

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления корпуса конического редуктора

Обучающийся

Л.Ю. Солкина

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

В выпускной работе рассматривается технологический процесс изготовления корпуса вертикального конического одно ступенчатого редуктора. По заданию объем выпуска дан в количестве 1000 деталей в год.

Для рационального проектирования технологии выбран тип производства. Представленная технология по всем признакам соответствует необходимым характеристикам среднесерийного типа производства.

Для спроектированной детали назначены по стандартам требования с учетом обеспечения технологичности по всем группам показателей. При проектировании найденные технологические недостатки связаны с общей компоновкой редуктора. Это необходимость при выполнении расточных работ подводить инструмент с разных направлений. Соответственно возникает необходимость кантования заготовки для обеспечения инструментальной доступности с разных сторон или менять станок для работ. Спроектирована для выбранного метода литья в песчаные формы заготовка. С учетом отливки средней точности и серийного производства разработана операционная технология. Операции соответствуют типовой структуре: подготовка чистовых баз, черновая обработка, чистовая с обработкой крепежных поверхностей. Для расточной операции выполнено проектирование с подробным расчетом режимов и нормированием.

Конструкторская разработка направлена на повышение эффективности растачивания за счет переналаживаемого специализированного приспособления с механизированным приводом зажима. Инструмент - расточная борштанга с микрометрическим регулируемым вылетом расточного резца, обеспечивающим точную настройку на диаметральный размер. По стандартам на проектирование технологии она заканчивается разработкой мероприятий по защите охраны труда и обеспечению экологичности спроектированного маршрута. Эффективность изменений в расточной операции подтверждается экономическим расчетом.

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	5
1.1 Анализ назначения детали	5
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	8
1.3 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы	11
2.1 Определение типа производства	11
2.2 Проектирование заготовки.....	11
2.3 Назначение переходов. Разработка маршрута	13
2.4 Выбор средств технологического оснащения	16
2.5 Расчет припусков	18
2.6 Режимы резания	21
2.7 Нормирование.....	27
3 Разработка специальной технологической оснастки	31
3.1 Проектирование станочного приспособления	31
3.2 Проектирование инструмента.....	39
4 Экологичность и безопасность проекта.....	42
5 Экономическая эффективность работы	45
Заключение	49
Список используемых источников.....	50
Приложение А Технологические карты	53
Приложение Б Спецификация приспособления	59
Приложение В Спецификация инструмента	61

Введение

Целью проектирования технологии любого назначения является получение изделия в соответствии с характеристиками и требованиями, указанными в конструкторской документации. Для этого необходимо анализировать особенности обработки данного изделия в соответствии с принципами технологичности. Изменение конструкции или технических требованиях к изделию на этапе конструкторской подготовки производства обеспечивает многократное снижение издержек на подготовку производства. Поэтому, работа конструктора, который формирует технические требования и конфигурацию деталей, закладывает технологические издержки и приводит к формированию окончательной технологической себестоимости.

Отработка изделий на технологичность с целью избежать дополнительных затрат позволяет обеспечить конкурентоспособность продукции.

Также на этапе проектирования необходимо особое внимание обращать на соответствие выбираемых средств оснащение и оборудования, методик расчета припуска и нормирования, организации производственного процесса типу производства. Кроме этого, на выбор всех этих шагов оказывают современные тенденции машиностроения, которые связаны с очень широким применением автоматизированного станочного оборудования. Последние имеют модульную компоновку и обеспечивают интенсивные режимы резания. Модульность обеспечит гибкость производства и расширяет технологические возможности станочного парка. Интенсивные режимы резания обеспечивают повышение производительности и качества обработки.

Исходя из вышесказанного, в технологическом процессе необходимо использовать станки с числовым программным управлением и современное оснащение, которое дает возможность использовать высокоскоростную обработку, а это снижает трудоемкость, технологическую себестоимость при условии обеспечения технических требований чертежа.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ назначения детали

Конический редуктор это механизм, преобразующий крутящий момент, частоту вращения для расположенных перпендикулярно в пространственном положении вращающихся валов.

Конструкция редуктора имеет одноступенчатую компоновку. Горизонтальный вал входной. Этот ведущий вал-шестерня установлен на конических упорных роликовых подшипниках, которые установлены в стакане, который зафиксирован в корпусе.

Вертикальный вал – выходной. Это тихоходный вал с установленным на нем сборным коническим колесом и также как и входной вала, вращается, в конических упорных роликовых подшипниках.

Способ обеспечения точности при сборке конического редуктора – метод компенсаторов. Основной геометрический параметр, влияющий на качество сборки зубчатой передачи – выходное звено совпадение делительных конусов.

Допустимое смещение обеспечивается за счет горизонтального и вертикального перемещений соответствующих валов.

Первый способ состоит в передвижении зубчатого колеса вверх-вниз (путем перекалывания части прокладок из-под крышки под крышку или наоборот). Второй способ – это передвижение ведущего вала-шестерни вправо-влево (при удалении или добавлении прокладок между фланцами горловины и корпуса).

Назначение корпус конического редуктора – это установка всех присоединяемых деталей и узлов этого редуктора и заданная взаимная ориентация относительно друг друга.

Главное свойство базовой детали – точность относительного положения вспомогательных конструкторских баз друг к другу. Это

перпендикулярность базовых установочных шеек под подшипники или стакан с подшипниками, а также соосность отверстий под подшипники, а также отклонение от перпендикулярности базовых торцов и прилегающих к ним шеек.

Кроме точности важным свойством базовой детали является ее жесткость. В процессе эксплуатации, возникающие в опорах и зубчатом зацеплении нагрузки, стремятся деформировать корпус. Эго жесткость, которая зависит от конфигурации и материала, будет определять возможные смещения сопрягаемых узлов друг относительно друга.

Для правильного и обоснованного назначения технических требований необходимо правильно учесть функциональное назначение каждой поверхности, которое заключается в установке и взаимной ориентации других деталей и узлов.

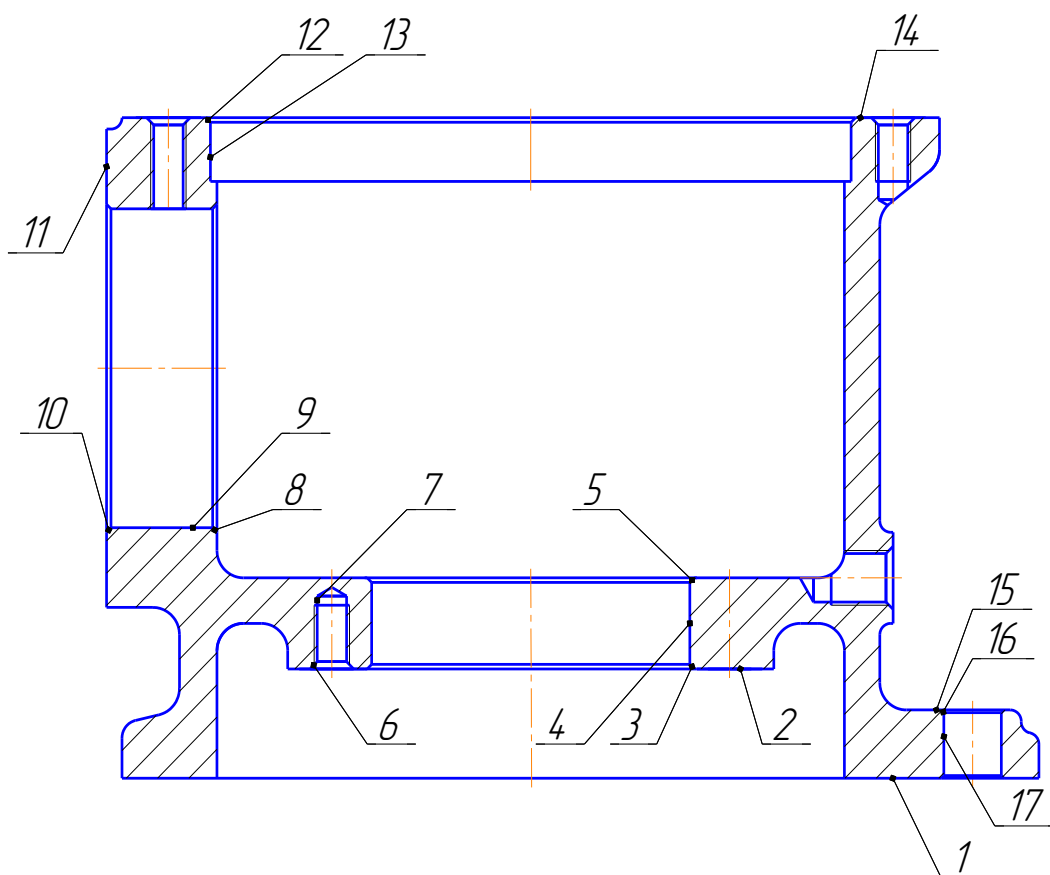


Рисунок 1 - Эскиз корпуса конического редуктора

Для этого выполним обозначение всех поверхностей (данный эскиз корпуса на рисунке 1).

Систематизация по назначению следующая. Главная конструкторская база – плоскость 1 и крепежные отверстия по болты 17 с прилегающими буртиками 15.

Вспомогательные конструкторские базы и исполнительные поверхности совпадают. Это Основные отверстия под подшипники вертикального вала 4 и 13 с торцами 2 и 14. Для горизонтального вала отверстие 9 и торец 11 для стакана с вал-шестерней. Это резьбовые отверстия 18 – 21, включая отверстие под сливную пробку.

С учетом условий работы, назначения корпуса материал корпуса по рекомендациям [12] выбран серый чугун марки СЧ 12 ГОСТ 1412-85 [7].

Его свойства следующие. Предел прочности на растяжение более 180 МПа. Твердость поверхности HB 165...235.

К техническим требованиям относятся следующие показатели [2]:

Для устойчивого позиционирования редуктора задается отклонение от плоскостности поверхности 1. Для исключения перекосов вертикального положения тихоходного вала отклонение от соосности для базовых отверстий 13 и 4. Для обеспечения пересечения делительных конусов зубчатых конических колес назначается отклонение от перпендикулярности отверстия 9 и пары отверстий 4 и 13. Правильная установка подшипников в отверстиях требует назначения допуска цилиндричности (отверстия 4, 9 и 13).

Основные требования по чертежу по качествам определяются посадками в системе отверстия. Основные отклонения диаметральных размеров H.

В соответствии с точностью отверстий назначается шероховатость.

Для правильного положения крышек отклонение от перпендикулярности торцов 11, 14, 2.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Корпус конического редуктора имеет сложную пространственную не симметричную форму.

Материал – серый чугун СЧ 12. Это не дефицитный и технологичный по литейным свойствам, а также по обрабатываемости материал. Твердость на чертеже HB 180..230 соответствует исходному состоянию.

С точки зрения технологичности заготовки, единственным методом его получения является литье. Исходя из формы детали, это может быть литье или в землю или в оболочковые формы. Форма отливки с поднутрениями и закрытыми зонами, которые требуют при формовке использовать для модели дополнительные вставки.

Корпус конического редуктора имеет четыре развитые плоские поверхности. Три из них параллельны друг другу, но расположены с разных сторон. Это потребует переверота заготовки при обработке торцов. Корпус не разборный. Для него используются установочно-герметизирующие крышки, которые являются дополнительными элементами и центрируются по посадочным шейкам.

Все свободные поверхности являются необрабатываемыми.

По инструментальной доступности деталь не технологичная. Требуется подвод и фрезерного, осевого и расточного инструмента с разных сторон. При этом заданы высокие требования по точности взаимного расположения.

Типовые требования по точности определяют типовую технологию по обработке отверстий под упорные конические подшипники.

Из-за особенностей расположения нижний торец имеет ограничения по подводу инструмента.

Резьбовые отверстия унифицированы (метрическая резьба М8), но условия выхода отличаются. Есть глухие отверстия, есть сквозные и есть с неравномерным выходом. Это скажется плохо на условиях работы осевого инструмента.

При монтаже конического редуктора в сборе его фиксируют через отверстия монтажными болтами с прилеганием торцов головок болтов на плоскость опорных платиков. Для этого корпус не имеет на верхней плоскости выделенного установочного участка (бобышки или углубления). Это вынуждает вести обработку пластика по всей его плоскости.

Установка его может быть типовая – по плоскости и двум отверстиям. На первой операции можно использовать систему основных отверстий и плоскость под верхнюю крышку.

Транспортировка и установка заготовки массой до 10 кг не представляет собой проблему.

В целом корпус имеет не очень хорошую технологичность.

1.3 Задачи работы

Цель работы – спроектировать технологию, которая обеспечит изготовления корпуса по требованиям чертежа в указанном в задании объеме 1000 деталей в год.

С учетом типового проектирования технологического процесса необходимо выбрать тип производства, что позволит более обосновано подходить к выбору оборудования с оснащением.

Для изготовления корпуса редуктора должна быть спроектирована отливка. Так как возможно использовать два варианта, необходимо выбрать наиболее оптимальный вариант. Для детали и выбранной и спроектированной заготовки выбираются методы обработки.

По типовой технологии формируется технологический маршрут, который анализируют на наиболее ответственные или лимитирующие операции, которые подробно разрабатывают (режимы обработки и нормирование).

Конструирование для разработки оснащения – приспособления и инструмента. Назначение для опасных производственных факторов мер по охране труда.

Технико-экономическое обоснование предложенных изменений в технологии или оснащении.

Выводы по разделу

В первом разделе для корпуса конического редуктора выполнен анализ исходных данных. С учетом условий работы назначены требования, а также выполнено проектирование с учетом обеспечения технологичности. Результат анализа последней показал определенные проблемы при выполнении обработки корпуса.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа производства

Для того, чтобы правильно выбрать оборудование и оснащение, методы проектирования и оформление технологии необходимо определить тип производства.

С учетом определенного показателя – массы 7,2 кг, а также 1000 деталей в год по [14] тип производства будет среднесерийный.

Одним из показателей типа производства является такт выпуска

$$T_{\text{в}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (1)$$

где $F_{\text{д}}=2070$ ч. – действительный годовой фонд времени работы оборудования;

$m=1$ - количество смен в сутки.

$$T_{\text{в}} = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{1000} = 124 \text{ мин.}$$

Это значение намного больше предположительно общей трудоемкости изготовления корпуса. Дальнейшее проектирование технологии основано на учете особенностей среднесерийного производства

2.2 Проектирование заготовки

Из данных [20] следует, что лучше всего для корпусной детали из СЧ 12 подходит или литье в земляные формы или в оболочковые формы.

Для материала, размеров и способов литья выберем параметры заготовок по ГОСТ 26645-85.

По таблицам [4] определяется точность отливки в землю 10 – 8 – 10 – 7, где по порядку параметры обозначают 10 – класс размерной точности, 8 – степень коробления, 10 – степень точности поверхности, 7 – класс точности массы. Ряд припусков – 4.

Для отливки в оболочковые формы 8 – 7 – 9 – 6. Ряд припусков – 3.

Выбор заготовки по себестоимости

$$C_T = \frac{m}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + (C_{мех} - C_{отх}) \cdot (1 - K_{им})], \quad (2)$$

где m – масса корпуса, кг;

K_{M_i} – коэффициент использования материала, равный

$$K_{им} = \frac{m}{M}, \quad (3)$$

где m – масса детали, мм;

M – масса отливки, мм;

$C_{заг_i}$ – стоимость отливки, руб/кг;

$C_{мех}$ – стоимость снятия стружки, руб/кг;

$C_{отх}$ – стоимость лома, руб/кг.

Стоимость самой отливки

$$C_{заг} = C_{б} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (4)$$

где $C_{б}$ – базовая стоимость способа литья в землю, руб/кг;

« h_T – коэффициент, учитывающий точность заготовки;

h_C – коэффициент, учитывающий сложность заготовки;

h_B – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

h_M – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

$h_{П}$ – коэффициент, учитывающий группу серийности» [5].

Для отливки в землю коэффициент использования материала [11] принимаем 0,73, а для литья в землю 0,69. Массы отливок будут соответственно равны 9,9 кг и 10,4 кг.

Тогда стоимость отливки в землю

$$C_{\text{заг}} = 43 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,84 \cdot 1 = 54,6 \text{ руб/кг.}$$

Данные для расчета по формуле 2 берем из [4] для станкостроения.

Себестоимость отливки в землю

$$C_{\text{т}} = 10,4 \cdot [54,6 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,69)] = 584,5 \text{ руб.}$$

Тогда стоимость отливки в оболочковые формы

$$C_{\text{заг}} = 43 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,91 \cdot 1 = 59,2 \text{ руб/кг.}$$

Себестоимость отливки в оболочковые формы

$$C_{\text{т}} = 9,9 \cdot [59,2 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,78)] = 596 \text{ руб.}$$

Немного, но литье в землю оказалось дешевле. Этот способ и принимаем.

При расчете размеров отливки назначаем припуски. Берем ряд припусков - 4. При определении припуска учитываем допуск расположения по степени точности.

На чертеже заготовки размеры даются с отклонениями.

2.3 Назначение переходов. Разработка маршрута

Выберем переходы по обработки поверхностей корпуса редуктора.

При этом нужно учесть тип отливки – в землю и требования с рабочего чертежа.

Технологические переходы по поверхностям указаны в таблице 1.

Для проектирования маршрута учетом, что первая операция нужная для обработки чистовых технологических баз [10]. Последней операцией будет отделочная обработка основных отверстий.

Таблица 1 – Выбранные переходы

Тип поверхности	Точность	Шероховатость R_a , мкм	Переходы	Параметры обработки
Торцы	14	1,25	Фрезерование черновое	12 квалитет; R_a 6,3
			Фрезерование чистовое	10 квалитет; R_a 1,25
Основные отверстия	7	1,25	Растачивание черновое	12 квалитет; R_a 6,3
			Растачивание чистовое	9 квалитет; R_a 3,2
			Растачивание тонкое	7 квалитет; R_a 1,25
Крепежная резьба	8	3,2	Сверление	12 квалитет; R_a 6,3
			Нарезание резьбы метчиком	8 степень точности; R_a 3,2

Общий маршрут в таблице 2.

Таблица 2 - Маршрут изготовления корпуса

Номер операции и наименование	Станок	Переход	Поверхность	Квалитет	R_a , мкм
1	2	3	4	5	6
000 Заготовительная	Литейная машина	-	-	16	25
005 Многоцелевая	Обрабатывающий центр Nexus 410A-NS	Фрезерование плоскости	1,2	12	6,3
		Сверление отверстий	17	12	6,3
		Цекование, снятие фаски	15,16	12	12,5
005 Многоцелевая	Обрабатывающий центр Nexus 410A-NS	Фрезерование плоскости (чистовое)	1,2	10	1,25
		Сверление отверстий	7	12	6,3

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
005 Многоцелевая	Обрабатывающий центр Nexus 410A-HS	Нарезание резьбы М8	6	12	12,5
		Сверление отверстий	18	10	6,3
		Зенкерование	18	9	2,5
		Развертывание	18	7	1,25
010 Многоцелевая	Обрабатывающий центр Nexus 410A-HS	Фрезерование черновое	5,7	12	6,3
		Фрезерование чистовое	5,7	10	2,5
		Сверление отверстия	7	12	6,3
		Нарезание резьбы М8	6	12	12,5
015 Многоцелевая сборочная	Обрабатывающий центр Nexus 410A-HS	Сверление отверстий	22	10	6,3
		Зенкерование	22	9	2,5
		Развертывание	22	7	1,25
		Штифтование	22	-	-
		Установка крышки. Затягивание болтами.	-	-	-
020 Многоцелевая	Обрабатывающий центр Nexus 410A-HS	Растачивание черновое	3,14,16	12	6,3
		Растачивание получистовое	3,14,16	9	2,5
		Растачивание чистовое	3,4,16	7	1,25
030 Моечная	Камерная моечная машина	Мойка готового изделия	-	-	-
035 Контрольная	Контрольный стол	Контроль согласно чертежу детали	-	-	-

В результате маршрут обработки отличается концентрацией переходов по операциям.

2.4 Выбор средств технологического оснащения

Для 010 операции, для выбранного станка Nexus 410A-HS, выбираем приспособление для установки отливки по чистовым базам, и далее, на всех последующих, кроме черновой операции [1].

Также выбираем инструмент с хвостовиком типа MAS BT-40 или CAT-40 [2]. Для обеспечения операционного контроля необходимо предусмотреть универсальные средства измерения.

Все инструменты и другое оснащение показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Средства технологического оснащения

Операция	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
1	3	4	5
005 Многоцелевая	Специализированное наладочное на столе 7204-0021 ГОСТ 16936-71	Фрезерные переходы: 2214-0159 Фреза диаметр200, z=20 ВК6 ГОСТ 9473-80 2214-0155 Фреза диаметр125, z=12 ВК8 ГОСТ 9473-80 Сверление: 2300-0908 Сверло диаметр11 Р6М5 ГОСТ 19543-742301-1066 Сверло диаметр13 Р6М5 ГОСТ 19547- 742301-0810 Сверло диаметр7 Р6М5 ГОСТ 19546-742320-0212 Зенкер диаметр12 Р6М5 ГОСТ 21581-76 2363-0115 Развертка диаметр13 ВК6 ГОСТ 1672-80 2353 Зенковка обратная Р6М5 Нарезание резьбы: 2629-0037 Метчик ГОСТ 17927-72	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90 Штангенциркуль ШЦЦ- I-160-0,01 ГОСТ 166-89 8221-3036 Пробка ГОСТ 17758-72

Продолжение таблицы 3

1	3	4	5
010 Многоцелевая	Специализированное наладочное с использованием глобусного стола станка	Фреза 2214-0502 Фреза диаметр 63, z=6 T15K6 ГОСТ 28719-90 2214-0008 Фреза диаметр 200, z=12 T15K6 ГОСТ 24359-80 2300-0908 Сверло диаметр 11 P6M5 ГОСТ 19543-74 2301-1066 Сверло диаметр 13 P6M5 ГОСТ 19547-74 2301-0810 Сверло диаметр 7 P6M5 ГОСТ 19546-74 2629-0037 Метчик ГОСТ 17927-72 2214-0502 Фреза диаметр 63, z=6 T15K6 ГОСТ 28719-90 2214-0008 Фреза диаметр 200, z=12 T15K6 ГОСТ 24359-80 2300-0908 Сверло диаметр 11 P6M5 ГОСТ 19543-74 2301-1066 Сверло диаметр 13 P6M5 ГОСТ 19547-74 2301-0810 Сверло диаметр 7 P6M5 ГОСТ 19546-74 2629-0037 Метчик ГОСТ 17927-72	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90 Штангенциркуль ШЦЦ-I-160-0,01 ГОСТ 166-89 8221-3036 Пробка ГОСТ 17758-72
015 Многоцелевая сборочная	Специализированное наладочное	2300-0878 Сверло диаметр 8 P6M5 ГОСТ 19543-74 2320-2539 Зенкер диаметр 9.8 BK8 ГОСТ 21543-76 2363-2051 Развертка диаметр 10 BK6 ГОСТ 28321-89	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
020 Многоцелевая	Специализированное наладочное	191421155 Оправка ТУ 2- 035-775-80	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05

Продолжение таблицы 3

1	3	4	5
020 Многоцелева я	Специализированное наладочное	191421333 Оправка ТУ 2- 035-775-804	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
		191421155 Оправка ТУ 2- 035-775-80	ШЦ-I-125-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Все станки, инструментальные средства, а также станочные приспособления указаны в маршрутной и операционной картах (приложение А).

2.5 Расчет припусков

Самое точное отверстие 145H7(^{+0,04}), 72Js7(±0.015), 68H7(^{+0,03}) мм. Для них аналитическим способом определим размеры, а также операционные припуски.

Элементы припуска, который определяется расчетным путем, складываются из глубины дефектного слоя и шероховатости, а также включают пространственные отклонения, а также погрешность установки. Три первых элемента припуска относятся к предыдущим переходам, а последний – к данному. Припуск

$$Z_{min}^i = Rz^{i-1} + T^{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_{iy}^2}, \quad (5)$$

где Rz^{i-1} – шероховатость от предыдущего перехода, мкм;

T - дефектный слой, мкм;

Δ_{i-1} - отклонение расположения, мкм;

ε_{iy} - погрешность установки, мкм.

Так как обработке подвергается СЧ 12, дефектный слой учтем только для отливки.

Расчет ведем для настроенного оборудования, автоматического получения точности.

Пространственное отклонение будет складываться из смещения отверстий и его коробления

$$\Delta_{i-1} = \sqrt{(\Delta_{\text{кор}})^2 + (\Delta_{\text{см}})^2}, \quad (6)$$

где $\Delta_{\text{кор}}$ – величина коробления, мм;

$\Delta_{\text{см}}$ - смещение отверстия по допускам отливки, мм.

Последнее определяется из чертежа заготовки и равно $\Delta_{\text{см}} = 3,2$ мм.

Коробление определяется по размерам отверстия

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{кор}.d})^2 + (\Delta_{\text{кор}.L})^2}, \quad (7)$$

где $\Delta_{\text{кор}.d}$ – величина коробления в диаметральной направлении, мм;

$\Delta_{\text{кор}.L}$ - величина коробления в осевом направлении, мм.

Каждое зависит от удельного коробления $\Delta_{\text{уд}} = 0,1$ мкм/мм и размеров поверхности

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(0,1 \cdot 142)^2 + (0,1 \cdot 14)^2} = 14,3 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{i-1} = \sqrt{(14,3)^2 + (3200)^2} = 3200 \text{ мкм.}$$

С учетом коэффициента уточнений для всех последующих переходов данная величина пространственных отклонений пересчитывается.

Сам коэффициент уточнения берется из ряда 0,06; 0,05; 0,04.

Расчет размеров ведем для отверстий по минимальным припускам

$$2D_{\max}^{i-1} = 2D_{\max}^i - 2Z_{\min}^i, \quad (8)$$

где $D_{\max}^i$ - наибольший диаметр на переходе, мм;

$D_{\max}^{i-1}$ - тоже самое на предыдущем переходе, мм.

Минимальный диаметр

$$2D_{\min}^{i-1} = 2D_{\max}^{i-1} - TD_{i-1}, \quad (9)$$

где TD_{i-1} - допуск, мм.

Результаты сведены в таблицы 4 - 6.

Таблица 4- Расчета припусков на диаметр 68 мм

Переход	Элемент припуска, мкм				Допуск TD, мм	Размер заготовки, мм		Предельный припуск, мм	
	R_z	h	Δ_Σ	ε_y		$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Отливка	800	-	3200	-	2,8	56,4	59,2	-	-
Растачивание черновое	45	-	192	100	0,3	66,9	67,2	8	10,5
Растачивание получистовое	12	-	160	30	0,074	67,584	67,658	0,476	0,702
Растачивание чистовое	5	-	128	10	0,03	68	68,03	0,345	0,416

Таблица 5- Расчета припусков на диаметр 72 мм

Переход	Размер заготовки, мм	
	$D_{\min}$	$D_{\max}$
Отливка	60,4	63,2
Растачивание черновое	70,9	71,2
Растачивание получистовое	71,596	71,67
Растачивание чистовое	71,985	72,015

Таблица 6 - Расчета припусков на диаметр 145 мм

Переход	Размер заготовки, мм	
	$D_{\min}$	$D_{\max}$
Отливка	133,4	136,2
Растачивание черновое	143,9	144,2
Растачивание получистовое	144,596	144,695
Растачивание чистовое	145	145,04

Все расчеты припуска используются в расчете режимов.

2.6 Режимы резания

Из операций технологического процесса изготовления корпуса конического редуктора можно выделить две наиболее ответственные и сложные операции.

Это 005 многоцелевая операция по подготовке чистовых технологических баз. Она включает в себя обработку плоскостей на разном уровне, включая заглубленного торца под крышку с нижней стороны корпуса. Кроме обработки цилиндрических отверстий с разными требованиями по точности и шероховатости (это связано с необходимостью формирования двух отверстий - технологических баз под опорные пальцы), необходимо также обработать комплекс резьбовых отверстий М8.

Для обработки основных отверстий на финишной операции необходимо выполнить последовательное растачивание соосных отверстий расположенных на расстоянии друг от друга с разным размером. А также необходимо обработать отверстия, расположенные перпендикулярно друг другу. Для этого необходимо использовать глобусный стол с возможностью поворота неизменно закрепленной заготовки относительно инструментального шпинделя.

С учетом этого, в следующем конструкторском разделе спроектированы приспособление для закрепления корпуса на данной операции по чистовым технологическим базам, а также предложена конструкция режущего инструмента с высокоточной регулировкой вылета резца на необходимый диаметр.

Подробное проектирование выполним на последнюю операцию. Для расчета необходимо использовать начальные параметры: диаметры отверстий, полученные в ходе расчета операционных размеров и припусков; параметры технологического оборудования и режущего инструмента, выбранные в предыдущем разделе.

Для закрепления заготовки применяется разработанное приспособление, установленное на двухосевой поворотный стол ЧПУ CNCT-1000. Это позволяет провести обработку угловым положением 90° на одном установе.

Операционные размеры отверстий следующие.

Первое отверстие (операция 010): 143,9; 144,621; 145 мм.

Второе отверстие (операция 020): 70,9; 71,596; 71,985 мм.

Третье отверстие (операция 020): 66,9; 67,584; 68 мм.

Отверстия обрабатываются в нижней стенке корпуса, в верхней крышке, закрепленной в корпусе при помощи винтов и болтов, а также в отверстиях, перпендикулярном двум первым.

Материал корпуса СЧ 12. Для расчета коэффициентов учетом твердость материала НВ 180-230. Выберем максимальное значение 240.

Станок - вертикальный многоцелевой Mazak Nexus 410A-HS.

Приспособление с установкой по пальцам с зажимом гидравлическим приводом прихватами по периметру [15].

Для растачивания применим расточную борштангу с регулированием вылета твердосплавной вставки из материалов ВК8, ВК6, ВК4ОМ. Эти материалы последовательно применим на черновом, чистовом и отделочном переходах [13].

Для учета геометрических параметров назначает угол в плане 95° , передний угол – 0° .

Сначала идет расчет глубины резания [8]. Эти значения берутся из подраздела 2.5.

Глубина резания t из расчетов по переходам 4,6 мм, 0,3 мм и 0,19 мм.

«Подача S для черновых переходов с учетом прочности инструмента и глубины резания 0,25 мм/об для чернового и 0,18 мм/об для получистового переходов. С учетом требуемой шероховатости на финише Ra 1,25 мкм принимается 0,1 мм/об» [12].

Скорость резания по выбранным параметрам

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v, \quad (10)$$

где C_v – коэффициент обработки;

T – нормируемая стойкость резца, мин;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степени;

K_v – коэффициент условий обработки.

По [12] параметры в (7) следующие: $C_v = 292$, стойкость T равна 30 мин, показатели степени $x=0,15$; $y=0,20$; $m=0,20$.

Коэффициент условий обработки

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (11)$$

где K_{mv} – учитывает свойства СЧ 12;

K_{pv} – учитывает поверхность;

K_{iv} – учитывает инструментальный материал.

Учет свойств СЧ 12

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v}, \quad (12)$$

где n_v - показатель степени.

Для СЧ 12, обрабатываемого твердым сплавом n_v равен 1,25.

Тогда

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{230}\right)^{1,25} = 0,79.$$

По переходам: для черновой поверхности K_{nv} равен 0,8; для чистовой поверхности – 1.

Для чернового материала ВК8 K_{nv} примем 0,83, а для ВК6 – 1.

Черновая обработка

$$K_v = 0,79 \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 0,52.$$

Для чистовой

$$K_v = 0,79 \cdot 1 \cdot 1 = 0,79.$$

Первый проход:

$$V = \frac{292}{30^{0,20} \cdot 4,6^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 0,52 = 80,7 \text{ м/мин.}$$

Второй:

$$V = \frac{292}{30^{0,20} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,18^{0,20}} \cdot 0,79 = 197 \text{ м/мин.}$$

Для третьего перехода скорость рекомендуемая -300 м/мин.

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (13)$$

где V – скорость из (7), м/мин;

D - диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Первый проход:

$$n = \frac{1000 \cdot 80,7}{3,14 \cdot 70,9} = 362 \text{ мин}^{-1}.$$

Второй проход:

$$n = \frac{1000 \cdot 197}{3,14 \cdot 71,6} = 876 \text{ мин}^{-1}.$$

Третий проход:

$$n = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 72} = 1327 \text{ мин}^{-1}.$$

Обороты для меньшего отверстия (68 мм) пересчитаны и приведены в приложении А.

Минутная подача пересчетом из оборотной:

$$S_m = S \cdot n. \quad (14)$$

Первый проход:

$$S_m = 0,25 \cdot 362 = 91 \text{ мм/мин.}$$

Второй проход:

$$S_m = 0,18 \cdot 876 = 158 \text{ мм/мин.}$$

Третий проход:

$$S_m = 0,1 \cdot 1327 = 133 \text{ мм/мин.}$$

Тангенциальная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, . \quad (15)$$

где C_p – коэффициент обработки;

t, S, V – режим резания;

x, y, n – показатели степени;

K_p - поправочный коэффициент.

Последний равен:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (16)$$

где K_{mp} - поправочный коэффициент для СЧ 12;

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}$ - коэффициенты, учитывающие соответствующих углов инструмента.

Коэффициент C_p равен 92, показатели степени $x=1,0; y=0,75; n=0$

По геометрии: на главный угол в плане $K_{\varphi p}$ равен 0,89, на передний угол $K_{\gamma p} = 1,0$ и наклона кромки $K_{\lambda p}$ примем 1,0.

Коэффициент для чугуна

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n. \quad (17)$$

где n – показатель степени 0,4.

По расчету получается

$$K_{mp} = \left(\frac{230}{190}\right)^{0,4} = 1,1.$$

$$K_p = 1,1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,96.$$

Для первого прохода, где сила резания имеет максимальное значение

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot (4,6)^{1,0} \cdot (0,25)^{0,75} \cdot (80,7)^0 \cdot 0,96 = 1436 \text{ Н.}$$

Тогда мощность резания будет:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (18)$$

После подстановки

$$N = \frac{1436 \cdot 80,7}{1020 \cdot 60} = 1,9 \text{ кВт.}$$

Что при паспортной мощности станка 18,6 кВт при проверке:

$$N_e \leq N_{ст} \cdot \eta, \quad (19)$$

где $N_{ст}$ - мощность станка, кВт ;

η – коэффициент полезного действия (примем 0,85).

Условие соблюдается, значит, обработка возможна.

$$1,9 \leq 18,6 \cdot 0,85 = 15,81.$$

На 020 многоцелевой операции выполняются получистовое и окончательное растачивание, где сила резания намного меньше.

При повороте заготовки с приспособлением на глобусном столе будут еще влиять сила тяжести всей конструкции. Но эти нагрузки будут учтены в следующем разделе.

Режимы резания заносятся в операционную карту в приложении Б.

2.7 Нормирование

«Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}, \quad (20)$$

где T_o – основное время, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин» [12].

«Основное время:

$$T_o = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{мин}}, \quad (21)$$

где l_1 – подвод, мм;

l_p – длина резания, мм;

l_2 – перебеги инструмента, мм;

$S_{мин}$ – минутная подача» [12].

Первый переход по обработке отверстий в крышке и корпусе Длина каждого отверстия 20 мм. У горизонтального отверстия - 25 мм.

Тогда время по переходам (вертикальные отверстия и горизонтальное) – черновая обработка с учетом приблизительного равенства минутной подачи для разных отверстий:

$$T_o = 2 \frac{2+20+1}{91} = 0,5 \text{ мин.}$$

$$T_o = \frac{2+25+1}{96} = 0,3 \text{ мин.}$$

Получистовая:

$$T_o = 2 \frac{2+20+1}{158} = 0,29 \text{ мин.}$$

$$T_o = \frac{2+25+1}{167} = 0,18 \text{ мин.}$$

Отделочная:

$$T_o = 2 \frac{2+20+1}{133} = 0,29 \text{ мин.}$$

$$T_o = \frac{2+25+1}{141} = 0,21 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время включает время по установке и закреплению заготовки корпуса в приспособлении, а также ее снятие в конце операции. Также необходимо включать-выключать станок, изменять движение рабочих органов, а также проводить контроль требований (измерение размеров).

Составляющие вспомогательного времени нормируем по [25] с учетом коэффициент серийного типа производства $K_{ср}$:

$$T_v = (T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}) \cdot K_{ср}, \quad (22)$$

«где $T_{y.c.}$ - время базирования и снятие корпуса;

$T_{з.о.}$ - время фиксации и раскрепления корпуса, включая поворот глобусного стола;

$T_{уп}$ - время на управление;

$T_{из}$ - время измерения, мин;

$K_{ср}$ - коэффициент серийного производства, принимаем 1,85» [6].

В сумме

$$T_B = (0,141 + 0,124 + 0,09 + 0,19) \cdot 1,85 = 0,92 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_B + T_o. \quad (23)$$

Суммарное основное по всем переходам 1,83 мин. Тогда

$$T_{оп} = 1,83 + 0,92 = 2,75 \text{ мин.}$$

Время обслуживания:

$$T_{об} = T_{оп} \cdot \frac{a}{100}. \quad (24)$$

где a – коэффициент обслуживания.

В серийном производстве

$$T_{об} = 2,75 \cdot \frac{6}{100} = 0,17 \text{ мин.}$$

Время личных надобностей:

$$T_{от} = T_{оп} \cdot \frac{b}{100}, \quad (25)$$

где b – процент от оперативного для корпуса массой не более 10 кг.

$$T_{от} = 2,75 \cdot \frac{5}{100} = 0,14 \text{ мин.}$$

Тогда общее время:

$$T_{шт} = 2,75 + 0,17 + 0,14 = 3,06 \text{ мин.}$$

С учетом подготовительно-заключительного времени по [16] и программы запуска 24 детали (периодичность 6 дней)

$$T_{шт-к} = \frac{25}{24} + 3,06 = 4,1 \text{ мин.}$$

В результате все данные переносятся на наладку (лист 4) и в приложение А.

Выводы по разделу

Технологическая часть работы содержит описание всех этапов технологии изготовления корпуса.

Выполнен выбор типа производства. Для 1000 деталей в год – среднесерийный.

Для СЧ12 и детали типа корпус выбран методов получения – литье, способ – в песчаные формы. Спроектирована заготовка, как с табличными припусками, так и расчетными.

Переходы по обработке на каждую поверхность с учетом требований. Маршрут с анализом станков и оснащения. Для выбранной лимитирующей по назначению операции (самые точные поверхности обрабатываются), рассчитаны режимы и нормы времени.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Проектирование станочного приспособления

В разделе 2.4 для 020 многоцелевой операции выбрано технологическое оснащение в виде специализированного наладочного приспособления. Схема базирования, показанная на листе плана изготовления, соответствует теме установки по плоскости и двум отверстиям. В разделе 2.7 сказано, что обработка производится с двух позиций. Это связано с тем, что на данной операции обрабатываются отверстия, расположенные перпендикулярно друг другу. Есть два альтернативных способа обработки. Первый - обработка этих отверстий последовательно на двух операциях. Причем, один станок должен быть с вертикальным расположением шпинделя, а второй - горизонтальным. Возможно использование поворотного приспособления, которое обеспечивает поворот заготовки на одном станке на 90°. Такую возможность обеспечивает глобусный поворотный стол [9].

Расчет тангенциальной силы резания проведен в предыдущем разделе. При необходимости определения остальных составляющих силы резания расчет будет выполнен ниже для серого чугуна СЧ18. Твердость HB 230.

020 многоцелевая операция состоит из двух позиций по три перехода.

На каждой позиции выполняются растачивание черновое, получистовое и чистовое.

Весь силовой расчет проводится для чернового растачивания. Это силовой переход с максимальным значением припуска, что приводит к наибольшей силе резания.

Для обработки используется расточная борштанга цилиндрической формы с установленным под углом расточным резцом, который может закрепляться, а также регулируется по вылету. Материал режущей пластины ВК8 для чернового перехода.

Режимы резания:

глубина резания t равна 4,6 мм;

подача S 0,25 мм/об,

скорость резания V 80,7 м/мин.

Само приспособление предлагается компоновать из стандартных комплектующих элементов. На базовой прямоугольной плите зафиксированы опорные пальцы под плоскость. Также на ней направляющие опорные пальцы двух видов - цилиндрический и ромбический.

Для зажима предлагается использовать гидравлический привод для симметричных прихватов.

По методике проектирования приспособлений необходимо рассчитать силы и момент резания. Сила закрепления должна препятствовать им [17].

Схема базирования изображена на рисунке 2. Расчетная схема составляющих сил резания и сил закрепления дана на рисунке 3.

К сдвигу заготовки ведет действие осевой и радиальной сил резания:

$$P_i = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_{p,i} \quad (26)$$

где i – индексы составляющих сил резания, x или y .

Остальные параметры такие же, как в уравнении (12).

Недостающие коэффициенты определяем по формулам (13) и (14) для соответствующих составляющих сил: радиальной или осевой [18].

Для определения осевой силы параметры уравнения (23) следующие: $C_p=46$, $x=1,0$; $y=0,4$; $n=0$. По параметрам инструмента: $K_{\varphi p} = 1,17$, $K_{\gamma p} = 1,0$, $K_{\lambda p} = 0,65$.

Для радиальной осевой силы параметры уравнения (23) следующие.

$C_p=54$, $x=0,9$; $y=0,75$; $n=0$. По параметрам инструмента: $K_{\varphi p} = 0,5$, $K_{\gamma p} = 1,0$, $K_{\lambda p} = 1,7$.

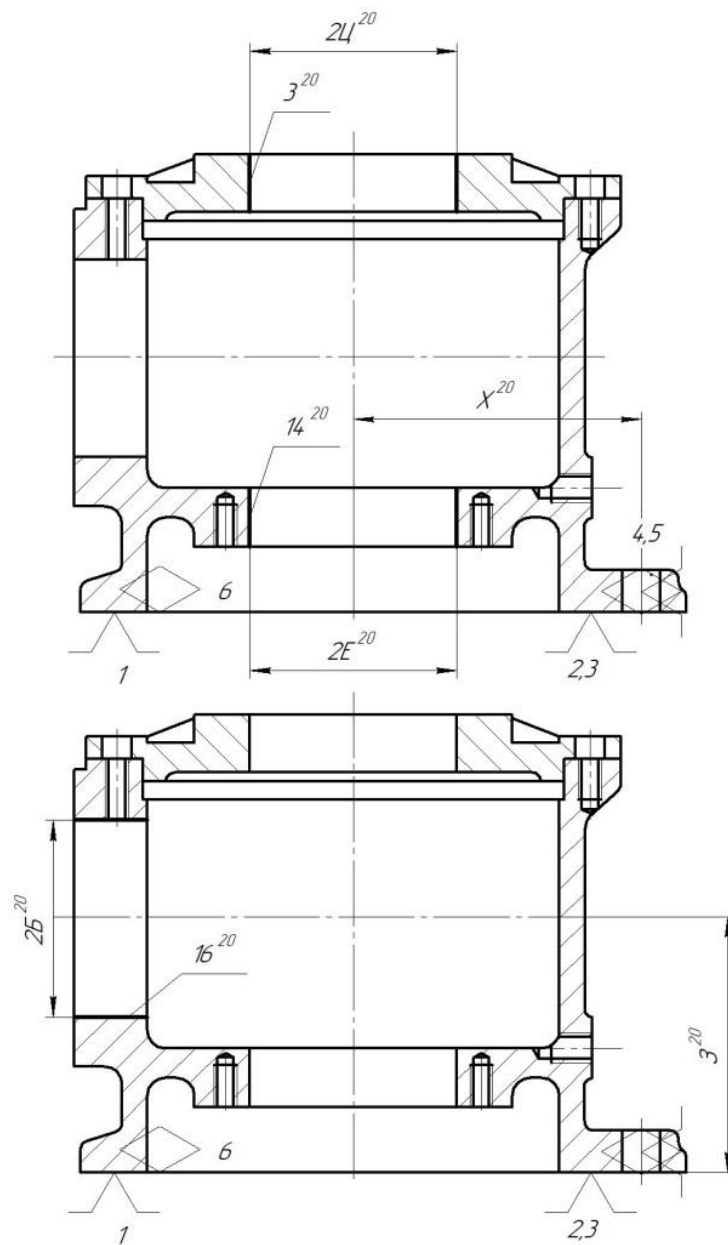


Рисунок 2 -Схема базирования

Тогда

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{230}{190}\right)^{0,6} = 1,12.$$

$$K_p = 1,12 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1.$$

$$P_y = 10 \cdot 54 \cdot (4,6)^{0,9} \cdot (0,25)^{0,75} \cdot (80,7)^0 \cdot 1 = 754 \text{ Н.}$$

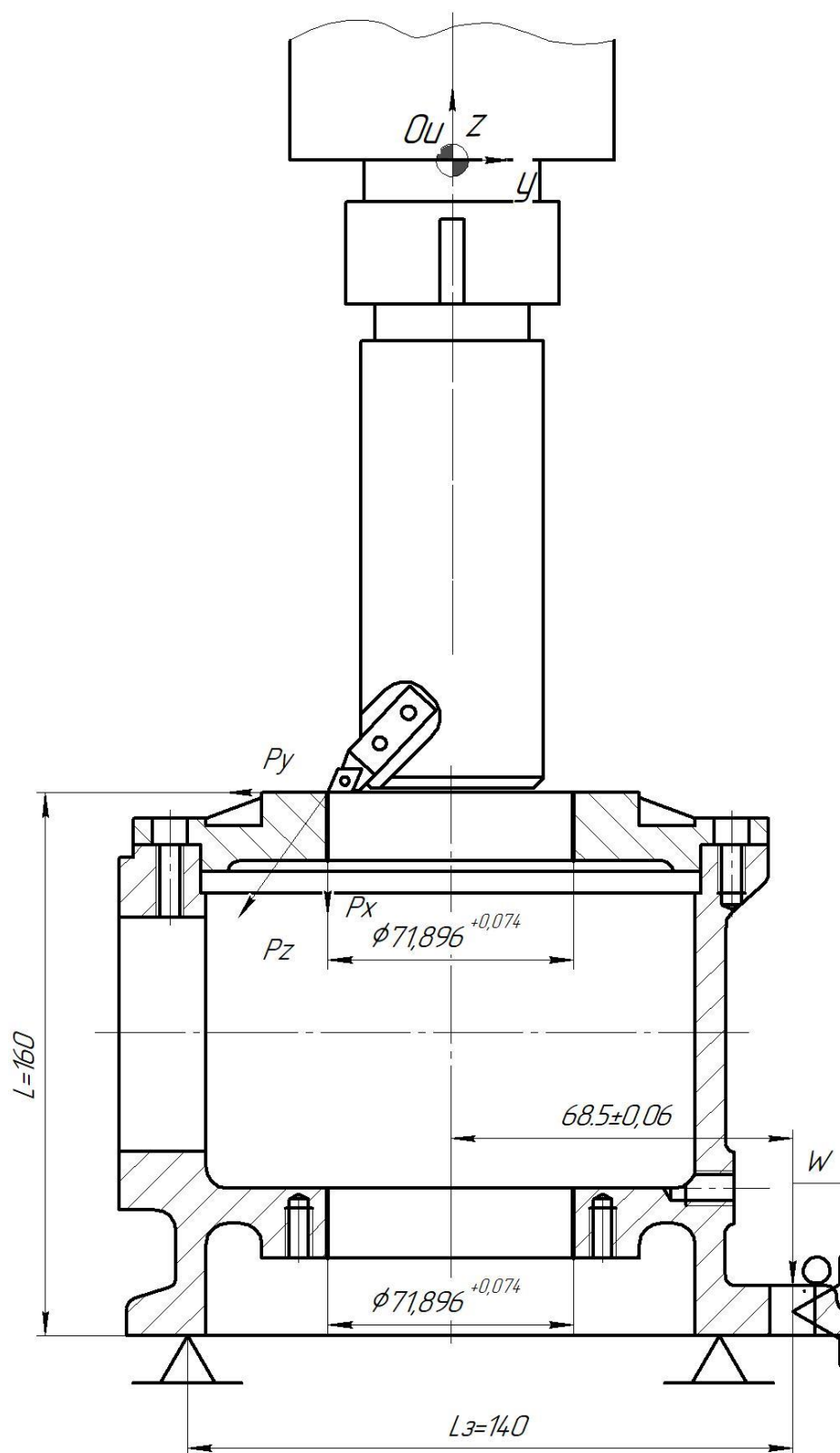


Рисунок 3 -Схема сил резания и зажима

Для черновой обработки t равно 4,6 мм, S будет 0,25 мм/об, v равна 80,7 м/мин, n составят 362 об/мин, $S_{\min}$ составит 91 мм/мин, удельный объем

материала 70 см/мин, время обработки составит 0,8 мин, крутящий момент 89 Н·м, а мощность резания 1,9 кВт.

Для чистовой обработки t равно 0,3 мм, S будет 0,18 мм/об, v равна 197 м/мин, n составят 876 об/мин, $S_{\text{мин}}$ составит 158 мм/мин, удельный объем материала 10,75 см/мин, время обработки составит 0,47 мин, крутящий момент равен 8,72 Н·м, а мощность резания 0,51 кВт.

По расчетам режимов резания из раздела 2 сила резания для чистовой обработки равна $P_z = 15$ Н.

В приспособлении предполагается использовать четыре симметрично расположенных прихвата.

При помощи этих прихватов происходит фиксация заготовки корпуса по установочным пальцам на плоскости. Из-за сил зажима возникают силы трения по касательной к поверхности установочной плоскости. Такие же силы возникают в месте прижима самих прихватов к заготовке [19].

Общий момент сил резания складывается из отдельных компонент. Это сдвигающий момент в горизонтальной плоскости от тангенциальной составляющей силы резания. Второй момент – от радиальной, приводит к опрокидыванию заготовки относительно направляющих пальцев.

Осевая составляющая силы прижимает заготовку корпуса к пальцам в базовой плите.

Действие сил максимальное на наибольшем плече. Момент резания имеет максимальную величину при обработке отверстия в верхней крышке, где плечо действия сил максимальное. При этом расстояние равно 160 мм.

При растачивании равнодействующая сила резания обегает по периметру из-за вращения борштанги. Направление равнодействующей силы примем по осевой линии заготовки корпуса.

В расчете, из-за близости двух прихватов к точке опрокидывания, учтем действие двух прихватов. В противоположном направлении силы резания будет работать другая пара прихватов.

Сила закрепления заготовки при действии двух составляющих сил резания по схеме с рисунка 3

$$W = \frac{k \cdot (P_Z \cdot l_1 + P_Y \cdot l_2)}{m \cdot f \cdot l_3}, \quad (27)$$

где k – коэффициент безопасности;

P_Z – тангенциальная сила резания, Н;

P_Y – радиальная сила резания, Н;

$l_{1,2,3}$ – плечи для расчета момента от тангенциальной, радиальной сил резания и силы закрепления м;

m – количество прихватов;

f – коэффициент трения.

Коэффициент безопасности

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (28)$$

где k_0 – минимальный коэффициент, $k_0 = 1,5$;

k_1 – коэффициент, учитывающий возмущения сил резания из-за колебаний припуска, $k_1 = 1,2$;

k_2 – коэффициент учитывает износ, $k_{2Pz}=k_{2Py}=1,1$;

k_3 – коэффициент, учитывает кинематику прерывистого резания (например, фрезерование). Растачивание непрерывное - $k_3 = 1$;

k_4 – коэффициент учитывает механизацию, $k_4=1$;

k_5 – коэффициент, учитывает эргономику ручного привода, $k_5=1$;

k_6 – коэффициент установки на опорные штыри.

В целом коэффициент по условиям растачивания равен

$$k=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,1=1,9.$$

Необходимо округлить до минимально допустимого 2,5.

Для установочной плоскости коэффициент трения f равен 0,2. Для прихватов, из-за грубой необработанной поверхности, коэффициент трения f равен 0,3. Тогда в расчете

$$W = \frac{2,5 \cdot (1436 + 754) \cdot 0,16}{2 \cdot 0,3 \cdot 0,14} = 65178 \text{ Н.}$$

Учтем, что сдвигающие силы P_z и P_y будут восприниматься направляющим пальцами, которые для данного случая работают на срез. Предел прочности материала пальцев (сталь 40Х с закалкой) обеспечивает необходимую прочность. Для дальнейших расчетов принимаем 65178 Н.

Из-за перекоса штоков с прихватами в направляющих приводах сила зажима W_1 будет больше из-за потерь на трение:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (29)$$

где W - исходная расчетная сила, Н;

l_k - Расстояние от центра штока до места действия W , м;

H_k - длина направляющей привода, м;

f_1 - коэффициент трения по штоку $f_1=0,1$.

По компоновочной схеме

$$W_1 = \frac{65178}{1 - \left(\frac{70}{100} \cdot 0,1 \right)} = 70084 \text{ Н.}$$

Без усиливающего механизма усилие на штоке $Q = W_1$.

Определим параметры привода. Диаметр поршня, на который действует давление рабочей среды P , создает силу W_1 . С учетом коэффициента полезного действия

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\eta \cdot P}}, \quad (30)$$

где P – давление масла, МПа.

Для гидравлики примем $P = 7,5$ МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{70084}{0,95 \cdot 7,5}} = 112 \text{ MM.}$$

Принимаем по стандарту $D=120$ мм.

Погрешность базирования корпуса на пальцах зависит от зазора между направляющими пальцами. Посадка Р6 на f6. Для 13 мм у цилиндрического и ромбического пальцев максимальный зазор равен 22 мкм.

В пределах двух зазоров (в сумме 44 мкм) может возникнуть поворот заготовки [21]. Угол определяется диагональю. Это база между отверстиями, которая равна 195 мм (рисунок 4).

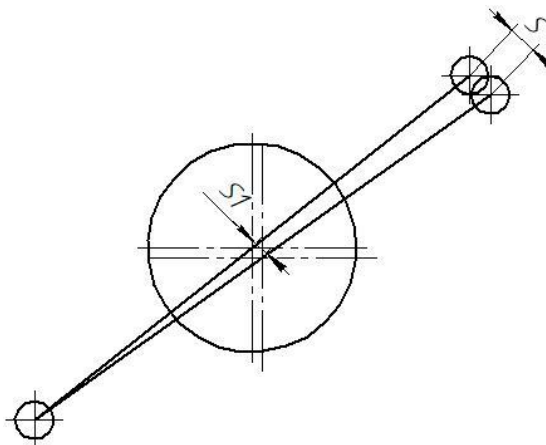


Рисунок 4 – Погрешность базирования

Из-за погрешности базирования проекция оси отверстия на плоскости смещения расположена в центре диагонали. Поэтому эта погрешность из-за смещения делится пополам:

$$\varepsilon_V = S_{MAX} = (S_{MIN} + D_{OTR} + d_{II})/2, \quad (31)$$

где S_{MAX} , S_{MIN} – зазор максимальный и минимальный, мм;

$D_{\text{отв}}$ – допуски базовых отверстий, мм;

d_{Π} – допуски направляющих пальцев, мм.

$$\varepsilon_y = (0,01 + 0,025 + 0,012) / 2 = 0,023 \text{ мкм.}$$

Специализированное приспособление для базирования и закрепления заготовки корпуса одноступенчатого конического редуктора на 020 многоцелевой операции состоит из следующих элементов.

На стол станка устанавливается глобусное поворотное приспособление (на листе не показано). На стол приспособления глобусного стола крепится базовая плита 2. По четырем сторонам базового стола 2 при помощи винтов 10 крепятся гидравлические зажимные цилиндры 1, выходные штоки которых оснащаются прихватами. На базовой плите 2 крепится установочный стол 4. По краям в нем установлены опорные пальцы 6. По диагонали, на расстоянии 195 мм, зафиксированы два направляющих пальца: ромбический 5 и цилиндрический 7. Для позиционирования приспособления используется две направляющие шпонки 3, закрепленные винтами 9.

Приспособление работает следующим образом. Все приспособления устанавливается по направляющим шпонкам 3 на установочную плоскость базовой плиты 2. По проушинам базовой плиты происходит ее фиксация при помощи Т-образных винтов. Заготовку устанавливают по отверстиям на направляющие пальцы 5 и 7. Включают приводы зажимов 1. Прихваты опускаются, и заготовка фиксируется по опорным пальцам. Начинается обработка.

3.2 Проектирование инструмента

На операции многоцелевой 020 обрабатываются основные отверстия последовательно.

Черновая и чистовая обработка ведется за три перехода, причем диаметры отличаются (68 и 72 мм). Растачивание проходит вертикально сверху. Для двух опорного вала растачивается отверстие с одной стороны по

длине 20 мм, затем, после ускоренного перемещения, еще раз на 20 мм. После поворота корпуса в глобусном столе длина перемещения инструмента составит 25 мм по обрабатываемой поверхности.

Режимы предельные 4,6 мм глубина; 0,25 мм/об; 80,7 м/мин. Для финишного 0,19 мм; 0,1 мм/об и 300 м/мин.

Заготовка корпус из СЧ 12 твердостью предельно 230 НВ.

Спроектируем расточную борштангу с регулированием вылетом резца. Элементы комплектующие: хвостовик С6-NC3000-V40-090, корпус С6-R826C-AAFA055HP, режущая вставка R826C-AF23STUC11HP (рисунок 5).

Хвостовик цилиндрический с рифленой лыской для фиксации и передачи крутящего момента.

В корпусе хвостовика есть отверстие с разделением его в рабочей головке для подачи СОЖ непосредственно в зону резания.

Точность подачи СОЖ обеспечивается ее направлением непосредственно на режущую кромку в зону резания (рисунок 5).

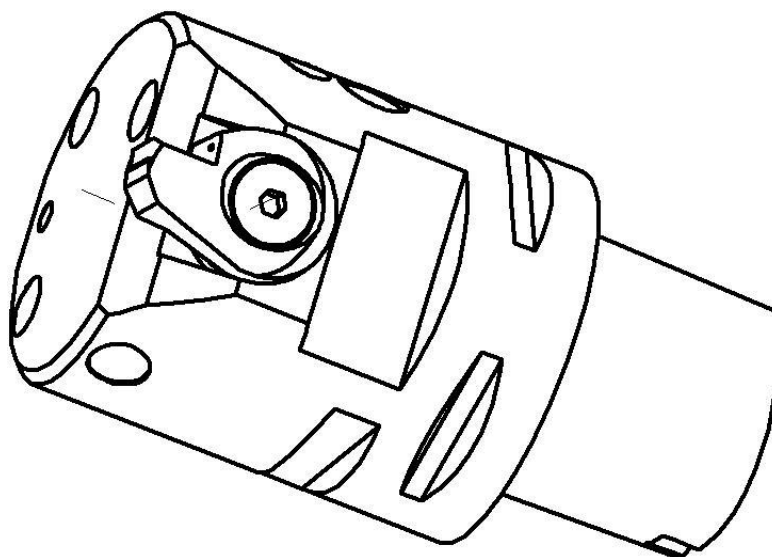


Рисунок 5 – Расточная борштанга

На хвостовик 3 (материал корпуса сталь 45) крепится расточная головка 2, в которой устанавливается режущая вставка 1. Тип соединения

хвостовика и головки - центрирующая шейка Coromant Capto с равнопрочным профилем (показан в сечении Ж-Ж на листе).

Режущая вставка 1 через микрометрический регулировочный механизм может смещаться в радиальном направлении, что обеспечивает точность растачивания отверстий, а также расширяет технологические возможности инструмента. Для этого винтом 6 со шкалой на опорной головке смещают в радиальном направлении регулировочную вставку 4, на которой винтом 7 установлена и закреплена резцовая вставка 1. Кроме этого, через хвостовик 3 и расточную головку 2 проходят каналы для подачи СОЖ непосредственно в зону резания. Отверстия показаны на виде А на листе.

Для обработки применяют два комплекта инструментов. На листе показана конструкция для растачивания большого диаметра – 72 мм. Аналогичная конструкция для растачивания диаметра 68 мм.

Обеспечивается ступенчатая регулировка инструмента, которая повышает точность настройки, снижает количество брака. Крепежный интерфейс стыкуемых элементов обеспечивает процесс растачивания без вибраций.

Выводы по разделу

В конструкторском разделе разработано станочное приспособление для самой точной операции технологического процесса изготовления корпуса редуктора.

Также предлагается инструмент для обработки растачиванием основных отверстий, который дает возможность высокоточной регулировки вылета резца, снижает затраты на инструмент, обеспечивает стружкодробление.

4 Экологичность и безопасность проекта

Задача раздела – на основе анализа составляющих технологического процесса выявить вредные и опасные факторы и предложить меры по их устранению или снижению влияния их вредного воздействия [3].

На участке по обработке корпуса редуктора применяется единственное технологическое оборудование - обрабатывающий центр Nexus 410A-HS. В конце технологии также используется моечная машина и контрольный стенд для комплексного контроля детали. Для закрепления применим специализированные наладочные приспособления. Для первой операции применим установку заготовки по черновым базам, на всех остальных установку по чистовым базам. На этих станках применяется разнообразный режущий инструмент. К ним относят торцовые сборные фрезы, спиральные цельные сверла, зенкеры, зенковки, метчики. Особое внимание расточному инструменту. В работе предлагается расточная оправка с микрометрическим регулированием вылета съемной вставки. При обработке применяются охлаждающие жидкости: Укринол 1М (4-5%), эмульсия.

Основным транспортом являются электро погрузчики.

При механической обработке на станках будут следующие опасные и вредные производственные факторы. Физические травмы рабочих движущимися и вращающимися частями станков или инструментов, а также стружкой. Возможно поражение электрическим током. Из-за короткого замыкания, при разливе металла или при нагреве заготовок в печах возможны пожары. При перемещениях элементов станков возникает шум и вибрация. Влияет также монотонность труда, физическое переутомление, напряжение анализаторов, в том числе из-за недостатков освещения.

Для устранения этих факторов необходим набор мероприятий.

Для исключения травматизма подвижные части оборудования, а также зона обработки закрываются или ограждаются защитными экранами.

Для исключения проблем с электрическими цепями все оборудование заземляется. Все электрические цепи проходят профилактический осмотр и проверку, оснащаются предохранителями.

Все станки должны быть установлены на пружинные виброгасящие опоры. Для шумных операций могут использоваться звукопоглощающие экраны. Необходимо минимизировать вылеты режущего инструмента. Особенно это касается осевого и расточного инструмента. Для этого можно использовать направляющие втулки, расположенные около заготовки.

За счет повышения жесткости увеличивается собственная частота технологической системы и, соответственно, сдвигается зона опасных с точки зрения резонанса режимов резания в область более интенсивных режимов резания. Необходимо балансировать вращающиеся части станков, особенно имеющих повышенные скорости вращения (на отелочных переходах). Необходимо активно использовать виброизоляторы и виброопоры под оснастку.

Для комплексной защиты рабочих необходимо обеспечить операторов средствами индивидуальной защиты, включая одежду (комбинезоны), обувь, защитные очки, перчатки.

Для очистки воздуха от пыли и паров эмульсии необходимо использовать систему вентиляции. Принудительная вентиляция на рабочих местах осуществляется вытяжными установками. У печи для термообработки используется приточная установка с кондиционированием. Для всего участка задействована естественная вентиляция через окна.

Для нормальной трудовой деятельности обеспечиваются системы отопления и освещения.

Освещение на участке применяется комплексное: естественное и искусственное. В дневное время естественное освещение осуществляется через окна (верхние и боковые), а в вечернее время – искусственное, при помощи люминесцентных ламп. Искусственное освещение выполняется

системой общего освещения. В местах непосредственной обработки, на рабочих станочных операциях, применяют комбинированное освещение.

Здание с участком мехобработки по пожарной опасности относится к категории «Д». Для защиты от пожара необходимо наличие устройств сигнализации. На участке предусматриваются стационарные огнетушащие установки, а также огнетушители марок ОХП-10 и УО-5, а также оборудованные пожарные стенды.

Большими пожарами на машиностроительных предприятиях должна заниматься пожарная служба. Маленькие пожары на рабочем месте надо быстро тушить с помощью огнетушителей и стационарных установок.

По усовершенствуемой многоцелевой расточной операции будут следующие меры. Необходимо обратить внимание на уменьшение концентрации вредных веществ в виде мелкой стружки и паров эмульсии. На данном рабочем месте применяется приточно-вытяжная вентиляция. Для уменьшения воздухообмена в помещении необходимо улавливать вредные вещества в местах их выделения. Для этого многоцелевой станок снабжают местной вытяжной вентиляцией. На этом станке происходит обработка с пылевыведением и необходим защитный кожух. Из-за использования современного оборудования режимы обработки форсированы, что сопровождается увеличением динамических нагрузок на оборудование с возникновением вибраций из-за процесса резания. Для уменьшения этих недостатков необходимо тщательно балансировать шпиндельный узел. Для нормальной зрительной работы предусматривается местное искусственное освещение. Также предусматривается контроль по соблюдению всех мер безопасности труда и электробезопасности.

Выводы по разделу

Рассмотрев все вредные факторы, предложены мероприятия по их устранению для технологии изготовления корпуса редуктора.

5 Экономическая эффективность работы

Основной задачей данного раздела является экономическое обоснование предложенного совершенствования технологического процесса.

Для выполнения данной задачи необходимо проанализировать только отличия между совершенствованиями технического решения [6]. Основываясь на подробном описании технологического процесса из предыдущих разделов бакалаврской работы, на рисунке 6, представлены отличительные особенности сравниваемых вариантов.

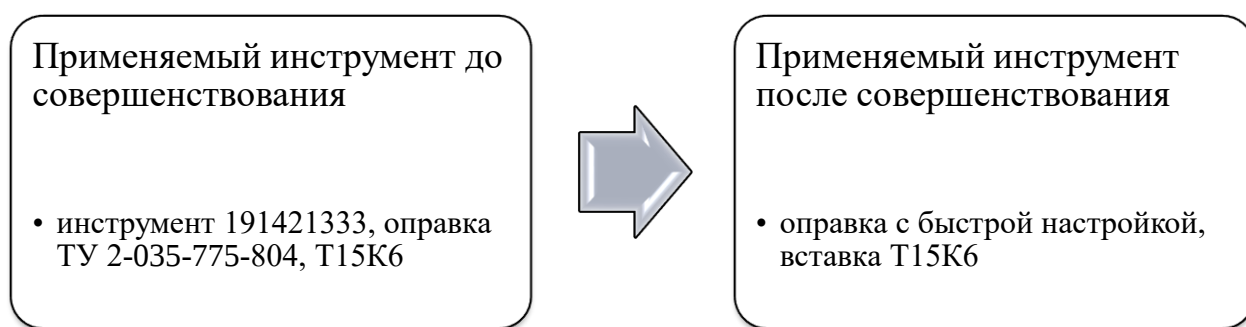


Рисунок 6 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов выполнения операции

На рисунке 6 представлены только предлагаемые изменения на данной операции. Слева, описан применяемый на данной операции инструмент, по исходному технологическому процессу, а справа – по измененному.

Чтобы дать компетентное заключение по предложенному совершенствованию, необходимо воспользоваться определенными материалами и информацией, которые позволят сделать необходимый вывод. Более детальное описание материалов и информации представлено на рисунке 7.

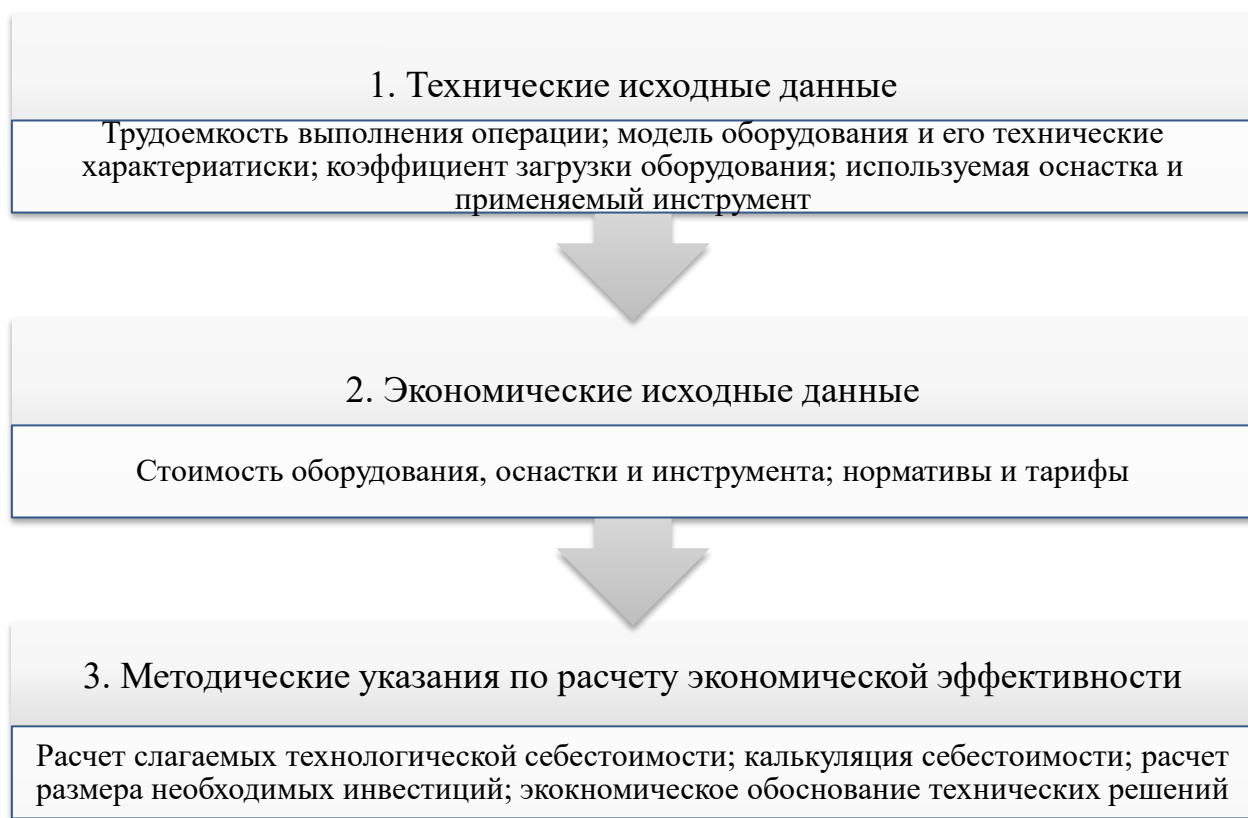


Рисунок 7 – Детальное описание материалов и информации, необходимых для проведения соответствующих экономических расчетов

Информация и материалы, представленные на рисунке 7, описывают совокупность необходимых данных для проведения всех соответствующих расчетов. А также показывают направление на источник, для этой информации, а именно:

– технические исходные данные – это тот материал, который можно найти в технической части бакалаврской работы. При разработке технологического процесса описывают используемое оборудование, оснастка и инструмент, рассчитывается трудоемкость выполнения предложенных операций и коэффициент загрузки этих операций. Естественно оборудование подбираю исходя из серийности производства, которые напрямую зависят от программы выпуска изделия. Что касается технических параметров используемого оборудования, то это общедоступная информация из справочной литературы.

– экономические исходные данные – это стоимостные значения оборудования, оснастки и инструмента, т.е. его цена, тарифы на энергоносители, тарифные ставки по оплате труда и всевозможные экономические коэффициенты. Эти данные, как правило, предоставляются предприятиями, соответствующими министерствами и регулируются правительством РФ.

– методические указания по расчету экономической эффективности – это методики по расчету всех необходимых экономических показателей. По их значениям можно сделать вывод о необходимости внедрения или, наоборот, об отказе вкладывать денежные средства в данный проект. Зная методику и используя соответствующее программное обеспечение, например такое, как Microsoft Excel, можно рассчитать все итоговые показатели и сделать заключение.

Если первые два пункта: технические и экономические исходные данные, это только источники информации, а вот третий – является объектом пристального внимания. Поэтому, далее будут представлены результатов расчетов всех необходимых экономических показателей, по результатам которых будут сделаны выводы, на которые и нацелен данный раздел.

На рисунке 8 представлены значения всех слагаемых технологической себестоимости, которая является основой для всех дальнейших расчетов.

Из рисунка 8 видно, что все значения совершенствованного варианта значительно меньше исходного. Такое изменение привело к итоговой разнице между вариантами значения величины технологической себестоимости в размере 4,63 рублей, что составило 14,9%. Максимальное влияние на такой результат оказал такой показатель, как расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Его доля в величине технологической себестоимости составляет 51,4% в исходном варианте, и 49,9% – в совершенствованном. Следующий весомый вклад в результат оказала величина – основная заработная плата работников. Доля этого показателя составила 37,3% и 38,5% соответственно.



Рисунок 8 – Величина технологической себестоимости выполнения операции и значения ее слагаемых

На рисунке 9 представлены значения итоговых показателей по которым формируется вывод об эффективности предложенных совершенствований.



Рисунок 9 – Значения итоговых показателей

Учитывая представленные на рисунке 9 данные, можно сделать вывод об эффективности предлагаемых совершенствований, т. к. экономический эффект в результате расчетов получился положительным.

Заключение

В выпускной работе спроектирована технология изготовления корпуса конического одноступенчатого редуктора вертикальной компоновки. Для спроектированной детали назначены по стандартам геометрические требования и физико-механические свойства материала. С учетом технических требований, указанных в чертеже, выполненного анализа технологичности и объема изделий в год 1000 штук выбран среднесерийный тип производства. Все последующее проектирование выполнено с учетом обеспечения характеристик данного производства.

При проектировании найдены и устранены технологические недостатки, связанные с общей вертикальной компоновкой редуктора. Использование современных станков с модульной конструкцией, а также поворотных столов позволяет при выполнении расточных работ подводить расточной инструмент с разных направлений.

В технологической части спроектирована для выбранного метода литья в песчаные формы заготовка.

С учетом отливки средней точности и среднесерийного типа производства разработана операционная технология. Для расточной операции выполнено проектирование с подробным расчетом припусков, размеров, режимов обработки и нормированием.

Конструкторская часть содержит проектирование переналаживаемого специализированного приспособления с механизированным приводом зажима, которое обеспечивает точность и надежность закрепления заготовки. Расточная борштанга с микрометрическим регулируемым вылетом расточного резца обеспечивает точную настройку на диаметральный размер. В заключении работы по проектированию технологии предлагается список мероприятий по защите охраны труда на участке, меры по обеспечению экологичности. Эффективность изменений технологической расточной операции подтверждается экономическим расчетом.

Список используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
4. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
7. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение,

2003. - 782 с.

8. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

9. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

10. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

11. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

12. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

13. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15

01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

14. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

15. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

16. Строителей В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителей ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

17. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

18. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с.

19. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

20. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.

21. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

Приложение А

Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Продолжение таблицы А.1

54

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3									
Дубл.									
Взам.									
Попл.									
Разраб.	Солкина								1
Проверил	Расторгуев								
Утвердил	Логин								
Н. контр.	Расторгуев								
Наименование операции									
Материал									
СЧ10 ГОСТ 1412-85									
Оборудование, устройство ЧПУ									
Центр NEXUS 410A (B)									
Р									
T01	Стол 7204-0021 ГОСТ 16936-71								
O02	1. Установить и закрепить заготовку								
O03	2. Расточить заготовку								
T04	191421155 Оправка ТУ 2-035-775-80								
P05	1	70,9	46	4,6	1	0,25	362	80,7	
O06	3. Расточить заготовку								
T07	191421333 Оправка ТУ 2-035-775-80								
P08	2	71,6	46	0,3	1	0,18	876	197	
O09	4. Расточить заготовку								
T10	191421258 Оправка ТУ 2-035-774-80								
P11	3	72	46	0,19	1	0,1	1327	300	
O12	5. Переустановить и закрепить заготовку								
O13	6. Расточить заготовку								
OK	Операционная карта								9

Продолжение таблицы А.2

56

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 Формы									
Дубл.									
Взам.									
Подп.									
4									
020									
КЭ									Карта эскизов

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 ФОРМЕ									
Дубл.									
Взам.									
Лодл.									
4									
020									
КЭ	Карта эскизов								

Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Лист	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Лист 1	А1						
					Документация		
				22.ВКР.ОТМП.36.55.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
					Сборочные единицы		
				1 22.ВКР.ОТМП.36.55.01.000.	Гидроцилиндр	2	
Лист 2					Детали		
				2 22.ВКР.ОТМП.36.55.00.002.	Плита базовая	1	
				3 22.ВКР.ОТМП.36.55.00.003.	Шпонка	2	
				4 22.ВКР.ОТМП.36.55.00.004.	Плита	1	
				5 22.ВКР.ОТМП.36.55.00.005.	Палец цилиндрический	1	
				6 22.ВКР.ОТМП.36.55.00.006.	Палец ромбический	1	
				7 22.ВКР.ОТМП.36.55.00.007.	Опора	4	
				8 22.ВКР.ОТМП.36.55.00.008.	Винт	2	
				9 22.ВКР.ОТМП.36.55.00.009.	Винт	4	
Лист 3							
					Стандартные изделия		
				10	Шпонка 2-10 х 12 х 20 ГОСТ 23360-78	2	
Лист 4				22.ВКР.ОТМП.36.55.00.000.СП			
				Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				Разраб.	Солкина Л.Ю.		
				Проб.	Расторгуев Д.А.		
				Н.контр.	Расторгуев Д.А.		
				Утв.	Логинав Н.Ю.		
				Станочное приспособление			
				Лит.	Лист	Листов	
				1	1	2	
				ТГУ, ИМ, г.р. ТМд-17028			

Копировал

Формат А4

Продолжение таблицы Б.1

60

Приложение В

Спецификация инструмента

Таблица В.1 – Спецификация инструмента

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A1			22.ВКР.ОТМП.36.60.00.000.СБ			
						Сборочные единицы		
				1	22.ВКР.ОТМП.36.60.01.000.	Резцовая вставка	1	
						Детали		
				2	22.ВКР.ОТМП.36.60.00.002.	Державка	1	
				3	22.ВКР.ОТМП.36.60.00.003.	Хвостовик	1	
				4	22.ВКР.ОТМП.36.60.00.004.	Винт регулировочный	1	
				5	22.ВКР.ОТМП.36.60.00.005.	Винт стопор	1	
				6	22.ВКР.ОТМП.36.60.00.006.	Шкала рукоятка	1	