

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

«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)

Политехнический институт

Кафедра «Технология автоматизированного машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ В.И. Гузеев
_____ 2017 г.

Конструкторско-технологическое обеспечение изготовления детали
«Крышка люка-лаза»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

15.03.05.2017.411.000 ПЗ ВКР

Нормоконтроль

_____ 2017 г.

Руководитель, доцент

_____ П.В.Шаламов
_____ 2017 г.

Автор работы,
студент группы П-452

_____ А.А. Горбунов
_____ 2017 г.

АННОТАЦИЯ

Горбунов А.А. Конструкторско-технологическое обеспечение изготовления детали «Крышка люка-лаза» – Челябинск: ЮУрГУ, П-452, 96 с., 54 ил, 22 табл., прил., библиографический список – 15 наим., чертежи форматов А1 – 10 листов, карта ТП.

Цель выпускной квалификационной работы является анализирование, расчет, проектирование текущего и составление проектного варианта технологического процесса корпусной детали типа "Крышка люка-лаза", автоматизация производственного процесса детали, безопасность жизнедеятельности в ГПС.

Задачей выпускной квалификационной работы является расчет режимов резания и норм времени для проектного варианта технологического процесса с применением и использованием специально спроектированных режущих инструментов.

Проверка выпускной квалификационной работы на плагиат, оригинальность текста – 87,88%

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Горбунов А.А.			Конструкторско-технологическое обеспечение изготовления детали «Крышка люка-лаза»	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Шаламов П.В.	<i>Шаламов</i>				2	96
Н.контр.				<i>Шаламов</i>	ЮУрГУ Кафедра ТАМ			
Упр.								

ОГЛАВЛЕНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	10
<u>1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ</u>	11
<u>1.1 Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия</u>	11
<u>1.2 Служебное назначение детали типа «Крышка люка-лаза» и технические требования, предъявляемые к детали</u>	12
<u>1.3 Аналитический обзор и сравнение зарубежных и отечественных технологических решений для соответствующих отраслей машиностроения</u>	13
<u>1.4 Формирование целей и задач проектирования</u>	14
<u>2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</u>	15
<u>2.1 Анализ существующей конструкторско-технологической подготовки действующего производства</u>	15
<u>2.1.1 Размерный анализ действующего технологического процесса</u>	16
<u>2.1.2 Анализ пооперационных схем базирования и технологической оснастки</u>	18
<u>2.1.3 Выводы</u>	22
<u>2.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Крышка люка-лаза»</u>	23
<u>2.2.1 Выбор и обоснование способа получения исходной заготовки</u>	23
<u>2.2.2 Выбор основного технологического оборудования</u>	25
<u>2.2.3 Формирование операционно-маршрутной технологии</u>	27
<u>2.2.4 Размерно-точностной анализ проектного варианта технологического процесса</u>	28
<u>2.2.5 Расчёт режимов резания и норм времени на все операции проектного варианта технологического процесса</u>	29
<u>3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ</u>	38

									Лист
									4
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

3.1	<u>Аналитический обзор и выбор технологической оснастки</u>	38
3.2	<u>Проектирование и расчёт станочного приспособления</u>	38
3.3	<u>Аналитический обзор и выбор режущего инструмента</u>	42
3.4	<u>Проектирование и расчёт применяемого режущего инструмента</u>	46
3.5	<u>Проектирование операций технического контроля и выбор измерительного оборудования</u>	53
4 АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА		
4.1	<u>Анализ возможности автоматизации технологического процесса обработки детали</u>	61
4.2	<u>Разработка структурной схемы гибкого производственного участка</u> ...	63
4.3	<u>Выбор оборудования для функционирования автоматизированной системы</u>	67
4.4	<u>Базирование заготовки, полуфабриката, готовой детали в промышленном роботе, транспортном устройстве, промежуточном накопителе</u>	71
5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ		
5.1	<u>Разработка планировки участка механической обработки для спроектированного варианта технологического процесса</u>	72
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ		
6.1	<u>Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда</u>	73
6.2	<u>Мероприятия по электробезопасности</u>	76
6.3.1	<u>Проектирование искусственного освещения на участке</u>	79
6.3	<u>Мероприятия по пожарной безопасности</u>	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		93
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК		95
<i>Приложение А - альбом спецификаций</i>		97

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается стремительное развитие технологии машиностроительного производства.

Отличительной особенностью современного машиностроения является ужесточение требований к качеству выпускаемых машин и их себестоимости. В условия рыночных отношений необходимо быстро реагировать на требования потребителя. Побеждает в конкурентной борьбе тот, кто способен быстрее реализовывать принятые конструктивные и технологические решения.

Реализовать такие решения возможно применив комплексную автоматизацию производства.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка проектного варианта технологического процесса изготовления детали «Крышка люка-лаза». Создание эффективной технологии невозможно без применения современного оборудования и режущего инструмента, обеспечивающего высокую производительность и точность. Для достижения поставленной цели необходимо: проанализировать действующий технологический процесс; подобрать современное оборудование, режущий инструмент, измерительное приспособление, инструментальную и станочную оснастку; рассчитать и спроектировать специальный режущий инструмент, специальное станочное приспособление; рассчитать режимы резания.

В данной курсовой работе рассмотрены необходимые этапы разработки проектного технологического процесса. В результате оценки производительности выяснилось, что проектный технологический процесс обеспечивает большую производительность.

									Лист
									6
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

а. Назначение, условия эксплуатации и описание узла изделия
Функциональное назначение и техническая характеристика. Баллистической ракеты РСМ-54 для подводных лодок (рисунок) характеризуется:

- наличием двигателей, «утопленных» в топливных емкостях ракет (как в баке горючего, так и в баке окислителя);
- совмещением функций днища бака и рамы двигателя;
- подводным запуском;
- цельносварным корпусом;
- применением вафельных оболочек.

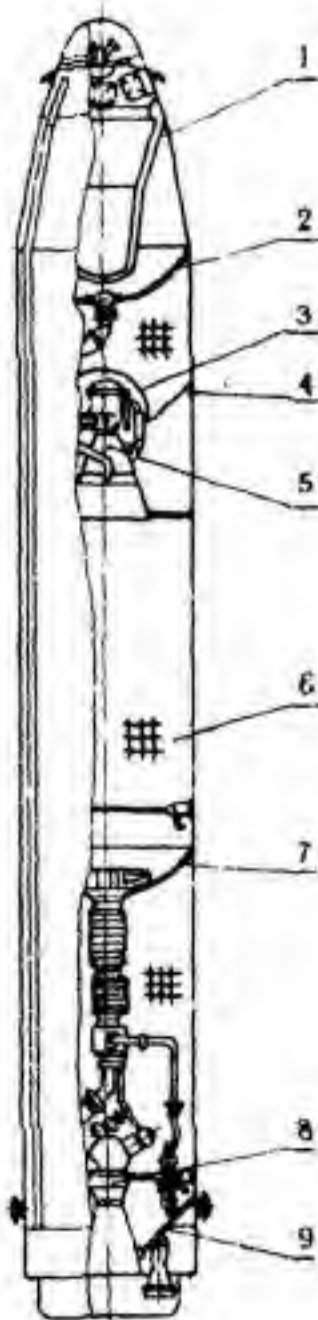


Рисунок 1. Морская баллистическая ракета РСМ-54:

									Лист
									7
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

в. Служебное назначение детали типа «Крышка люка лаза» и технические требования, предъявляемые к детали

Рассмотренная за время прохождения практики деталь «Крышка люка-лаза» используется для установки двигателя коррекции во второй и третьей ступени.

Крышка люка-лаза крепится к корпусу при помощи заклепок.

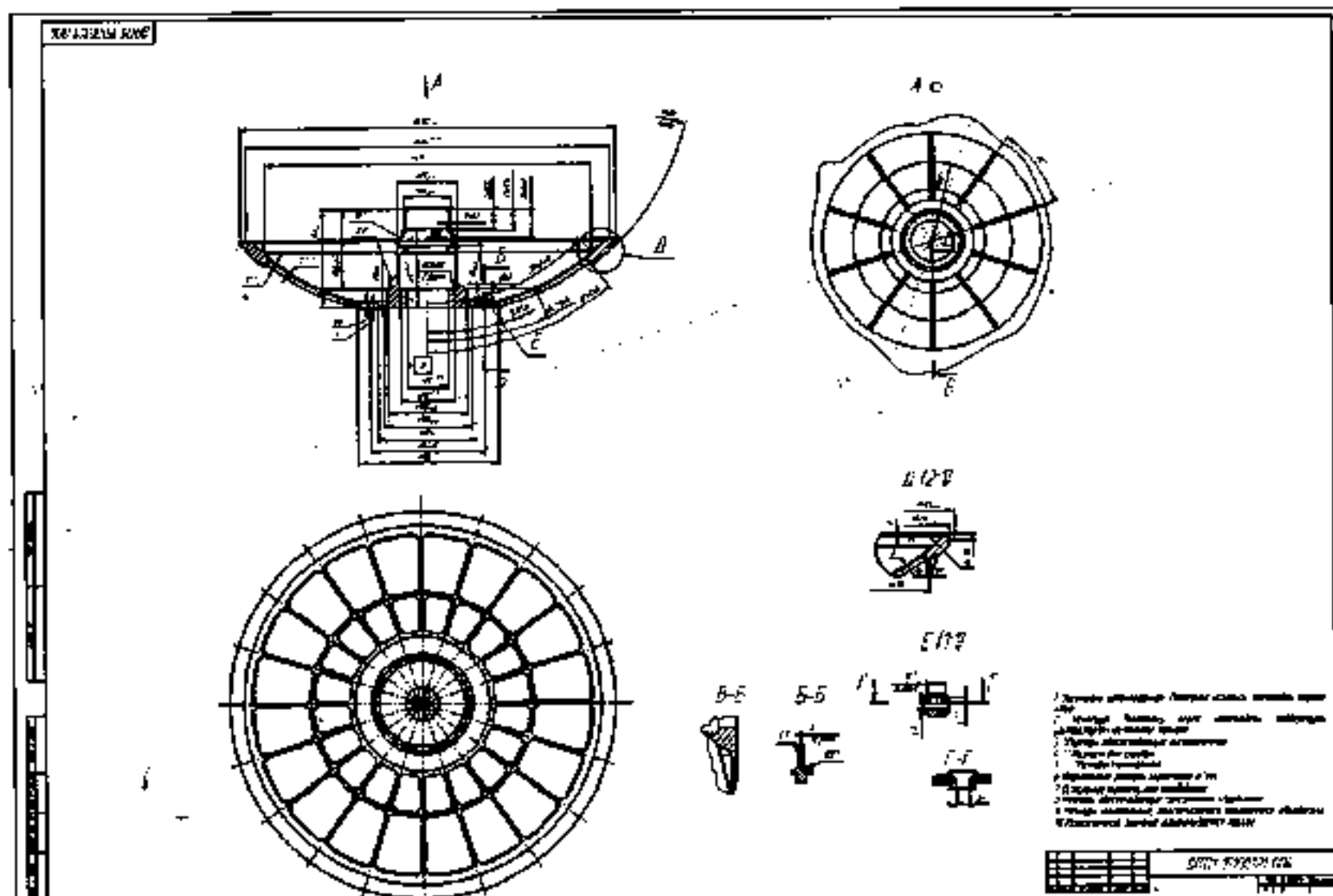


Рисунок 2 – крышка люка-лаза

Технические требования:

- 1 Заготовка штампованная. Материал исходной заготовки прутки АМгб
 - 2 Исходную заготовку перед штамповкой подвергнуть ультразвуком на наличие трещин
 - 3 Неуказанные радиусы скругления 8*мм
 - 4 Размеры обеспечивающие программной обработкой
 - 5 Размеры минимальные, обеспечивается программной обработкой. 10
- Максимальное значение ограничивается массой.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

9

1.1 Анализ исходной заготовки и метода ее получения

В современном машиностроении можно выделить три основных вида получения заготовок: литьё, пластика (поковка, штамповка), и периодический прокат.

Рассмотрим каждый вид получения заготовок подробнее.

Литьё – технологический процесс изготовления отливок, заключающийся в заполнении литейной формы расплавленным материалом и дальнейшей обработке полученных после затвердевания изделий.

Основные методы получения литых заготовок:

- литьё в песчаные формы применяется для получения заготовок сложной формы любой массы при низкой себестоимости, но с неоднородной структурой металла и низкой точностью (14-16 квалитет, шероховатость $Ra \geq 80$ мкм.);
- литьё в оболочковые формы. Используется для получения заготовок простой формы, с точностью размеров 10-12 квалитета, шероховатостью $Ra=5-10$ мкм;
- литьё по выплавляемым моделям применяется для получения мелких стальных заготовок простой и сложной формы, с точностью размеров 10-12 квалитет, шероховатостью – $Ra=5-10$ мкм.;
- литьё в металлические формы (кокили) применяется для получения заготовок из алюминиевых сплавов, чугуна и углеродистой стали (метод в 2...3 раза производительнее литья в песчаные формы, но более дорогой);
- литьё под давлением применяется для получения сложных тонкостенных отливок, с точностью размеров 10-11 квалитета, шероховатостью – $Ra=5$ мкм.;
- центробежное литьё применяется для заготовок имеющих ось вращения, точность размеров отливок до 14 квалитета, шероховатость – $Ra=20-80$ мкм., при этом отливки имеют равномерную структуру по глубине;

									Лист
									10
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

- порошковое прессование применяется для получения заготовок небольших размеров с высокими эксплуатационными свойствами.

Вывод: если не учитывать стоимость получения заготовки, то штамповка имеет ряд преимуществ: высокая точность поковок, высокая производительность, экономия металла, высокая надежность в эксплуатации.

1.2 Формирование целей и задач проектирования.

Главной целью является разработка нового технологического процесса с улучшенными технико-экономическими показателями.

Чтобы достигнуть поставленной цели необходимо выполнить ряд задач:

- выбрать стандартизованную технологическую оснастку;
- спроектировать и рассчитать специальное станочное приспособление;
- рассчитать и спроектировать специальный режущий инструмент, выбрать стандартизованный режущий инструмент;
- выбрать измерительное оборудование и оснастку для технического контроля;

										Лист
										12
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ					

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
Холодное выдавливание представляет собой один из способов точной штамповки. Деталь, изготовленная этим способом имеет точные размеры, чистую поверхность. Кроме того, в процессе холодного выдавливания детали упрочняется. Это дает возможность заменить более дорогие сплавы на более дешевые, которые за счет упрочнения получают повышенные механические свойства.

Материалы, используемые для холодного выдавливания, должны обладать высокой пластичностью, невысокими предельными текучести и склонностью к упрочнению

Пластиковая деформация при выдавливании идет в условиях всестороннего сжатия, в результате чего возможно ведение процесса с очень большими степенями деформации, которая характеризуется отношением разности площади поперечного сечения исходной заготовки и площади поперечного сечения выдавленной части-

									Лист
									13
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

- штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89.

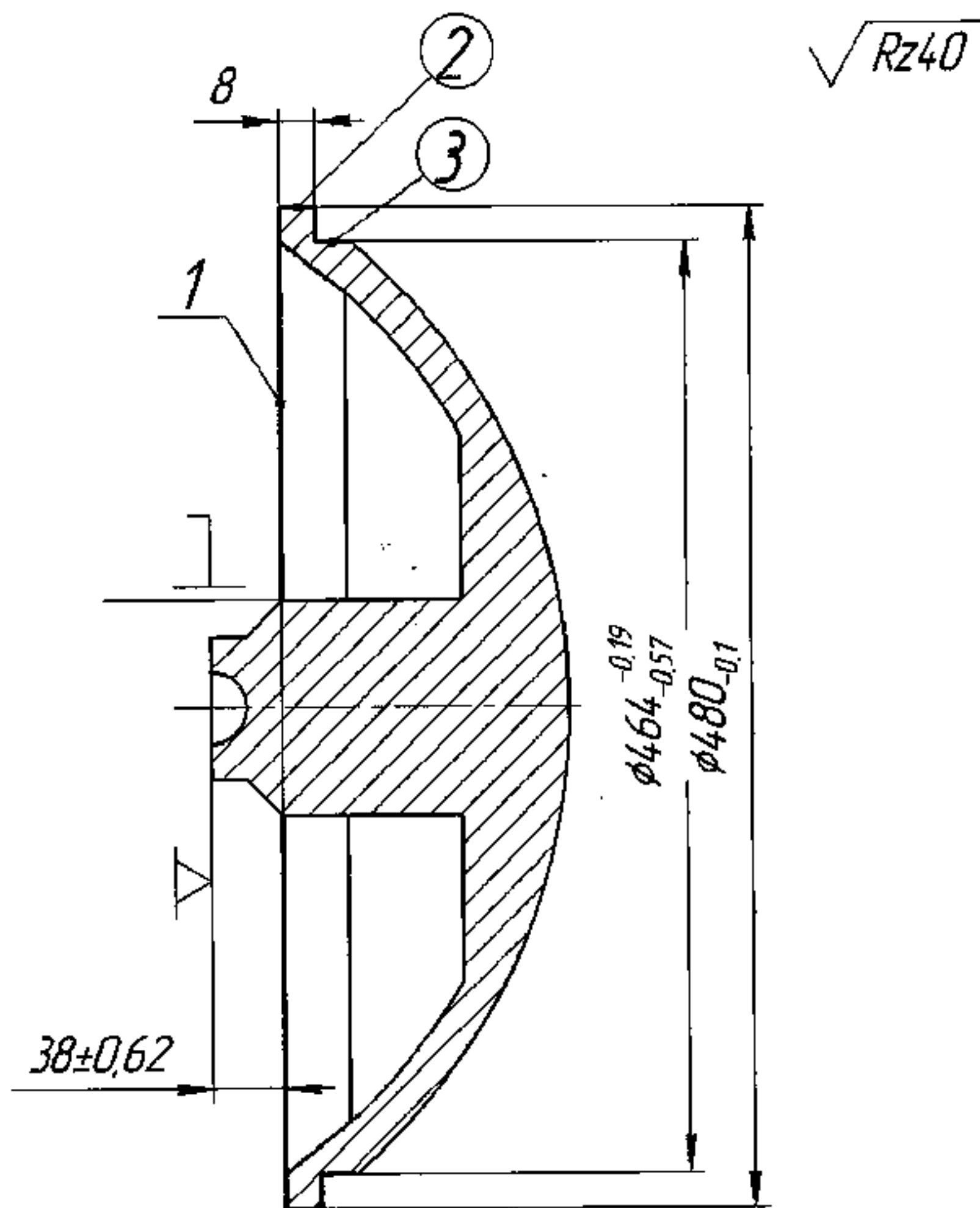


Рисунок 2 – Операционный эскиз операции 005

На операционном эскизе выделены все обрабатываемые поверхности, указана шероховатость обрабатываемых поверхностей, указаны размеры обрабатываемых поверхностей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ	Лист
						15

Операция 010 Фрезерная.

На данной операции выполняются: фрезерование окон на станке СФП-13. Заготовка устанавливается и закрепляется в специальном приспособлении.. Эскиз 010 операции представлен на рисунке3.

Применяется режущий инструмент:

- фреза;

Применяется измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Применяется станочное оборудование

									Лист
									16
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

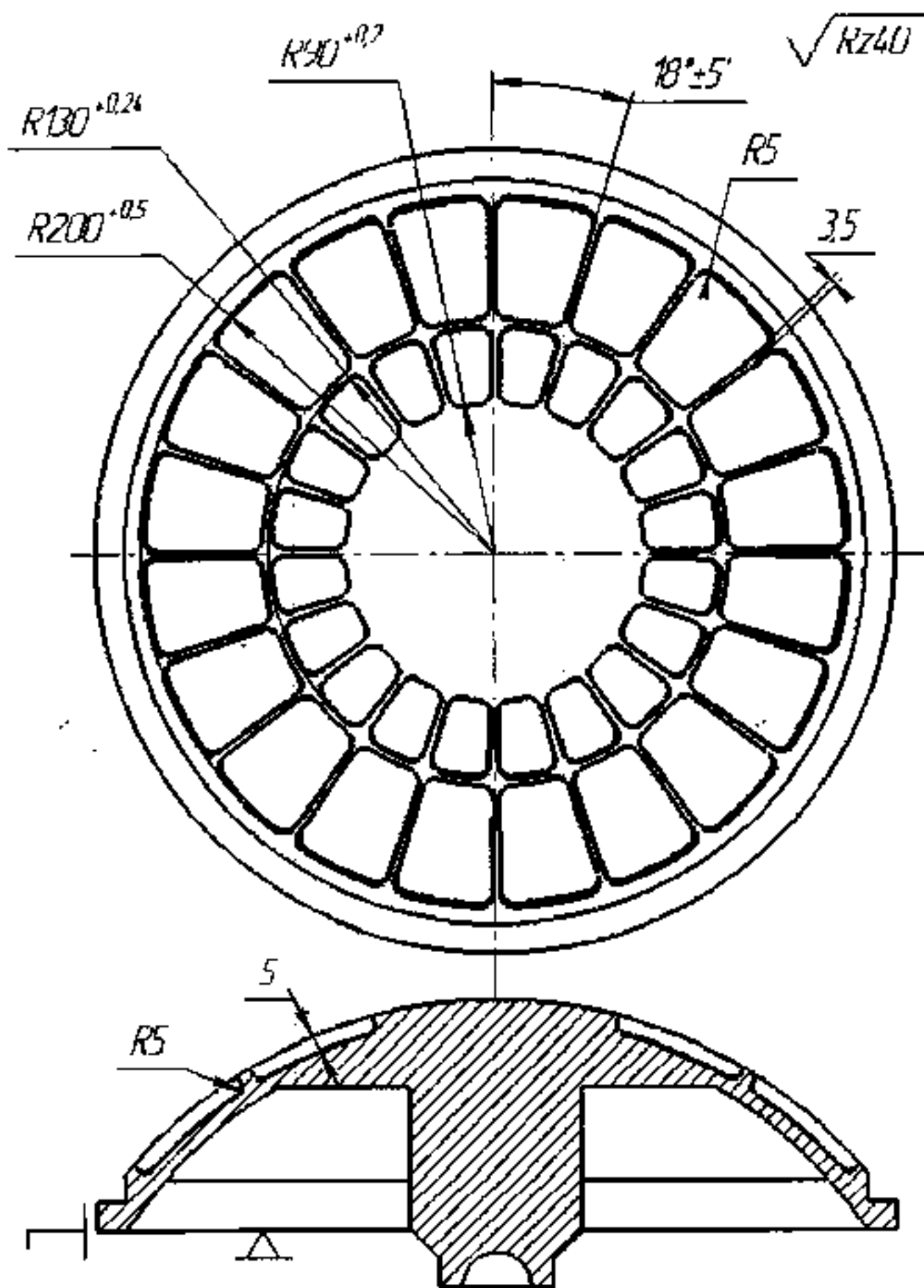


Рисунок 3 – Операционный эскиз операции 010

На операционном эскизе выделены все обрабатываемые поверхности, указана шероховатость обрабатываемых поверхностей, указаны размеры обрабатываемых поверхностей.

Операция 015 токарно-револьверная.

На данной операции выполняются следующие переходы: подрезка торца, , точение наружного паза, сверление и растачивание внутреннего отверстия на токарно-револьверном станке 1Г340. Заготовка устанавливается и закрепляется в

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ	Лист
						17

На операционном эскизе выделены все обрабатываемые поверхности, указана шероховатость обрабатываемых поверхностей, указаны размеры обрабатываемых поверхностей, но отсутствует линейная база.

Операция 020 фрезерная.

На данной операции фрезеруется внутренний паз диаметром 70 мм. На фрезерном станке с ЧПУ СФП-13. Эскиз операции 110 представлен на рисунке 5.

Применяется режущий инструмент:

- фреза 2223-011 ГОСТ 17026-71.

Применяется измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

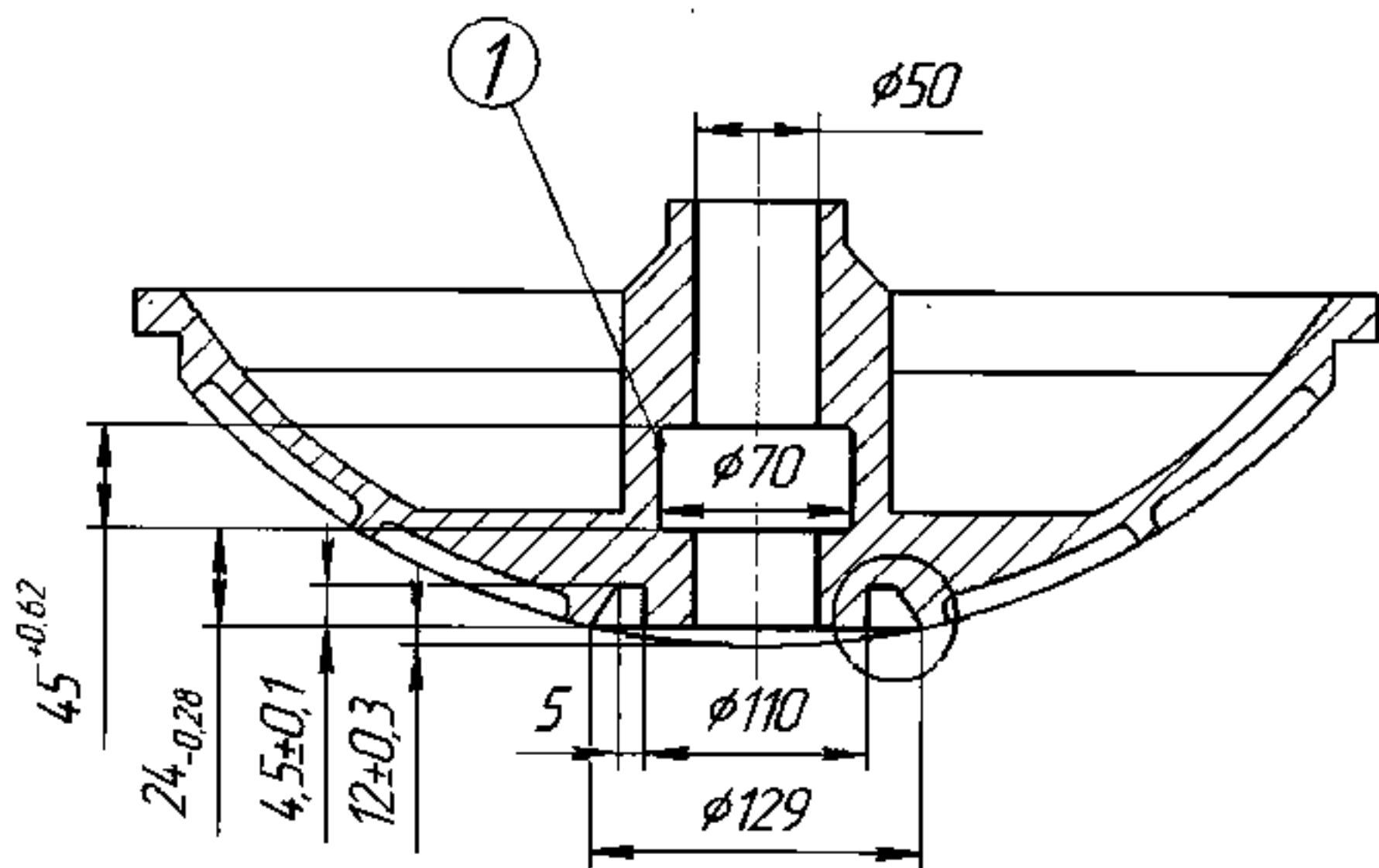


Рисунок 5 – Операционный эскиз операции 020

На операционном эскизе выделены все обрабатываемые поверхности, указана шероховатость обрабатываемых поверхностей, указаны размеры обрабатываемых поверхностей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

19

Операция 025 токарно-револьверная.

На данной операции выполняются подрезка торцев 1 и 2 на токарном станке 16К20М. Заготовка устанавливается и закрепляется в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне 7100-0009 ГОСТ 2675-80. Эскиз 125 операции представлен на рисункеб.

Применяется режущий инструмент:

- резец Т15К6 2103-0057 ГОСТ 18879-73;

Применяется измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦ-125-0,1 ГОСТ 166-89.

									Лист
									20
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

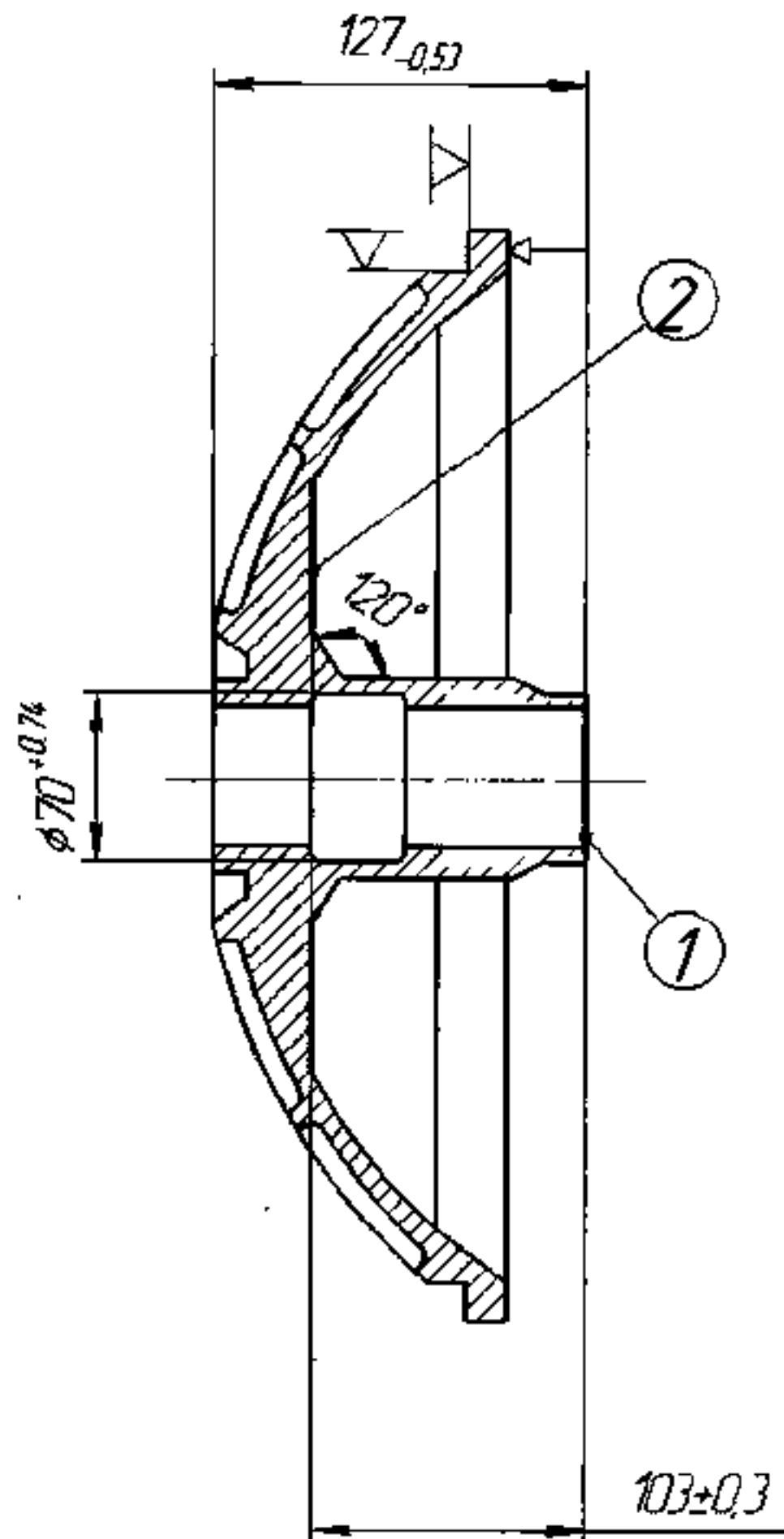


Рисунок 6 – Операционный эскиз операции 025

На операционном эскизе выделены все обрабатываемые поверхности, указана шероховатость обрабатываемых поверхностей, указаны размеры обрабатываемых поверхностей, но отсутствует линейная база.

Операция 030 токарно-револьверная.

На данной операции выполняются следующие переходы: растачивание отверстия до диаметра 52, растачивание поверхностей 6 и 1, точение

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ	Лист
						21

поверхностей 2, 3 и 4. Выполняется на станке 1Г340. Заготовка устанавливается и закрепляется в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне 7100-0009 ГОСТ 2675-80. Эскиз 130 операции на рисунке 7.

Применяется режущий инструмент:

- резец Т15К6 2103-0057 ГОСТ 18879-73;
- резец Т15К6 2102-0055 ГОСТ 18877-73;

Применяется измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
- скоба $\varnothing 114h9$ 8115-5297 специальная;
- индикатор ИЧ-02 ГОСТ 577-68.

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ.					

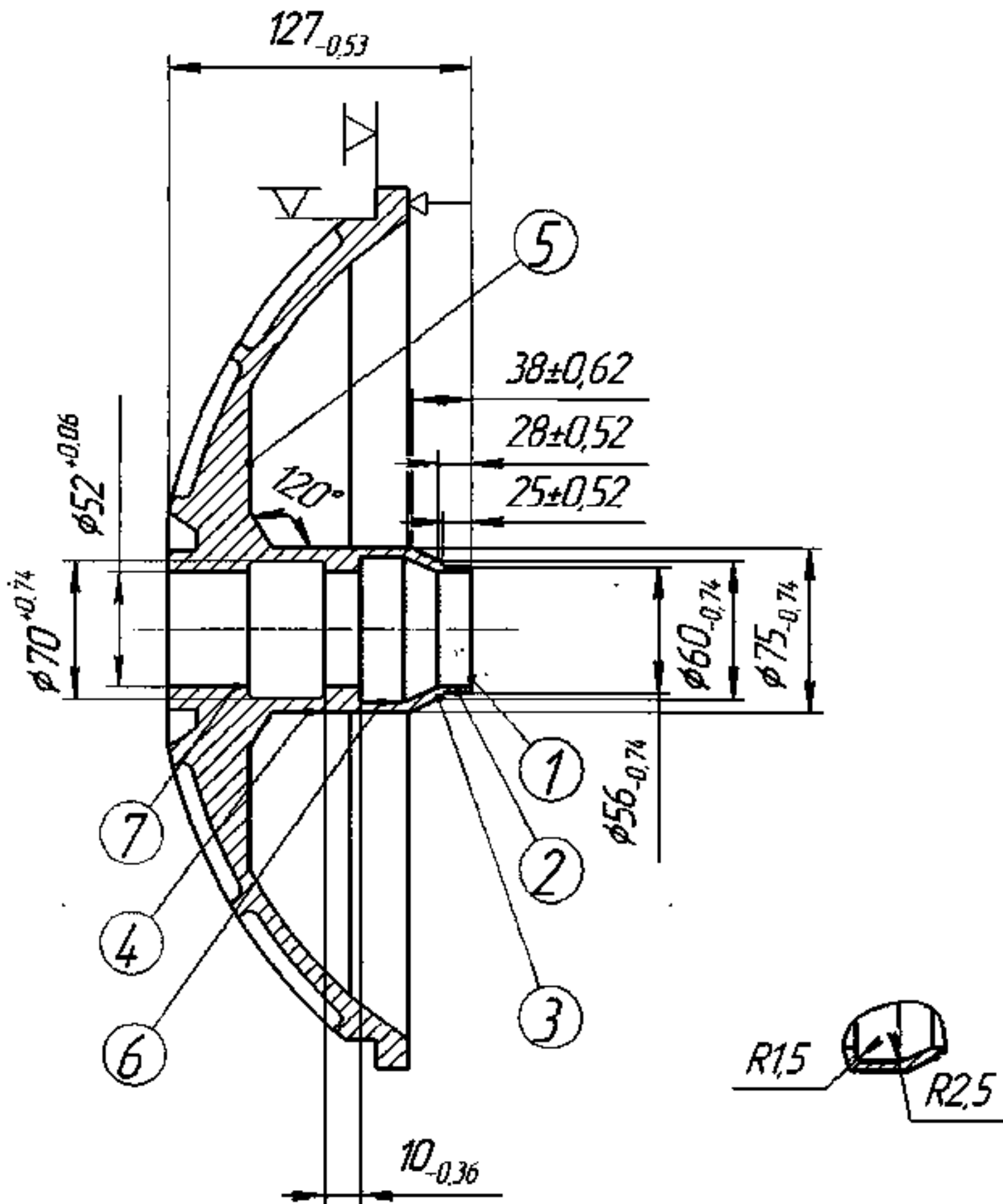


Рисунок 7 – Операционный эскиз операции 030

На операционном эскизе выделены все обрабатываемые поверхности, указана шероховатость обрабатываемых поверхностей, указаны технические требования торцевого биения, указаны размеры обрабатываемых поверхностей, но отсутствует линейная база.

Операция 035 Фрезеая.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист
23

На данной операции выполняется фрезерование внутренних окон детали на станке СФП-13 с ЧПУ. Заготовка устанавливается и закрепляется на специальном приспособлении. Используется следующий комплект баз: установочная. Эскиз 135 операции на рисунке 8.

Применяется режущий инструмент:

- Концевая фреза

Применяется измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89;

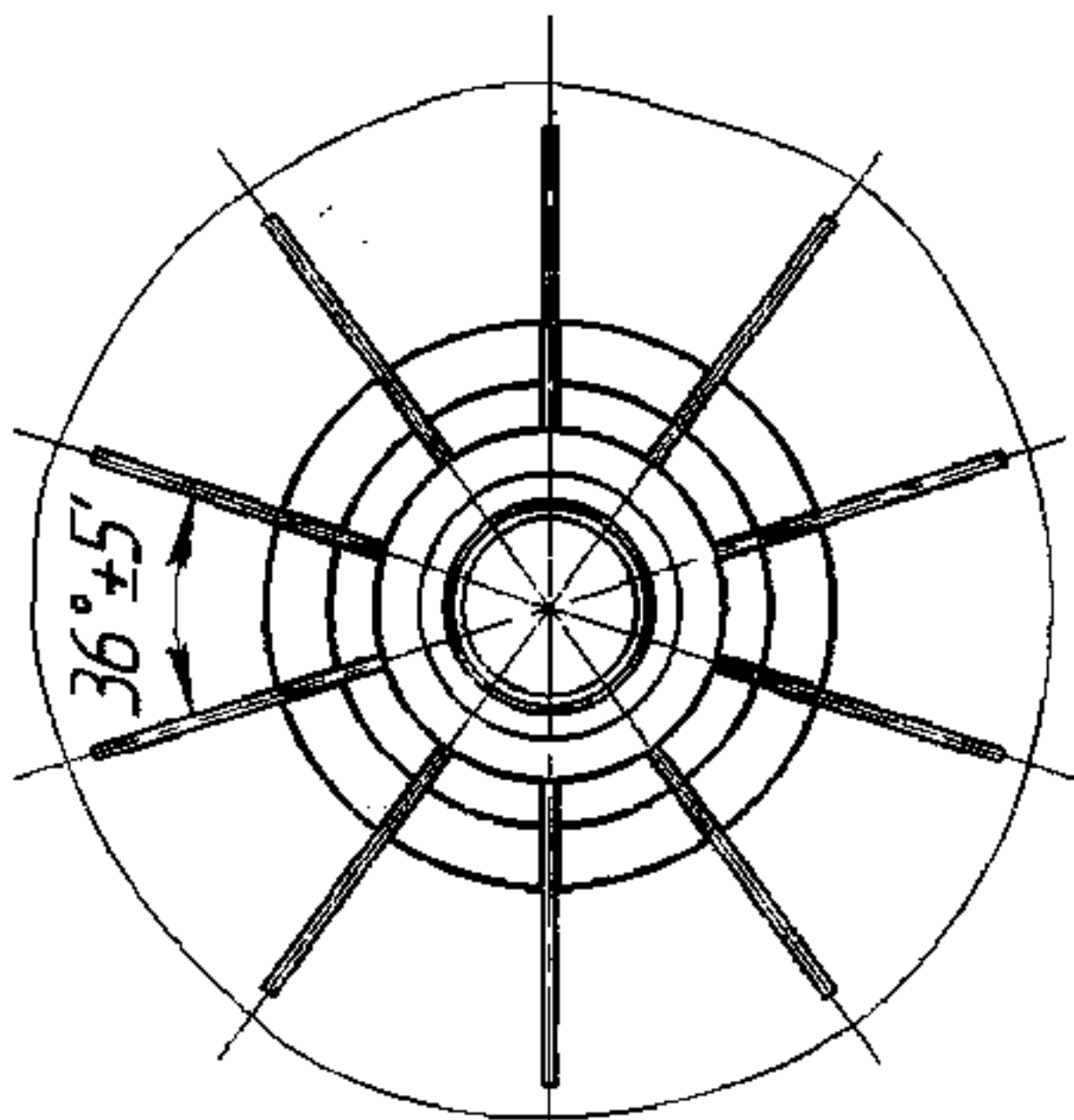


Рисунок 8– Операционный эскиз операции 035

На операционном эскизе выделены все обрабатываемые поверхности, указана шероховатость обрабатываемых поверхностей, указаны технические требования позиционного отклонения, указаны размеры обрабатываемых поверхностей.

										Лист
										24
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ					

действующем технологическом процессе фреза применяется на фрезерной операции 110.

Сверло ГОСТ 10903-77: 2301-0046 являются спиральным сверлом с коническим хвостовиком и применяются для сверления отверстий в сплошном металле. Значительно уступают в стойкости современным сверлам, следовательно чаще требуется их переточка. В действующем технологическом процессе сверла применяются на радиально-сверлильной операции 015.

Вывод: в действующем технологическом процессе применяется устаревший режущий инструмент, не обеспечивающий высокой производительности.

2.1.3 Размерно-точностной анализ действующего технологического процесса

Размерный анализ действующего технологического процесса проводится для проверки выполняемости замыкающих звеньев, а так же для расчета фактических значений припусков. Все конструкторские размеры в технологическом процессе выполняются, следовательно замыкающих звеньев нет. Размерная цепь составлена правильно. Проверочный расчет размерной цепи предоставлен на рисунке 9.

В ходе анализа были составлены уравнения для припусков и найдены их значения:

- $[27 \dots 28] = -12_{-0.3} + 16_{-0.5}^{+0.5} = 4_{-0.8}^{+0.8}$
- $[97 \dots 98] = 101_{0.43} - 99_{-1} = 2 \pm 1.43$
- $[107 \dots 108] = 117 \pm 1 - 101_{-0.43} + +13^{+0.43} = 3_{-1.43}^{+1.86}$
- $[147 \dots 148] = -12^{+0.3} - 127^{+0.63} + 149_{-1}^{+2} = 10_{-1.93}^{+2.93}$
- $[137 \dots 138] = 25_{-0.52}^{+0.52} + 10_{-0.3}^{+0.3} - 30_{-3}^{+1} = 5_{-3.45}^{+6.45}$
- $[67 \dots 68] = 103_{-0.3}^{+0.3} + 10_{-1.93}^{+2.03} - 108_{-1}^{+1} = 5_{-3.27}^{+4.27}$

В ходе проведения анализа размерной цепи я пришел к выводу что припуски завышены, технологический процесс нуждается в улучшении.

									Лист
									27
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

Рисунок 9 – Схема размерной цепи технологического процесса

2.2 Разработка проектного варианта технологического процесса

2.2.1 Аналитический обзор, выбор и обоснование способа получения исходной заготовки

В качестве метода получения исходной заготовки выбираем горячую штамповку.

Преимущества данного метода в том, что профиль исходной заготовки приближен к профилю готовой детали, следовательно объем последующей механической обработки сокращается. Механические свойства деталей, полученных методом горячей объемной штамповки на порядок лучше, чем, например у отливок, полученных литьем в песчаные формы. Так как при штамповке металл кристаллизуется под давлением, заготовки получаются без скрытых внутренних полостей, что значительно повышает их прочность. Метод горячей штамповки производителен (десятки и сотни штамповок в час).

Что предварительно оценить эффективность выбранного способа получения заготовки необходимо посчитать коэффициент использования материала (КИМ):

$$\text{КИМ} = \frac{m_d}{m_{\text{заг}}}, \quad \text{где} \quad (1)$$

m_d – масса детали,

$m_{\text{заг}}$ – масса заготовки.

В действующем технологическом процессе в качестве заготовки так же использовали поковку.

$m_{\text{заг}} = 10.5$ кг;

$m_d = 3,84$ кг.

Подставив значения в формулу (1) получим:

$$\text{КИМ} = \frac{3,84}{10.5} = 0,356$$

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Коэффициент использования материала низкий, что говорит о том, что больше половины металла уйдет в стружку. Так как деталь изготовлена из прутка АМгб и во время эксплуатации подвергается динамическим нагрузкам (структура заготовки должна быть без внутренних дефектов), то литье для получения заготовки применять нельзя, а при использовании периодического проката КИМ будет еще ниже.

2.2.2 Аналитический обзор и выбор основного технологического оборудования

Выбираем двух шпиндельный токарный обрабатывающий центр с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC (рисунок 11) – это многоцелевая машина, позволяющая применять токарную обработку детали сложной конфигурации, производить фрезерование и нарезание резьбы. Наличие протившпинделя обеспечивает полную двухстороннюю обработку деталей. Так же обеспечивается автоматическая загрузка инструмента из инструментального магазина как во фрезерный шпиндель, так и в токарный план-суппорт. Обрабатывающие центры повышают гибкость производства и производительность, так же отпадает потребность в операторах с высокой квалификацией.

									Лист
									29
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

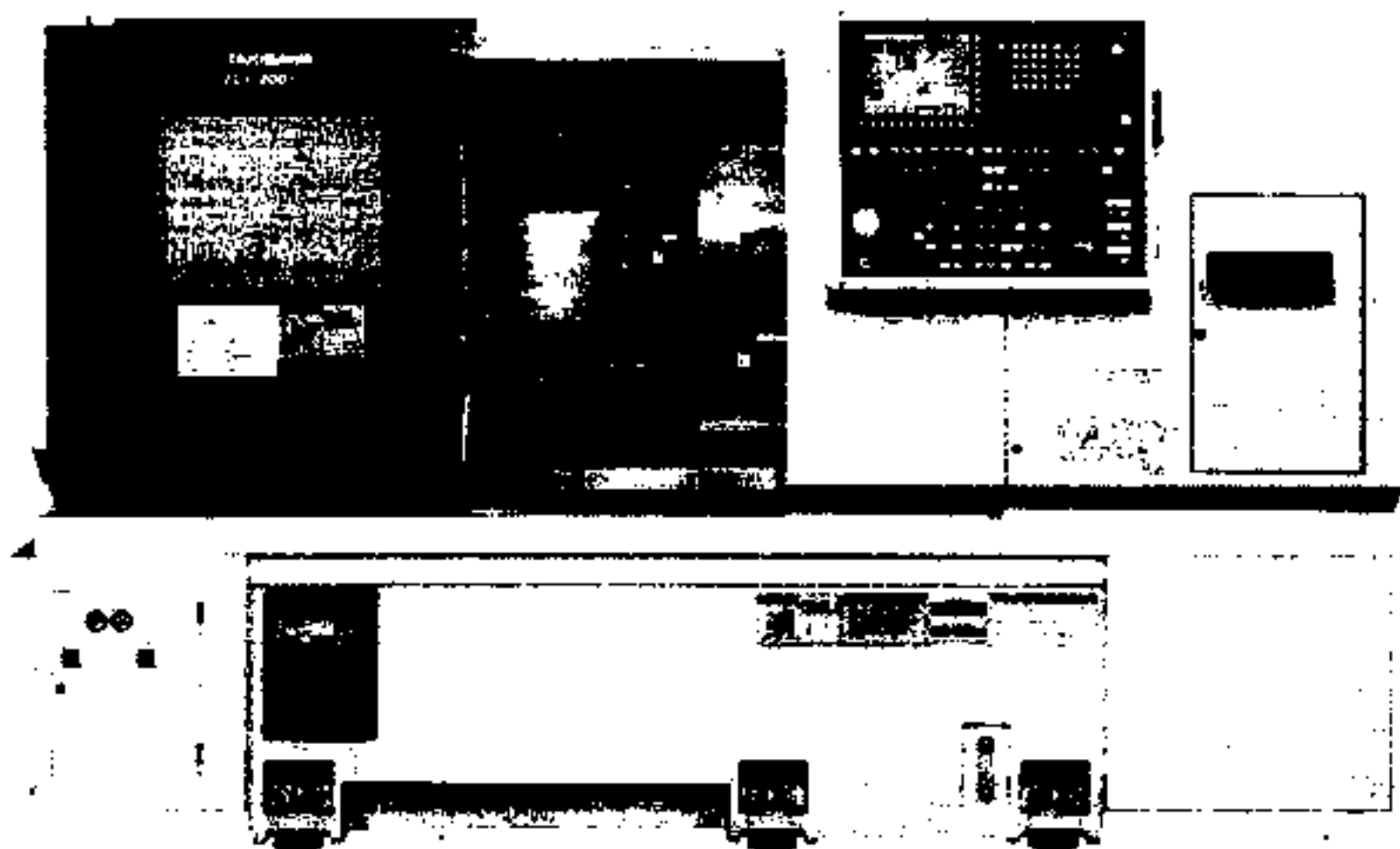


Рисунок 11 – Двухшпиндельный токарно обрабатывающий центр с ЧПУ
TREN SBL 300 CNC

Основные технические характеристики обрабатывающего центра представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики TREN SBL 300 CNC

Технические данные	Ед. изм	ТСУ-200У
Максимальный диаметр заготовки	мм	Ø 530
Максимальный диаметр точения	мм	Ø 260
Максимальная длина точения	мм	500
Ход по оси X (револьверная головка)	мм	198
Ход по оси Z (револьверная головка)	мм	485
Ход по оси Y (револьверная головка)	мм	±40
Размер патрона главного шпинделя, без патрона	мм	Ø 200 (8")
Частота вращения шпинделя	об/мин	4000
Диаметр отверстия в главном шпинделе	мм	Ø 92
Количество инструментальных позиций	шт	12

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

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

окончание таб. 1

Интерфейс револьверной головки	-	DIN 2080 ISO 40
Размеры инструмента для наружной обработки	мм	25 × 25
Размеры инструмента для внутренней обработки	мм	Ø 32
Количество приводных инструментальных позиций	шт	12
Частота вращения приводного инструмента	об/мин	6000
Перемещение задней бабки	мм	380
Мощность главного шпинделя	кВт	11
Потребляемая мощность	кВА	16
Бакгидростанции	л	19
Баксистемысмазки	л	1,8
Баксистемыохлаждения	л	200
Высотастанка	мм	1700
Длина × ширина	мм	2110×1695
Вес	кг	4100

2.2.3 Формирование маршрутно-операционной технологии проектного варианта

Маршрутный технологический процесс проектного варианта представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Маршрутный технологический процесс проектного варианта

№ операции	Наименование операции
000	Заготовительная
001	Транспортная
005	Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ
010	Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ
011	Термическая обработка
012	Транспортирование

смонтировать таб. 2

015	Фрезерная на фрезерном станке с ЧПУ
016	Транспортирование
020	Фрезерная на фрезерном станке с ЧПУ
021	Термическая обработка
022	Моечная
023	Контроль

Для дальнейшего описания технологического процесса произведем нумерацию поверхностей детали (рис. 16)

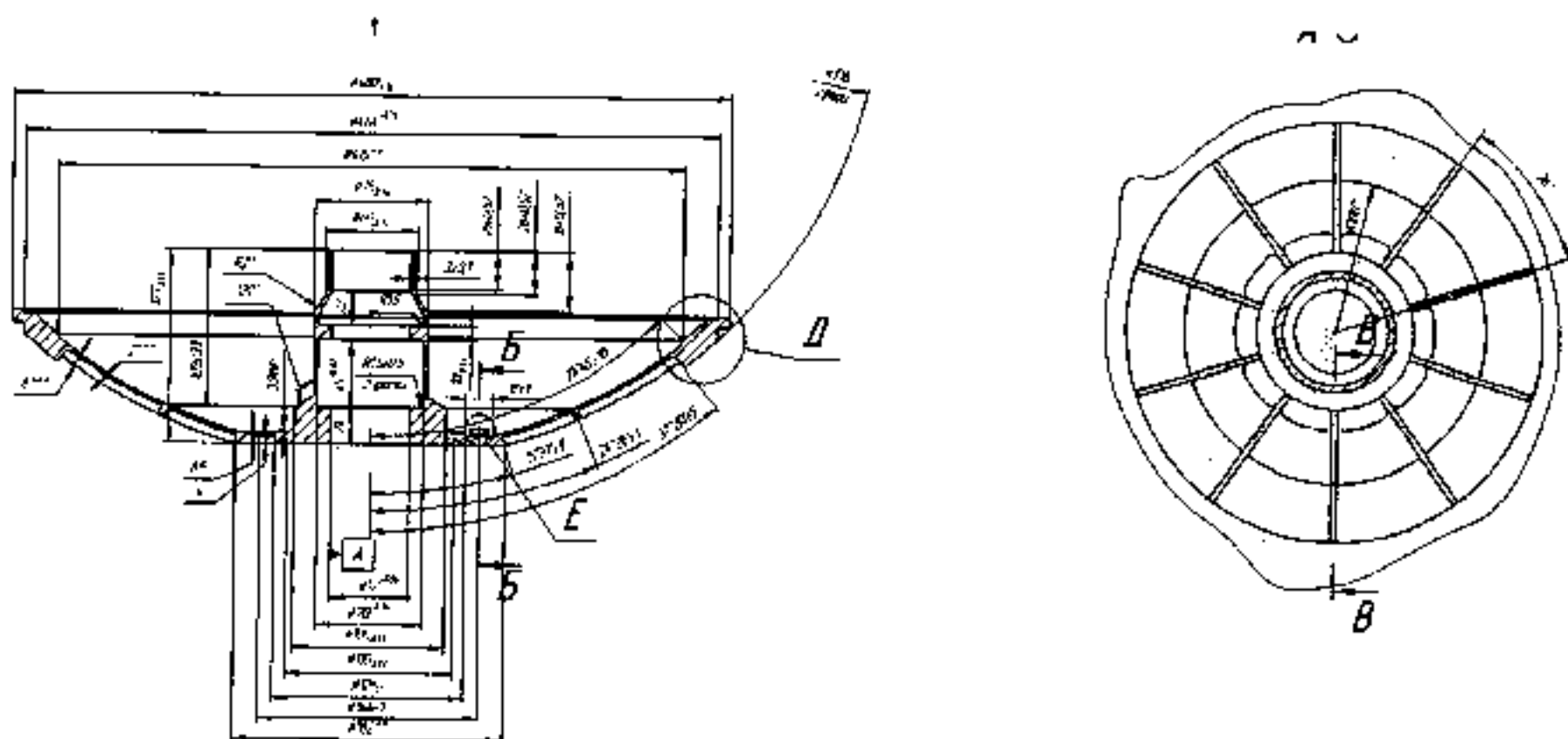


Рисунок 16

Операционный технологический процесс:

000 Заготовительная операция. Операционный эскиз представлен на рисунке 13.

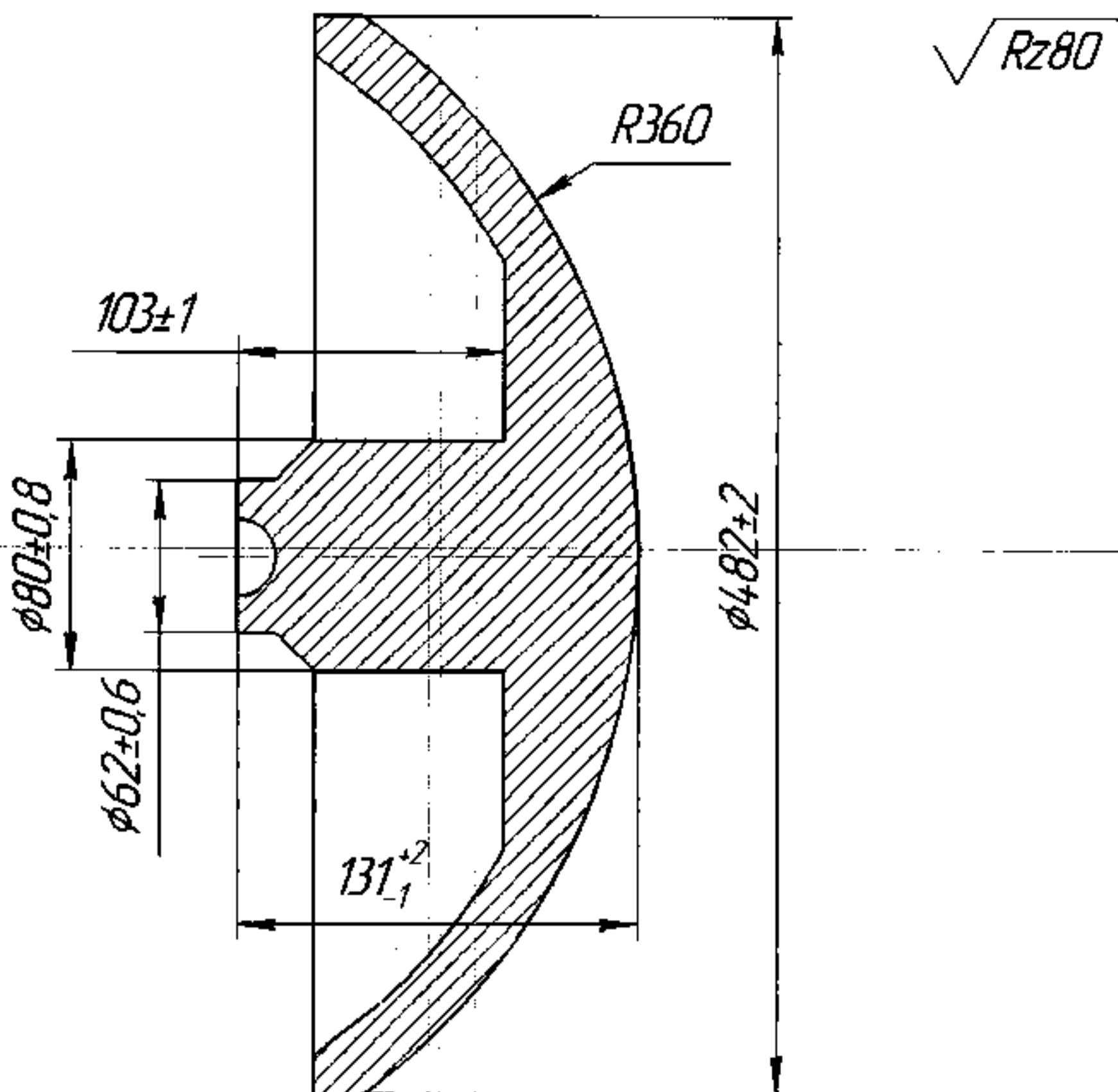


Рисунок 13 – Операционный эскиз 000 операции

Операция 005 Установ А Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ (рис. 14).

Последовательность основных и вспомогательных переходов:

- 1) установить заготовку в патрон и закрепить;
- 2) подрезать торец 2;
- 3) сверлить поверхность 1
- 4) точить поверхность 1
- 5) точить внутреннюю канавку 3
- 6) расточить канавку 4

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

33

Для фрезерных операций 015 и 020 выберем фрезерный станок с ЧПУ

Операция 015 Фрезерная с ЧПУ

1) фрезеровать окна выдерживая размеры указанные на эскизе.

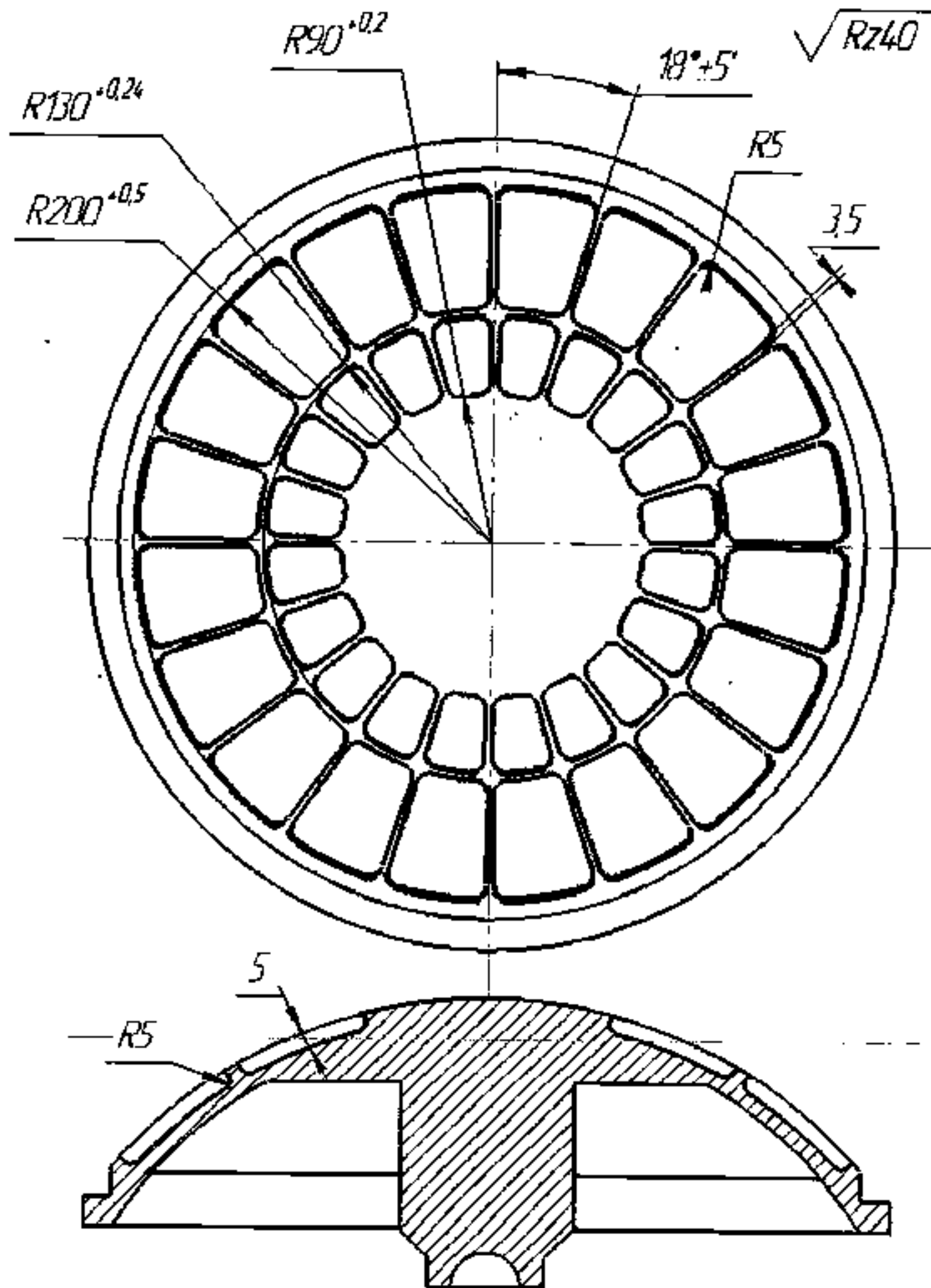


Рисунок 16 – Операционный эскиз 015 операции

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

36

межоперационных размеров в процессе механической обработки, а так же фактических припусков на обработку. Рассчитанные значения припусков используются в дальнейшем для расчета режимов резания.

На рисунке представлена
линейная размерная схема проектного варианта технологического процесса.

Все конструкторские размеры в технологическом процессе выполняются, следовательно замыкающих звеньев нет. Размерная цепь составлена правильно.

В ходе анализа были составлены уравнения для припусков:

$$[17 \dots 18] = (17 \dots 48) - (18 \dots 48);$$

$$[47 \dots 48] = (17 \dots 47) - (17 \dots 48);$$

$$[26 \dots 27] = (26 \dots 47) - (47 \dots 17) + (17 \dots 48) - (18 \dots 48) + (18 \dots 27);$$

$$[27 \dots 28] = (18 \dots 28) - (18 \dots 27);$$

$$[37 \dots 38] = -(18 \dots 38) + (17 \dots 37) - (17 \dots 48) + (18 \dots 48).$$

Подставим в уравнения соответствующие значения, посчитаем припуски и неизвестные операционные размеры.

Припуск [17 ... 18]:

$$[17 \dots 18] = B_{-0,46} - 60_{-0,74}$$

$$[17 \dots 18]_{\min} = (RZ + DF) + \frac{W}{2} - \Delta_0, \text{ где}$$

W – поле рассеяния составляющих звеньев,

Δ_0 – координата середины поля допуска.

Подставляя получим:

$RZ + DF = 0,25 + 0,4 = 0,65$ – шероховатость и дефектный слой после штамповки;

$$W = 0,46 + 0,74 = 1,2;$$

$$\Delta_0 = \frac{-0,46}{2} - \left(\frac{-0,74}{2} \right) = 0,14;$$

$$[17 \dots 18]_{\min} = 0,65 + \frac{1,2}{2} - 0,14 = 1,11_{-0,46}^{+0,74}$$

Выразим из уравнения припуска размер B :

$$B = [17 \dots 18] + 60 = 1,11 + 60 = 61,11$$

Так как данный размер в уравнении является уменьшающим звеном, то округляем в меньшую сторону, следовательно получаем:

$$B = 61,1_{-0,46}^{+0,74}$$

Припуск [47 ... 48]:

$$[47 \dots 48] = D \pm 1 - 61,1_{-0,46};$$

$RZ + DF = 0,25 + 0,4 = 0,65$ – шероховатость и дефектный слой после штамповки;

$$W = 0,46 + 2 = 2,46;$$

$$\Delta_0 = 0 - \left(\frac{-0,46}{2}\right) = 0,23;$$

$$[47 \dots 48]_{\min} = 0,65 + \frac{2,46}{2} - 0,23 = 1,65_{-0,1}^{+1,46}$$

Выразим из уравнения припуска размер Д:

$$D = [47 \dots 48] + 61,1 = 1,65 + 61,1 = 62,75$$

Так как данный размер в уравнении является увеличивающим звеном, то округляем в большую сторону, следовательно получаем:

$$D = 63 \pm 1.$$

Припуск [37 ... 38]:

$$[37 \dots 38] = -50_{-0,39} + B_{-0,46} - 61,1_{-0,46} + 60_{-0,74}$$

$RZ + DF = 0,26$ – шероховатость и дефектный слой после чернового точения;

$$W = 0,39 + 0,74 + 0,46 + 0,46 = 2,05;$$

$$\Delta_0 = \left(-\frac{0,46}{2} - \frac{0,74}{2}\right) - \left(-\frac{0,39}{2} - \frac{0,46}{2}\right) = -0,175;$$

$$[37 \dots 38]_{\min} = 0,26 + \frac{2,05}{2} + 0,175 = 1,46_{-1,2}^{+0,85}$$

Выразим из уравнения припуска размер Б:

$$B = 1,46 + 50 + 61,1 - 60 = 52,6;$$

$$B = 52,6_{-0,46}$$

Припуск [27 ... 28]:

$$[27 \dots 28] = 36^{+0,62} - A \pm 0,195$$

$RZ + DF = 0,26$ – шероховатость и дефектный слой после черного точения;

$$W = 0,62 + 0,39 = 1,01;$$

$$\Delta_0 = \left(\frac{0,62}{2} - 0 \right) = 0,31;$$

$$[27 \dots 28]_{\min} = 0,26 + \frac{1,01}{2} - 0,31 = 0,455^{+0,815}_{-0,15}.$$

Выразим из уравнения припуска размер A :

$$A = 36 - 0,455 = 35,545 \text{ мм.}$$

Так как данный размер в уравнении является уменьшающим звеном, то округляем в меньшую сторону, следовательно получаем:

$$A = 35,5 \pm 0,195.$$

Припуск $[27 \dots 26]$ находим вероятностным методом, так как уравнение состоит из пяти звеньев:

$$[26 \dots 27] = 35,5 \pm 0,195 - T \pm 0,8 - 62,8 \pm 1 + 61,1_{-0,46} - 60_{-0,74};$$

$$T = t \sqrt{\sum \lambda^2 T_{Ai}^2}, \text{ где}$$

$t=2$ – для расчета с точностью 95 %;

$\lambda = \frac{1}{\sqrt{6}}$ – для серийного производства;

T_{Ai} – допуск составляющего звена.

Подставляя значения получим:

$$T = 2 \sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{6}} \right)^2 \cdot (0,39^2 + 1,6^2 + 2^2 + 0,46^2 + 0,74^2)} = 2,23;$$

$$\Delta_0 = \left(0 + 0 - \frac{0,46}{2} \right) - \left(0 - \frac{0,74}{2} \right) = 0,14;$$

Найдем верхнее и нижнее отклонение припуска по формулам:

$$\text{в. о.} = \Delta_0 + \frac{T}{2} = 0,14 + \frac{2,23}{2} = 1,255;$$

$$\text{н. о.} = \Delta_0 - \frac{T}{2} = 0,14 - \frac{2,23}{2} = -0,975;$$

Определим минимальный требуемый припуск:

$RZ + DF = 0,25 + 0,4 = 0,65$ – шероховатость и дефектный слой после штамповки;

$$[27 \dots 26]_{\min} = 0,65 + \frac{2,23}{2} - 0,14 = 1,625_{-0,975}^{+1,255}$$

Выразим из уравнения припуска размер Γ :

$$\Gamma = 1,625 - 35,5 + 62,8 - 61,1 + 60 = 27,925 \text{ мм.}$$

Так как данный размер в уравнении является увеличивающим звеном, то округляем в большую сторону, следовательно получаем:

$$\Gamma = 28 \pm 0,1.$$

									Лист
									41
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

Сверление

Глубина резания при сверлении принимается равной половине диаметра сверла.

$$t = \frac{D}{2}$$

$$t = \frac{25}{2} = 12.5$$

Подачу корректируют по формуле

$$S_0 = S_{OT} \cdot K_{SM}, (2)$$

где $K_{SM} = 1,5$ – поправочный коэффициент на подачу, его выбирают по карте 53 [3].

С учетом коэффициента по формуле (8):

$$S_0 = 0,6 \cdot 1,5 = 0,9 \text{ мм/об.}$$

Скорость корректируют по формуле:

$$v = v_T \cdot K_{VM} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{VW} \cdot K_{VI} \cdot K_{V1} (3)$$

По карте 53 [3] выбираем коэффициенты в зависимости от:

- стали $K_{VM} = 1,5$;
- применения охлаждения $K_{VЖ} = 1$;
- состояния поверхности $K_{VW} = 1$;
- инструментального материала $K_{VI} = 1$;
- длины рабочей части сверла $K_{V1} = 0,8$;
- отношения периода стойкости фактического к нормативному $K_{VT} = 1,2$.

Подставляя значения в формулу (9) получим:

$$v = 0,6 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 46 \text{ м/мин.}$$

Скорректированную частоту вращения шпинделя рассчитываем по формуле (8):

$$n = \frac{1000 \cdot 46}{3,14 \cdot 25} = 585 \text{ мин}^{-1}$$

Скорость резания V_S определяют по формуле:

$$v_S = S_0 \cdot n = 0,6 \cdot 585 = 351 \text{ мм/мин.}$$

									Лист
									44
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

Мощность резания и осевую силу при сверлении определяем по формулам (10) и (11):

$$N = \frac{N_T}{K_{MM}}, \quad (4)$$

$$P = \frac{P_T}{K_{PM}}, \quad (5)$$

где K_{MM} , K_{PM} – поправочные коэффициенты от механических свойств обрабатываемого материала.

По карте 53 [3] выбираем поправочные коэффициенты:

$$K_{MM} = K_{PM} = 0,67.$$

Подставляя значения в формулы (10,11) получим:

$$N = \frac{1,35}{0,67} = 2,014 \text{ кВт},$$

$$P = \frac{6193}{0,67} = 9,23 \text{ кН}.$$

Точение:

Выбор стадий обработки.

По карте 1, лист 3 [3] определяем необходимые стадии обработки. Для получения размеров детали, соответствующих 14-му качеству, из заготовки 16-го качества необходимо вести обработку в одну стадию: черновую. Для получения 12-го качества необходимо вести обработку в две стадии: черновую и получистовую.

Выбор глубины резания.

Исходя из результатов размерного анализа проектного варианта технологического процесса, принимаем глубину резания для поверхности 1 $t=4$ мм. Для поверхности 3 выбираем глубину резания $t=4,2$ мм и $t=2$. Для поверхностей 5, 6 глубину резания на получистовой стадии определяем по карте 2 [3] $t=1$ мм, следовательно для черновой стадии $t=2,5$ мм. для поверхности 4 выбираем глубину резания для черновой стадии $t=2$, чистой 0,5

Используемый инструмент.

									Лист
									45
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

[3] $t=1$ мм, следовательно для черновой стадии $t=2,5$ мм. для поверхности 4 выбираем глубину резания для черновой стадии $t=2$, чистовой 0,5

Используемый инструмент.

Применяемый режущий инструмент описан в пункте 3.3.

Выбор подачи.

Для черновой и получистовой стадии обработки подачу выбираем по карте 3 [3]. Поверхность 1: при точении детали диаметром до 180 мм с глубиной резания до 5мм рекомендуется подача $S_{от}=0,78$ мм/об. По карте 3 [3] определяем поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от инструментального материала – $K_{сн}=1,0$.

Поверхность 3 черновая стадия: $S_{от}=0,78$ мм/об; $K_{сн}=1,10$.

Поверхность 3 получистовая стадия: $S_{от}=0,55$ мм/об; $K_{сн}=1,10$

Поверхность 5, 6 черновая стадия: $S_{от}=0,78$ мм/об; $K_{сн}=1,05$.

Поверхность 5, 6 получистовая стадия: $S_{от}=0,78$ мм/об; $K_{сн}=1$

Поверхность 4 черновая стадия: $S_{от}=0,25$ мм/об; $K_{сн}=1,10$

Поверхность 4 получистовая стадия: $S_{от}=0,20$ мм/об; $K_{сн}=1$

По карте 5 [3] определяем поправочные коэффициенты на подачу для черновой и получистовой стадии обработки для измененных условий обработки в зависимости от:

- сечения державки резца $K_{сд}=1$;
- прочности режущей части $K_{ср}=0,75$;
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{см}=0,9$;
- схемы установки заготовки $K_{сг}=0,8$;
- состояние поверхности заготовки $K_{сп}=0,85$;
- геометрических параметров резца $K_{сф}=1,4$;
- жесткости станка $K_{сж}=1,0$.

Окончательную подачу для черновой и получистовой стадии обработки определяем по формуле (6):

$$S_0 = S_{от} \cdot K_{сн} \cdot K_{сд} \cdot K_{ср} \cdot K_{см} \cdot K_{сг} \cdot K_{сп} \cdot K_{сф} \cdot K_{сж} \quad (6)$$

									Лист
									46
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

Подставляя значения в формулу (2) найдем окончательную подачу для поверхности 1:

$$S_0 = 0,78 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,4 = 0,5 \text{ мм/об};$$

для поверхности 3 черновая:

$$S_0 = 0,78 \cdot 1,10 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,4 = 0,55 \text{ мм/об};$$

для поверхности 3 получистовая:

$$S_0 = 0,55 \cdot 1,10 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,4 = 0,38 \text{ мм/об};$$

для поверхности 5, 6 на черновой стадии:

$$S_0 = 1,40 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,4 = 0,6 \text{ мм/об};$$

для поверхности 5, 6 на получистовой стадии:

$$S_0 = 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,4 = 0,58 \text{ мм/об}.$$

для поверхности 4 на черновой стадии:

$$S_0 = 0,25 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,4 = 0,17 \text{ мм/об};$$

для поверхности 4 на получистовой стадии:

$$S_0 = 0,20 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,4 = 0,16 \text{ мм/об}$$

Выбор скорости резания.

Рекомендуемые значения скорости резания для черновой и получистовой стадии обработки выбираем по карте 21 [3].

Для черновой стадии обработки поверхности 1 с глубиной резания до 5 мм и подачей $S_0=0,5$ мм/об., скорость резания $v_T=337$ м/мин.

По карте 21 [3] выбираем поправочные коэффициенты для черновой и получистовой стадии обработки в зависимости от инструментального материала $K_{ви}=1$.

Для поверхности 3 черновой: $v_T=337$ м/мин., $K_{ви}=1$.

Для поверхности 3 получистовой: $v_T=483$ м/мин., $K_{ви}=1$.

Для поверхности 5, 6 на черновой стадии обработки: $v_T=339$ м/мин., $K_{ви}=1,0$.

Для поверхности 5, 6 на получистовой стадии обработки: $v_T=339$ м/мин., $K_{ви}=1,0$.

Для поверхности 4 на черновой стадии обработки: $v_T=609$ м/мин., $K_{ви}=0,85$.

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

Для поверхности 4 на получистовой стадии обработки: $v_T=609\text{м/мин.}$,
 $K_{вж}=0,85$.

По карте 23 [3] выбираем остальные поправочные коэффициенты на скорость резания при черновой и получистовой стадии обработки для измененных условий в зависимости от:

- группы обрабатываемости материала $K_{вс}=1$;
- вида обработки $K_{во}=1$;
- жесткости станка $K_{вж}=1$;
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{вм}=0,8$;
- геометрических параметров резца $K_{вф}=1,1$;
- период стойкости режущей части $K_{вТ}=1$;
- наличия охлаждения $K_{вж}=1$.

Окончательную скорость резания для черновой стадии обработки определяем по формуле (7):

$$v = v_T \cdot K_{вс} \cdot K_{во} \cdot K_{вж} \cdot K_{вм} \cdot K_{вф} \cdot K_{вТ} \cdot K_{вж} \quad (7)$$

Подставляя значения в формулу (2) найдем значения окончательной скорости резания для поверхности 1:

$$v = 337 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 296\text{м/мин};$$

для поверхности 3 черновой

$$v = 337 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 296\text{м/мин};$$

для поверхности 3 получистовой

$$v = 483 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 425\text{м/мин};$$

для поверхности 5, 6 на черновой стадии обработки:

$$v = 339 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 298\text{м/мин};$$

для поверхности 5, 6 на получистовой стадии обработки:

$$v = 339 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 298\text{м/мин};$$

для поверхности 4 на черновой стадии обработки:

$$v = 609 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 455\text{м/мин}$$

									Лист
									48
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

для поверхности 4 на получистовой стадии обработки:

$$v = 609 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 455 \text{ м/мин};$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле (8):

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (8)$$

где D – диаметр обработки.

Подставляя значения в формулу (8) найдем значения фактической частоты вращения шпинделя для поверхности 1:

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot 296}{3,14 \cdot 52} = 1815 \text{ мин}^{-1};$$

для поверхности 3 черновая:

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot 296}{3,14 \cdot 70} = 1345 \text{ мин}^{-1};$$

для поверхности 3 получистовая:

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot 425}{3,14 \cdot 70} = 1931 \text{ мин}^{-1};$$

для поверхности 5, 6 на черновой стадии обработки:

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot 298}{3,14 \cdot 480} = 197 \text{ мин}^{-1};$$

для поверхности 5, 6 на получистовой стадии обработки:

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot 298}{3,14 \cdot 480} = 197 \text{ мин}^{-1};$$

для поверхности 4 на черновой стадии обработки:

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot 455}{3,14 \cdot 129} = 1123 \text{ мин}^{-1};$$

для поверхности 4 на получистовой стадии обработки:

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot 455}{3,14 \cdot 129} = 1123 \text{ мин}^{-1};$$

Тогда фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000}, \quad (9)$$

Подставляя значения в формулу (9) найдем значения фактической скорости резания для обработки поверхности 1:

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 52 \cdot 1815}{1000} = 283,5 \text{ м/мин};$$

для поверхности 3 черновая:

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 1345}{1000} = 282,4/\text{мин};$$

для поверхности 3 получистовая:

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 1931}{1000} = 405,5/\text{мин};$$

для поверхности 5, 6 на черновой стадии обработки:

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 480 \cdot 197}{1000} = 296\text{м}/\text{мин};$$

для поверхности 5, 6 на получистовой стадии обработки:

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 480 \cdot 197}{1000} = 296\text{м}/\text{мин}.$$

для поверхности 4 черновая:

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 129 \cdot 1123}{1000} = 434,6\text{м}/\text{мин};$$

для поверхности 4 получистовая:

$$v_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 129 \cdot 1123}{1000} = 434,6\text{м}/\text{мин};$$

Минутную подачу рассчитывают по формуле:

$$S_M = n_{\phi} \cdot S_0(6)$$

Подставив значения в формулу (6) получим минутную подачу для обработки поверхности 1:

$$S_M = 1815 \cdot 0,5 = 907\text{мм}/\text{мин};$$

Аналогичным образом рассчитаем минутную подачу для каждой поверхности.

Проверка выбранных режимов по мощности привода главного движения.

Для черновой стадии обработки табличную мощность резания определяют по карте 21 [3]. Для черновой стадии обработки с глубиной резания до 5 мм и подачей $S_0=0,78$ мм/об. мощность резания $N_T=12,0$ кВт. По карте 24 [3] определяем поправочный коэффициент на мощность в зависимости от твердости обрабатываемого материала $K_N = 1,10$.

Табличную мощность резания корректируем по формуле (10):

									Лист
									50
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.					

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

$$N = N_T \cdot K_N \cdot \frac{v_\phi}{v_T}, \quad (10)$$

где v_ϕ – фактическая скорость резания;

v_T – табличная скорость резания.

Подставляя значения получим:

$$N = 12,0 \cdot 1,10 \cdot \frac{283,5}{337} = 11,1 \text{ кВт.}$$

Полученное значение мощности резания меньше, допустимой применяемым оборудованием, следовательно, применение найденных режимов резания возможно.

Операция 010 фрезерная.

Фрезерование пазов.

По [2] выбираем глубину резания и подачу: $t=5$, $s_z=0,16$

Скорость резания определяем по формуле 10:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x s_z^y B^u Z^p} K_{MV} K_{PV} K_{IV};$$

где $C_v=46,7$, $q=0,45$, $T=80$, $m=0,33$, $x=0,5$, $y=0,5$, $u=0,1$, $p=0,1$, $K_{MV}=1,6$
 $K_{PV}=1$, $K_{IV}=1$

$$V = \frac{46,7 \cdot 55^{0,45}}{80^{0,33} 12^{0,5} 0,16^{0,5} 8^{0,1} 3^{0,1}} 1,6 \cdot 1 \cdot 1 = 27,54$$

Таблица 3 – Сводная таблица режимов резания

Операция 005 установ А

Номер поверхности	Описание перехода	Глубина резания t , мм	Подача S , мм/об.	Скорость резания v , м/мин	Мощность резания N , кВт
1	сверление	12,5	0,6	9,8	1,99
1	расточивание	4	0,5	283,5	6,61
3	Черновое расточивание	4,2	0,55	282,4	8,89
3	Получистовое расточивание	2	0,38	405,5	10,66

5.6	Черновое точение	2,5	0,6	296	7,54
5.6	Получистовое точение	1	0,58	296	6,88
4	черновое точение	2	0,17	434,6	8,65
4	Получистовое точение	0,5	0,16	434,6	8,65

Операция 005 установ Б

2	Черновое точение	2	0,5	290,4	7,85
3	Черновое точение	1,5	0,48	252,7	6,89
4	Черновое точение	2	0,45	248,4	6,54
6	Черновое точение	3	0,52	293,5	7,15

Фрезерная операция 010

1	Черновое фрезерование	5	0.10	23	1,79
2	Черновое фрезерование	5	0.10	23	1,79

Фрезерная операция 015

1	Черновое фрезерование	5	0.5	28.1	1,84
2	Черновое фрезерование	4	0.5	25.3	1,65

Расчет норм времени

Произведем подробное нормирование операции 005 комплексной на обрабатывающем центре с ЧПУ (Установ А).

Норма времени состоит из нормы штучного времени и подготовительно-заключительного времени и определяется по формуле 1:

$$T = T_{шт} + \frac{T_m}{n}, \quad (11)$$

где n – количество деталей в партии.

Норма штучного времени для станков с ЧПУ определяется по формуле (12):

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_v \cdot K_{ТВ}) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{ТЕХ} + \alpha_{ОРГ} + \alpha_{ОТД}}{100}\right), \quad (12)$$

где $K_{ТВ}=1$ – коэффициент ручного вспомогательного времени, определяемый по карте 1 [4]);

T_v – ручное вспомогательное время, определяется по формуле (13):

$$T_v = T_{в.у} + T_{в.оп} + T_{в.изм}, \quad (13)$$

где $T_{в.у}$ – время на установку и снятие детали, по карте 3 [4] определяем:

$T_{в.у} = 1,65$ мин;

$T_{в.оп}$ – вспомогательное время, связанное с операцией (не вошедшее в программу: время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки), по карте 14 [4] определяем: $T_{в.оп} = 2,7$;

$T_{в.изм}$ – вспомогательное не перекрываемое время на измерение, по карте 15 [4] определяем: $T_{в.изм} = 0,08$ мин.

Подставляя значения в формулу (13), получим:

$$T_v = 1,65 + 2,7 + 0,08 = 4,43 \text{ мин.}$$

Время цикла автоматической работы станка по программе $T_{ца}$ определяется по формуле (14):

$$T_{ца} = T_{оа} + T_{мв}, \quad (14)$$

где $T_{оа}$ – основное время автоматической работы станка по программе, определяется по формуле (14);

$T_{мв} = 0,7$ мин – машинно-вспомогательное время по программе (перемещения холостого хода, поворот револьверной головки, отвод инструмента в ноль, технологические паузы и т.п.).

										Лист
										53
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ					

$$T_{OA} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{mi}}, \quad (15)$$

где L_i — длина пути, проходимого инструментом подачи с учётом врезания и перебега на переходе;

S_{mi} — минутная подача на переходе. Подставляя значения в формулу 15, получим:

$$T_{OA} = \frac{140}{98} + \frac{119}{45} + \frac{123}{38} + \frac{81}{44} + \frac{116}{73} + \frac{153}{73} + \frac{228}{32} + \frac{356}{32} + \frac{286}{32} + \frac{318}{32} + \frac{283}{72} + \frac{240}{22} + \frac{241}{22} + \frac{190}{22}$$

$$T_{OA} = 4,52 \text{ мин.}$$

Подставляя значения в формулу (14), получим:

$$T_{цз} = 4,52 + 0,7 = 5,22 \text{ мин.}$$

Коэффициент $\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{орг}} + \alpha_{\text{отд}}$ времени на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности определяется по карте 16 [4]: $\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{орг}} + \alpha_{\text{отд}} = 14\%$

Подставляя значения в формулу (12), рассчитаем норму штучного времени на операции:

$$T_{шт} = (5,22 + 4,52) \cdot (1 + 0,14) = 11,1 \text{ мин}$$

Режимы резания и нормы времени для остальных переходов на операциях и штучное время операций были рассчитаны аналогично с помощью справочника [4].

Норма подготовительно-заключительного времени определяется по формуле (16):

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пз3}, \quad (16)$$

где $T_{пз1}$ — время на организационную подготовку, по карте 21 [4] определяем:

$$T_{пз1} = 18 \text{ мин;}$$

$T_{пз2}$ — время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств, по карте 21 [4] определяем: $T_{пз2} = 25,9 \text{ мин;}$

$T_{ПЗЗ}$ – время на пробную обработку, по карте 28[4] определяем: $T_{ПЗЗ}=29,2$ мин.

Подставляя значения в формулу (16) получим:

$$T_{ПЗ} = 18 + 25,9 + 29,2 = 73,1 \text{ мин.}$$

Полученные значения норм времени занесем в таблицу 4.

Таблица 4 – Сводная таблица норм времени

Номер операции	Наименование операции	Установ	№ Перехода	Сумма основного времени на операции, T_0	Сумма вспомогательного времени на операции, $T_{всп}$	Норма штучного времени, $T_{шт}$	Норма подготовительно-заключительного времени, $T_{ПЗ}$
005	Токарная на ОЦ с ЧПУ	А	1	4,52	4,43	11,1	45,1
		Б	1	4,13	4,21	10,1	-
010	Фрезерная с ЧПУ	А	1	11,03	13	30,1	28
015	Фрезерная с ЧПУ	А	1	11	14	30,4	14

Итого время обработки одной детали $T=81,7$ мин.

Благодаря обработке детали на станках с ЧПУ время на механическую обработку одной детали существенно сократилось.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Аналитический обзор и выбор стандартизированной технологической оснастки

Патроны 3-х кулачковые гидравлические серии предназначены для закрепления и обработки заготовок круглой и шестигранной формы на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах. Механизированные токарные патроны способны сократить время рабочего на 50-70%, так как для замены заготовок не надо пользоваться ручными ключами, а достаточно один раз настроить силу зажима заготовки. Управление механизмом зажима осуществляется при помощи гидропривода. Настройка на необходимый диаметр зажима осуществляется переустановкой накладных закаленных или незакаленных кулачков по рифлениям основных кулачков.

Выбираем механизированный патрон SMW-AUTOBLOCKAN-M250с (рис. 18). Размеры патрона приведены в таблице 5, технические данные в таблице 6.

Таблица 5 – Размеры патрона SMW-AUTOBLOCKAN-M250

Тип крепления	Единица измерения	Значение	Параметр	Единица измерения	Значение
A2					
A	мм	254	L	мм	28
BF	мм	106.375	M	мм	M32x1.5
C	мм	-	R1	мм	128
Ca	мм	133.4	S	мм	103
D	мм	13.5	U	мм	5
E	мм	47	W	мм	60
F1	мм	M24	X	мм	8
F2	мм	M38x1.5	YF	мм	24
HF	мм	114	Z	мм	24/10
K	мм	25	e	мм	77

Таблица 6 – Технические данные патрона SMW-AUTOBLOCKAN-M250

Таблица 6 – Технические данные патрона SMW-AUTOBLOCKAN-M250

Количество кулачков	Мм	3
Радиальный ход кулачка	Мм	5
Осевой ход кулачка	кН	24
Максимальное тяговое усилие	кН	50
Максимальное усилие зажима	Об/мин	150
Максимальная частота вращения	кг	4000
Масса	кг	32
Момент инерции	кг*м ²	0,26

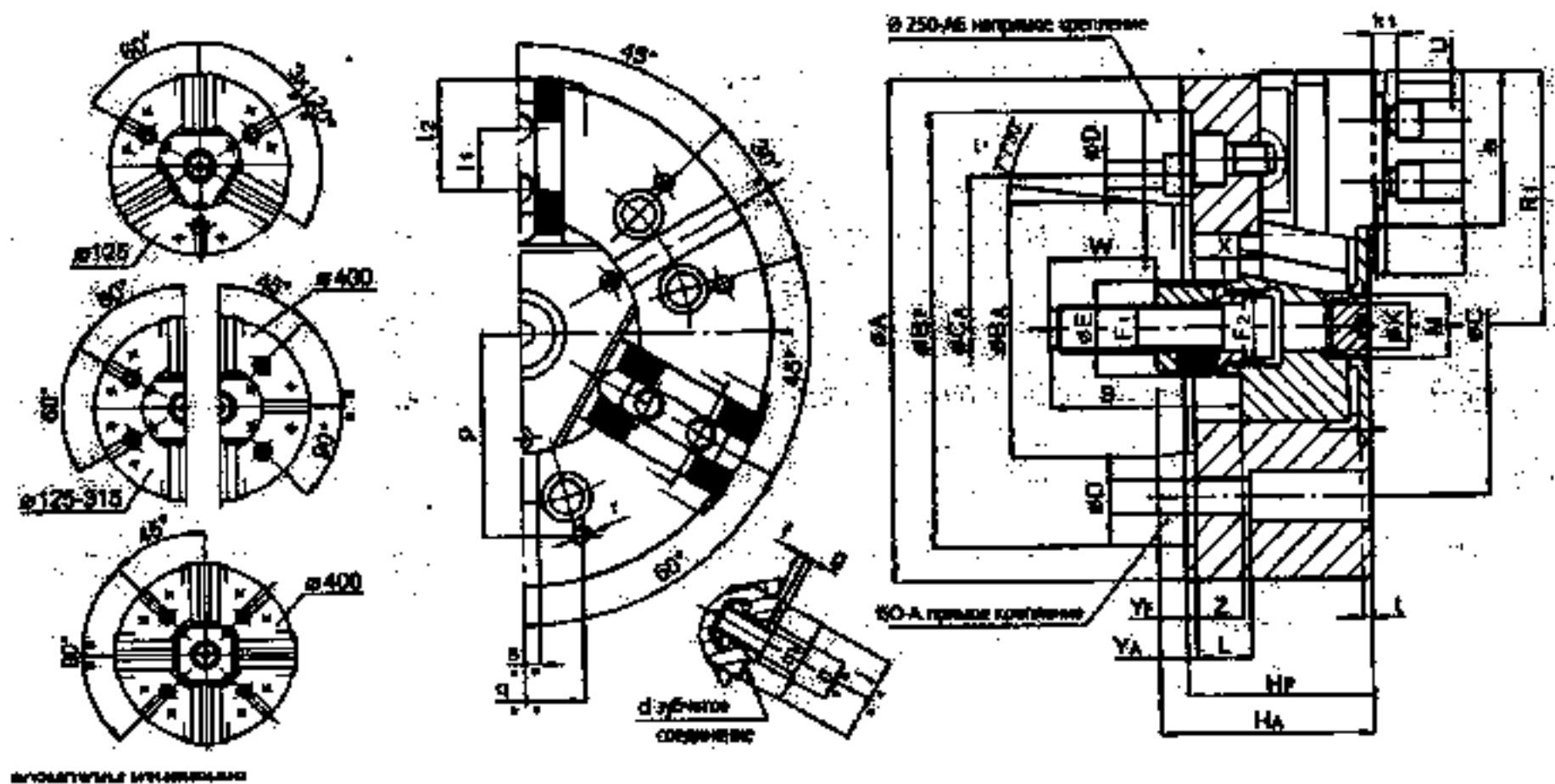


Рисунок 18 – Патрон трехкулачковый SMW-AUTOBLOCKAN-M250

Для трехкулачкового механизированного патрона SMW-AUTOBLOCKAN-M250 подобрали кулачки закаленные AUTOBLOCKGSTHG-N315 (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Размеры кулачков: В=32 мм; Н=66 мм; h=32 мм; L=117 мм; Т=10 мм; А1=20-115 мм; А2=85-180 мм; А3=140-235 мм; J4=255-350 мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

57

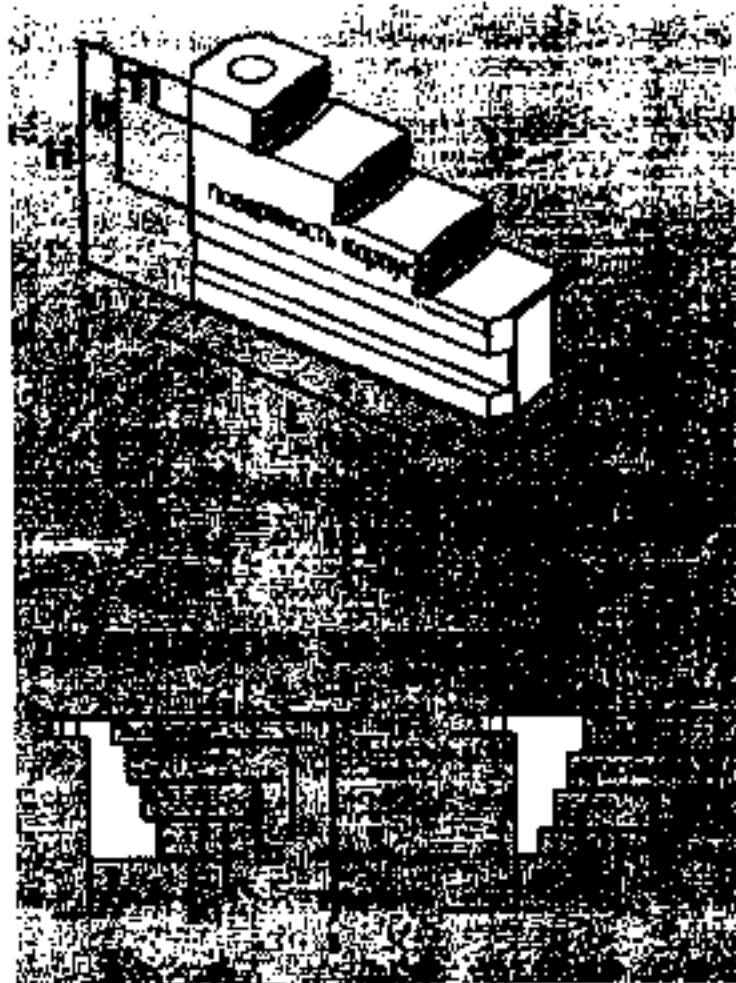


Рисунок 19 – Кулачки AUTOBLOCKGSTHG-N315

Благодаря механизированному патрону, время на установку заготовки сокращается более чем на 50%.

3.2 Аналитический обзор и выбор стандартизованной технологической оснастки

Для крепления призматической державки резца PRAMETSCLCR/L 2525 M 12-M-A в револьверной головке станка выбираем резцедержатель DIN69880 B1-25x16x30 правый (ГОСТ 24900-81), представленный на рисунке. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Параметры резцедержателя: $h_1=25$ мм; $L_2=30$ мм; $L_1=16$ мм; $b_1=55$ мм; $b_2=30$ мм; $h_5=25$ мм; $h_6=30$ мм.

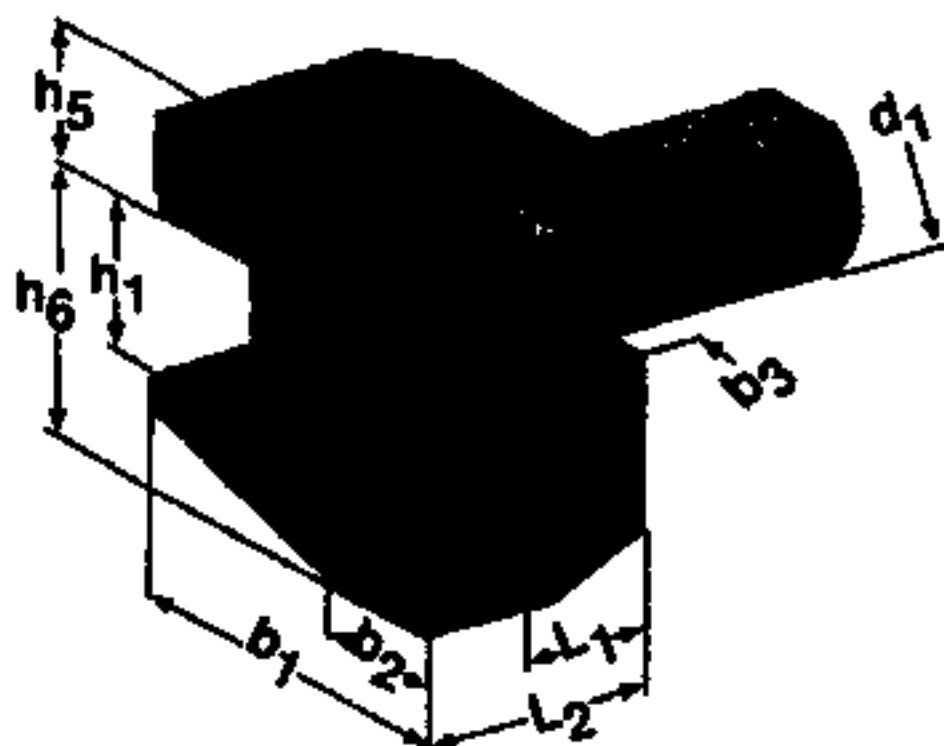


Рисунок 20 – Резцедержатель DIN69880 В1-25x16x30(ГОСТ 24900-81)

Для расточного резца PRAMETA30V-DCLNR/L 12выбираем переходную втулку для резцедержателя типа E2-32x40 ГОСТ 24900-81к цилиндрическому хвостовику, представленный на рисунке

Параметры втулки: $d=40$ мм; $d_1=32$ мм; $L=80$ мм; $a=12,5$ мм; $L_1=54$ мм.

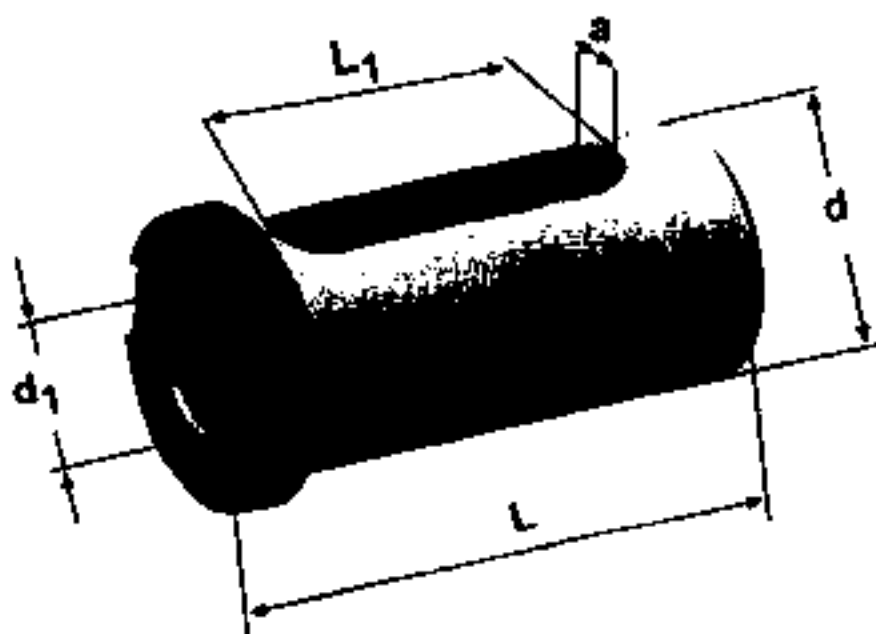


Рисунок 21 – Переходная втулка E2-32x40 (ГОСТ 24900-81)

Для крепления системы в револьверной головке станка выбираем держатель для расточных резцов DIN69880E2-30x40 ГОСТ 24900-81,

представленный на рисунке . Параметры резцедержателя: $d_1=30$ мм; $d_2=40$ мм; $d_6=68$ мм; $d_8=68$ мм; $h_1=28$ мм; $h_2=30$ мм; $L_3=22$ мм; $L_6=90$ мм.

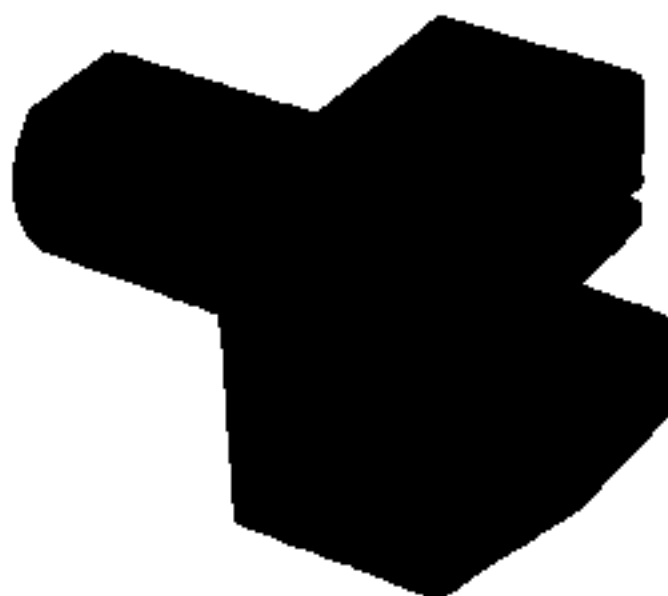


Рисунок 22 – Резцедержатель DIN69880 E2-30x40 (ГОСТ 24900-81)

Применяем оправку для конусов морзе с лопкой PRAMET 2080.40-MT250 для установки специального инструмента (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Размеры оправки: Морзе 2; $A=50$ мм; $D=32$ мм; $L=143,4$ мм

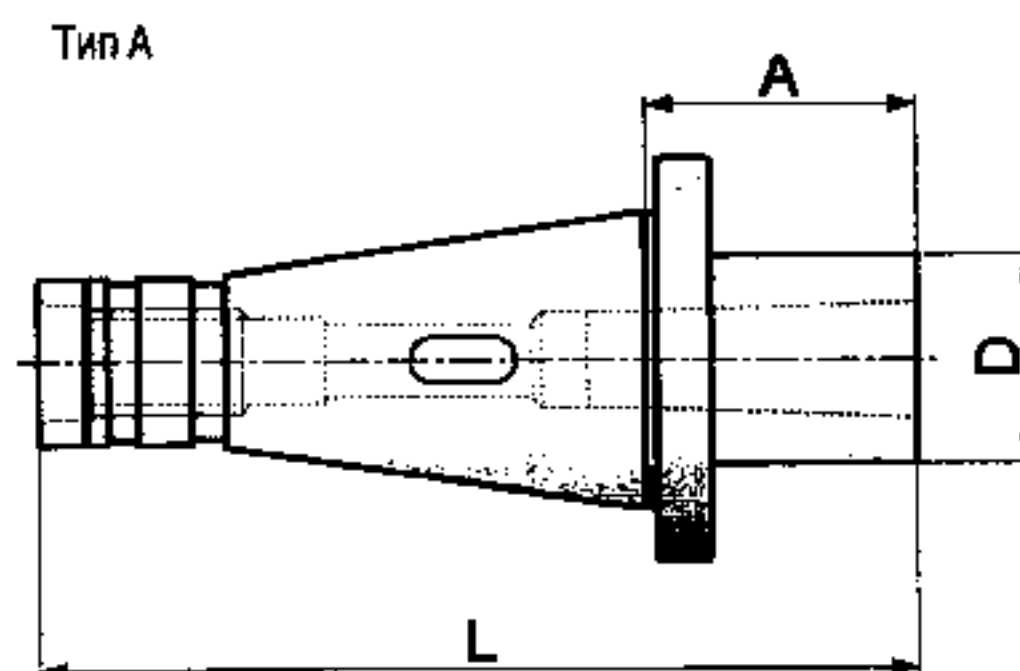


Рисунок 23 – Оправка PRAMET 2080.40-MT250

Чтобы установить хвостовик сверла с конусом Морзе 1 в оправку с конусом Морзе 2, необходимо использовать втулку переходную KM2/KM1 (рис.

									Лист
									60
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

Ошибка! Источник ссылки не найден.). Размеры втулки: $d=24,2$ мм; $D=32$ мм; $L=92$ мм.

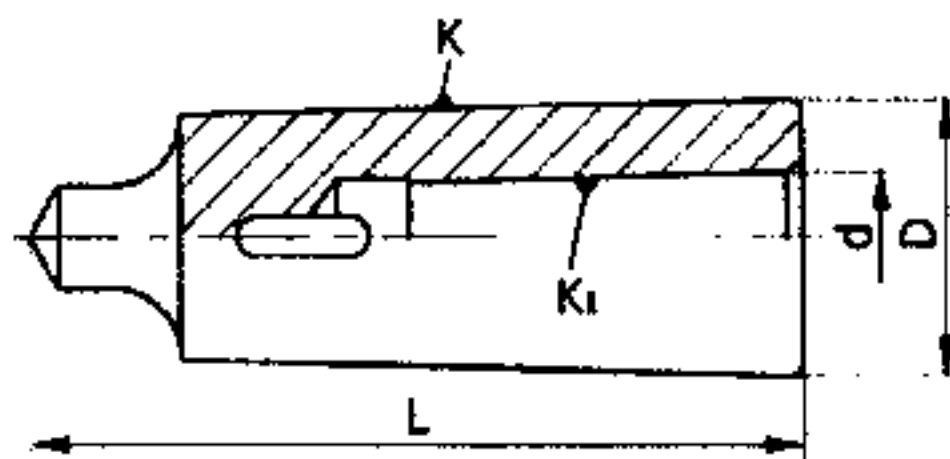


Рисунок24 – Втулка переходная МК2/МК1

Современная инструментальная оснастка обеспечивает меньшую погрешность при установке детали. Уменьшается биение на шпинделе и гашение вибраций, особенно при фрезеровании.

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента

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

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

Если технологические особенности детали не ограничивают применения высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, так как

практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов.

При изготовлении детали стопор для обработки поверхности 12 разрабатываем комбинированный инструмент сверло-зенкер. Для остальных же операций применим современный режущий инструмент.

Наружные поверхности обрабатываем в несколько проходов полустовым токарным резцом PRAMETSCLCR/L 2525 M 12-M-A (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**), размеры резца: $h=h_1=25\text{мм}$; $b=25\text{мм}$; $f=32\text{мм}$; $l_1=150\text{мм}$; $l_{2\text{min}}=20\text{мм}$; $\alpha=0^\circ$; $\gamma=0^\circ$.

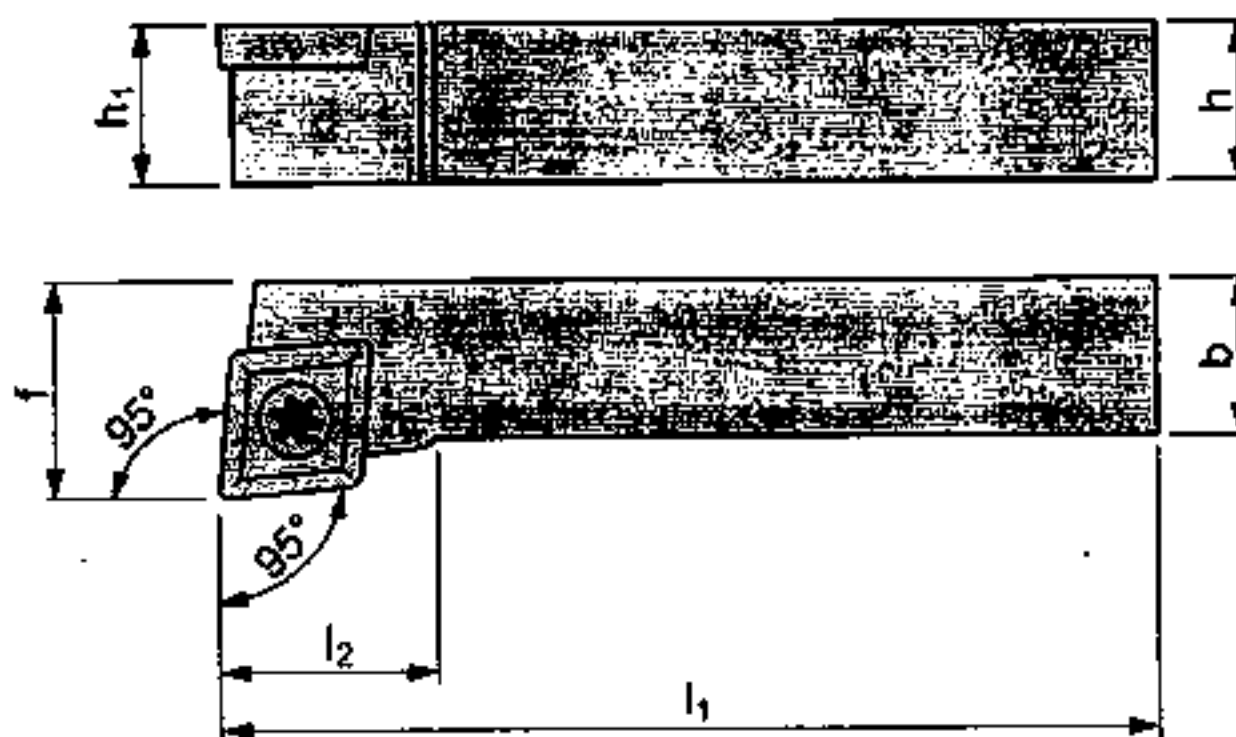


Рисунок 25 – Резец PRAMETSCLCR/L 2525M 12-M-A

Для резца выбрали режущую пластину PRAMET CCGT 120408 ER-SI (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Материал режущей части твердый сплав T8330 (аналог T15K6). Размеры пластины: $L=12,9\text{мм}$; $d=12,700\text{мм}$; $s=4,76\text{мм}$; $r=0,8\text{мм}$; $d_1=5,50\text{мм}$

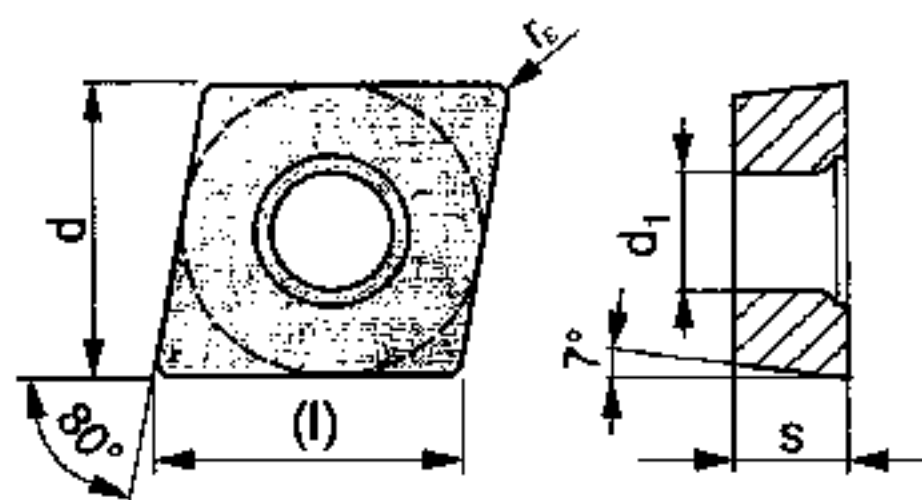


Рисунок 26 – Пластина PRAMET CCGT 120408 ER-SI

Для обработки внутренних поверхностей, используем резец PRAMETA30V-DCLNR/L 12 (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**), размеры резца: $d_{g7}=32$ мм; $f=22$ мм; $l_1=350$ мм; $h=30$ мм; $b=30$ мм; $D_{\min}=40$ мм; $\alpha=-14^\circ$; $\gamma=-6^\circ$.

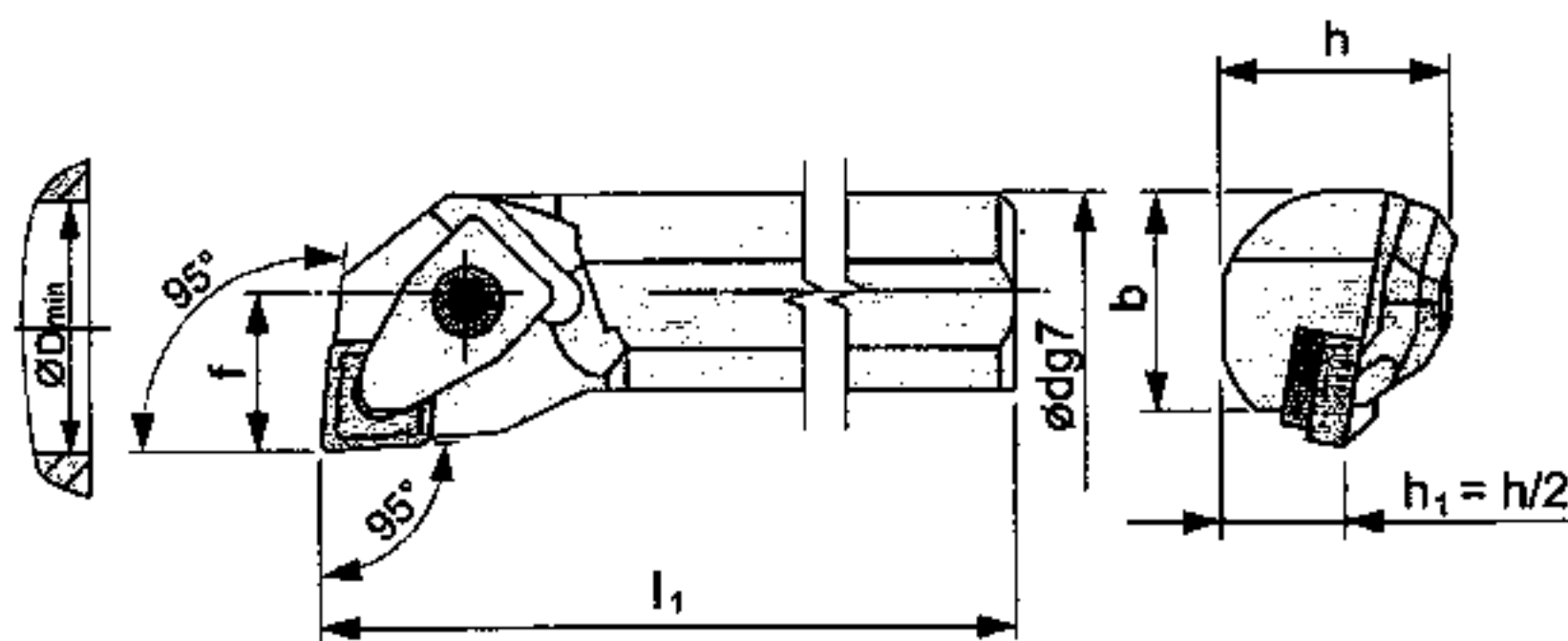


Рисунок 27 – Резец PRAMET A40V-DCLNR/L 12

Для резца выбрали режущую пластину PRAMET CNMA 120412 (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Материал режущей части твердый сплав T5315 (аналог T15K6). Размеры пластины: $L=12,9$ мм; $d=12,700$ мм; $s=4,76$ мм; $r=1,2$ мм; $d_1=5,16$ мм

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

63

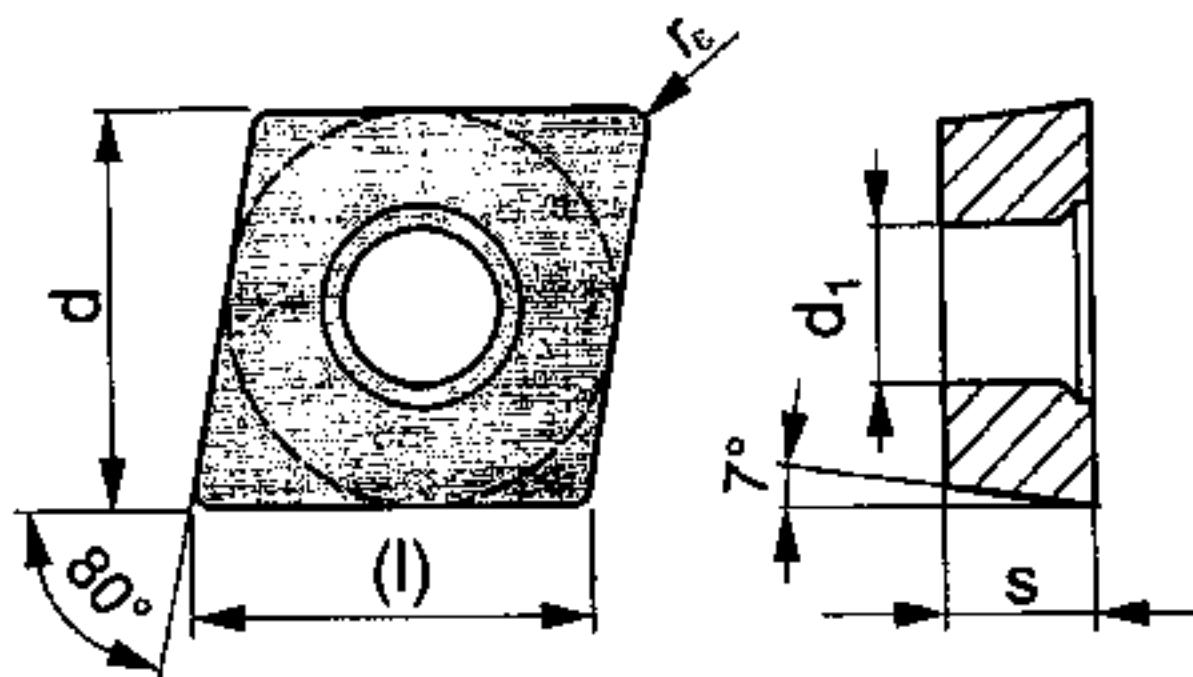


Рисунок 28 – Пластина PRAMETCNMA 120412

Для сверления отверстий используем сверло PRAMET 303DS-14,0-43-A14 (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Материал режущей части ВК8. Размеры сверла: $L=107$ мм; $l_1=62$ мм; $l_2=45$ мм; $l_3=60$ мм; $dh_6=14$ мм; $Dm_7=25$ мм.

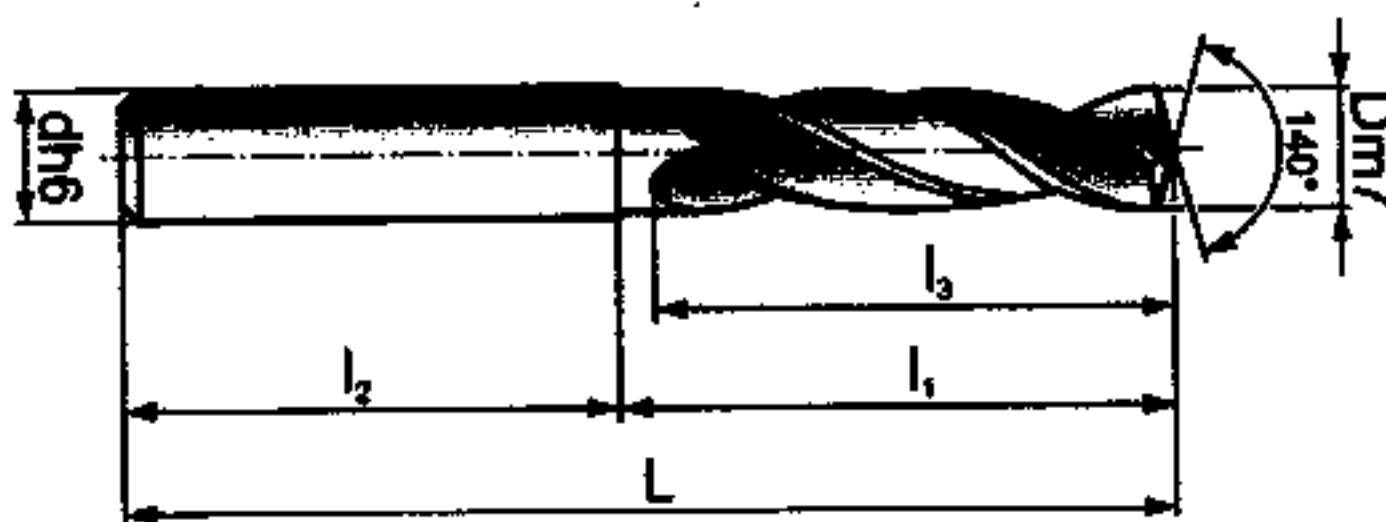


Рисунок 29 – Сверло PRAMET 303DS-14,0-43-A14

Для фрезерования окон используем фрезу PRAMET 25A3R034A25-SAD11E-C (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Материал режущей части Т15К6. Размеры инструмента: $D=25$ мм; $l=170$ мм; $l_1=34$ мм; $dh_6=25$ мм; $Z=3$ мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата.

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

64

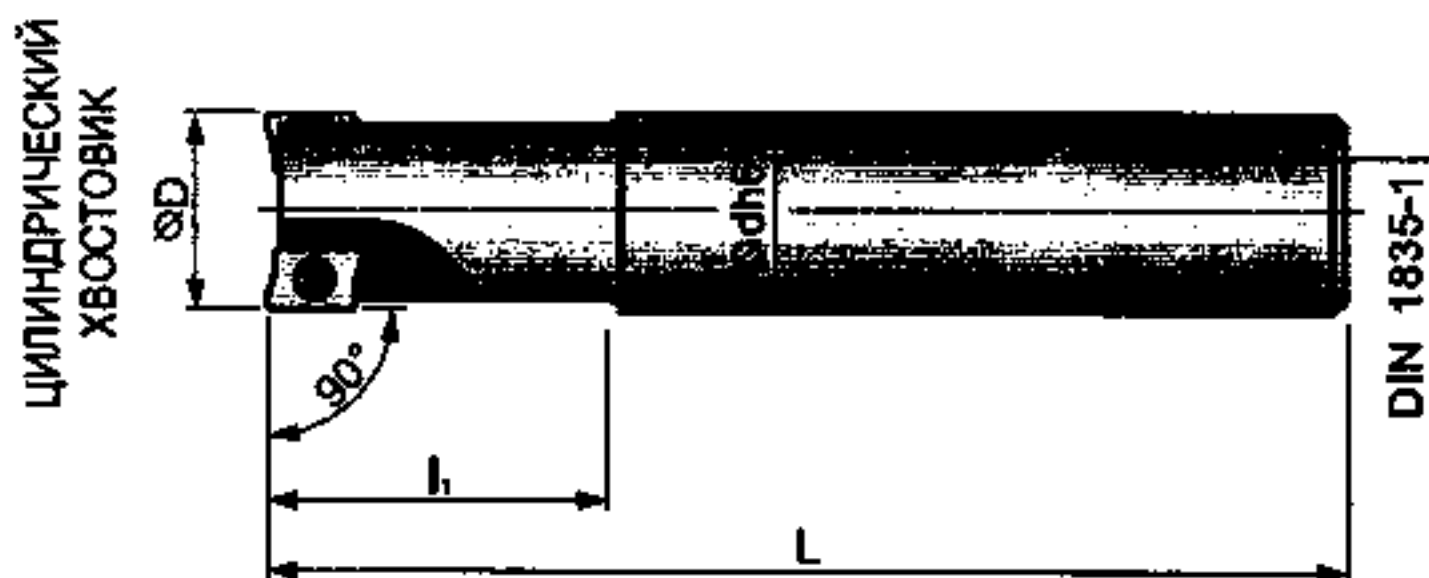


Рисунок 30 – Концевая фреза PRAMET 25A3R034A25-SAD11E-C

Для фрезы выбрали режущую пластину PRAMET ADMX 11T304SR-F (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Материал режущей части твердый сплав D8345 (аналог T15K6). Размеры пластины: $l=11$ мм; $d=6,530$ мм; $d_1=2,90$ мм; $s=3,97$ мм; $r=0,4$ мм.

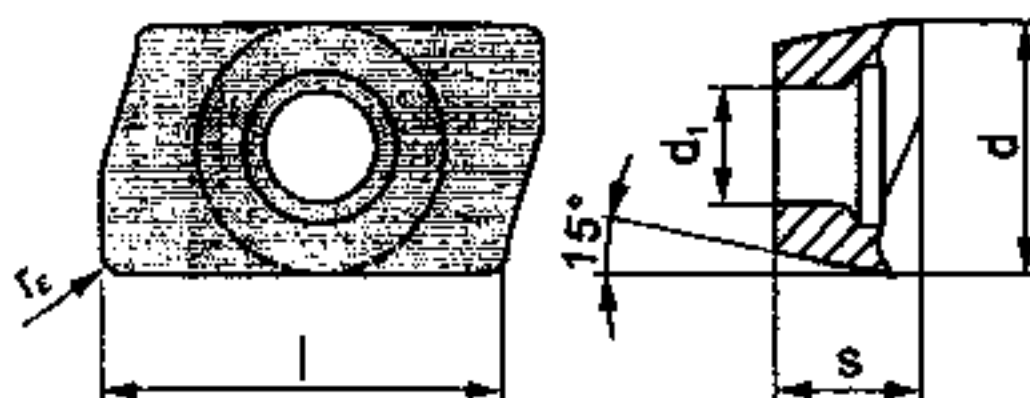


Рисунок 31 – Пластина PRAMET ADMX 11T304SR-F

Выбирая режущий инструмент для обработки данной детали преимущество отдавалось инструменту с СМП из твердых сплавов и инструменту с подводом СОЖ.

3.4 Проектирование и расчет специального режущего инструмента

На вертекально-фрезерном станке с ЧПУ SFP-13 обрабатывается деталь крышка люка-лаза. Материалом исходной заготовки является – Сплав АМг6 ГОСТ 4543-71. Это легированная высококачественная сталь. Из данной стали

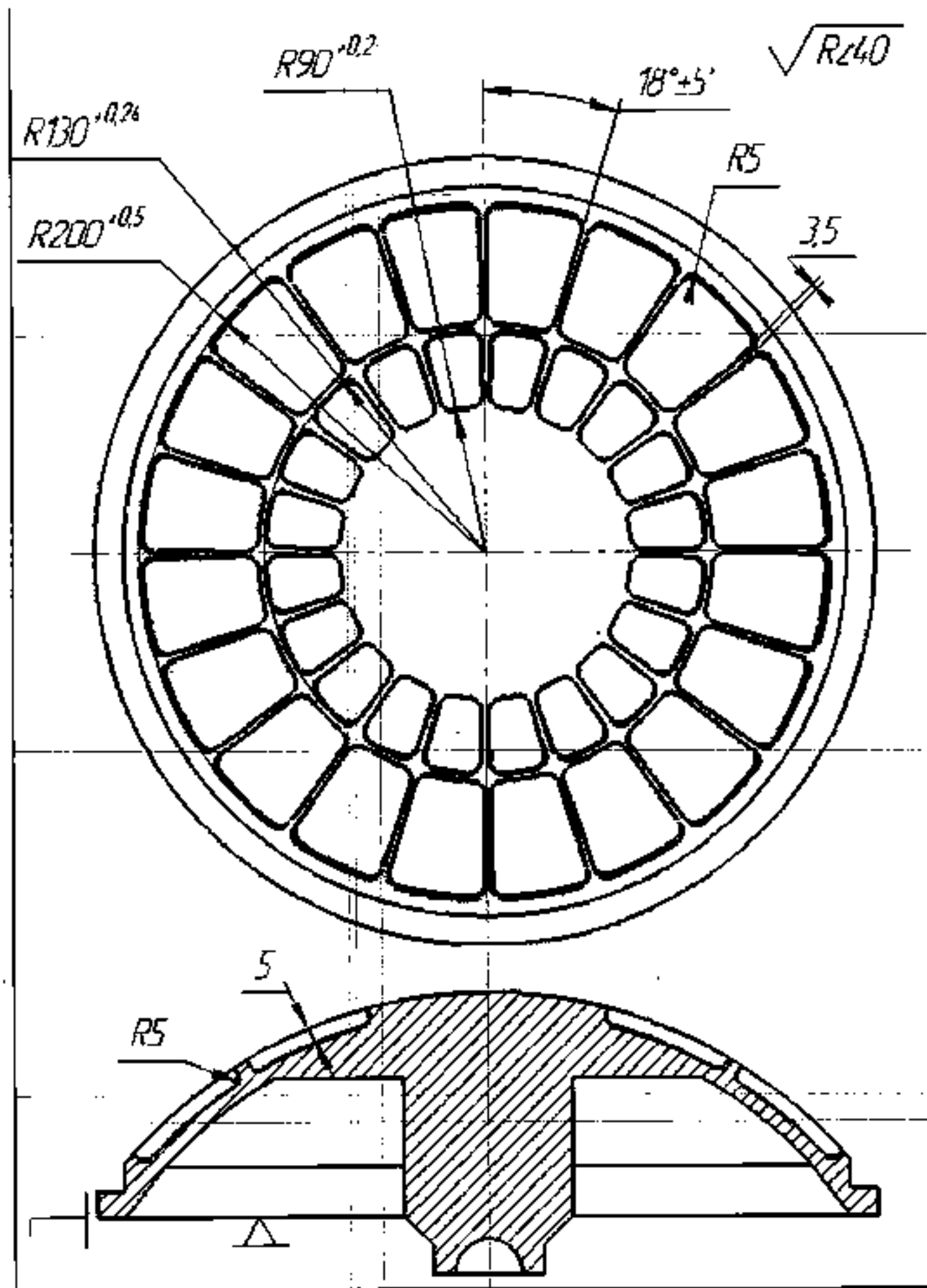


Рисунок 32 – Эскиз обрабатываемой поверхности

3.5 Выбор типа инструмента и материала режущей части. Выбор геометрических параметров режущей части

Для обработки окон выбираем инструмент концевая фреза. Диаметр фрезы $\varnothing 16$. Материал режущей части фрезы – Сталь P18 ГОСТ 19265-73 HRC62...65..

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

67

Хвостовик выбираем конический.

Геометрические параметры

Руководствуясь справочником, проведем расчеты и подбор геометрических параметров фрезы.

Профиль зуба фрезы в нормальном сечении с обозначением всех геометрических параметров, где: высота зуба $h = \frac{k \cdot D}{z}$, где $k=0,9..1,2$; D (диаметр фрезы) = 16 мм; z (число зубьев фрезы).

α – задний угол = 20°;

$\alpha_1 = \alpha + (0..15)^\circ = 30^\circ$;

γ – передний угол = 10°;

β – угол заострения = 60°;

$f = 1..2$ мм;

$r = (0,4..0,75)h = 2$ мм;

$R = (0,3..0,45)D = 3,2$ мм;

Количество зубьев фрезы можно определить по формуле

$$z = \frac{0,2 \cdot D}{(t_{max} \cdot S_{max})^{0,5}} = \frac{0,2 \cdot 8}{(4 \cdot 0,07)^{0,5}} = 3$$

где D – диаметр фрезы, t_{max} – глубина фрезерования, S_{max} – подача.

Глубина фрезерования и подача подбираются в соответствии с ГОСТ 9472-90:

$t_{max} = 5$ мм, $S_{max} = 0,016..0,08$ мм/об., принимаем $S_{max} = 0,07$ мм. Принимаем $z = 2$ в соответствии с рекомендацией по числу зубьев для шпоночных фрез.

Выходит, $h = 4$ мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата.

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

68

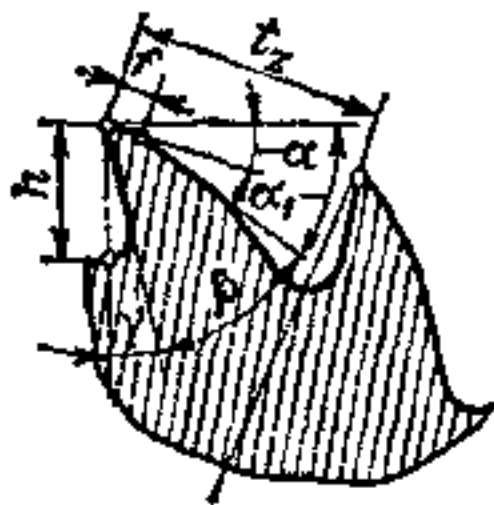


Рисунок 33 – Профиль зуба фрезы

3.4 Конструктивные параметры

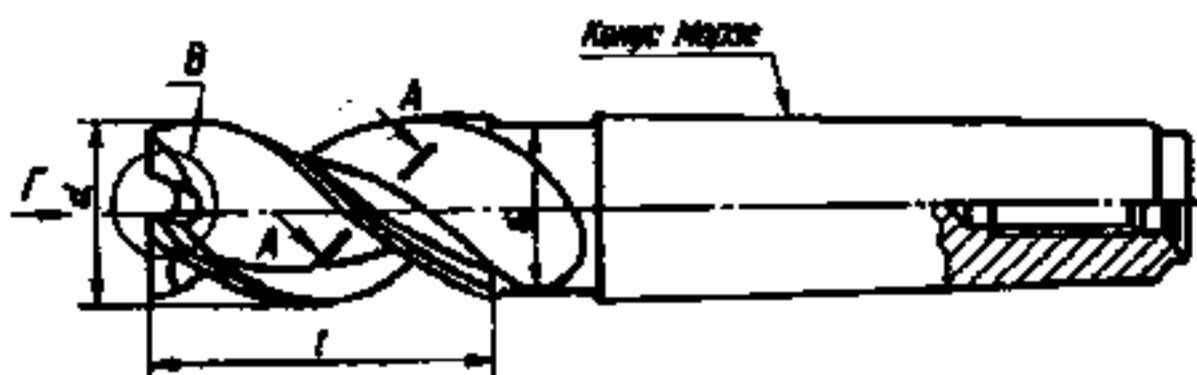


Рисунок 34 – Конструктивные параметры концевой фрезы

Конструктивные параметры принимаем в соответствии с рекомендациями.

L – длина фрезы = 245 мм;

l – длина режущей части = 40 мм;

d – диаметр фрезы = 16 мм;

ω – угол наклона винтовой канавки = 20° ;

φ – главный угол в плане = 100° ;

φ_1 – вспомогательный угол в плане = 1° .

3.5 Назначение режимов резания

По справочнику определим основные параметры режимов резания, необходимые для данной концевой фрезы. Определенная подача на зуб составляет $S_z = 0,016..0,07$ мм/зуб. Принимаем подачу, равную 0,07 мм/зуб. При

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

69

данной подаче допустимая скорость резания составляет $V_p = 34,41$ м/мин.

При данных значениях частота вращения шпинделя составляет

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = 1500 \text{ об/мин при } V = 37,7 \text{ м/мин.}$$

Главная составляющая силы резания определяется по формуле

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot z = 770 \text{ Н}$$

где $C_p = 68,2$ - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и другие условия;

K_p - общий поправочный коэффициент, представляющий собой произведение коэффициентов, отражающих состояние отдельных параметров, влияющих на величину силы резания,

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{vp} \cdot K_{gp} \cdot K_{jp} = 0,7$$

$K_{mp} = 0,6$ - коэффициент, учитывающий свойства материала обрабатываемой заготовки;

$K_{vp} = 1$ - коэффициент, учитывающий скорость резания;

$K_{gp} = 1$ - коэффициент, учитывающий величину переднего угла;

$K_{jp} = 1,15$ - коэффициент, учитывающий величину угла в плане.

Значения поправочных коэффициентов C_p , K_{mp} , K_{vp} , K_{gp} , K_{jp} , C_p и показателей степеней x , y , u , q , w берем по учебнику [Баграмов Л.Г. Расчет режимов резания при фрезеровании. Методические рекомендации].

Крутящий момент определяется по формуле

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ	Лист 70
------	-------	----------	-------	-------	---------------------------	------------

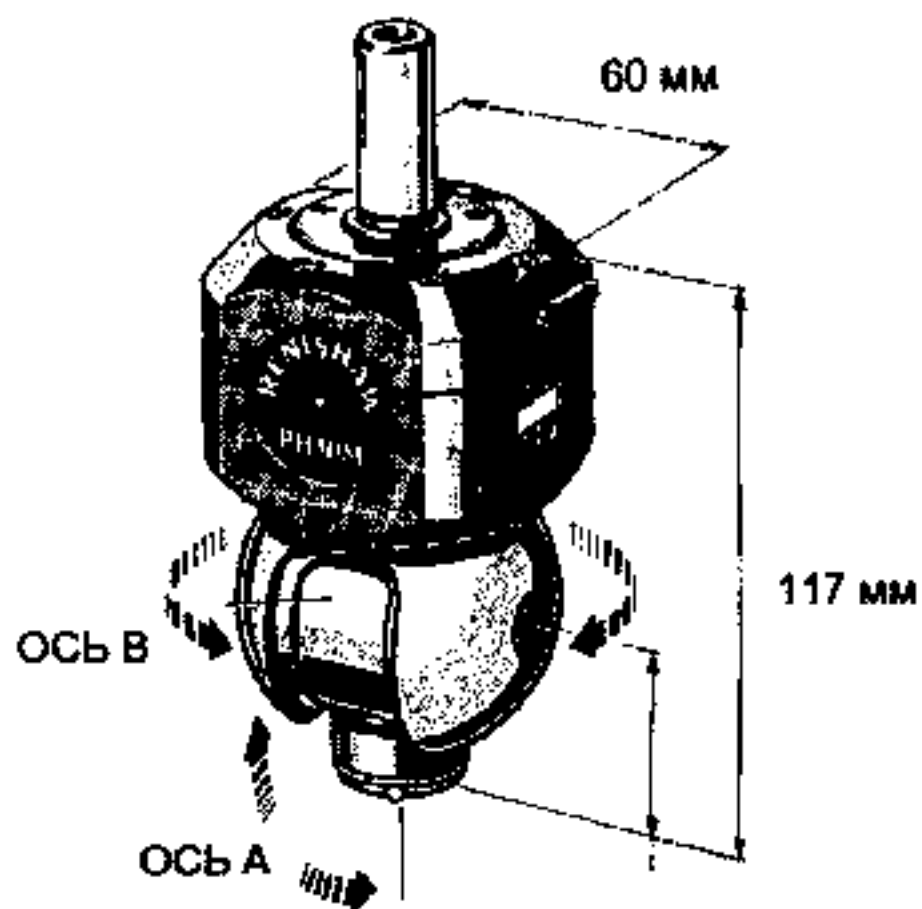


Рисунок 36 – Головка RENISHAWPH10M

Для выбранной ранее головки подбираем датчик RENISHAWTR6M (рис. 37) с автоматическим стыковочным соединением. Датчик устойчив к внешним воздействиям, имеет большой диапазон отклонения щупа и регулируемое усилие срабатывания.

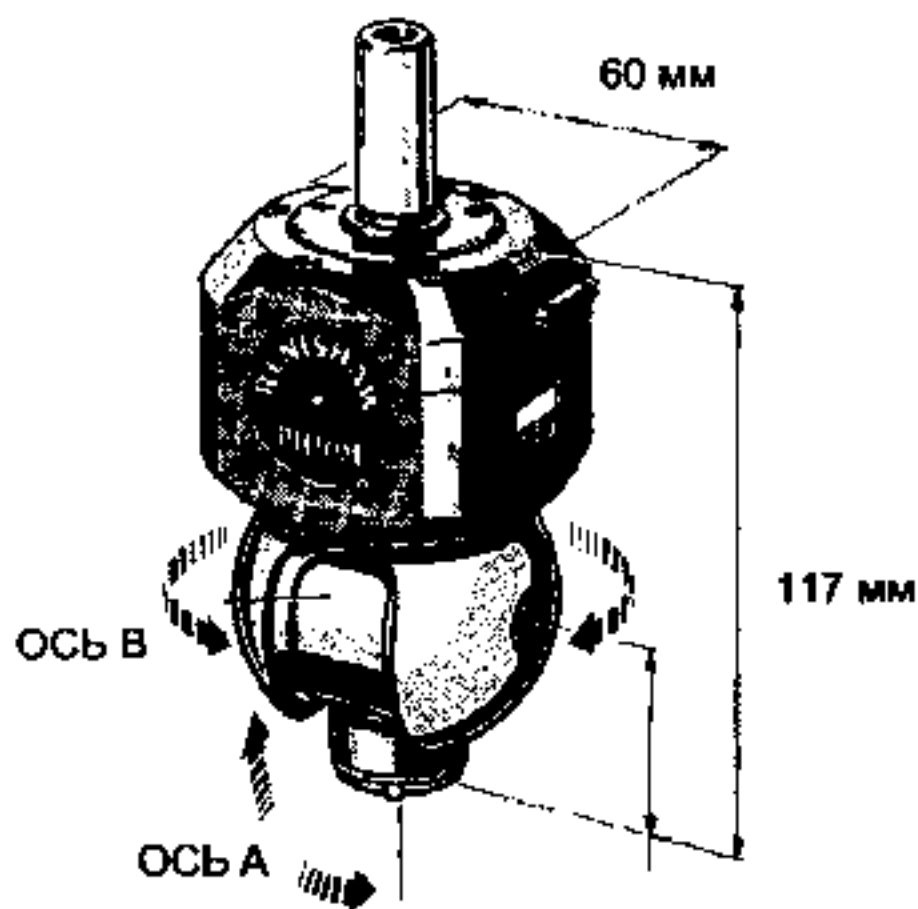


Рисунок 36 – Головка RENISHAWPH10M

Для выбранной ранее головки подбираем датчик RENISHAWTP6M (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**) с автоматическим стыковочным соединением. Датчик устойчив к внешним воздействиям, имеет большой диапазон отклонения щупа и регулируемое усилие срабатывания.

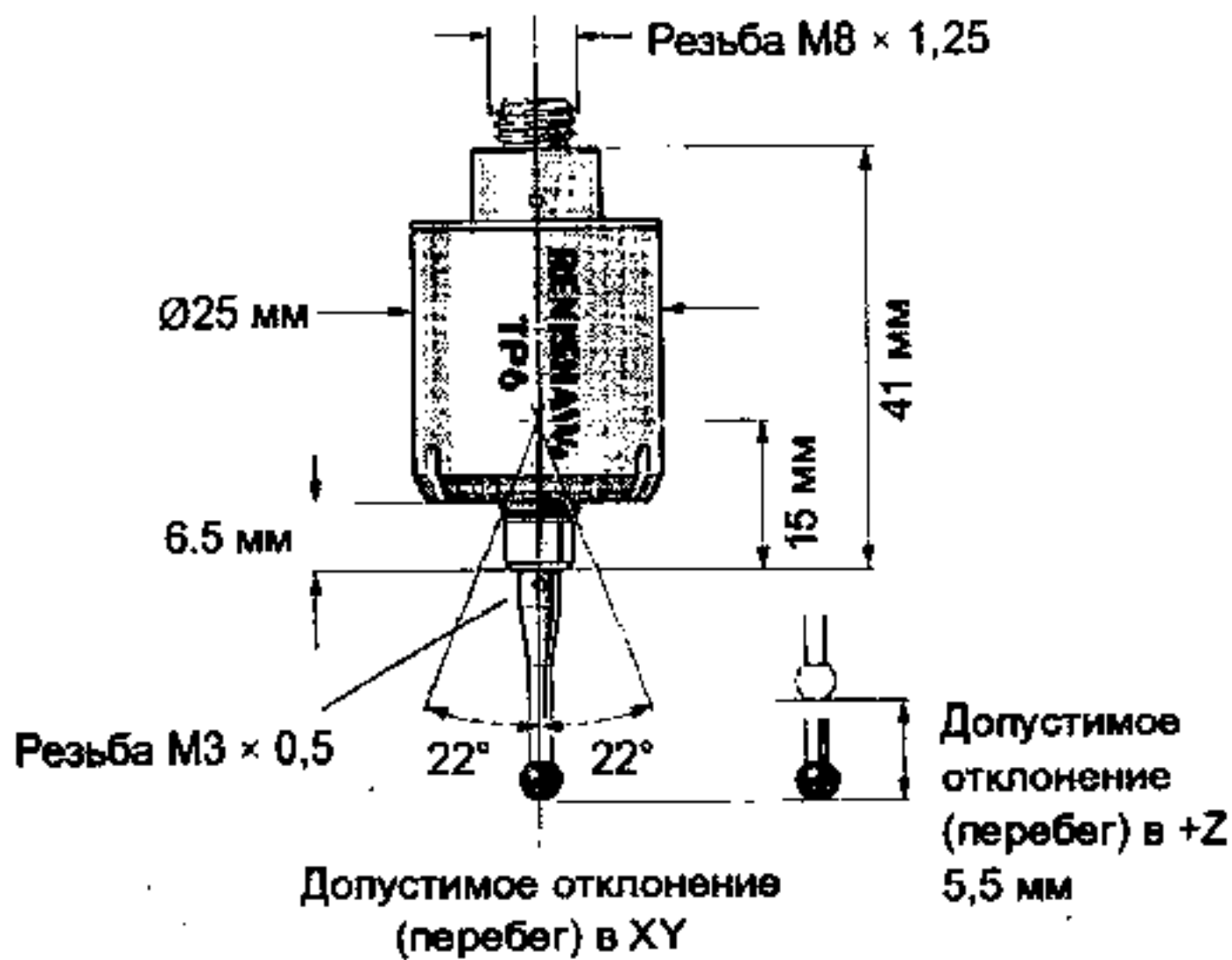


Рисунок 37 – Датчик RENISHAW TP6M

Выбираем шуп RENISHAW A-5003-4860 с резьбой M3 серии 75 мм с рубиновым шариком и стержнем из углеродного волокна (рис. **Ошибка!** **Источник ссылки не найден.**). Размеры шупа: A=6 мм; B=75 мм; C=4 мм; D=2,4 мм.

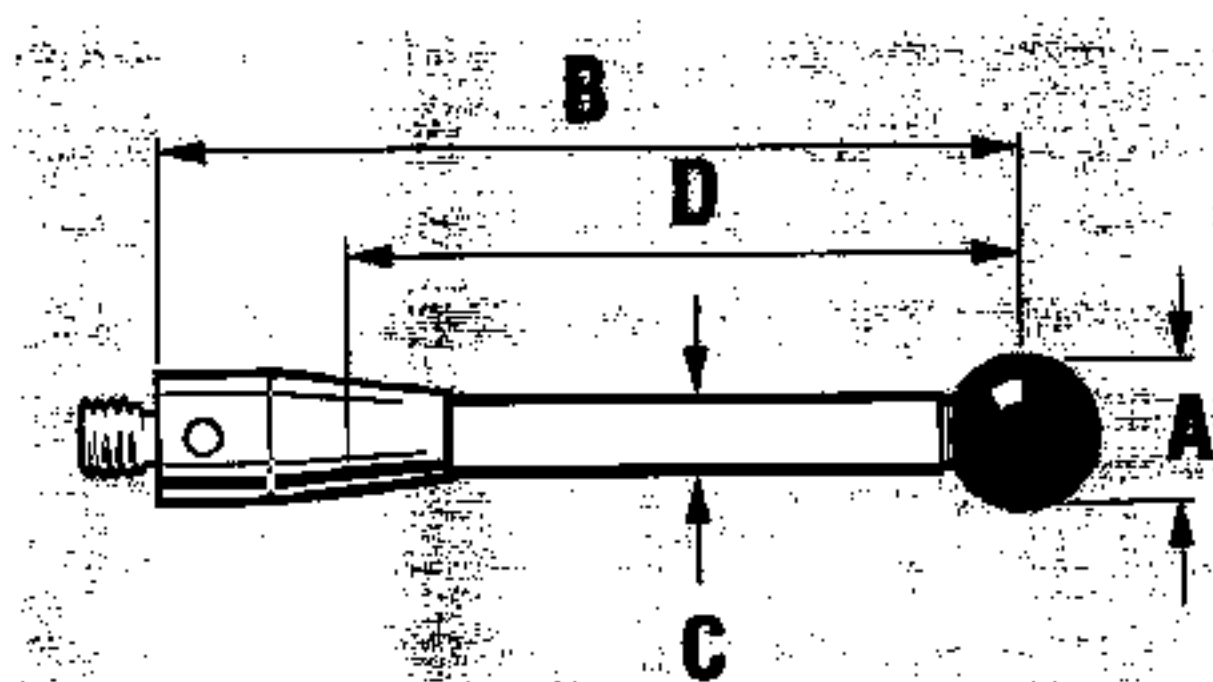


Рисунок 38 – Щуп RENISHAW A-5003-48

Применение координатно измерительной машины обеспечивает высокую точность измерений, позволяет сократить время, затрачиваемое на измерение погрешностей. Появляется возможность комплексного контроля качества и автоматизация получения результатов.

										Лист
										75
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ.					

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Целью данного курсового проекта является расчет, проектирование и компоновка ГПС изготовления деталей типа «крышка люка-лаза».

Постоянно возрастающие требования к изделиям влекут за собой их усложнение, увеличение трудоемкости и частую сменяемость. Высокая динамика обновления требует автоматизации мелкосерийного механообрабатывающего производства. Однако формальный перенос опыта работы автоматизированных и автоматических поточных линий для изготовления деталей в массовом производстве на сложные, многономенклатурные производственные процессы мелкосерийного производства без учета его специфики не дает существенного эффекта. Анализ тенденции автоматизации производства показывает, что основным направлением является применение станков с числовым программным управлением (ЧПУ), загрузочных, транспортных и складских роботов, управляемых от ЭВМ, т.е. создание гибких производственных систем (ГПС) механической обработки.

									Лист
									76
Изм.	Лист.	№ докум.	Прош.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Целью автоматизации технологического процесса является повышение производительности, качества и надежности изготавливаемых изделий. С целью получения наибольшей информации о возможности полной или частичной автоматизации проведем анализ проектного варианта технологического процесса, учитывая нижеперечисленные факторы.

Наличие в технологическом процессе слесарных, универсальных или специальных операций

Технологический процесс детали «крышка люка-лаза» не предусматривает специальных и слесарных операций. Удаление заусенцев и притупление острых кромок обеспечивается в процессе механической обработки. Базирование заготовки происходит по цилиндрическим поверхностям.

Возможность встраивания основного оборудования в ГПС

К выбранному в проектном варианте технологического процесса основному оборудованию можно добавить модули автоматического открывания-закрывания дверей станков, а также имеется возможность добавления датчиков для наладки и диагностики оборудования и режущего инструмента.

Концентрация переходов на операциях механической обработки

Переходы на операциях механической обработки сконцентрированы. Концентрация переходов позволяет сократить вспомогательное время на перемещение и переустановку заготовок и улучшить точность обработки, в результате выполнения принципа совмещения баз, а также повышает степень автоматизации технологического процесса.

Габаритные размеры детали

Габаритные размеры детали: 480 мм x 127 мм; вес – 3,6 кг. Габаритные размеры детали и ее вес позволяют устанавливать деталь как рабочим так и роботом.

									Лист
									77
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

ГРУППИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ ИЗГОТОВЛЕНИЮ НА ГПУ

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

Первичная классификация:

- габаритные размеры: 480 мм * 127 мм
- масса: 3,6 кг;
- материал: АМгб;
- вид заготовки: штамповка;
- вид обработки: фрезерование, точение, сверление;
- самый точный класс обработки 7;
- наименьшая шероховатость Ra 2,5.

Вторичная классификация: 71 класс (тела вращения типа колец, дисков, шкивов, блоков, стержней, втулок, стаканов, колонок, валов, осей, штоков, шпинделей и др.)

Для дальнейшего определения числа подвижных транспортных механизмов АТСС, расчета времени перемещения заготовок, а так же

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ	Лист
						79

определения более рационального размещения оборудования необходимо узнать примерный маршрут движения заготовок при обработке на станках ГПС. Для этого осуществим планировку станочной и складской систем комплекса.

Станки будут сгруппированы по типовой компоновочной схеме расположения оборудования. Первый вариант расположения оборудования представлен на рисунке 2.

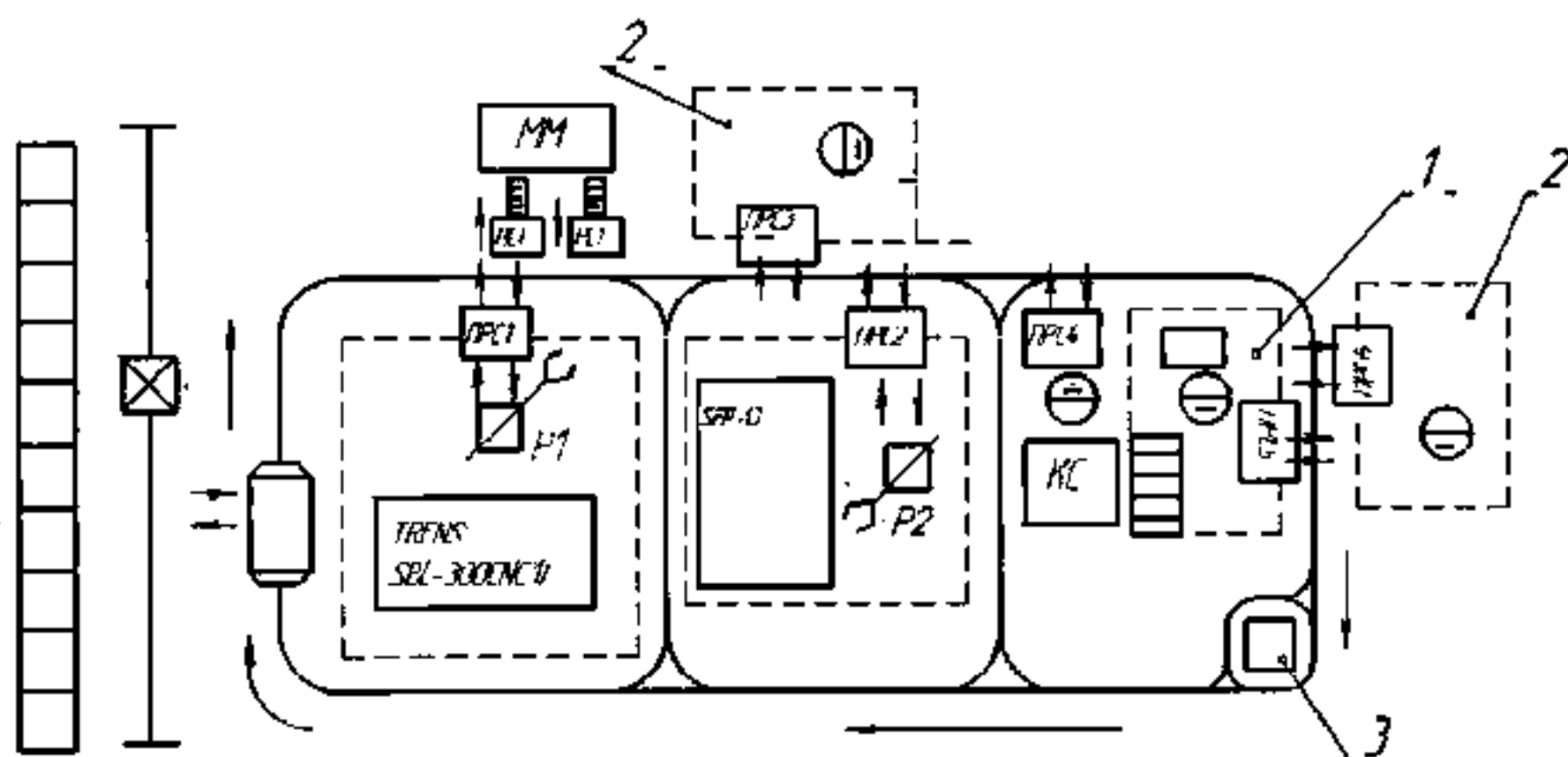


Рисунок 40– Схема расположения станков

На данной схеме показано перемещение заготовок со склада заготовок роботом-штабелером в накопителе на приемо-раздаточный стол заготовок (ПРС ЗГА), рабочий устанавливает заготовку на станок, после обработки снимает ее со станка и ставит на приемо-раздаточный стол 1 (ПРС1), далее робот манипулятор берет заготовку с ПРС1 устанавливает ее на станок, после обработки снимает ее и ставит на приемо-раздаточный стол 2 (ПРС2). После контроля детали контролер ставит детали в накопитель готовых деталей на приемо-раздаточный стол 3 (ПРС3), откуда накопитель готовых деталей забирает робот-штабелер, доставляет на моечную операцию, а после увозит на склад готовых деталей.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 3).

Таблица 3 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

	11000	11001	11002	11003	11004	11005	11006	11007	11008	11009	11010	11011
11000		2000	2000									
11001					2000							
11002						2000					2000	
11003	2000									2000		
11004		2000					2000					
11005			2000					2000				
11006	2000				2000							
11007						2000						
11008												2000
11009				2000								
11010									2000			
11011				2000								

Суммарное перемещение при такой компоновки ГПС равное 39600 мм.

Второй вариант расположения оборудования представлен на рисунке 3.

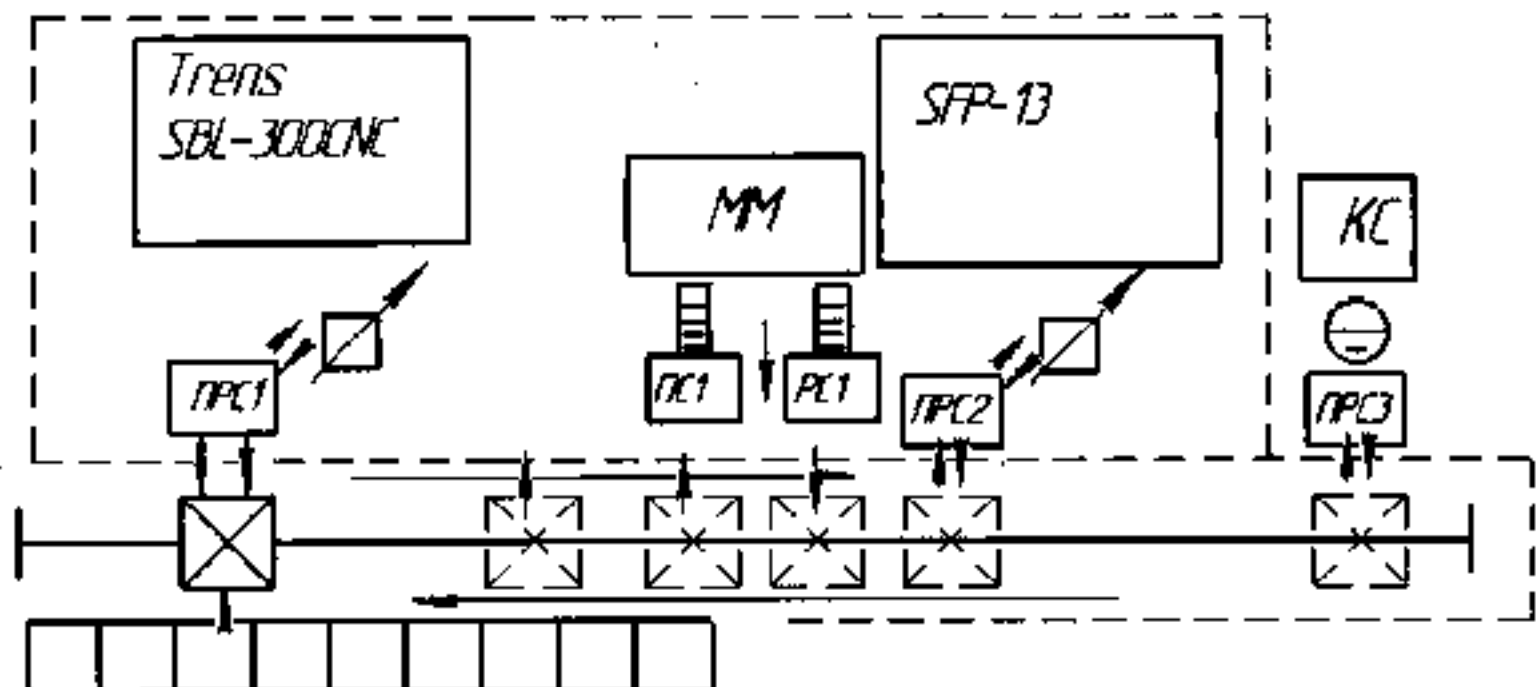


Рисунок 41 – Схема расположения станков

При такой схеме расположения оборудования на 005 комплексной с ЧПУ операции задействовано 2 станка. Робот-штабелер со склада заготовок доставляет заготовки на ПРС ЗГ, после обработки он забирает заготовки с ПРС ЗГ и везет на ПРС1, робот манипулятор устанавливает заготовку на станок, после обработки ставит на ПРС1, после чего робот-штабелер везет накопитель заготовок на ПРС2, после контроля рабочим робот-штабелер отвозит накопитель на моечную операцию, после чего доставляет их на склад готовых деталей.

Для выявления всех суммарных перемещений была составлена матрица ориентировочных перемещений подвижных механизмов АТСС (таблица 4).

Таблица 7 – Матрица перемещений подвижных механизмов АТСС

	Стел	ГРС1	ГРС2	ГРС3	P1	P2	C1	C2	MM	KE	PC1	PC2
Стел		1000	1000									
ГРС1					1000							
ГРС2						1000					1000	
ГРС3	10000									500		
P1		1000					1000					
P2			1000					1000				
C1	5300				1000							
C2						1000						
MM												1000
KE				500								
PC1									1000			
PC2				1000								

Суммарное перемещение при такой компоновки ГПС равно 45300 мм.

Исходя из расчетов, выбираем первую схему расположения станков.

Для установки и базирования заготовки на станке подходит робот FANUK M710IC/20L (рисунок 4), технические характеристики которого представлены в таблице 3. Характеристики промышленного робота представлены в таблице 5.



Рисунок 42 – Промышленный робот FANUK M710IC/20L

Таблица 8 – Характеристики промышленного робота FANUK M710IC/20L

Параметры	Значения параметров
Контролируемые оси	6
Максимальная грузоподъемности, кг	70
Точность позиционирования (мм)	$\pm 0,07$
Масса робота (кг)	560
Радиус действия (мм)	3110

Особенности и преимущества ПР:

- 1) высокие угловые скорости осей;
- 2) высокая производительность при перемещении заготовок;
- 3) лучшие в своём классе инерционные показатели;
- 4) интегрированные кабели и компактное полое запястье;
- 5) внутренний кабельный пакет делает робота чрезвычайно простым в эксплуатации и обслуживании;

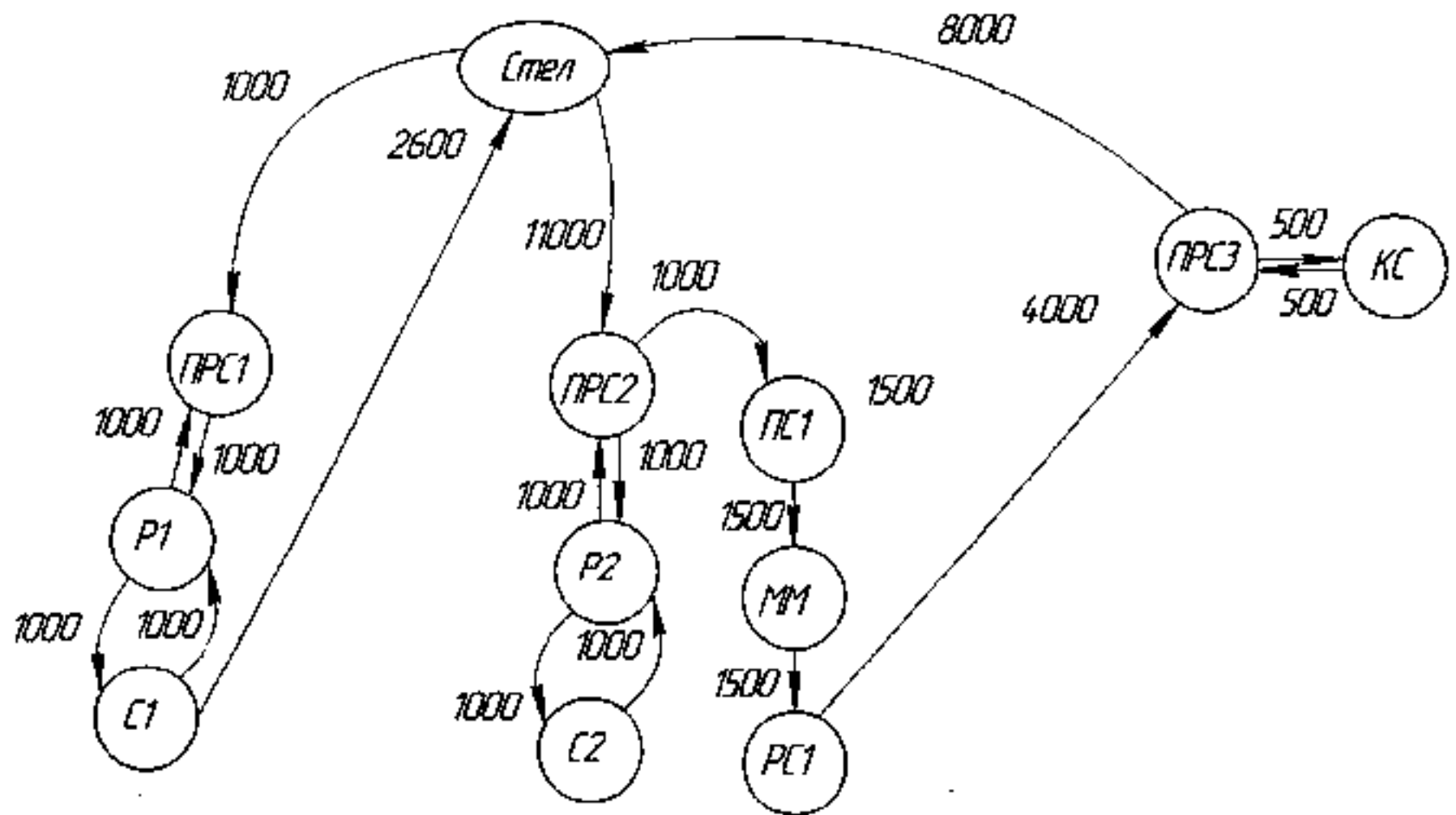


Рисунок 44 – Граф перемещений для первой компоновки

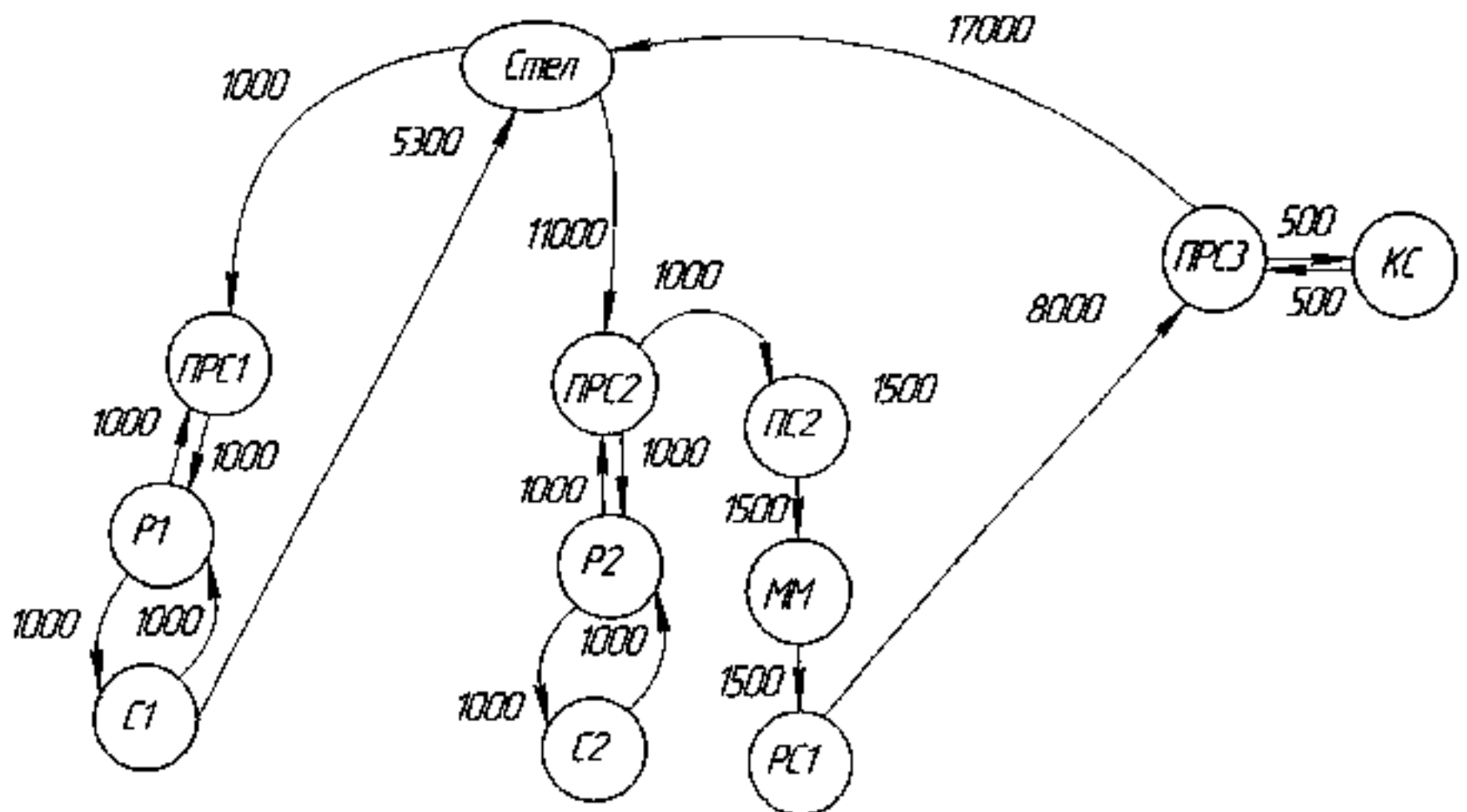


Рисунок 45 – Граф перемещений для второй компоновки

5 ОРГАНИЗАЦИОННО – ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЧАСТЬ.

5.1 Разработка планировки участка механической обработки для проектируемого варианта технологического процесса

Для проектируемого гибкого автоматизированного участка была разработана структурная схема, которая представлена на рисунке 40.

По схеме можно определить маршрут, который проходит заготовки в пределах автоматизированного участка.

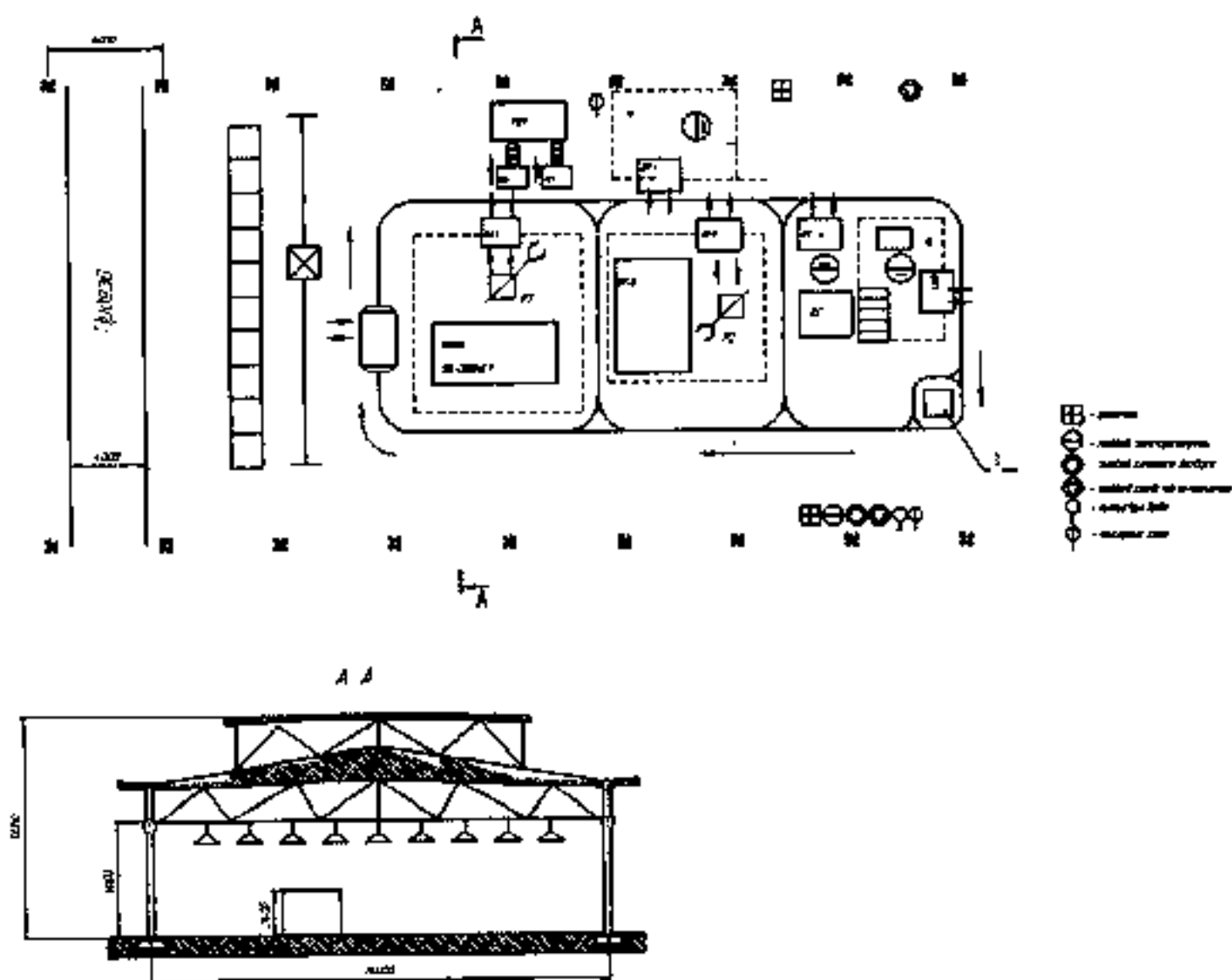


Рисунок 46 – структурная схема участка.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

86

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

6.1 Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда

Все применяемое оборудование соответствует ГОСТ 12.2.003-82 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности; ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

6.1.1 Характеристика режущего инструмента.

В ходе исследований применяются следующие инструменты: резцы, фрезы. Наиболее опасным инструментом являются фрезы.

6.1.2 Шум, генерируемый работающим оборудованием

Шум – сочетание звуков разной интенсивности, оказывающий неблагоприятное воздействие на организм человека и, в первую очередь, на нервную систему. Источниками шума в лаборатории являются металлорежущие станки. Нормативные значения уровня шума для постоянных рабочих мест по ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ приводятся в таблице 12.

Таблица 12 – Уровень шума для рабочих мест по ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ

Уровень звукового давления в дБ и октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука, дБА
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
99	92	86	83	80	78	76	74	85

Все применяемое оборудование является серийным и уровень шума, генерируемый им, не превышает установленных норм.

6.1.3 Вибрация, возникающая при работе оборудования.

Вибрация – это колебания механической системы в результате действия совокупности случайных и неуравновешенных сил. Вибрация оказывает вредное воздействие на организм человека. Источниками вибраций в

лаборатории являются металлорежущие. Нормированные значения вибрации по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Значения вибрации по ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ

	Среднеквадратичное значение вибрации в октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц								
На постоянных рабочих местах	11	22	44	88	116	331,5	663	1125	2250
Общая технологическая вибрация	--	11,3	00,46	00,22	00,2	00,2	00,2	00,2	--

Применяемое оборудование является серийным, соответствует ГОСТ 12.2.003-83 ССБТ, поэтому уровень шума не превышает допустимый.

6.1.4 Микроклимат в помещении.

К нормируемым параметрам микроклимата относятся:

- температура воздуха;
- влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Эти параметры микроклимата не должны выходить за пределы нормативных величин установленных СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Предельные их значения приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Нормируемые параметры микроклимата

Период года	Категория работ по энергозатратам, Вт	Температура воздуха, С°	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с

Холодный	16	21-24	15-75	0,1
Теплый	16	22-25	15-75	0,3

Выполнение этих норм осуществляется путем проведения следующих мероприятий:

- в теплое время за счет вентиляции,
- в холодное время за счет вентиляции, отопления.

Приведение технологического процесса при проведении исследований в соответствие с ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности.

Технические средства и организационные мероприятия по защите от подвижных частей оборудования и разлетающейся в процессе резания стружки

При проведении работ на металлорежущих станках для защиты от разлетающейся стружки используются очки.

6.1.5. Мероприятия по безопасной эксплуатации режущего инструмента

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

6.1.6 Проектирование искусственного освещения на участке

Световой поток одной лампы на участке рассчитывают по формуле 41:

$$\Phi_{\lambda} = \frac{100 \cdot E_{\lambda} \cdot S \cdot Z \cdot k}{N \cdot \eta} \quad (41)$$

где E_{λ} – необходимая освещенность рабочих мест операторов, $E_{\lambda} = 300$ лк;

S – площадь освещаемого участка, $S = 720,8 \text{ м}^2$;

N – количество ламп на участке, $N = 33$ шт;

k – коэффициент запаса, $k = 1,5$;

Z – коэффициент минимальной освещенности, $Z = 1,15$;

η – коэффициент использования светового потока, $\eta = 55$

$$\Phi = \frac{100 \cdot 300 \cdot 720,8 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{33 \cdot 55} = 2,7 \text{ кЛм}$$

При высоте лаборатории 8 м наиболее эффективны люминисцентные лампы, рассчитанному световому потоку соответствуют лампы ЛХБ 36-7 ГОСТ 6825-91 со световым потоком $\Phi_{л} = 2,7$ кЛм.

6.2 Мероприятия по электробезопасности

Электробезопасность – система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного действия электрического тока.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает электролитическое, термическое и биологическое действие, вызывая местные и общие травмы. Характер действия электрического тока на организм человека в зависимости от его величины приведен ниже в таблице 15.

Таблица 15 – Действие электрического тока на организм человека

Действующий ток	Величина тока, А		Характер действия
	Переменный, 50 Гц	Постоянный	
Пороговый осязаемый	0,6- 1,5	6-7	Вызывает ощущение раздражения
Пороговый неосязаемый	10- 15	50-70	Вызывает сильные судороги мышц рук, которые человек не в состоянии преодолеть
Пороговый фибрилляционный	100	300	Непосредственное влияние на мышцу сердца, при протекании тока

01.03.2017

			более чем 5 секунд может произойти остановка сердца
--	--	--	---

Согласно правилам устройства электроустановок помещение обработки относится к особо опасному с точки зрения электрической безопасности.

Основные причины несчастных случаев на участке:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- появление напряжения на металлических частях оборудования, кожухах, корпусах в результате повреждения изоляции;
- возникновение напряжений на поверхности земли в результате замыкания токоведущего провода на землю.

На участке необходимо проводить следующие мероприятия по электробезопасности. Так как для питания электрооборудования применяются трехфазные цепи с глухо заземленной нейтралью напряжением 220В необходимо:

- изолировать токоведущие части, что защитит электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;
- сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;
- применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, т.е. защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;
- зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания ;
- заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;

									Лист
									91
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

Пожарная профилактика – комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров уменьшение его размеров.

Пожарная профилактика осуществляется по следующим направлениям:

1. устранение непосредственных или возможных причин пожаров в процессе эксплуатации зданий, технологического оборудования, систем отопления, вентиляции, освещения, электроснабжения;
2. ограничения возможного распространения пожара и взрыва;
3. обеспечение эвакуации людей и оборудования из горящего здания;
4. обеспечение быстрого развертывания действий по пожаротушению;
5. разработка наглядных пособий по пожарной безопасности;
6. разработка инструкций по пожарной безопасности.

Планировка участка представлена рисунке 41

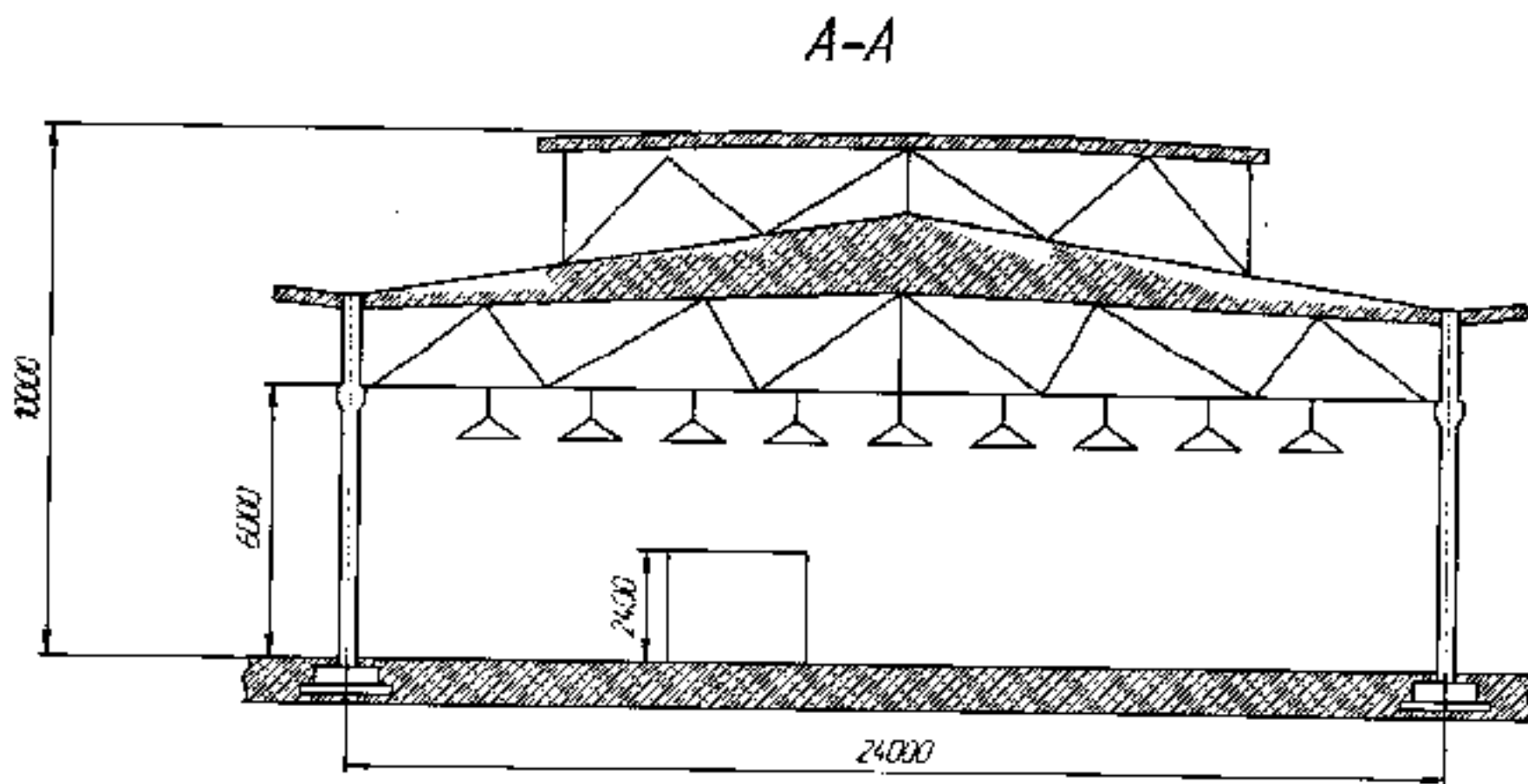


Рисунок 47 – Планировка цеха.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Лист

93

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе проведен анализ действующего технологического процесса изготовления «Крышка люка-лаза». На основе выявленных недостатков разработан новый технологический процесс изготовления детали. Главный принцип при проектировании технологических процессов изготовления детали, это соответствие требованиям единой системе технологической подготовки производства (ЕСТПП). В неё включают стандартную технологическую оснастку, технические и управленческие работы. Для этого был проведен размерный анализ проектного варианта, рассчитаны режимы резания и нормы времени. Осуществлен выбор, обоснование и расчет специального режущего инструмента, применяемого в технологическом процессе. Рассчитаны специальные станочное приспособления. Разработан план участка механической обработки с применением станков с ЧПУ.

Новый технологический процесс позволил сократить время обработки детали и исключить брак.

Новое современное оборудование позволило вести обработку подобных деталей на одних и тех же станках, что было невозможно в действующем технологическом процессе.

Таким образом, новый технологический процесс является более автоматизированным, экономичным и соответствующим типу производства.

									Лист
									94
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

10. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие с элементами самостоятельной работы студентов. В 2-х частях / под редакцией А.И.Сидорова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004.-195с.

11. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов].– 4-е изд., перераб. и доп.– Мн.: Высшая школа, 1983. –256 с.

12. Николаенко А.А., Морозов И.М. Проектирование технологических процессов сборки машин. Учебное пособие по курсу «технология машиностроения». – Челябинск:1995. – 71с.

13. Матвеев В.В. и др. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении/Матвеев В.В., Бойков О.И., Свиридов Ю.Н.- Челябинск: Южно-уральское книжное изд-во, 1979.-109с.

14. Справочник технологии машиностроения /под редакцией Косиловой А. Г. и Мещерякова Р. К. – М.: Машиностроение, 1985

15. Стандарт предприятия. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению. СТП ЮУрГУ 04-2001/ Составители: Сырейщикова Н.В., Гузеев В.И., Винокурова Л.В.,- Челябинск: ЮУрГУ. 2001.-49 с.

									Лист
									96
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата.	15.03.05.2017.452.00.00ПЗ				

15.03.05.2017.452.00.00ПЗ

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					97