

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_/ А.В. Прохоров  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

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

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 15.03.05.2018.281 ПЗ

Консультанты:  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_/ Д.В. Ардашев  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

доцент

\_\_\_\_\_/ В.В. Ахлюстина  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

ст. преподаватель

\_\_\_\_\_/ А.В. Акинцева  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

Руководитель работы  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_/ Д.В. Ардашев  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

Автор работы

студент группы ДО – 449  
\_\_\_\_\_/ М.А. Поберей  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер  
ст. преподаватель

\_\_\_\_\_/ Л.А. Силаева  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Челябинск 2018



## АННОТАЦИЯ

Поберей М.А. «Корпус подшипника». ЮУрГУ; ДО-449; 2018; 59с.; библиография литературы – 12 наименований; 10 листов чертежей формата А1; 16 листов технологического процесса.

Выпускная квалификационная работа (далее - ВКР) состоит из: введения, общей части, технологической части, конструкторской части и заключения.

В общей части ВКР описано назначение детали, предъявляемые к ней требования, а также дана оценка ее технологичности.

Технологическая часть включает:

- а) определение типа производства;
- б) обоснование способа получения заготовки;
- в) расчет припусков;
- г) расчет режимов резания и норм времени;
- д) определение потребного количества оборудования.

Конструкторская часть включает:

- а) проектирование и расчет станочного приспособления;
- б) проектирование режущего инструмента;
- в) описание конструкции и принципа работы контрольного приспособления.

Цель ВКР – закрепить, углубить и обобщить знания, полученные во время лекционных и практических занятий, научиться пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами, нормами, расценками, сочетать справочные данные с теоретическими знаниями, а также материалами, собранными и систематизированными в ходе преддипломной практики и дипломного проектирования.

					<b>15.03.05.2018.281.00 ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Поберей М.А.</i>			<b>Корпус подшипника</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Ардашев Д.В.</i>				2		
<i>Реценз.</i>						<b>ЮУрГУ Кафедра «Техники и</b> .....		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Силаева Л.А.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Прохоров А.В.</i>						

## Введение

Современный машиностроительный комплекс – это сложившаяся в XX в. чрезвычайно сложная система со своими законами развития. Большой удельный вес машиностроения среди других отраслей промышленности делает его значимым в масштабе народного хозяйства страны.

Развитие машиностроения во многом происходило стихийно, что в итоге сделало его расточительным в расходовании материальных, энергетических и трудовых ресурсов, отрицательно влияющим на экологию окружающей среды, инерционным к изменяющимся требованиям общества. И чем дальше развивается машиностроение, тем сильнее проявляются его негативные стороны.

В связи с этим проблема совершенствования машиностроения, направленного на повышение его эффективности, приобретает первостепенное значение. На современном этапе наблюдается разрозненное решение отдельных задач этой проблемы таких, как повышение производительности труда, качества изделий, снижение их материалоемкости, внедрение ресурсосберегающих технологий и т.п.

Такой подход к решению проблемы не может кардинально изменить существующее положение дел в машиностроении и требует проведения новой научно-технической политики. Необходим, во-первых, системный подход в решении проблемы, а, во-вторых, она должна решаться таким образом, чтобы одновременно удовлетворялись требования общества в целом и потребности каждого предприятия в отдельности.

Проведение такой научно-технической политики требует управления развитием машиностроительного комплекса, для чего необходимо ввести организационное начало в построение машиностроительного производства. Решение этой проблемы не может быть административным, а должно базироваться на результатах исследования глубинных закономерностей машиностроения.

Поставленная задача требует понимания недостатков современного машиностроительного производства, имеющих системный характер. К ним относятся:

- дублирование разработок средств технологического обеспечения (технологических процессов, оборудования, оснастки);
- избыточное разнообразие средств технологического обеспечения;
- утрата технологического знания;
- неполное использование возможностей средств технологического обеспечения (технологического оборудования и оснастки);
- наступление морального износа средств технологического оснащения раньше сроков их физического износа.

В современных условиях широкое распространение получает технологическое оборудование с числовым программным управлением, позволяющее производить весь комплекс обработки на одном станке. Оно

										Лист
										3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					

отличается высокой производительностью, повышенной точностью, высокой концентрацией обработки и снижением участия человека в процессе работы.

Целью данного дипломного проектирования является модернизация существующей технологии изготовления детали с целью переноса большей её части на оборудование с ЧПУ (обрабатывающий центр).

Задачи проектирования:

- снижение трудоемкости обработки детали;
- уменьшение численности рабочих;
- рост производительности труда;
- повышение точности обработки;
- уменьшение числа занятых станков;
- снижение себестоимости изготовления.

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

## 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

Подшипник – механизм, служащий для передачи крутящего момента от электродвигателя к звездочке скребкового конвейера, а также для уменьшения частоты вращения и увеличения вращающего момента.

Редуктор – законченный механизм, соединяемый с двигателем и рабочей машиной муфтами и другими разъёмными устройствами. Редуктор устанавливается на основной раме механизма, эксплуатируемого круглый год в закрытом помещении, поэтому возможные перепады температур очень незначительны (от 0 до 30°C). Уровень вибрационного воздействия на редуктор регламентирован соответствующими техническими.

Редуктор двухступенчатый предназначен для передачи крутящего момента от электродвигателя на выходной вал. Редуктор состоит из двух зубчатых пар зацепления. Основные технические характеристики редуктора:

- общее передаточное число редуктора – 40;
- мощность электродвигателя  $N = 2,2$  кВт;
- мощность, передаваемая редуктором  $N = 2,133$  кВт;
- частота вращения выходного вала  $n = 24$  об/мин;
- частота вращения входного вала,  $n = 950$  об/мин;
- общий КПД редуктора – 0,8;
- наработка на отказ не менее 10000 часов.

### 1.2. Описание конструкции и назначения детали

Корпус редуктора (Рис. 1) служит для размещения и координации деталей передачи, защиты их от загрязнения, организации системы смазки, а также восприятия сил, возникающих в зацеплении зубчатых колесных пар, подшипниках, открытой передачи.

Корпус редуктора изготавливается из серого чугуна марки СЧ 15-32 по ГОСТ 1412-85. В качестве заготовки используется отливка, то есть размеры и форма заготовки близки к готовой детали, тем самым, обеспечивая высокий коэффициент использования материала (далее - КИМ). КИМ составляет 0,82.

Изготовление отливки требует применения стержневой формовки для образования внутренних полостей. В опоке предусмотрен сложный разъем в виду наличия у детали выступов. Метод является универсальным применительно к литейным материалам, а так же массе и габаритам отливок.

Деталь обладает достаточной жесткостью, имеет удобные базовые поверхности. Поверхности, подвергаемые механической обработке, легкодоступны, имеются канавки для выхода инструмента.

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

## 2. Технологическая часть

### 2.1 Анализ технологичности детали

Основная цель анализа технологичности конструкции обрабатываемой детали – возможное уменьшение трудоемкости и металлоемкости, возможность обработки детали высокопроизводительными методами, не снижая при этом требуемого качества изготовления.

Конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей не вызывает значительных трудностей при получении заготовки.

Корпус имеет габаритные размеры 865x388x343 мм. Масса корпуса редуктора составляет 113,83 кг, что говорит о необходимости применения специальных грузоподъемных механизмов.

По своей конструкции корпус представляет среднюю по сложности форму, что удобно для механической обработки детали. Каждая поверхность расположена так, что имеет свободный доступ к ней инструмента. Конструктивно соответствует среднесерийному производству. Всё вышесказанное говорит, что деталь технологична.

Рабочий чертеж детали «корпус» содержит полный перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям типа корпус.

На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали. Наиболее жесткие требования предъявляются к взаимному расположению поверхностей основания корпуса и осей отверстий под установку подшипников – отклонение от параллельности не более 0,03 мм на длину 200 мм. Также повышенные требования предъявляются к взаимному расположению осей цилиндрических поверхностей - отклонение от соосности не более 0,05 мм. Шероховатость ответственных поверхностей Ra1,6 мкм.

Требования к остальным поверхностям по точности и шероховатости поверхностей обеспечиваются после проведения черновой и получистовой обработки стандартным инструментом.

Среди достоинств конструкции детали можно отметить:

- жесткость конструкции;
- свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- наличие достаточных по размерам поверхностей, пригодных для базирования при механической обработке.

К недостаткам следует отнести наличие концентраторов напряжений, а именно, канавок для выхода инструмента на большой бобышке.

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Из приведенного выше можно заключить, что корпус является достаточно технологичной деталью, имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций, допускает применение высокопроизводительных режимов обработки. Для изготовления не требуется применение специальных станков и инструмента, однако потребует изготовление специальных приспособлений для обработки и контроля отклонений.

## 2.2 Анализ действующего технологического процесса

### 2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

В комплект технологической документации (далее – КТД) для операционного описания технологического процесса входят:

- а) титульный лист (ТЛ), ГОСТ 3.1105-84, форма 2;
- б) маршрутная карта (МК), ГОСТ 3.1118-82, форма 1 и 1б;
- в) операционная карта (ОК), ГОСТ 3.1404-86, форма 3 и 2а;
- г) карта эскизов (КЭ), ГОСТ 3.1105-84, форма 7а.

Карта контроля отсутствует. Имеется протокол производственного контроля (далее – ППК).

Все карты КТД заполнены корректно. Недостатком считаю не заполненные поля режимов резания в операционных картах.

### 2.2.2. Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

Таблица 1 - Базовый технологический процесс

№ опер.	Наименование операции	Оборудование	Инструмент
010	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный станок 6М14П	Фреза торцовая ВК8 ГОСТ 24359-80
015	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный станок 6М14П	Фреза концевая Р6М5 ГОСТ 17025-71
020	Радиально-сверлильная	Радиально-сверлильный станок 2М57	Сверло Р6М5 ГОСТ 4010-77 Зенкер Р6М5 ГОСТ 3231-71 Развертка Р6М5 ГОСТ 1672-80
025	Радиально-сверлильная	Радиально-сверлильный станок 2М57	Сверло Р6М5 ГОСТ 4010-77 Зенковка Р6М5 ГОСТ 14953-80 Метчик Р6М5 ГОСТ 3266-81
030	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный станок 6М14П	Фреза концевая Р6М5 ГОСТ 17025-71
035	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный станок 6М14П	Фреза концевая Р6М5 ГОСТ 17025-71
040	Радиально-сверлильная	Радиально-сверлильный станок 2М57	Сверло Р6М5 ГОСТ 4010-77 Зенковка Р6М5 ГОСТ 14953-80 Метчик Р6М5 ГОСТ 3266-81
045	Агрегатная	Агрегатный	Фреза торцовая ВК8 ГОСТ 24359-80 Резец токарный расточной ВК8 ГОСТ18883-73 Резец токарный расточной ВК6 ГОСТ18883-73

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					



050	Агрегатная	Агрегатный	Сверло-зенковка Р6М5 Метчик Р6М5 ГОСТ 3266-81
055	Слесарная		
060	Контрольная		

### 2.2.3. Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса

Представленный технологический процесс позволяет выполнить все требования чертежа, но, на мой взгляд, он имеет ряд недостатков:

- трудоемкость технологического процесса;
- использование большого количества приспособлений и, как следствие, увеличение вспомогательного времени, снижение точности изготовления и производительности;
- низкая эффективность применяемого режущего инструмента;
- простой оборудования.

Для устранения этих недостатков при разработке проектного варианта технологического процесса предлагаю следующее:

- усовершенствовать технологический процесс таким образом, чтобы для его выполнения требовалось наименьшее количество единиц оборудования, что позволит добиться высокой производительности и качества обработки, а соответственно минимизирует затраты на производство;
- морально и физически устаревшее универсальное оборудование заменить на оборудование с ЧПУ;
- в качестве режущего использовать современный режущий инструмент для всех видов обработки (возможность увеличения режимов резания, уменьшение времени обработки, увеличение стойкости инструмента), что сократит номенклатуру применяемого инструмента, величину основного и вспомогательного времени, но при этом обеспечит требуемую шероховатость поверхностей, повысит точность обработки и производительность.

## 2.3 Разработка проектного технологического процесса

### 2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса

При разработке технологического процесса механической обработки необходимо выбрать из нескольких вариантов обработки один, обеспечивающий наиболее экономическое решение. Современные способы механической обработки и большое разнообразие станков, а также способы получения заготовок – все это позволяет создавать различные варианты технологии, обеспечивающие изготовление изделий, полностью отвечающих всем требованиям чертежа.

Намечая технологический маршрут обработки детали, следует придерживаться следующих правил:

- использовать типовые процессы обработки деталей и типовых поверхностей деталей, обрабатывать наибольшее количество поверхностей

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					

данной детали за одну установку с целью экономии труда и времени технологической подготовки производства, и т.п.;

- использовать, по возможности, стандартный режущий и измерительный инструмент;
- применять наиболее совершенные формы организации производства: непрерывные и групповые технологические процессы.

Таблица 2 – Маршрут проектного технологического процесса

№ опер.	Обозначение операции	Наименование операции	Содержание операции
000	4100	Заготовительная	Получение отливки
005	4237	Комплексная с ЧПУ	1) фрезерование плоскости разъема; 2) растачивание посадочных поверхностей под подшипники; 3) сверление отверстий; 4) нарезание резьб.
010	0108	Слесарная	Снятие заусенцев
015	0191	Промывочная	Промывка детали, продувка отверстий
020	0200	Контрольная	Контроль на соответствие КД
025	0424	Упаковка	Упаковка деталей

### 2.3.2. Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Выбор станочного оборудования является одним из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки, от правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономическое использование производственных площадей, электроэнергии и в итоге себестоимости изделия.

Выбор модели станка, прежде всего, определяется его возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали. Если эти требования можно обеспечить обработкой на различных станках, определенную модель выбирают из следующих соображений:

- соответствие основных размеров станка габаритам обрабатываемых деталей, устанавливаемых по принятой схеме обработки;
- соответствие станка по производительности заданной программе выпуска деталей;
- возможность работы на оптимальных режимах резания;
- соответствие станка по мощности;
- возможность механизации и автоматизации выполняемой обработки;
- наименьшая себестоимость обработки.

Предлагаю комплексную обработку выполнять на фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ Victor Vcenter-N 800 (Рис. 2).

Это высокоскоростной горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с подвижной по двум осям стойкой предназначен для черновой, получистовой и

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					

чистовой обработки сложных корпусных деталей с прогрессивными режимами резания. Это обеспечивается применением мотор-шпинделя со скоростью до 14 000 об/мин. Подвижная по двум осям стойка обеспечивает необходимую жесткость и высочайшую скорость быстрых перемещений. Наиболее распространенные обрабатываемые детали: блоки цилиндров, корпуса коробок передач, редукторов.

Рисунок 2 – Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ  
Victor Vcenter-H800

Для сокращения вспомогательного времени станок оснащен высокоскоростной системой автоматической смены паллет.

Таблица 3 - Технические характеристики Victor Vcenter-H800

Параметры станка	Характеристика
Перемещение горизонтальное, стол - ось X, мм	1 270
Перемещение горизонтальное, крестовые салазки - ось Y, мм	610
Перемещение вертикальное шпинделя - ось Z, мм	760
Рабочая поверхность стола, мм	1 450 x 590
Ускоренная подача, м/мин	30
Рабочая подача, мм/мин	15 000
Ускорение, м/сек <sup>2</sup>	5
Точность позиционирования (X, Y, Z) мм	0,010
Повторяемость (P <sub>s</sub> max), мм	0,006
Максимальная нагрузка, кг	1 350
Габариты фрезерного обрабатывающего центра в плане, мм	
- длина	3 200
- ширина	2 120
Максимальная рабочая высота станка, мм	3 150
Емкость инструментального магазина, шт	40
Время смены инструмента, сек.	4,5
Шпиндель	STANDARD
Конус шпинделя	ISO 40 (HSK 80)
Максимальная частота вращения, мин <sup>-1</sup>	10 000
Мощность, кВт	20

### 2.3.3 Выбор режущего и измерительного инструмента

Обработка металлов резанием является составляющей частью процесса производства большинства деталей. Правильно выбранный инструмент позволяет

быстрее окупить затраты на новое оборудование, значительно повысить производительность старого оборудования и сделать работу операторов более продуктивной.

В данном проекте используется оборудование с ЧПУ.

Для уменьшения времени изготовления и улучшения качества детали обработка на операциях с ЧПУ будет вестись современным, высокопроизводительным инструментом фирмы "SECO".

С этой системой без труда можно собрать самые разнообразные наладки. Она полностью отвечает широкому диапазону требований при работе на старом оборудовании и на современных станках.

Выбор режущего и вспомогательного инструмента сведен в таблицу 3.

Таблица 3– Режущий и вспомогательный инструмент

№ п/п	Тип инструмента	Инструмент
1	Режущий	Фреза торцовая Ø 400 SECOR220.53-8400-09-08C Пластина SEMX09N3AFTN-ME06 сплав МК3000
	Вспомогательный	Оправка фрезерная BT40-MTA1-120
2	Режущий	Фреза концевая Ø 40 z=4JS5140400Z4.0-SIRON-A
	Вспомогательный	Оправка фрезерная BT40-SL08-75
3	Режущий	Фреза концевая Ø 70 z=4JS5140700Z4.0-SIRON-A
	Вспомогательный	Оправка фрезерная BT40-SL08-75
4	Режущий	Сверло SECOSD 203-6.75-37-16R1 Сплав T2000D
	Режущий	Сверло SECOSD 203-14.5-45-16R1 Сплав T2000D
	Режущий	Сверло SECOSD 203-17.0-50-16R1 Сплав T2000D
	Режущий	Фасочный модуль SD200-C41-12R1
	Вспомогательный	Патрон сверлильный BT50-KPU16
5	Режущий	Комбинированный инструмент Сплав T2000D
	Вспомогательный	Патрон сверлильный BT50-KPU16
6	Режущий	Фреза резьбовая TM-M8x1.25ISO-8R5 Сплав CP500
	Режущий	Фреза резьбовая TM-M10x1.5ISO-8R5 Сплав CP500
	Режущий	Фреза резьбовая TM-M16x2 ISO-10R5 Сплав CP500
	Вспомогательный	Патрон резьбонарезной BT50-WER32-12
7	Режущий	Пластина CCMT 120408 F2 Сплав TP2500
	Вспомогательный	Головка расточная EPB: A760 03
8	Вспомогательный	Державка внутренняя C3-SCLCR-22040-06
	Вспомогательный	Державка CEAR 25M14Q
	Режущий	Пластина 14ER2FA Сплав CP500

Таблица 4 – Контрольно - измерительный инструмент

№	Тип инструмента	Обозначение инструмента
---	-----------------	-------------------------

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					

п/п		
1	Штангенциркуль	ШЦ 0-500 ГОСТ 166-89
2	Калибр-пробка гладкий	17Н14 ГОСТ 21401-75
3		17Н7 ГОСТ 21401-75
4		40Н14 ГОСТ 21401-75
5		110Н7 ГОСТ 21401-75
6		150Н7 ГОСТ 21401-75
7		185Н8 ГОСТ 21401-75
8	Калибр – пробка резьбовой	М8-7Н ГОСТ 24997-81
9		М10-7Н ГОСТ 24997-81
10		М16x1,5-7Н ГОСТ 24997-81
11	Образцы шероховатости	ГОСТ 9387-93

#### 2.3.4. Выбор исходной заготовки

Основными факторами, влияющими на выбор вида исходной заготовки, являются:

- технологические свойства материала детали (литейные свойства, пластичность, свариваемость и т.п.);
- конструктивные формы и размеры детали;
- тип производства;
- производственные возможности заготовительных цехов (наличие оборудования, оснастки);
- требования безопасности жизнедеятельности и экологии.

Деталь «Корпус» изготавливается из серого чугуна СЧ 15-32 по ГОСТ 1412-85.

Таблица 4 – Химический состав СЧ 15-32 по ГОСТ 1412-85

C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
от 3,3 до 3,5	от 1,4 до 2,4	от 0,7 до 1,0	не более 0,15	не более 0,2

При выборе заготовки необходимо стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки максимально приближались к форме и размерам детали. На выбор заготовки влияют следующие факторы: форма детали, материал, программа годового выпуска изделий, а так же экономичность способа получения заготовки. В базовом технологическом процессе заготовка получается способом литья. Считаю данный метод получения заготовки (учитывая годовую программу выпуска деталей 10 000 шт.) целесообразным.

Литье в землю является сравнительно простым и экономичным технологическим процессом. Во многих отраслях машиностроения (автомобилестроение, станкостроение, вагоностроение и др.) при массовом производстве отливок чаще всего применяется этот метод. При литье в землю формовка производится по постоянным моделям. Процесс литья происходит в опоках.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				

Для изготовления отливок простой формы, без высоких сложных выступов, больших углублений используют цельные модели. Модели более сложных изделий, боковые стенки которых имеют уклоны, изготавливают разъемными. Линия разъема модели должна лежать в плоскости разъема опоки. Части разъемных моделей соединяются между собой шипами. При изготовлении формы одна часть модели извлекается из верхней опоки, а другая - из нижней.

### Рисунок 3 - Отливка

При изготовлении детали из отливки коэффициент использования материала составит:

$$\text{КИМ} = \frac{M_d}{M_3}, \quad (1)$$

где:  $M_d$  – масса детали, кг;  
 $M_3$  – масса заготовки, кг.

$$\text{КИМ} = \frac{7,8}{6,69} = 0,8$$

#### 2.3.5 План операций и переходов проектного технологического процесса

000 Заготовительная (Рис. 3)

Получение заготовки способом литья в песчано-глинистые формы.

005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Установ А (Рис. 4)

Переход 1: Обработка опорной поверхности детали.

Переход 2: Обработка 8 отв. Ø26.

Переход 3: Обработка 8 отв. Ø42.

### Рисунок 4 – Операция 005 Установ А

Установ Б (Рис. 5)

Переход 1: Обработка плоскости сопряжения детали.

Переход 2: Обработка 6 отв. Ø33.

Переход 3: Обработка 6 отв. Ø36.

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					

## Рисунок 5 – Операция 005 Установ Б

Установ В (Рис. 6)

Переход 1: Обработка отверстия по щуп Ø20/Ø12.

Переход 2: Обработка отверстия под сливную пробку К ¾”.

## Рисунок 6 – Операция 005 Установ В

Установ Г (Рис. 7)

Переход 1: Растачивание отверстий под подшипники.

Переход 2: Сверление отверстий под центрирующие штифты.

## Рисунок 7 – Операция 005 Установ Г

010 Слесарная

Опиливание детали

015 Промывочная

Мойка детали

020 Контрольная

Контроль размеров на соответствие КД

025 Упаковка

2.3.6 Расчет межоперационных припусков

Припуск – слой металла, удаляемый с поверхности заготовки с целью достижения заданных параметров обрабатываемой поверхности детали.

Припуск должен назначаться на все поверхности, подлежащие механической обработке. Чем больше припуск, тем больше количество проходов необходимо сделать для его удаления. Увеличение припусков вызывает повышение расходов на электроэнергию и режущий инструмент, увеличивает отходы металла, превращаемого в стружку, увеличивает потребность в оборудовании механического цеха и площадях для его установки.

Таким образом, для снижения себестоимости механической обработки следует стремиться к уменьшению припусков, т.е. к более высокой точности заготовок. Однако не следует забывать, что повышение точности заготовок вызывает и повышение себестоимости их изготовления. Следовательно, необходимо выбирать припуск по величине таким, чтобы, этот припуск обеспечивал хорошее качество детали после её механической обработки (отсутствие брака по черноте) и, в то же время, минимальную себестоимость обработки детали как в механических, так и в заготовительных цехах.

Припуски разделяют на общие, т.е. которые удаляются в течение всего

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				

процесса обработки данной поверхности, и межоперационные, которые удаляются при выполнении отдельных операций. Величина межоперационного припуска определяется разностью размеров, полученных на предыдущей и последующей операциях.

Общим припуском на обработку называется слой металла, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки на всех операциях.

Промежуточный припуск – слой металла, необходимый для выполнения технологического перехода. Он определяется разностью размеров, получаемых на смежных технологических переходах процесса обработки данной поверхности.

Аналитический метод определения припусков базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях обработки заготовки.

В качестве заготовки для изготовления корпуса редуктора используется отливка, полученная методом литья в землю. Материал – серый чугун СЧ 15-32 ГОСТ 1412-85, масса заготовки 20,04 кг.

Чугун многокомпонентный, железоуглеродистый сплав с содержанием углерода свыше 2%. Чугун наиболее распространенный материал для изготовления отливок, благодаря хорошим технологическим свойствам и относительной дешевизне.

У серых чугунов хорошие технологические и прочностные свойства, и они, чаще всего, применяются как конструкционные материалы. Серые чугуны по химическому составу разделяют на обычные и легированные. СЧ 15-32 относится к обычным, т.к.  $\sigma_B < 24 \text{ кгс/мм}^2$

Расчет общих и межоперационных припусков и предельных размеров заготовки в зависимости от метода изготовления.

2.3.6.1 Расчет припусков на обработку отверстия  $\varnothing 110 \text{ H7}^{(+0,035)}$  ведем путем составления табл. 1, в которую последовательно записываем технологический маршрут обработки отверстия и все значения элементов припуска.

Таблица 1 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку отверстия  $\varnothing 110^{+0,035}$

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 40 \text{ H8}^{(+0,039)}$	Элементы припуска, <i>мкм</i>				Расчетный припуск $2z_{\text{min}}$ , <i>мкм</i>	Расчетный размер $d_p$ , <i>мм</i>	Допуск $\delta$ , <i>мкм</i>	Предельный размер, <i>мм</i>		Предельные значения припусков, <i>мкм</i>	
	$R_z$	T	$\rho$	$\epsilon$				$d_{\text{min}}$	$d_{\text{max}}$	$2z_{\text{min}}^{np}$	$2z_{\text{max}}^{np}$
Заготовка	200	300	459			108,537	400	108,137	108,537		
Растачивание черновое	50	50	23	130	$2 \times 977$	109,891	170	109,721	109,891	1354	1584
Растачивание чистовое	30	30		6,5	$2 \times 74$	110,035	35	110,00	40,039	148	279
Итого										1502	1863



Качество поверхности различных видов заготовок:  $Rz = 200$  мкм;  $T = 300$  мкм, [3, табл. 27, с.65]:

Суммарное значение пространственных отклонений [3, табл. 31, с. 68].

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} \quad (5)$$

$$\rho = \rho_{кор} + \rho_{см} \quad (6)$$

Величину коробления отверстия следует учитывать как в диаметральном, так и в осевом его сечении, поэтому удельная кривизна заготовок [3, табл. 32, с. 72],  $\Delta K = 0,7$

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_K d)^2 + (\Delta_K l)^2} = \sqrt{(0,7 \cdot 40)^2 + (0,7 \cdot 250)^2} = 177 \text{ мкм,}$$

При определении  $\rho_{см}$  в данном случае следует принимать во внимание точность расположения базовых поверхностей, используемых при данной схеме установки и полученных на предыдущих операциях относительно обрабатываемой в данной установке поверхности.

Так, если бы для получения размера (Б) ( $40 \pm 0,2$ ) при обработке плоскости основания 2 использовалось отверстие, то последующая погрешность расположения отверстия относительно поверхности 2 была бы равна допуску, который выдерживался при обработке поверхности 2 от отверстия, т.е. 0,4 мм.

Если же при обработке поверхности 2 в качестве базы использовалась, как это и бывает в большинстве случаев, какая-то наружная поверхность, то следует учитывать смещение стержня, который формирует отверстие относительно наружной поверхности. Последнее принято определять как отклонение от номинального размера в отливке, определяемое допуском, на размер соответствующего класса точности.

Эти же соображения следует принимать во внимание при определении погрешности размера (Г) ( $43 \pm 0,2$ ) в горизонтальной плоскости, т.е. смещения положения отверстия заготовки относительно наружной ее поверхности. Так как в качестве базы при сверлении и развертывании отверстий  $\varnothing 9,5$  использовалась боковая поверхность отливки, то для определения погрешности расположения обрабатываемого в данной установке отверстия  $\varnothing 110^{+0,035}$  относительно базовых отверстий.

Учитывая, что суммарное смещение отверстия в отливке относительно наружной ее поверхности представляет геометрическую сумму в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, получаем

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_\Gamma}{2}\right)^2} = \sqrt{300^2 + 300^2} = 424 \text{ мкм,}$$

где  $\delta_B$  и  $\delta_\Gamma$  – допуски на размеры (Б) и (Г) по классу точности, соответствующему нашей отливке /3 табл. 7, стр.30/.

Таким образом, суммарное значение пространственного отклонения заготовки составит

$$\rho = \sqrt{177^2 + 424^2} = 459 \text{ мкм,}$$

Величина остаточного пространственного отклонения после черного растачивания

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho = 0,05 \cdot 459 = 23 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки при черновом растачивании

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

Погрешность базирования в данном случае возникает за счет перекоса заготовки в горизонтальной плоскости при установке ее на штыре приспособления. Перекос при этом происходит из-за наличия зазоров между наибольшим диаметром установочных отверстий и наименьшим диаметром штырей.

Наибольший зазор между отверстиями и штырями определится как

$$S_{\max} = \delta_A + \delta_B + s_{\min}, \quad (7)$$

где  $\delta_A$  - допуск на отверстие:  $\delta_A = 16 \text{ мкм} = 0,016 \text{ мм}$ ;

$\delta_B$  - допуск на диаметр штыря:  $\delta_B = 14 \text{ мкм} = 0,014 \text{ мм}$ ;

$s_{\min}$  - минимальный зазор между диаметрами штыря и отверстия;

$s_{\min} = 13 \text{ мкм} = 0,013 \text{ мм}$ .

Тогда наибольший угол поворота заготовки на штырях может быть найден из отношения наибольшего зазора при повороте в одну сторону от среднего положения к расстоянию между базовыми отверстиями:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,016 + 0,014 + 0,013}{\sqrt{80^2 + 180^2}} = 0,0002,$$

Погрешность базирования на длине обрабатываемого отверстия в этом случае составит

$$\varepsilon_B = l \cdot \operatorname{tg} \alpha = 250 \cdot 0,0002 = 0,05 \text{ мм} = 50 \text{ мкм}, \quad (8)$$

где  $l$  – длина обрабатываемого отверстия.

Погрешность закрепления заготовки  $\varepsilon_3$  принимаем равной 120 мкм [3, табл. 40, с.82].

Тогда погрешность установки при черновом растачивании

$$\varepsilon_1 = \sqrt{50^2 + 120^2} = 130 \text{ мкм},$$

Остаточная погрешность установки при чистовом растачивании

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_1 + \varepsilon_{\text{инд}} = 6,5 \text{ мкм}. \quad (9)$$

Так как черновое и чистовое растачивание производится в одной установке, то  $\varepsilon_{\text{инд}} = 0$ .

На основании записанных в таблице данных производим расчет минимальных значений межоперационных припусков, пользуясь основной формулой

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (10)$$

Параметры, достигаемые после механической обработки наружных поверхностей, [3, табл. 29 с. 67]  $R_{z_1} = 200 \text{ мкм}$ ;  $T_1 = 300 \text{ мкм}$ ;  $R_{z_2} = 50 \text{ мкм}$ .

После первого технологического перехода величина  $T$  для деталей из чугуна исключается из расчетов.

Минимальный припуск под растачивание:

										Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					

черновое

$$2z_{\min_1} = 2(200 + 300 + \sqrt{459^2 + 130^2}) = 2 \cdot 977 = 1954 \text{ мкм},$$

чистовое

$$2z_{\min_2} = 2(50 + \sqrt{23^2 + 6,5^2}) = 2 \cdot 74 = 148 \text{ мкм},$$

Расчетный размер получается путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого технологического перехода, начиная с конечного размера.

Таким образом, имея расчетный (чертежный) размер, после последнего перехода (в данном случае чистового растачивания 110,039) для остальных переходов получаем:

для чернового растачивания

$$d_{p1} = 110,039 - 0,148 = 109,891 \text{ мм},$$

для заготовки

$$d_{p3} = 109,891 - 1,954 = 107,937 \text{ мм}.$$

Значения допусков каждого перехода принимаются по таблицам в соответствии с классом точности того или иного вида обработки.

Так, для чистового растачивания значение допуска составляет 39 мкм (чертежный размер); для чернового растачивания  $\delta = 170$  мкм; допуск на отверстие в отливке 1-го класса точности по ГОСТ 1855-55 составляет  $\delta = 400$  мкм.

В графе «Предельный размер» наибольшее значение ( $d_{\max}$ ) получается по расчетным размерам, округленным до точности допуска соответствующего перехода. Наименьшие предельные размеры ( $d_{\min}$ ) определяются из наибольших предельных размеров вычитанием допусков соответствующих переходов.

Таким образом:

а) для чистового растачивания наибольший предельный размер  $d_{\max} = 110,039$  мм, наименьший –  $d_{\min} = 110,039 - 0,039 = 110,00$  мм;

б) для чернового растачивания наибольший предельный размер  $d_{\max} = 109,891$  мм, а наименьший –  $d_{\min} = 109,891 - 0,17 = 109,721$  мм;

в) для заготовки наибольший предельный размер  $d_{\max} = 107,937$  мм, наименьший -  $d_{\min} = 107,937 - 0,4 = 107,537$  мм.

Минимальные предельные значения припусков  $z_{\min}^{np}$  равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а максимальные значения  $z_{\max}^{np}$  - соответственно разности наименьших предельных размеров.

Тогда для чистового растачивания

$$2z_{\min_2}^{np} = 110,039 - 109,891 = 0,148 = 148 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max_2}^{np} = 110,00 - 109,721 = 0,279 = 279 \text{ мкм}.$$

Для чернового растачивания

$$2z_{\min_1}^{np} = 109,891 - 107,937 = 1,954 = 1954 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max_1}^{np} = 109,721 - 107,537 = 2,184 = 2184 \text{ мкм}.$$

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				

Все результаты произведенных расчетов сведены в табл. 2.

На основании данных расчета строим схему графического расположения припусков и допусков по обработке отверстия  $110^{+0,39}$  (рисунок 2).

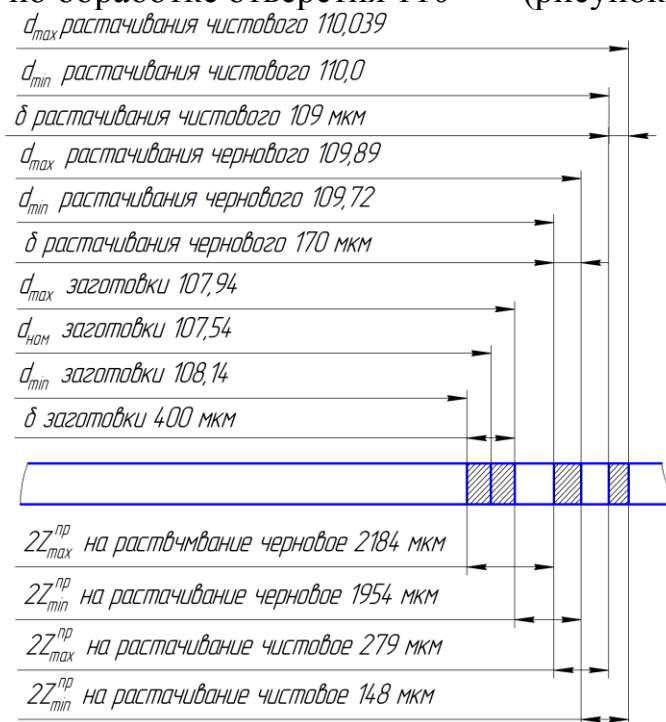


Рисунок 8 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия  $\text{Ø}110^{+0,039}$  корпуса

Общие припуски  $z_{o_{\min}}$  и  $z_{o_{\max}}$  определяем, суммируя промежуточные припуски и записываем их внизу соответствующих граф:

$$2z_{o_{\min}} = 148 + 1954 = 2102 \text{ мкм,}$$

$$2z_{o_{\max}} = 279 + 2184 = 2463 \text{ мкм.}$$

Общий номинальный припуск

$$z_{o_{\text{об}}} = z_{o_{\min}} + B_3 - B_d = 2102 + 200 - 50 = 2252 \text{ мкм,}$$

$$d_{3_{\text{юм}}} = d_{d_{\text{юм}}} - z_{o_{\text{юм}}} = 40 - 2,252 = 37,748 \text{ мкм.}$$

Производим проверку правильности выполненных расчетов:

$$z_{\max_2}^{np} - z_{\min_2}^{np} = 279 - 148 = 131 \text{ мкм,}$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 170 - 39 = 131 \text{ мкм,}$$

$$z_{\max_1}^{np} - z_{\min_1}^{np} = 2184 - 1954 = 230 \text{ мкм,}$$

$$\delta_3 - \delta_1 = 400 - 170 = 230 \text{ мкм.}$$

2.3.6.2 Расчет припусков на обработку размера  $265h11_{(-0,4)}$

Величина припуска для плоских поверхностей заготовки определяется: [4, с 301]

$$Z_{\min} = R_z + T + \rho_o + \varepsilon_y, \quad (11)$$

где  $R_z$  - высота микронеровностей, мкм;

$T$  - глубина дефектного слоя, мкм;

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				

$\rho_0$  – суммарное отклонение расположения, мкм;

$\varepsilon_y$  – величина погрешностей установки заготовки при выполняемом технологическом переходе, мкм.

Отклонения после чистовой обработки исключают при расчетах из-за их малой величины. Максимальный припуск на обработку поверхности заготовки для плоских поверхностей:

$$Z_{\max} = Z_{\min} + \delta_n - \delta_6, \quad (12)$$

где  $\delta_n$  – допуск на размер предшествующего перехода, мкм;

$\delta_6$  – допуск на размер на выполняемом переходе, мкм.

Суммарное значение отклонений при установке литых заготовок:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{\text{деф}}^2 + \rho_{\text{ос}}^2}, \quad (13)$$

где  $\rho_{\text{деф}}$  – величина деформации литой заготовки, мкм;

$\rho_{\text{ос}}$  – величина отклонения стержня при формировании, мкм.

Деформация литых заготовок:

$$\rho_{\text{деф}} = \Delta_{\text{деф.у}} \times L_3, \quad (14)$$

где  $\Delta_{\text{деф.у}}$  – величина удельной деформации литых заготовок, мкм/мм

$L_3$  – общая длина заготовки, мм

Величина удельной деформации отливок для корпусных деталей принимается 0,1...0,2 мкм/мм. /1, стр.48/.

$$L_3 = 805 \text{ мм},$$

$$\rho_{\text{деф}} = 0,19 \cdot 805 = 154,4 \text{ мм},$$

$$\rho_0 = \sqrt{154,4^2} = 154,4 \text{ мм}.$$

Суммарное значение отклонений при базировании литых заготовок на плоскую поверхность равно величине деформации литой заготовки.

Таблица 2 - Точность и качество поверхности после механической обработки

Вид обработки	$R_z$ , мкм	T, мкм
заготовка	200	300
черновое фрезерование	100	100
чистовое фрезерование	50	50

Величина остаточного суммарного расположения заготовки после выполнения операции:

$$\rho_{\text{ост}} = k_y \cdot \rho,$$

где  $k_y$  – коэффициент уточнения;

$$k_{\text{у.черн.}} = 0,06,$$

$$k_{\text{у.чист.}} = 0,05,$$

$$\rho_{\text{ост.черн.}} = 0,06 \cdot 154,4 = 9,264 \text{ мкм},$$

$$\rho_{\text{ост.чист.}} = 0,05 \cdot 154,4 = 7,72 \text{ мкм},$$

$$Z_{\min} = R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_1,$$

$$Z_{\min \text{ черн.}} = 200 + 300 + 154,4 + 50 = 704,4 \text{ мкм},$$

$$Z_{\min, \text{чист.}} = 100 + 100 + 9,264 + 15 \text{ мкм.}$$

Расчетный размер определяется путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода к конечному размеру.

$$Z_{p1} = 264,6 + 0,224 = 264,824 \text{ мм,}$$

$$Z_{p2} = 264,824 + 0,704 = 265,528 \text{ мм.}$$

Наибольший предельный размер определяется путем прибавления допуска к наименьшему предельному размеру:

$$Z_{\max 1} = 264,6 + 0,400 = 265,0 \text{ мм,}$$

$$Z_{\max 2} = 264,824 + 0,630 = 265,454 \text{ мм,}$$

$$Z_{\max 3} = 265,528 + 1,200 = 266,728 \text{ мм.}$$

Предельные значения припусков  $Z_{\max}^{np}$  определяем как разность наибольших предельных размеров и  $Z_{\min}^{np}$  – как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.

$$Z_{\min 1}^{np} = 265,528 - 264,824 = 0,704 \text{ мм,}$$

$$Z_{\min 2}^{np} = 264,824 - 264,6 = 0,224 \text{ мм,}$$

$$Z_{\max 1}^{np} = 266,728 - 265,454 = 1,274 \text{ мм,}$$

$$Z_{\max 2}^{np} = 265,454 - 265,0 = 0,454 \text{ мм.}$$

Таблица 3 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку размера 265h11 (-0,4)

Вид заготовки и технологическая операция	элементы припуска, мкм				расчетный припуск, мкм	расчетный размер, мм	допуск, мм	предельный размер, мм		предельные значения	
	R <sub>z</sub>	T	ρ <sub>0</sub>	ε <sub>y</sub>				Z <sub>p</sub> min	Z <sub>p</sub> max	Z <sup>np</sup> min	Z <sup>np</sup> max
005 1 установ заготовка фрезерная черновая чистовая	200	300	154		-	265,53	1,2	265,5	266,7	-	-
	100	100	9,3	130	704,4	264,82	0,63	264,8	265,5	704	1274
	50	50	7,7	6,5	224,3	264,6	0,4	264,6	265	224	454
005 2 установ заготовка фрезерная черновая Чистовая	200	300	154		-	265,53	1,2	265,5	266,7	-	-
	100	100	9,3	130	704,4	264,82	0,63	264,8	265,5	704	1274
	50	50	7,7	6,5	224,3	264,6	0,40	264,6	265	224	454

Производим проверку правильности выполненных расчетов:

$$z_{\max 2}^{np} - z_{\min 2}^{np} = 454 - 224 = 230 \text{ мкм,}$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 630 - 400 = 230 \text{ мкм,}$$

$$z_{\max 1}^{np} - z_{\min 1}^{np} = 1274 - 704 = 570 \text{ мкм,}$$



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

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

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

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

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

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

$$V = 400 \cdot 1,48 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,09 \cdot 2,46 \cdot 0,13 \cdot 1,0 = 418 \text{ м/мин}$$

Принимаем  $V=450$  м/мин.

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{450 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 730 \text{ мм/об} \quad (17)$$

Принимаем  $n=800$  мм/об.

Мощность резания:

$$N_T = C_N \cdot t^{nN1} \cdot S_z^{nN2} \quad (18)$$

где  $C_N = 3,067$ ;

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

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

Поправочные коэффициенты на мощность:

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

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

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

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

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

Определяется основное время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ мин} \quad (19)$$

где  $L$  – длина рабочего хода

$$L = l + l_g + l_n, \quad (20)$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности ( $l=805$  мм);

$l_g$  – длина врезания,  $l_g=2$  мм;

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

$$L = 2 + 805 = 807 \text{ мм};$$

$i$  – число проходов

$$T_0 = \frac{807 \cdot 1}{800 \cdot 0,36} = 2,8 \text{ мин};$$

$$T_M = T_0 \cdot 0,2 \text{ мин} \quad (21)$$

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23



$$T_M = 2,8 \cdot 0,2 = 0,56 \text{ мин};$$

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов:

Таблица 4 – Значения режимов резания для 1-го установка 010 операции

№ пере-хода	Размер обрабатываемой поверхности, мм	Проходы	Параметры					
			T <sub>0</sub> , мин	t, мм.	S, мм/об	V <sub>рез.</sub> , м/мин	N <sub>рез.</sub> , кВт	n, об/мин.
1	267/805	чистовой	2,8	2	0,4	450	5,6	800
2	8 отв. Ø14/70	черновой	7,2	7	0,4	450	5,6	800
3	8 отв. Ø26/70	чистовой	8,0	6	0,3	450	5,6	800
4	8 отв. Ø42/70	чистовой	3,2	8	0,3	450	5,6	800

Таблица 5 – Значения режимов резания для 2-го установка 010 операции

№ пере-хода	Размер обрабатываемой поверхности, мм	Проходы	Параметры					
			T <sub>0</sub> , мин	t, мм.	S, мм/об	V <sub>рез.</sub> , м/мин	N <sub>рез.</sub> , кВт	n, об/мин.
1	265/805	чистовой	2,8	2	0,4	450	5,6	800
2	2 паза 16/320	чистовой	1,7	3	0,3	450	5,6	800

В итоге T<sub>0</sub> на операцию 010 комплексная составит 21,2+4,5=25,7 минут

Операция 015. Сверлильная с ЧПУ. 1 Установ:

Переход 1:

Сверление отверстия под резьбу 3/4". Сверлится отверстие Ø18 мм.

Глубина резания определяется по формуле  $t = \frac{D}{2} = \frac{18}{2} = 9$  Подача при сверлении s<sub>0</sub>=0,1 мм/об; Частота вращения n=800 об/мин;

Скорость резания

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \times 18 \times 800}{1000} = 22,6 \text{ м/мин.}$$

Находим крутящий момент по формуле:

$$M = 10 C_M D^q s^y K_p, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (22)$$

$$M = 10 \times 0,012 \times 9^{2,2} \times 0,1^{0,8} \times 1,146 = 2,1 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Рассчитываем мощность затрачиваемую на резание по формуле:

$$N_{рез.} = \frac{M n}{9750} = \frac{2,1 \times 800}{9750} = 0,18 \text{ кВт}$$

Проверяется, достаточна ли мощность станка:

$$N_{рез.} \leq N_{эф.}$$

$$N_{эф.} = N_{эдв.} \times \eta,$$

где N<sub>эдв.</sub> – мощность главного электродвигателя станка,

η – коэффициент полезного действия станка.

$$N_{эф.} = 20 \times 0,18 = 3,6 \text{ кВт}$$

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				

$$0,18 \text{ кВт} < 3,6 \text{ кВт}$$

Обработка с выбранными режимами допускается.

Расчет основного времени:

$$T_o = \frac{L}{ns_o}, \text{ мин}$$

где  $s_o = 0,1$  мм/об;

$n = 800$  об/мин;

$$L = l + l_1, \text{ мм};$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм:  $l = 20$  мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента:  $l_1 = 1$  мм.

$$L = 1 + 20 = 21 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{21}{800 \cdot 0,1} = 0,3 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время по формуле:

$$T_e = \sum T_{ei} = t_{e.y.} + t_{e.m.}, \quad (23)$$

где  $t_{e.y.}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали, [11, т.18];

$t_{e.m.}$  – вспомогательное время на выполнение вспомогательных перемещений при обработке конкретной поверхности;

$t_{e.m.}$  составляет в среднем 20% от основного времени.

$$T_e = 0,3 \times 0,20 = 0,06 \text{ минуты.}$$

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов:

Таблица 6 – Значения режимов резания для 015 операции, установ 1

№ пере-хода	Размер обрабатываемой поверхности, мм	Проходы	Параметры					
			$T_o$ , мин	$t$ , мм.	$S$ , мм/об	$V_{рез.}$ , м/мин	$N_{рез.}$ , кВт	$n$ , об/мин.
1	Ø18/20	черновой	0,3	9	0,1	23	0,18	800
2	Ø42/4	чистовой	0,2	12	0,1	23	0,18	800
3	3/4 /16	чистовой	1,3	1	0,1	20	0,18	500
4	Поворот стола на 45°							
5	Ø12/30	чистовой	0,45	6	0,1	23	0,2	800
6	Ø20/2	чистовой	0,2	4	0,1	23	0,18	800

Таблица 7 – Значения режимов резания для 015 операции, установ 2

№ пере-хода	Диаметр обрабатываемой поверхности, мм	Проходы	Параметры					
			$T_o$ , мин	$t$ , мм.	$S$ , мм/об	$V_{рез.}$ , м/мин	$N_{рез.}$ , кВт	$n$ , об/мин.
1	6 отв. Ø20/27	черновой	5,4	10	0,1	23	0,18	800
2	6 отв. Ø33/27	чистовой	6,0	6,5	0,1	23	0,18	800
3	6 отв. Ø55/8	чистовой	8,4	11	0,1	23	0,18	800

В итоге  $T_o$  на операцию 015 сверлильная составит  $2,45 + 19,8 = 22,25$  минут

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				

Операция 025. Сборочная (расточная) с ЧПУ:

Переход 1:

Расточка отверстия Ø100 H7(+0,035) мм.

Глубина резания определяется по формуле

$$t = \frac{D1 - D2}{2} = \frac{100 - 96}{2} = 2 \quad \text{Подача при растачивании } s_0 = 0,1 \text{ мм/об;}$$

Частота вращения  $n = 800$  об/мин;

Скорость резания

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \times 100 \times 800}{1000} = 251 \text{ м/мин.}$$

Находим крутящий момент по формуле:

$$M = 10 C_m D^q s^y K_p, \text{ Н м}$$

$$M = 10 \times 0,012 \times 100^{2,2} \times 0,1^{0,8} \times 1,146 = 7,2 \text{ Н м.}$$

Рассчитываем мощность затрачиваемую на резание по формуле:

$$N_{рез.} = \frac{M n}{9750} = \frac{7,2 \times 800}{9750} = 0,59 \text{ кВт}$$

Проверяется, достаточна ли мощность станка:

$$N_{рез.} \leq N_{эф.}$$

$$N_{эф.} = N_{эдв.} \times \eta,$$

где  $N_{эдв.}$  – мощность главного электродвигателя станка,

$\eta$  – коэффициент полезного действия станка.

$$N_{эф.} = 20 \times 0,59 = 11,8 \text{ кВт}$$

$$0,59 \text{ кВт} < 11,8 \text{ кВт}$$

Обработка с выбранными режимами допускается.

Расчет основного времени:

$$T_o = \frac{L}{n s_o}, \text{ мин}$$

где  $s_o = 0,1$  мм/об;

$n = 800$  об/мин;

$$L = l + l_1, \text{ мм;}$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм:  $l = 380$  мм;

$l_1$  – величина врезания инструмента:  $l_1 = 150$  мм.

$$L = 380 + 150 = 530 \text{ мм;}$$

$$T_o = \frac{530}{800 \cdot 0,1} = 6,7 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время по формуле:

$$T_e = \sum T_{ei} = t_{в.у.} + t_{мв.},$$

где  $t_{в.у.}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали, [11, т.18];

$t_{мв.}$  – вспомогательное время на выполнение вспомогательных перемещений при обработке конкретной поверхности;

$t_{мв.}$  составляет в среднем 20% от основного времени.

$$T_e = 6,7 \times 0,20 = 1,34 \text{ минуты.}$$

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				

Аналогично определяются режимы резания и нормы времени для последующих переходов:

Таблица 8 – Значения режимов резания для 025 операции

№ пере-хода	Диаметр обрабатываемой поверхности, мм	Проходы	Параметры					
			T <sub>0</sub> , мин	t, мм.	S, мм/об	V <sub>рез.</sub> , м/мин	N <sub>рез.</sub> , кВт	n, об/мин.
1	Ø110/380	черновой	6,7	2	0,1	251	0,59	800
		чистовой	5,2	0,25	0,1	251	0,59	800
2	4 отв. Ø116/25	чистовой	4,8	3	0,1	251	0,59	800
3	Ø125/380	черновой	7,4	2	0,1	251	0,59	800
		чистовой	5,6	0,25	0,1	251	0,59	800
4	2 отв. Ø131/25	чистовой	2,4	3	0,1	251	0,59	800
5	Ø180/380	черновой	8,3	2	0,1	251	0,59	800
		чистовой	6,0	0,25	0,1	251	0,59	800
6	2 отв. Ø186/25	чистовой	2,4	3	0,1	251	0,59	800
7	2 отв. Ø13/15	чистовой	1,5	6,5	0,1	251	0,59	800

В итоге T<sub>0</sub> на операцию 025 сборочная составит 50,3 минут.

Расчет штучного времени и нормирование работ для операции 010

Для станка время смены инструмента T = 5,2 с. берем из технических характеристик станка.

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

$$T_{ЦА} = T_0 + T_{МВ}, \text{ мин.} \quad (24)$$

где T<sub>0</sub> – основное время, мин;

T<sub>МВ</sub> – вспомогательное время, мин;

T<sub>МВ</sub> составляет 20 % от T<sub>0</sub>

$$T_{МВ} = 18,97 \times 0,20 = 3,8$$

$$T_{ЦА} = 25,7 + 5,14 = 30,84 \text{ мин}$$

Определение нормы штучного времени

Норму штучного времени определяем по формуле:

$$T_{шт} = (T_{ЦА} + T_B) \cdot \left( 1 + \frac{a_{мех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right), \quad (25)$$

где T<sub>B</sub> – вспомогательное время, рассчитываемое по формуле:

$$T_B = T_{B_{уст}} + T_{B_{он}} + T_{B_{изм}}, \quad (26)$$

где T<sub>B<sub>уст</sub></sub> – вспомогательное время на установку и снятие детали, T<sub>B<sub>уст</sub></sub> = 0,26 мин.

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

T<sub>B<sub>изм</sub></sub> – вспомогательное время на контрольные измерения, T<sub>B<sub>изм</sub></sub> = 0 мин;

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				



Серийное производство – это форма организации производства, для которой характерен выпуск изделий большими партиями (сериями) с установленной регулярностью выпуска. Серийное производство – наиболее распространенный тип производства, который характеризуется постоянством выпуска довольно большой номенклатуры изделий.

Производственный процесс в серийном производстве отличается высокой специализацией. За каждым рабочим местом закрепляется выполнение нескольких определенных операций. Это дает рабочему хорошо освоить инструмент, приспособления и весь процесс обработки, приобрести навыки и усовершенствовать приемы обработки.

Массовое производство – представляет собой форму организации производства, характеризующуюся постоянным выпуском строго ограниченной номенклатуры изделий, однородных по назначению, конструкции, технологическому типу, изготавливаемых одновременно и параллельно.

Важнейшей особенностью массового производства является ограничение номенклатуры выпускаемых изделий. Это создает экономическую целесообразность широкого применения в конструкциях изделий унифицированных и взаимозаменяемых элементов, узлов и деталей. Массовое производство характеризуется высокой степенью комплексной механизации и автоматизации технологических процессов.

Производится по каждому типу оборудования по формуле:

$$K_{\text{ст.р.}} = \frac{t_{\text{шт}} \cdot N}{K_{\text{в}} \cdot \Phi_{\text{эф}}}, \quad (27)$$

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

$N$  – программа выпуска изделий;

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

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

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

В серийном производстве количество деталей в партии для одновременного запуска допускается определять упрощенным способом: [3, с 152]

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (28)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт;

$a$  – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей (периодичность запуска – выпуска);

$F$  – число рабочих дней в году.

Желательно, чтобы в течение месяца было произведено не более трех-четыре запусков партии деталей, этому наиболее соответствует периодичность 5, 10 дней, принимаем периодичность запуска  $a = 10$  дней.

Число рабочих дней в году определяем по формуле: [3, с 152]

$$F = F_{\text{д.г.}} - F_{\text{пр.д.}} - F_{\text{вых.д.}} = 365 - 8 - 104 = 253 \quad (29)$$

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					

Приведенная формула для расчета количества деталей в партии позволяет приближенно определить размер партии, который должен быть в дальнейшем скорректирован с учетом удобства планирования и организации производства. С этой целью размер партии устанавливается исходя из полной загрузки основного оборудования, или основных рабочих мест, в течении целого числа смен.

Периодичность запуска-выпуска изделий:

$a = 10$  дней;

Число рабочих дней в году:

$F = 253$  дней;

Годовая программа выпуска деталей:

В задании на дипломный проект указана годовая программа выпуска изделий, поэтому программу в штуках необходимо вычислить по формуле: [3, с 155]

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (30)$$

где  $N_1$  – годовая программа выпуска изделий  $N_1 = 600$  шт.;

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

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

Принимаем  $\beta = 5\%$ , тогда:

$$N = 600 \times \left(1 + \frac{5\%}{100}\right) = 630 \text{ шт} \quad N = 630 \text{ штук.}$$

Тогда расчетное количество деталей в партии составит:

$$n = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{630 \cdot 10}{253} = 24.9 \approx 25 \text{ шт.}$$

Определение такта выпуска:

Величина такта выпуска рассчитывается по формуле: [3, с 156]

$$t_b = \frac{F_d \cdot 60}{N}, \quad (31)$$

где  $F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/см, определяются по следующей формуле: [3, с 157]

$$F_d = \left[ (F - F_{\text{пр.д.}} - F_{\text{вых.д.}} + F_{\text{раб.суб.}}) \cdot t_{\text{ч.см.}} - t_{\text{сокр.}} \right] \cdot n_{\text{см.}} \cdot \left(1 - \frac{\Pi}{100}\right), \quad (32)$$

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

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

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

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

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

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

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

$\Pi$  – потери времени на проведение ремонтов, обслуживания, настройки и подналадке оборудования 3%.

Определим действительный годовой фонд времени работы оборудования:

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

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				

Принимаем  $F_D = 1965$  ч/см.

Итак, расчетное количество оборудования:

$$K_{ст.р 1} = \frac{0,56 \cdot 1000}{1,2 \cdot 1847} = 0,25 \quad \text{принимается 1 станок}$$

$$K_{ст.р 2} = \frac{0,488 \cdot 1000}{1,2 \cdot 1847} = 0,22 \quad \text{принимается 1 станок}$$

$$K_{ст.р 3} = \frac{1,105 \cdot 1000}{1,2 \cdot 1847} = 0,5 \quad \text{принимается 1 станок}$$

Всего используется 3 станка.

### 2.3.8.1 Использование оборудования по времени

Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование во времени. При выборе станков для разработанного технологического процесса этот фактор должен учитываться таким образом, чтобы исключить их простои, т.е. нужно выбирать станки по производительности. С этой целью определяют наряду с другими технико-экономическими показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному технологическому процессу.

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

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

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_n} \quad (33)$$

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

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_b} \quad (34)$$

Таблица 10 – Коэффициент загрузки станков

№ п/п	Операция	Коэффициент загрузки, %:
005	Комплексная на ОЦ	$\eta_z = (33,76/112,3 \cdot 1) \times 100 = 30\%$
		$\eta_z = (29,3/112,3 \cdot 1) \times 100 = 26\%$
		$\eta_z = (66,3/112,3 \cdot 1) \times 100 = 59\%$

Рисунок 10 - График загрузки станков Victor Vcenter-N800

### 2.3.8.2 Использование оборудования по основному времени



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

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шк}} \quad (35)$$

Таблица 11 – Коэффициент использования станков по основному времени

№ п/п	Операция	Коэффициент загрузки, %:
005	Комплексная на ОЦ	$\eta_o = (25,7/33,76) \times 100 = 76\%$
		$\eta_o = (22,25 / 29,3) \times 100 = 73\%$
		$\eta_o = (50,3/66,3) \times 100 = 80\%$

Рисунок 11 - График использования станков Victor Vcenter-H800 по основному времени

### 2.3.8.3 Использование оборудования по мощности

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

$$\eta_m = \frac{N_{пр}}{N_{ст}} \quad (31)$$

Таблица 12 – Коэффициент использования станков по мощности

№ п/п	Операция	Коэффициент загрузки, %:
005	Комплексная на ОЦ	$\eta_m = (5,6 / 20) \times 100 = 28\%$
		$\eta_m = (4,8 / 20) \times 100 = 24\%$
		$\eta_m = (5,9 / 20) \times 100 = 29,5\%$

Рисунок 12 - График использования станков Victor Vcenter-H800  
по мощности

### 2.3.9. Описание планировки участка

Состав производственных отделений и участков механических цехов определяется характером изготавливаемых изделий, технологическим процессом, объемом и организацией производства. Относительно просто этот вопрос решается для цехов массового и крупносерийного типов производства, где естественной является целевая предметная специализация цехов и участков. Число поточных линий обработки, расстановка оборудования, как правило, определяется числом изготавливаемых деталей. Такая структура обеспечивает прямоточность производственного процесса, когда в конце поточных линий обработки рас полагаются участки узловой сборки, а дальше – сборка агрегатов или изделий.

Вспомогательные отделения механического цеха:

- а) заготовительное отделение;
- б) заточное отделение;
- в) контрольное отделение;
- г) ремонтное отделение;
- д) мастерская для ремонта приспособлений и инструмента;
- е) мастерская энергетика цеха;
- ж) отделение для приготовления и раздачи охлаждающих жидкостей;
- з) цеховой склад заготовок и материалов;
- и) межоперационный склад;
- к) инструментально-раздаточный склад;
- л) склад приспособлений;
- м) склад абразивов;
- н) склад масел.

#### 2.3.9.1 Складская система

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33





Перемещение на спутниках широко применяют потому, что при этом допускается автоматизация смены полуфабрикатов благодаря единству основных баз спутника и вспомогательных баз приспособлений, устанавливаемых на рабочих столах станков, и оборудования транспортной системы.

В механосборочном производстве широкое применение находят транспортные системы периодического и непрерывного действия. Транспортные системы периодического действия подразделяют на две группы: транспортные системы с жесткой связью, используемые в основном в поточном производстве, и транспортные системы с гибкой связью. Тип транспортной системы выбирают с учетом времени выполнения технологических операций и условий изготовления изделий.

Напольной называют транспортную систему, у которой рабочая ветвь расположена на уровне пола. Транспортную систему, у которой рабочая ветвь расположена на уровне рук рабочих, называют эстакадной, а если выше этого уровня, то подвесной.

Создание единой транспортной системы механосборочного производства позволяет выполнять ориентирование в пространстве заготовок, полуфабрикатов и готовых деталей в процессе их транспортирования между рабочими местами (позициями) на механических участках, вплоть до рабочих мест (позиций) на сборочных участках. Это приводит к сокращению транспортных операций по дополнительному ориентированию заготовок, полуфабрикатов и готовых деталей, что в итоге снижает трудоемкость и себестоимость транспортирования.

При выборе способов удаления и переработки стружки определяют ее количество как разность массы заготовок и деталей. При укрупненных расчетах массу стружки можно принимать равной 10 - 15 % массы готовых деталей.

Для облегчения транспортирования длина стружки должна быть не более 200 мм, а диаметр спирального витка - не более 25 - 30 мм.

Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки, образованного на 1 м<sup>2</sup> цеха (корпуса). Критерием оценки выбранного варианта являются минимальные приведенные затраты на годовой выпуск.

При количестве стружки до 0,3 т. в год, приходящейся на 1 м<sup>2</sup> площади цеха, целесообразно собирать стружку в специальные емкости и доставлять к месту сбора или переработки напольным транспортом. В ГПС для этой цели используют транспортные роботы. Указанный способ транспортирования всегда применяют, когда на участке обрабатывают заготовки из разнородных материалов.

При количестве стружки 0,3 - 0,65 т. в год на 1 м<sup>2</sup> площади цеха предусматривают линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера в углублении на подъемнике. Заполненная стружкой тара вывозится на накопительную площадку или участок переработки.

Если на 1 м<sup>2</sup> площади цеха приходится 0,65 - 1,2 т. стружки в год при общем количестве не менее 3000 т в год, рекомендуется создавать систему линейных и магистральных конвейеров, которые транспортируют стружку на накопительную площадку или бункерную эстакаду, расположенную за пределами цеха для погрузки в автосамосвалы.

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					



от вида напольного транспорта и габаритных размеров перемещаемых грузов. Стружкооборочные каналы, располагаемые вдоль проезда, должны находиться за его пределами. Ширину пешеходных проходов принимают равной 1600 мм.

## 2.4 Расчет площади участка

### 2.4.1. Расчет производственной площади

Производственную площадь участка по обработке комплекта деталей определяем из удельной площади станка  $f_{Ci}$  и числа станков. В удельную площадь включаются площадь станка, площадь необходимая для рабочего, проходов и проездов,  $m^2$  (для укрупненного расчета удельная площадь станка равна  $14 m^2$ ):

$$F_{пр} = \sum_{Ci}^m n_{Ci} \cdot (f_{Ci} + 10), \quad (35)$$

где:  $\sum_{Ci}^m n_{Ci}$  – общее количество станков, шт.;

$f_{Ci}$  – удельная площадь станка,  $m^2$ ;

$$F_{пр} = 3 \cdot (14 + 10) = 72 (m^2)$$

### 2.4.2. Расчет площади вспомогательных помещений

Определяем количество вспомогательного оборудования и площадь:

а) заточного отделения:

$$S_{зат} = 12 \cdot C_{зат}, \quad (36)$$

где:  $C_{зат}$  – количество единиц станочного оборудования. Норматив на 1 станок заточного отделения составляет  $12 m^2$ .

Количество единиц оборудования заточного отделения составляет от 4 до 6% от количества основного производственного оборудования.

$$C_{зат} = 3 \cdot 0,05 = 0,15. \text{ Принимаем 1 единицу.}$$

$$S_{зат} = 12 \cdot 1 = 12 m^2$$

б) ремонтного отделения:

$$S_{рем} = 30 \cdot C_{рем}, \quad (37)$$

где:  $C_{рем}$  – количество единиц станочного оборудования. Норматив на 1 станок ремонтного отделения составляет  $30 m^2$ .

Количество единиц оборудования ремонтного отделения составляет от 2,6 до 4,3% от количества основного производственного оборудования.

$$C_{рем} = 3 \cdot 0,04 = 0,12. \text{ Принимаем 1 единицу.}$$

$$S_{рем} = 30 \cdot 1 = 30 m^2$$

в) площадь службы энергетика составляет 30% от площади ремонтного отделения:

$$S_{эн} = 30\% \cdot S_{рем}, \quad (38)$$

$$S_{эн} = 0,3 \cdot 30 = 9 m^2$$

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					

г) отделение для приготовления и раздачи СОЖ и склада масел:

$$\begin{aligned} S_{\text{сож}} &= 5\% \cdot S_{\text{ст}}, \\ S_{\text{сож}} &= 0,05 \cdot 72 = 3,6 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (39)$$

Из этой площади от 10 до 15 % составляет склад масел. Принимаю  $S_{\text{масел}} = 0,5 \text{ м}^2$ .

$$S_{\text{общ}} = 72 + 12 + 30 + 9 + 3,6 = 126,6 \text{ м}^2.$$

2.4.3. Площадь инструментально – раздаточной кладовой:

а) площадь склада инструментов:

$$\begin{aligned} S_{\text{с.и.}} &= 0,3 \cdot C_{\text{общ}}, \\ (40) \quad S_{\text{с.и.}} &= 0,3 \cdot 126,6 = 37,9 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

б) площадь склада приспособлений:

$$\begin{aligned} S_{\text{сп}} &= 0,4 \cdot C_{\text{общ}}, \\ S_{\text{сп}} &= 0,4 \cdot 126,6 = 50,6 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (41)$$

в) площадь кладовых для абразивов:

$$\begin{aligned} S_{\text{ка}} &= 0,4 \cdot C_{\text{заг}}, \\ S_{\text{ка}} &= 0,4 \cdot 12 = 4,8 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (42)$$

Общая площадь ИРК участка:

$$\begin{aligned} S_{\text{ИРК}} &= S_{\text{с.и.}} + S_{\text{сп}} + S_{\text{ка}}, \\ S_{\text{ИРК}} &= 37,9 + 50,6 + 4,8 = 93,3 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (43)$$

2.4.4. Расчет площади склада заготовок

Площадь склада материалов и заготовок определяется по формуле:

$$\begin{aligned} S_{\text{мат}} &= 15\% \cdot S_{\text{ст}}, \\ S_{\text{мат}} &= 0,15 \cdot 72 = 10,8 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (44)$$

2.4.5. Расчет площади склада готовой продукции

Площадь склада готовых изделий определяется по формуле:

$$\begin{aligned} S_{\text{дет}} &= 10\% \cdot S_{\text{ст}}, \\ S_{\text{дет}} &= 0,1 \cdot 72 = 7,2 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (45)$$

2.4.6. Расчет площади контрольных отделений

Площадь контрольных отделений:

$$\begin{aligned} S_{\text{контр}} &= 5\% \cdot S_{\text{ст}}, \\ S_{\text{контр}} &= 0,05 \cdot 72 = 3,6 \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (46)$$

2.4.7. Расчет площади бытовых помещений

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39



Площадь бытовых и административно-конторских помещений:

$$S_{\text{быт}} = 3 \cdot \sum P, \quad (68)$$

где:  $\sum P$  – общее число работников цеха.

Численность основного производственного персонала определяется исходя из трудоёмкости изготовления изделий, годового объёма производства, годового фонда времени одного рабочего, баланса рабочего времени.

$$N_p = \frac{T_{\text{шт-к}} \cdot \Pi \cdot K_{\text{отм}}}{\Phi_3}, \quad (69)$$

где:  $N_p$  – численность персонала;

$T_{\text{шт-к}}$  – время, затраченное на производство работ, (с. 36, таблица 11);

$\Pi$  – годовая программа,  $\Pi = 600$  шт;

$K_{\text{отм}}$  – коэффициент организационно-технических мероприятий,

$K_{\text{отм}} = 1,05 \dots 1,25$ ;

$\Phi_3$  – эффективный фонд рабочего времени.

Таблица 13 – Баланс рабочего времени в 2017 году

№ п/п	Основной фонд рабочего времени	Кол-во	Примечание
1	Календарный фонд времени, дни	365	Из календаря
2	Количество выходных и праздничных дней	118	Из календаря
3	Номинальный фонд рабочего времени, дни	247	п.1 – п.2
4	Плановые невыходы на работу (всего):		
	- по болезни	5	2% от п.3
	- отпуска	28	11% от п.3
	- прочие оплачиваемые неявки, разрешенные ТК РФ	1,25	0,05% от п.3
5	Эффективный фонд рабочего времени, дни	212	п.3 – п.4
6	Продолжительность рабочего дня, час.	8	$\Phi_3$
7	Номинальный фонд рабочего времени, час	1976	п.3хп.6
8	Эффективный фонд рабочего времени, час	1696	п.5хп.6
9	Коэффициент использования рабочего времени $K_{\text{ирв}}$	0,86	п.8/п.7

Таблица 18 – Численность основных производственных рабочих

№ опер.	Операция	$T_{\text{шт-к}}$ , мин/час.		Численность персонала	
		1 деталь	Партия	Расчетная	Принятая
005	Комплексная на ОЦ	0,56	336	0,2	1
		0,488	292,8	0,2	1
		1,105	663	0,4	1
010	Слесарная	0,28	168	0,1	1
015	Гальваническая	0,31	186	0,1	1

020	Контрольная	0,4	240	0,15	1
025	Упаковочная	0,08	48	0,03	1
Итого:					7

Таблица 19– Численность вспомогательных рабочих

№ п/п	Профессия	Численность персонала
1	Слесарь по ремонту оборудования	1
2	Заточник	1
3	Кладовщик	3
4	Уборщик	1
Итого:		6

Таблица 20 – Численность руководителей, специалистов и служащих

№ п/п	Категория работающих	Численность
1	Служащие	1
2	Специалисты	1
3	Руководители	1
Итого:		3

$$S_{\text{быт}} = 3 \cdot 16 = 48 \text{ м}^2$$

#### 2.4.8. Расчет общей площади и объема здания участка

$$S_{\text{уч}} = 126,6 + 93,3 + 10,8 + 7,2 + 3,6 + 48 = 289,5 \text{ м}^2$$

Проектируемый участок размещен в механосборочном цехе, заблокированном с родственными цехами в одноэтажном промышленном корпусе, представляющем собой унифицированную типовую секцию (УТС). Подобные УТС состоят из унифицированных типовых пролетов, каждый из которых имеет следующие строительные параметры, [16, приложение16].

- ширина пролета,  $L = 18 \text{ м}$ ;
- шаг колонн,  $t = 6 \text{ м}$ ;
- высота пролета,  $h = 7,2 \text{ м}$ , [16, приложение17].

$$L = \frac{S_{\text{ц}}}{1}, \quad (70)$$

где: 1 – ширина пролета,  $l = 18 \text{ м}$ .

$$L = \frac{289,5}{18} = 16,1 \text{ м}$$

Длина помещения должна быть кратна шагу колонн, т.е. 6 м. Принимаем  $L = 18 \text{ м}$ .

Фактическая площадь цеха будет равна:

$$S_{\text{ц(ф)}} = 18 \cdot 18 = 324 \text{ м}^2$$

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Объем здания:

$$V_{зд} = L \cdot l \cdot H, \quad (71)$$
$$V_{зд} = 18 \cdot 18 \cdot 7,2 = 2332,8 \text{ м}^3$$

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Расчет приспособления

Для операции 010 комплексная разработано специальное зажимное приспособление.

Данное приспособление будет являться специальным узлом фрезерного станка. Деталь базируется по плоскости, для точного базирования используются специальные упоры. Зажим обрабатываемой детали производится при помощи пневматического прихвата.

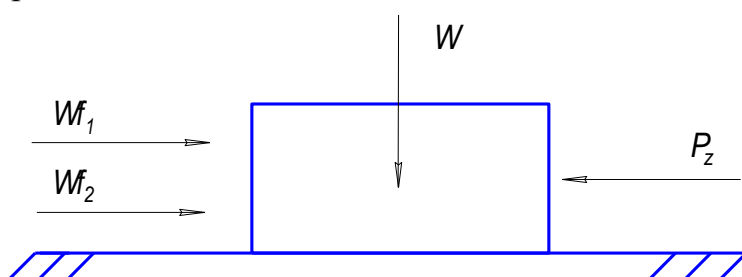


Рисунок 13 – Схема взаимодействия сил резания и зажима

В этом случае силы направлены взаимно перпендикулярно (силы зажима и сила резания), силе резания противодействуют силы трения на опоре и в точках зажима.

Установка заготовки производится на плоскую контактную поверхность, при помощи установочных элементов.

Пневмоцилиндр служит для создания исходной силы тяги на ведущем звене, силового механизма. Рычаг служит для преобразования усилия силового привода

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

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

а) б)  
 Рисунок 14 – Схема базирования  
 (а-1 установ, б-2 установ)

Закрепление заготовки осуществляется силой  $W$ . При сдвиге заготовки под действием силы  $P_z$  возникает опрокидывающий момент.

В результате изложенных рассуждений разработана расчётная схема при следующих допущениях:

При обработке на заготовку действует только крутящий момент резания  $M_{кр}$ ;

Действие всех сил на заготовку имеет точечный характер;

Наиболее вероятным смещением заготовки при обработке является её сдвиг от силы  $P_z$ , образующейся при резании.

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

Сила зажима:

$$W = \frac{KP}{f_1 + f_2}, \text{ где} \quad (37)$$

$$f_1 + f_2 = f$$

(33)

$f$  – коэффициент трения на поверхностях зажима,  $f = 0,1$  [4, с 241];

$K$  – коэффициент запаса,  $K = 1,5$ ;

$P$  – сила резания, берут из расчетов режимов резания,  $P = 61,43$  кН.

$$W = \frac{1,5 \cdot 61,43}{0,1 + 0,1} = 460,73 \text{ кг.}$$

Усилие на штоке

$$Q = W \div \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) \cdot \operatorname{tg} \varphi_{2np}}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg} \varphi_{1np}}, \quad (38)$$

$\alpha = 10^\circ$ ,

$\operatorname{tg} \varphi_{1np} = \operatorname{tg} \varphi_{2np} = 0,05$ ;

$$Q = 460,73 \div \frac{1 - \operatorname{tg}(10^\circ + 5^\circ) \cdot 0,05}{\operatorname{tg}(10^\circ + 5^\circ) + 0,05} = 148,6 \text{ кг}$$

Диаметр цилиндра

$$Q = 0,785 \cdot D^2 \cdot \rho \cdot \eta, \quad (39)$$

Из формулы можно определить диаметр цилиндра, если известны  $Q$  и  $\rho$ . Для упрощения расчета и создания некоторого запаса усилия из формулы исключают КПД, но зато найденную расчетом потребную силу  $Q$  на штоке увеличивают в 1,5 раза и диаметр цилиндра находят из уравнения:

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$1,5Q = 0,785D^2 \rho ,$$

откуда

$$D \approx 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\rho}} \text{ см} \quad (40)$$

Обычно при расчетах принимается  $\rho = 4 \text{ кгс/см}^2$ .

$$D \approx 0,7 \sqrt{Q} \approx 0,7 \sqrt{148,6} = 65 \text{ мм}$$

Принимаем  $D = 70 \text{ мм}$ .

Приспособление фрезерное призматическое для установки и крепления корпуса при фрезеровании плоскостей. Приспособление устанавливается на стол фрезерного станка и крепится при помощи шпонок в специальные пазы стола. Приспособление подключается к воздушной магистрали с давлением воздуха 0,4 МПа. Корпус устанавливается на пластины и опоры.

Требуется определить, будет ли обеспечиваться требуемая точность обработки на операции фрезерование.

Выявляются все составляющие суммарной погрешности обработки, порождающие биение обрабатываемой поверхности заготовки, используя расчетные уравнения определения суммарной погрешности обработки.

Расчётные уравнения:

$$\Delta\Sigma \leq T , \quad (41)$$

Суммарная погрешность обработки по предельным значениям:

$$\Delta\Sigma = K_1 \cdot \Delta M_0 + \Delta_c + \Delta_{p.n} + \Delta_{y.n} + \Delta_{н.н} + \Delta_{изм} + \Delta_u \quad (42)$$

Суммарная погрешность обработки- вероятностный метод:

$$\Delta\Sigma = \sqrt{K_1^2 \cdot \Delta M_0^2 + \Delta_c^2 + \Delta_{p.n}^2 + \Delta_{y.n}^2 + \Delta_{н.н}^2 + \Delta_{изм}^2 + \Delta_u^2} \quad (43)$$

где  $K_1 = 1$  – увеличение сил резания из-за колебаний припусков на заготовку;

$\Delta_{м.о} = 0 \text{ мм}$  – погрешность метода обработки, т. к. выполнение заданного на эскизе технического требования практически не зависит от метода обработки.

$\Delta_{изм} = 0,3 \cdot T = 0,3 \cdot 0,03 = 0,009 \text{ мм}$  – погрешность измерения;

$\Delta_u = 0 \text{ мм}$  – погрешность от неточности изготовления режущего инструмента и его износа.

$\Delta_c = 0,005 \text{ мм}$  – погрешность от неточности применяемого оборудования.

$\Delta_{y.n} = \sqrt{\Delta_{б.н.}^2 + \Delta_{з.н.}^2 + \Delta_{у.н.}^2}$  – погрешности, связанные с установкой заготовки в СП, где:

СП, где:

$\Delta_{б.н.} = 0 \text{ мм}$  – погрешность базирования заготовки в СП.

$\Delta_{з.н.} = 0 \text{ мм}$  – погрешность закрепления заготовки в СП.

$\Delta_{у.н.} = 0,02 \text{ мм}$  – погрешность изготовления и износа рабочей поверхности устанавливаемого элемента.

$$\Delta_{y.n} = \sqrt{0,02^2} = 0,02 \text{ мм}$$

$\Delta_{p.n.} = 0$  мм – погрешность, связанная с расположением режущего инструмента.

$\Delta_{н.п.} = 0,007$  мм – настройки СП на станке.

Предельный метод:

$$\Delta\Sigma = 0,009 + 0,005 + 0,02 + 0,007 = 0,041 \text{ ,мм.}$$

Вероятностный метод:

$$\Delta\Sigma = \sqrt{0,009^2 + 0,005^2 + 0,02^2 + 0,007^2} = 0,026 \text{ , мм.}$$

Сопоставив расчетные значения погрешности обработки с допуском, получаем условия:  $0,041 > 0,04$  и  $0,026 < 0,04$ . Анализируя полученные результаты, устанавливаем, что расчет по предельным значениям погрешностей не гарантирует точность выполнения проверяемого параметра, а вероятностный расчет подтверждает, что точность проверяемого параметра будет обеспечиваться. Учитывая незначительное превышение погрешности ( $\Delta\Sigma = 0,041$  мм) по сравнению с допуском ( $T=0,04$  мм) при расчете по предельным значениям погрешностей и значительное превышение допуска ( $T = 0,04$  мм) по сравнению с погрешностью ( $\Delta\Sigma = 0,026$  мм) при расчете вероятностным методом, устанавливаем, что в проектируемом приспособлении имеется еще и некоторый запас по точности обработки.

Следовательно, проектируемая конструкция приспособления будет обеспечивать требуемую точность обработки.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

Выбор режущего инструмента осуществляется в зависимости от содержания операций, выбранного оборудования и по возможности из стандартного режущего инструмента. Для обработки отверстия  $\varnothing 100$  Н7<sup>+0,035</sup> проектируется спец. расточная головка (рисунок 13), оснащенная СМП.

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

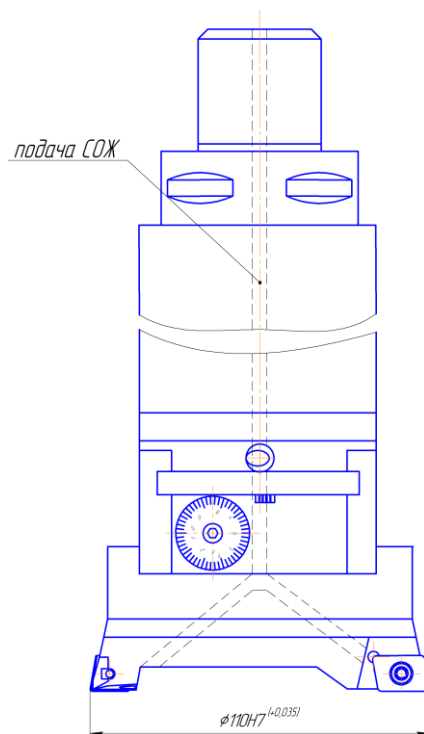


Рисунок 15 – Головка расточная

Головка содержит державку в виде микрометрического винта, на одном конце которого выполнено гнездо для режущей пластины, а на другом расположена шпонка, предназначенная для взаимодействия со шпоночным пазом расточной оправки, лимб, размещенный во втулке с нониусом, закрепленной на оправке, и жестко связанный с одной из двух сопряженных с упомянутым винтом гаек, соединенных упругим элементом, образованным радиальными пазами на образующей лимба, фиксируемого во втулке стопорным кольцом по канавке с опорной поверхностью под стопорное кольцо на образующей лимба. Для уменьшения габаритов и упрощения конструкции стопорное кольцо выполнено в виде тарельчатой пружины, взаимодействующей с опорной поверхностью канавки, а одна из гаек разрезана в осевом направлении, причем осевой паз от реза пересекает упомянутую канавку. Опорная поверхность канавки может быть выполнена наклонной. Осевые пазы от разреза гайки могут быть соединены с радиальными пазами. На образующей лимба от его торца до канавки выполнены лыски.

Для головки конкретного применения с целью наиболее полного использования материала режущей части передний угол в корпусе под пластину следует назначать той величины, которая рекомендуется в зависимости от обрабатываемого материала.

Глубина врезания  $h$  паза под пластину не должна превышать  $1/3$  высоты державки  $H$ . Толщина пластины выбирается в пределах  $(0,2 - 0,25) H$ . Ширина и длина пластины назначаются в зависимости от вида резца (проходной, прямой проходной, канавочный и пр.) и его размеров.

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ					

При подборе формы и размеров пластины следует руководствоваться ГОСТ – 6952-98. При проектировании паза под пластину необходимо стремиться к тому, чтобы сила резания, действующая на пластину, прижимала ее к стенкам паза.

Качество инструмента регламентируется государственными стандартами в виде технических условий (ТУ). ТУ (стандарт СТ СЭВ 1165–78) устанавливают отклонения на следующие элементы: габариты; основные размеры; посадочные, опорные и установочные поверхности; режущие элементы.

Отклонения на габариты, как правило, соответствуют отклонениям на свободные размеры. Предельные отклонения высоты державки не должны превышать  $h_{11}...h_{12}$ , а ширины —  $js_{16}$ . Длина резца должна соответствовать  $\pm IT_{16}$ . Предельные отклонения от перпендикулярности боковой поверхности державок к опорной поверхности должны лежать в пределах  $\pm 30'... \pm 2^\circ$  в зависимости от размеров и формы поперечного сечения и типа резцов.

Шероховатость рабочих поверхностей (передней, главной и вспомогательной поверхностей) должна быть не выше 8–9 классов. Шероховатость поверхностей державки не более 5–6 классов.

Корпус составного резца следует изготавливать из углеродистых и легированных конструкционных сталей марок 35, 45, 40X, 40XГНМ и др. Твердость после закалки должна быть в пределах 50 – 60 HRCэ.

На поверхности резцов не должно быть трещин, следов припоя, также коррозии.

Проверочный расчет головки на прочность.

По таблице [2] назначаем режимы резания:

для чистового точения чугуна СЧ 15-35 — глубина резания  $t = 2$  мм, подача  $S = 0,1$  мм/об (табл. 14 главы 4 [2]).

Определяем изгибающий момент:

Вылет головки принимаем  $l = 1,25 H = 1,25 \times 380 = 475$  мм.

Рассчитываем силу  $P_z$  по формуле:

Определяем изгибающий момент

$$W_u = BH^2/6$$

$$W_u = 25^3/6 = 2602,2 \text{ мм}^3$$

$$P_z = ct^x s^y$$

$$P_z = 2000 \cdot 2^1 \cdot 0,2^{0,75} = 1196,4 \text{ Н}$$

Определяем момент сопротивления изгибу по формуле

Напряжения изгиба, возникающие в державке резца, определяем по формуле:

Для изготовления корпуса принимаем сталь марки 40X с механическими

$$\frac{M_u}{W_u} \leq [\sigma_u]$$

$$M_u = 1196,4 \text{ Н} \cdot 31,25 \text{ мм} = 37387,5 \text{ Нмм}$$

свойствами  $\sigma_B = 900$  МПа,  $\sigma_T = 700$  МПа [5].

### 3.3 Проектирование контрольного приспособления

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47



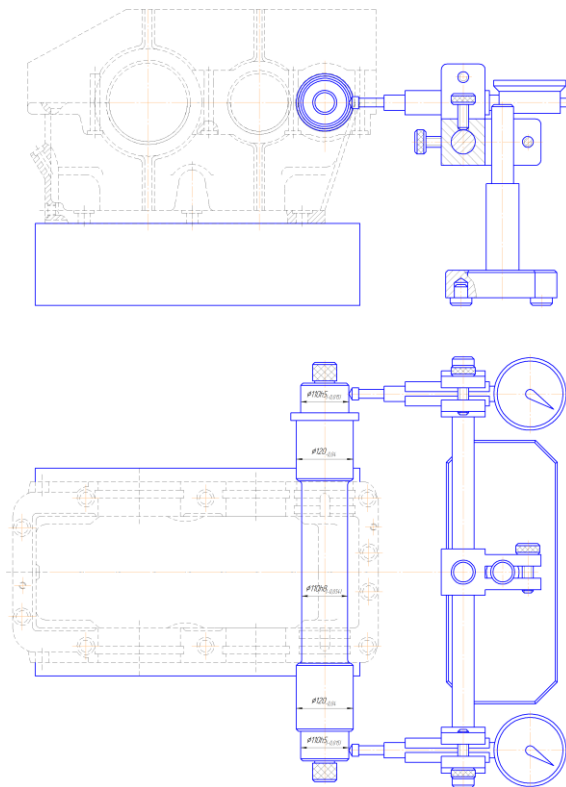


Рисунок 15 – Контрольное приспособление

Данное приспособление имеет габаритные размеры 520×1200×315. При эксплуатации приспособление устанавливается на рабочее место контролера (верстак, контрольную полку (плиту) и т.д.) в положении, удобном для установки, вращения и снятия проверяемой детали. Дополнительное крепление приспособления не требуется. Погрешность измерения данного контрольного приспособления равна 0,001.

Выбор данного приспособления обусловлен его простотой, а также высокой точностью измерения контролируемых параметров. С помощью данного приспособления можно измерить соосность отверстий, а также радиальное биение поверхностей относительно базы детали. К достоинствам приспособления можно отнести его простоту конструкции, что особенно важно при обслуживании.

Деталь собирают с сопряженной крышкой, и устанавливается на магнитную плиту ГОСТ 8956-99. Включается магнит.

Оправку (сделанная из стали 12Х14Н18ЮТ) вводят в отверстие  $\varnothing 100$  Н7 и двумя индикаторами измеряют соосность, радиальное биение оправки, параллельность оси отверстий.

									Лист
									48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ				

## Заключение

Технологический процесс является основой организации производства. На основе технологического процесса обработки деталей определяется количество необходимого оборудования, инструмента и приспособлений, число рабочих и обслуживающего персонала для выполнения заданной программы по выпуску деталей.

Одной из главной особенностью построения технологических процессов является максимальная концентрация последовательно выполняемых по программе технологических переходов с применением различного режущего инструмента при наиболее полном использовании принципа единства баз. Преимуществом этого является достижение высокой точности относительного положения поверхностей детали, обрабатываемых с одной установки при использовании различного режущего инструмента. Это объясняется следующими факторами: при обработке нескольких поверхностей заготовки с одной установки, погрешность установки не влияет на точность их относительного положения; высокая точность и стабильность статической настройки, получаемой в автоматическом цикле по управляющей программе, что обеспечивается геометрической точностью станка, точностью позиционирования.

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Технологический процесс связывает между собой все звенья производства. Поэтому точное соблюдение установленного технологического процесса, оформленного в виде технологических карт, является необходимым условием правильной организации производства. Технологический процесс является на производстве законом, который нарушать нельзя. Изменение технологического процесса производится только с разрешения лиц, на это уполномоченных.

Преимущество проектного техпроцесса над базовым заключается в совмещении операций обработки, что приводит к сокращению времени обработки детали по причине уменьшения машинного времени и времени на переналадку оборудования. И как следствие уменьшается себестоимость обработки.

#### Библиографический список

1. Суворова, Н.Н., Романова Е.А. Оформление технологической документации при выполнении курсовых и дипломных проектов: учебное пособие / под ред. С.Г.Лакирева.- Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003.- 63 с.
2. Суворова, Н.Н., Основы технологии машиностроения: учебное пособие / под ред. профессора С.Г.Лакирева.- Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004.- 118 с.
3. Справочник технолога – машиностроителя, том I. Под редакцией техн. наук А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. М., «Машиностроение», 1972г - 694 с.
4. Металлорежущие инструменты Г. Н. Сахаров, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой и др. М.: Машиностроение, 1989г – 328с.
5. Металлорежущие станки. Под редакцией В. Э. Пуша – М.: Машиностроение, 1985 – 256с.
6. Родин П. Р. «Основы проектирования режущих инструментов» - К: Высш. шк., 1990г – 424с.
7. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении. Под редакцией В. В. Матвеева, Ф. И. Бойков, Ю. Н. Свиридов. Челябинск 1979 г.
8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Крупносерийное производство. - М: НИИ труда 1974, 1975.
9. Ансеров М.А. «Приспособления для металлорежущих станков» М.: Машиностроение, 1966г – 650с.

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					15.03.05.2018.281.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51