

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Механико-технологический факультет
Кафедра техники и технологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ / А.В. Прохоров

« ___ » _____ 2018г.

Проектирование участка механической обработки детали
«Корпус УПБ » с разработкой
конструкторско-технологического оснащения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 15.03.05.2018.046 ПЗ ВКР

Консультанты:

к.т.н., доцент

_____ / Д.В. Ардашев

« ___ » _____ 2018г.

доцент

_____ / В.В. Ахлюстина

« ___ » _____ 2018г.

ст. преподаватель

_____ / А.В. Акинцева

« ___ » _____ 2018г.

Руководитель работы

к.т.н., доцент

_____ / В.В. Ахлюстина

« ___ » _____ 2018г.

Автор работы

студент группы ДО – 524

_____ / К.И. Богдажевский

« ___ » _____ 2018 г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель

_____ / Л.А. Силаева

« ___ » _____ 2018 г.

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

Богдажевский, К.И. Проектирование участка механической обработки детали «Корпус преобразователя давления» с разработкой конструкторско-технологического оснащения. Челябинск: ЮУрГУ, ДО-524, 2018. 71с., 19 таблиц., 26 иллюстрации, библиогр. список – 22 наименований, 10.5 чертежей формата А1, 13 листов карт техпроцесса

После анализа существующего базового технологического процесса по изготовлению детали «Корпус преобразователя давления», были выявлены недостатки и разработаны предложения по их устранению. В пояснительной записке данного проекта разработан технологический процесс изготовления детали, выполнен размерный анализ технологического процесса (ТП). Обоснован выбор исходной заготовки, проведен расчет режимов резания и норм времени. Спроектированы станочные приспособления. Произведен расчет расточного резца, а также предложена и спроектирована планировка участка механической обработки.

					150305.2018.046 ПЗ ВКР			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Богдажевский К.И.			Проектирование участка механической обработки детали «Корпус преобразователя давления» с разработкой конструкторско-технологического оснащения	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Ахлюстина В.В.					2	88
<i>Реценз.</i>						ЮУрГУ Кафедра ТТ		
<i>Н. Контр.</i>		Силаева Л.А.						
<i>Утв.</i>		Прохоров А.В.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	
1.1 Назначение и описание узла изделия.....	7
1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке.....	8
1.3 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней.....	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Анализ технологичности детали.....	12
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	13
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса.....	15
2.2.1.1 Анализ маршрутной карты.....	15
2.2.1.2 Анализ операционных карт.....	15
2.2.1.3 Анализ карт эскизов.....	15
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	16
2.2.2.1 Анализ оборудования.....	16
2.2.2.2 Анализ режущего инструмента.....	22
2.2.2.3 Анализ технологической оснастки.....	23
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.....	23
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	24
2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса.....	24
2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса.....	24
2.3.3 Выбор исходной заготовки.....	25
2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса.....	31
2.3.5 Расчет припусков.....	35
2.3.6 Расчет режимов резания.....	40
2.3.6.1 Расчет штучного времени и нормирование работ.....	62
2.3.7 Расчет потребного количества оборудования.....	64
2.3.7.1 Определение количества деталей в партии.....	64
2.3.7.2 Определения такта выпуска.....	65
2.3.7.3 Расчет потребного количества оборудования.....	67
2.4 Описание планировки участка.....	71
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	79
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	83
3.3 Описание работы контрольного приспособления.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	87
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЯ А. КАРТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	
ПРИЛОЖЕНИЯ Б. СПЕЦИФИКАЦИИ	

					150305.2018.046 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Эта отрасль производит различные машины и механизмы, которые востребованы на рынках. Эффективное развитие машиностроения является одной из основных задач способствующих успешному выполнению социально-экономических преобразований проходящих в стране.

В современных условиях реальный спрос на продукцию машиностроения на порядок меньше по сравнению с тем, что планировалось при создании большинства машиностроительных предприятий России. Кроме этого, государственная политика открытости экономики для зарубежных поставщиков машиностроительной продукции сделала жизненно важным для отечественного машиностроения создание конкурентно способной техники, что вызывает необходимость в быстром изменении конструкции машин, а значит и гибкой технологии их производства.

В настоящее время на большинстве машиностроительных предприятий страны происходит переход от массового производства к серийному и единичному. Это позволяет ликвидировать недогруженность производства, так как сейчас объемы выпуска продукции намного ниже по сравнению с тем, что планировалось при создании большинства машиностроительных предприятий.

Успешное выполнение поставленных перед машиностроением задач зависит от активного участия инженерно-технических работников в непрерывном совершенствовании производства, в разработке комплексных технологических процессов, в широком применении на практике последних достижений науки и техники.

Появившиеся станки с числовым программным управлением (ЧПУ) и промышленные роботы являются основным направлением автоматизации многономенклатурного производства в условиях единичного и серийного производства.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Числовое программное управление (ЧПУ) стало универсальным средством управления станками. Его применяют для всех групп и типов станков.

Применение

Большое преимущество обработки на станках с ЧПУ заключается также в том, что значительно уменьшается доля тяжелого ручного труда рабочих, сокращаются потребности в квалифицированных станочниках-универсалах.

Одной из важнейших задач, встающих перед промышленностью на современном этапе, является эффективное применение инновационных решений. Переход к новым методам хозяйствования требует усиления инновационной активности и изменения подхода к нововведениям, соединения инноваций с рынком. Исходя из современной расстановки действующих сил в экономике, приоритет её развития должен быть отдан активизации инновационной деятельности в её базовых наукоёмких отраслях (таких как машиностроение), являющихся источником динамичного движения [1].

Основной целью развития машиностроительной отрасли России в ближайшее время является обеспечение растущего спроса на её высококачественную продукцию на внутреннем и мировом рынках на основе ускоренного инновационного обновления отрасли, повышения её экономической эффективности, экологической безопасности, ресурсо и энергосбережения, конкурентоспособности продукции. Эта цель чётко согласуется с общенациональными задачами в развитии страны, определёнными Президентом Российской Федерации, и с приоритетными направлениями деятельности Правительства России, представленными в соответствующих общегосударственных документах последнего времени.

Распространение новых технологий в отличие от передовых зарубежных стран (США, Германия, Япония, Китай) происходит крайне медленно и внедряется лишь на немногих предприятиях. Это касается даже уникальных технологий, и получивших золотые медали на международных салонах инноваций и изобретений. Некоторые технологии и оборудование нового

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

поколения экспортируются, но остаются не востребованными российским машиностроением.

Зарубежные передовые технологии в ещё меньшей степени востребованы отечественной промышленностью. При существующем уровне инвестиций в инновационно-технологическое перевооружение в настоящее время потребность в технологиях более чем на 90% удовлетворяется за счёт отечественных разработок.

Целью дипломного проекта Проектирование участка механической обработки детали «Корпус преобразователя давления» с разработкой конструкторско-технологического оснащения.

- на основе анализа существующего технологического процесса спроектировать новый усовершенствованный вариант;
- произвести размерный анализ проектного технологического процесса;
- рассчитать режимы резания и нормы времени для нового проектного технологического процесса;
- обеспечить работу участка оборудованием, технологической оснасткой, режущим инструментом;
- разработать планировку участка;

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла изделия

Деталь «Корпус УПД.740033.001» имеет габаритные размеры 124×77×136 и массу 0,95кг (рисунок 1.2, чертеж детали представлен в ПРИЛОЖЕНИИ 1). Изготавливается из сплава технического титана марки ВТ1-0 ГОСТ 19807-91.

Деталь используется в узле преобразователя давления, и работает в агрессивной среде со статическими нагрузками, а также испытывает деформации растяжения и сжатия.

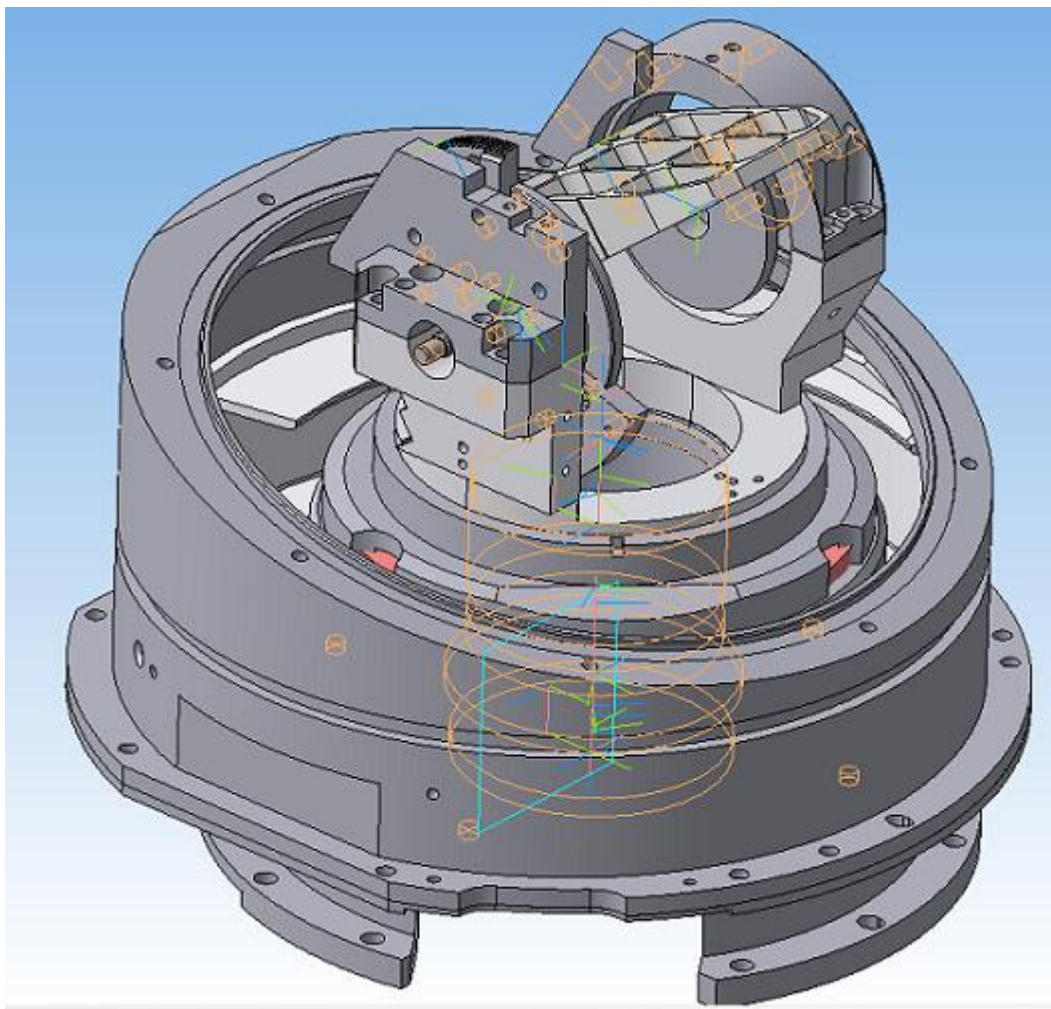


Рисунок 1.1 – Чертеж узла преобразователя давления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

7

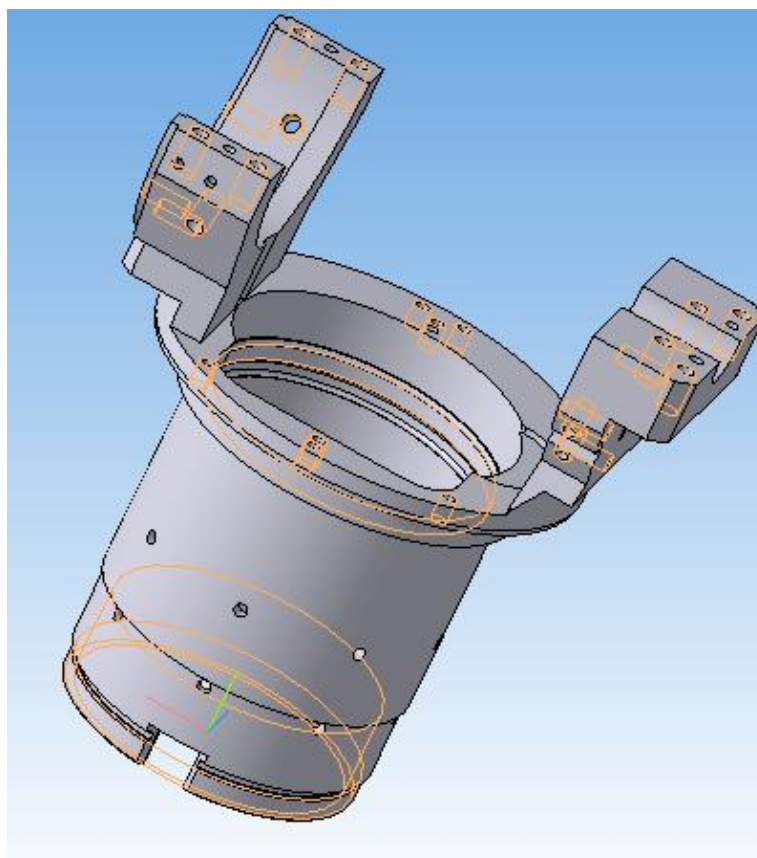


Рисунок 1.2 – Корпус УПД.740033.001

1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке

Группа деталей, подлежащих изготовлению на проектируемом участке должна иметь детали похожих габаритных размеров, так что бы можно было обработать данные детали на одних и тех же станках. Так же детали должны иметь схожий состав технологических операций для обработки деталей на одних и тех же станках.

На проектируемом участке обрабатываются детали схожей конфигурации и отличающиеся, как правило, друг от друга габаритными размерами, поэтому будет целесообразно производить их на одном участке по одной технологии с учетом индивидуальных особенностей. На этом участке необходимо будет применить оборудование, которое сможет обрабатывать всю номенклатуру деталей и при этом имеет высокую степень переналаживаемости для снижения затрат на переналадку оборудования. Всем этим требованиям отвечают современные станки с ЧПУ.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

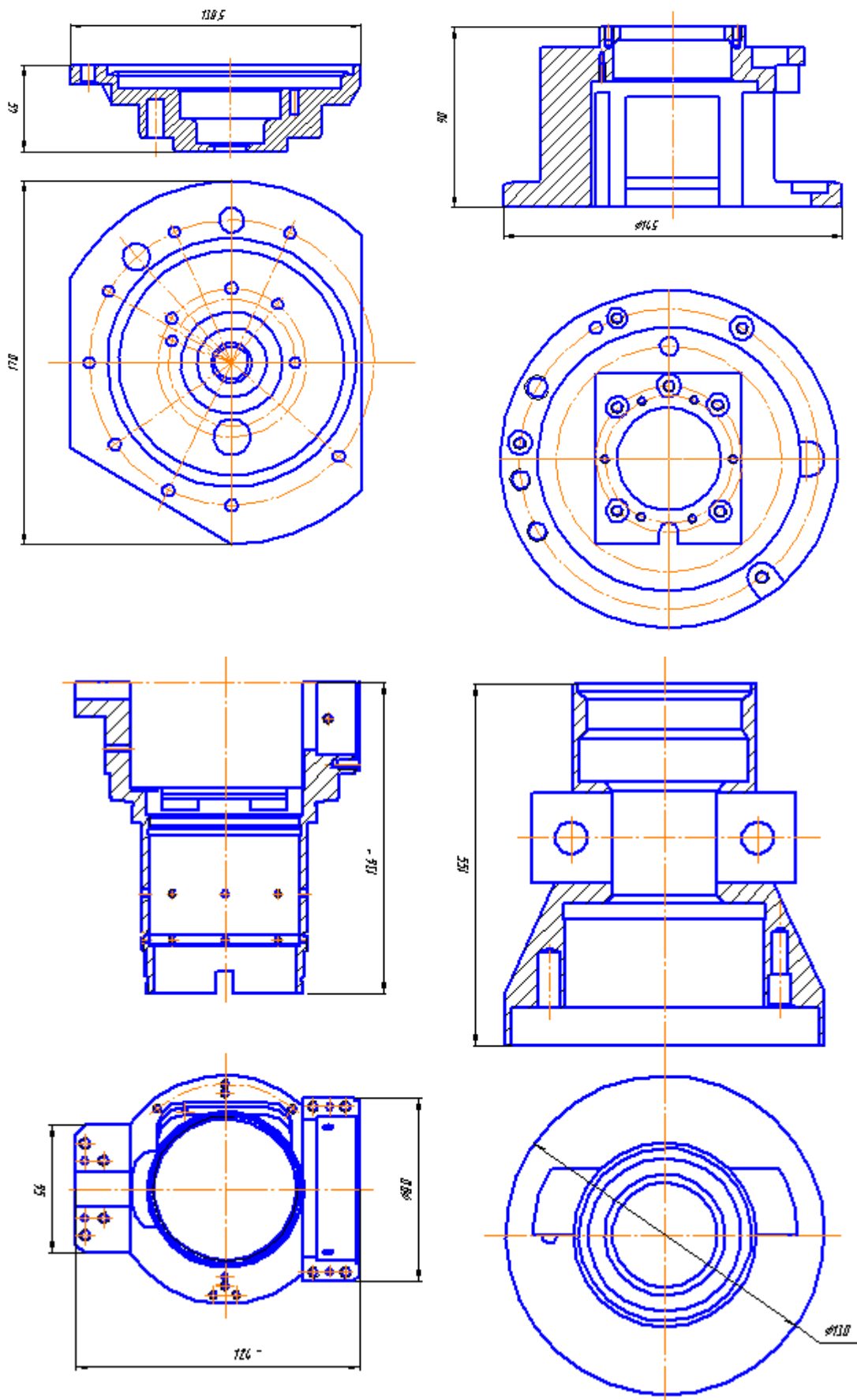


Рисунок 1.3 – Детали, обрабатываемые на участке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

9

1.3 Служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней

Корпус преобразователя давления (рисунок 1.2) является одной из наиболее ответственных деталей, определяющих взаимное расположение и точность перемещения подвижных деталей и узлов во время эксплуатации механизма. Корпус служит защитным элементом, он предохраняет комплект валиков от ударных нагрузок, попадания пыли и грязи, а также от других факторов, вызывающих повышенный износ деталей или ухудшающих условия эксплуатации.

Корпус имеет центральное отверстие для установки в него штока диаметром 65Н8, глубиной 50 мм. Вследствие чего данное отверстие требует наиболее точной обработки.

Так же для крепления хомута к корпусу предусмотрены резьбовые отверстия различного диаметра, расположенных в верхней части корпуса.

К данной детали предъявляются такие требования, как точность и соосность главных отверстий, а также параллельность и перпендикулярность базовых плоскостей и их высокие требования шероховатости.

Материал, из которого изготовлена деталь – сплав технического титана марки ВТ1-0 ГОСТ 19807-91.

Титан ВТ 1-0 – это технический сплав, цифры в маркировке которого говорят о чистоте сплава, наличии в нем примесей, таких как железо, кремний, азот, углерод, водород. В этом материале их – не больше 0,3%.

Используют этот сплав для производства различных прочных конструкций, у которых ударная вязкость должна быть высокой. Применение ВТ1-0: для изделий с высокой прочностью при достаточной пластичности и вязкости, высоким сопротивлением малым пластическим деформациям, хрупкому и усталостному разрушению, применяемых в машиностроении, приборостроении и инструментальной промышленности, для изготовления изделий криогенной техники.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Таблица 1.1 - Химический состав в % материала ВТ1-0

Fe	C	Si	N	Ti	O	H	Примесей
до 0.25	до 0.07	до 0.1	до 0.04	99.24 - 99.7	до 0.2	до 0.01	прочих 0.3

Примечание: Допускается содержание Аллюминия до 0.7 %

Таблица 1.2 – Физические свойства материала ВТ1-0

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	1.12		18.85	4505	540	
100		8.2				

Примечание:

T – Температура, при которой получены данные свойства , [Град]

E – Модуль упругости первого рода , [МПа]

α – Коэффициент температурного (линейного) расширения

λ – Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала) ,
[Вт/(м·град)]

ρ – Плотность материала , [кг/м³]

C – Удельная теплоемкость материала (диапазон 20о - T), [Дж/(кг·град)]

R – Удельное электросопротивление, [Ом·м]

Таблица 1.3 – Механические свойства материала ВТ1-0

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Лист, ГОСТ 22178-76			375		20-30			-
Трубы, ГОСТ 24890-81			390-590		15			-
Поковка, ГОСТ 26492-85			345		15	36-40	500-700	-
Прутки, ГОСТ 26492-85			355-540		19-20	38-50	500-1000	Отжиг
Плита, ГОСТ 23755-79	11 - 60		370-570		13	27		-
Плита, ГОСТ 23755-79	60 - 150		295-540		10	24		-

Примечание:

σ_B – Предел кратковременной прочности , [МПа]

σ_T – Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]

δ_5 – Относительное удлинение при разрыве , [%]

ψ – Относительное сужение , [%]

KCU – Ударная вязкость , [кДж / м²]

HВ – Твердость по Бринеллю , [МПа]

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

В соответствии с ГОСТ 14.205-83 технологичность – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ.

По габаритам можно проследить, что деталь имеет небольшие перепады, это указывает на высокую жесткость (технологично).

Корпус изготавливается из технического титана марки BT1-0 ГОСТ 19807-91 (технологично т.к приходится использовать режущий инструмент для обработки нетвердых материалов). Заготовкой является поковка повышенной точности, поэтому конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей не вызывает значительных трудностей при обработке, что является технологичным параметром.

Обработка поверхностей производится различными инструментами (простыми). К простым инструментам относятся: резцы, сверла, метчики, развертки, фрезы концевые и торцовые, что является технологичным параметром.

Наружная обработка инструментами не вызывает трудностей. Большинство поверхностей выполняются по 12-му качеству. Отверстия в корпусе выполняются с достаточно высокой точностью. На многие поверхности

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

проставлены высокие требования по шероховатости, по этим признакам деталь является нетехнологичной. В целом, деталь корпус УПД.740033.001 является технологичной.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

Действующий технологический процесс включает в себя следующие операции:

005 Заготовительную операцию, в которой пруток режется на заготовки определенной длины (станок PIGASUS);

010 Контрольная;

015 Термическая;

020 Токарная (станок 1К62);

025 Контрольная;

030 Фрезерная (станок 676)

035 Слесарная;

040 Контрольная;

045 Термическая;

050 Фрезерная (станок 676)

055 Контрольная;

060 Токарная (станок 1К62);

065 Слесарная;

070 Токарная (станок 1К62);

075 Слесарная;

080 Контрольная;

085 Фрезерная (станок 676)

095 Слесарная;

100 Контрольная;

105 Токарная (станок 1К62);

110 Маркировочная;

115 Контрольная;

120 Координатная (ВКОЕ)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- 125 Слесарная;
- 130 Контрольная;
- 135 Фрезерная (станок 676)
- 140 Контрольная;
- 145 Слесарная;
- 150 Координатная (ВКОЕ)
- 155 Слесарная;
- 160 Контрольная;

Анализ существующего техпроцесса показывает следующее:

- для транспортировки между станками необходимы специальные средства;
- используемое оборудование не может обеспечить производство заданной программы выпуска деталей, кроме этого оно занимает большую производственную площадь;
- используемый инструмент является универсальным, тогда как специальный инструмент в данных условиях более производителен.
- используется большое количество контрольных и слесарных операций.

В существующем тех.процессе в качестве заготовки используется пруток. Такая заготовка имеет достаточно большие припуски на обработку.

Токарные операции производятся на токарном станке модели 1К62. Используется 3х кулачковый патрон, режущий инструмент – в зависимости от типа обработки. Фрезерные операции производятся на станке модели 676. Используется 3х кулачковый патрон, спец. зажимные приспособления, режущий инструмент – в зависимости от типа обработки.

Координатные операции производятся на станке модели ВКОЕ. Используется 3х кулачковый патрон, спец. зажимные приспособления, режущий инструмент – в зависимости от типа обработки.

Для увеличения производительности, снижения штучного времени необходимо заменить универсальный станок станком с ЧПУ, позволяющим вести обработку с большей скоростью, несколькими инструментами позволяя получать большую точность обработки.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Некоторые операции следует объединить в одну в целях сокращения единиц оборудования, что приведет к снижению времени процесса обработки.

Режущий инструмент следует заменить на более производительный, который позволяет обеспечивать процесс резания с большими скоростями.

2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

2.2.1.1 Анализ маршрутной карты

В маршрутной технологии анализируемого технологического процесса имеются: названия операций, соответствующих их кодовому номеру и применяемому оборудованию; указаны наименование и марка материала и материала-заменителя изготавливаемой детали, способ получения заготовки. Для всех операций записаны используемые приспособления и инструмент, коэффициент штучного времени, код профессии, количество рабочих, разряд рабочего, количество одновременно обрабатываемых деталей и единица нормирования. Известны данные об объёме производственной партии, подготовительно-заключительное время штучное время. Указаны масса готовой детали и заготовки, норма расхода и коэффициент использования материала. Таким образом, видно, что маршрутные карты оформлены по ГОСТу.

2.2.1.2 Анализ операционных карт

На операционных картах указаны операции и переходы техпроцесса, указаны не все режимы резания для каждой операции. Отсутствуют некоторые операционные карты, отсутствуют ГОСТы на некоторые виды режущего инструмента. В целом представлено подробное описание операций действующего технологического процесса.

2.2.1.3 Анализ карт эскизов

На операционных эскизах выполнены необходимые виды, на которых выделены обрабатываемые поверхности, указаны технологические базы. Проставлены шероховатость обрабатываемой поверхности и номинальное значение операционного размера с предельными отклонениями, шероховатость обозначена не правильно. Все обрабатываемые поверхности выделены. Все операционные размеры пронумерованы арабскими цифрами, имеют номинальные

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

значения с предельными отклонениями. Нумерация произведена по направлению часовой стрелки. Многие операции выполняются за один установ, но за несколько технологических переходов, некоторые операции выполняются за несколько установов. Эскизы действующего техпроцесса представлены в приложении В плакат «Сравнение технологий».

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, технологической оснастки

2.2.2.1 Анализ оборудования

Токарно винторезный станок 1К62 (рисунок 2.1) предназначен для выполнения разнообразных токарных работ: обтачивания и растачивания цилиндрических и конических поверхностей, нарезания наружных и внутренних метрических, дюймовых, модульных и питчевых резьб, а также сверления, зенкерования, развертывания, и т.п. Отклонение от цилиндричности 7 мк, конусности 20 мк на длине 300 мм, отклонение от прямолинейности торцевой поверхности на диаметре 300 мм - 16 мк. Станки оснащены механическим фрикционом, приводом быстрых перемещений суппорта, задняя бабка имеет аэростатическую разгрузку, направляющие станины закалены HRCэ 49...57



Рисунок 2.1 – Токарно винторезный станок 1К62

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Таблица 2.1 – Технические характеристики станка, модель 1К62

Параметры	Значение
Мах диаметр обработки над станиной	400 мм
Мах диаметр обработки над суппортом	220 мм
Длина обрабатываемой заготовки	750...1500 мм
Диаметр отверстия в шпинделе	55 мм
Число ступеней вращения шпинделя	23
Размер конуса в шпинделе	Морзе 6
Частота вращения шпинделя	12,5...2000 об/мин.
Число ступеней продольных подач	42
Число ступеней поперечных подач	42
Продольные подачи	0,07-4,16 мм/об
Поперечные подачи	0,035...2,08
Число нарезаемых метрических резьб	45
Число нарезаемых дюймовых резьб	28
Число нарезаемых питчевых резьб	37
Число нарезаемых модульных резьб	38
Число нарезаемых резьб архимедовой спирали	5
Шаг нарезания метрической резьбы	0,5...192 мм
Шаг нарезания дюймовой резьбы	24...1,625 ниток на дюйм
Шаг нарезания модульной резьбы	0,5...48 модулей
Наибольшее перемещение пиноли задней бабки	200 мм
Поперечное смещение корпуса задней бабки	+/-15 мм
Наибольшее сечение резца	25
Питание	220/380В, 50Гц
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Мощность электродвигателя привода ускоренного перемещения суппорта	0,75...1,1
Габаритные размеры (длина×ширина×высота)	2812×1166×1324 мм
Масса	2140 кг
Мах диаметр обработки над станиной	400 мм
Мах диаметр обработки над суппортом	220 мм
Длина обрабатываемой заготовки	750...1500 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

17

Продолжение таблицы 2.1

Диаметр отверстия в шпинделе	55 мм
Число ступеней вращения шпинделя	23
Размер конуса в шпинделе	Морзе 6
Частота вращения шпинделя	12.5...2000 об/мин.
Число ступеней продольных подач	42
Число ступеней поперечных подач	42
Продольные подачи	0,07-4,16 мм/об
Число нарезаемых метрических резьб	45
Число нарезаемых дюймовых резьб	28
Число нарезаемых питчевых резьб	37
Число нарезаемых модульных резьб	38
Число нарезаемых резьб архимедовой спирали	5
Шаг нарезания метрической резьбы	0,5...192 мм
Шаг нарезания дюймовой резьбы	24...1.625
Продолжение таблицы 2.1	
Шаг нарезания модульной резьбы	0.5...48 модулей
Шаг нарезания питчевой резьбы	96...1 питч
Шаг нарезания резьбы архимедовой спирали	3/8", 7/16" дюймов (8, 10, 12 мм)
Наибольшее перемещение пиноли задней бабки	200 мм
Поперечное смещение корпуса задней бабки	+/-15 мм
Наибольшее сечение резца	25
Питание	220/380В, 50Гц
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Мощность электродвигателя привода ускоренного перемещения суппорта	0,75...1,1
Габаритные размеры (длина×ширина×высота)	2812×1166×1324 мм
Масса	2140 кг
Мах диаметр обработки над станиной	400 мм
Мах диаметр обработки над суппортом	220 мм

Станок используется неэффективно, используется на 4 операциях (020 токарная $T_{шт.} = 23,64$ мин, 060 токарная $T_{шт.} = 30,7$ мин, 070 токарная $T_{шт.} = 108,9$ мин, 105 токарная $T_{шт.} = 78,7$ мин) и значительное время простаивает.

Фрезерный станок модели 676

Вертикально фрезерный станок 676 (рисунок 2.2) предназначен для выполнения операций фрезерования различных деталей из черных и цветных металлов и их сплавов в условиях серийного и мелкосерийного производства.

Мощный привод главного движения и тщательно подобранные передаточные отношения обеспечивают оптимальные режимы обработки при различных условиях резания и полное использование возможностей режущего инструмента.

Поворотная шпиндельная головка станков оснащена механизмом ручного осевого перемещения гильзы шпинделя, что позволяет производить обработку отверстий, ось которых расположена под углом до $\pm 45^\circ$ к рабочей поверхности стола. Мощность приводов и высокая жесткость станков позволяют применять фрезы, изготовленные из быстрорежущей стали, а также инструмент, оснащенный пластинками из твердых и сверхтвердых синтетических материалов.

Технологические возможности станков могут быть расширены за счет применения на них делительной головки, круглого поворотного стола и других приспособлений. Станки выпускаются в различных исполнениях по напряжению, частоте питающей сети.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19



Рисунок 2.2 – Фрезерный станок модели 676

Таблица 2.2 – Технические характеристики станка, модель 676

Параметры	Значения
Размеры рабочей поверхности стола, мм	400x1600
Перемещение стола продольное, тах, мм	1000
Перемещение стола поперечное, тах, мм	4000
Перемещение стола вертикальное, тах, мм	420
Расстояние от оси горизонтального шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	70-500
Пределы частот вращения основного шпинделя, мин-1	31,5-1600
Подача стола продольная, мм/мин	12,5-1600
Подача стола поперечная, мм/мин	12,5-1600
Подача стола вертикальная, мм/мин	12,5-1600
Масса обрабатываемых деталей с приспособлением, кг	300
Окончание таблицы 2.2	
Мощность электродвигателей, кВт	11
Габариты, мм	2570x2252x2430
Масса, кг	4300

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

20

Станок используется неэффективно, используется на 4 операциях (030-Т_{шт.} = 475 мин, 050-Т_{шт.} = 120 мин, 085-Т_{шт.} = 22,2 мин, 135-Т_{шт.} = 8,3 мин) и значительное время простаивает.

Координатный станок модели ВКОЕ

Для сверления отверстий и нарезания в них резьбы применим вертикально-координатный станок с раздвижными шпинделями модели ВКОЕ. Данный станок позволяет обрабатывать сразу несколько отверстий, что уменьшает трудоемкость и увеличивает производительность труда.



Рисунок 2.3 – Координатный станок модели ВКОЕ

Таблица 2.3 – Технические характеристики станка, модель ВКОЕ

Параметры	Единицы измерения	Значение
Размеры рабочей поверхности стола	мм	630 - 750
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола	мм	160 – 1010

Продолжение таблицы 2.3

Расстояние от торца шпинделя до поверхности фундаментной плиты	мм	960 – 1460
Наибольшая площадь обсерливания	мм	440 x 600
Ход стола	мм	350
Конус отверстия шпинделя		Морзе №2
Наибольший ход шпиндельной бабки	мм	500
Число ступеней подач шпиндельной бабки		4
Подача бабки	мм/об	0,1-0,4
Мощность электродвигателей привода главного движения	кВт	10
Габаритные размеры:		
длина	мм	1 700
ширина		1 505
высота		3 620
Вес	кг	7 500

Станок используется неэффективно, используется на 2 операциях (120-Т_{шт.} = 125 мин, 150-Т_{шт.} = 48,3 мин) и значительное время простаивает.

2.2.2.2 Анализ режущего инструмента

Для обработки используется инструмент токарной и сверлильной группы. Сверла 2301-0069, 2301-0169, 2301-0046, 2301-0153 ГОСТ 10903-77. Все сверла спиральные с коническим хвостовиком. Сверла нормальной точности с нормальным хвостовиком. Метчики М3-6Н, М3-7Н, М4-6Н, М4-7Н, М6-7Н ГОСТ 10903-77. Все метчики для нарезания метрической резьбы с коническим хвостовиком.

Резцы 2142-0122, 2142-0142, 2142-0105, 2136-0007, 2101-0505, 03147-58, 2136-0008, 9314-5109314-63093 ГОСТ 9795-84. Резцы с пластинками из твердого сплава. Пластины припаиваются к резцу. Пластины с углом врезки в стержень, равным 10°, применяют для обработки стали.

Фрезы концевые ГОСТ 17026-71, торцевые ГОСТ 26595-85, торцевые ГОСТ 24359-80. Фрезы оснащены пластинками из твердого сплава. Пластины припаиваются к фрезам.

В результате анализа режущего инструмента, применяемый в процессе обработки, видно, что весь инструмент стандартный. Во всех операциях инструмент подобран правильно.

2.2.2.3 Анализ технологической оснастки

Станочным приспособлением в машиностроении называют дополнительное устройство к металлорежущим станкам, предназначенное для базирования и закрепления заготовки, обрабатываемых на этих станках.

Такие приспособления необходимы для закрепления заготовки на станках в требуемом положении относительно режущих инструментов.

На токарных операциях используется патрон 250 ГОСТ 2675-80, патрон 3хкулачковый ГОСТ 8522-79. На фрезерных операциях применяется патрон 3хкулачковый ГОСТ 8522-79, тиски ручные ГОСТ 2897-80. В основном используется стандартизированная технологическая оснастка. На координатных операциях используются специальные приспособления.

В результате анализа технологической оснастки, применяемой в процессе обработки, видно, что зажим детали в большинстве случаев осуществляется вручную, что увеличивает $T_{общ.}$

2.2.3 Выводы и предложения по разработке проектного техпроцесса

Недостатки действующего техпроцесса, которые значительно повышают себестоимость детали:

- рациональный выбор заготовки, достаточно высок коэффициент использования металла;
- применяется режущий инструмент с напайными пластинами из твердого сплава, что затрудняет переточку инструмента;
- Нерациональное использование оборудования.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

При разработке проектного техпроцесса необходимо выполнить следующие требования:

– использовать при изготовлении детали многоцелевые станки с числовым программным управлением (ЧПУ), что является выгодным средством автоматизации в серийном производстве;

– максимально использовать универсальные переналаживаемые приспособления. Автоматизировать зажим детали, чтобы уменьшить время на установку и закрепление;

– для повышения производительности и технологичности режущего инструмента, необходимо применить инструмент со сменными многогранными пластинами (СМП);

– усовершенствовать технологический процесс так, чтобы для изготовления детали требовалось наименьшее количество единиц оборудования, что позволит получить высокую производительность и качество изготовления, а соответственно минимальные затраты на производство.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса

000. Заготовительная

005. Комплексная с ЧПУ

010. Слесарная

015. Термическая (Стабилизация 2 ГОСТ17535-77)

020. Комплексная с ЧПУ

025. Координатная с ЧПУ

030. Сборочная

035. Слесарная

040. Контрольная

2.3.2 Выбор исходной заготовки

Методом производства заготовки выбирается поковка повышенной точности (рисунок 2.4). Поковка имеет ряд преимуществ: заготовка без напусков, допуски на размеры в несколько раз меньше, а следовательно уменьшается расход

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

материала, производительность выше, но при всем этом выпускаемая партия заготовок должна быть достаточно большая, так как у этого метода стоимость выше. На заводе не имеются необходимые цеха и оборудование для производства данных заготовок, поэтому заготовки следует покупать у металлургических предприятий, а предполагаемые объемы производства оправдывают выбор этого метода производства.

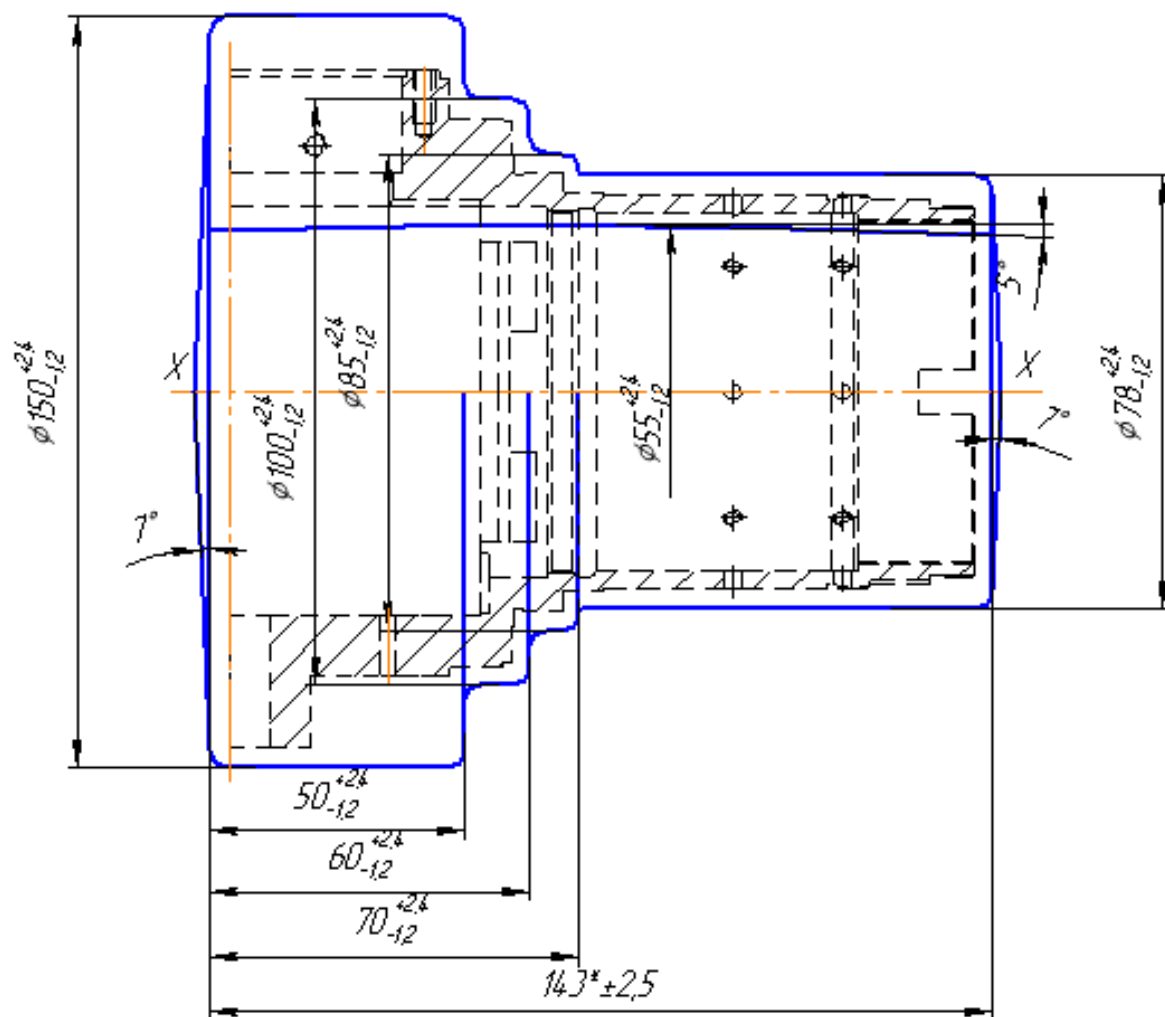


Рисунок 2.4 –Чертеж заготовки детали «Корпус»

2.3.3 Выбор оборудования

Выбор оборудования производится на основе таких данных, как метод обработки, точность и класс частоты, расположение и габаритные размеры детали, эффективность использования станка по мощности, его стоимость.

Операция 005. Комплексная с ЧПУ.

Для операции «Комплексная с ЧПУ» принимается вертикально

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.046 ПЗ					

обрабатывающий центр 800VT (рисунок 2.5). Главная особенность вертикально-обрабатывающих центров заключается в больших скоростях резания, идеальной точностью позиционирования режущего инструмента, а также высокой надежностью. В сегодняшнем оборудовании применяются прецизионные электро- и механически- комплектующие отличного качества от известных мировых производителей. Итак, в вертикальных обрабатывающих центрах с ЧПУ используются современные устройства контроля за изготовлением пресс-форм, подшипники повышенной точности и инновационные решения в конструкции, а также компоновке вертикальных обрабатывающих центров. Так же основным преимуществом вертикально-обрабатывающих центров состоит в том, что продольным движением рабочего стола и поперечным и вертикальным перемещением головки шпинделя, что обеспечивает высокую точность и большую стабильность изготовления различных задач на центре, сохраняя при этом отличную производительность обработки. Так же, в подобных центрах нужно обратить внимание на отвод, а точнее на техническую его реализацию жидкости и стружки, которая выполняет функцию охлаждения, а также стойкость рамы такого оборудования к передаче тепла от стружек.

Вертикальный обрабатывающий центр с автоматической сменой инструмента (АСИ) и числовым программным управлением (ЧПУ) модели 800VT предназначен для комплексной обработки деталей из различных конструкционных материалов в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства. Выполняет операции наружного и внутреннего точения, сверления, зенкерования, развертывания, полустогового и чистового растачивания отверстий, нарезания резьбы метчиками и фрезами, фрезерования.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26



Рисунок 2.5 – Вертикально обрабатывающий центр 800VT

Возможности станка:

- высокоскоростная обработка;
- возможности токарно-карусельного станка и вертикального обрабатывающего центра в одном станке
- возможность оснащения различных инструментальных магазинов
- возможность оснащения щупами для измерения детали и инструмента
- возможность черновой обработки крупногабаритных деталей

Таблица 2.4 – Технические характеристики станка:

Диаметр рабочей поверхности стола, мм	800
Диаметр центрального отверстия, мм	100H6
Ширина направляющего паза, мм	18H11
Количество Т-образных пазов	8
Максимальное расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	1080
Максимальное расстояние от оси шпинделя до оси стола, мм	580
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	800
Шпиндель	
Конус шпинделя (DIN 69871)	SK 40
Диапазон частот вращения шпинделя с перед. отн 1:2, об/мин	0-4 000

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

27

Продолжение таблицы 2.4

Номинальный крутящий момент на шпинделе с перед. отн. 1:2, Нм	235,6
Перемещения	
Наибольшие перемещения по осям, мм	
перемещение вращающегося стола (X)	600
- вертикальное перемещение шпиндельной бабки (Z)	1000
Наибольшая частота вращения стола (C), об/мин	374
Дискретность позиционирования по осям, град	0,001
Точность позиционирования по всем осям, мм /град.	±0,005/0,006
Номинальный крутящий момент стола, Нм	1005
Диапазон рабочих подач по координатам, мм/мин	1...15000
Ускоренные хода по всем осям, м/мин	15...25
Характеристика электрооборудования	
Мощность главного привода, кВт	18,5
Номинальная частота вращения, об/мин	1500
Максимальная частота вращения, об/мин	8000
Инструментальный магазин	
Емкость инструментального магазина, шт.	20
Время смены инструмента, с	7
Наибольший диаметр инструмента, устанавливаемого в магазине [без пропуска гнезд], мм	125 [80]
Наибольшая длина инструмента, устанавливаемого в шпинделе станка, мм	250
Наибольшая масса оправки, устанавливаемой в магазине, кг	10
Система ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 840D	
Прочие характеристики	
Габаритные размеры, мм	2500x4050x3690
Общая площадь станка в плане, кв.м., не более (с учетом открытых дверей шкафа)	15
Масса, кг	8200
Инструментальный магазин	
Емкость инструментального магазина, шт.	20

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

28

Операция 020. Комплексная с ЧПУ.

С целью полной загрузки станка для операции «Комплексная с ЧПУ» принимается вертикально обрабатывающий центр 800VT. Описание см. выше.

Операция 025. Координатная с ЧПУ.

Для операции «Координатная с ЧПУ» принимается координатно-расточной станок модели 2E450AФ30 (рисунок 2.6). Станок предназначен для обработки сверхсложных деталей типа лопаток, крыльчаток и других изделий, в основном для аэрокосмической и авиационной промышленности, а также для изготовления сложных пресс-форм посредством выполнения операций: сверления, зенкерования, развёртывания, растачивания точных отверстий по точным координатам, фрезерования поверхностей и пазов, нарезания резьб метчиками и резцом, обработка фасонных поверхностей с одновременным управлением 5 (пятью) координатами. Главное отличие этого обрабатывающего центра от базового станка – наличие наклонно-поворотного стола. Для достижения высокой точности и жесткости при резании наклон стола осуществляется на комбинированном прецизионном роликовом подшипнике. Круговой оптический датчик на приводной стороне наклонного стола способствует выполнению точного высокоскоростного позиционирования стола. Станки оснащены встроенным в шпиндельную бабку мотор-шпинделем, имеющим высокие скорости вращения и обеспечивающим высокие скорости обработки за счёт применения прецизионных подшипников с керамическими телами качения. Перемещение подвижных рабочих узлов осуществляется с применением шарико-винтовых пар. В качестве направляющих используются рельсовые роликовые направляющие качения[5].

						150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			29



Рисунок 2.6 – Координатно-расточной станок с ЧПУ 2E450AФ30

Таблица 2.5 – Технические характеристики станка 2E450AФ30:

Круговой делительный стол (ось В)		
Размеры рабочей поверхности	мм	800x800
Возможность поворота по оси В	град	360
Скорость оси поворота	мин ⁻¹	20
Максимальный вес обрабатываемой детали	кг	600
Точность делений	сек	+/- 3,6
Делительный механизм качания (ось А)		
Угол качения оси А	град	+20...-130
Точность деления	сек	+/- 12
Скорость оси качания	мин ⁻¹	8
Перемещение осей станка ХхУхZ	мм	1200x1000x1100
Окончание таблицы 2.5		
Скорости подачи Х/У/Z	м/мин	40/40/30
Шпиндель		
Число оборотов мотор-шпинделя	об/мин	8000(12000)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

30

Продолжение таблицы 2.5

Конус инструмента	–	HSK-A100
Крутящий момент	Нм	280
Устройство АСИ		
Число инструментов	шт	50
Максимальный диаметр инструмента	мм	250
Максимальная длина инструмента	мм	500
Максимальный вес инструмента	кг	25
Время смены инструмента от реза до реза	сек	7,0
Система СОЖ		
Производительность подачи СОЖ в зону резания	л/мин	200
Подача СОЖ через инструмент при P=50 атм	л/мин	20
Емкость бака СОЖ	л	900

Операция 030. Сборочная.

С целью полной загрузки станка для операции «Сборочная» принимается координатно-расточной станок с ЧПУ 2E450AФ30. Описание см. выше.

2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

Подробное описание технологического процесса приведено в ПРИЛОЖЕНИИ 3(Карты тех. Процесса изготовления детали «Корпус»).

Операция 005 Комплексная с ЧПУ:

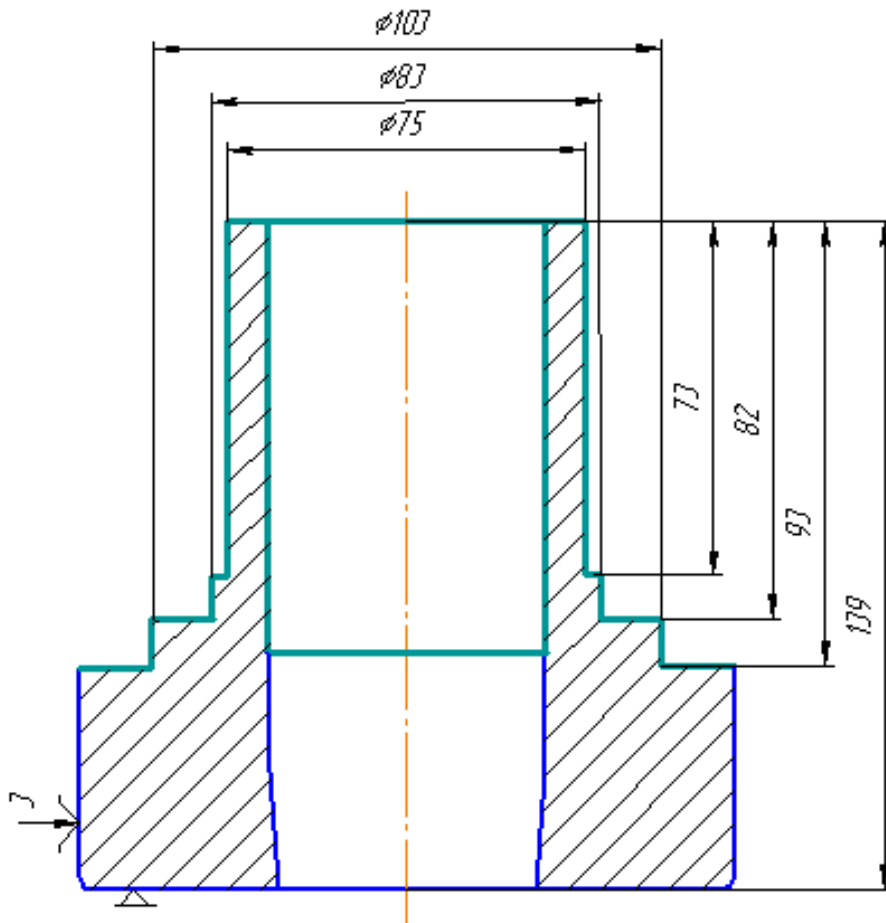


Рисунок 2.7 – Операция 005 токарная с ЧПУ. Установ А

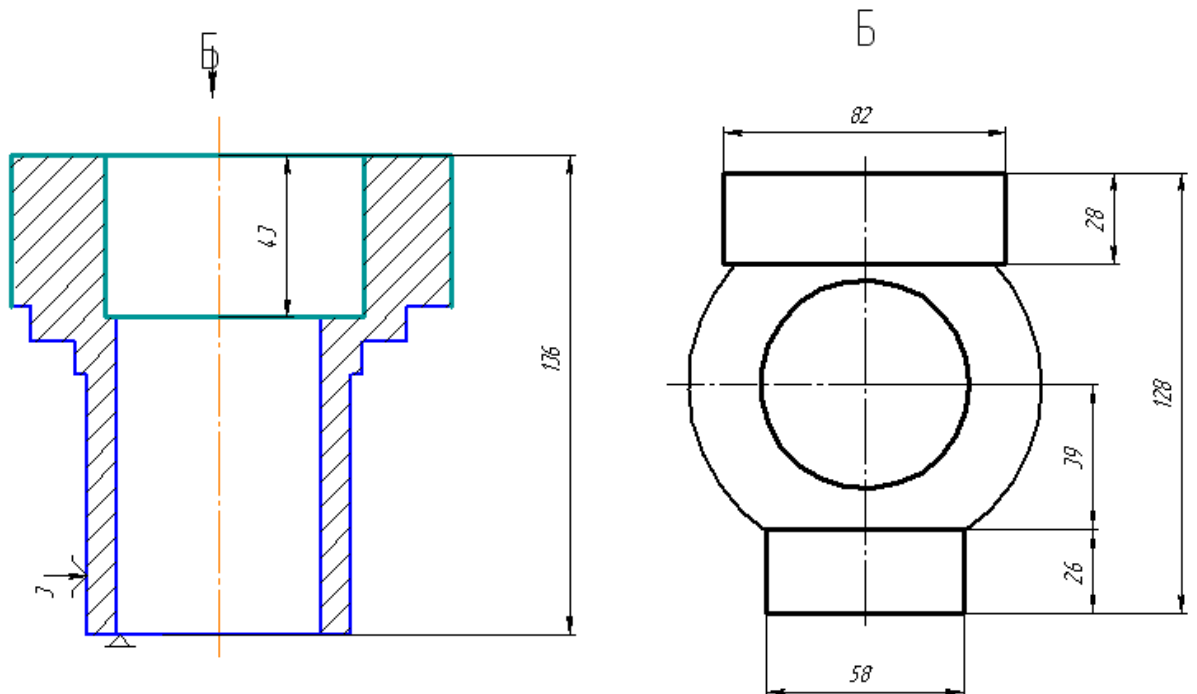


Рисунок 2.8 – Операция комплексная 2 установ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

32

Операция 020 Комплексная с ЧПУ:

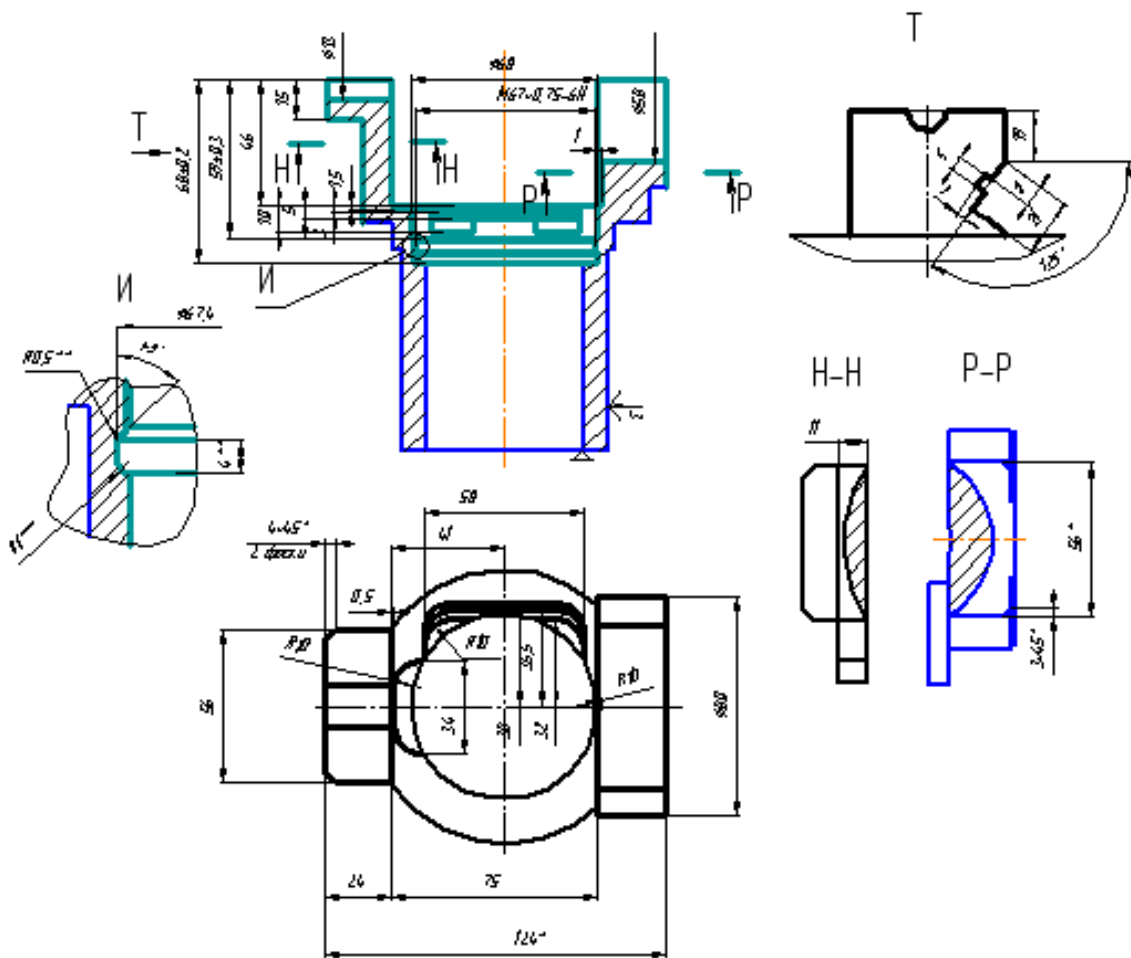


Рисунок 2.9 – Операция комплексная 1 установ

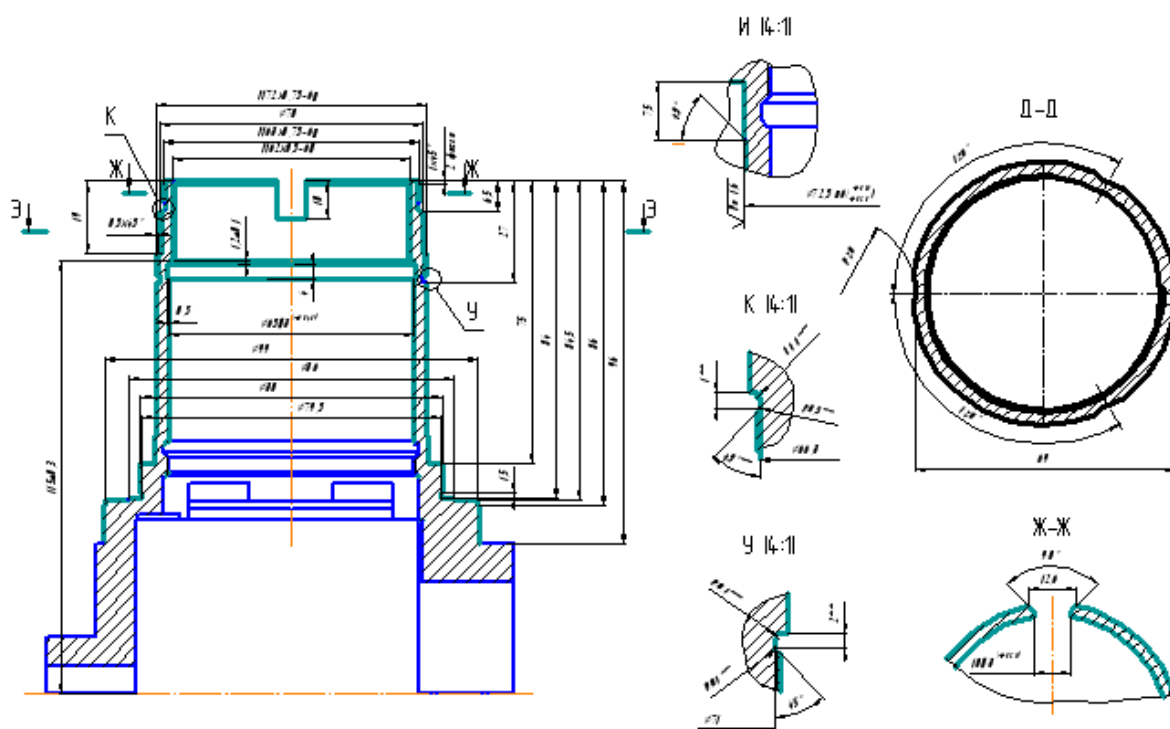


Рисунок 2.10 – Операция комплексная 2 установ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

33

Операция 025 Координатная с ЧПУ:

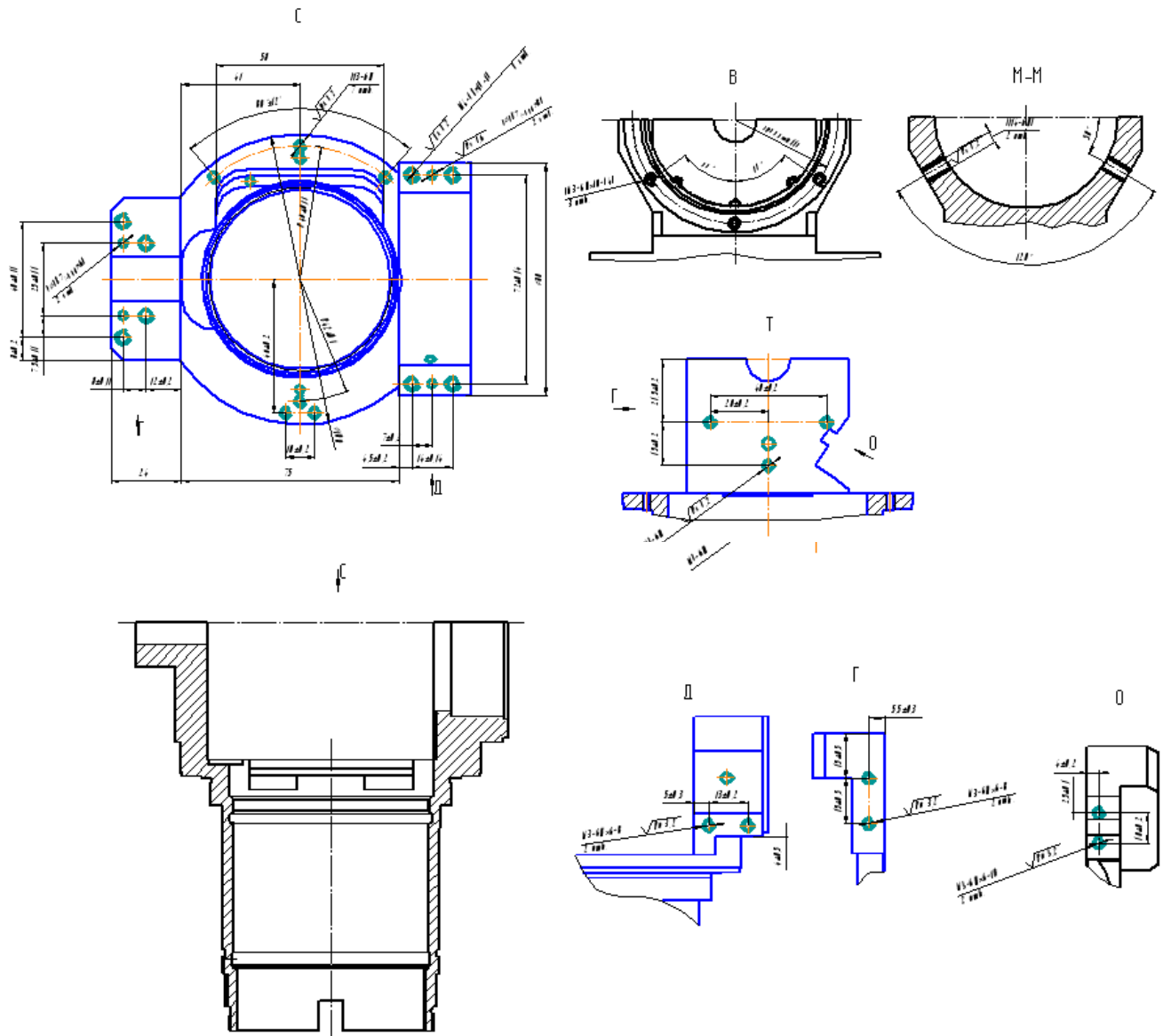


Рисунок 2.11 – Операция координатная 1 установ

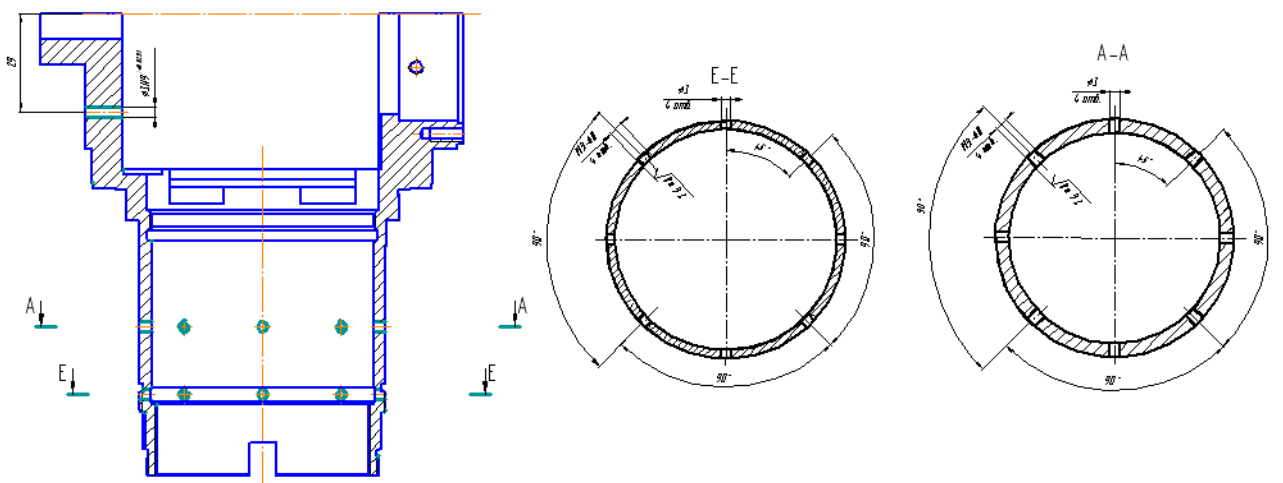


Рисунок 2.12 – Операция координатная 2 установ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

34

Операция 030 Сборочная:

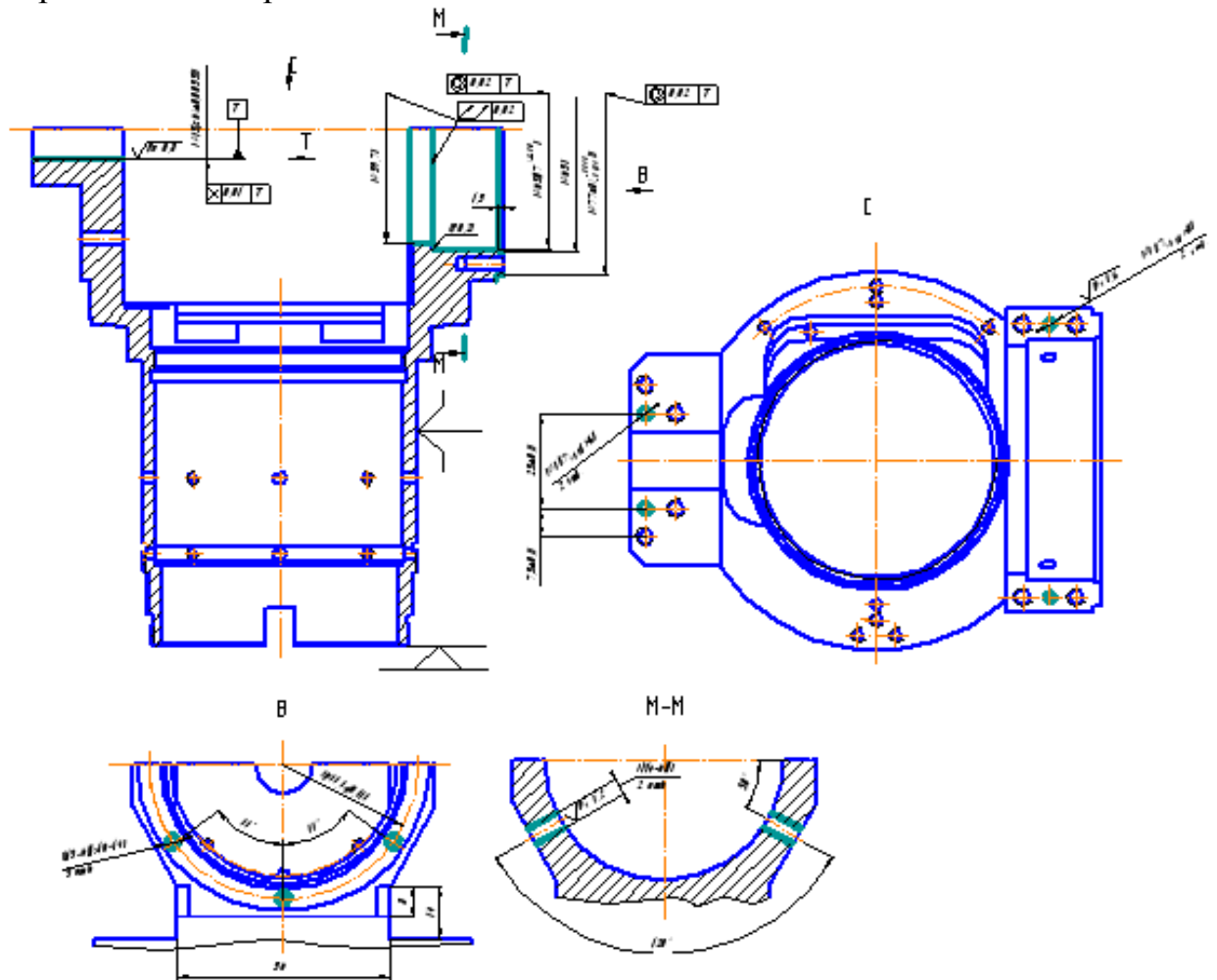


Рисунок 2.13 – Операция сборочная

Операция 035 слесарная: чистить деталь от заусенцев, убрать следы от технологических переходов.

Операция 045 контрольная: контролировать линейные и диаметральные размеры согласно контрольной карте техпроцесса.

2.3.5 Расчет припусков

Рассчитаем диаметр описанной окружности вокруг верхнего элемента детали (линейный размер 124мм), чистовой размер окружности $\phi 145_{-0.52}$

Диаметральный размер $\phi 145_{-0.52}$:

Деталь – тело вращения. Принимаем заготовку - штамповка, у готовой детали квалитет точности h12, и шероховатость $Ra=6,3\text{мкм}$. Чтобы получить заданные параметры поверхности детали по нормативам, обработку

										Лист
										35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.046 ПЗ					

проведем в два прохода: черновой, получистовой.

Установим квалитеты точности обработки по проходам:

черновой с точностью $\text{Ø}147_{(-0,52)}$,

чистой с точностью $\text{Ø}145_{(-0,35)}$

Установим величину R_z и величину дефектного слоя T для каждого прохода:

–заготовка-штамповка($m=0,5-1,5$ кг) $R_z = 120, T=180$ [2]

–черновой проход $R_z = 50, T=50$ [2]

–чистой проход $R_z = 30, T=30$ [2]

Припуски рассчитаем по формуле для тел вращения:

$$2Z_{\min} = 2\left(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}\right), \text{ мкм.} \quad (2.1)$$

где R_{zi-1} – средняя высота микронеровностей предшествующей операции, мкм;

T_{i-1} – глубина дефекта поверхностного слоя на предшествующей операции, мкм

ρ_{i-1} – геометрическая сумма пространственных отклонений взаимосвязанных поверхностей, мкм;

ε_{yi} – погрешность установки на данной операции, мкм;

Определим ρ_{i-1} и ε_y с учетом, что у нас одна операция и выбор этих параметров делаем один раз на все переходы: при обработки заготовки из штамповки при базировании в центрах в поводковом патроне:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}, \text{ мкм.} \quad (2.2)$$

где $\rho_{кор}$ – погрешность заготовки по короблению мкм; $\rho_{см}$ - погрешность заготовки по смещению, мкм.

$$\rho_{кор} = \Delta_k \times l, \quad (2.3)$$

где $l \leq L/2 = 136/2 = 68$ мм;

Δ_k – удельная кривизна заготовки 1 мкм на 1 мм длины, $\Delta_k = 1,0$;

тогда $\rho_{кор} = \Delta_k \times l = 1,0 \times 68 = 68$ мкм;

Погрешность по смещению заготовки $\rho_{см} = 1 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм}$,

тогда $\rho = \sqrt{68^2 + 1000^2} = 1002,3$ мкм

Погрешность установки определяем по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2}, \quad (2.4)$$

где $\varepsilon_б$ – погрешность базирования; $\varepsilon_з$ - погрешность закрепления;

По справочнику при базировании в патроне или в центрах $\varepsilon_б = 0$, погрешность закрепления в радиальном направлении $\varepsilon_з = 0$, таким образом $\varepsilon_y = 0$.

Таким образом на черновом проходе имеем $\rho_o = 1002,3 \text{ мкм}$

На чистовом проходе имеем

$$\rho_1 = \rho_o \times 0,06 = 1002,3 \times 0,06 = 60,1 \text{ мкм}$$

Рассчитаем припуски по переходам по формуле

– черновой проход $2Z_{\min} = 2 \times (180 + 520 + 1002,3) = 3404,6 \text{ мкм}$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + \delta_{i-1} - \delta_i = 3364,6 + 520 - 350 = 3534,6 \text{ мкм},$$

где δ_{i-1} - допуск на предыдущий размер. Он равен 520 мкм.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

δ_i – допуск на данную операцию.

– чистовой проход $2Z_{\min} = 2 \times (50 + 50 + 520) = 1040 \text{ мкм}$

$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + \delta_{i-1} - \delta_i = 1040 + 520 - 350 = 1210 \text{ мкм}$

Определяем предельные размеры поверхности вращения $\varnothing 145$:

$d_{\text{черн. min}} = d_{\text{п/чист min}} + 2Z_{\text{min п/чист}} = 144,65 + 1,040 = 145,690 \text{ мм.}$

$d_{\text{заг. min}} = d_{\text{черн. min}} + 2Z_{\text{min черн}} = 145,550 + 3,404 = 148,954 \text{ мм.}$

$d_{\text{черн. max}} = d_{\text{п/чист max}} + 2Z_{\text{max п/чист}} = 145,00 + 1,040 = 146,040 \text{ мм.}$

$d_{\text{заг. max}} = d_{\text{черн. max}} + 2Z_{\text{max. черн.}} = 146,040 + 3,534 = 149,574 \text{ мм.}$

Проверка: Проверяем правильность произведенных расчетов как разность предельных значений припусков и допусков заготовки и детали:

$$(2Z_{\max} - 2Z_{\min})/2 = \sigma_{\text{заг}} - \sigma_{\text{дет}} \quad (2.5)$$

$$((3404 + 1040) - (3534 + 1210))/2 = 520 - 350 = 170 \text{ мкм}$$

При расчетах припуска расчетно – аналитическим методом размер заготовки получается более точный, но при изготовлении штамповки имеются такие отклонения как кузнечные припуски, напуски и т.д. так же учитывается отклонение штампа, так что предпочтительнее брать заготовку с размерами, установленными по ГОСТ 7505-89 .

Вывод: наибольший размер заготовки расчетным методом получился равным $\varnothing 149,574 \text{ мм}$. Принимаем наружный диаметр заготовки равный $\varnothing 150 \text{ мм}$.

Определим припуски на линейный размер $136_{-0,400}$ при токарной операции.

Определение припусков и предельных размеров по переходу – точить торцы, расчетно-аналитическим методом

Обработка выполняется в один проход – чистовое точение.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Элементы припуска:

$$- R_z + T = 300$$

$$- \rho_1 = 0,01D = 0,01 \times 145 = 1450 \text{ мкм} - \text{ для первого торца,}$$

$$- \rho_2 = 0,01D = 0,01 \times 75 = 750 \text{ мкм} - \text{ для второго торца}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_s^2} \quad (2.6)$$

где

ε_δ – погрешность базирования,

ε_s – погрешность при закреплении

При базировании в самоцентрирующих кулачках по упору $\varepsilon_\delta = 0$, погрешность закрепления в радиальном направлении $\varepsilon_s = 100$, таким образом $\varepsilon_y = 110$ мкм.

Расчетный припуск определяем по формуле:

$$2Z_{\min} = 2(R_z + T + \rho_1 + \rho_2 + \varepsilon_y) = 2(150 + 200 + 1450 + 750 + 100) = 5300 \text{ мкм}$$

Допуски и отклонения:

а) на деталь: $L = 136_{-0,4}$; $\sigma_{\text{дет}} = 400$ мкм. $es = 0$; $ei = -0,400$ мм.,

где es – верхнее предельное значение допуска;

ei – нижнее предельное значение допуска;

б) на заготовку: $\sigma_{\text{заг}} = 5000$ $es = 2500$ мкм; $ei = -2500$ мкм.

Предельные размеры детали:

$$L_{\min.L} = 136 - 0,4 = 135,6 \text{ мм.}$$

$$L_{\max.L} = 136 \text{ мм.}$$

Расчетные размеры:

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

а) детали: $L_{\min.L.\text{расч.}}=135,6\text{мм.}$

б) заготовки $L_{\min.\text{заг.расч.}}=L_{\min.L}+2Z_{\min}=135,6+5,3=140,9\text{ мм.}$

Предельные размеры заготовки:

$$L_{\min.\text{заг}}=L_{\min.\text{заг.расч}}=140,9\text{ мм.}$$

$$L_{\max.\text{заг}}=L_{\min.\text{заг}}+\sigma_{\text{заг}}=140,9+5=145,9\text{ мм.}$$

Предельные значения припусков:

$$2Z_{\min}=L_{\min.\text{заг}}-L_{\min.D}=140,9-135,6=5,3\text{мм}$$

$$2Z_{\max}=L_{\max.\text{заг}}-L_{\max.\text{дет}}=145,9-135=9,9\text{мм.}$$

Проверка правильности произведенных расчетов:

$$2Z_{\max}-2Z_{\min}=\sigma_{\text{заг}}-\sigma_{\text{дет}} \quad (2.7)$$

$$9,9-5,3=5-0,4=4,6\text{мм.}$$

Номинальный припуск: $2Z_0=2Z_{\min}+ei_{\text{заг}}-ei_{\text{дет}}=5,3+2,5-0,4=7,1\text{мм.}$

Номинальный размер заготовки:

$$L_{\text{заг.}}=L_{\text{заг.ср.}}\pm\sigma_{\text{заг}}/2$$

$$L_{\text{заг.ср.}}=L_{\max.\text{заг}}-eS_{\text{заг.}}=L_{\min.\text{заг}}-ei_{\text{заг}}$$

$$L_{\text{заг.ср.}}=145,9-5=140,9-(-2,5)=143,4\text{мм.}$$

$$L_{\text{заг.ср.}}=143,4\pm 2,5\text{мм.}$$

Вывод: максимальный размер заготовки на линейный размер $136_{0,4}$ получился равным $143,4\pm 2,5\text{мм.}$ Принимаем длину заготовки $143\pm 2,5\text{ мм.}$

2.3.6 Расчет режимов резания

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Расчет режимов резания необходимо производить для нормирования объема работ. Производить расчеты будем по справочнику: общемашиностроительные нормативы режимов резания. Определение режимов резания сводится, в основном, к нахождению оптимальных глубин резания t , величин подачи S , стойкости T и скорости резания V , при которых должна быть достигнута наибольшая производительность обработки на станке, при наименьшей ее себестоимости и требуемого качества обработанной поверхности. Обычно в производственных условиях при назначении режимов резания используют нормативные таблицы. Найденную по таблицам подачу и число оборотов корректируют по станку.

005. Комплексная. 1 Установ.

1 Переход: Точить поверхность $\varnothing 75$, шероховатостью $Ra=25\text{мкм}$ начерно в один проход табличным методом:

Исходные данные:

1) Станок:

Модель станка – 800VT

2) Операция:

Базирование в трехкулачковом патроне.

Содержание операции: точить поверхность начерно по программе, выдерживая размеры 1, 2.

3) Выбор глубины резания:

Глубину резания выбирается исходя от заготовки $=1,5\text{мм}$.

4) Выбор инструмента:

Исходя из условий обработки принимается ромбическая форма пластины для черновой и получистовой стадий. Материал пластин: T15K6. Способ крепления пластин: клин – прихватом.

Углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 5^\circ$. Находим остальные геометрические параметры. Черновая и получистовая стадии: задний угол $\alpha = 5^\circ$, передний угол $\gamma = -6^\circ$, форма передней поверхности, радиус скругления режущей

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

кромки $\rho=0,04$ мм, радиус вершины резца $r_b=1$ мм. Определяется нормативный период стойкости $T=30$ мин и толщину пластины $h=6,4$ мм.

5) Выбор подачи

Подача для черновой стадии:

$$S_0 = S_{OT} \cdot K_{Si} \cdot K_{Sp} \cdot K_{Sd} \cdot K_{Sh} \cdot K_{Sl} \cdot K_{Sn} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{Sj} \cdot K_{SM} \quad (2.8)$$

где S_{OT} – рекомендуемое табличное значение, $S_{OT} = 1,30$ мм/об;

K_{Si} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от инструментального материала; $K_{Si}=1,15$;

K_{Sp} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от способа крепления пластины ; $K_{Sp}=1,0$;

K_{Sd} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от сечения державки резца, $K_{Sd}=1,0$;

K_{Sh} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от прочности режущей части, $K_{Sh} = 1,0$;

K_{Sn} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от состояния поверхности заготовки, $K_{Sn}=0,85$;

$K_{S\phi}$ – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от геометрических параметров резца, $K_{S\phi} = 1,0$;

K_{Sj} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от жесткости станка, $K_{Sj} = 0,7$;

K_{SM} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, $K_{SM}=0,7$;

Окончательная подача черновой стадии

$$S_0 = 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,7 = 0,6 \text{ мм/об.}$$

Рассчитанная подачи для черновой стадии проверяется по осевой P_x и радиальной P_y составляющим сил резания, допустимыми прочностью механизма подачи станка.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Составляющие сил резания определяются по формуле:

$$P=P_T \cdot K_{p_m} \cdot K_{p_\phi} \cdot K_{p_\gamma} \cdot K_{p_\lambda} \quad (2.9)$$

где P_T – табличные значения составляющих сил резания, $P_{Xm}=1280$ Н,
 $P_{Ym}=450$ Н;

K_{p_m} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, $K_{p_m}=1, 0$;

K_{p_ϕ} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного угла в плане, $K_{p_{\phi x}}=0,7$, $K_{p_{\phi y}}=2$;

K_{p_γ} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного переднего угла, $K_{p_{\gamma x}}=1,5$, $K_{p_{\gamma y}}=1,30$;

K_{p_λ} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от угла наклона кромки, $K_{p_{\lambda x}}=0,9$, $K_{p_{\lambda y}}=1,10$;

Окончательно составляющие сил резания:

$$P_{Xm}=1200 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,50 \cdot 0,9=1159 \text{ Н.}$$

$$P_{Ym}=450 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1,30 \cdot 1,10=1287 \text{ Н.}$$

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше, чем допускается механизмом подачи станка.

б) Выбор скорости резания:

Скорость резания при черновой стадии обработки определяют:

$$V = V_T \cdot K_{v_y} \cdot K_{v_c} \cdot K_{v_o} \cdot K_{v_j} \cdot K_{v_M} \cdot K_{v_\phi} \cdot K_{v_T} \cdot K_{v_{ж}} \quad (2.10)$$

где V_T – рекомендуемые значения скорости резания для черновой стадии обработки, $V_m=110$ м/мин;

K_{v_y} - поправочные коэффициенты в зависимости от инструментального материала, $K_{v_H}=0,85$;

K_{v_c} - поправочные коэффициенты в зависимости от группы обрабатываемости материала, $K_{v_c}=0,8$;

K_{v_o} - поправочные коэффициенты в зависимости от вида обработки, $K_{v_o}=1, 0$;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

K_{Vj} - поправочные коэффициенты в зависимости от жесткости станка,
 $K_{Vj}=1$;

K_{vM} - поправочные коэффициенты в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала $K_{vM} = 1, 0$;

$K_{v\varphi}$ - поправочные коэффициенты в зависимости от геометрических параметров резца для поверхностей, $K_{v\varphi} = 1, 0$;

K_{vT} - поправочные коэффициенты в зависимости от периода стойкости режущей части, $K_{vT}=1, 0$;

$K_{y_{\text{жс}}}$ - поправочные коэффициенты в зависимости от наличия охлаждения, $K_{y_{\text{жс}}}=1, 0$;

Окончательно скорость резания при черновой стадии обработки определяется:

$$V=110 \cdot 0,85 \cdot 0,6 = 75 \text{ м/мин};$$

7) Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин} \quad (2.11)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности;

$$n = \frac{1000 \cdot 75}{3,14 \cdot 75} = 320 \text{ об/мин},$$

Принимается частота вращения, которая имеется на станке,

$$n_{\phi} = 400 \text{ об/мин}.$$

Фактическая скорость резания будет, $V_{\phi}=80 \text{ м/мин}$.

8) Проверка выбранных режимов по мощности привода главного движения:

Для черновой стадии обработки табличная мощность резания определяется аналогично табличной скорости резания..

$$N_m=8,6 \text{ кВт},$$

Табличная мощность резания корректируется по формуле:

$$N = N_T \cdot K_T \cdot \frac{v_{\phi}}{v_T}, \text{ кВт} \quad (2.12)$$

где K_n – поправочный коэффициент, $K_n=1,0$;

$$N = 8,6 \cdot 1 \cdot \frac{80}{110} = 6,2 \text{ кВт},$$

9) Определение минутной подачи:

Минутная подача рассчитывается по формуле:

$$S_M = n_{\phi} \cdot S_{o,м} \quad (2.13)$$

$$S_M = 340 \cdot 0,8 = 272 \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = 500 \cdot 0,30 = 150 \text{ мм/мин.}$$

10) Определяется основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ мин} \quad (2.14)$$

где L – длина рабочего хода

$$L = l + l_g + l_n,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности ($l=73$ мм);

l_g – длина врезания, $l_g=2$ мм;

l_n – длина перебега, т.к. у нас обрабатывается шейка и резец упирается в торчик, то $l_n=0$ мм.

$$L = 2 + 73 = 75 \text{ мм};$$

i – число проходов

$$\dot{O}_0 = \frac{75 \cdot 1}{400 \cdot 0,6} = 0,3 \text{ мин};$$

$$\dot{O}_M = T_0 \cdot 0,2 \text{ мин}$$

$$\dot{O}_M = 0,3 \cdot 0,2 = 0,06 \text{ мин};$$

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов:

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Таблица 2.6 – Значения режимов резания для 1-го установка 005 операции

Размер	Длина обработки	Проходы	Параметры					
			T ₀ , мин	t, мм.	S, мм/об	V _{рез.} , м/мин	N _{рез.} , кВт	n, об/мин
Ø75	73	черновой	0,3	1,5	0,6	110	6,2	400
Ø83	9	черновой	0,1	1	0,5	110	3,5	450
Ø103	11	черновой	0,1	1,5	0,5	110	3,5	450
Ø75	3	черновой	0,05	3	0,5	115	3,5	450
Ø57	90	черновой	0,4	1	0,5	115	3,5	450

005. Комплексная. 2 Установ.

1 Переход: Точить поверхность Ø145, шероховатостью Ra=6,3мкм начерно в один проход табличным методом:

Исходные данные:

1) Станок:

Модель станка – 800VT

2) Операция:

Базирование в трехкулачковом патроне.

Содержание операции: точить поверхность начерно по программе, выдерживая размеры 1, 2.

3) Выбор глубины резания:

Глубину резания выбирается исходя от заготовки =2,5мм.

4) Выбор инструмента:

Исходя из условий обработки принимается ромбическая форма пластины для черновой и получистовой стадий. Материал пластин: T15K6. Способ крепления пластин: клин – прихватом.

Углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 5^\circ$. Находим остальные геометрические параметры.

Черновая и получистовая стадии: задний угол $\alpha = 5^\circ$, передний угол $\gamma = -6^\circ$, форма передней поверхности, радиус скругления режущей кромки $\rho = 0,04$ мм, радиус вершины резца $r_B = 1$ мм. Определяется нормативный период

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	150305.2018.046 ПЗ				

стойкости $T=30$ мин и толщину пластины $h=6,4$ мм.

5) Выбор подачи

Подача для черновой стадии:

$$S_0 = S_{OT} \cdot K_{Si} \cdot K_{Sp} \cdot K_{Sd} \cdot K_{Sh} \cdot K_{Sl} \cdot K_{Sn} \cdot K_{S\phi} \cdot K_{Sj} \cdot K_{SM} \quad (2.15)$$

где S_{OT} – рекомендуемое табличное значение, $S_{OT} = 1,30$ мм/об;

K_{Si} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от инструментального материала; $K_{Si}=1, 15$;

K_{Sp} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от способа крепления пластины ; $K_{Sp}=1,0$;

K_{Sd} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от сечения державки резца, $K_{Sd}=1, 0$;

K_{Sh} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от прочности режущей части, $K_{Sh} = 1, 0$;

K_{Sn} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от состояния поверхности заготовки, $K_{Sn}=0, 85$;

$K_{S\phi}$ – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от геометрических параметров резца, $K_{S\phi} = 1, 0$;

K_{Sj} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от жесткости станка, $K_{Sj} = 0, 7$;

K_{SM} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, $K_{SM}=0,7$;

Окончательная подача черновой стадии

$$S_0 = 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,7 = 0,6 \text{ мм/об.}$$

Рассчитанная подачи для черновой стадии проверяется по осевой P_x и радиальной P_y составляющим сил резания, допустимыми прочностью механизма подач станка.

Составляющие сил резания определяются по формуле:

$$P = P_T \cdot K_{Pm} \cdot K_{P\phi} \cdot K_{Py} \cdot K_{Pl} \quad (2.16)$$

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

где P_T – табличные значения составляющих сил резания, $P_{ХТ}=1280$ Н, $P_{УТ}=450$ Н;

$K_{рм}$ – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, $K_{рм}=1, 0$;

$K_{рф}$ – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного угла в плане, $K_{рфх}=0,7$, $K_{рфy}= 2$;

$K_{рy}$ – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного переднего угла, $K_{рх}=1, 5$, $K_{ру}=1, 30$;

$K_{рλ}$ – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от угла наклона кромки, $K_{рλх}=0, 9$, $K_{рλy}=1, 10$;

Окончательно составляющие сил резания:

$$P_{ХТ}=1200 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,50 \cdot 0,9=1159 \text{ Н.}$$

$$P_{УТ}=450 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1,30 \cdot 1,10=1287 \text{ Н.}$$

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше, чем допускается механизмом подачи станка.

б) Выбор скорости резания:

Скорость резания при черновой стадии обработки определяют:

$$V = V_T \cdot K_{V_y} \cdot K_{V_c} \cdot K_{V_o} \cdot K_{V_j} \cdot K_{V_M} \cdot K_{V_\phi} \cdot K_{V_T} \cdot K_{y_{ж}} \quad (2.17)$$

где V_T – рекомендуемые значения скорости резания для черновой стадии обработки, $V_T=95$ м/мин;

K_{V_y} - поправочные коэффициенты в зависимости от инструментального материала, $K_{V_H}=0,85$;

K_{V_c} - поправочные коэффициенты в зависимости от группы обрабатываемости материала, $K_{V_c}=0,8$;

K_{V_o} - поправочные коэффициенты в зависимости от вида обработки, $K_{V_o}=1, 0$;

K_{V_j} - поправочные коэффициенты в зависимости от жесткости станка, $K_{V_j}=1$;

K_{V_M} - поправочные коэффициенты в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала $K_{V_M}=1, 0$;

K_{V_ϕ} - поправочные коэффициенты в зависимости от геометрических параметров резца для поверхностей, $K_{V_\phi}=1, 0$;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

K_{v_T} - поправочные коэффициенты в зависимости от периода стойкости режущей части, $K_{v_T}=1, 0$;

$K_{v_{ж}}$ - поправочные коэффициенты в зависимости от наличия охлаждения, $K_{v_{ж}}=1, 0$;

Окончательно скорость резания при черновой стадии обработки определяется:

$$V=105 \cdot 0,85 \cdot 0,6 = 55 \text{ м/мин};$$

7) Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин} \quad (2.18)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности;

$$n = \frac{1000 \cdot 55}{3,14 \cdot 145} = 150 \text{ об/мин},$$

Принимается частота вращения, которая имеется на станке,

$$n_{\phi} = 200 \text{ об/мин}.$$

Фактическая скорость резания будет, $V_{\phi}=110$ м/мин.

8) Проверка выбранных режимов по мощности привода главного движения:

Для черновой стадии обработки табличная мощность резания определяется аналогично табличной скорости резания..

$$N_m=8,6 \text{ кВт},$$

Табличная мощность резания корректируется по формуле:

$$N = N_T \cdot K_T \cdot \frac{v_{\phi}}{v_T}, \text{ кВт} \quad (2.19)$$

где K_n – поправочный коэффициент, $K_n=1,0$;

$$N = 8,6 \cdot 1 \cdot \frac{80}{110} = 6,2 \text{ кВт},$$

9) Определение минутной подачи:

Минутная подача рассчитывается по формуле:

$$S_M = n_{\phi} \cdot S_{0,м} \quad (2.20)$$

$$S_{M'} = 340 \cdot 0,8 = 272 \text{ мм/мин}.$$

$$S_{M''} = 500 \cdot 0,30 = 150 \text{ мм/мин}.$$

10) Определяется основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{мин} \quad (2.21)$$

где L – длина рабочего хода

$$L = l + l_g + l_n,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности ($l = 50$ мм);

l_g – длина врезания, $l_g = 2$ мм;

l_n – длина перебега, т.к. у нас обрабатывается шейка и резец упирается в торчик, то $l_n = 0$ мм.

$$L = 2 + 50 = 52 \text{ мм};$$

i – число проходов

$$\dot{O}_0 = \frac{52 \cdot 1}{200 \cdot 0,6} = 0,4 \text{ мин};$$

$$\dot{O}_M = T_0 \cdot 0,2 \text{ мин}$$

$$\dot{O}_M = 0,4 \cdot 0,2 = 0,08 \text{ мин};$$

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов:

Таблица 2.7 – Значения режимов резания для 2-го установка 005 операции

Размер	Длина обработки	Проходы	Параметры					
			T_0 , мин	t , мм.	S , мм/об	$V_{\text{рез.}}$, м/мин	$N_{\text{рез.}}$, кВт	n , об/мин
Ø145	50	черновой	0,3	2,5	0,6	110	6,2	400
Ø145	3	черновой	0,1	3	0,5	110	4,7	450
Ø57	45	черновой	0,25	1	0,5	110	4,7	450
82	43	черновой	3,2	7	0,4	110	3,5	850
		черновой	2,05	5	0,5	110	3,5	850
		черновой	1,1	3	0,5	110	3,5	900
128	43	черновой	1,3	5	0,4	110	4,2	850
		черновой	1,0	4	0,4	110	4,2	850
		черновой	0,75	2	0,4	110	4,2	900

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

150305.2018.046 ПЗ

Лист

50

Продолжение таблицы 2.7

58	43	черновой	1,9	6	0,4	110	4,2	900
		черновой	1,7	5	0,4	110	4,2	900
		черновой	0,8	1	0	110	4,2	900
26	43	черновой	2,3	7	0,4	110	4,2	900
		черновой	1,9	5	0,4	110	4,2	900
		черновой	1,4	3	0,4	110	4,2	900
28	43	черновой	3,0	8	0,4	110	4,2	900
		черновой	2,4	6	0,4	110	4,2	900
		черновой	1,9	3	0,5	110	4,2	900

020. Комплексная. 1 Установ.

Фрезеровать поверхность в размер 24 на глубину 46 мм.

При расчете подачи используем глубину срезаемого слоя: $t=1,0$ мм.

Подача на зуб для полустивовой стадии обработки найдем по формуле.

$$S_{ZT} = C_z \cdot D^{ns1} \cdot t^{ns2} \quad (2.22)$$

где для чугуна ВТ1-0

$C_z = 0,021$ – коэффициент;

$ns1 = 0,62$; $ns2 = -0,26$;

D – диаметр фрезы, $D = 30$ мм.

$$S_{ZT} = 0,021 \cdot 30^{0,62} \cdot 1,065^{-0,26} = 0,36 \text{ мм/зуб}$$

Поправочные коэффициенты на подачу:

$K_{sm} = C_{s1} \cdot (HB)^{ms1} = 1277 \cdot 240^{-0,95} = 7,0$ – коэффициент, зависящий от твердости обрабатываемого материала;

$K_{cp} = 1,0$ – коэффициент, зависящий от способа крепления пластины;

$K_{sc} = 0,5$ – коэффициент, зависящий от схемы установки фрезы;

$K_{su} = 1,0$;

$K_{sg} = 1,0$;

$K_{s\phi} = 1,15$ – коэффициент, учитывающий главный угол в плане 45°

$$S_z = 0,36 \cdot 7,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,5 = 1,5 \text{ мм/зу}$$

Скорость резания при фрезеровании:

$$V_T = C_v \cdot t^{nv1} \cdot S_z^{nv2} \quad (2.23)$$

где для чугуна ВТ1-0

$$C_v = 85;$$

$$nv1 = -0,084; \quad nv2 = 0,225.$$

$$V_T = 85 \cdot 1,065^{-0,084} \cdot 1,5^{+0,225} = 100 \text{ м/мин}$$

Поправочные коэффициенты на скорость:

$$K_{sm} = C_{s1} \cdot (HB)^{vs1} = 1837,17 \cdot 240^{-1,3} = 1,48$$

$K_{vII} = 1,0$ – коэффициент, зависящий от материала режущей части фрезы;

$K_{vn} = 1,0$ – коэффициент, зависящий от состояние поверхности заготовки;

$$K_{s\phi} = C_{v1} \cdot \phi^{mv1} = 3,241 \cdot 45^{-0,285} = 1,09;$$

$$K_{sg} = C_{v1} \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^{mvs} = 4,1956 \cdot 5,22^{-0,3236} = 2,46 \text{ – коэффициент, учитывающий}$$

отношение ширины фрезерования к диаметру.

$$K_{vT} = C_{vo} \cdot T^{mv6} = 4,1956 \cdot 9^{-0,3522} = 0,6 \text{ – коэффициент, учитывающий период}$$

стойкости режущей части инструмента;

$K_{vp} = 1,0$ – коэффициент, зависящий от способа крепления пластины;

$K_{vж} = 1,0$ – фрезерование производится с охлаждением.

$$V = 100 \cdot 1,48 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,09 \cdot 2,46 \cdot 0,13 \cdot 1,0 = 108 \text{ м/мин}$$

Принимаем $V=110$ м/мин.

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{110 \cdot 1000}{3,14 \cdot 30} = 1150 \text{ мм/об}$$

Принимаем $n=1100$ мм/об.

$$S_m = S_z \cdot n = 1,5 \cdot 125 \cdot 24 = 4500 \text{ мм/мин}$$

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Мощность резания:

$$N_T = C_N \cdot t^{nN1} \cdot S_z^{nN2} \quad (2.24)$$

где для титана BT1-0

$$C_N = 3,067;$$

$$nN1 = 0,829, \quad nN2 = 0,225;$$

$$N_T = 3,067 \cdot 1,065^{0,829} \cdot 1,5^{0,225} = 3,54 \text{ кВт}$$

Поправочные коэффициенты на мощность:

$K_{Nm} = C_{N1} \cdot (HB)^{vN1} = 0,0089 \cdot 240^{0,626} = 0,28$ – коэффициент, зависящий от твердости обрабатываемого материала;

$$K_{N\varphi} = C_{N2} \cdot \varphi^{mN1} = 0,315 \cdot 45^{-0,288} = 0,94;$$

$$C_{NB} = C_{N3} \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^{mN3} = 1,507 \cdot 5,22^{1,086} = 6,07.$$

$$N = 3,54 \cdot 0,28 \cdot 0,94 \cdot 6,07 = 5,6 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя станка – 20кВт, следовательно, использование данных режимов резания возможно.

Определяется основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ мин} \quad (2.25)$$

где L – длина рабочего хода

$$L = l + l_g + l_n,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности ($l = 56$ мм);

l_g – длина врезания, $l_g = 2$ мм;

l_n – длина перебега, т.к. у нас обрабатывается шейка и резец упирается в торчик, то $l_n = 0$ мм.

$$L = 2 + 56 = 58 \text{ мм};$$

i – число проходов

$$\dot{O}_0 = \frac{58 \cdot 1}{1100 \cdot 0,36} = 0,35 \text{ мин};$$

$$\dot{O}_M = T_0 \cdot 0,2 \text{ мин} \quad \dot{O}_M = 0,35 \cdot 0,2 = 0,07 \text{ мин};$$

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов:

Таблица 2.8 – Значения режимов резания для 1-го установка 020 операции

Размер	Длина обработки	Проходы	Параметры					
			T ₀ , мин	t, мм.	S, мм/об	V _{рез.} , м/мин	N _{рез.} , кВт	n, об/мин
24	46	чистовой	0,35	1	0,36	110	5,6	1100
75	46	чистовой	0,45	1	0,4	110	5,6	1100
57	46	чистовой	0,3	1	0,4	110	5,6	1100
56	46	чистовой	0,3	1	0,4	110	5,6	1100
81	46	чистовой	0,4	1	0,4	110	5,6	1100
80	46	чистовой	0,4	1	0,4	110	5,6	1100
4×45	4	чистовой	0,15	4	0,4	110	5,6	1100
4×45	4	чистовой	0,15	4	0,4	110	5,6	1100
Ø13	24	чистовой	0,2	2,2	0,4	110	5,6	1000
Ø58	25	чистовой	0,25	2,5	0,4	110	5,6	1000
11	35	чистовой	0,3	1,5	0,4	110	5,6	1000
3×45	3	чистовой	0,05	3	0,4	110	5,6	1100
3×45	3	чистовой	0,05	3	0,4	110	5,6	1100
R10	19	чистовой	0,1	1	0,4	110	4,5	1100
R10	1,5	чистовой	0,15	1,5	0,5	110	4,5	1100
R10	3	чистовой	0,3	3	0,5	110	4,5	1100
R10	2	чистовой	0,25	2	0,5	110	4,5	1100
R10	5	черновой	0,35	4,5	0,5	110	4,5	1000
R10	5	чистовой	0,1	0,5	0,5	110	4,5	1100
21	<125°	чистовой	0,25	1,5	0,4	100	3,7	1000
5	3	чистовой	0,1	2,5	0,4	110	4,2	1100
Ø68	59	чистовой	0,4	0,5	0,4	110	5,6	1100
Ø66,25	8	чистовой	0,15	0,5	0,5	110	5,6	1100
Ø67,4	4	чистовой	0,1	1	0,5	110	5,6	1100
Ø68	5	чистовой	0,25	0,5	0,5	110	5,6	1100
M67	5	чистовой	0,15	0,375	0,3	110	5,6	1100

020. Комплексная. 2 Установ.

1 Переход: Точить поверхность $\varnothing 69$, шероховатостью $Ra=3,2\text{мкм}$ начисто в один проход табличным методом:

Исходные данные:

1) Станок:

Модель станка – 800VT

2) Операция:

Базирование в цанговом патроне.

Содержание операции: точить поверхность начерно по программе, выдерживая размеры 1, 2.

3) Выбор глубины резания:

Глубину резания выбирается исходя от заготовки $=2\text{ мм}$.

4) Выбор инструмента:

Исходя из условий обработки принимается ромбическая форма пластины для черновой и получистовой стадий. Материал пластин: T15K6. Способ крепления пластин: клин – прихватом.

Углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 5^\circ$. Находим остальные геометрические параметры. Черновая и получистовая стадии: задний угол $\alpha = 5^\circ$, передний угол $\gamma = -6^\circ$, форма передней поверхности, радиус скругления режущей кромки $\rho=0,04\text{ мм}$, радиус вершины резца $r_b=1\text{ мм}$. Определяется нормативный период стойкости $T=30\text{мин}$ и толщину пластины $h=6,4\text{мм}$.

5) Выбор подачи

Подача для черновой стадии:

$$S_0 = S_{OT} \cdot K_{Si} \cdot K_{Sp} \cdot K_{Sd} \cdot K_{Sh} \cdot K_{Sl} \cdot K_{Sn} \cdot K_{S\varphi} \cdot K_{Sj} \cdot K_{SM} \quad (2.26)$$

где S_{OT} – рекомендуемое табличное значение, $S_{OT} = 1,30\text{ мм/об}$;

K_{Si} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от инструментального материала; $K_{Si}=1,15$;

K_{Sp} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от способа крепления пластины ; $K_{Sp}=1,0$;

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

K_{S_d} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от сечения державки резца, $K_{S_d}=1, 0$;

K_{S_h} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от прочности режущей части, $K_{S_h} = 1, 0$;

K_{S_n} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от состояния поверхности заготовки, $K_{S_n}=0, 85$;

K_{S_φ} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от геометрических параметров резца, $K_{S_\varphi} = 1, 0$;

K_{S_j} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от жесткости станка, $K_{S_j} = 0, 7$;

K_{S_M} – поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, $K_{S_M}=0,7$;

Окончательная подача черновой стадии

$$S_o = 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 0,7 = 0,6 \text{ мм/об.}$$

Рассчитанная подачи для черновой стадии проверяется по осевой P_x и радиальной P_y составляющим сил резания, допустимыми прочностью механизма подач станка.

Составляющие сил резания определяются по формуле:

$$P = P_T \cdot K_{p_m} \cdot K_{p_\varphi} \cdot K_{p_\gamma} \cdot K_{p_\lambda} \quad (2.27)$$

где P_T – табличные значения составляющих сил резания, $P_{Xm}=1280 \text{ Н}$, $P_{ym}=450 \text{ Н}$;

K_{p_m} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, $K_{p_m}=1, 0$;

K_{p_φ} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного угла в плане, $K_{p_{\varphi x}}=0,7$, $K_{p_{\varphi y}}= 2$;

K_{p_γ} – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от главного переднего угла, $K_{p_{\gamma x}}=1, 5$, $K_{p_{\gamma y}}=1, 30$;

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$K_{p\lambda}$ – поправочные коэффициенты на силы резания для измененных условий в зависимости от угла наклона кромки, $K_{p\lambda x}=0,9$, $K_{p\lambda y}=1,10$;

Окончательно составляющие сил резания:

$$P_{Xm}=1200 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,50 \cdot 0,9=1159 \text{ Н.}$$

$$P_{Ym}=450 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1,30 \cdot 1,10=1287 \text{ Н.}$$

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше, чем допускается механизмом подачи станка.

б) Выбор скорости резания:

Скорость резания при черновой стадии обработки определяют:

$$V = V_T \cdot K_{V_y} \cdot K_{V_c} \cdot K_{V_o} \cdot K_{V_j} \cdot K_{V_M} \cdot K_{V_\phi} \cdot K_{V_T} \cdot K_{Y_{ж}} \quad (2.28)$$

где V_T – рекомендуемые значения скорости резания для черновой стадии обработки, $V_T=95$ м/мин;

K_{V_y} – поправочные коэффициенты в зависимости от инструментального материала, $K_{V_H}=0,85$;

K_{V_c} – поправочные коэффициенты в зависимости от группы обрабатываемости материала, $K_{V_c}=0,8$;

K_{V_o} – поправочные коэффициенты в зависимости от вида обработки, $K_{V_o}=1,0$;

K_{V_j} – поправочные коэффициенты в зависимости от жесткости станка, $K_{V_j}=1$;

K_{V_M} – поправочные коэффициенты в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала $K_{V_M}=1,0$;

K_{V_ϕ} – поправочные коэффициенты в зависимости от геометрических параметров резца для поверхностей, $K_{V_\phi}=1,0$;

K_{V_T} – поправочные коэффициенты в зависимости от периода стойкости режущей части, $K_{V_T}=1,0$;

$K_{Y_{ж}}$ – поправочные коэффициенты в зависимости от наличия охлаждения, $K_{Y_{ж}}=1,0$;

Окончательно скорость резания при черновой стадии обработки определяется:

$$V=105 \cdot 0,85 \cdot 0,6 = 55 \text{ м/мин.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

7) Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин} \quad (2.29)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности;

$$n = \frac{1000 \cdot 55}{3,14 \cdot 69} = 255 \text{ об/мин,}$$

Принимается частота вращения, которая имеется на станке,

$$n_{\phi} = 300 \text{ об/мин.}$$

Фактическая скорость резания будет, $V_{\phi} = 110$ м/мин.

8) Проверка выбранных режимов по мощности привода главного движения:

Для черновой стадии обработки табличная мощность резания определяется аналогично табличной скорости резания..

$$N_m = 8,6 \text{ кВт,}$$

Табличная мощность резания корректируется по формуле:

$$N = N_T \cdot K_T \cdot \frac{v_{\phi}}{v_T}, \text{ кВт} \quad (2.30)$$

где K_n – поправочный коэффициент, $K_n = 1,0$;

$$N = 8,6 \cdot 1 \cdot \frac{80}{110} = 6,2 \text{ кВт,}$$

9) Определение минутной подачи:

Минутная подача рассчитывается по формуле:

$$S_M = n_{\phi} \cdot S_0, \text{ м} \quad (2.31)$$

$$S_M = 340 \cdot 0,8 = 272 \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = 500 \cdot 0,30 = 150 \text{ мм/мин.}$$

10) Определяется основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ мин} \quad (2.32)$$

где L – длина рабочего хода

$$L = l + l_e + l_n,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности ($l = 6,5$ мм);

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

l_g – длина врезания, $l_g=1$ мм;

l_n – длина перебега, т.к. у нас обрабатывается шейка и резец упирается в торчик, то $l_n=0$ мм.

$L=1+6,5=7,5$ мм;

i – число проходов

$$\dot{O}_0 = \frac{7,5 \cdot 1}{300 \cdot 0,6} = 0,04 \text{ мин};$$

$$\dot{O}_M = T_o \cdot 0,2 \text{ мин}$$

$$\dot{O}_M = 0,04 \cdot 0,2 = 0,008 \text{ мин};$$

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов:

Таблица 2.9 – Значения режимов резания для 2-го установка 020 операции

Размер	Длина обработки	Проходы	Параметры					
			T_0 , мин	t , мм.	S , мм/об	$V_{рез.}$, м/мин	$N_{рез.}$, кВт	n , об/мин
Ø69	6,5	черновой	0,1	2	0,6	110	6,2	300
		чистовой	0,05	0,25	0,5	110	6,2	350
Ø70	19	черновой	0,2	1	0,6	110	6,2	300
		чистовой	0,15	0,25	0,5	110	6,2	350
Ø72,75	7	черновой	0,15	1	0,6	110	6,2	300
		чистовой	0,1	0,25	0,5	110	6,2	350
Ø72	48	черновой	1,1	1,5	0,6	110	6,2	300
		чистовой	0,85	0,25	0,5	110	6,2	350
Ø72,5	7,5	черновой	0,15	1,5	0,6	110	6,2	300
		чистовой	0,1	0,25	0,5	110	6,2	350
Ø80	9	черновой	0,15	1	0,6	110	6,2	300
		чистовой	0,1	0,25	0,5	110	6,2	350
Ø100	9	черновой	0,2	2	0,6	110	6,2	300
		чистовой	0,1	0,25	0,5	110	6,2	350
1×45	1×45	чистовой	0,05	1	0,6	110	6,2	300
Ø61,5	21	черновой	0,3	2	0,5	110	6,2	350

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

150305.2018.046 ПЗ

Лист

59

Продолжение таблицы 2.9

		чистовой	0,2	0,25	0,5	110	6,2	300
Ø65	43	черновой	1,2	2,5	0,6	110	6,2	300
		чистовой	0,8	0,25	0,5	110	6,2	350
Ø64,4	4	черновой	0,2	2	0,6	110	6,2	300
		чистовой	0,1	0,25	0,5	110	6,2	350
M68	6,5	чистовой	0,3	0,25	0,2	110	6,2	300
M72	9	чистовой	0,3	0,375	0,2	110	6,2	300
M62	21	чистовой	0,45	0,375	0,2	110	6,2	300
R20	19	чистовой	0,3	1	0,3	110	6,2	1100

Таблица 2.10 – Значения режимов резания для 1-го установка 025 операции

Размер	Длина обработки	Проходы	Параметры					
			T ₀ , мин	t, мм.	S, мм/об	V _{рез.} , м/мин	N _{рез.} , кВт	n, об/мин
Ø3,8 8отв.	13	чистовой	0,8	1,9	0,3	100	2,5	800
M4 8отв.	13	чистовой	0,7	0,1	0,3	100	2,5	800
Ø2,8 7отв.	10	чистовой	0,7	1,4	0,3	100	2,2	800
M37отв.	10	чистовой	0,6	0,1	0,3	100	2,2	800
Ø3	10	чистовой	0,1	1,5	0,3	100	2,7	800
Ø2,8 4отв.	8	чистовой	0,4	1,4	0,3	100	2,2	800
M3 4отв.	8	чистовой	0,3	0,1	0,3	100	2,2	800
Ø2,8 2отв.	8	чистовой	0,2	1,4	0,3	100	2,2	800
M3 2отв.	8	чистовой	0,15	0,1	0,3	100	2,2	800
Ø2,8 3отв.	12	чистовой	0,3	1,4	0,3	100	2,2	800
M3 3отв.	12	чистовой	0,2	0,1	0,3	100	2,2	800

Таблица 2.11 – Значения режимов резания для 2-го установка 025 операции

Размер	Длина обработки	Проходы	Параметры					
			T ₀ , мин	t, мм.	S, мм/об	V _{рез.} , м/мин	N _{рез.} , кВт	n, об/мин
Ø3 4отв.	2,5	чистовой	0,4	1,5	0,3	100	1,8	800
Ø2,8 4отв.	2,5	чистовой	0,4	1,4	0,3	100	1,8	800

Продолжение таблицы 2.11

МЗ 4отв.	2,5	чистовой	0,35	0,1	0,3	100	1,8	800
Ø3 4отв.	4	чистовой	0,4	1,5	0,3	100	1,8	800
Ø2,8 4отв.	4	чистовой	0,4	1,4	0,3	100	1,8	800
МЗ 4отв.	4	чистовой	0,35	0,1	0,3	100	1,8	800
Ø3	20	чистовой	0,15	1,5	0,3	100	1,8	800

Таблица 2.12 – Значения режимов резания для Ø30 операции

Размер	Длина обработки	Проходы	Параметры					
			T ₀ , мин	t, мм.	S, мм/об	V _{рез.} , м/мин	N _{рез.} , кВт	n, об/мин
Ø3к7	8	чистовой	0,25	1,5	0,3	100	1,8	800
Ø15js6	48	черновой	0,4	1,0	0,3	100	1,8	800
		чистовой	0,35	0,5	0,3	100	1,8	800
Ø59,7	50	черновой	0,4	1,5	0,3	100	1,8	800
		чистовой	0,35	0,5	0,3	100	1,8	800
Ø63H7	35	черновой	0,2	1,0	0,3	100	1,8	800
		чистовой	0,15	0,5	0,3	100	1,8	800
Ø65	1,5	черновой	0,1	1,0	0,3	100	1,8	800
		чистовой	0,1	0,25	0,3	100	1,8	800
Ø77e8	2	черновой	0,1	1,0	0,3	100	1,8	800
		чистовой	0,1	0,25	0,3	100	1,8	800
М4-6H 2отв.	18	чистовой	0,35	0,1	0,3	100	1,8	800
Ø2,8 3отв.	14	чистовой	0,4	1,4	0,3	100	1,8	800
МЗ 3отв.	14	чистовой	0,35	0,1	0,3	100	1,8	800

2.3.6.1 Расчет штучного времени и нормирование работ

Расчет штучного времени и нормирование работ для операции 005

Для станка 800VT время смены инструмента $T = 4$ с. берем из технических характеристик станка.

Окончательно время цикла автоматической работы станка по программе вычисляем по формуле:

$$T_{ЦА} = T_O + T_{MB}, \text{ мин}, \quad (2.33)$$

где T_O – основное время, мин;

T_{MB} – вспомогательное время, мин;

T_{MB} составляет 20 % от T_O

$$\dot{O}_{ia} = 0,95 \times 0,20 = 0,19$$

$$T_{ЦА} = 0,95 + 0,19 = 1,14 \text{ мин}$$

Определение нормы штучного времени

Норму штучного времени определяем по формуле:

$$T_{шт} = (T_{ЦА} + T_B) \cdot \left(1 + \frac{a_{mex} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right), \text{ мин}, \quad (2.34)$$

где T_B – вспомогательное время, рассчитываемое по формуле:

$$T_B = T_{B\text{ уст}} + T_{B\text{ он}} + T_{B\text{ изм}}, \text{ мин}, \quad (2.35)$$

где $T_{B\text{ уст}}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{B\text{ уст}} = 0,26$ мин /6, карта 13 п. 11 инд. и/;

$T_{B\text{ он}}$ – вспомогательное время, связанное с операцией, включает в себя время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки, установку и снятие щитка, предохраняющего от разбрызгивания эмульсии: $T_{B\text{ он}} = 0,16$ мин /6, карта 14 п. 4, 6 инд. е/;

$T_{B\text{ изм}}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, $T_{B\text{ изм}} = 0$ мин;

$$T_B = 0,26 + 0,16 + 0 = 0,42 \text{ мин};$$

$\left(\frac{a_{mex} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right)$ – коэффициент, учитывающий расход времени на

личные надобности, он равен 0,08;

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

$$\dot{O}_{\text{од}} = (1,14 + 0,42) \cdot (1 + 0,08) = 1,7, \text{ мин.}$$

Расчет штучного времени и нормирование работ для операции 005 второй установ

Для станка 800VT время смены инструмента $T = 4$ с. берем из технических характеристик станка.

Окончательно время цикла автоматической работы станка по программе вычисляем по формуле:

$$T_{\text{ЦА}} = T_O + T_{\text{МВ}}, \text{ мин,}$$

где T_O – основное время, мин;

$T_{\text{МВ}}$ – вспомогательное время, мин;

$T_{\text{МВ}}$ составляет 20 % от T_O

$$\dot{O}_{\text{ia}} = 27,35 \times 0,20 = 5,47$$

$$T_{\text{ЦА}} = 27,35 + 5,47 = 32,82 \text{ мин}$$

Определение нормы штучного времени

где $T_{\text{В уст}}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{\text{В уст}} = 0,26$ мин /6, карта 13 п. 11 инд. и/;

$T_{\text{В он}}$ – вспомогательное время, связанное с операцией, включает в себя время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки, установку и снятие щитка, предохраняющего от разбрызгивания эмульсии: $T_{\text{В он}} = 0,16$ мин /6, карта 14 п. 4, 6 инд. е/;

$T_{\text{В изм}}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, $T_{\text{В изм}} = 0$ мин;

$$T_{\text{В}} = 0,16 + 0,16 + 0 = 0,42 \text{ мин;}$$

$\left(\frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100} \right)$ – коэффициент, учитывающий расход времени на

личные надобности, он равен 0,08;

$$\dot{O}_{\text{од}} = (32,82 + 0,42) \cdot (1 + 0,08) \approx 35,9, \text{ мин1}$$

Остальные данные рассчитываем и сводим их в таблицу.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

этой целью размер партии устанавливается исходя из полной загрузки основного оборудования, или основных рабочих мест, в течении целого числа смен.

Периодичность запуска-выпуска изделий:

$a = 10$ дней;

Число рабочих дней в году:

$F = 253$ дней;

Годовая программа выпуска деталей:

В задании на курсовой проект указана годовая программа выпуска изделий, поэтому программу в штуках необходимо вычислить по формуле:

$$N = N_1 m \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \text{ шт}, \quad (2.36)$$

где N_1 – годовая программа выпуска изделий $N_1 = 10000$ шт.;

m – количество деталей данного наименования на изделие $m = 1$;

β – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы;

Принимаем $\beta = 5\%$, тогда:

$$N = 10000 \times \left(1 + \frac{5\%}{100}\right) = 10500 \text{ шт} \quad N = 10500 \text{ штук.}$$

Тогда расчетное количество деталей в партии составит:

$$n = \frac{Na}{F} = \frac{10500 \cdot 10}{253} = 415,09 \approx 415 \text{ шт.}$$

2.3.7.2 Определение такта выпуска

Величина такта выпуска рассчитывается по формуле:

$$t_v = \frac{F_d \cdot 60}{N}, \text{ мин/шт}, \quad (2.37)$$

где F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/см, определяются по следующей формуле:

$$F_d = \left[(F - F_{пр.д.} - F_{вых.д.} + F_{раб.суб.}) \cdot t_{ч.см.} - t_{сокp} \right] \cdot n_{см.} \cdot \left(1 - \frac{\Pi}{100}\right), \text{ ч/см} \quad (2.38)$$

где F – количество дней в году, $F = 365$;

$F_{\text{пр.д.}}$ – количество праздничных дней в году, $F_{\text{пр.д.}} = 8$;

$F_{\text{вых.д.}}$ – количество выходных дней в году, $F_{\text{вых.д.}} = 104$;

$F_{\text{раб.суб.}}$ – количество рабочих суббот в году, $F_{\text{раб.суб.}} = 1$;

$t_{\text{ч.см.}}$ – продолжительность рабочего дня, $t_{\text{ч.см.}} = 8$ ч;

$t_{\text{сокр.}}$ – количество часов, сокращающих предпраздничные дни, $t_{\text{сокр.}} = 6$ ч;

$n_{\text{см.}}$ – количество смен, $n_{\text{см.}} = 1$;

Π – потери времени на проведение ремонтов, обслуживания, настройки и подналадке оборудования 3%.

Определим действительный годовой фонд времени работы оборудования:

$$F_{\text{д}} = [(365 - 8 - 104 + 1) \cdot 8 - 6] \cdot 1 \cdot \left(1 - \frac{3\%}{100}\right) = 1965,22 \text{ ч/см.}$$

Принимаем $F_{\text{д}} = 1965$ ч/см.

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

В задании на курсовой проект указана годовая программа выпуска изделий, поэтому программу в штуках необходимо вычислить по формуле:

$$N = N_1 m \times \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \text{ шт, [6, стр.21]} \quad (2.39)$$

где N_1 – годовая программа выпуска изделий $N_1 = 10000$ шт.;

m – количество деталей данного наименования на изделие $m = 1$;

β – количество деталей, которое необходимо изготовить

дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы;

Принимаем $\beta = 5\%$, тогда:

$$N = 10000 \times \left(1 + \frac{5\%}{100}\right) = 10500 \text{ шт.}$$

Тогда:

$$t_e = \frac{1965 \cdot 60}{10500} = 11,23 \text{ мин/шт.}$$

2.3.7.3 Расчет требуемого количества оборудования

Производится по каждому типу оборудования по формуле:

$$K_{\text{ст.р.}} = \frac{t_{\text{шт}} \cdot N}{K_{\text{в}} \cdot \Phi_{\text{эф}}}, \text{ где} \quad (2.40)$$

$K_{\text{ст.р.}}$ – расчетное количество станков, которое округляется до ближайшего целого;

N – программа выпуска изделий;

$t_{\text{шт}}$ – штучное время, в часах;

$\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный фонд времени, в часах;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент выполнения норм, принимается в пределах 1,05-1,25.

$$K_{\text{ст.р. 1}} = \frac{0,63 \cdot 10000}{1,2 \cdot 1847} = 1,8 \quad \text{принимаются 2 станка}$$

$$K_{\text{ст.р. 2}} = \frac{0,348 \cdot 10000}{1,2 \cdot 1847} = 0,57 \quad \text{принимается 1 станка}$$

$$K_{\text{ст.р. 3}} = \frac{0,19 \cdot 10000}{1,2 \cdot 1847} = 0,85 \quad \text{принимается 1 станок}$$

$$K_{\text{ст.р. 4}} = \frac{0,095 \cdot 10000}{1,2 \cdot 1847} = 0,42 \quad \text{принимается 1 станок}$$

Т.к. операции 005, 020 выполняются на одном и том же станке, тогда

$$K_{\text{ст.р. 1}} + K_{\text{ст.р. 2}} = 2,8 + 1,57 = 2,37 \quad \text{принимаются 2 станка}$$

Т.к. операции 025, 030 выполняются на одном и том же станке, тогда

$$K_{\text{ст.р. 1}} + K_{\text{ст.р. 2}} = 0,85 + 0,42 = 1,27 \quad \text{принимается 1 станок}$$

Всего используется 3 станка.

Использование оборудования по времени

Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование во времени. При выборе станков для разработанного технологического процесса

этот фактор должен учитываться таким образом, чтобы исключить их простои, т.е. нужно выбирать станки по производительности. С этой целью определяют наряду с другими технико-экономическими показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному технологическому процессу.

Для каждого станка должны быть посчитаны коэффициенты загрузки и коэффициенты использования станка по основному времени.

Коэффициент загрузки станка η_3 определяется как отношение расчетного количества станков m_p , к принятому (фактическому) числу станков m_n (принимается по 1 станку на каждую операцию):

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n} \quad (2.41)$$

В свою очередь расчетное количество станков определяется как отношение штучного времени на данной операции $T_{шт}$ к такту выпуска t_B :

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_B} = \eta_3 \cdot m_n \quad (2.42)$$

Таблица 2.14 – Коэффициент загрузки станков

Операции:	Коэффициент загрузки, %:
Комплексная	$\eta_3 = (37,6+20,9/11 \cdot 5) \times 100 = 106\%$
Комплексная	
Координатная	$\eta_3 = (17,35/11 \cdot 2) \times 100 = 79\%$
Сборочная	

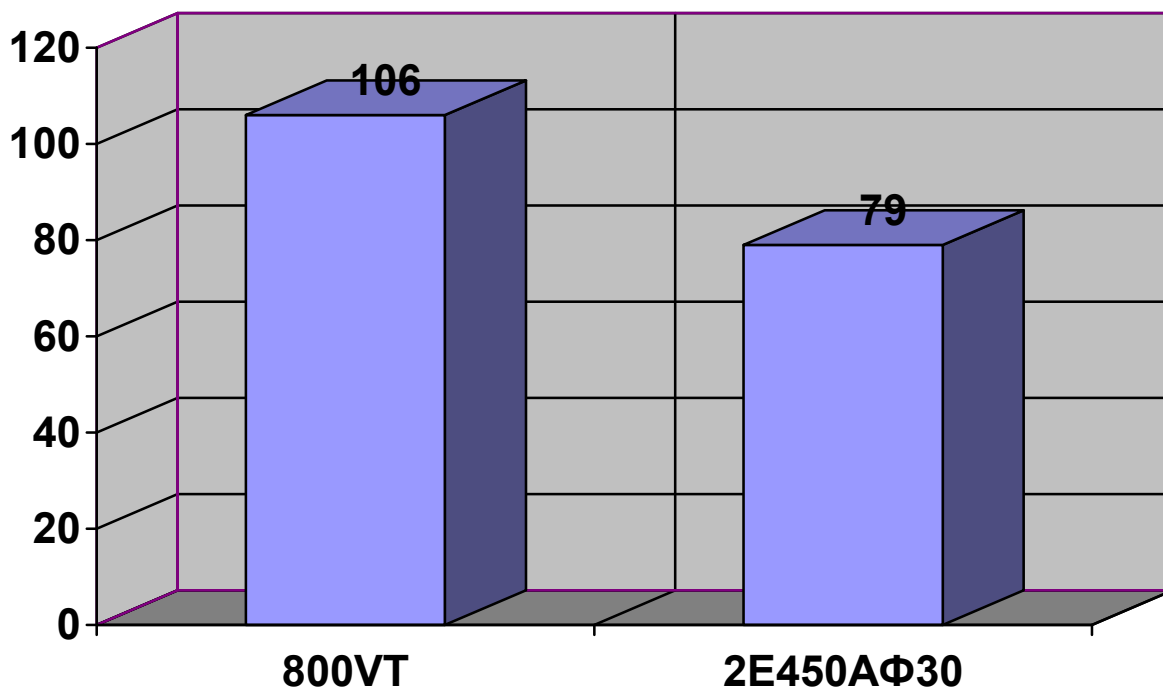


Рисунок 2.14 - График загрузки оборудования

Использование оборудования по основному времени

Коэффициент использования оборудования по основному времени (технологическому) η_o свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка. Он определяется как отношение основного времени к штучно-калькуляционному времени (для серийного производства):

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{ук}} \quad (2.43)$$

Таблица 2.15– Коэффициент использования станков по основному времени

Операции:	Коэффициент загрузки, %:
Комплексная	$\eta_o = (0,47 + 0,23/0,62 + 0,35) \times 100 = 72\%$
Комплексная	
Координатная	$\eta_o = (0,115/0,193) \times 100 = 60\%$
Сборочная	

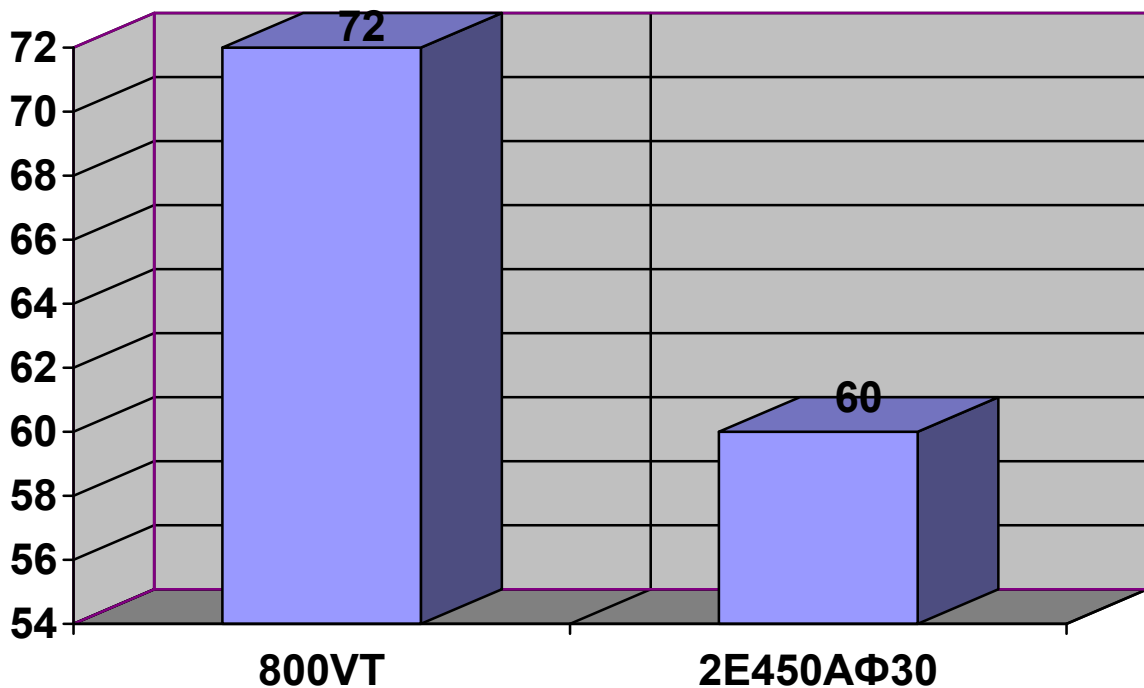


Рисунок 2.15 - График использования оборудования по основному времени

Использование оборудования по мощности

Этот фактор характеризуется коэффициентом использования оборудования η_m , который представляет собой отношение необходимой мощности на приводе станка $N_{пр}$ к мощности установленного электродвигателя $N_{ст}$.

$$\eta_m = \frac{N_{пр}}{N_{ст}} \quad (2.44)$$

Таблица 2.16 – Коэффициент использования станков по мощности.

Операции:	Коэффициент загрузки, %:
Комплексная	$\eta_m = (4,7 + 4,7 / 18,5) \times 100 = 50,8\%$
Комплексная	
Координатная	$\eta_m = (2,7 / 15) \times 100 = 18\%$
Сборочная	

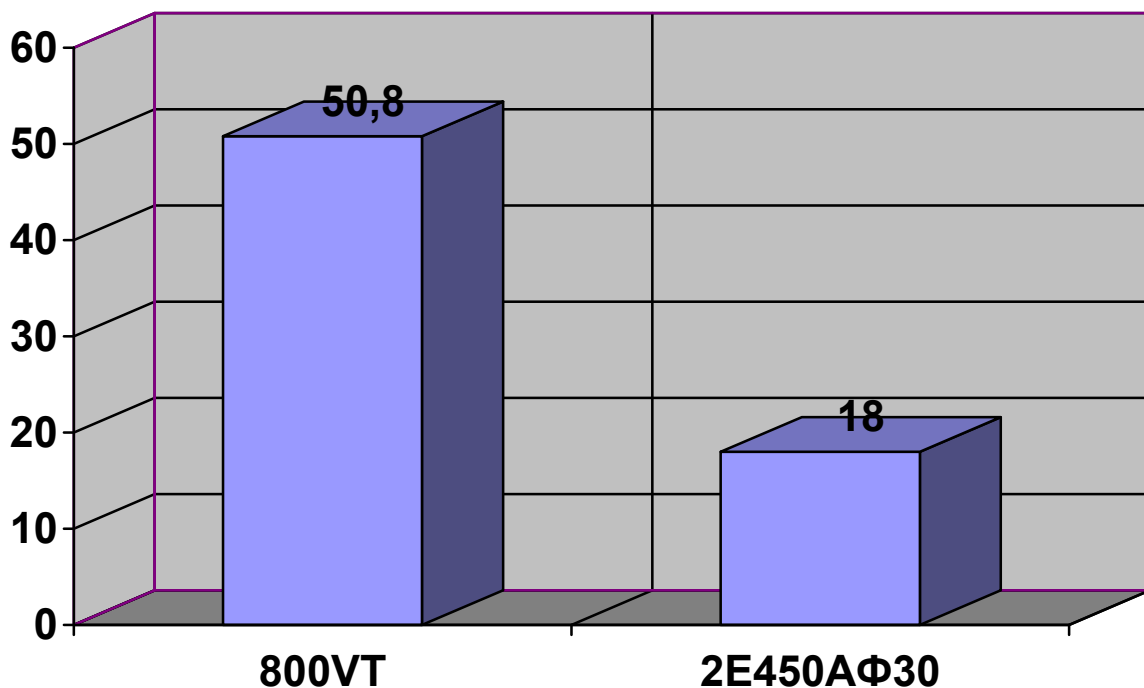


Рисунок 2.16 - График использования оборудования по мощности

2.4 Описание планировки участка

В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов.

В качестве оборудования для доставки заготовок до места обработки и до складов будут использоваться электротележки, которые просты в управлении и бесшумны. Грузоподъемный кран, установленный на тележке, позволяет снизить трудоемкость погрузочно-разгрузочных работ. Их выгодно использовать в нашем случае, т.к. программа выпуска небольшая, а вес изделия не превышает 20 кг. Грузоподъемность тележки 0,75 т.

В качестве оборудования для перемещения заготовок от одного станка к другому мы будем использовать в поточном производстве ленточный конвейер с шириной ленты 500 мм. Такой конвейер наиболее рационально использовать вследствие его невысокой стоимости, простоты конструкции, а также небольшого веса обрабатываемой детали. На ленте могут располагаться специальные гнезда, в

которые можно помещать заготовки. Скорость такого конвейера 6...30 м/мин. Такая скорость наиболее приемлема в среднесерийном производстве.

Накопители в поточном производстве нам потребуются только для выгрузки заготовок у первого станка и в конце обработки у последнего станка. Для этой цели мы будем использовать тару ящичного типа (ящичные поддоны). В этой же таре заготовки и готовые изделия будут поступать со складов и на склады с помощью электротележек. Ящик с заготовками или деталями грузим на тележки с помощью простейших напольных роботов, которые устанавливаем у первого и последнего станка (грузоподъемность робота до 200 кг; по 12 деталей в партии).

Пустая тара после обработки всех деталей партии будет поступать обратно на склад для загрузки в нее новой партии заготовок. Пустые ящики для заготовок будут доставляться со склада готовых изделий по мере использования готовых изделий в дальнейшем производстве.

Загрузка и выгрузка деталей со станков и на станки будет осуществляться также напольными роботами с грузоподъемностью до 200 кг. Т.е. всего в цехе будет применяться 16 напольных роботов, 14 – у каждого станка и еще 2 для загрузки и выгрузки деталей с тележки и на тележку.

Площадь складочных площадок:

$$S_{cc} = \frac{m_{\Sigma} t}{D \cdot q \cdot K_u} \quad (2.45)$$

где: $m_{\Sigma} = 1,3 \cdot 10000 \text{ шт} = 13 \text{ т.};$

$t = 12$ суток (нормативный запас хранения грузов для средних заготовок при среднесерийном производстве);

D – число календарных дней в году ($D=365$ дней);

$m_{\Sigma} = 0,95 \cdot 10000 \text{ шт} = 9,5 \text{ т.};$

$t = 15$ суток (для средних деталей в среднесерийном производств);

q – средняя грузонапряженность площади склада t / m^2 ;

Для среднесерийного производства:

$q_3 = 2,8 t / m^2$ (для хранения в стеллажах высотой до 2,5-4м.);

$q_2 = 1,8 t / m^2$;

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

K_u – коэффициент использования площади ($K_u=0,25$ – при обслуживании электропогрузчиком).

Площадь склада заготовок:

$$S_{ck_3} = \frac{13 \cdot 12}{365 \cdot 2,8 \cdot 0,25} = 0,61 \text{ м}^2 \approx 0,7 \text{ м}^2.$$

Площадь склада готовых изделий:

$$S_{ck_2} = \frac{9,5 \cdot 15}{365 \cdot 1,8 \cdot 0,25} = 0,9 \text{ м}^2.$$

Число кладовщиков, обслуживающих склады:

– склад заготовок в среднесерийном производстве:

1 человек на 135 станков.

– склад готовых деталей:

1 человек на 80 производственных рабочих или станков.

Схема транспортной системы будет выглядеть следующим образом:

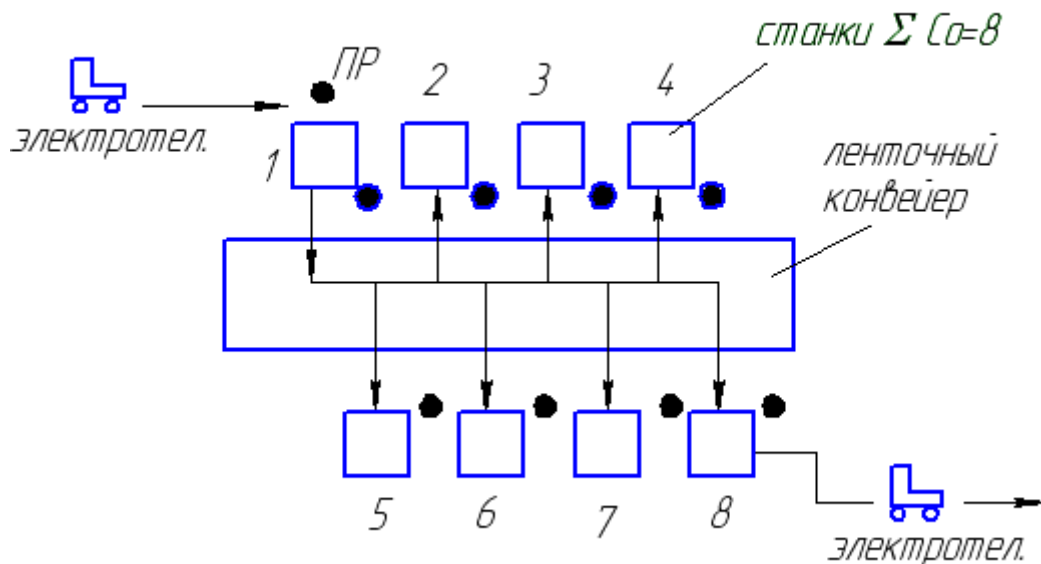


Рисунок 2.17 - Схема транспортной системы

В качестве оборудования для складов применяется электропогрузчик, т.к. программа выпуска небольшая и нет смысла использовать высокие стеллажные конструкции с применением кранов-штабелеров.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Число секций стеллажа:

$$S_{ск} = \frac{\sum Z_{\pi}}{Z}; \quad (2.46)$$

где: Z – число единиц тары, размещаемой в одной секции выбранного типа стеллажа.

Z_{π} - число поддонов для размещения необходимого запаса по каждой группе заготовок и деталей:

$$Z_{\pi} = \frac{Q_i}{C_{\pi}}; \quad (2.47)$$

где: C_{π} - средняя вместимость тары выбранного типа;

Q_i – запас хранения по каждой группе заготовок.

$$Q_i = \frac{m_i \cdot t_i}{365}; \quad (2.48)$$

где: m_i – масса поступающих за год деталей и заготовок;

t_i – запас хранения (дни).

Стеллажи являются клеточного типа каркасные по ГОСТ 14757-81.

$$m_3 = 13000 \text{ кг}; \quad t_3 = 12 \text{ суток};$$

$$m_2 = 9500 \text{ кг}; \quad t_2 = 15 \text{ суток};$$

$$Q_3 = \frac{13000 \cdot 12}{365} = 428 \text{ кг};$$

$$Q_2 = \frac{9500 \cdot 15}{365} = 391 \text{ кг}.$$

$C_{\pi} = 12$ деталей или заготовок.

$$Z_{\delta\zeta} = \frac{428}{12} = 35,7;$$

$$Z_{\delta\tilde{a}} = \frac{391}{12} = 32,6;$$

$$Z_{\delta\zeta} = \frac{35,7}{9} = 4; \quad Z = 9 \text{ шт}$$

$$Z_{\tilde{a}\delta\tilde{a}} = \frac{32,6}{9} = 3,7 = 4 \text{ - секций в стеллажах.}$$

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

предусматривается склад готовых изделий.

Т.к. заготовками являются изделия из титана марки BT1-0, то образуются сливная стружка. Она достаточно хорошо удаляется из зоны резания и хорошо транспортируется за пределы станка. Поэтому стружколомающие устройства не понадобятся.

Т.к. программа выпуска в поточном производстве небольшое и цех обслуживает всего 8 станков, то для удаление стружки мы будем применять ручные тележки, т.к установка какого-либо конвейера будет экономически нецелесообразна.

Для переработки стружки принимаем следующую последовательность технологических операции:

Для сырой стружки титана BT1-0(т.к. будет подаваться СОЖ):

- грохочение;
- обезжиривание;
- брикетирование.

Система переработки стружки у нас будет централизованная, т.к выход стружки невелик, не более 1 тн/г. На всем заводе будет один участок переработки стружки.

Для обезжиривания стружки принимаем центрифуги периодического действия (т.к. программа выпуска невелика и количество стружки тоже).

До помещения в центрифугу стружку промываем в горячей воде для удаления грязи в моечной машине, а затем стружка сушится в сушильном барабане при $t = 300...350 \text{ C}^\circ$.

При укрупненном проектировании площадь участка сбора и переработки стружки принимается:

$$S_c = (0,03 \dots 0,4) S_{\text{пр}}$$

где $S_{\text{пр}}$ – производственная площадь цеха, м^2

Производственную площадь цеха принимаем по предварительной компоновке:

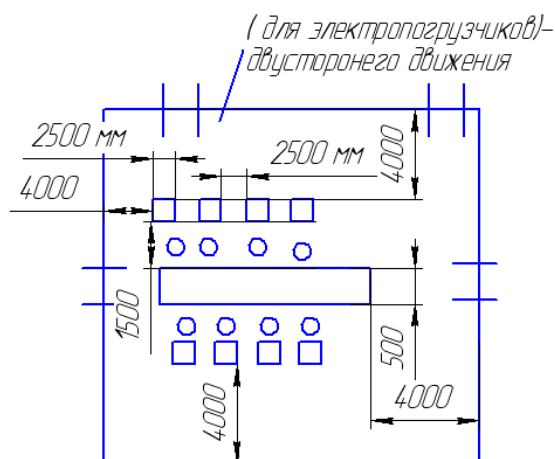


Рисунок 2.19 – Производственная площадь цеха

$$L = 4,000 + 8 \times 2,500 + 4,000 = 28 \text{ м.}$$

$$B = 4,000 \times 2 + 2,500 \times 2 + 1,500 \times 2 + 0,500 = 12,5 \text{ м.}$$

$$S_{\text{пр.}} = L \times B = 350 \text{ м}^2.$$

$$S_c = (0,03 \dots 0,4) \times 350 \text{ м}^2 = 35 \text{ м}^2.$$

Проектирование подсистемы СОЖ.

В небольших цехах применяют децентрализованную систему снабжения станков СОЖ. СОЖ доставляют к станкам в таре и также удаляют.

Потребность СОЖ:

Для станков до 25 т: при односменном режиме работы:

Ежесуточный долив СОЖ:

- на масляной основе - 3 кг;
- на водной основе - 4,5 кг.

Нормы ежесуточного долива СОЖ в % в зависимости от емкости системы охлаждения станка:

До 50 литров емкости: при односменном режиме работы:

СОЖ на масляной основе: 4%;

СОЖ на водной основе: 6%.

Средние сроки замены СОЖ: в месяцах:

СОЖ на водной основе: 1 раз;

СОЖ на масляной основе: 6 раз

Для автоматизации производства на комплексной операции для установки полуфабриката на станок используется промышленный робот.



Рисунок 2.20 – Промышленный робот

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

Проектируется СП на комплексную операцию, операционный эскиз показан на рисунке 3.1.

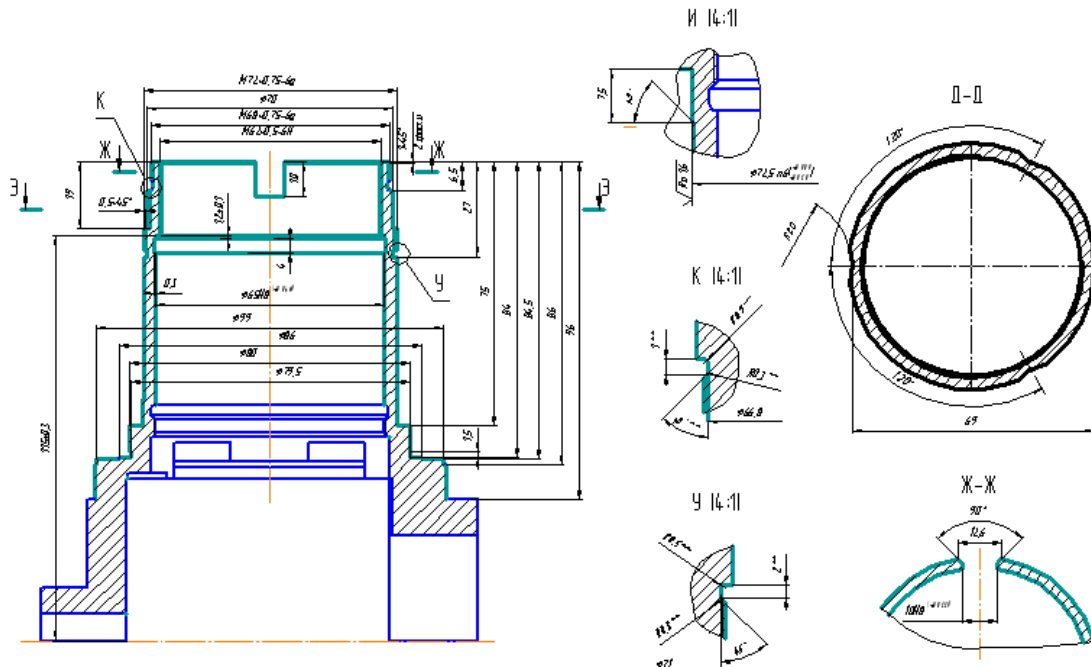


Рисунок 3.1 – Операционный эскиз заготовки

Схемой простановки опоры предусматривается установка заготовки на установочные элементы по плоскости основания с упором в торец. Такая схема простановки опоры предопределяет только одну теоретическую схему базирования (рисунок 3.2), что исключает многозначность конструктивных решений. Для закрепления заготовки используются специальные прихваты.

Схемой закрепления предусматривается приложение силы закрепления по наружной поверхности. Форма контактной поверхности – линия, силовой привод – пневматический.

Разработка принципиальной схемы СП

Зажимные устройства служат для создания надёжной фиксации заготовки на неподвижных установочных опорах и сохранение этого положения в процессе обработки. Пневмоцилиндр служит для создания исходной силы тяги на ведущем звене, силового механизма. Рычаг служит для преобразования усилия силового

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

привода в силу зажима заготовки. Корпус приспособления объединяет все элементы в единое, он воспринимает все силы, действующие на заготовку. При обработке он должен быть прочным, жёстким и виброустойчивым.

Расчет режимов резания.

По справочным данным принимается скорость резания при фрезеровании паза $R12,5$; $V=110$ м/мин; $S=0,1$ мм/зуб; $n = 1200$ об/мин.

Рассчитывается сила резания

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила P_z , которая рассчитывается по формуле:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} K_{mp}; \quad (3.1)$$

где: $C_p=12,5$ – коэффициент для силы резания;

$t = 3,5$ – глубина резания, мм;

$S = 0,1$ – подача, мм/зуб

$B = 10$ – ширина срезаемого слоя, мм;

$q = 0,73$ – показатель степени при диаметре фрезы

$x = 0,85$ – показатель степени при глубине резания;

$y = 0,75$ – показатель степени при подаче;

$u = 1$ – показатель степени при ширине фрезерования;

K_{mp} – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала.

$W = -0,13$ – показатель степени при частоте вращения фрезы.

$K_{mp}=1,2$ – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала.

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 3,5^{0,85} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 10^1 \cdot 4}{25^{0,73} \cdot 1100^{-0,13}} 1,2 = 630 \text{ Н};$$

Рассчитывается мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{630 \cdot 110}{1020 \cdot 60} = 1,13 \text{ кВт}$$

Определение условий закрепления заготовки

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

При фрезеровании паза на заготовку действуют осевая сила P_0 и крутящий момент резания $M_{кр}$. Осевая сила P_0 незначительная, причем установочные элементы гарантируют надежное положение заготовки на плоскости и предотвращают ее от осевого перемещения. Крутящий момент резания $M_{кр}$ вызывает смещение и поворот заготовки под действием сдвигающей силы D_Z , поворачивающего заготовку. Появление сдвигающих сил и моментов связано с тем, что крутящий момент резания создается парой сил, изменяющихся по направлению при вращении фрезы.

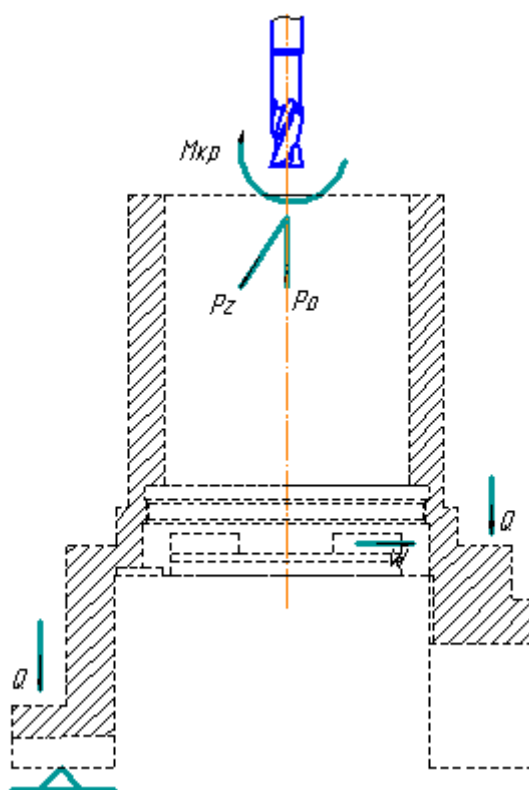


Рисунок 3.2 – Силы резания

Закрепление заготовки осуществляется силой W . При сдвиге заготовки под действием силы D_Z возникает изгибающий момент.

1. При обработке на заготовку действует только крутящий момент резания $M_{кр}$;
2. Действие всех сил на заготовку имеет точечный характер;

3. Наиболее вероятным смещением заготовки при обработке является её сдвиг от силы P_Z , образующейся при резании.

В соответствии с расчётной схемой условие равновесия заготовки при обработке записывается уравнением:

$$W = \frac{k \cdot P}{1,5 fr} \quad (3.2)$$

Где $fr = 0,3$ – коэффициент трения;

K - коэффициент запаса надёжности закрепления

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где $K_0 = 1,5$ - гарантированный коэффициент запаса;

$K_1 = 1$ - увеличение сил резания при затуплении инструментов;

$K_2 = 1,5$ - увеличение сил резания из-за колебаний припусков на заготовку;

$K_3 = 1$ - изменение сил резания при обработке прерывистых поверхностей;

$K_4 = 1$ - непостоянство сил при закреплении;

$K_5 = 1$ - непостоянство сил зажимных устройств с ручным приводом;

$K_6 = 1$ - неопределённость мест контакта плоских базовых поверхностей заготовки с плоскими поверхностями УЭ.

$$\hat{E} = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,25$$

$$P = P_Z = 1720 \text{ Н}$$

Рассчитывается усилие зажима

$$W = \frac{2,25 \cdot 1720}{1,5 \cdot 0,3} = 8600 \text{ Н}$$

Тяговое усилие поршневых приводов:

$$Q = 0,785 \cdot q \cdot D^2 \text{ ,Н}$$

где D – диаметр пневмоцилиндра, мм;

$q=0,5$ МПа- давление воздуха.

Уравнение силового замыкания:

$$Q = \frac{W}{i \cdot \eta}, \text{ Н}; \quad (3.3)$$

$$Q = \frac{8600}{22 \cdot 0,95} = 412 \text{ Н};$$

где $i = \frac{l_1}{l_2} = \frac{90}{45} = 2$ – передаточное отношение;

$\eta = 0,95$ - коэффициент полезного действия, учитывает суммарные потери всего механизма зажима.

Рассчитывается значение диаметра пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{W}{0,785 \cdot q \cdot \eta \cdot i}} = \sqrt{\frac{8600}{0,785 \cdot 0,5 \cdot 0,95 \cdot 2}} = 107$$

Устанавливается стандартный диаметр пневмоцилиндра $D=110$ мм и штока $d=70$ мм.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Выбор режущего инструмента осуществляется в зависимости от содержания операций, выбранного оборудования и по возможности из стандартного режущего инструмента. Резец со сменой многогранной пластинкой.

Резцы оснащенные многогранными твердосплавными пластинами с их механическим креплением к корпусу инструмента, широко распространены в следствии их существенных преимуществ по сравнению с инструментами у которых пластина припаяна к корпусу.

Конструкция резца выбирается с механическим креплением четырехгранной пластины для наружной обработки с круглым сечением державки.

Основные размеры резца принимаем по стандарту: рабочая высота резца $h=18$ мм, диаметр $\varnothing 20$, длина резца $l=145$ мм.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Выберем материал резца: для державки сталь 45, для режущей пластины- GC4225 (HC) - P25 (P10 - P35). Твердый сплав с покрытием CVD. Предназначен для черновой и чистовой обработки деталей из стали и стального литья. Прочная градиентная структура в сочетании с износостойким покрытием. Сплав отлично работает как в условиях прерывистого, так и непрерывного резания с высокой скоростью снятия материала. Широкая область применения. Твердый сплав с покрытием, содержащие в основном карбиды вольфрама (WC).

Технические требования на резец выбирается по ГОСТ 21492-76.

Резец состоит из корпуса (позиция 1), 2 прихватов (позиция 2), и пластин СМП.

Резец состоит из двух режущих зон: первая зона состоит из проходной части, оснащенной СМП квадратной формы (позиция 4), вторая зона состоит из резьбонарезной части, оснащенной пластиной СМП треугольной формы (позиция 5). Особенностью данного резца является его универсальность и быстрая замена СМП без съема инструмента.

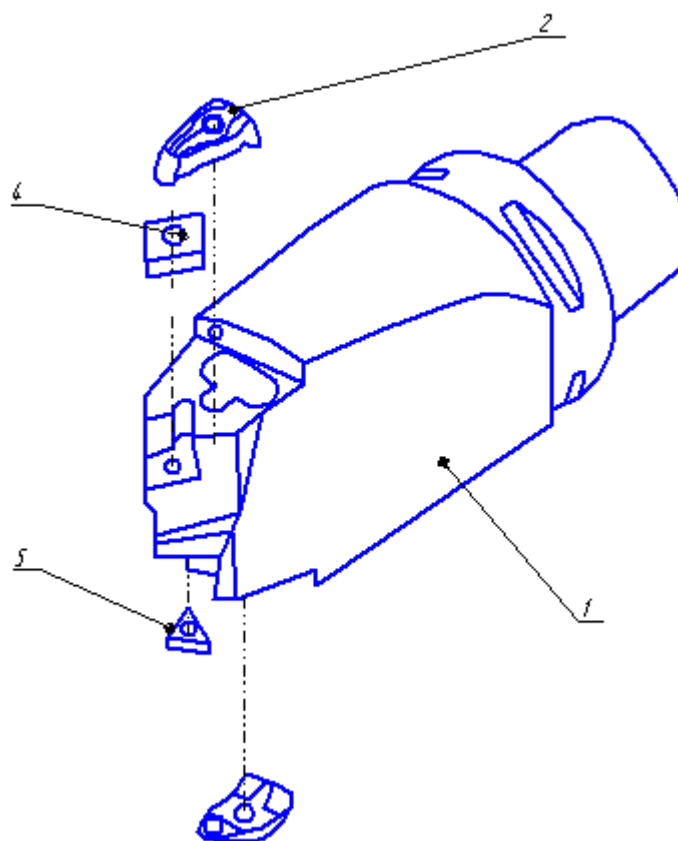


Рисунок 3.3 – Блок

3.3 Проектирование контрольного приспособления

Данное приспособление (рисунок 3.4) имеет габаритные размеры $300 \times \text{Ø}270$. При эксплуатации приспособление устанавливается на рабочее место контролера (верстак, контрольную полку (плиту) и т.д.) в положении, удобном для установки, вращения и снятия проверяемой детали. Дополнительное крепление приспособления не требуется. Усилие прижима детали составляет 60 Н. Погрешность измерения данного контрольного приспособления равна 0,005.

Принцип работы: Закрепление корпуса осуществляется 6-ю сухарями при подаче воздуха в верхнюю полость пневмоцилиндра конусом, к контролируемым поверхностям подводятся измерительные головки. Контроль радиального биения производится в пределах одного оборота ложементов с контролируемой деталью на упорном подшипнике. Далее в соосные отверстия диаметром 15 и 63 устанавливают специальный калибр. К обоим концам калибра подводятся измерительные головки при этом осуществляется контроль пересечения осей и соосность.

к ней подводят индикаторы, установленные на стойке. Также индикаторы подводят к калибру-пробке, помещенную в деталь для измерения допуска пересечения осей.

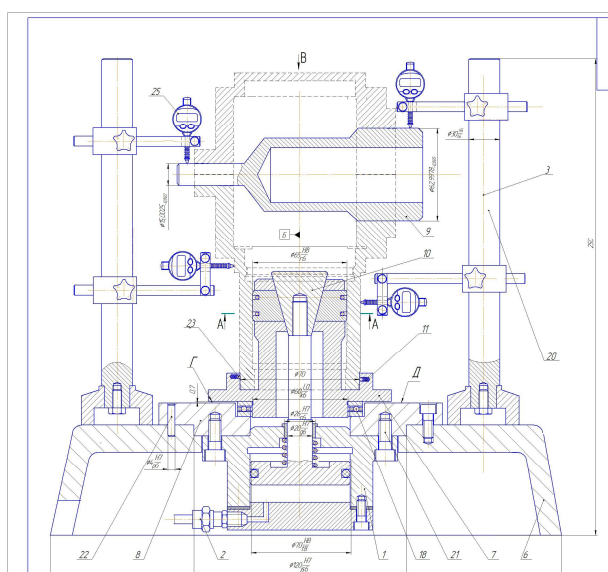


Рисунок 3.4 – Контрольное приспособление

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе:

- выполнен анализ базового технологического процесса детали «Корпус». В процессе анализа были выявлены недостатки: на чертеже детали, в некоторых технологических картах, по размерному анализу имеется множество недочетов;
- были сделаны предложения по проектированию нового ТП.

Разработан новый маршрутный технологический процесс для серийного производства, где произведена концентрация операций, замена старого оборудования на новое прогрессивное оборудование с числовым программным управлением. Спроектированы новые операционные эскизы, где выполнена концентрация переходов. Обеспечивается точность при производстве детали;

- произведен расчет и описание режущего инструмента.

А также спроектировано станочное приспособление на комплексную операцию с ЧПУ (операция 020).

Выполнен чертеж контрольного приспособления, которое позволяет проверить размеры готовой детали.

- разработана планировка участка, на котором оборудование расставлено по цепочке,
- оформлены карты технологического процесса на все операции.;

В результате решения перечисленных задач была выполнена цель дипломного проекта.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Анурьев В.Ч. Справочник конструктора машиностроителя. Изд 4-е, переработ, и доп. Кн.1. - М.: Машиностроение, 1974. - с 415.
- 2 Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общей ред. А.А. Панова М.: Машиностроение, 1988. - 736с: ил.
- 3 В.Ф. Романов. Расчеты зуборезных инструментов. - М.: Машиностроение, 1969.
- 4 Ю.В. Цвис. Инструкция по расчету червячных фрез. М.: Машиностроение, 1966.
- 5 Режущие инструменты, оснащенные сверхтвердыми и керамическими материалами, и их применение: Справочник / В.П. Жедь, Г.В. Боровский, Я.А. Музыкант, Г.М. Ипполитов. - М.: Машиностроение, 1987. - 320с.
- 6 Проектирование машиностроительных заводов. Справочник в 6-ти томах. Под общей ред. Е.С. Ямпольского. Том 4. Проектирование механических,
- 7 Великов К.М., Экономика и организация в дипломных проектах: Учебное пособие для машиностроительных вузов/ Великов К.М., Васильев Э.Г.-4-е изд., перераб. И дополнено-Л.:Машиностроение,1986-285с.
- 8 Миков, Ю.Г., Размерный анализ технологических процессов в курсовом и дипломном проектировании/ Миков, Ю.Г, Рогинский , В.Ю. : Учебное пособие. -Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000. - 80с.
- 9 Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении. Справочник, т.1 - М.: Изд. Стандартов, 1979. - 212с., 16 ил.
- 10 Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Изд. 3-е переработ. Том1. Под ред. канд. техн. наук А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1972. - 694с.
- 11 Писаревский М.И. Накатывание точных резьб, шлицев и зубьев. - Л.: Машиностроение, 1973. -200с.
- 12 Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Изд. 3, переработ. Том2. Под редакц. Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР д-ра

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

150305.2018.046 ПЗ

Лист

87

техн. наук проф. А.Н.Малова. - М.: Машиностроение, 1972. -с 568.

13 Справочник металлиста. В 5-ти т. Т.2. Изд. 3-е, перераб. Под ред. С.А. Чернавского и В.Ф. Решикова. - М.: Машиностроение, 1976.

14 Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1972.

15 Миллер Э.Э. Техническое нормирование труда в машиностроении. Уч. пос. для техникумов. Изд. 3-е. - М.: Машиностроение, 1972. - с 248.

16 Станки с программным управлением: Справочник / Г.А. Монахов, А.А. Оганян и др. - М.: Машиностроение, 1975.

17 Уткин Н.Ф. Приспособления для механической обработки. Уч. изд. «Лениздат», 1969.

18 Технология машиностроения: В 2-х томах. Т.2: Учебник для вузов /В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1997. - 564с., ил.

19 Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС / И.Л. Фадюшин, Я.А. Музыкант, А.И. Мещеряков и др. - М.: Машиностроение, 1990.- 272с: ил.

20 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. М.: Машиностроение, 1967. - с 412.

21 Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов / Г.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов и др. - М.: Машиностроение, 1989. - 328с: ил.

22 Ансеров В.Н. Справочник конструктора машиностроителя. Изд 4-е, переработ, и доп. Кн.1. - М.: Машиностроение, 1974. - с 415.

					150305.2018.046 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88