из трёх и составляет 12% от допуска на измеряемый диаметр 92 мм по 7 качеству.



Рисунок 70 – Carl Zeiss Contura G2 7/7/6

Достоинства КИМ Carl Zeiss Contura G2:

- Прочность и точность Прочная конструкция машины CONTURA G2 обеспечивает точные и воспроизводимые результаты измерений;
- Пневматические подшипники, установленные на всех трех осях, гарантируют стабильность даже при высоких скоростях перемещения и ускорениях;
- Портал подвергается воздействию динамических сил, которые могут повлиять на точность, особенно в процессе сканирования. Машина CONTURA рассчитывает компенсацию для подобных инерционных воздействий;

									Лист
									81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

- Технология navigator для увеличения скорости сканирования с помощью измерительной головки VAST XT;
- Версия NTG (с высокотемпературным градиентом) обеспечивает работу в большем диапазоне температур (18-26°C) с сохранением высокого уровня точности;
- Опция NTG включает в себя температурные датчики для детали и измерительной машины.

3.5.2 Выбор средств оснащения

Для сбора массива координат точек КИМ должна быть оснащена измерительной головкой (ИГ). В качестве ИГ можно использовать базовое оснащения КИМ фирм Zeiss (цена которого входит в стоимость КИМ, а значит не принесёт лишних затрат). Это ИГ VAST XT (рисунок 71), технические характеристики приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики измерительной головки VAST XT

Техническая характеристика	VAST XT
Методика ощупывания	Активная сканирующая измерительная головка
Погрешность линейного измерения, мкм	1,8+ L/300
Интенсивность измерения	до 2 с/точка; до 200т/с (методом сканирования)
Длина ИИ, макс	500 мм
Вес ИИ, макс	500 г
Мин. диаметр измерительной сферы	0,5 мм



Рисунок 71 – Измерительная головка VAST XT

Для измерения детали неповоротной головкой, необходимо подобрать конфигурацию наконечника, позволяющего опускаться в деталь на длину 58мм. По каталогу Renishaw: «Styli for Zeiss applications»[8], подберём под резьбу M5 измерительный наконечник длиной 75мм и диаметром сферы 3,5мм.

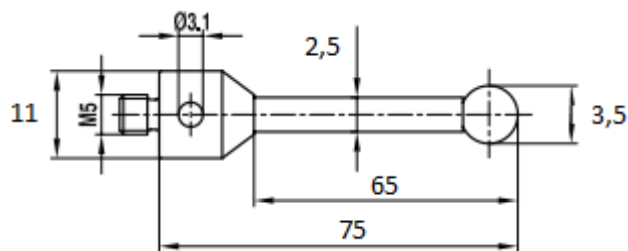


Рисунок 72 – Измерительный наконечник А-5003-7499

									Лист
									83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

3.6 Выбор схемы установки детали

Для того, чтобы все контролируемые поверхности были доступны измерительному наконечнику КИМ за один установ детали, необходимо использовать сборное приспособление (рисунок 73).

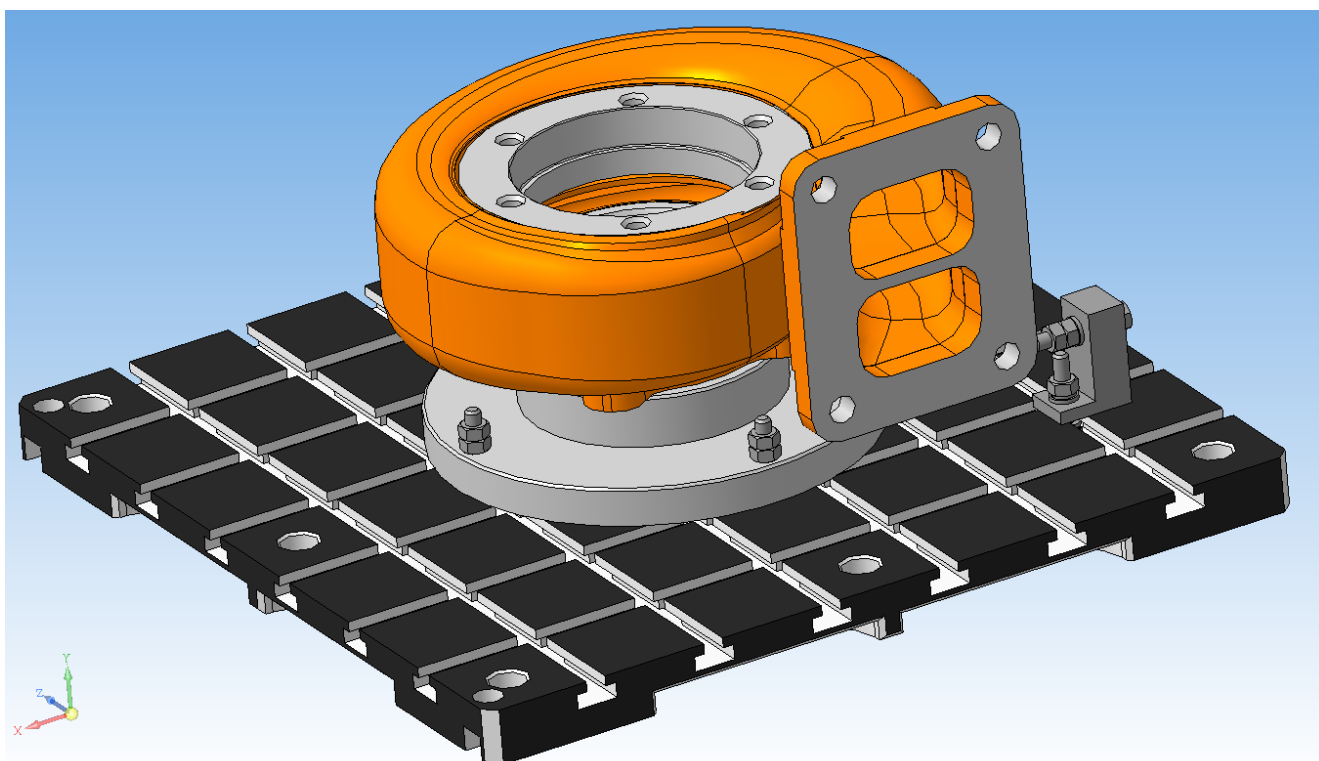


Рисунок 73 – Сборное приспособление

Приспособление состоит из стандартных частей: в качестве основания использована плита с Т-образными пазами, в которую с помощью «сухарей» установлены фланец с оправкой и регулируемый упор.

3.7 Выбор схемы математического базирования детали в СКМ

Сначала деталь устанавливается в приспособление по пальцу и установочной плоскости, далее подводится к торцевому упору, для придания детали параллельности относительно пазов.

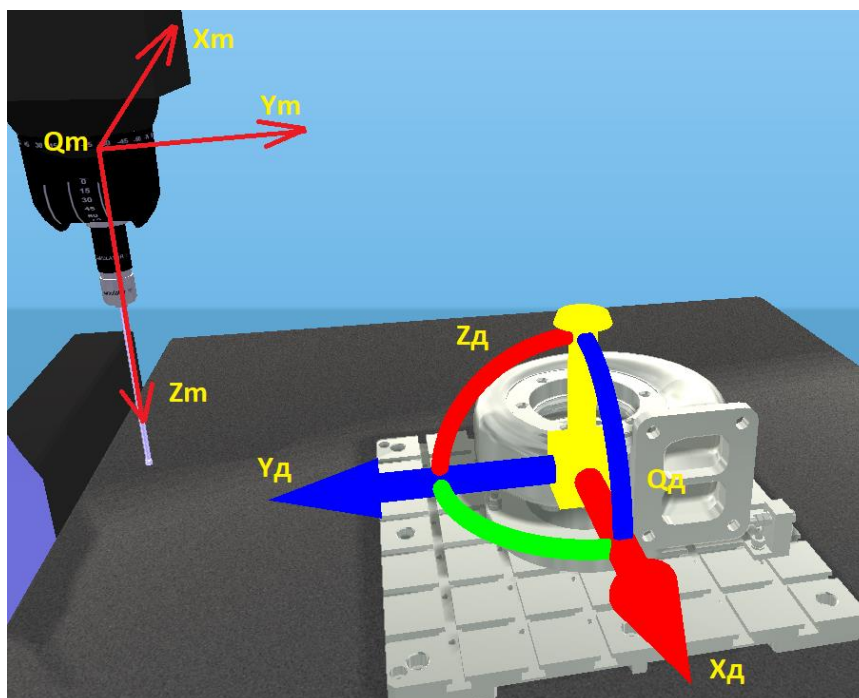


Рисунок 74 – Установка детали в приспособлении на КИМ

После чего деталь вместе с приспособлением устанавливается на стол КИМ, базирование происходит по опорной плоскости приспособления и по двум отверстиям, с учётом того, что на столе КИМ в соответствующих местах уже имеются резьбовые отверстия. В качестве схемы уточняющего математического базирования детали выбрана схема 3-2-1: три взаимно перпендикулярных плоскости. Первая плоскость отнимает три степени свободы, вторая – две, третья – одну. После выполнения математического базирования обеспечивается взаимосвязь положения СКД в СКМ (рисунок 74).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

4.1 Анализ возможных направлений по автоматизации технологического процесса изготовления детали

Цель автоматизации – более полное использование календарного времени при автоматической работе оборудования и повышение скорости протекания процессов, которая не ограничивается физическими возможностями человека. Для получения необходимой информации о возможности внедрения полной или частичной автоматизации производят анализ, выполненного ранее, проектного варианта технологического процесса, учитывая нижеперечисленные факторы.

4.1.1 Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций

Нет необходимости во внедрении слесарной операции. Устранение заусенцев возможно на операциях с ЧПУ. Операций, требующих определённого способа позиционирования РИ, сложного базирования детали не имеется. Промывка и сушка детали может быть автоматизирована специализированными роботами

4.1.2 Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

Для металлообработки детали подобраны современные станки с ЧПУ Okuma LT2000EX, Doosan HP5500 и Haas DT-1. Эти станки полностью удовлетворяют требованиям встраивания в гибкую производственную систему:

- станки изначально проектировались для работы в условиях ГПС, поэтому опциональная модернизация оборудования не нужна;

									Лист
									86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

- из рабочей зоны стружка убирается путём обдувки сжатым воздухом, после чего стружка падает на конвейерную линию в станке и выводится к стружечному баку;
- имеется автоматизированная система открывания-закрывания дверей;
- у станков фрезерной группы на рабочих столах выполнены специальные пазы для установки базирования и закрепления спутника или паллеты;
- система ЧПУ позволяет выполнять наладку станков, диагностику их работы и следить за состоянием режущего инструмента.

4.1.3 Концентрация переходов на операциях механической обработки

Наибольшее количество переходов имеет токарная операция, так как основная обработка детали это растачивание отверстий.

Станок имеет револьверную головку с приводным инструментом, что позволяет добавить фрезерную операцию. Однако, такое усовершенствование нецелесообразно ввиду малой мощности приводного блока.

4.1.4 Габаритные размеры детали

Деталь является корпусной, имеет массу в 8,2 кг при габаритных размерах 224x114x85мм. Такие масса и размеры детали позволяют применять производственные роботы с целью автоматизации технологического процесса.

4.1.5 Наличие поверхностей для захвата.

Основные поверхности для захвата детали – отверстия под крыльчатку и корпус подшипников (рисунок 75).

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.2 Разработка структурной схемы гибкого производственного участка

Выбор основного технологического оборудования, его назначение по количеству координат и определение количества в составе гибкой производственной системы производится по выпуску изделий необходимого перечня и выполняется на базе спроектированных технологических процессов по следующей формуле:

$$K = \frac{C_{\text{ср}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (77)$$

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

$$C_{\text{ср}} = C_1 + C_2 + C_3 = 6,12 + 4,43 + 7,17 = 17,72 \text{ мин.} \quad (78)$$

Расчёт среднего такта выпуска деталей производится по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \frac{60\Phi_0 K_{\text{исп}}}{N_{\text{год}}}, \quad (79)$$

где Φ_0 – действительный фонд рабочего времени оборудования на календарную единицу времени (мин.), за год, определяемый по формуле:

$$\Phi_0 = (K_{\text{к.д}} - K_{\text{п.д}}) \cdot S \cdot d, \quad (80)$$

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

$S = 1$ – число смен на участке;

$d = 8$ часов — продолжительность смены.

$$\Phi_0 = (365 - 118) \cdot 1 \cdot 8 = 1976 \text{ ч,} \quad (81)$$

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

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

$$T_{\text{ср}} = \frac{60 \cdot 1976 \cdot 0,85}{17000} = 5,92 \text{ мин,} \quad (82)$$

Результаты определения количества оборудования:

									Лист
									89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2018.013.00.ПЗ

$$K = \frac{17,72}{5,92} = 2,99 \approx 3 \text{ станка.} \quad (83)$$

4.2.1 Определение характеристик стеллажа-накопителя

Определим наибольшее количество деталиустановок различных изделий, которые в течение месяца могут пройти обработку:

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot \Phi_{\text{ст}} \cdot n_{\text{ст}}}{t_{\text{об}} \cdot N}, \quad (84)$$

где $\Phi_{\text{ст}}$ – фонд отдачи станка на месяц работы, ч ($\Phi_{\text{ст}} = 164$ ч); $n_{\text{ст}}$ – количество станков в ГПС; $t_{\text{об}}$ – средняя трудоемкость обработки при одной деталиустановке, мин; N – среднее количество выпускаемых деталей одного наименования в месяц.

Подставляя, получим:

$$K_{\text{наим}} = \frac{60 \cdot 164 \cdot 3}{6,49 \cdot 1417} = 3,2. \quad (85)$$

Полученное число деталиустановок определяет число ячеек в стеллаже. Возможность нормального функционирования ГПС осуществляется запасом ячеек в накопителе, который устанавливают примерно 10 % от $K_{\text{наим}}$, из этого принимаем $K_{\text{наим}} = 4$.

4.2.2 Расчет числа позиций загрузки и разгрузки

Чтобы найти число позиций загрузки и разгрузки выполняют расчёт по формуле:

$$n_{\text{поз}} = \frac{t \cdot K_{\text{дет}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60}, \quad (86)$$

где t – средняя трудоемкость операций на позиции, мин; $K_{\text{дет}}$ – число деталиустановок, проходящих через позицию в течение месяца, шт.; $\Phi_{\text{поз}}$ – месячный фонд времени работы позиции, ч; $\Phi_{\text{поз}} = \Phi_{\text{ст}} = 164$ ч.

$$K_{\text{дет}} = K_{\text{наим}} \cdot N, \quad (87)$$

									Лист
									90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

где: N – среднее количество выпускаемых деталей одного наименования в месяц. $K_{\text{наим}}$, шт.

Подставляя получим:

$$K_{\text{дет}} = 4 \cdot 1417 = 5668 \text{ шт.} \quad (88)$$

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

Подставляя получим:

$$n_{\text{поз}} = \frac{6,49 \cdot 5668}{164 \cdot 60} = 3,74. \quad (89)$$

4.2.3 Расчет числа позиций контроля

При изготовлении деталей на каждой позиции должен проходить контроль деталиустановки. Обычно контроль проходят первая деталиустановка, а потом через определённое количество деталиустановок, которое согласовывается при проектировании технологического процесса. Для осуществления данной операции гибкое автоматизированное производство имеет специально-оборудованные участки автоматизированного контроля. Деталь контролируется после обработки на каждом из станков. Также, рабочий, несущий ответственность за качество партии деталей, имеет право вызывать на контроль любую деталь в промежутке обрабатываемых деталей, который также определяется при проектировании технологом. Это нужно в случаях плановой замены режущей пластины или изменения материала режущей части.

Число позиций контроля $n_{\text{поз.к}}$ в ГПС можно найти по формуле:

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{t_k \cdot K_{\text{дет.к}}}{\Phi_{\text{поз}} \cdot 60}, \quad (90)$$

где t_k – общее время, которое потребуется на контроль одной деталиустановки, мин; $K_{\text{дет.к}}$ – месячное число контролируемых деталиустановок, шт.; $\Phi_{\text{поз}}$ – фонд времени на позицию контроля в месяц, ч.

									Лист
									91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

150305.2018.013.00.ПЗ

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{K_{\text{дет}}}{n}, \quad (91)$$

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

$$n = \frac{n_1}{k_1 \cdot k_2}, \quad (92)$$

где n_1 – количество деталиустановок, по прохождении которого изделие отправляется на контроль по требованию технолога (берём 5 по справочнику [9]), шт.; $n_1=2$; k_1 и k_2 – коэффициенты, влияющие на отправку изделий на контроль по требованию наладчика соответственно в начале смены для первой (k_1) и после установки новой режущей пластины (k_2); $k_1 = 1,15$; $k_2 = 1,05$.

Подставляя получим:

$$n = \frac{5}{1,15 \cdot 1,05} = 4,14 \approx 5; \quad (93)$$

$$K_{\text{дет.к}} = \frac{5668}{5} = 1134, \quad (94)$$

Время, требующееся на контроль одной деталиустановки определяется по формуле:

$$t_k = t_{k_1} + t_{k_2} + \dots + t_{k_i}, \quad (95)$$

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

Время каждого промежуточного контроля (между переходами на операции механической обработки) примем равным:

$$t_{\text{п}} = 5 \text{ мин};$$

время окончательного контроля всех поверхностей детали:

$$t_{\text{к.ок}} = 30 \text{ мин};$$

Подставляя получим:

$$t_k = 5 + 30 = 35 \text{ мин}; \quad (96)$$

$$n_{\text{поз.к}} = \frac{35 \cdot 5668}{164 \cdot 60} = 20,16 \approx 21 \text{ шт.} \quad (97)$$

									Лист
									92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

4.2.4 Проектирование предварительной компоновки ГПУ

Для дальнейшего определения числа подвижных транспортных механизмов АТСС, расчета времени перемещения заготовок, а так же определения более рационального размещения оборудования необходимо узнать примерный маршрут движения заготовок при обработке на станках ГПУ. Для этого осуществим планировку станочной и складской систем комплекса.

Первый вариант расположения оборудования представлен на рисунке 78.

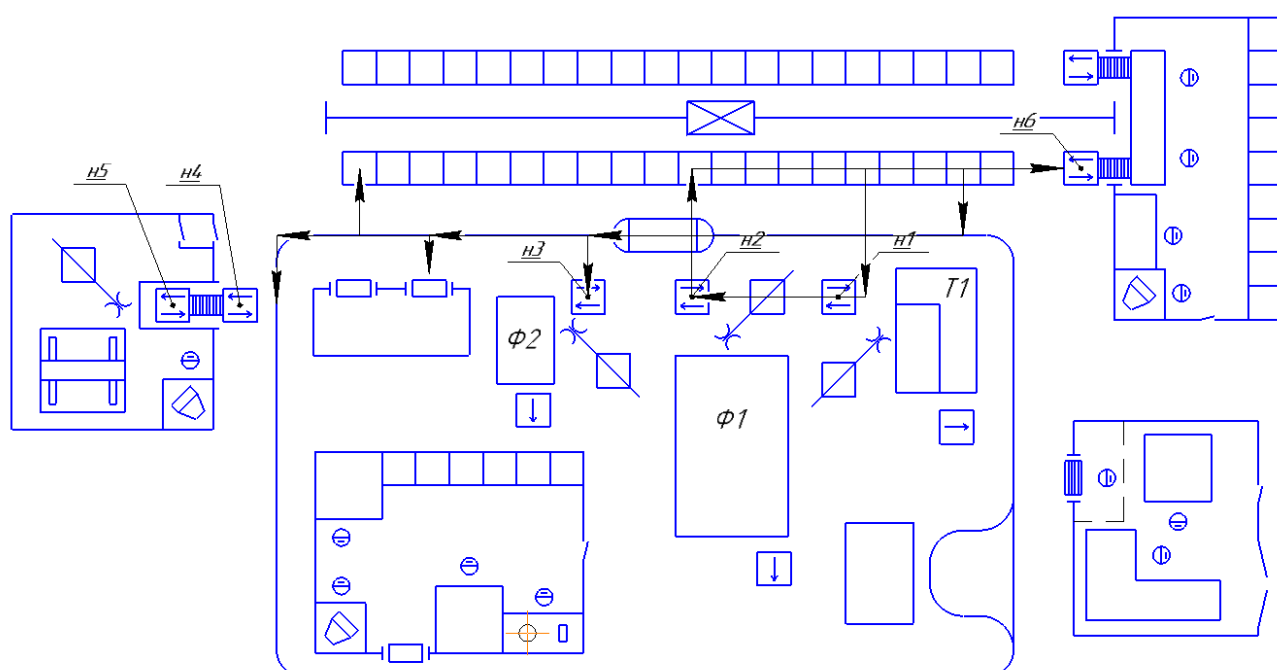


Рисунок 78 – Схема расположения станков по ходу технологического процесса

На данной схеме показано перемещение заготовок со склада заготовок на накопитель 1, после обработке на токарном станке Т1, заготовка попадает на накопитель 1 и с помощью промышленного робота перемещается на накопитель 2. После фрезерной обработки на станке Ф1, заготовка попадает на накопитель 2 откуда роботаком доставляется на стеллаж. Со стеллажа отправляется в участок подготовки производства для установки заготовки на паллету. Далее кран балкой

отправляется обратно на стеллаж откуда робокаром доставляется на накопитель 3 для осуществления фрезерной обработки на станке Ф2. После фрезерования заготовка отправляется в моечную машину ММ и на систему автоматизированного контроля через два накопителя н4 и н5. После осуществления контроля деталь отправляется на стеллаж.

Затем выполним анализ графов, он сводится к визуальному определению компоновки с наименьшими пересечениями материальных потоков, что должно обеспечить наименьшее число и время перемещений транспортного механизма.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 8).

Таблица 8 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

Оборудование, к которому движется ТС	Оборудование, от которого движется ТС							
	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	Н6	ММ	Стеллаж
	Расстояние, пройденное ТС, м							
Н1								19,4
Н2	25,8							
Н3								75
Н4					10		42	
Н5				10				
Н6								55
ММ			43,2					
Стеллаж		59		31,2		17,7		

Суммарное перемещение при такой компоновке ГПУ равное 388,3 м.

Граф перемещений для первого варианта компоновки транспортного механизма в ГПС представлен на рисунке 79.

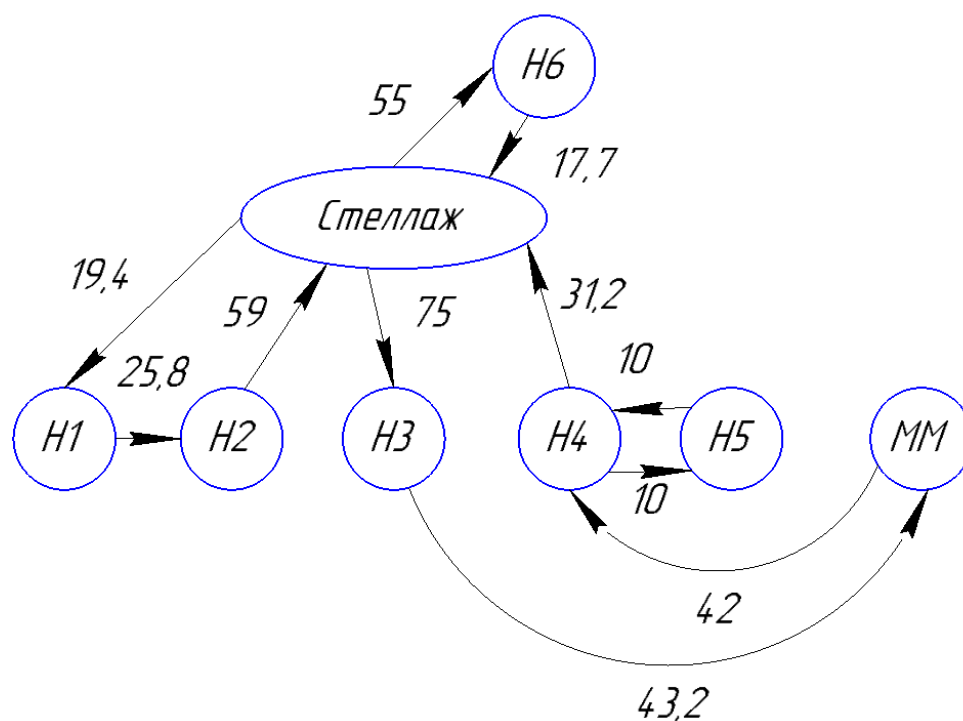


Рисунок 79 – Граф перемещений транспортного механизма в ГПУ

Второй вариант расположения оборудования представлен на рисунке 80.

Заготовка перемещается тем же маршрутом, описанным в предыдущей схеме, но с другой длиной путей перемещений.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 9).

Граф перемещений для второго варианта компоновки транспортного механизма в ГПУ представлен на рисунке 81.

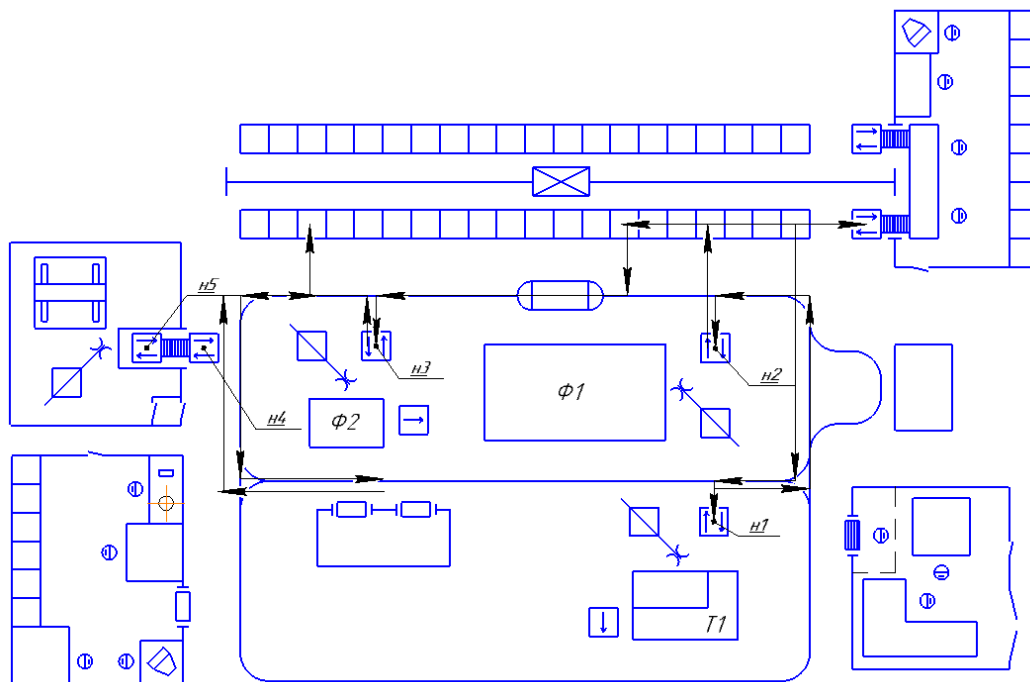


Рисунок 80 – Схема расположения станков по конструктивному признаку

Таблица 9 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

Оборудование к которому движется ТС	Оборудование, от которого движется ТС							
	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	Н6	ММ	Стеллаж
	Расстояние, пройденное ТС, м							
Н1								67
Н2	83,6							
Н3								66
Н4					10		48	
Н5				10				
Н6								27,9
ММ			122,8					
Стеллаж		49		34		42		

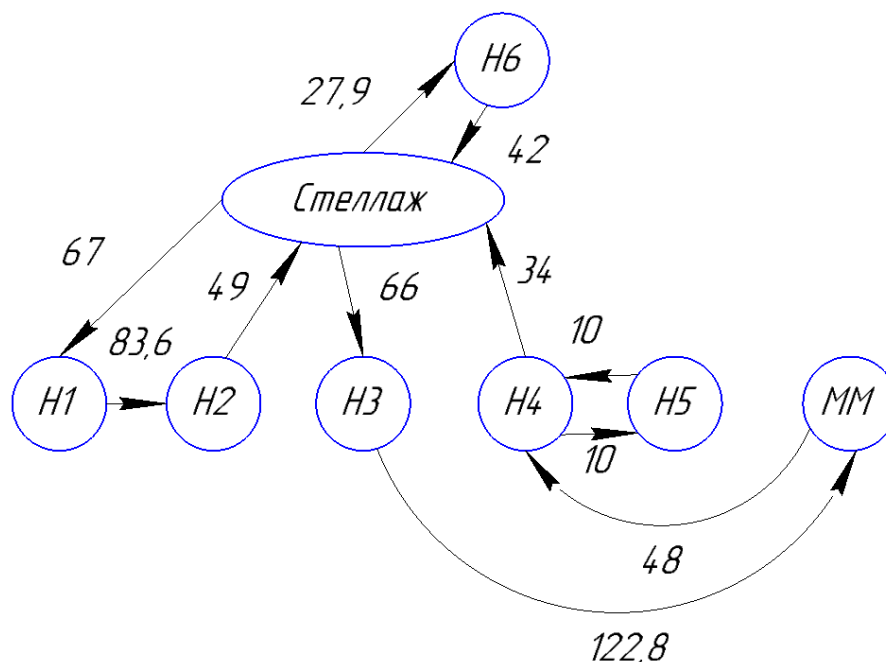


Рисунок 81 – Граф перемещений транспортного механизма в ГПС

Суммарное перемещение при такой компоновке ГПС равно 560,3 м.

4.3 Выбор вспомогательного оборудования, необходимого для функционирования ГПС

Для снятия заготовок с накопителей, установки в станок необходимо подобрать промышленный робот. Выбор будет производиться исходя из массы детали и радиуса действия робота. Наиболее подходящей моделью является Fanuc M-10iA/10M (рисунок 82).



Рисунок 82 – Промышленный робот Fanuc M-10iA/10M

Эта модель обладает лучшими в своем классе инерционными показателями и характеристиками грузоподъемности. Она повышает производительность и оптимизирует продолжительность циклов, и в то же время характеризуется чрезвычайной универсальностью благодаря перемещению по шести осям. Модель отличается самыми высокими инерционными показателями и скоростью вращения запястья в своем классе, и с легкостью справляется с задачами по манипулированию грузами весом до 10 кг. Технические характеристики модели представлены в таблице 4.

Таблица 10 – Характеристики промышленного робота Fanuc M-10iA/10M

Параметры	Значения параметров
Количество контролируемых осей	6
Максимальная грузоподъемности, кг	10
Точность позиционирования (мм)	$\pm 0,03$
Масса робота (кг)	130
Радиус действия (мм)	1422

Для установки и снятия заготовки на операции 005 необходим рабочий орган – схват, эскиз которого представлен на рисунке 83.

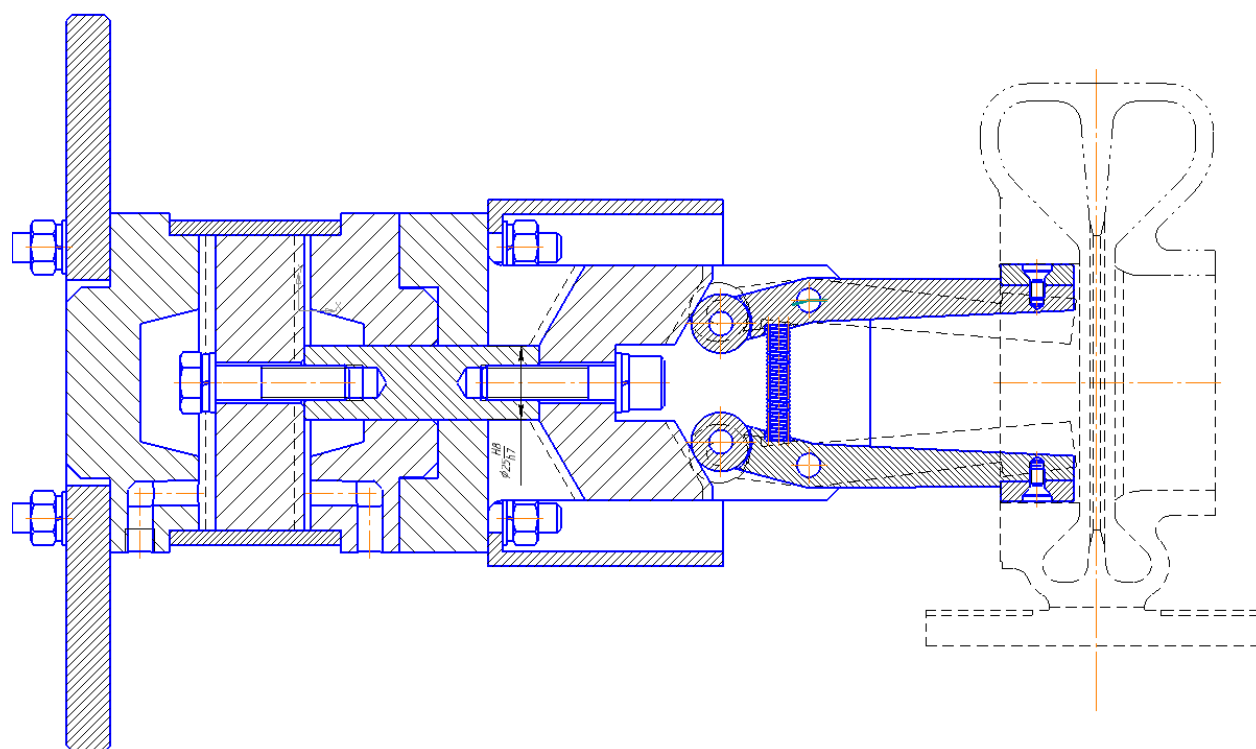


Рисунок 83 – Схват промышленного робота

Перемещение заготовок между накопителями будет производиться с помощью робокара. Робокар – это автоматизированный погрузчик, выполняющий транспортирование грузов без участия водителя.

Так, например управление Jungheinrich EKS 215a (рисунок 84) осуществляется с помощью лазерной навигационной системы: для этого на объектах, расположенных по ходу движения, таких как стеллажи, колонны, стены или другие ориентиры движения, – устанавливаются отражатели.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

99



Рисунок 84 – Робокар Jungheinrich EKS 215a

С грузоподъемностью до 1,5 т EKS 215a способен поднимать грузы на высоту до 6 м и развивать скорость до 2,5 м/сек. Благодаря регулируемым вилам EKS 215a наиболее эффективен при транспортировке специальных грузов и закрытых поддонов, а также для перевозки транспортных единиц с затрудненным доступом снизу.

4.4 Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе

Рассмотрим схемы базирования заготовки для детали «Корпус турбины». Схемы базирования заготовки на операциях представлены таблице 11.

						Лист
					150305.2018.013.00.ПЗ	100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 11 – схемы базирования заготовки

№	До установки в станок	В станке	Снятие со станка
005			
010			
015			

4.5 Анализ производительности автоматизированной системы

На окончательном этапе разработки структурной схемы ГПС был произведён расчёт длин траекторий перемещения заготовки по участку. В случае компоновки станков по ходу технологического процесса длина пути заготовки составила 388,3 м. При компоновке станков по конструктивному признаку – 560,3 м.

Ввиду того, что длина перемещений в первом случае меньше, то выбираем эту схему расположения станков.

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

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист

101

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ

В данном разделе производится разработка планировки участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса.

Планировку выполняют в масштабе 1:200. На планировке указывается всё технологическое оборудование: станки, верстаки, контрольные столы, моечную машину, подъемно-транспортное оборудование и средства межоперационного транспортирования заготовок, места рабочих у станков и склады.

В строительной части указывают: колонны, дорожные проезды, стены и перегородки.

Участок механической обработки детали «Корпус турбины» включает в себя: склад заготовок, склад готовой продукции, приемо-раздаточные столы, промышленный робот, токарный станок Okuma, фрезерные Haas и Doosan, роботизированный кран-штабелер, ящик с песком, пожарный стенд.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда.

Обязанности по выполнению требований, обеспечивающих безопасные условия труда, федеральный закон №181 «Об основах охраны труда в Российской Федерации» накладывает на работодателя.

Руководитель организации занимается управлением работы всех структурных подразделений по обеспечению безопасности труда.

Руководство службой охраны труда налагается на главного инженера. Служба охраны труда состоит из инженеров и старших инженеров цехов предприятия. При выполнении работы службы следуют всем действующим законам и постановлениям, руководствуются правилами и инструкциями по обеспечению безопасности.

Инженеры службы охраны труда могут давать указания руководителям по устранению существующих нарушений правил безопасности, препятствовать выполнению работ, когда имеются опасные условия труда. При возникновении несчастного случая обязаны запрашивать от руководителей работ своевременного расследования. Также в работу входит внесение предложений о поощрении или наказании работников. Указания инженера по охране труда имеет право отменять только главный инженер или начальник управления. Отмена указаний производится в письменной форме с заполнением требуемых бланков.

Также, работники службы выполняют работу по:

- организации деятельности структурных подразделений по обеспечению безопасности труда;
- составлению годовых планов улучшения условий труда;

									Лист
									103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

– контролю проектирования безопасных и безвредных условий труда, в том числе и за соблюдением указаний и предписаний органов государственного надзора;

– содействию в изучении аварий, несчастных случаев в подведомственных организациях, регистрации их и участия в разработке мероприятий по уменьшению возможности травматизма;

– анализу возникновения производственного травматизма. Составление отчетов о пострадавших при несчастных случаях;

– организации обучения правилами и инструкциями по технике безопасности и производственной санитарии и проверки знаний инженерно-технических работников;

– снабжению работников спецодеждой, средствами защиты (индивидуальной и коллективной) и организацией их хранения и ремонта;

– популяризации безопасных условий труда посредством выполнения смотров и конкурсов по охране труда, семинаров;

– обеспечению правилами, инструкциями, баннерами по технике безопасности;

– осуществлению проведения вводных инструктажей по технике безопасности в каждом производственном отделении;

– изучению проектной документации, а в частности отслеживание полноты и обоснованности принятых решений по обеспечению техники безопасности. Ведение по ним соответствующих документов. Произведение контроля над корректностью инструкций по охране труда.

Таким образом, работники службы ОТ выполняют контрольно-координационные функции.

Начальники участков и старшие мастера должны проводить мероприятия по охране труда, оговоренные соответствующим законодательством, распоряжениями и инструкциями СНиП, годовыми планами, приказами.

										Лист
										104
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ					

Также в обязанности начальников участков входит осуществление первичного, повторного, внепланового и текущего инструктажа рабочих с указанием адресов объектов, на которых осуществляется монтаж. Обучение рабочих безопасным методам труда.

Начальники должны следить, чтобы рабочие ежегодно сдавали экзамены по своей рабочей специальности, следить за правильной и безопасной эксплуатацией приборов, электрооборудования и инструментов. Соблюдать обеспечение рабочего персонала оборудованными бытовыми помещениями.

Итак, начальники участков и старшие производители работ выполняют контрольно-обеспечивающие функции.

На каждом участке должны быть инструкции по специальностям, журнал учёта инструктажа рабочих по охране труда, где проставляются подписи о прослушанном материале, технологическую записку, журнал осмотра оборудования и проект производства работ. Соблюдение наличия данных документов на участке входит в обязанности начальника данного участка.

Мастера и бригадиры обеспечивают проведение работ в соответствии с технологическими картами. В их обязанности входит контроль исправности технологического оборудования, приспособлений, средств индивидуальной и коллективной защиты, следить за наличием заверенных инструкций по технике безопасности, за санитарным состоянием бытовых помещений.

Если имеется коллективный договор о взаимных обязательствах руководства и состава рабочих/служащих, то тогда предусматриваются обязательства по охране труда, которые оформляются в виде раздела коллективного договора и соглашения по охране труда. Основой этих разделов является типовая сводная номенклатура мероприятий по охране труда.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

6.2 Мероприятия по электробезопасности

Всё электрическое оборудование, аппаратура для проведения контрольно-измерительных операций, а также аппаратура системы управления должны быть выполнены согласно требованиям "Правил устройства и эксплуатации оборудования" и СНиП 3.05.06-65 "Электротехнические устройства". Электропитание на предприятии представляет собой 380В переменного тока, 3 фазы, частота 50Гц, в соответствии с чем подобрано оборудование, рассчитанное на электропитание от данной сети. Норма качества используемой электроэнергии должно соответствовать ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств».

Схема подключения оборудования гарантирует выполнение последовательного пуска электроприводов, включает в себя акустическую и оптическую предупредительную предпусковую сигнализацию. Обеспечивает одновременную аварийную остановку агрегатов комплекса. Схема подключения оборудована активными датчиками, позволяющими отслеживать нагрузку основных агрегатов.

Для исключения попадания электрических разрядов молнии в здание комплекса, оно должно быть обеспечено молниезащитными устройствами. Молниезащита представляет собой комплекс процедур и конструкций, предназначенных для предохранения домов, сооружений, машин и материалов от взрывов, возгораний и разрушений, которые могут возникнуть при попадании молний.

Для всех зданий и сооружений, не имеющих связи с производством и складированием взрывоопасных веществ, конструирование и создание молниезащиты должно производиться с соблюдением «Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122 -87.

Здания и сооружения по уровню защиты от влияния атмосферного статического электричества молниезащита делится на три категории. Категория

									Лист
									106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

молниезащиты зависит от функций зданий и сооружений, среднего числа дней с грозой в году, а также вероятностью поражения здания молнией в год.

Ожидаемое годовое число поражений молнией прямоугольных зданий и сооружений

$$N = (S + 6h_{3d})(L - 6h_{3d}) - 7,7h_{3d}nI_0 - 6, \quad (98)$$

где:

- S, L – габариты здания по периметру, м (для зданий и сооружений нестандартного исполнения в плане при расчёте N в качестве S и L принимают габариты по периметру самого минимального описанного прямоугольника);
- h_{3d} - максимальная высота здания или конструкции, м;
- n - удельная плотность ударов молний в землю на 1 км^2 площади в месте расположения зданий или сооружений. Информация хранится в местных отделениях Росгидромета.

Зоны защиты создаются благодаря использованию одиночного, двойного и многократных стержневых молниеотводов. Конструкция молниеотвода представлена на рисунке 90.

Соответствие их требованиям по безопасности проверяется электриком, им же контролируются методы обеспечения электробезопасности.

Необходимо чтобы для электрооборудования было обеспечено заземление по нулевому контуру. В трёхфазных четырёхпроводных сетях с заземлённой нейтралью применяют защиту занулением под напряжением до 1000В. В строительстве и промышленности эти сети находятся под напряжением 380/220 и 220/127 В, но в отдельных случаях 660/380 В. Однофазные сети переменного тока зануляют по заземлённому выводу. Занулением называется соединение по нулевому защитному проводнику металлических нетоковедущих частей, для которых возможна вероятность оказаться под напряжением.

									Лист
									107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

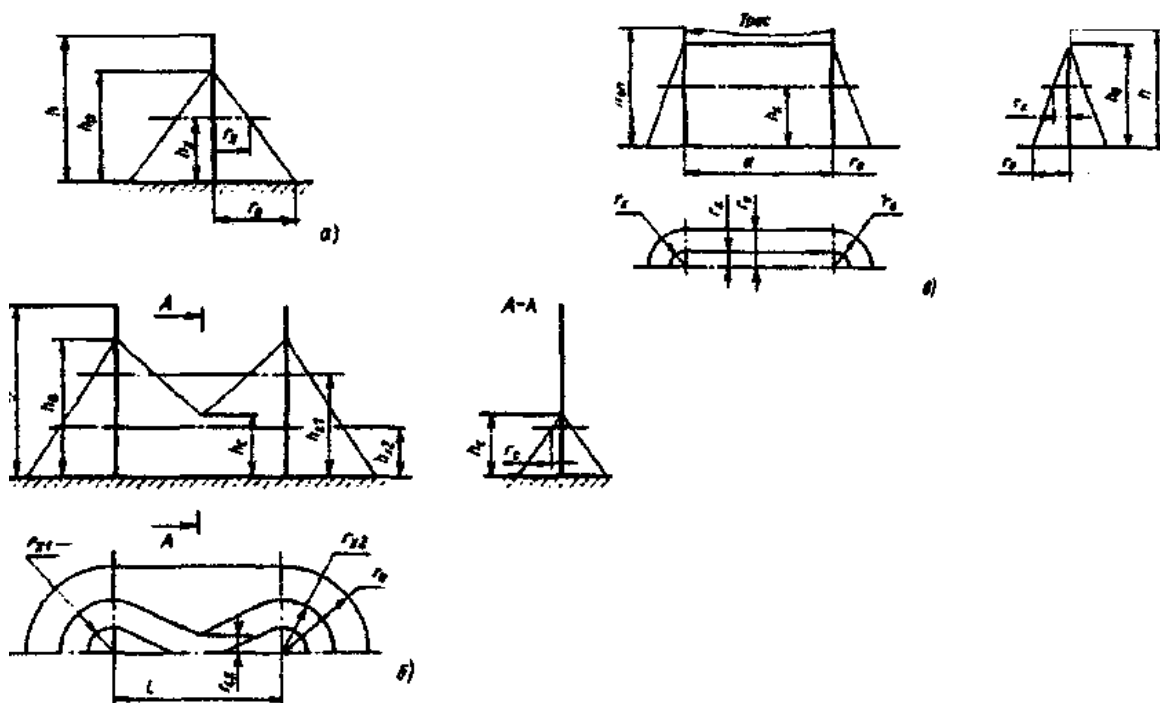


Рисунок 90 – стержневой молниеотвод.

Защита занулением действует на основе эффекта появления на металлических частях электроустановки опасного напряжения. Результатом данного события является замыкание на корпусе и короткое замыкание между фазным и нулевым защитными проводниками. Короткое замыкание влечёт к возникновению большой силы тока, сколько нужно для срабатывания предохранителей в фазных питающих проводах и обесточивания электроустановки. Безопасность от поражения током выполняется сопротивлением заземляющего устройства, действие которого производит защитную функцию.

В качестве предохранителей могут использоваться плавкие предохранители, максимальные автоматы, комбинированное устройство распределения и управления и др., срабатывание которых происходит за доли секунды.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.013.00.ПЗ

Лист
108

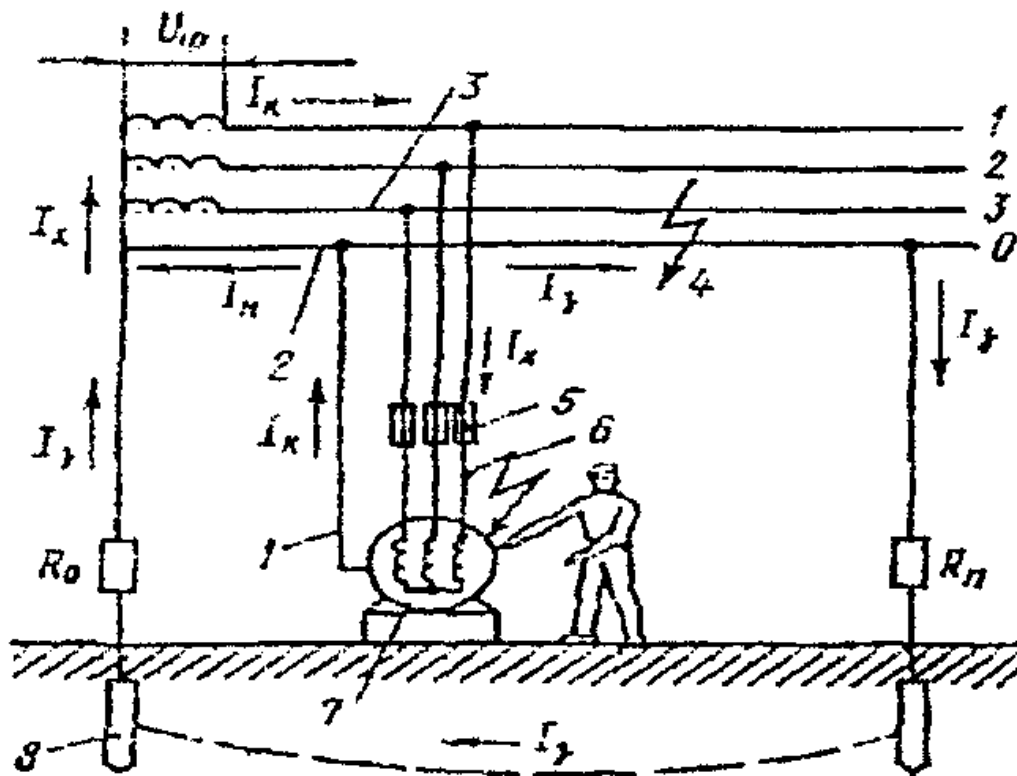


Рисунок 91 – Схема зануления в трёхфазной четырёхпроводной сети с заземлённой нейтралью

Если произвести повторное заземление нулевого провода, то это может обезопасить человека от поражения током при возникновении замыкания фазы на корпус и одновременно обрыва нулевого провода. Это производится путём установки заземления на расстоянии 250 м и окончании проводов и ответвлений с протяженностью более 200м. При выполнении данной операции ток будет стекать в землю, из которой будет попадать на заземление нейтрали. Так будет образоваться контур для осуществления короткого замыкания.

6.3 Мероприятия по пожарной безопасности

Помещения и здания по степени взрывопожароопасности подразделяются на 5 категорий:

А – взрывопожароопасные: когда тех. процессы производятся с выделением горючих газов или легковоспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки паров до 28 °С, при давлении выше 5 кПа.

Б – помещения, в которых технологические процессы осуществляются при использовании легковоспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки выше 28 °С, имеющие возможность создания взрывоопасных и пожароопасных составов, с воспламенением которых образуется избыточное давление взрыва выше 5 кПа, температуре вспышки меньше 28 °С;

В – пожароопасная: помещения, в которых технологические процессы осуществляются при использовании горючих и трудно горючих жидкостей, твердых горючих веществ, способных только гореть при взаимодействии друг с другом или кислородом находящемся в воздухе. Эти вещества не должны относиться к категориям А, Б.

Г – помещения и здания, в которых технологические процессы осуществляются при использовании негорючих веществ и материалов находящихся в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии.

Д – помещения и здания в которых технологические процессы осуществляются при использовании твердых негорючих веществ и материалов при состоянии комнатной температуры (механическая металлообработка).

Взрыво- и пожароопасные зоны помещения группируются в соответствии с шестым изданием «Правил устройства электроустановок».

Пожароопасная зона – определённое место в помещении или за его пределами, которое содержит в своей зоне горючие вещества, как при обычном выполнении тех. процесса, так и при его нарушении.

Параметры производственных помещений для использования электрооборудования:

- группа взрывоопасных смесей – Т2;
- пожароопасность тех. процесса – группа В;
- помещения с образованием взрывоопасных смесей – группа П-Па;

									Лист
									110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.013.00.ПЗ				

ВЫВОДЫ ПО КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

По итогу выполнения был разработан технологический процесс изготовления детали «Корпус турбины». Одним из главных отличий проектного варианта от заводского, является основное обрабатывающее оборудование, которое при большей точности позволяет производить большую концентрацию переходов на операциях.

Новый способ получения заготовки даёт меньшую шероховатость поверхности, меньшее количество брака. Позволяет получить требуемую точность при меньших снимаемых припусках. Повысился КИМ изготовления детали.

Использование современного режущего инструмента повысило производительность на переходах механической обработки.

В конструкторской части курсового проекта было произведено проектирования специального приспособления, использующего в качестве зажима пневмоцилиндр. Это позволило уменьшить затрату сил рабочего в отличие от заводского варианта, где зажим производился вручную.

Также спроектирован специальный режущий инструмент, благодаря которому, сократилось количество переходов.

Контроль геометрических параметров детали производится на координатно измерительных машинах. Такой подход благоприятствует автоматизации данного технологического процесса.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков. – Москва: Машиностроение, 2007. – 368с.
2. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учеб. Пособие для техникумов по предмету: «Основы учения о резании металлов и режущий инструмент». Нефедов Н.А., Осипов К.А. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с
3. Каталог токарного металлорежущего инструмента фирмы Sandvik Coromant.
4. Каталог вращающегося металлорежущего инструмента фирмы Sandvik Coromant.
5. Справочник технолога – машиностроителя. в 2 т. / под общ. ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерикова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. –Т.2. – 542 с.
6. Ординарцев, И. А. Справочник инструментальщика / И. А. Ординарцев, Г. В. Филиппов, А. Н. Шевченко – М.: Машиностроение, 1987. – 830 с.
7. Общемашиностроительные типовые нормы, нормативы численности и нормативы времени обслуживания для вспомогательных рабочих цехов основного и вспомогательного производства (утв. постановлением Госкомтруда СССР, ВЦСПС от 02.03.1979 N 73/5-4)
8. Каталог измерительных наконечников Renishaw: «Styli for Zeiss applications»
9. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; под ред. Н.М. Капустина. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.: ил.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

10. Батуев В.В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении учебное пособие к курсовому проекту / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 40 с.
11. <http://www.jungheinrich.ru> – складское оборудование.
12. <https://www.fanuc.eu> – разработка решений для автоматизации производства.
13. ГОСТ Р 53464-2009 – отливки из металлов и сплавов.

					150305.2018.013.00.ПЗ	Лист
						114
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		