

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования.  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Политехнический институт  
Факультет «Заочный Инженерно-Экономический»  
Кафедра «Технология автоматизированного машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
В.И. Гузеев

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Вилка» с разработкой  
конструкторско-технологического обеспечения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ  
ЮУрГУ–15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ ВКП

Руководитель проекта  
Д.Ю. Пименов

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор проекта  
Студент группы ПЗ-551  
П.И. Матанцев

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Нормоконтролер  
А.В. Выбойщик

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Челябинск 2017

## АННОТАЦИЯ

Матанцев П.И. Проектирование участка механической обработки детали «Вилка» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения.– Челябинск: ЮУрГУ, ПЗ-551; 2017, 74 л., 15 ил., библиографический список 27 наименований, 3 приложений, 8 листов чертежей ф. А1, 11 листов карт технологического процесса

В результате выполнения дипломного проекта по детали «Вилка», выполнен анализ служебного назначения детали, выбран способ получения заготовки и методов обработки отдельных поверхностей, разработан технологический процесс изготовления детали с проектированием технологической оснастки в условиях серийного производства. Получены: электронная модель заготовки, межоперационные геометрические модели и эскизы, проект обработки детали на станках с ЧПУ проведен размерный анализ проектируемого технологического процесса.

Разработка технологии обработки осуществлялась с учётом применения прогрессивных видов оборудования, режущего инструмента и оснастки выбранных, по каталогам ведущих мировых производителей. Определены технологические режимы обработки. Произведено формирование переходов обработки и их параметров, расчёт мощности резания для черновой операции, технологическое нормирование операций обработки.

					<i>ЮУрГУ–15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ ВКП</i>						
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование участка механической обработки детали «Вилка» с разработкой конструкторско–технологического обеспечения			<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Разраб.</i>	<i>Матанцев П.И.</i>									6	74
<i>Проверил</i>	<i>Пименов Д.Ю.</i>							<i>ЮУрГУ</i>			
<i>Н. контр.</i>	<i>Выбойщик А.В.</i>							<i>«Технология автоматизированного машиностроения»</i>			
<i>Утв.</i>	<i>Гузев В.И.</i>										

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ .....	12
1.1 Назначение и описание узла, работы детали в узле .....	12
1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней .....	14
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	17
2.1 Анализ технологичности детали .....	17
2.2 Анализ действующего технологического процесса .....	20
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса .	21
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	22
2.2.3 Размерный анализ действующего технологического процесса .....	24
2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса.....	25
2.3 Разработка проектного технологического процесса .....	26
2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса .....	26
2.3.2 Выбор оборудования для реализации технологического процесса..	27
2.3.3 Выбор исходной заготовки .....	31
2.3.4 План операций и переходов проектного технологического процесса .....	33
2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса.....	35
2.3.6 Расчёт режимов резания и норм времени.....	36
2.3.7 Расчет потребного количества оборудования.....	42
2.4 Описание планировки участка.....	45
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	48
3.1 Проектирование и расчёт станочного приспособления.....	48
3.2 Проектирование (выбор) режущего инструмента .....	56
3.3 Описание работы контрольного приспособления .....	67
Заключение .....	72
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	73

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		7

ПРИЛОЖЕНИЯ:

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Схема размерного анализа действующего технологического процесса.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Схема размерного анализа проектного технологического процесса.

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Технологический процесс.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>8</i>

## ВВЕДЕНИЕ

Технология машиностроения - это наука об изготовлении машин требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах живого и овеществленного труда, т.е. при наименьшей себестоимости.

Формирование цели и задачи проекта.

Целью данного проекта является разработка технологического процесса изготовления детали «Вилка» с проектированием технологической оснастки в условиях серийного производства. Изучить выбранную деталь, проанализировать ее служебное назначение, технологичность ее изготовления. Основываясь на современных методах металлообработки разработать маршрут проектного техпроцесса. Задачами данного проекта служит выбор современного оборудования используемого на передовых предприятиях, согласно разработанному проектному (новому) технологическому процессу. Выбор исходной заготовки: материал и метод получения с учетом служебного назначения детали. Составить план операций и переходов проектного технологического процесса с разработанными эскизами операций. Произвести размерный анализ нового технологического процесса с расчетами. Выбрать режимы резания для данной детали учитывая технические характеристики материала с учетом требуемой точности и шероховатости поверхности.

Задачами к проектированию конструкторской части курсового проекта относятся: проектирование специального станочного приспособления с расчетами на точность и усилие зажима с наименьшим числом переходов и трудозатрат. Выбор режущего инструмента у современных производителей, опираясь на характеристики материала и возможности выбранного оборудования. Описать работу контрольного инструмента и проанализировать его.

Так же следует выполнить графическую часть проекта и предоставить чертеж готовой детали и исходной заготовки станочного приспособления, режущего инструмента, расчетно-технологическую карту.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		9

Составить технологический процесс изготовления детали оформленный согласно требованиям кафедры.

Описание и анализ современных действующих производств, как отечественных так и зарубежных.

Последние годы все больше можно наблюдать падение выпуска отечественной промышленности, это зависит в первую очередь от экономических факторов. Однако так же пагубно сказываются влияние политических причин, как внутренних, так и внешних. Машиностроение практически не развивалось в годы застоя и переживало кризис.

Машиностроение определяет перспективы промышленности во всем мире. В развитых странах на эту отрасль приходится 1/3 всего объема промышленного производства. Переход к рыночной экономике очень болезненно сказался на машиностроительном комплексе: объемы производств сократились во много раз. В Китае доля машиностроения составляет 35,2%.

Определить уровень развития машиностроения в разных странах весьма сложно. Однако по сумме признаков можно выделить следующие группы стран:

1. Страны, обладающие полной номенклатурой машиностроительного производства. Примеры: США, Германия, Япония. К этой группе относится и Россия.
2. Страны, обладающие малосущественными пропусками в структуре машиностроения – Англия.
3. Страны с существенными пробелами в структуре машиностроения - Италия.
4. Страны вынужденные импортировать часть машиностроительной продукции из-за рубежа.
5. Страны с неравномерным развитием отраслевой структуры машиностроения: экспорт машин покрывает менее половины импорта. (Канада, Бразилия).

Данная типология может быть использована для регионализации глобальной экономической системы и определения роли отдельных регионов в размещении мирового машиностроения.

На регион «Северная Америка» (США, Канада, Мексика) приходится 1/3 мирового машиностроительного производства.

Этот регион выступает на мировых рынках прежде всего как экспортер продукции высокой сложности, изделий тяжелого машиностроения и наукоемких отраслей.

На регион «Западная Европа» приходится от 25 до 30% продукции мирового машиностроения.

Третий регион - «Восточная и Юго-восточная Азия» (около 20 % продукции машиностроения), лидер которого - Япония.

В Бразилии формируется четвертый регион мирового машиностроения.

В последние годы страны с дешевым рабочим трудом оказались в более благоприятном положении, чем страны, обладающие сырьевыми ресурсами.

Вторым по значению фактором стал научно-технический прогресс. Усложняется машиностроительное производство, поэтому выделяются страны-производители массовой продукции, производители сложной наукоемкой продукции, развивается специализация и кооперирование между странами.

Особенностью машиностроения развитых стран по сравнению с развивающимися является наиболее полная структура машиностроительного производства и увеличение доли электротехники; высокое качество и конкурентоспособность продукции; отсюда - высокий экспорт и большой удельный вес в машиностроительного продукции в общей стоимости экспорта (Япония- 64%, США, ФРГ- 48%, Канада- 42%, Швеция- 44%).

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		11

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Назначение и описание узла, работы детали в узле

Редуктор «Рисунок 1.1» - сложный механизм лодочного мотора, предназначен для уменьшения оборотов вращения гребного винта относительно оборотов вращения коленчатого вала двигателя для обеспечения оптимальной передачи мощности от двигателя на винт.

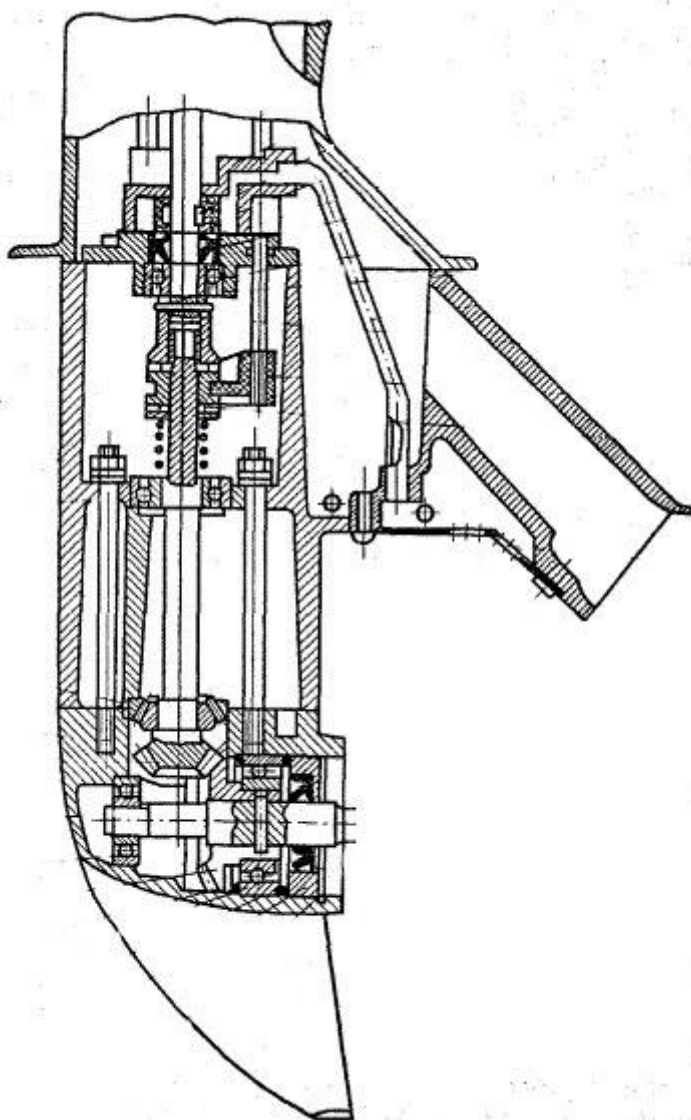


Рисунок 1.1 – Фрагмент сборочного чертежа «Редуктор»

Редуктор состоит из двух литых алюминиевых деталей: корпуса и проставки, соединенных двумя шпильками М8. Между корпусом редуктора и проставкой устанавливаются одна или две паронитовые регулировочные прокладки. Ведущая



шестерня выполнена вместе с валом и вращается в двух шарико-подшипниках — цилиндрическом и коническом. Ведомая шестерня соединена штифтом с горизонтальным валом. На шестерню напрессовывается шарикоподшипник, который упирается в буртик корпуса редуктора через регулировочную шайбу.

Наружная обойма подшипника входит в корпус свободно и удерживается от проворачивания и осевого смещения резиновым кольцом, которое одновременно служит для уплотнения корпуса. Сальник, запрессованный в стакан, предназначен для уплотнения выхода из редуктора вала гребного винта.

Кулачковая муфта холостого хода состоит из двух полумуфт: ведущей, которая соединяется штифтом с вертикальным валом (рессорой), и ведомой, которая перемещается по шлицам рессоры посредством капроновой вилки.

Все шестерни и полумуфты редуктора изготовлены из высокопрочной стали 12Х2Н4А с последующей цементацией и закалкой до HRC-55.

К верхней части проставки крепятся стакан с сальником и шарикоподшипником и водяная помпа. При работе двигателя крыльчатка помпы приводится во вращение вертикальным валом, с которым она соединена шпонкой. Засасывание воды в помпу происходит через трубку. Между корпусом помпы и стаканом установлена резиновая втулка, уплотняющая выход тяги муфты холостого хода из проставки.

Гребной винт связан с валом штифтом, который изготавливается из отожженной стали. Этот штифт является самым слабым звеном в передаче крутящего момента от мотора к винту и при ударе винта о подводное препятствие срезается первым, предохраняя от поломки другие детали двигателя.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		13

## 1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Проектируемая деталь – «Вилка» входит в состав сборочной единицы «Редуктор мотора». Конструкция данной детали предусматривает наличие двух ушек, в которых выполнены продольные пазы и крепёжные отверстия. К которым, в свою очередь, крепится планка, входящая в зацепление с ведомой полумуфтой.

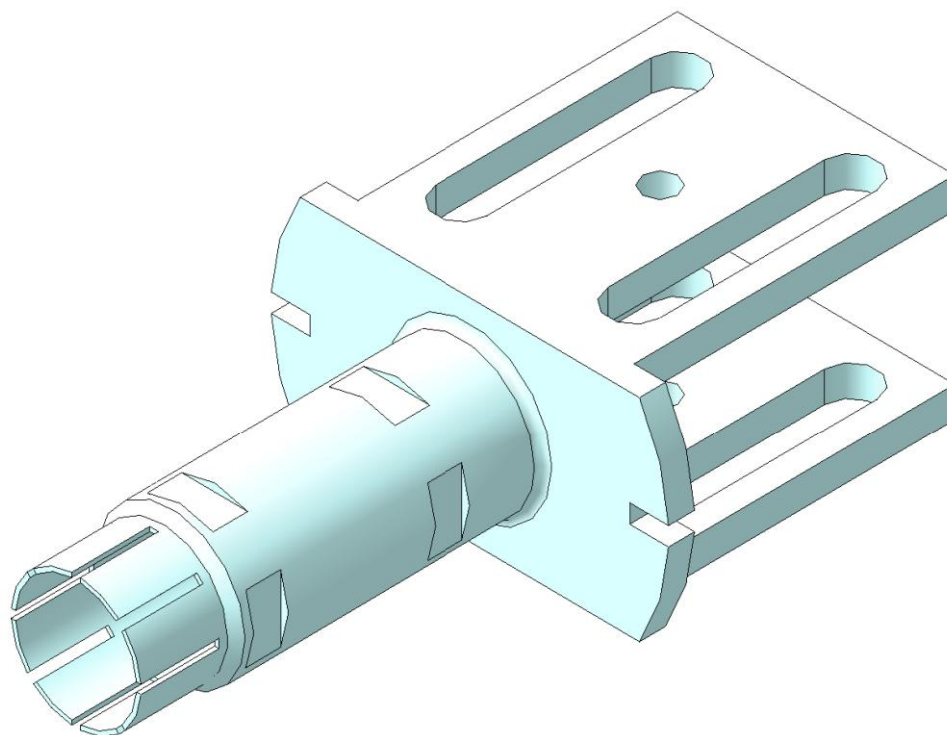


Рисунок 1.2 – Фотография детали «Вилка»

Продольные пазы позволяют передавать поступательное движение под допустимыми конструкцией ушек углами. Из этого можно сделать вывод, что основное выполняемое движение детали – поступательное. Наиболее ответственными поверхностями являются пазы в ушках вилки, которые выступают в роли направляющих для планки. К их изготовлению и будут предъявляться самые жесткие требования. Шлицевой паз служит для ориентации вилки на валу.

Отверстие  $\text{Ø}14\text{H}11^{(+0,11)}$  и продольные пазы  $9\text{H}14^{(+0,36)}$  служат для закрепления вилки на направляющем валу по средствам обжима цанги.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		14

Представленный рабочий чертеж детали «Вилка» содержит следующие сведения:

- название детали «Вилка», используемый материал ЛС59-1 ГОСТ 15527-70, массу детали 0,1 кг, заводской номер детали ТБИС 741342.002;
- чертёж имеет 3 вида (главный вид слева с половиной разреза и вид сверху с местным разрезом, а так же 2 сечения и 1 вид с правого торца;
- в полном объеме указаны все размеры и отклонения форм и расположения поверхностей;
- указана требуемая шероховатость поверхностей;
- имеются технические требования предъявляемые к детали:
- Н14, h14, .
- Размеры обеспеч. инструментом.
- Непараллельность оси отв.1 относительно поверхности Г не более 0,05 мм.
- Неперпендикулярность оси отв.1 относительно поверхности Д не более 0,1 мм.
- Неперпендикулярность общей плоскости симметрии пазов Е относительно оси отв. 1 не более 0,03 мм.
- Угловое расположение лысок Ж, пазов З и поверхн. Г относительно друг друга произвольное..

Проанализировав технические требования к данной детали, недочётов не обнаружил. Все требования выполнимы на данном оборудовании и не составляют особой сложности при обработке. Пазы З и лыски Ж не являются базирующими для данной детали. Поэтому их угловое расположение относительно поверхности Г не важно.

Исходя из данных представленных на чертеже и проведенным анализом можно сделать вывод, что чертеж сделан хорошо, он читаем, не загроможден, выполнен согласно ГОСТ- 2.421-70. Данных предоставленных на чертеже в полной мере достаточно для понимания и изготовления годной детали.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		15

Проанализировав служебное назначение детали, делаю вывод что технические данные предоставленные на чертеже соответствуют служебному назначению детали «Вилка».

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		16

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ технологичности детали

Цель анализа конструкции детали на технологичность – выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технологических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции. Вывод по данному анализу сводится в таблицу 2 .

Таблица 2.1 – Отработка конструкции детали на технологичность

Критерий оценки	Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
Унифицированность элементов детали	Все детали имеют взаимозаменяемые элементы формы детали (пазы, диаметральные размеры и т.д.)	Технологична
Простота формы детали	Деталь имеет много отверстий, пазов, лысок и т.д.	Нетехнологична
Доступность поверхностей детали для обработки	Все поверхности детали доступны для обработки	Технологична
Наличие труднообрабатываемых поверхностей детали	У детали имеются пазы имеющие ширину 1 мм	Нетехнологична
Возможность совмещения конструкторских и технологических баз	Возможно совмещать конструкторские и технологические базы	Технологична

Обеспечение конструкцией детали нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Конструкция детали позволяет обеспечить, нормальны подвод и отвод режущего инструмента	Технологична
Возможность достижения минимальной заданной шероховатости поверхности детали на основном оборудовании	Возможно достичь минимальную шероховатость поверхности детали, не применяя специального оборудования	Технологична
Возможность обработки детали универсальным режущим инструментом	Наличие сравнительно небольших пазов на одном из торцев, приводит к необходимости применения специального	Нетехнологична
Наибольший коэффициент использования материала	КИМ = $100/130=0,77$	Технологична
Высокая обрабатываемость материала	Материал заготовки ЛС59-1 ГОСТ15587-70. Латунь легко поддается обработке резанием	Технологична

Как видно из таблицы 2.1 деталь является не технологичной по наличию труднообрабатываемых поверхностей детали и требованию специального инструмента, так как деталь содержит пазы (ширина составляет 1 мм). Наличие тонких стенок детали потребует введение термической операции. Малое содержание нетехнологичных элементов - результат многоэтапной проработки детали на технологичность цеховыми технологами и конструкторами завода.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		18

Деталь Вилка изготавливается из латуни ЛС59-1 ГОСТ 15527-70. Хорошие технологические свойства материала детали определяют возможность применения высокопроизводительных методов обработки (обработка резанием, технологические методы снятия заусенцев на специальном оборудовании). Размеры и поверхность детали имеют оптимальную степень точности и шероховатость.

Применяется материал для изготовления втулок, дисков, стержней, кронштейнов, фурнитуры, крепежных деталей, зубчатых колес.

С точки зрения механической обработки деталь имеет недостаток в отношении технологичности: для выполнения ряда операций нам потребуются специальные резцы;

Анализ конструкции детали на технологичность показал, что по 8 из 10 критериев является технологичной, следовательно, и в целом конструкция детали Вилка ТБИС 741342.002 является технологичной.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		19

## 2.2 Анализ действующего технологического процесса

Базовый (действующий) технологический процесс изготовления детали «Вилка», представлен в (таблице 2.2).

Таблица 2.2 Базовый маршрутный технологический процесс.

№опер	Название операции	Оборудование, станок
010	Заготовительная	16К20
020	Токарная	16К20
030	Токарная с ЧПУ	Primus CNS-3T
040	Фрезерно-сверлильная	C800U
050	Слесарная	Стол
060	Токарная с ЧПУ	Primus CNS-3T
070	Фрезерная	U630T
080	Слесарная	Стол слесарный
090	Моечная	
100	Контрольная	Стол контролёра

Анализ базового технологического процесса выявил следующие недочеты:

- тонкие стенки требуют многопроходного съема;
- техпроцесс оформлен недостаточно корректно (имеет мало сведений);
- деталь обрабатывается с большим количеством установов, что пагубно влияет на время обработки и т.д.;
- многие поверхности при черновой и чистовой обработке имеют одинаковую шероховатость, что приемлемо, но не рекомендовано.



### 2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

Так как на заводе АО ЧРЗ «Полёт» было запущено экспериментальное производство изготовления детали «Вилка». Маршрутная карта заполнена от руки и имеет мало сведений. В маршрутной карте имеются только название операций и оборудование на котором выполняется та или иная операция.

Анализ операционных карт и карт эскизов.

Операционные карты и карты эскизов выполнены по стандарту предприятия, в них достаточно понятно изложено, что выполняется на той или иной операции, содержание переходов и т.д. Карты эскизов выполнены хорошо на них имеются все размеры нужные для выполнения конкретной операции. Операционные карты имеют ряд недочетов в них не указано основное время, также не указаны измерительный инструмент и режущий инструмент, это обуславливается экспериментальным производством данной детали.

Анализ карт технического контроля.

Карт технического контроля для данной детали на предприятии нет, контроль осуществляется непосредственно по чертежу, что усложняет межоперационный и окончательный процесс проверки.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		21

## 2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

Для обработки детали «Вилка» применяются следующие виды оборудования:

- токарно-винторезный станок 16К20;
- токарно-винторезный станок Primus CNS-3Т;
- обрабатывающий центр с ЧПУ U630Т.

Использование универсальных станков в базовом технологическом процессе было оправдано, так как на заводе было запущено экспериментальное производство двух комплектов. В дальнейшем предполагается выпускать серийно, следовательно, целесообразно в дальнейшем перевести операции на станки с ЧПУ. Также целесообразно применение инструмента обеспечивающего большую производительность.

Описание режущего инструмента, применяемого в действующем технологическом процессе и оценка эффективности его использования при обработке заданной детали.

При обработке поверхностей, отверстий для изготовления детали «Вилка» используется различный инструмент по способу обработки. В большей степени используется обычные унифицированные инструменты: резцы сверла и фрезы.

Применение унифицированного инструмента обусловлено используемым оборудованием и стоимостью данного инструмента, применение такого инструмента технологически не эффективно так как при поломке инструмента рабочему приходится тратить большое количество времени на доработку новых резцов (заточку и т.д.), а это многократно увеличивает трудовые затраты и время на изготовление. Так же при использовании унифицированного инструмента гораздо сложнее добиться качества обработанной поверхности. Использование унифицированных сверл и фрез, менее проблематично однако для исполнения данной детали можно внедрить комбинированные сверла для ускорения рабочего времени. В перспективе внедрение нового инструмента со сменными пластинами, твердосплавных сверл и фрез позволит сократить время на изготовление. Данный инструмент дает более стабильную обработку, сверла имеют большую жесткость,

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		22

что позволяет добиться гораздо лучшей точности и избавиться от надобности предварительного сверления, и последующего рассверливания.

Так как деталь «Вилка» изготавливается на экспериментальном участке АО ЧРЗ «Полет» для данной детали не разрабатывалось специальной оснастки и приспособлений. Все приспособления универсальные (призмы, прижимы, тиски). И налаживаются непосредственно рабочим у станка. Для снижения вспомогательного времени следует разработать специальные приспособления, специальную оснастку и внедрить ее.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		23

### 2.2.3 Размерный анализ действующего технологического процесса

В (Приложении А) показана размерная схема линейных размеров действующего технологического процесса, по которой решим обратную задачу и проверим правильность заданных размеров.

В операции 070 «Фрезерно-сверлильная с ЧПУ» размеры указаны не от технологической базы.

$$1) [17\_18] = (17\_137) - (137\_18) = 90_{-0,87} - 87_{-0,1} = 3_{-0,87}^{+0,1} \text{ мм.}$$

$$[17\_18]_{\text{min необх.}} = Rz + Df,$$

где  $Rz$  – шероховатость поверхности с предшествующего перехода,

$$Rz = 40 \text{ мкм;}$$

$Df$  – дефектный слой с предшествующего перехода,  $Df = 60 \text{ мкм;}$

$$[17\_18]_{\text{min необх.}} = 0,04 + 0,06 = 0,1 \text{ мм.}$$

$$[17\_18]_{\text{min расч.}} = 2,13 \text{ мм.}$$

$$[17\_18]_{\text{max расч.}} = 3,1 \text{ мм.}$$

Припуск завышен на 2,03 мм.

$$2) [138\_137] = - (138\_18) + (18\_137) = - 85,5_{-0,46} + 87_{-0,1} = 1,5_{-0,1}^{+0,46} \text{ мм.}$$

$$[16\_17]_{\text{min необх.}} = 0,04 + 0,06 = 0,1 \text{ мм.}$$

$$[16\_17]_{\text{min расч.}} = 1,4 \text{ мм.}$$

$$[16\_17]_{\text{max расч.}} = 1,96 \text{ мм.}$$

Припуск завышен на 1,3 мм.

Размерный анализ действующего технологического процесса показал, что в одной операции размеры указаны не от технологической базы, а также припуск на механическую обработку на всех операциях немного завышен.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		24

## 2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса

В заключении анализа собранной информации по обработке детали «Вилка» на заводе АО ЧРЗ «Полет», можно сделать вывод так как данная деталь является предметом экспериментального производства на данном предприятии и имеется очень не большой набор базовой технологии обработки т.е. нет маршрутных карт, приспособлений, используется универсальное оборудование и режущий инструмент, что является огромным преимуществом для данного проекта, так как имеются большие возможности проектирования и предложений для усовершенствования, осовременнивания и ускорения данной технологии обработки детали «Вилка».

Подводя итоги делаю заключение, что в проектом варианте технологического процесса предстоит внедрить современное оборудование с ЧПУ, подобрать современный режущий инструмент со сменными пластинами, разработать контрольное приспособление и приспособление для обработки на станке с ЧПУ, разработать технологический процесс обработки детали, с маршрутными картами, операционными картами, контрольными картами и картами эскизов, оформив их по соответствующим стандартам.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		25

## 2.3 Разработка проектного технологического процесса

### 2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса

Опираясь на предварительно выбранные методы обработки поверхностей с точностью, соответствующей требованиям чертежа; серийность производства; существующее оборудование и разработанные предложения по совершенствованию базового технологического процесса, разрабатывается маршрутная технология обработки детали «Вилка».

Таблица 2.3 Проектный маршрутный технологический процесс.

№ <sub>опер</sub>	Название операции
000	Заготовительная
005	Комплексная с ЧПУ
010	Фрезерная с ЧПУ
015	Слесарная
020	Моечная
025	Контрольная

За счёт внедрения станков с большей производительностью в проектном технологическом процессе сокращено количество операций. Так же за счет концентрации переходов. Введение станков с ЧПУ существенно сократит время изготовления данной детали. Благодаря выбору современного режущего инструмента со сменными пластинами можно добиться сокращения основного времени в 2 и более раз, а также вспомогательного времени, так как сменные пластины сокращают время на переустановку инструмента, заточку и т.д. В проектном варианте остались операции которые нельзя сократить, объединить или убрать, такие как термообработка и получение покрытий, это обуславливается техническим назначением детали.

### 2.3.2 Выбор оборудования для реализации технологического процесса

Выбор оборудования – одна из наиболее важных и сложных задач при разработке технологического процесса механической обработки. При выборе оборудования необходимо руководствоваться такими факторами как: станок: должен обеспечивать требуемую точность

Обработки и качества поверхности; производительность станка должна соответствовать заданной производительной программе выпуска деталей. Мощность и жесткость станка должны обеспечить обработку твердосплавными режущими инструментами на оптимальных режимах резанья. Станок должен обеспечить удобство обработки (удобство управления, удаление стружки и т.д.); обслуживания станка не должно быть связано с выполнением тяжелых и трудоемких работ. Размеры рабочей зоны станка должны соответствовать размерам обрабатываемой детали. Серийное производство выпускает до 70% общей продукции машиностроения, и характеризуется большими затратами рабочего времени на выполнение вспомогательных операций.

Основным направлением сокращения затрат вспомогательного времени является автоматизация проектируемого процесса. Одним из главных направлений автоматизации является применение станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Сложные, дорогостоящие в изготовлении и требующие трудоемкой наладки кулачки, копиры и упоры в системах ЧПУ не требуются. Это значительно удешевляет и ускоряет наладку станков и делает выгодным применение станков с ЧПУ, хотя они достаточно дороги.

Эффективность применения станков с ЧПУ можно проследить в следующем:

- 1) Точность размеров детали и форма её поверхности полностью определяется правильностью программирования и точностью автоматических перемещений узлов станка;
- 2) Увеличение производительности;
- 3) Снижение себестоимости обработки, связанное с понижением требований к квалификации станочника, с уменьшением затрат на приспособления.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		27

Для токарных операций выбираем:



Рисунок 2.1 – Токарный станок EMCO MAXXTURN 65

Характеристики станка EMCO MAXXTURN 65 приведены в таблице 2.4

Таблица 2.4 Основные характеристики EMCO MAXXTURN 65

Максимальный диаметр обработки (мм)	500
Диаметр обработки над станиной (мм)	660
Диаметр обработки прутка (мм)	65 (76.2)
Ускорение перемещения X/Y/Z (м/мин)	30/12/30
Максимальная длина обработки (мм)	1050
Перемещение по оси X (мм)	260
Перемещение по оси Y (мм)	100
Перемещение по оси Z (мм)	460
Максимальная скорость вращения шпинделя (мин <sup>-1</sup> )	5000
Мощность шпинделя (кВт)	29
Максимальная скорость вращения контршпинделя (мин <sup>-1</sup> )	5000

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

ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ

Лист

28



Мощность контршпинделя (кВт)	29
Хвостовики инструмента по DIN 69880	VDI 30 (40)
Количество позиций (из них приводных)	12
Максимальная скорость вращения приводного инструмента (мин <sup>-1</sup> )	5000
Длина x Ширина x Высота (мм)	3950 x 2400 x 2340
Масса станка (кг)	9.500

Для фрезерных операций выбираем:

обрабатывающий центр с ЧПУ C800U (HERMLE):

Техническая характеристика станка:

Максимальный вес детали, кг	10
Максимальный размер крепежной плоскости, мм	Ø280
Освещение рабочей зоны, люм.	>500
Пять управляемых координат позволяют вращать заготовку в горизонтальном положении на -	180град
вертикальном положении на -90град.	
по оси X	800
по оси Y	600
по оси Z	500
Скорость подачи по программе, мин <sup>-1</sup>	15000
Ускоренный ход, м/мин	15
Частота вращения шпинделя, мин	20-10000
Количество инструментов, поз.	30
Масса станка, кг	5500
Габаритные размеры станка, мм	2390x2030x2150

Технические характеристики и функциональные возможности станков позволяют выполнить все планируемые в проекте операции.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>30</i>

### 2.3.3 Выбор исходной заготовки

От степени совершенства способов получения исходной заготовки зависит расход материалов, количество операций обработки и их трудоемкость, себестоимость процесса изготовления детали и изделия в целом.

В машиностроении в зависимости от номенклатуры изделий и характера производства применяют исходные заготовки в виде прутка круглого, прямоугольного, квадратного сечений, профильного и периодического прокатов, горяче- и холоднотянутых листов и полос, поковок, получаемых методом свободной ковки, ковки в штампах и т.д.

Выбор метода получения заготовки влияет на экономию материала и денежных средств. Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при её минимальной себестоимости. В данном случае выбран прутки латунный тянутый. Так как это наиболее рациональный выбор при изготовлении этой детали. Потому что заготовка должна по своей форме напоминать форму детали. А получение заготовок литьем в нашем случае не подходит, так как деталь является ответственной в своем механизме, а для ответственных деталей заготовки, получаемые с помощью литья, категорически не подходят. К тому же прутки по своей себестоимости являются сравнительно не дорогим по отношению к другим видам получения заготовок, таким как литье, штамповка, ковка и т. д.

Деталь Вилка изготавливается из латуни ЛС59-1 ГОСТ 15527-70. Хорошие технологические свойства материала детали определяют возможность применения высокопроизводительных методов обработки (обработка резанием, технологические методы снятия заусенцев на специальном оборудовании). Размеры и поверхность детали имеют оптимальные степень точности и шероховатость.

Коэффициент использования материала вычисляется по формуле (2.1):

$$K = \frac{G_d}{G_{зг}} \quad (2.1)$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		31

где –  $G_{д}$  - масса детали, г;

$G_{зг}$ — масса заготовки; г.

$$K = \frac{100}{130} = 0,77$$

Проанализировав метод и материал получения заготовки на предприятии можно сделать вывод что материал для заготовки выбран правильно и отвечает всем технологическим требованиям предъявляемым к детали, так же данный материал обеспечивает простоту обработки и соответствует методу получения заготовки. Метод получения так же соответствует служебному назначению детали, также экономически выгоден так как имеет не большую себестоимость.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		32

### 2.3.4 План операций и переходов проектного технологического процесса

При разработке операционной технологии детали «Вилка ТБИС741342.002» определим необходимый состав технологических переходов для операции 005 комплексная с ЧПУ:

1. Установить и закрепить заготовку;
2. Подрезать торец;
3. Проточить контур с припуском 0,2 мм;
4. Сверлить и зенкеровать центральное отверстие  $\varnothing 12^{+0,12}$ ;
5. Проточить контур в чистовую согласно размерам чертежа;
6. Фрезеровать 8 лысок  $4^{+0,3}$ ;
7. Фрезеровать 8 пазов  $1^{+0,25}$ ;
8. Отрезать заготовку в размер  $85,5_{-0,46}$ ;
9. Контроль рабочим.

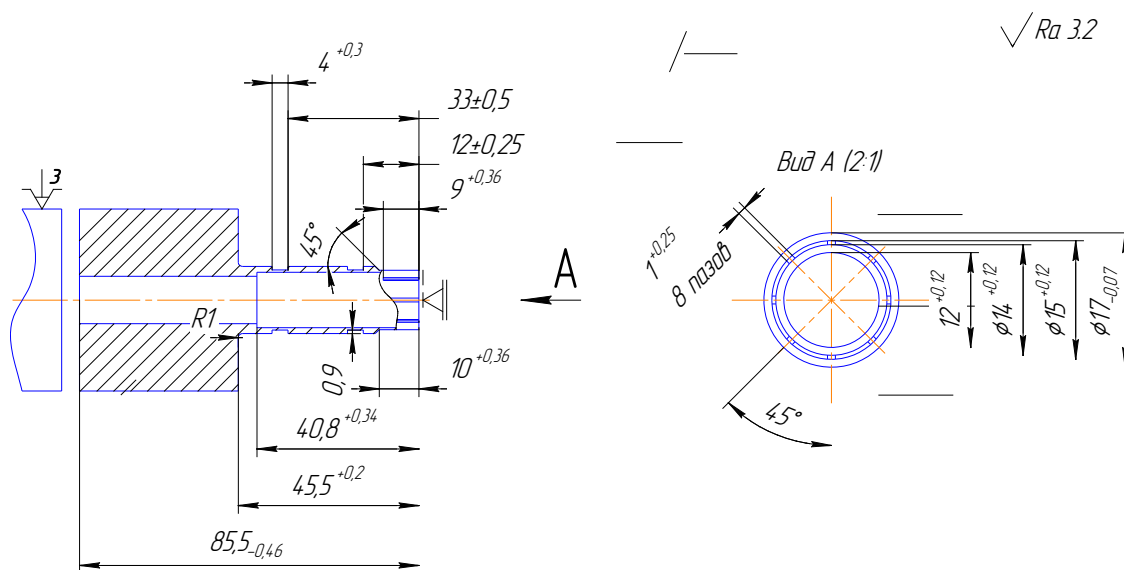


Рисунок 2.2 – операционный эскиз 005 операции

Определим необходимый состав технологических переходов для операции 010 фрезерная с ЧПУ:

1. Установить и закрепить заготовку;
2. Фрезеровать поверхность  $24_{(-0,21)}^{-0,07}$  мм;
3. Фрезеровать  $32_{(-0,17)}$  мм;
4. Фрезеровать  $17_{(+0,12)}$  мм;

5. Фрезеровать контур  $3^{(+0,25)}$  длиной  $12^{(+0,43)}$ ;
6. Фрезеровать 2 паза  $6^{(+0,16)}$ ;
7. Сверлить отверстие  $\varnothing 4^{(+0,025)}$  мм;
8. Фрезеровать 2 паза  $6^{(+0,16)}$ ;
9. Сверлить отверстие  $\varnothing 4^{(+0,025)}$  мм;
10. Фрезеровать 2 паза  $2,1^{(+0,12)}$ ;
11. Снять деталь.

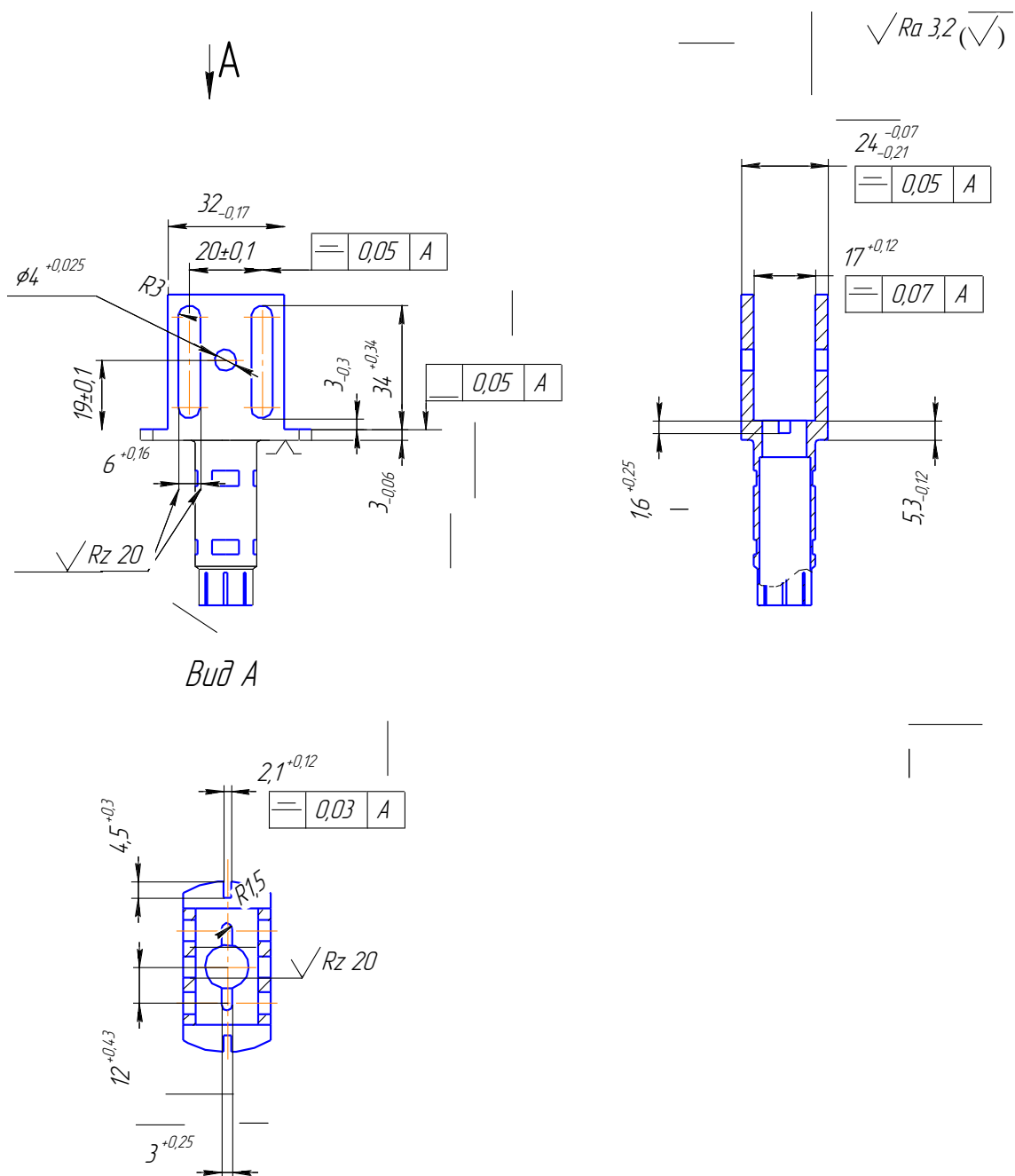


Рисунок 2.3 – операционный эскиз 010 операции

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ

Лист

34

### 2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса

В (Приложении Б) показана размерная схема для расчета цепей проектного варианта технологического процесса.

Составим уравнения припусков и замыкающих звеньев:

$$1) [138\_137] = - (138\_18)_{-0,46} + (18\_137)_{-0,3}$$

$$[138\_137]_{\text{ном}} = [138\_137]_{\text{мин}} + W[138\_137]/2 - \Delta W[138\_137],$$

где  $[138\_137]_{\text{мин}}$  – минимальный припуск;

$W[138\_137]$  – поле рассеяния замыкающего звена;

$\Delta W[138\_137]$  – координата середины поля рассеяния замыкающего звена.

$$[138\_137]_{\text{мин}} = Rz + Df,$$

где  $Rz$  – шероховатость поверхности с предшествующего перехода,

$$Rz = 40 \text{ мкм};$$

$Df$  – дефектный слой с предшествующего перехода,  $Df = 60 \text{ мкм}$ .

$$[138\_137]_{\text{мин}} = 0,04 + 0,06 = 0,1 \text{ мм}.$$

$$W[138\_137] = T(138\_18) + T(18\_137) = 0,46 + 0,5 = 0,96 \text{ мм}.$$

$$\Delta W[138\_137] = - \Delta T(138\_18) + \Delta T(18\_137) = - \frac{0 - 0,46}{2} + \frac{0 - 0,5}{2} = -0,02 \text{ мм}.$$

$$[138\_137]_{\text{ном}} = 0,36 + 0,96/2 - (-0,02) = 0,86 \text{ мм}.$$

$$0,86 = - 85,5 + (18\_137);$$

$$(18\_137) = 85,5 + 0,86 = 86,36 \text{ мм}.$$

Округлим размер до 86,4 мм (+0,04).

$$A_1 = (18\_137) = 86,4_{-1} \text{ мм}$$

### 2.3.6 Расчёт режимов резания и норм времени

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определенного порядка, т.е. при назначении и расчете режима обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние.

Следует помнить, что элементы режимов резания находятся во взаимной функциональной зависимости, установленной эмпирическими формулами.

Параметры режимов резания выбирают таким образом, чтобы достичь наибольшей производительности труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции.

Эти условия удается выполнить при работе инструментом рациональной конструкции с максимальным использованием всех возможностей станка.

Глубиной резания называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеряемое по перпендикуляру к последней. Глубина резания  $t$  выбирается в зависимости от припуска на обработку и вида обработки – черновой или чистовой.

Подачей называется перемещение инструмента за один оборот заготовки. Подачей  $S$  при черновой обработке принимается максимально допустимой по мощности станка, жесткости технологической системы, прочности режущей пластины и прочности державки, а при чистовой обработке выбирается в зависимости от требуемых параметров шероховатости.

Скоростью резания  $V$  называют путь, пройденный режущей кромкой инструмента в единицу времени.

Частота вращения  $n$  – оборотов совершаемых заготовкой в единицу времени.

Производим аналитический расчет режимов резания на фрезерную операцию с ЧПУ 010.

В этой операции, по составленному технологическому процессу, используется обрабатывающий центр Hermle C800U. Фрезеруется паз  $17^{+0,11}$  мм.

Исходные данные:

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		36



Материал латунь ЛС 59-1 ГОСТ 2060-90

Инструмент – Фреза концевая Ø17 ГОСТ 17025-71

ширина фрезерования 17мм

глубина фрезерования 34,7мм

длина обработки 32мм

Исходной величиной при фрезеровании является подача на зуб  $S_z$

Принимаем рекомендованную подачу из условий материала режущей части диаметра фрезы, и глубины резания:

$$S_z = 0,016 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$$

Скорость резания определяем по формуле (2.2):

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^p} \times K_V \quad (2.2)$$

где  $C_V$  – коэффициент, учитывающий скорость резания

$D$  – диаметр фрезы

$T$  – период стойкости

$t$  – глубина фрезерования

$S_z$  – подача на зуб

$B$  – ширина фрезерования

$Z$  – число зубьев

$K_V$  – поправочный коэффициент, учитывающий условия резания

$q, m, x, y, u, p$  – показатели степени

Определяем коэффициент  $C_V$  и показатели степени период стойкости, учитывая диаметр фрезы.

$$C_V = 107$$

$$q = 0,45$$

$$x = 0,3$$

$$y = 0,1$$

$$u = 0,1$$

$$p = 0,1$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		37

$$m=0,33$$

$K_v=1,56$  – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,

$K_{mv}=1,2$  - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$K_{pv}=1,0$  - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки

$K_{iv}=1,3$  - коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента

$$V = \frac{107 \times 17^{0,45}}{90^{0,33} \times 34^{0,3} \times 0,016^{0,1} \times 17^{0,1} \times 4^{0,1}} \times 1,56 = 46,58 \text{ м/мин}$$

Определим число оборотов по формуле (2.3):

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \quad (2.3)$$

$$n = \frac{1000 \times 46,58}{3,14 \times 17} = 872 \text{ об/мин}$$

принимаем по возможностям станка

$$n_{\Delta} = 850 \text{ об/мин}$$

корректируем скорость по принятым числу оборотов

$$V = \frac{3,14 \times 17 \times 850}{1000} = 45,3 \text{ м/мин}$$

Определяем подачу на оборот и минутную подачу по формуле (2.4):

$$S_m = S \times n = S_z \times Z \times n \quad (2.4)$$

где  $S_m$  – минутная подача

$S$  – подача на оборот

$$S_m = 0,016 \times 4 \times 850 = 54,4 \text{ мм/мин}$$

$$S = 0,016 \times 4 = 0,064 \text{ мм/об}$$

Определение силы резания

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила  $P_z, Н$  по формуле (2.5):

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times V^u \times Z}{D^q \times n^w} \times K_{mp} \quad (2.5)$$

где  $C_p$  – коэффициент учитывающий силу резания;

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

t – глубина фрезерования;

$S_z$  – подача на зуб;

B – ширина фрезерования;

Z - число зубьев;

D – диаметр фрезы;

n – число оборотов;

y, x, u, q, w – показатели степени;

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

Определяем коэффициент  $C_p$  и показатели степени, поправочный коэффициент  $K_{mp}$ :

Таблица 2.5 - коэффициент  $C_p$  и показатели степени, поправочный коэффициент  $K_{mp}$

$C_p$	1,16
x	0,86
y	0,72
u	1,0
q	0,14
w	0,13
$K_{mp}$	0,935

$$P_z = \frac{10 \times 1,16 \times 34^{0,86} \times 0,016^{0,72} \times 17^1 \times 4}{17^{0,14} \times 850^{-0,13}} \times 0,935 = 1260 \text{ ,H}$$

Определим крутящий момент на шпинделе по формуле (2.6):

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 100} \quad (2.6)$$

$$M_{кр} = \frac{1260 \times 17}{200} = 107 \text{H} \times \text{м}$$

Определим мощность резания по формуле (2.7):

$$N_c = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (2.7)$$

$$N_c = \frac{1260 \times 45,3}{1020 \times 60} = 0,9 \text{ кВт}$$

Технические нормы времени в условиях крупносерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

Норму штучного времени на операцию находят по формуле (2.8):

$$T_{шт.} = T_o + T_v + T_{обс.} + T_{отд} \quad (2.8)$$

где  $T_o$  - основное машинное время;

$T_v$  - вспомогательное время;

$T_{обс.}$  - время на обслуживание рабочего места;

$T_{отд}$  - отдых и естественные потребности.

После определения содержания операций, выбора оборудования, инструментов, расчета режимов резания, нормы времени определяются по справочнику в следующей последовательности:

на основании рассчитанных режимов работы оборудования по каждому переходу вычисляются основное (машинное) время  $T_o$  ;

по содержанию каждого перехода устанавливается необходимый комплекс приемов вспомогательной работы и определяется вспомогательное время ( $T_v$ ) с учетом возможных и целесообразных совмещений и перекрытий.

по нормативам в зависимости от операций и оборудования устанавливаются время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные потребности :  $T_{обс.}$  и  $T_{отд}$  . Оно дается в % по отношению к основному и вспомогательному времени.

В этом случае формула нормы штучного времени примет вид (2.9):

$$T_{шт} = K_{тв} \times (T_o + T_v) \times \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100}\right) \quad (2.9)$$

где  $\alpha$ - % от  $T_{оп}$  на техническое обслуживание рабочего места ;  $\alpha \approx 1 \dots 3,5\%$ .

$\beta$ - % от  $T_{оп}$  на организационное обслуживание рабочего места ;

$\beta \approx 0,8 \dots 2,5\%$ .

$\gamma$ - % от  $T_{оп}$  на отдых и естественные надобности рабочего ;  $\gamma \approx 5 \dots 8\%$ .

Технологическое время для многих видов обработки (2.10):

$$T_o = L_{р.х.} \times I / (n_{ст.} \times S_{ст.}) \quad (2.10)$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

где  $L_{p,x}$  – расчетная длина рабочего хода режущего инструмента, т.е. путь, проходимый режущим инструментом в направлении подачи, мм;

$I$  – число рабочих ходов режущего инструмента;

$n_{ст.}$  – частота вращения шпинделя станка, мм/мин;

$s_{ст.}$  – подача, мм/об;

Вспомогательное время на обработку заготовки  $T_B$  зависит от степени механизации, массы заготовки и других элементов, выполняемых на данной операции.

Вспомогательное время определяют по нормативным таблицам. Оно зависит от выбранной технологической оснастки, методов обработки и станочного оборудования.

Вспомогательное время  $T_B$  состоит из следующих затрат : время на установку и снятие детали ; время связанное с переходом ; время на изменение частоты вращения и подач ; время на смену инструмента ; время на контрольные промеры.

Произведен расчет  $T_0$  для фрезерной операции 010.

Принимаем  $T_0=20,5$  мин

Находим по таблицам справочника, что  $T_B=1,25$  мин и  $K_{тв}=1,15$

В этом случае норма штучного времени будет равна :

$T_{шт.}=1,15*(0,86+1,25) *(1+(3,5+2,5+8)/100)=26,2$  мин

Нормы времени для остальных операций сведены в таблицу

Таблица 2.6 - Нормы времени

№	Наименование операции	Оборудование	Tшт, мин
005	Комплексная с ЧПУ	МАХХTURN 65	16,4
010	Фрезерная с ЧПУ	С800U	26,2
015	Слесарная	Стол	4,4
020	Моечная	АМ-800	0,9
025	Контрольная	Стол контролера	10,0

### 2.3.7 Расчет необходимого количества оборудования

Выбор вида станков, их специализации по числу управляемых координат и определение их количества в составе ГПС по выпуску деталей заданной номенклатуры осуществляются на основе разработанных технологических процессов на типовые детали по формуле (2.11):

$$K = \frac{C_{\text{ср}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (2.11)$$

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

$T_{\text{ср}}$  – средний такт выпуска деталей, мин;

$K$  – число станков по виду оборудования.

$$K = \frac{208,1}{410,55} = 0,506.$$

$$C_{\text{ср}} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i, \quad (2.12)$$

где  $n$  – число типовых деталей;

$C_i$  – станкоёмкость, приходящаяся на каждый станок по обработке  $i$ -го представителя типовых деталей, мин.

$$C_{\text{ср}} = \frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} 208,1,$$

$$C_{\text{ср}} = 208,1 \text{ мин.}$$

$$C_i = \sum_{j=1}^p t_{\text{оп}j}, \quad (2.13)$$

где  $t_{\text{оп}j}$  – оперативное время по выполнению перехода на рассматриваемом станке, мин;

$p$  – число всех переходов, выполняемых на рассматриваемом станке по обработке деталей

$$\sum_{j=1}^{10} 20,81 = 208,1 \text{ мин.}$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		42

$$t_{\text{оп}i} = t_{\text{о}i} + t_{\text{м-в}i} + t_{\text{у}i}, \quad (2.14)$$

где  $t_{\text{о}i}$  – основное время на выполнение перехода, мин;

$t_{\text{м-в}i}$  – машинно-вспомогательное время, связанное с выполнением перехода (ускоренный подвод инструмента, автоматическая смена инструмента и т.д.), мин;

$t_{\text{у}i}$  – вспомогательное время на снятие-установку заготовки, мин.

$$t_{\text{оп}} = 6,85 + 0,96 + 13 = 20,81 \text{ мин.}$$

Средний такт выпуска деталей определяется по (формуле 2.15):

$$T_{\text{ср}} = \frac{60\Phi_0 K_{\text{исп}}}{N_{\text{год}}}, \quad (2.15)$$

где  $\Phi_0$  – годовой фонд времени оборудования, ч ( $\Phi_0 = 4025$  ч при двухсменном режиме работы оборудования);

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

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

$$T_{\text{ср}} = \frac{60 \cdot 4025 \cdot 0,85}{500} = 410,55.$$

Расчетное значение  $K$  по каждому виду оборудования округляют в сторону большего целого числа. При получении большого коэффициента загрузки отдельных видов станков ( $K_{\text{исп}} \geq 0,9$ ) следует перевести обработку части поверхностей на одностипные станки с меньшей загрузкой (принцип взаимодополняющих станков). Недозагрузка оборудования на 20...25% позволяет иметь некоторый запас производительности ГПС, который может быть использован для внедрения в производство новых деталей.

По данному примеру рассчитаем  $K$  для остальных операций и сведем полученные значения в (таблицу 2.7) и выберем нужное количество оборудования, округляя значения в большую сторону.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		43

Таблица 2.7 Выбранное количество оборудования по операциям

Наименование операции	Средняя станкочасовая норма, мин.	Расчетное количество оборудования, шт.	Принятое количество оборудования, шт.
Фрезерная с ЧПУ	208,1	0,506	1
Комплексная с ЧПУ	115,3+260,8=376,1	0,28+0,63=0,91	1



## 2.4 Описание планировки участка

Определение ширины пролета здания и укрупненной площади участка.

Ширина пролета здания цеха, где расположен проектируемый участок, зависит от габаритов технологического и грузоподъемного оборудования. Если технологическое оборудование на участке мелкое или среднее, то ширину пролета можно принять 6м, 12м, 18 м, но не шире 24 м. Для крупных и уникальных станков – 24 или 30 (36) м.

Принимаем ширину пролета здания 12 м.

Разработка технологической планировки.

Для разработки планировки участка выполняют следующие подготовительные работы:

- вычеркивают в масштабе 1:50 габариты всего технологического основного оборудования и вырезают их в масштабе 1:50 изображают (на миллиметровке) пролет участка;
- решают вопрос о последовательности выполнения технологических операций, размещения групп станков, вспомогательных участков и площадей;
- решают вопрос о выборе внутри участкового транспорта. В зависимости от габаритов принятых транспортных средств определяют магистральные проезды и проходы (предварительно) на планировку;
- по нормам технологического проектирования определяют расстояние между сложным оборудованием и строительными конструкциями зданий.

Расставляют технологическое оборудование на помеченных ранее местах с соблюдением норм технологического проектирования. При этом размещают вспомогательное оборудование, стеллажи, тумбочки и другую оснастку. Габариты оборудования подклеивают к планировке небольшими порциями клея, чтобы при необходимости переустановку оборудования можно было легко снять с миллиметровки.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		45

В серийном и массовом производстве оборудование расставляют по ходу технологического процесса, то есть в порядке следования технологических операций, а в мелкосерийном и единичном чаще по типам станков.

При необходимости разрабатывают несколько вариантов расстановки оборудования и рабочих мест. Выбирают самый экономичный и удобный вариант. Выбранный вариант копируют, наносят все необходимые условные обозначения, разрабатывают спецификацию оборудования, составляют экспликацию помещений, его метраж, порядковый номер, категоричность помещений. Планировка и организация рабочего места имеет важное значение для увеличения производительности труда, уменьшения утомляемости рабочего, для устранения потерь времени на лишнее хождение, для удобного расположения инструмента, заготовок. Рабочее место оборудуется тумбочкой, в которой хранятся инструменты постоянного пользования и средства по уходу за станком.

Заготовки поставляют из заготовительного цеха. Ввоз и вывоз заготовок производят на тележках. Транспортирование деталей к рабочим местам производят также при помощи тележек, подвод сжатого воздуха и СОЖ производят централизованно.

Отработанная стружка утилизируется с помощью ленточного конвейера в стружечные ямы, от туда вывоз стружки производится централизованно.

Расстановка оборудования произведена в соответствии с нормами технологического проектирования машиностроительных заводов, при этом расстояние от оборудования до стен и колонн здания не менее 600 мм, от стен не менее 1000 мм, от колонн - не менее 900 мм. Габаритные контуры и размеры размещённого на производственных площадях оборудования; контуры и размеры площадок для его обслуживания; мест для складирования материалов, полуфабрикатов, готовой продукции, оснастки; контуры и размеры проездов, проходов и т.д. зафиксированы на планировке участка; Производственное оборудование на участке располагается в соответствии с общим направлением движения детали в соответствии с технологическим процессом. Размещение производственного оборудования, исходных материалов, полуфабрикатов,

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		46

заготовок, готовой продукции и отходов производства на участке и на рабочих местах не представляет опасности для персонала.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		47

## 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 3.1 Проектирование и расчёт станочного приспособления

Для качественного изготовления детали используют различные приспособления, применение которых повышает производительность труда, облегчает условия труда, обеспечивает полную взаимозаменяемость. Характер конструкции приспособлений в большей степени зависит от типа производства. В серийном производстве применяются сравнительно несложные универсальные приспособления, предназначенные для установления и закрепления разнообразных по форме и размерам деталей. Также используются специальные приспособления, изготавливаемые для обработки определенной детали при выполнении одной операции технологического процесса.

Этим достигается наименьшая погрешность обработки, так как погрешность установки будет сведена к нулю.

В проектируемом технологическом процессе выбраны следующие приспособления: трехкулачковый самоцентрирующий патрон Ø150 ГОСТ 2675, приспособление фрезерное специальное, зажимная цанга Ø17.

Приспособление в машиностроении называют вспомогательные устройства, используемые при механической обработке, сборке и контроле изделий. Станочные приспособления применяют для установки и закрепления обрабатываемых заготовок.

Использование приспособлений способствует:

- 1) Повышению производительности и точности обработки, сборки и контроля; обеспечению условий труда;
- 2) Сокращению количества и снижению необходимой квалификации рабочего;
- 3) Регламентации длительности выполняемых операций;
- 4) Расширению технологических возможностей оборудования;
- 5) Повышению безопасности работы и снижению аварийности;
- 6) Устранению разметки заготовок и сокращению штучного времени по всем остальным технологическим операциям;

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		48

7) Снижению себестоимости продукции.

По целевому назначению приспособления делят на следующие группы:

1) Станочные – для установки закрепления обрабатываемых заготовок. Эти приспособления подразделяют на сверлильные, фрезерные, расточные, токарные;

2) Станочные – для установки и закрепления рабочего инструмента. К ним относят патроны для сверл, разверток метчиков, многошпиндельные сверлильные и фрезерные головки;

3) Сборочные – для соединения деталей в изделия. Применяют следующие типы сборочных приспособлений: для крепления базовых деталей собираемого изделия; для обеспечения правильной установки соединяемых элементов изделия;

4) Контрольные – для проверки заготовок при промежуточном и окончательном контроле.

По степени специализации приспособления делят на универсальные, переналаживаемые и специальные:

1) Универсальные приспособления применяют в единичном и мелкосерийном производстве и мелкосерийном производстве. К ним относят машинные тиски, патроны, делительные головки, поворотные столы, планшайбы. Их используют для обработки деталей широкой номенклатуры и различных размеров;

2) Переналаживаемые приспособления применяют в мелкосерийном производстве и серийном производстве. К ним относятся универсально – сборные и сборно-разборные собираемые из набора нормализованных деталей и узлов, допускающие многократную перекомпоновку собираемых конструкций; универсально-наладочные со сменными наладками, позволяющие обрабатывать детали различных наименований; групповые переналаживаемые для обработки определенной группы деталей;

3) Специальные приспособления предназначены для выполнения определенных технологических операций и представляет собой переналаживаемые приспособления одноцелевого назначения.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		49

По степени механизации и автоматизации приспособления делят на ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические.

Приспособления должны быть удобными и безопасными в работе, быстродействующими, жесткими для обеспечения заданной точности обработки, удобными для быстрой установки на станок, что важно при периодической смене приспособлений в серийном производстве, простыми и дешевыми в изготовлении, доступными для ремонта и замены изношенных деталей.

Необходимо разработать приспособление для выполнения фрезерно-сверлильной операции на обрабатывающий центр “HERMLE C800U”.

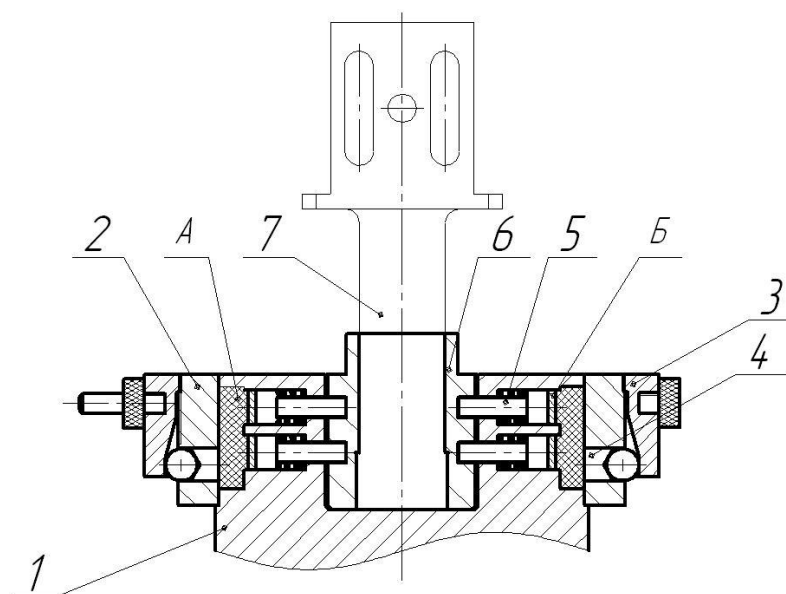


Рисунок 3.1 – Оправка с гидропластмассой

Для зажима деталей имеющих цилиндрическую поверхность, применяем оправку с гидропластом (гидропластмассой). Оправка (рис.3.1) устроена и работает следующим образом. На корпус 1 оправки напрессована втулка 2, ограничивающая полость А заполненную гидропластом (на рисунке сетчатая штриховка). При вращении гайки 3 плунжер 4 перемещается влево, выдавливая (через отверстия Б) гидропласт. Подпружиненные винты 5, соединенные с кулачками 6, перемещаются одновременно центрируя и закрепляется деталь 7 достаточно прочно для ее обработки. Перемещение винтов ограничивается упором в корпусе приспособления. Отжатие детали происходит за счет ослабления гайки, при этом механизм крепления возвращается в исходное положение.

Базирование приспособления на станке производим при помощи установочного пальца. Закрепление производим при помощи болтов, через пазы приспособления.

Расчет силы закрепления.

Определим величину силы закрепления на основе расчета по усилиям резания. Ориентируемся на самые не выгодные условия обработки, при которых сила резания ( $P_z$ ) максимальна (для перехода 3).  $P_z$  рассчитана по формуле (2.5):  
 $P_z=2,013$  кгс

Сила  $P_z$  стремится повернуть заготовку относительно точки О (которая совпадает с точкой приложения силы Q), поэтому нам нужно найти силу Q, которая прижмет заготовку к приспособлению.

Сила закрепления Q должна быть достаточной для предупреждения смещения установленной в приспособлении заготовки. Силу закрепления Q найдем из уравнения (3.1):

$$Q \times f \times L = P_z \times L \quad (3.1)$$

где L – плечо силы, L = 7,6 мм;

f – коэффициент трения, f = 0,1...0,15.

Из формулы (3.1) выводим:

$$Q = \frac{P_z \times L}{f \times L} = \frac{P_z}{f} \quad (3.2)$$

$$Q = \frac{19}{0,3} = 82,6 \text{ Н} = 8,26 \text{ кгс}$$

В расчетах сил закрепления вводят коэффициент запаса k. Он необходим для обеспечения надежности зажимных устройств, так как вырыв или смещение заготовки при обработке недопустимы. Коэффициент k учитывает неточность расчетов, непостоянство условий обработки и установки заготовок. Применение в расчетах среднего значения k неправильно: при малом k надежность зажимного устройства недостаточна, при большом k получают завышенные силы закрепления, что увеличивает размеры зажимных устройств и приспособление в

целом. В зависимости от конкретных условий построения операции значение  $k$  следует выбирать дифференцированно, как произведение первичных коэффициентов  $k_0, k_1, k_2, \dots, k_6$ , отражающих поправки на различных этапах расчета.

Коэффициент  $k_0$  учитывает неточность расчетов ( $k_0$  - гарантированный коэффициент запаса). При определении сил резания следует ориентироваться на самые невыгодные условия обработки – наибольшую глубину резания и наибольшую твердость обрабатываемого материала заготовки, получая при этом наибольшее значение  $P$ .

Поэтому  $k_0 = 1,5$ .

Коэффициент  $k_1$  учитывает состояние технологической базы. При черновой обработке  $k_1 = 1,2$ ; при чистовой и отделочной обработке  $k_1 = 1$ .

Коэффициент  $k_2$  учитывает состояние инструмента в зависимости от затупления режущего инструмента  $k_2 = 1,3 \dots 1,7$ .

Коэффициент  $k_3$  учитывает ударную нагрузку  $k_3 = 1,2 \dots 1$ .

Коэффициент  $k_4$  учитывает стабильность силового привода, характеризует зажимное устройство с точки зрения постоянства развиваемых им сил:

$k_4 = 1$  – при механизированном приводе,  $k_4 = 1,4$  – при ручном.

Коэффициент  $k_5$  характеризует удобство расположения рукояток в зажимных устройствах  $k_5 = 1 \dots 1,2$ .

Коэффициент  $k_6$  учитывает возможность поворота заготовки при воздействии моментов, стремящихся повернуть заготовку  $k_6 = 1$  – при установке на штыри, пальцы;

$k_6 = 1,5$  – при установке на неограниченную, в пределах базы, плоскость.

Для нашего случая коэффициент запаса:

$$k = k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5 \times k_6 \quad (3.3)$$

$k = 1,2$ .

Получим силу:

$$Q_1 = k \times Q \quad (3.4)$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		52



$$Q_1 = 1,2 \times 826 = 991,2 \text{ Н} = 9,92 \text{ кН}$$

Расчет погрешности установки.

Погрешность установки  $E_y$ , как одна из составляющих общей погрешности выполняемого размера, суммируется из погрешностей базирования  $E_6$ , закрепления  $E_3$  и погрешности положения заготовки, вызываемой неточностью приспособления  $E_{пр}$ . По своему физическому смыслу величина  $E_y$  выражает погрешность положения установки.

$$E_y = \sqrt{E_6^2 + E_3^2 + E_{пр}^2} \quad (3.5)$$

Погрешность базирования  $E_6$  – это отклонение фактического положения заготовки от требуемого. Оно возникает при не совмещении измерительной и технологической баз заготовки. Таким образом, погрешность базирования – это расстояние между предельным положением проекции измерительной базы на направление выполняемого размера. Технологическая база не изменяется, а измерительная база колеблется в пределах допуска на размер.

Погрешность закрепления заготовки  $E_3$  – представляет собой разность наибольшей и наименьшей проекций смещений измерительной базы на направлении выполняемого размера при приложении к заготовке силы закрепления. Применяем зажим с пневмоприводом, который характеризуется постоянством сил закрепления.

$$E_3 = (l_{\max} \times Q_{\max} - l_{\min} \times Q_{\min}) \times \cos \alpha \quad (3.6)$$

Погрешность положения заготовки  $E_{пр}$  – вызываемая неточностью приспособления определяется погрешностями при изготовлении и сборки его установочных элементов  $E_{yc}$ , износом  $E_{и}$ , и ошибками установки приспособления на станке  $E_c$ .

$E_{yc}$  – погрешность, возникающая при изготовлении и сборке установочных элементов (то есть неточность положения установочных элементов). Практически эта погрешности очень мала (так как установочные элементы самая точная часть приспособления),

$$E_{yc} = 0,01 \dots 0,02 \text{ мм};$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		53

$E_c$  – погрешность установки приспособления на станке (то есть насколько выверено положение приспособления на станке). В серийном и мелкосерийном производстве приспособления ставят несколько раз. Погрешность установки является величиной не компенсирующей (при настройке станка ее не учитывают).

Принимаем  $E_c = 0,02$  мм;

$E_{и}$  – погрешность, связанная с износом установочных элементов.

Эта величина зависит:

От программного выпуска (годовая программа выпуска данной детали 1000 шт.)

Срока службы приспособления

Конструкции и размеров установочных элементов (выпуклость и плоскость)

Материала и массы заготовки

Состояния ее базовой поверхностей

Условий установки заготовки в приспособлении и ее снятия (установка с зазором, установка и снятие вручную).

$$u = E_{и} = \beta_1 \times N^n \quad (3.7)$$

где  $N$  – число контактов заготовки с опорой;

$\beta_1$  – постоянная (табл. 1 [6, с. 21]),  $\beta_1 = 0,2 \dots 0,6$ ;

$n$  – степень,  $n = 0,5$

Для случая – изнашивания опор протекает равномерно.

$$u = E_{и} = 0,5 \times 3000^{0,5} = 27,4 \text{ мкм}$$

Все эти погрешности влияют на расстояние между измерительной и технологической базами.

$$E_{пр} = t \times \sqrt{\lambda_1 \times E_{и}^2 + \lambda_2 \times E_c^2} + E_{yc} \quad (3.8)$$

где  $E_{yc}$  – величина постоянная;

$t$  – коэффициент, учитывающий долю возможного брака. Во избежание неприятных случайностей  $t$  завышают в 3 раза и берут  $t = 3$ ;

$\lambda_1, \lambda_2$  – коэффициенты, которые зависят от вида кривых распределения случайных величин  $E_{и}$  и  $E_c$ ;

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		54

Доказано, что  $E_n$  – изменяется по закону равной вероятности, а  $E_c$  – по закону нормального распределения (кривая Гаусса):  $\lambda_1 = 1/3$ ;  $\lambda_2 = 1/9$

$$E_{np} = 3 \times \sqrt{\frac{1}{3} \times 0,0274^2 + \frac{1}{9} \times 0,02^2} + 0,01 = 0,3 \text{ мм}$$

тогда погрешность установки для приспособления:

$$E_y = \sqrt{0,02^2 + 0,02^2 + 0,3^2} = 0,09 \text{ мм}$$

Так полусумма допусков расположения пазов  $3^{+0,25}$  относительно расположения осей данных пазов 0,16, с учетом погрешности ужесточается в 2...5 раз. (то есть  $E_y$  не должно превышать величину  $\frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ мм}$ ), то приспособление будет удовлетворять условиям обработки

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		55

### 3.2 Проектирование (выбор) режущего инструмента

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качества обрабатываемой поверхности заготовки. При выборе режущего инструмента необходимо стремиться применять стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует принимать специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Выбор режущей части имеет большое значение для повышения производительности и уменьшения себестоимости обработки.

Выбираем следующий режущий инструмент по соответствующим стандартам и в зависимости от метода обработки детали:

Резец проходной упорный ВК8 12x20x120 ГОСТ 18879-83;

Резец расточной ВК8 25x25x100 ГОСТ 18063-82;

Резец отрезной 10x10x100 В=2 ГОСТ;

Сверло спиральное Ø 12 мм ГОСТ 10902-77;

Сверло Ø3,8 мм. ГОСТ 10902-77;

Сверло Ø5,5 мм. ГОСТ 10902-77;

Сверло Ø12 мм. ГОСТ 10902-77;

Зенкер Ø 13 мм спец;

Фреза концевая Ø 20 мм ГОСТ 17025-71;

Фреза концевая Ø 17 мм ГОСТ 17025-71;

Фреза концевая Ø 6 мм ГОСТ 17025-71;

Фреза концевая Ø 4 мм ГОСТ 17025-71 ;

Фреза концевая Ø 3 мм ГОСТ 17025-71 ;

Фреза прорезная Ø 20 В=2 мм ГОСТ 18879-73 ;

Фреза прорезная Ø 20 В=1 мм ГОСТ 18879-73 ;

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		56

Надфиль ГОСТ 1513-77

Режущий инструмент является составной частью комплексной автоматизированной системы станка с ЧПУ. Тщательному выбору и подготовке инструмента для станков с ЧПУ и ГПС должно уделяться особое внимание. Это связано с высокой стоимостью этого оборудования и необходимостью достижения максимальной производительности и более высокой точности обработки. Для обеспечения автоматического цикла работы этих станков требуется более высокая степень надежности работы инструмента.

Режущий инструмент для станков с ЧПУ должен удовлетворять следующим требованиям: обеспечению высоких и стабильных режущих характеристик; удовлетворительному формированию и отводу стружки; обеспечению заданных условий по точности обработки; универсальности применения для типовых обрабатываемых поверхностей различных деталей на разных моделях станков; быстросменности при переналадке на другую обрабатываемую деталь или замене затупившегося инструмента.

Применение сборного инструмента со сменными многогранными пластинами (СМП) позволяет повысить эксплуатационные качества инструмента, обеспечивает значительную экономию дефицитных режущих материалов. Вместе с тем создаются благоприятные условия для широкого применения более износо- и теплостойких режущих материалов.

Сборный инструмент с СМП нашел широкое применение, выпуск его постоянно увеличивается, как по объему, так по номенклатуре. Удельный вес такого инструмента сегодня составляет 35-40 % общего объема выпуска режущего инструмента.

Поиск путей снижения себестоимости изготовления инструмента и повышения гибкости инструментального производства привел к унификации конструкции за счет широкого применения резовых вставок, кассет и головок, в которых устанавливаются СМП. Взаимозаменяемость вставок, кассет и головок для различных типов режущих инструментов позволяет создавать их гаммы по видам и размерам и объединять большие группы инструмента в так называемые

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		57

системы. В совокупности с набором удлинителей, стандартных, стандартных и специальных хвостовиков такие системы являются удобным средством удовлетворения потребностей в специализированном инструменте и сведения до минимума доли индивидуальных заказов.

Задача обеспечения надежности режущих инструментов решается созданием новых инструментальных материалов с повышенным износо- и теплостойкостью, прочностью и твердостью.

На станке с ЧПУ обрабатывается деталь «вилка». Предлагается использовать инструмент с СМП. Данный инструмент работает на высоких скоростях резания, обладает твердостью и износостойкостью, что позволит улучшить качество поверхности и значительно сократит время на обработку детали.

Материал детали – ЛС 59-1 ГОСТ 2060-90 – латунный сплав. Содержание сплава: медь – 57-60%, железо – 0,5%, висмут – 0,003%, олово – 0,3%, свинец – 0,8-1,9%, сурьма – 0,01%, фосфор – 0,02%, цинк – 36%. Данный сплав обладает хорошими механическими  $\sigma_B=490\text{МПа}$  и физическими свойствами. Твердость по Бринеллю 160НВ.

Шероховатость обрабатываемой поверхности – Ra5;

Размеры ступенчатого отверстия –  $\phi 12^{+0,12}/\phi 14^{+0,12}$  мм;

Общая длина обрабатываемых отверстий – 50,8 мм, длина отверстия  $\phi 14$  – 40,8 мм.

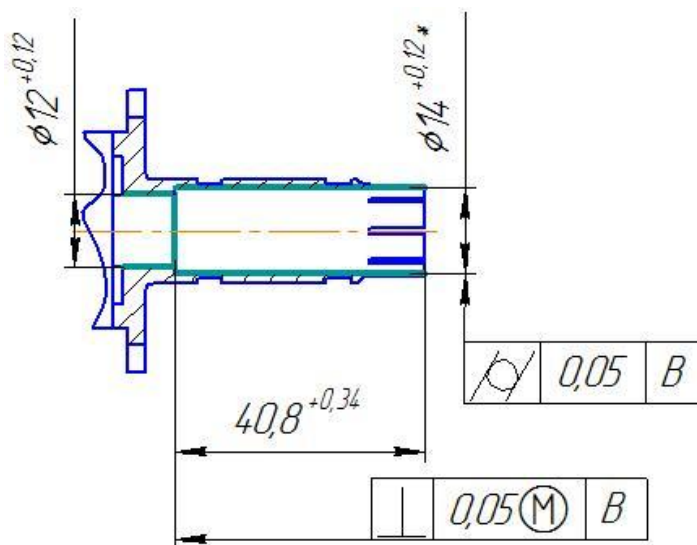


Рисунок 3.2 – Эскиз обрабатываемого отверстия

Для станков с ЧПУ СРФ (сверлильно-фрезерно-расточные) группы применяется инструмент со сменными многогранными пластинами СМП. Для обработки отверстий  $\varnothing 12/\varnothing 14$  мм следует применить ступенчатый зенкер для соблюдения технических требований чертежа (отверстие  $\varnothing 14$  мм является базой под последующую обработку других поверхностей и биение  $\varnothing 12$  мм). На современных станках с ЧПУ применяют инструмент с цилиндрическим хвостовиком.

Сменные многогранные пластины выбираем из инструментального каталога фирмы WALTER. Сверлильная головка для диаметра  $\varnothing 12$  мм – НСР- IQ, твердый сплав IS20, режущая пластина для диаметра  $\varnothing 14$  мм ССМТ из твердого сплава IS20.

Геометрические параметры твердосплавных пластин и выбор метода закрепления. Расчеты на прочность и жесткость инструмента.

Эскиз пластины для  $\varnothing 14$  представлен на рисунке 3.3:

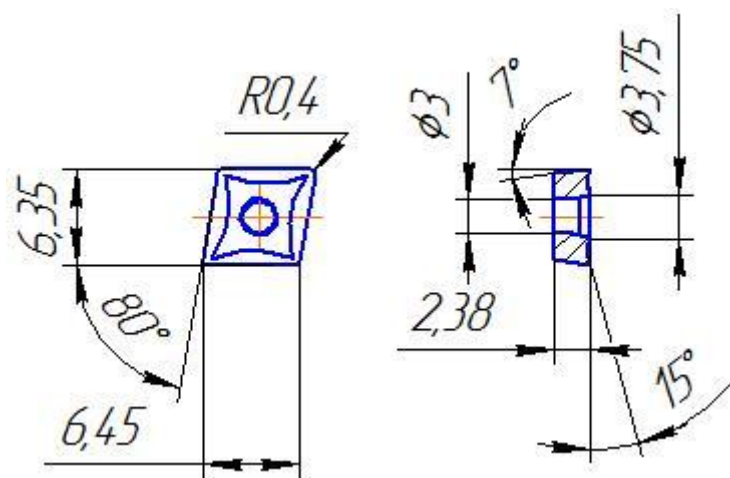


Рисунок 3.3 – Эскиз твердосплавной пластины

Расшифруем пластину:

С – форма пластины (ромб);

С – задний угол ( $7^{\circ}$ );

М – допуски на изготовление пластины ( $^{+}_{-}0,025$ );

Т – специальные характеристики резания и крепления;

06 – длина режущей кромки;

02 – толщина пластины (2,38 мм);

					ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

04 – радиус закругления;

Сплав IS20 предназначен для обработки легких металлов и сплавов.

Рассчитываем число граней пластины по формуле (3.9):

$$n = \frac{360}{\varphi_1 + \varphi}, \quad (3.9)$$

где  $\varphi=800$  – главный угол в плане;

$\varphi_1=100$  – вспомогательный угол в плане.

$$n = \frac{360}{80+10} = 4$$

Эскиз сверлильной головки  $\varnothing 12$  представлен на рисунке 3.4:

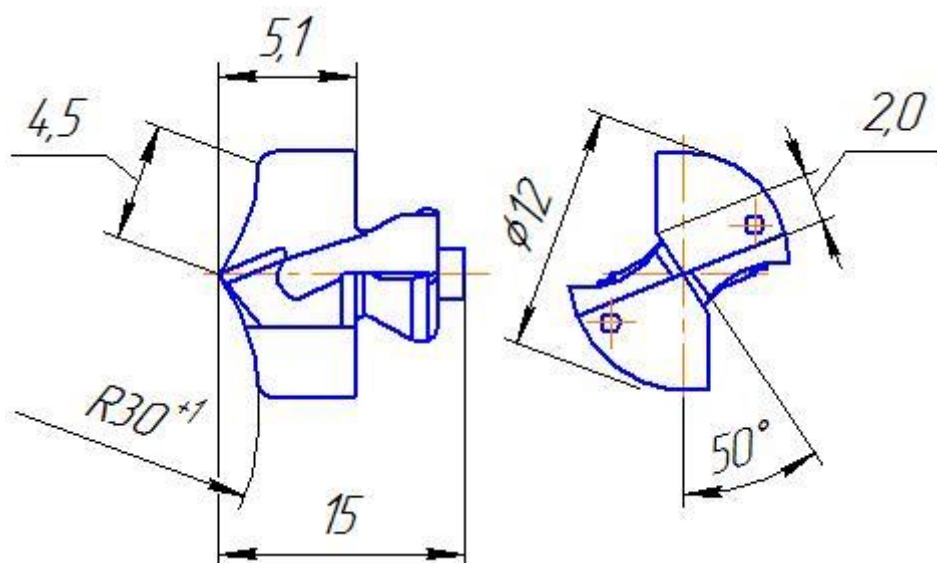


Рисунок 3.4 – Эскиз сверлильной головки

Новая геометрия сверлильной головки с вогнутыми режущими кромками (R30) совершенствует способность к самоцентрированию. Сверлильные головки HCP-IQ позволяют производить сверление с вылетом до 12D без пилотного отверстия, что сокращает время обработки и количество инструмента, следовательно, значительно снижаются производственные затраты. Угол наклона поперечной кромки сверлильной головки  $\varphi=50^\circ$  для обработки алюминия и сплавов.

При назначении элементов режимов резания следует учитывать характер обработки, тип инструмента, материал его режущей части, материал заготовки.

Глубина резания при сверлении  $\varnothing 12$ :

$$t = D/2 = 12/2 = 6 \text{ мм}$$

					ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60



Глубина резания при зенкерования  $\varnothing 14$ :

$$t=(D-d)/2=1 \text{ мм}$$

Подача  $S=1,6-2,0$  ([2] табл. 26, с. 277) для медных и алюминиевых сплавов

Скорость резания  $V=31,3$  ([3] карта 47, с. 130)

Крутящий момент:

$$M_{кр}=10 \cdot K_{Mp} \cdot C_M \cdot D \cdot t^x \cdot S^y \quad (3.10)$$

Определяем значения составляющих этого уравнения ([2] табл. 32, с. 281):

$C_M=0,031$ ,  $q=0,85$ ,  $x=0$ ,  $y=0,8$ ,  $K_p$  - коэффициент, учитывающий фактические условия обработки заготовки.

$$K_{Mp} = \left( \frac{\sigma_b}{750} \right)^n \quad (3.11)$$

$$K_{Mp} = \left( \frac{490}{750} \right)^{1,75} = 0,47$$

Крутящий момент при сверлении  $\varnothing 12$  мм:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,47 \cdot 0,031 \cdot 12 \cdot 6^{0,85} \cdot 2,0^{0,8} = 3,96 (H \cdot m)$$

Крутящий момент при зенкерования  $\varnothing 14$  мм:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,47 \cdot 0,031 \cdot 14 \cdot 1^{0,85} \cdot 2,0^{0,8} = 0,98 (H \cdot m)$$

Суммируем крутящий момент:

$$M_o = 3,96 + 0,98 = 4,94 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.12)$$

Значения составляющих уравнения ([2] табл. 32, с.281):

$$C_p=17,2, \quad x=1,0, \quad y=0,4, \quad K_p=0,47$$

Осевая сила при сверлении  $\varnothing 12$  мм:

$$P_o = 10 \cdot 17,2 \cdot 6^{1,0} \cdot 2^{0,4} \cdot 0,47 = 177 (H)$$

Осевая сила при зенкерования  $\varnothing 14$  мм:

$$P_o = 10 \cdot 17,2 \cdot 1,0^{1,0} \cdot 2^{0,4} \cdot 0,47 = 29,5 (H)$$

Суммарная осевая сила:

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		61

$$P_o=177+29,5=206,5 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} \quad (3.13)$$

где  $n$  – частота вращения инструмента, об/мин

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (3.14)$$

где  $v$  – скорость резания, м/мин;

$D$  – обрабатываемый диаметр, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 31,3}{3,14 \cdot 14} = 712 \text{ об / мин}$$

Принимаем  $n=710$  об/мин

$$N_e = \frac{9,73 \cdot 710}{9750} = 0,7 \text{ кВт}$$

Найденное значение проверяем по мощности электродвигателя с учетом КПД станка. При  $N_d=20$  кВт и КПД станка  $\eta=0,65$  мощность на шпинделе составит:

$$N_3 = N_d \times \eta = 20 \times 0,65 = 13 \text{ кВт}$$

$N_3 > N_n$ , следовательно, установленный режим резания по мощности станка осуществим.

Выбираем способ крепления пластины винтом - это наиболее широко применяемая схема, она более технологична и проста по сравнению с другими. Обеспечивает поджим к базовым поверхностям, т.е. точнее позиционирование пластины в гнезде корпуса.

Ромбическая пластина базируется в корпусе инструмента по двум сторонам и закрепляется через центральное отверстие.

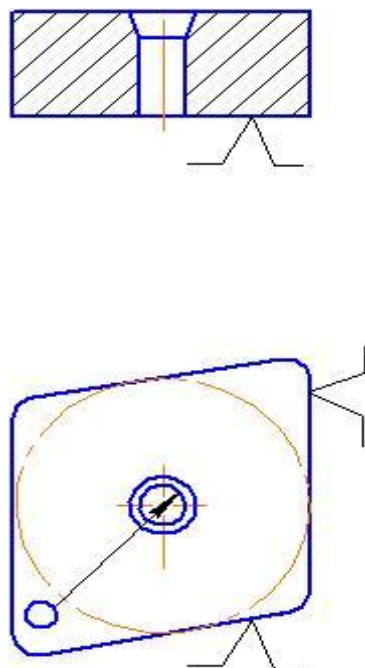


Рисунок 3.5 – Схема базирования и закрепления СМП

В соответствии вышеприведенной схеме базирования и закрепления выбираем способ крепления пластины винтом с эксцентриком.

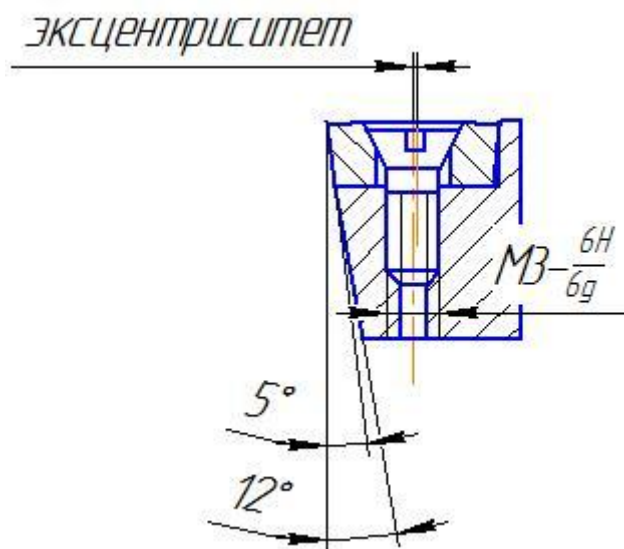


Рисунок 3.6 – Узел крепления пластины в корпусе инструмента

Расчет эксцентрического крепления многогранной сменной пластины

Крепление СМП с использованием эксцентрического зажима достаточно компактно, содержит минимальное число элементов.

СМП устанавливается в корпусе инструмента при повороте винта, заканчивающегося эксцентриком, происходит поджим СМП в угол паза корпуса.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ

Лист

63

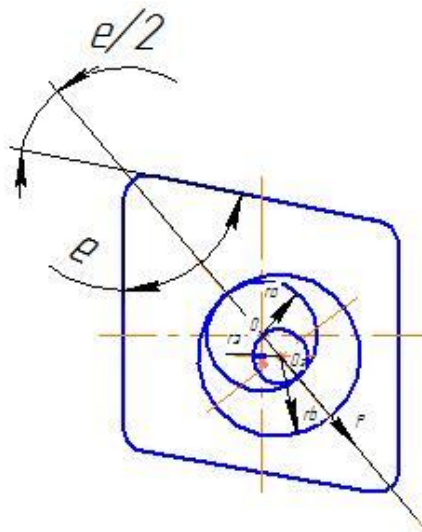


Рисунок 3.7 - Расчетная схема эксцентрического закрепления

Правильное базирование можно обеспечить если точка К контакта эксцентрического штифта и отверстие СМП, ось  $O_2$  эксцентрического штифта и ось  $O$  отверстия СМП будет находится на биссектрисе угла  $\varepsilon$  при вершине пластины. В этом случае направление силы зажима  $\bar{P}$  и перемещение пластины направлены по биссектрисе угла  $\varepsilon$ , и поджима обеспечивает базирование СМП по обеим сторонам гнезда.

Поворот эксцентрического штифта осуществляется относительно оси  $O_1$  винта. Устойчивое положение узла крепления достигается при выполнении условия самоторможения, это выполняется, если  $\operatorname{tg} \alpha \leq f$  – коэффициент трения в зоне контакта К. Для обеспечения технологичности изготовления гнезда в корпусе, необходимо чтобы ось  $O_1$  винта располагалась на прямой  $OO_1$ , параллельно одной из сторон паза. Для определенности проектирования примем

$$OO_1 = r_b - r_0$$

Рассматривая  $\Delta OO_1K$  запишем:

$$\frac{OK}{\sin[180 - (\alpha + \varepsilon/2)]} = \frac{OO_1}{\sin \alpha} \Rightarrow \frac{r_0}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)} = \frac{r_b - r_0}{\sin \alpha} \quad (3.15)$$

$$\frac{rb}{r_0} = 1 + \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)} = 1 + \frac{1}{\cos \varepsilon/2 + \frac{\sin \varepsilon/2}{\operatorname{tg} \alpha}}$$

Учитывая условия самоторможения, получим соотношения между радиусом винта и радиусом отверстия в СМП:

$$\frac{rb}{r_0} \leq 1 + \frac{1}{\cos \varepsilon/2 + \frac{\sin \varepsilon/2}{f}} \quad (3.16)$$

$$\frac{rb}{r_0} \leq 1 + \frac{1}{\cos 40^\circ + \frac{\sin 40^\circ}{0,2}} = 2,0$$

$r_b \leq 2,0$  принимаем  $r_b = 2,0$  мм.

Величину эксцентриситета  $O_1O_2$  винта определим  $\Delta OOK$ :

$$O_1O_2 = \sqrt{(O_1K)^2 + (O_2K)^2 - 2(O_1K)(O_2K)\cos \alpha} \quad (3.17)$$

$$\text{где } \frac{O_1K}{\sin \varepsilon/2} = \frac{OK}{\sin[180 - (\alpha + \varepsilon/2)]} = \frac{OK}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)} \Rightarrow$$

$$O_1K = \frac{O_1K \sin \varepsilon/2}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)},$$

$$\text{тогда } OK = r_0; \quad O_1O_2 = \sqrt{r_0^2 \frac{\sin^2 \varepsilon/2}{\sin^2(\alpha + \varepsilon/2)} + r_0^2 - \frac{2r_0 r_0}{1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \varepsilon/2}}},$$

$$O_1O_2 = \sqrt{2,0^2 \frac{\sin^2 40}{\sin^2(0 + 40)} + 1^2 - \frac{2 \times 2 \times 1,5}{1 + \frac{\operatorname{tg} 0}{\operatorname{tg} 40}}},$$

$$O_1O_2 = \sqrt{3,25 - 3} = 0,5 \text{ мм}$$

Выбираем габаритные размеры инструмента. Длина обрабатываемого отверстия  $\varnothing 12$  мм, по каталогу принимаем длину режущей части инструмента для  $\varnothing 12 - 30$  мм. Длина отверстия  $\varnothing 14$  мм составляет  $l = 40,8$  мм и длина пластины 6 мм, принимаем длину сверла-зенкера 45 мм. Шейка между диаметрам 14 и

хвостовиком 10 мм. Общая длина режущей части зенкера  $l_1=95$  мм. Принимаем длину цилиндрического хвостовика  $\varnothing 14d9$

$l_2=90$  мм. Общая длина инструмента  $L=150$  мм.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		66

### 3.3 Описание работы контрольного приспособления

Повышение качества продукции приборостроительного производства зависит от правильной организации технического контроля.

Контроль может быть сплошным или выборочным. Сплошной контроль исключает возможность попадания дефектной продукции потребителю, однако, этот метод очень трудоёмкий и при выпуске большого объёма деталей является экономически нецелесообразным. Более рациональным в данном случае является выборочный контроль, при котором контролируется одна деталь из определённой партии деталей.

Обработанная деталь всегда отличается от абсолютной детали формой, размерами. Чем меньше отличия, тем точнее деталь. Отклонения реальной поверхности детали от геометрически правильной ограничивается допуском на размер. Размеры обрабатываемых заготовок измеряют различными инструментами.

Для проверки размеров деталей, изготовленных по допускам, применяют предельные калибры. Для проверки валов - калибры-скобы, для проверки отверстий - калибры-пробки.

Резьбу можно проверить резьбовыми калибрами. Резьба считается годной, если проходная пробка "ПР" ввинчивается в резьбу свободно без заеданий, а непроходная пробка "НП" не ввинчивается, или ввинчивается до полутора оборотов.

Штангенинструменты относятся к универсальным средствам измерения. Выпускают следующие штангенинструменты: штангенциркули с пределами измерений 0-125, 0-150, 0-; штангенглубиномеры с верхними пределами измерений 200 и 500 мм. Погрешность показаний штангенинструмента нормируется в пределах величины отсчёта.

Для измерения углов и косинусов существуют специальные средства измерений. Для измерения углов с точностью до 2° и грубее применяют угломеры

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		67

с нониусом и ценой деления  $2^\circ$  и  $5^\circ$ . Для повышения производительности угловых измерений применяют индикаторные угломеры.

Проблемы повышения качества продукции машиностроения наряду с повышением требований к взаимозаменяемости деталей машин при сборке, из года в год приобретают все большее значение. Видное место в разрешении этих проблем занимают стандарты, распространяющиеся на допуски и посадки размеров гладких элементов деталей, на их посадки, образуемые при соединении этих деталей, и на калибры, обеспечивающие надежный контроль и взаимозаменяемость деталей, узлов и машин.

Выбираем измерительный инструмент по справочной литературе.

Для контроля наружных поверхностей (диаметров, уступов, пазов, радиусов) используем измерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166;

Штангенглубиномеры ШГ-160 ГОСТ 162-80;

Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-78

Микрометр МК 25-1 ГОСТ 6507-78

Инструмент для измерения углов и фасок:

Угломер 2-2 ГОСТ 5378-66;

Шаблон радиусный РШ1 ГОСТ 4126-82

Для проверки внутренних поверхностей используем гладкие пробки:

Пробка гладкая двусторонняя на размер  $\varnothing 12^{+0,12}$  ГОСТ 14810 – 69;

Пробка гладкая двусторонняя на размер  $\varnothing 14^{+0,12}$  ГОСТ 14810 – 69;

Пробка гладкая двусторонняя на размер  $\varnothing 3^{+0,25}$  ГОСТ 14810 – 69;

Пробка гладкая двусторонняя на размер  $\varnothing 6^{+0,16}$  ГОСТ 14810 – 69;

Пробка гладкая двусторонняя на размер  $\varnothing 2,8^{+0,04}$  ГОСТ 14810 – 69;

Пробка гладкая двусторонняя на размер  $\varnothing 4^{+0,3}$  ГОСТ 14810 – 69;

Пробка гладкая двусторонняя на размер  $\varnothing 17^{+0,12}$  ГОСТ 14810 – 69;

Пробка гладкая двусторонняя на размер  $\varnothing 4^{+0,043}_{+0,03}$  ГОСТ 14810 – 69;

Для контроля высотных размеров используется

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		68



Индикатор часовой с набором ножек ГОСТ 577-68 СТПЕ 2126

Для настройки инструмента на размер:

Концевые меры длины НІ-І ГОСТ 9038-83.

Точность станков, применяемых на участке достаточна, чтобы стабильно получить требуемые размеры, что дает возможность выполнять периодический контроль размеров.

Рассчитаем калибр на симметричность пазов  $17^{+0,12}$  относительно базового диаметра  $\phi 17_{-0,07}$  допуск в радиусном выражении  $R = 0,07$  мм.

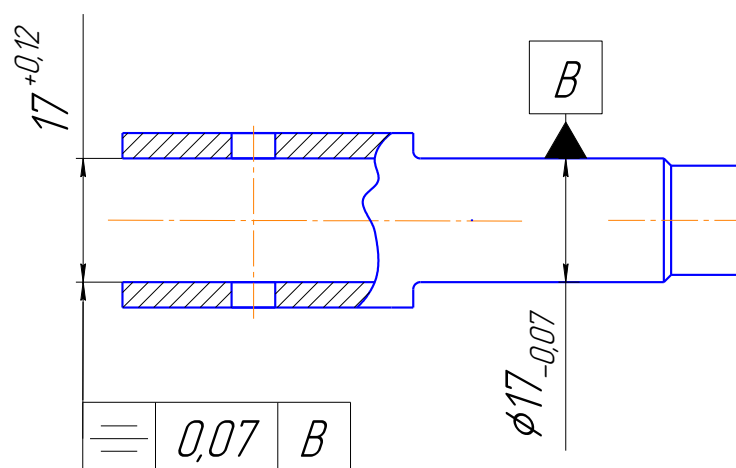


Рисунок 3.8 - Контролируемые параметры

Описание работы калибра.

По размеру Б (база В на рисунке и чертеже) базирuem деталь в корпусе (1) калибра, поворачиваем и совмещаем паз детали размером  $17^{+0,12}$  с пазом Г калибра. Прошиваем листовой пробкой (2), если допуск симметричности выдержан, то пробка проходит насквозь между двух пазов калибра. Пробку листовую выполняем шириной равной глубине паза, она является проходной. Непроход обеспечивается выполнением качества изготовления  $17^{+0,12}$  и расчетом листовой пробки по износу размера В.

Определим по ОСТ 95.1081 – 72:

					ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

$\Delta_{\delta} = 0,011$  мм – погрешность смещения осей паза изделия от номинального расположения базы;

$F = 0,08$  мм – основное (допускаемое) отклонение измерительных элементов калибра;

$2\Delta_k = 0,016$  мм – предельное смещение осей паза от номинального расположения в корпусе калибра;

$\delta_{к.п.} = 0,011$  мм – допуск на изготовление паза в калибре;

$\delta_{и.п.} = 0,004$  мм – допуск на износ паза в калибре;

$\delta_{к.пр} = 0,008$  мм – допуск на изготовление пробки;

$\delta_{и.пр} = 0,005$  мм – допуск на износ пробки;

Основным условием обеспечения собираемости составных частей изделия:

$$F_1 \leq F \quad (3.18)$$

где  $F_1$  – расчетное отклонение измерительных элементов калибра

$$F_1 = \delta_{к.п.} + \delta_{и.п.} + \delta_{к.пр} + \delta_{и.пр} + 2\Delta_k = 0,044.$$

$$0,044 \leq 0,08.$$

Внутренний базовый диаметр калибра  $d_{баз.} = d_{дет.} = 17$  мм.

$$d_{баз.нов.} = d_{баз.}^{+\delta_{к.пр.}} \quad (3.19)$$

$$d_{баз.нов.} = 17^{+0,008}$$

Определим допустимый износ:

$$d_{баз.и} = d_{баз.} + \Delta_{\delta} \quad (3.20)$$

$$d_{баз.и} = 17 + 0,011 = 17,011 \text{ мм.}$$

Определим погрешность пробки:

$$\Delta = 2\Delta_k - d_{баз} \quad (3.21)$$

$$\Delta = 0,14 - 0,011 = 0,129 \text{ мм.}$$

Рассчитаем пробку.

$$B_{пр.} = B_{паза дет.} - \Delta + F_1, \quad (3.22)$$

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		70

$$B_{\text{пр.}} = 17 - 0,129 + 0,044 = 16,915$$

$$B_{\text{пр. нов.}} = B_{\text{пр.}} - \delta_{\text{к.пр.}} \quad (3.23)$$

$$B_{\text{пр. нов.}} = 16,915_{-0,008}$$

Определим допустимый износ:

$$B_{\text{пр. изн.}} = B_{\text{пр. нов.}} - (\delta_{\text{к.пр.}} + \delta_{\text{и.пр.}}) \quad (3.24)$$

$$B_{\text{изн.}} = 16,915 - (0,008 + 0,005) = 16,902 \text{ мм.}$$

Ширина паза калибра:

$$B_{\text{к. нов.}} = B_{\text{пр. нов.}} + \delta_{\text{к.пр.}} \quad (3.25)$$

$$B_{\text{к. нов.}} = 16,915^{+0,011}$$

Определим допустимый износ:

$$B_{\text{к. изн.}} = B_{\text{к. нов.}} + \delta_{\text{к.п.}} + \delta_{\text{и.пр.}} \quad (3.26)$$

$$B_{\text{к. изн.}} = 16,915 + 0,011 + 0,004 = 16,930 \text{ мм.}$$

Пробка, а так же корпус калибра изготавливается из углеродистой инструментальной стали – У8А ГОСТ 1435-74. Чистота рабочих поверхностей Ra 0,2.

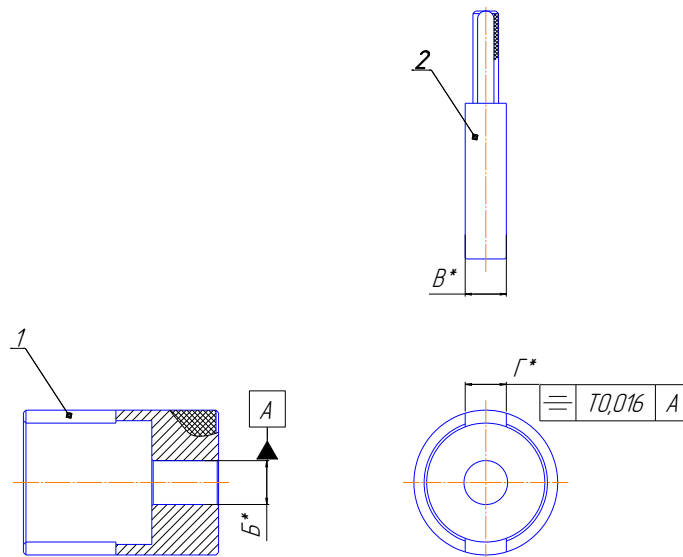


Рисунок 3.9 - Эскиз калибра

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный дипломный проект выполнен в соответствии с выданным заданием. Произведен анализ технологичности конструкции, определены технологические и механические свойства материала.

На основе чертежа детали была построена электронная модель детали. В условиях данной серийности был определен и обоснован метод получения заготовки и детали. Разработана электронная модель заготовки.

Разработан маршрут обработки детали, построены межоперационные модели и эскизы обработки. Произведен выбор оборудования, режущего инструмента, оснастки их обоснование. Определены технологические режимы обработки, сформированы переходы обработки и параметры, а так же рассчитаны нормы времени по операциям.

Проектирование осуществлялось с использованием элементов автоматизации, что позволило сократить сроки технологической подготовки производства.

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		72

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.
2. ГОСТ 3.1702-79. Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.
3. ГОСТ 16093-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором.
4. ГОСТ 24643-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.
5. ГОСТ 24297 - 87 Входной контроль. Основные положения.
6. ГОСТ 4784-97. Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки.
7. ОСТ 1.41187-78. Заготовки штампованные. Допуски на размеры и припуски на обработку.
8. ОСТ 1.41188-78. Заготовки штампованные. Конструктивные элементы.
9. СТП 687.07.0835.2003.
10. СТП 687.07.0451.2003.
11. СТО ЮУрГУ 04–2008.
12. Барановский Ю. В. Режимы резания металлов: Справочник/ Под ред. Ю. В. Барановского. - М.: Машиностроение, 1972 - 407 с.
13. Белова И. Учебник для технических ВУЗов, 1991 г. 319с.
14. Великанова К.М. Расчеты новой техники: Справ. / Под ред. К.М. Великанова.- Л.: Машиностроение, 1990.- 448 с.
15. Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки: Учебник для студ. машиностроит. специальностей высш. учебных заведений. - Мн.: Бервита, 1997. - 344 с.
16. Горбацевич А. Ф., Чеботарев Н. Н., Шкред В. А., Алешкевич И.Л., Медведев А. И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - М.: Выш. школа, 1973

					<i>ЮУрГУ-15.03.15.2017.044.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		73

17. Дмитриев В.А., Бабордина О.А., Ахматов В.А. Обоснование выбора технологического процесса механической обработки; 2012. - 51с
18. Дмитриев В.Л., Немыткин С.Л. Расчет приспособлений на точность, 2009. - 90 с.
19. Кувалдин Ю.И., Перевощиков В.Д., «Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием», учебн. пособ. Киров : б.н., 2006 г.
20. Левин Б.М., Троицкий П.А. Цеховые расходы машиностроительного завода.- М.: Машиностроение, 1973.- 320 с.
21. Лысенко Н.В., Носов Н.В., «Проектирование технологических процессов в машиностроения», метод. пособ.: б.н., 2005 г.
22. Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб. пособие / Под ред. В.М. Плескача.- К.: Выща шк., 1991.- 247 с.
23. Электронный каталог Sandvik Coromant «Основной каталог».
24. Электронный каталог Sandvik Coromant «Руководство по металлообработке».
25. Электронный каталог Sandvik Coromant «Каталог метчиков».
26. [http://metallichekiy-portal.ru/marki\\_metallov/alu/AK6](http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/alu/AK6) (Центральный  
металлический портал РФ)
27. [www.sv-metal.ru](http://www.sv-metal.ru)