

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)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления корпуса приводного механизма

Обучающийся	<u>А.Д. Кропачев</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук, доцент А.В. Зотов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>канд. экон. наук, доцент Е. А. Боргардт</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>М.А. Кривова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2025

Аннотация

Выпускная квалификационная работа рассматривает разработку технологического процесса изготовления корпуса приводного механизма из серого чугуна СЧ20.

Данный выбор материала обусловлен эксплуатационными требованиями к жесткости корпуса приводного механизма. Физико-механические свойства СЧ20 и его структурные особенности приводят к обеспечению хорошей обрабатываемости, что существенно снижает затраты на обработку корпуса.

Объем выпуска корпуса определен в 10000 деталей в год. Это относит технологию изготовления корпуса к среднесерийному производству. С этим связан, а также из-за материала выбор заготовки в виде отливки.

Принятая технология соответствует типовой. Первоначально создаются чистовые технологические базы: плоскость и два установочных отверстия. Затем производится обработка по наружному контуру, преимущественно методами фрезерования. Для обработки внутренних поверхностей применяются расточные переходы и различные осевые инструменты. Для обеспечения высокой взаимной точности поверхностей используется концентрированная структура технологических операций, выполняемых за одну установку заготовки.

В связи с особой ответственностью первой операции, проведен подробный расчет и спроектировано станочное приспособление усовершенствованной конструкции. Использование сборной твердосплавной фрезы повышает производительность и обеспечивает экономический эффект при выполнении данной работы.

Все представленные технологические операции сопровождаются разработкой мер по охране труда и защите окружающей среды

Разработанная технологическая и конструкторская документация приведена в приложении.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Назначение и условия работы детали.....	6
1.2 Анализ технологичности.....	6
2 Технологическая часть	11
2.1 Определение типа производства	11
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса	11
2.3 Базовая технология	11
2.4 Выбор метода получения заготовки	13
2.5 Выбор методов обработки	15
2.6 Расчет припусков	18
2.7 Расчет режимов резания.....	19
3 Проектирование оснастки	24
3.1 Общие сведения	24
3.2 Проектирование приспособления	25
3.3 Проектирование инструмента	31
4 Безопасность и экологичность работы.....	34
5 Экономическая эффективность работы	36
Заключение	39
Список используемой литературы и источников	40
Приложение А Технологические карты	43
Приложение Б Спецификация приспособления	46
Приложение В Спецификация фрезы	48

Введение

Успех любого производства напрямую зависит от качественной конструкторско-технологической подготовки, определяющей прибыльность и конкурентоспособность предприятия. Грамотные конструкторско-технологические решения обеспечивают снижение себестоимости продукции и повышение ее качества, в то время как ошибки могут привести к убыткам и даже к закрытию производства, а также к производственным травмам. Поэтому принимаемые конструкторско-технологические решения в работе должны быть обоснованы корректными инженерными расчетами, что зависит от квалификации технолога.

Основная цель работы инженера-технолога заключается в поиске наиболее рационального и технологически эффективного метода решения поставленной задачи: обеспечить производство деталей, строго соответствующих чертежам, при минимальной себестоимости. Это позволяет предприятию максимизировать прибыль.

В представленной работе для изготовления корпусной детали предлагается использовать литые заготовки с выбором оптимального метода, детально разработать технологический процесс изготовления сложной по форме корпусной детали, спроектировать специализированные приспособления и инструмент, провести анализ производственных и экологических рисков с разработкой мероприятий по их минимизации, а также провести подробный расчет себестоимости детали.

Работа выполняется с учетом условий серийного производства, что обуславливает приоритетное использование стандартного инструмента, оборудования и приспособлений. Применение специализированной, а тем более специальной оснастки рассматривается лишь в случаях крайней необходимости из-за ее экономической нецелесообразности в условиях серийного производства.

Механическая обработка детали ведется на одном станке с одного установа, что минимизирует временные затраты на переустановку и обеспечивает высокую точность обработки благодаря принципу концентрации переходов, сохраняющему неизменными технологические базы в процессе обработки.

Данная работа посвящена разработке экономически эффективного технологического процесса, позволяющего оптимально решать производственные задачи в серийном производстве.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение и условия работы детали

Корпус приводного механизма представляет собой деталь коробчатой сложной формы с тонкими стенками и закругленной верхней поверхностью.

Корпус предназначен для размещения внутренних узлов и деталей. Он воспринимает создаваемые ими нагрузки и служит для защиты от внешних воздействий.

От его конструкторских и эксплуатационных параметров зависит точность взаимного расположения и движения подвижных деталей и узлов. От этого зависят кинематические характеристики привода.

Поэтому к корпусу предъявляются повышенные требования по прочности и жесткости. Жесткость конструкции детали напрямую влияет на долговечность подшипников, зубчатых зацеплений. Этим обусловлены наличие внутренних ребер жесткости.

Система смазки в корпусе отсутствует. Она реализуется для подшипников консистентной смазкой, закладываемой в корпус.

Поверхности скольжения в конструкции корпуса отсутствуют. Подшипники устанавливаются в отдельные корпуса, не контактируя напрямую с корпусом приводного механизма. Скольжение происходит только в опорных поверхностях регулировочного вала, где скорости невелики, работа происходит периодически, и точное базирование не требуется. Для таких условий антифрикционных свойств серого чугуна достаточно.

1.2 Анализ технологичности

Конструкция корпуса относится к категории коробчатых деталей с закрытой внутренней полостью. Материал деталей - серый чугун которой

получается только методами литья. Для серийного производства оптимальными вариантами были бы получение заготовки в оболочковые формы или литье в песчаные форму. Технико - экономические выбор между ними необходимо проводить с учетом комплексных затрат, как на получение исходной заготовки так и на последующих механическую обработку. Деталь имеет значительные размеры по длине более полуметра (рисунок 1, 2).

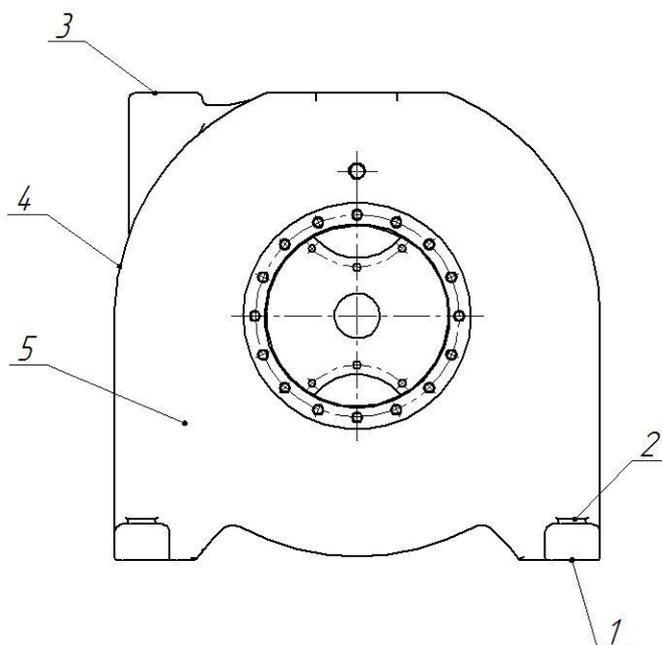


Рисунок 1 Корпус – вид спереди

Соответствующий габарит приводит к значительной массе заготовки порядка 150 килограмм. Это делает транспортировку, установку-снятие на станок первоочередными задачами, так как необходимо оснащения каждого рабочего места соответствующим манипулятором или использование на всех технологических операциях подъемно-транспортного оборудования типа кран-балка. Это будет приводить к значительному увеличению времени на установку и снятие заготовки. Относительным преимуществом, которое частично может компенсировать предыдущей недостаток, является ее конфигурация классической формы. То есть имеется установочная плоскость

1 и проушины, в которых выполнены четыре базовых отверстия 14 с прилегающими опорными плоскостями 2. Это приводит к классической схеме базирования корпуса по плоскости и двум отверстиям. Соответственно под эту операцию выстраивается типовой технологический процесс изготовления корпусной детали, где первым этапом является получение чистовых технологических баз на многоцелевом станке.

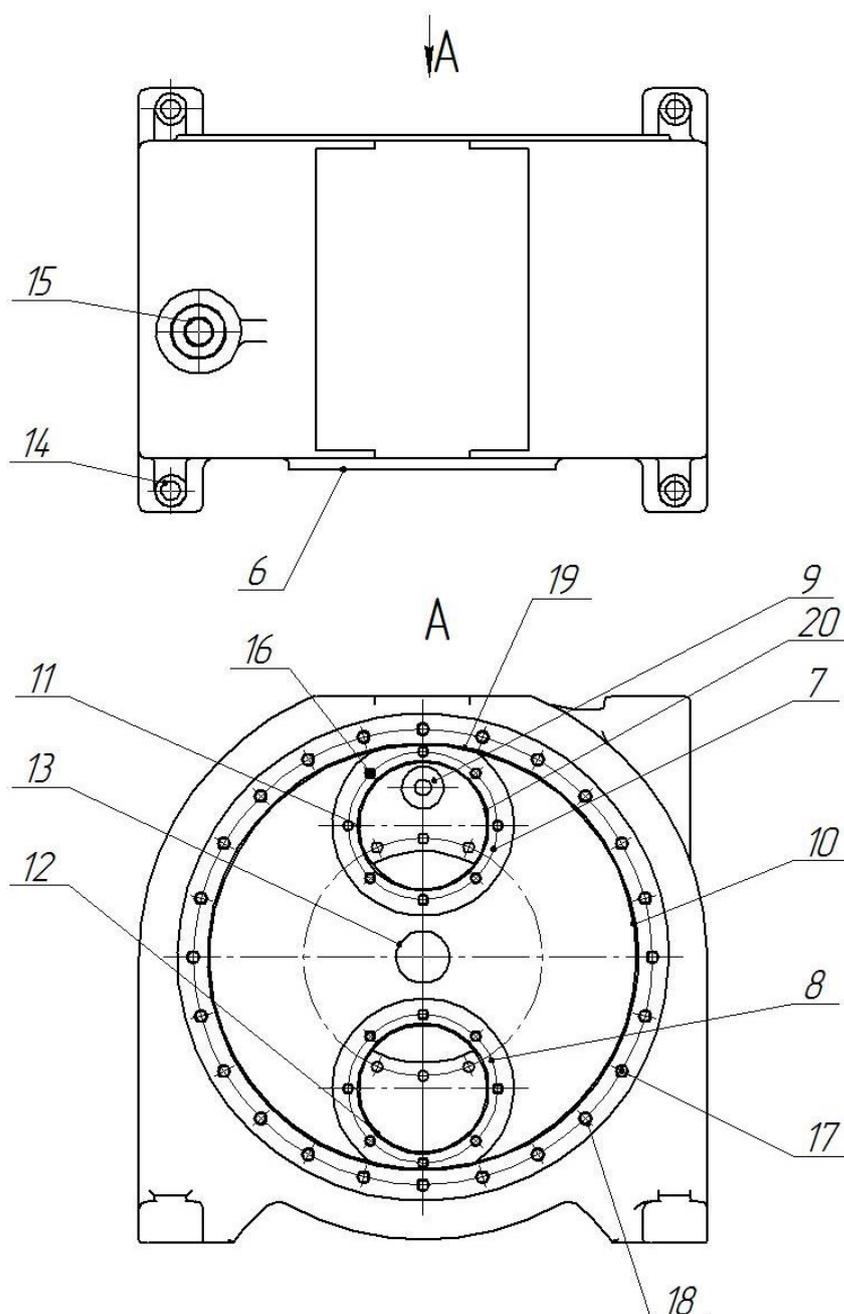


Рисунок 2 Корпус – вид сверху и вид А

Материал - чугун марки СЧ20. Это сплав с пластинчатым графитом, содержание железа не менее 92,8%, а также добавки в виде кремния, марганца. Твердость НВ 200-220. Химический состав показан на рисунке 3.

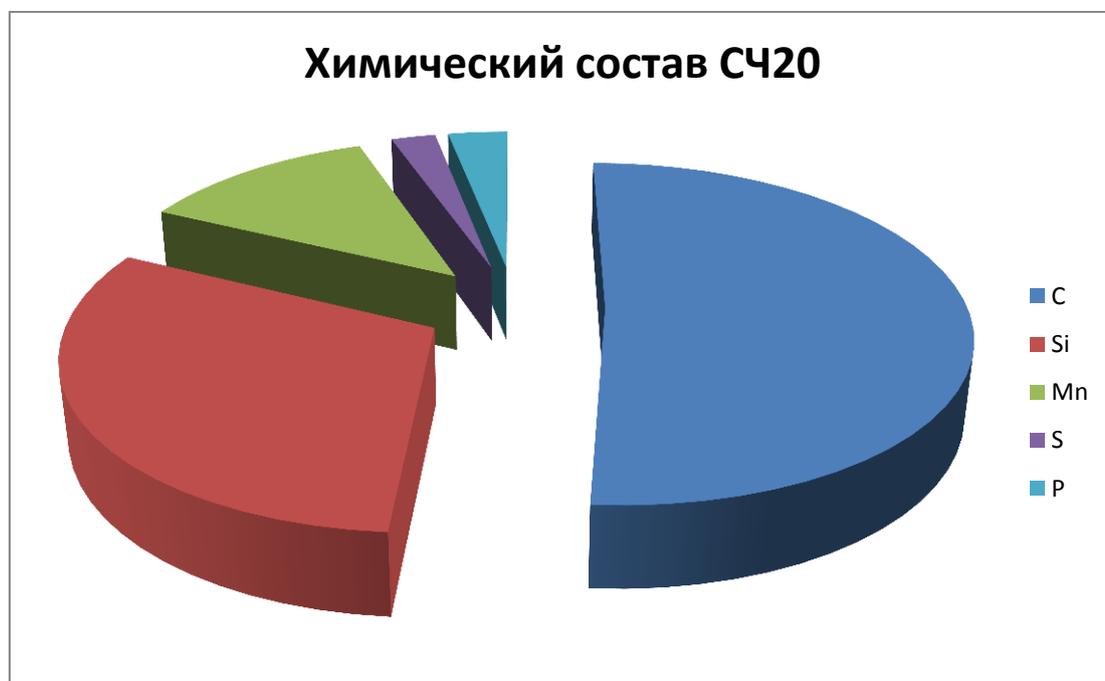


Рисунок 3 – Химический состав СЧ20

Вертикальная компоновка этого станка - обеспечить обработку установочной плоскости торцов фрезерованием за два или три технологических перехода, а также комплексная обработка базовых отверстий, включая сверление, зенкерование и развертывание. Обработка базовых отверстий 14 может сопровождаться дополнительным цекованием установочных поверхностей 2 на обратном ходе. После этого возвращаться к обработке данных конструктивных элементов нет уже никакой необходимости, и поэтому всю последующую обработку можно проводить с одного установа.

Поверхности заготовки внешние и внутренние большей частью не обрабатываются. В качестве конструкторских баз и исполнительных поверхностей выступают основные отверстия и прилегающие торцы под

крышки, для крепления которых предусматриваются резьбовые отверстия. Единственным недостатком здесь является разная направленность обрабатываемых поверхностей. Например, плоскость 3 и отверстие 15 необходимо обработать с вертикальным направлением инструмента. Все остальные требуют горизонтального расположения инструментального шпинделя. При этом доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям частично ограничен из-за внутренней стенки детали.

Здесь требуется значительный вылет инструмента, так как существует возможность задеть обработанную поверхность инструментом, который движется к внутреннему отверстию 12.

К относительным недостаткам можно отнести необходимость обработки отверстий с позиционным допуском, так как расположение их идет по периметру на установочной плоскости с заданным угловым шагом и заданным межосевым расстоянием. Это требует точного позиционирования в системе управления станком, а так же достаточно большой период стойкости режущего инструмента, чтобы не приходилось его заменять на середине цикла обработки одной детали. Конструктивные элементы унифицированы, включая размеры резьбовых отверстий, что обеспечивает минимальное количество по номенклатуре режущего инструмента. Особый вопрос возникает по обработке бобышки 20, которая расположена в глубине корпуса и единственный доступ с противоположной стороны со стороны большого открытого отверстия 10. Возникает необходимость цекования с большим вылетом, что может привести к вибрациям при обработке. В целом деталь является не технологичной.

Выводы по разделу

Выполнен анализ условий работы и назначения корпуса приводного механизма. С учетом назначения поверхностей и их технических требований, выполнен анализ технологичности.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

Тип производства зависит от объема выпуска – 10000 деталей в год.

Регулярность и стабильность каждые 24 дней в течении 1 года.

Согласно [1] это соответствует среднесерийному производству.

Тип производства с учетом массы и объема выпуска будет относиться к среднесерийному. Он характеризуется коэффициентом закрепления операции от 20 до 10. Базовая технология основана на применении универсального сверлильно-фрезерно-расточного станка.

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«В среднесерийном производстве применяются два типа станков: универсальные и специализированные. Последовательность по ходу техпроцесса. Синхронизация – переменнo-поточная. Технологический процесс разделен на заготовительный этап, механическую обработку, включающую операции термообработки и контроля. Квалификация рабочих в среднем высокая. Используются специализированные и специальные приспособления, а также стандартный режущий и измерительный инструмент. Технологическая документация разрабатывается детально (операционные карты с картами эскизов), применяются технически обоснованные нормы времени (табличные и статистические)» [1].

2.3 Базовая технология

Многоцелевые станки применяются для последовательного выполнения соответствующих переходов. Это требует переустановки заготовок. С учетом указанного в анализе технологичности недостатков

большой массы даны вспомогательный переход будет занимать много времени и приводит к дополнительной неточности взаимного расположения поверхностей, обработанных на этих различных технологических операциях.

С учетом требований по точности и качеству обработки фрезерование будет включать в себя две операции. Обработка растачиванием также включает в себя две операции, одна это будет черновое и полукристовое растачивания, а финишная обработка тонким растачивания будет выполняться на алмазно-расточном станке.

Для обеспечения параметров резьбовых отверстий, жестко скоординированных и расположенных на разных установочных плоскостях, требуется сверлильный станок с позиционированием при помощи системы управления. Для этого необходимо применять горизонтально-сверлильный станок с последующей обработкой с двух сторон.

Для реализации такой схемы обработки на операции сверления должен применяться поворотный стол. Указанный технологический процесс является трудоемким, содержит большое количество технологического оборудования, включает большое количество не производительных вспомогательных переходов связанных с манипуляцией тяжелой заготовки.

С учетом размеров и содержания операции загрузка оборудования для обработки одной заготовки будет большой. На основе анализа технических требований и анализа технологичности ясно, что на втором этапе должна вестись на станках двух типов: вертикальном и горизонтальном.

Тип станков - обрабатывающие центры. Связано это с большим количеством применяемого инструмента как фрезерного, так и расточного и осевого. При этом требуется точное позиционирование последовательно применяемых инструментов.

Для оптимизации расхода инструменты необходимо провести корректный выбор инструментального материала, типоразмера инструмента и формы его рабочей части.

«Отдельное внимание необходимо уделить выбору технологических режимов, так как здесь большая группа инструментов имеет значительные вылеты, что приводит к значительным отклонениям, деформациям и вибрациям. При превышении критических нагрузок высоковероятна поломка такого инструмента» [2].

Для закрепления заготовки также требуется установочные элементы с возможностью распределения зажимных усилий по поверхности заготовки. Приспособление должно быть наладочным.

Для обеспечения финишных требований необходимо использовать отделочные операции, в качестве которых могут выступать как шлифовальные переходы, так тонкое растачивание или фрезерование.

2.4 Выбор метода получения заготовки

Процессы получения заготовок из чугуна СЧ20 относятся к области обработки литья.

Выбрать необходимо метод, подходящий для среднесерийного производства. Сочетание максимальной производительности, минимальной трудоемкости, обеспечение снижения себестоимости и повышения качества достигается для заданного типа производства или литьем в землю или в оболочковые формы.

Заготовка корпуса определяется формой коробчатой детали. Проектирования операций ведем на основе сочетания табличных и аналитических методов. В качестве заготовки необходимо выбрать или литье в землю или литье в оболочковые формы. Но для такой габаритной детали более оптимальным является литье в землю

$$C_T = S_{\text{заг}} \cdot M + C_{\text{мех}} \cdot (M - m) - C_{\text{отх.}} \cdot (M - m), \quad (1)$$

«где $C_{\text{заг}}$ – затраты на заготовку, руб/кг;

$C_{\text{мех}}$ – затраты на обработку, руб/кг;

M – масса отливки, кг;

m – масса корпуса, кг;

$C_{отх.}$ – цена стружки, руб/кг» [4].

«Механическая обработка

$$C_{мех} = C_c + E_n \cdot C_k, C_{мех}, \quad (2)$$

где C_c – текущие затраты, руб/кг;

E_n – коэффициент эффективности капитальных вложений;

C_k – капитальные затраты, руб/кг» [15].

Примем $C_{мех} = 12,5$ руб/кг, $C_{отх} 2,7$ руб/кг.

«Отливка

$$S_{заг} = C_{баз} h_1 h_2 h_3 h_4 h_5, \quad (3)$$

где $C_{баз}$ – стоимость литья в землю, руб/кг;

h_1 – коэффициент точности;

h_2 – коэффициент сложности;

h_3 – коэффициент массы;

h_4 – коэффициент материала;

h_5 – коэффициент серийности» [13].

$$C_{шт} = 78,5 \cdot 1,03 \cdot 1,2 \cdot 0,74 \cdot 1,25 = 90,1 \text{ руб.}$$

$$C_{т.пр} = 90,1 \cdot 131 + 12,5 \cdot (137 - 131) - 2,7 \cdot 6 = 13018 \text{ руб.}$$

С учетом конфигурации, большого количества поднутренний, наиболее рациональным вариантом является использование литье в песчаные формы. Это приводит к соответствующему уровню точности и значительному разбросу припусков на черновой стадии.

С учетом размеров и способы литья класс размерной точности равен 14. Класс точности масс 11, ряд припусков 3. С учетом выбранных параметров и заготовки назначаются припуски и допуски на размер.

Класс размерной точности 14, степень коробления 9.

Припуски на уровне 3 мм. Допуски 2,5 мм.

Проектирование полных размеров и припусков проводим для самого большого основного отверстие 10 диаметром 400Н8, которое выполняется по 8 качеству за три технологических перехода.

Чертеж заготовки предоставлен на соответствующем листе графической части.

2.5 Выбор методов обработки

«Перед разработкой маршрута обработки детали намечаются отдельные технологические переходы, выполнимые для каждой отдельной поверхности. Затем они объединяются на одной операции с учетом технологических возможностей станков.

На этом этапе устанавливается тип станков и другого оборудования, их характеристики и размеры, которые уточняются при детализации технологических операций. Разработка маршрута ориентируется на типовые процессы обработки деталей данного типа» [4].

Соответствующие размеры и назначение припусков используется для проектирования операции по режимам резания и формированию наладки. В качестве технологических цепочек переходов применяем типовые техпроцессы обработки корпусных деталей.

Для плоскости они включают в себя три технологических перехода черновой, получистовой и чистовой с учетом размеров, габаритов, разброса припуска на первом переходе.

В качестве технологических переходов при обработке основных отверстий применяются растачивание: черновое, получистовое и финишная

тонкая. С учетом технологических возможностей современного оборудования с ЧПУ, в частности по жесткости, виброустойчивости, финишный переход также будет выполняться на данном виде станка. Для обработки отверстий применяются три перехода. На первом выполняют сверление, второй переход - зенкование для обработки фаски. Финишная обработка - нарезание резьбы.

На первой операции применяется станок вертикальный обрабатывающий центр VMC1050 (рисунок 4).



Рисунок 4 – Обрабатывающий центр VMC1050

Он имеет мощность главного привода 11 кВт. Охлаждение системы смазки предотвращает перегрев и температурную деформацию шпинделя. Это стабилизирует точность обработки и повышает срок службы станка.

Стол с грузоподъемностью до 700 кг и размерами 1100x500 мм дает возможность обработки корпуса.

Точность станка 12 мкм. Тип крепления инструмента патрон ВТ40. Обороты до 10000 об/мин.

Габариты станка 3150x2800 мм.

Для обработки базовых отверстий используются переходы: сверление, зенкерование, развертывание с последующим обратным цекованием для прилегающей установочной плоскости.

Базовый технологический процесс отличается стандартным инструментом.

Инструменты следующие по переходам на 005 операцию. Сверло диаметром 16 и 18 мм Р6М5 по ГОСТ 19265-73.

Зенкер 17,0x125x223 с коническим хвостовиком КМ2 u8 тип1 Sekira.

Развертка машинная с коническим хвостовиком 18,5 мм Н7.

Для обработки плоскости применим торцевую фрезу. Фреза торцевая насадная 100 с механическим креплением пятигранных пластин. Количество зубьев 8, посадочный диаметр 32 мм по ГОСТ 2214-0271. Используем пластину PNUM (10114)-110408 Н30 (ВК8), Н30 для черновой обработки.

Для чистовой обработки применяется материала ВК6.

Для обработки основных отверстий и крепежных резьбовых отверстия, а также фрезерования торцовых плоскостей на 010 операции применим горизонтально-фрезерный центр СРЕКТР МНМ-400. Рабочая зона 600x500x500. Обороты 12000 в минуту. Тип крепления – хвостовик ВВТ-40. Мощность 11 кВт.

На 010 операции будут выполняться следующие переходы: фрезерный; сверлильный (11; 15,4; 18 и 25 мм); зенкерование (24,7; 15,75 мм); развёртывание (16 и 25 мм); зенкование (16; 20 и 40 мм); резбонарезание (М12).

«Техпроцесс заканчивается после моечной и контрольных операций» [5].

2.6 Расчет припусков

«Для расчета операционных припусков необходимо знать состав переходов, параметры качества поверхностного слоя (высота микронеровностей, толщина дефектного слоя), погрешности формы и расположения заготовки, а также погрешности установки.

Перед расчетом припусков выполняется эскиз заготовки со схемой установки и указанием поверхностей для расчета или назначения припусков. После расчета создается эскиз с нормативными размерами, предельными отклонениями, припусками и допусками, а также схема их расположения» [6].

Учитываем поворот заготовки и исходную погрешность от литья с табличным значением Δ 0,7 мкм/мм.

«Припуск равен:

$$z_{\min}^i = a^{i-1} + \rho^{i-1}, \quad (4)$$

где a^{i-1} – находится как сумма шероховатости и глубины дефектного слоя от $i-1$ перехода, мкм;

ρ^{i-1} – сумма коробления и смещения, мкм.

Она высчитывается от исходного коробления

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta \cdot d)^2 + (\Delta \cdot l)^2}, \quad (5)$$

где d, l - диаметр и длина отверстия, мм.

Для основных отверстий это 400, 200 и 120 мм при длинах 21, 16 и 21 мм.

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \cdot 400)^2 + (0,7 \cdot 21)^2} = 280 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \cdot 200)^2 + (0,7 \cdot 21)^2} = 141 \text{ мм.}$$

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \cdot 120)^2 + (0,7 \cdot 16)^2} = 85 \text{ мм.}$$

С учетом сдвига форм

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2} \quad (6)$$

где $\rho_{\text{см}}$ – смещение форм, мкм.

$$\rho_3 = \sqrt{280^2 + 2000^2} = 2020_{\text{мкм.}}$$

Для отверстия 200 мм с учетом трех переходов с допусками 0,46 мм, 0,115 мм и 0,046 мм размеры будут для заготовительного этапа 195,6 мм с допуском 4,8 мм. Для черного растачивания 198,6 мм, для чистового – 199,8 мм и для тонкого – 200 мм.

2.7 Расчет режимов резания

Для повышения безопасности используем механизированный привод для зажима заготовки. В качестве установочных элементов будут использоваться опорная плита и базовые пальцы. Для снижения зазоров в сопряжении палец-отверстие применяем комплект цилиндрического и ромбического установочных пальцев.

Лимитирующими переходами здесь будут или переходы по растачиванию или обработка резьбовых отверстий. Но выделяется первый переход по зенкованию, который промежуточный между сверлением и нарезанием резьбы. Он требует отдельного режущего инструмента, включается в структуру штучного времени время на замену инструмента. Для ускорения данного перехода можно попробовать применить ступенчатый инструмент для сверления под резьбу. В соответствующем разделе приведен расчет данного режущего инструмента.

Скорость принимаем табличную из каталогов инструментов [12].

«Обороты шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot d} \quad (7)$$

где v_p – табличная скорость резания, м/мин;

d – диаметр инструмента, мм» [13].

Для оценки станка по мощности найдем

$$N = \frac{P_z \cdot v_p}{1020 \cdot 60}. \quad (8)$$

«где сила резания

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} k_{mp}, \quad (9)$$

где C_p , x , y , u , q , w – коэффициент и показатели степени;

B – ширина фрезерования, мм;

z – число зубьев фрезы;

k_{mp} – коэффициент материала заготовки» [12].

По переходам фрезерования:

$$n = \frac{1000 \cdot 140}{\pi \cdot 100} = 446 \text{ об/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 220}{\pi \cdot 100} = 701 \text{ об/мин.}$$

На черновом переходе снимается припуск 1,5 мм.

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,25^{0,74} \cdot 60 \cdot 7}{100 \cdot 187^0} 1 = 1182 \text{ Н.}$$

Тогда мощность для фрезерования

$$N = \frac{1182 \cdot 140}{1020 \cdot 60} = 2,7 \text{ кВт.}$$

С учетом паспортной мощности 11 кВт, запас большой.

$$2,7 \leq 11 \cdot 0,9 = 9,9.$$

На остальные переходы расчеты выполняются аналогичные. После черного фрезерования предусмотрено чистовое. Далее для двух отверстий сразу сверление в размер 18 мм.

Для двух отверстий – чистовых технологических баз, обработку ведем за три перехода. Поэтому сверление диаметром отверстия 16 мм с припуском под последующую обработку.

Все параметры режима резания показаны в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Режимы резания на 005 операцию (глубина и время)

Переход	Глубина резания мм	Ширина резания мм	Диаметр D мм	Кол-во зубьев z	Время To сек	Время To мин
Фрезерование черновое	1,5	60	125	7	75,336323	1,25561
Фрезерование чистовое	0,6	60	125	7	79,885877	1,33143
Сверление 16x2	8	-	16	-	45,933714	0,76556
Зенкерование 17 x2	0,5	-	17,5	-	67,824	1,1304
Развёртывание 18 x2	0,25	-	18	-	68,3264	1,13877
Сверление 18x2	9	-	18	-	44,293224	0,73822
Зенкование 20x10	2,5	-	20	-	3,5051163	0,05842

«Расчет норм времени ведется на 005 операцию.

$$T_{шт} = T_o + T_г + T_{об} + T_{пер}, \quad (10)$$

где T_o - основное время. мин;

$T_г$ - вспомогательное время, мин;

$T_{об}$ - время обслуживания рабочего места, мин;

$T_{пер}$ - время на физические потребности и отдых» [16].

Таблица 2 – Режимы резания на 005 операцию (скорость и подача)

Переход	Скорость резания V_c м/мин	Подача на зуб S_z , мм	Подача на оборот S_n , мм/об	Длина обработки L мм	Частота вращения n об/мин	Минутная подача мм/мин
Фрезерование черновое	140	0,25	1,75	980	446	781
Фрезерование чистовое	220	0,15	1,05	980	701	736
Сверление 16x2	36	-	0,35	192	717	251
Зенкерование 17 x2	16	-	0,6	192	283	170
Развёртывание 18 x2	18	-	0,5	192	337	169
Сверление 18x2	42	-	0,35	192	743	260
Зенкование 20x10	86	-	0,15	12	1369	205

«Основное время T_0 для всех переходов:

$$L = l_0 + l_1 + l_2, \quad (11)$$

где l_0 - длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 - величина врезания, мм;

l_2 -величина перебега, мм» [14].

Длина по краям корпуса для фрезерования

$$L = 400 + 400 + (35 + 10)2 = 980 \text{ мм.}$$

Для отверстий, которые обрабатываются в платиках шириной 47 мм с учетом перебега и врезания

$$L = 40 + 2 + 3 = 45 \text{ мм.}$$

Учитываем, что таких отверстий по два обрабатывается.

Для минутной подачи, как произведения оборотной подачи на частоту вращения:

$$T_0 = \frac{L}{S_0 \cdot n} \cdot i, \quad (12)$$

где i - количество проходов.

Результаты всех расчетов сведены в таблицу 1.

Для операции предусмотрим следующие переходы.

Используется 7 инструментов. Замена каждого 7 с.

Для управления станком примем 12 с. Для установки и снятия заготовки весом 129 кг используем кран-балку. Время составит 3,5 мин.

Учтем операционный контроль на проверку двух линейных размеров, двух пар отверстий. Тогда в сумме это составит 0,8 мин.

Общее вспомогательное время

$$T_B = 1,85(0,82 + 0,2 + 3,5 + 0,8) = 9,8 \text{ мин.}$$

От него считаем время на перерыв как 5%. Тогда это будет 0,5 мин.

Время обслуживания примем как 6%. Получаем 1 мин.

С учетом суммарного основного времени 6,4 мин оперативное будет равно 16,2 мин.

$$T_{шт} = 16,2 + 1 + 0,5 = 17,3 \text{ мин.}$$

Для штучно-калькуляционного времени задается подготовительно–заключительное время. Для токарного центра 25 мин.

Партия запуска с учетом 12 дневной периодичности равна 472 детали.

$$T_{шт-к} = \frac{25}{472} + 17,3 = 17,4 \text{ мин.}$$

Все выбранные станки, оснастка и параметры операции также показаны в таблицах А.1 и А.2 в приложении А.

Выводы по разделу

Во втором разделе дается описание технологии изготовления корпуса приводного механизма.

3 Проектирование оснастки

3.1 Общие сведения

Для закрепления корпуса на первой операции необходимо применить установочное приспособление для реализации схемы базирования (рисунок 5) по трем плоскостям.

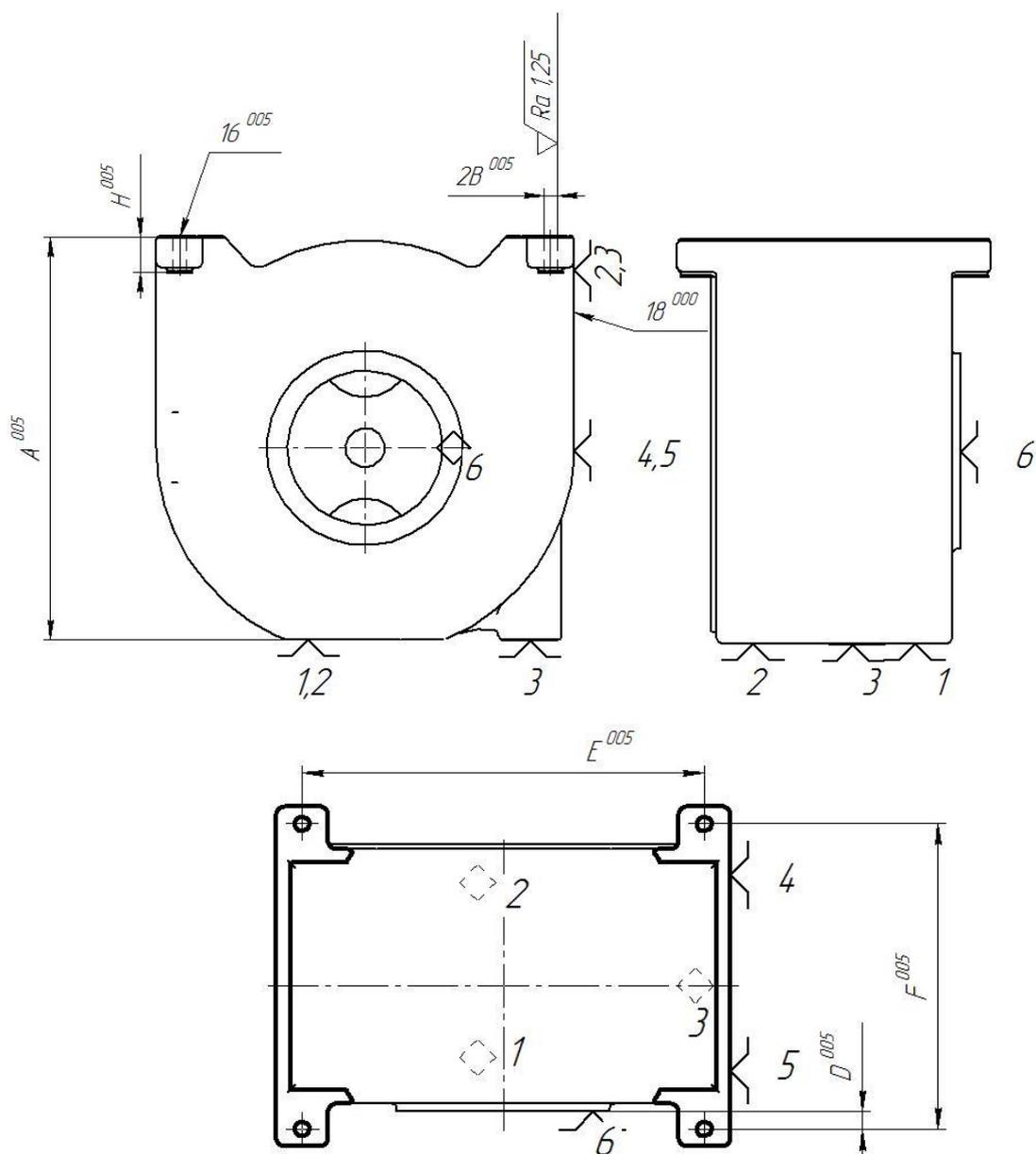


Рисунок 5 – Схема базирования корпуса по трем плоскостям

Для установочной базы используется две плоскости, расположенные на одном уровне. Это необходимо, чтобы развести опоры на максимальное расстояние между ними.

Короткая боковая сторона выбрана как направляющая, так как перпендикулярная плоскость имеет бобышку. Если базироваться по ней, то получается расстояние меньше.

Зажимное приспособление должно обеспечить точное и надежное закрепление для формирования чистовых технологических баз.

«Наладочное станочное приспособление – это устройство, фиксирующее заготовку в рабочей зоне станка в необходимом положении в процессе обработки.

Приспособление должно быть безопасным, технологичным (по изготовлению, сборке и ремонту), точным, жестким, надежным, эргономичным. Для удобства работы с ним оно должно быть компактным и не выходить за рамки рабочей зоны станка, обеспечивая при этом легкое управление и свободный отвод стружки» [7].

3.2 Проектирование приспособления

«Для обеспечения точного и надежного закрепления необходимо предусмотреть соответствующие элементы зажимного станочного приспособления. Для обеспечения стабильности усилий закрепления эти приспособления должны иметь механизированный привод зажима» [12].

В качестве станочных приспособлений применим сборно – разборное приспособление, которое включает в себя базовую установочную плиту с комплектом установочных и зажимных узлов и деталей.

Для процесса обработки корпуса на фрезерном обрабатывающем центре спроектируем соответствующую технологическую оснастку.

Для повышения безопасности используем механизированный привод для зажима заготовки.

В качестве установочных элементов на всех остальных операциях будут использоваться опорная плита и базовые пальцы. Для снижения зазоров в сопряжении палец-отверстие применим комплект цилиндрического и ромбического установочных пальцев, которыми заготовка позиционируется на столе. Для их формирования предусматривается последовательное двухкратное фрезерование и обработка осевым инструментом.

Самыми нагруженными переходами является фрезерование, в частности, черновое.

Для нахождения силы зажима применяется уравнение равновесия, которое выводится из схемы нагружения и фиксации (рисунки 6 и 7).

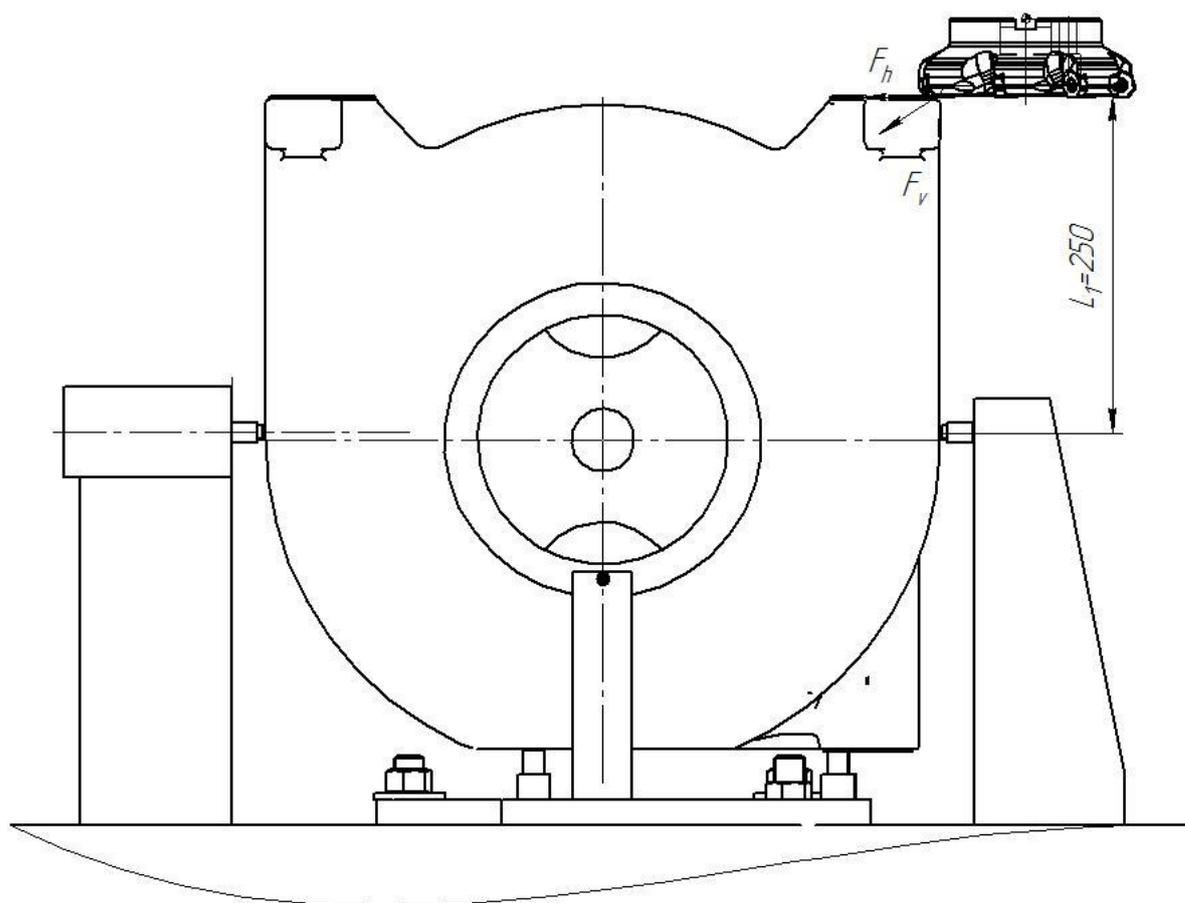


Рисунок 6 – Схема для определения силы зажима – вид спереди

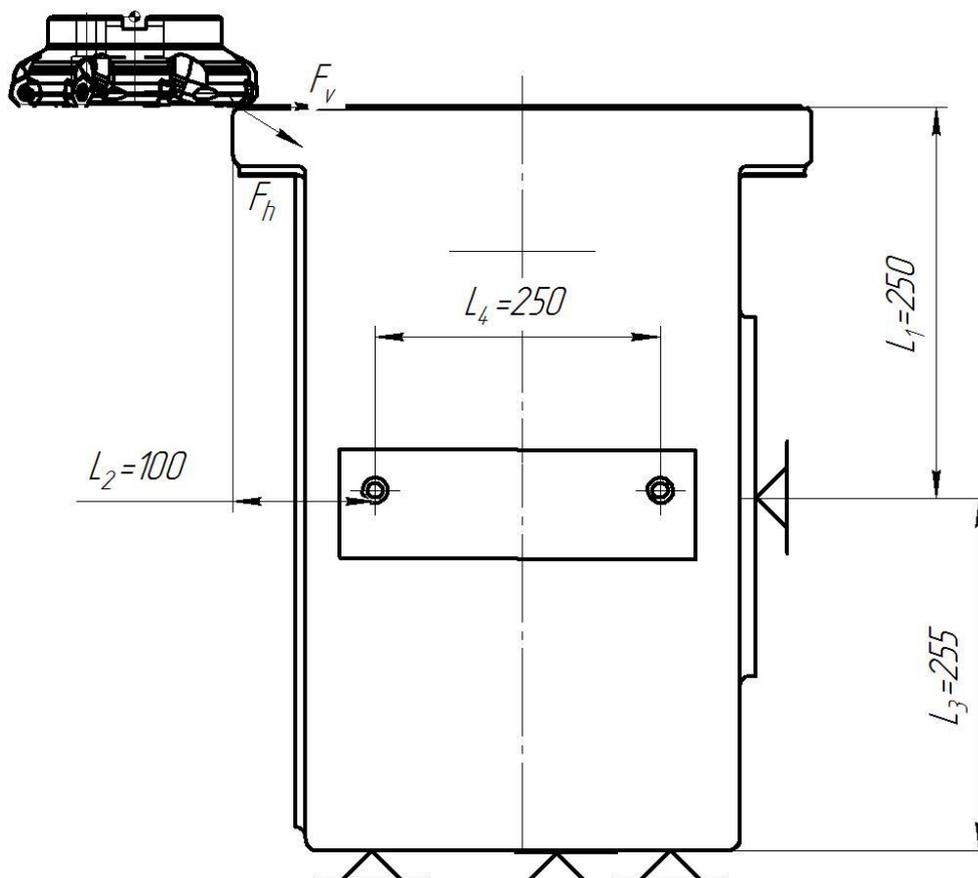


Рисунок 7 – Схема для определения силы зажима – вид сбоку

Для разных направлений и плоскостей возникают пары момента резания и закрепления, которые должны уравновесить друг друга с учетом коэффициента безопасности

$$kF_h(L_1 + L_3) = WL_3, \quad (13)$$

$$kF_v(L_1 + L_3) = 2WfL_3, \quad (14)$$

$$kF_vL_1 = Wf(L_1 + L_3), \quad (15)$$

$$kF_hL_2 = WL_4, \quad (16)$$

где L_{1-5} – плечи действия сил резания и закрепления, М;

F_h, F_v – горизонтальная и вертикальная составляющие сил резания, Н.

«Коэффициент безопасности

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (17)$$

где k_0 – коэффициент гарантированного запаса;

k_1 – коэффициент характера обработки;

k_2 – коэффициент износа;

k_3 – коэффициент для непрерывного резания;

k_4 – коэффициент для эргономичного зажима;

k_5 – коэффициент удобства для ручного зажима;

k_6 – коэффициент базирования» [18].

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,376.$$

Последние считаются через соотношения с P_z

$$F_h : P_z = 0,3, \quad (18)$$

$$F_v : P_z = 0,9. \quad (19)$$

С учетом того, что сила равна 1182 Н

$$F_h = 0,3 \cdot 1182 = 355 \text{ Н.}$$

$$F_v = 0,9 \cdot 1182 = 1064 \text{ Н.}$$

Принимая коэффициент трения 0,2, а коэффициент k – минимально равным 2,5

$$W_1 = \frac{2,5 \cdot 355(0,25 + 0,255)}{0,255} = 1758 \text{ Н.}$$

$$W_2 = \frac{2,5 \cdot 1064(0,25 + 0,255)}{2 \cdot 0,2 \cdot 0,255} = 14343 \text{ Н.}$$

$$W_3 = \frac{2,5 \cdot 1064(0,25)}{0,2 \cdot (0,25 + 0,255)} = 6045 \text{ Н.}$$

$$W_4 = \frac{2,5 \cdot 355(0,1)}{0,25} = 355 \text{ Н.}$$

Выбираем самое максимальное значение 14343 Н.

Данное усилие создается непосредственно приводом. Поэтому определим его параметры.

Для этого выбираем предварительно гидравлический привод ажима с давлением P 2,5 МПа.

Диаметр поршня этого привода

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W}{P \cdot \eta}}, \quad (20)$$

«где η - коэффициент полезного действия» [14].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{14343}{0,95 \cdot 2,5}} = 67 \text{ мм.}$$

Принимаем с учетом компоновки стойки под привод и размеры заготовки 100 мм.

По этому моменту подбирается шаговый двигатель по крутящему моменту для механизации закрепления.

Точность установки определяется точностью установки пальцев относительно друг друга. Они позиционируются по плите и на кронштейнах. Последние, в свою очередь, тоже позиционируются по плите. Пазы плиты изготовлены с точностью 18Н8. Погрешность положения стоек в них зависит от зазоров, которые в пределе равны удвоенному допуску 0,027 мм, то есть 0,054 мм. С учетом того, что поворот стоек возможен с двойным зазором, то получаем 0,108 мм. Учитываем, что база между направляющими пальцами в 1,5 раза меньше чем, расстояние между отверстиями, увеличиваем погрешность до 0,162 мм. Это предельное смещение заготовки из-за приспособления в горизонтальной плоскости из-за возможных поворотов базирующих стоек на базовой плите. Учитывая, что самый не благоприятный вариант, который встречается редко, более достоверной оценкой погрешности является уменьшенная в 1,4 раза (для геометрического сложения) полученная величина. Примем погрешность приспособления равной 0,12 мм. С учетом допуска на положение отверстия 0,52 мм, полученная погрешность укладывается в диапазон 10-30% от допуска.

Само приспособление состоит из базовой плиты 2, которая закрепляется на рабочем столе обрабатывающего центра. Для этого используется Т-образные болты, а также направляющие шпонки, которыми приспособление точно устанавливается в рабочей зоне станка.

На верхней плоскости базовой плиты 2 установлена опорная плита 3, которая закрепляется на базовой плите 2 винтами. По трем резьбовым отверстиям установлены и зафиксированы гайками 10 опорные пальцы 7 со сферической установочной поверхностью.

По бокам от опорной плиты 3 установлены кронштейны 4 и 5. Они зафиксированы на базовой плите 2 при помощи Т-образных болтов. На кронштейне 4 закрепляется при помощи сварного соединения гидравлический цилиндр 1 для обеспечения необходимого усилия зажима W. С другой стороны в кронштейне 5, также зафиксированного Т-образными винтами в продольных пазах базовой плиты 1, установлены опорные пальцы 9, которые реализуют направляющую базу. На базовой плите 2 около опорной плиты 3 закреплен кронштейн 6 с одиночным установочным пальцем 9. Он служит для реализации шестой опорной точки в схеме базирования заготовки.

На нижней плоскости заготовки точки контакта разнесены на две плоскости.

Приспособление работает следующим образом.

После позиционирования шпонками и закрепления базовой плиты 2 приспособления на рабочем столе станка происходит установка заготовки. Для этого она при помощи кран-балки помещается на три опорных пальца 7 и одновременно поджимается к двум опорным пальцам в кронштейне 5 и одиночному опорному пальцу 9 в кронштейне 6. После этого подача рабочего давления в силовой цилиндр 1 приводит к фиксации заготовки в распор между силовым приводом 1 и направляющими пальцами 9 в кронштейне 6. После выполнения обработки заготовка снимается после

раскрепления привода 1 и отвода зажимного штока от поверхности заготовки.

3.3 Проектирование инструмента

Лимитирующими переходами в технологическом процессе будут или переходы по фрезерованию, растачиванию или обработке резьбовых отверстий. Выделяется первый переход по черновому фрезерованию, а также обработка бобышки.

Для обработки бобышки необходимо обеспечить подвод с верхней стороны заготовки. Это проблематично из-за большого расстояния (около 500 мм) с отступом от стенки заготовки менее 20 мм. Это делает необходимым обработку данной поверхности на обратном ходу с подводом инструмента через отверстие.

Вариант цековки, которую можно использовать для обработки, показан на рисунке 7.

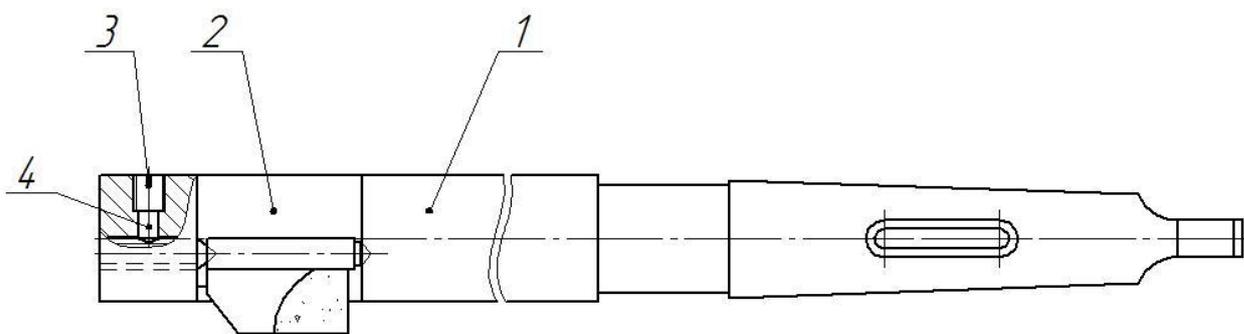


Рисунок 7 – Обратная цековка

Можно использовать вариант с откидывающимся лезвием (рисунок 8).

Для цекования на глубину 2,5 мм применим подачу 0,13 мм/об, скорость резания 27 м/мин.

В структуре операции добавится переход для минутной подачи 37 мм/мин (286 об/мин на 0,13 мм/об) на длину 5 мм. Основное время для седьмого перехода 0,54 мин.



корпус 1; поворачивающееся лезвие 2; фиксатор 3; опорный клин 4
 Рисунок 8 – Схема цековки

Для фрезерования используем инструмент с 5 зубьями (рисунок 9).

Особенность инструмента – использование неравномерного шага зубьев и покрытие платины (рисунок 10) из трех слойного соединения TiCN- Al_2O_3 -Ti.

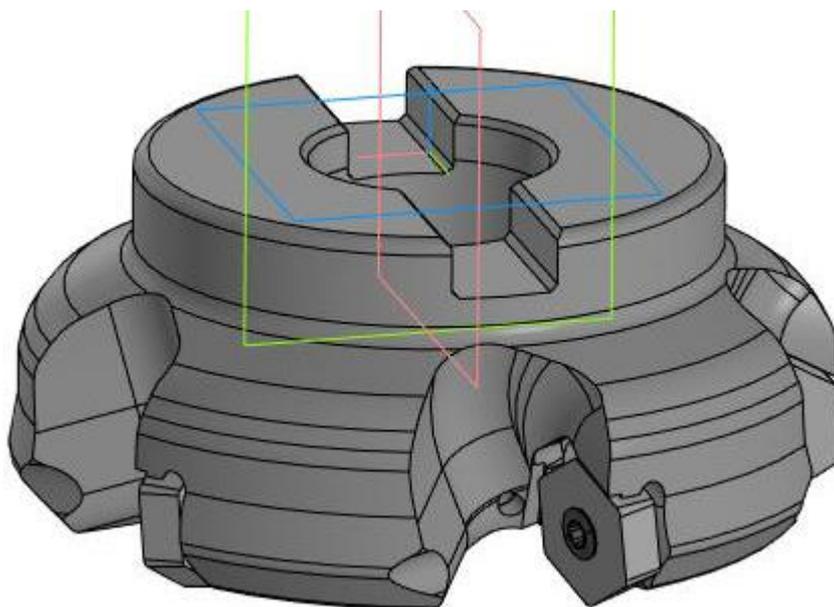


Рисунок 9 – Фреза торцовая АНХ с 5 зубьями

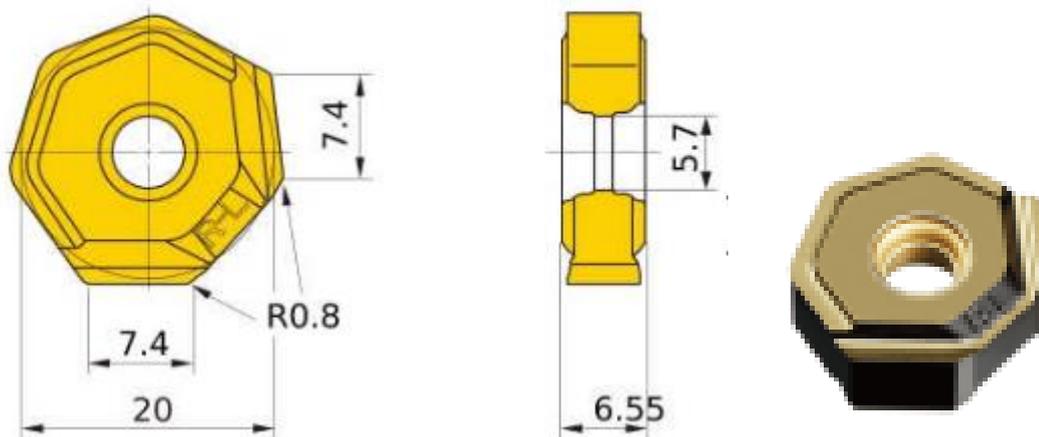


Рисунок 10 – Пластина с покрытием MC5020

Неравномерный шаг обеспечит повышенную виброустойчивость при фрезеровании.

При подачах 0,3 и 0,16мм/об время снизилось на 0,28 мин. С учетом сокращенного времени фрезерования при увеличенной на 10% подаче и скорости резания основное время равно 2,3 мин, а штучное – 16,9 мин..

Вывод по разделу

Спроектировано сборно-разборно приспособление и фреза для 005 операции.

На них представлены спецификации в таблице Б.1 приложения Б и в таблице В.1 приложения В.

4 Безопасность и экологичность работы

Рассматриваются меры по охране труда, безопасности и экологичности. Они включают организацию охраны труда на участке по обработке корпуса приводного механизма. Предусматривается охрана окружающей среды, меры пожарной профилактики.

Технологический процесс изготовления корпуса включает фрезерные и расточные операции. Выбран фрезерный вертикальный обрабатывающий центр VMC1050.

Приспособление – спроектированное сборно-разборное приспособление.

Инструменты: спроектированная сборная торцовая фреза с неравномерным шагом и пластинами с покрытием, сверла, цековка, зенкер и развертка для обработки по 9 качеству плоскостей и 7 отверстий.

Следующие операции также выполняются на центре VMC1050 с использованием также СРП, и использованием тех же инструментов, а также метчиком и расточных борштанг.

Транспортировка заготовок корпусов приводного механизма ведется на палетах при помощи кран-балки.

Во время обработки получения и обработки заготовки возникают опасные и вредные производственные факторы связанные с процессом резания.

К ним относятся травмоопасные физические факторы. Они создаются движущимися механизмами, включая вращающиеся и перемещающиеся элементы станка, режущие инструменты и приспособления.

Травмы могут нанести стружка, пожар и электрический ток.

Комплексное влияние на здоровье оказывают также повышенная температура воздуха и уровень шума около станка.

При черновых и чистовых переходах по разным причинам могут возникать вибрации.

Из-за особенностей резания чугуна с образованием мелкой стружки, во время обработки происходит формирование большого количества мелких частиц. Это может привести к травме глаз и вредно повлиять на дыхательные пути.

Для исключения этих последствий необходимо применить меры по защите от опасных и вредных факторов.

Обеспечение средствами индивидуальной защиты (комбинезоны), обувь, перчатки и индивидуальными средствами защиты (очки и т.д.).

Станки имеют защитные экраны, заземление с предохранительными устройствами. При расстановке станков они устанавливаются на виброизолирующие опоры. Нормативы для нормальной трудовой деятельности, обеспечиваются комплексно системами отопления, вентиляции и освещения. На участке применяется комбинированное: естественное и искусственное. Вентиляция используется также комплексная. Она включает естественную и принудительную. Принудительная вентиляция создается за счет приточно-вытяжных установок на каждом рабочем месте.

Причины пожаров в цехе это поломка электрооборудования, возгорание промасленных материалов.

Необходимо обеспечить соблюдение правил эксплуатации оборудования. Проводить систематически противопожарный инструктаж.

Участок оборудован пожарной сигнализацией и стационарной огнетушительной системой. На первичных постах предусмотрены огнетушители ОХП - 10, УО- 5 и песок. Для обеспечения экологических норм все технологические отходы проходят очистку. Воздух очищают при помощи фильтрующих устройств. Твердые отходы поступают в переплавку. Технологические жидкости перерабатываются в системе очистных сооружений.

Выводы по разделу

Данные мероприятия в комплексе приводят к необходимой защите от воздействия вредных факторов и снижению ущерба окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – «рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического проекта. Произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений» [8].

Решение поставленной задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема изменений процесса производства представлена на рисунке 11.

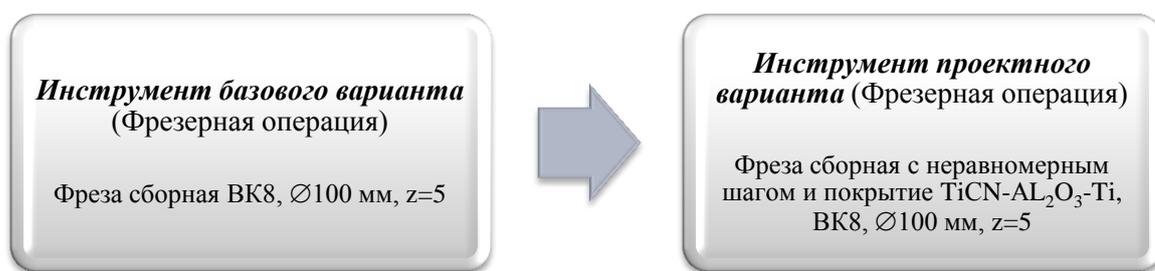


Рисунок 11 – Обобщенная схема изменений процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует с расчета технологической себестоимости по установленной методике [8]. Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 12.

Из рисунка 12 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которые составляют около 58,3 % от общего объема, в обоих вариантах. При этом, технологическая себестоимость не значительно зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет чуть более 17 %, также в обоих вариантах.

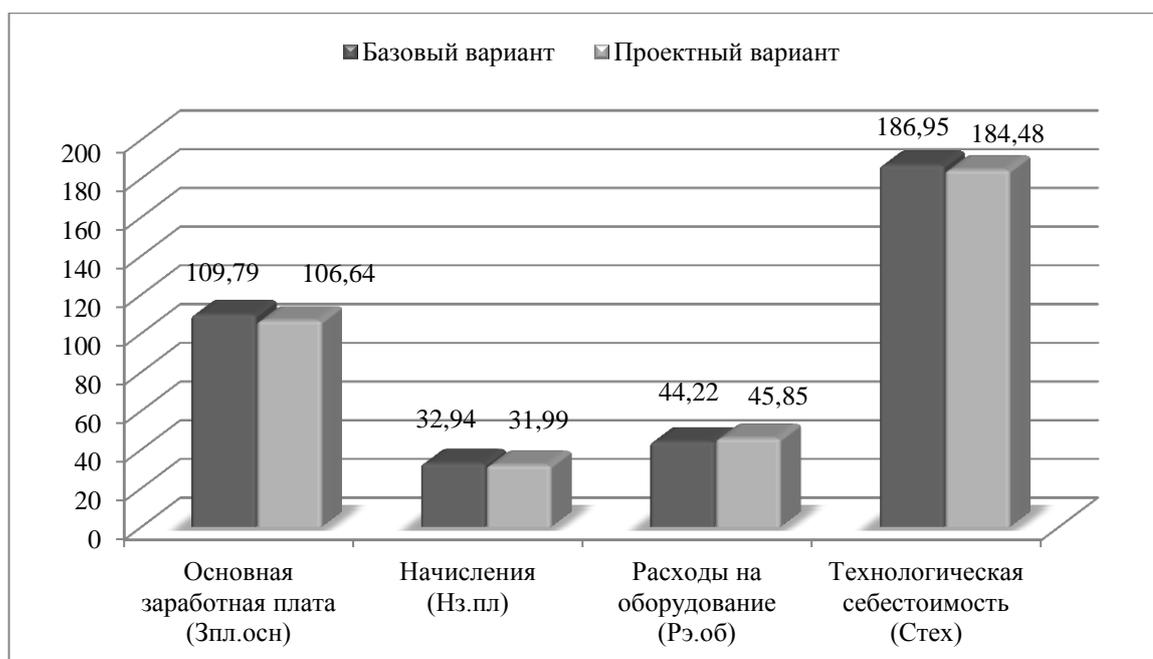


Рисунок 12 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

После выполнения всех требуемых вычислений, следующим шагом является определение объема капиталовложений в данный процесс производства, иначе говоря, требуется оценить необходимый масштаб инвестиций. Для этого прибегнем к «методике расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [8]. По причине того, что изменения технологического процесса касаются лишь инструмента, масштаб инвестиций будет основываться на частичном перечне затрат. Это будут: «затраты на проектирование ($K_{ПР}$), инструмент ($K_{И}$) и корректировку программного обеспечения ($K_{К.П.ОБ}$)» [8]. На изображении (рисунок 13) выразительно изложены цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

Анализ данных рисунка 13 показывает, что подавляющая часть инвестиций (43,3 %) приходится на проектирование. В то же время, затраты на инструмент составляют только 22,5 %, что является относительно небольшой долей общих вложений.

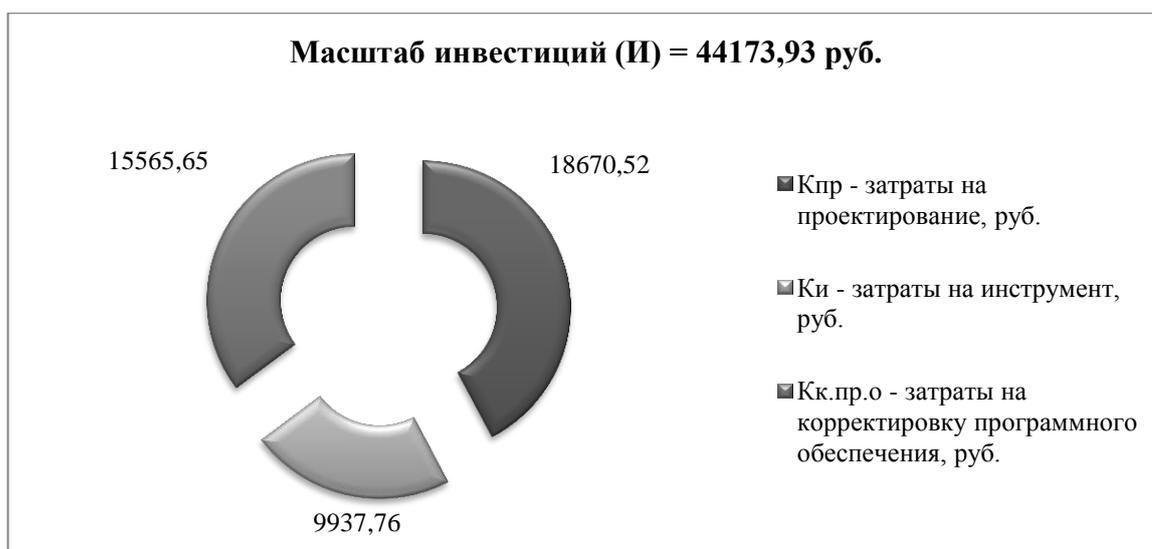


Рисунок 13 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: «чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта» [8]. Расчет выполняется в соответствии с «методикой расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [8]. Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 14.

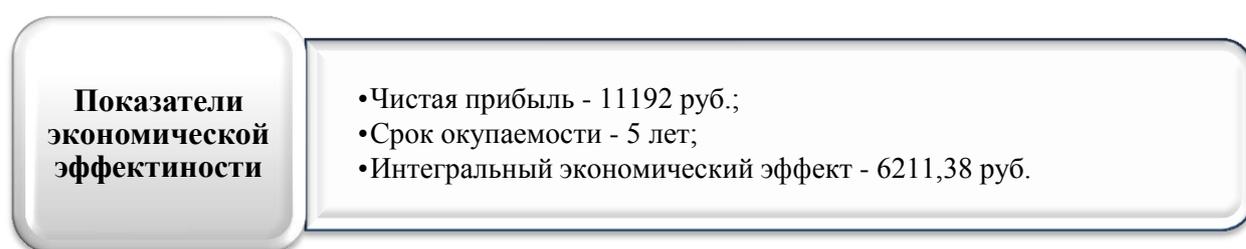


Рисунок 14 – Демонстрация цифровых параметров экономических показателей

Все проведенные экономические исследования, подтверждают его эффективность, поскольку его реализация приведет к получению совокупного экономического эффекта в размере 6211,38 рублей.

Заключение

На практике был рассмотрен базовый и предложен усовершенствованный технологический процесс изготовления корпуса приводного механизма, являющегося ответственной деталью грузоподъемного оборудования.

В первом разделе представлено описание конструкции корпуса приводного механизма и его функционального назначения в системе. Проведен анализ технологичности детали, рассмотрены требования к материалу, прочности, жесткости и точности изготовления, а также описана работа корпуса в составе механизма.

Во втором разделе определен тип производства, описаны его характеристики и выбран метод получения заготовки. В качестве оптимального метода получения заготовки рассматривается метод литья в песчано-глинистые формы с последующей минимальной механической обработкой, что обеспечивает необходимую прочность, жесткость заготовки, экономичность производства по минимуму переходов. Также подробно описаны методы обработки каждой поверхности корпуса, с учетом их формы, точности, шероховатости и функциональных требований. Особое внимание уделено методам обработки базовых и посадочных поверхностей, обеспечивающих точное и надежное сопряжение с другими элементами механизма, такими как подшипники и валы. В третьем разделе представлено проектирование специализированного станочного приспособления для многоцелевой операции. Данное приспособление, в отличие от стандартных, обеспечивает стабильность и точность базирования корпуса, а также механизированный зажим и быструю смену детали, что значительно ускоряет процесс установки и снятия, повышает точность обработки, снижает время на подготовку производства и обеспечивает стабильность положения корпуса при обработке. Для снижения времени обработки предлагается сборная фреза для обработки плоскости.

Список используемой литературы и источников

1. Бочкарев П.Ю. Оценка производственной технологичности деталей: Учебное пособие/П.Ю. Бочкарев, Л.Г. Бокова. – СПб: Издательство «Лань», 2022. – 132 с.
2. Вереина Л. И. Metalлообработка : справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е. И. Фрадкин; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва: ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
3. Бердников Л.Н., Безъязычный В.Ф. Справочник фрезеровщика. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 272 с.
4. Бочкарев П.Ю. Оценка производственной технологичности деталей: Учебное пособие/П.Ю. Бочкарев, Л.Г. Бокова. – СПб: Издательство «Лань», 2022. – 132 с.
5. Вереина Л. И. Metalлообработка : справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е. И. Фрадкин; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва: ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
6. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с.
7. 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.
8. 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.
9. Лебедев В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов н/Д : Феникс, 2008. - 361 с.

10. Луценко О. В. Технологические процессы, производства и оборудование : учеб. пособие / О. В. Луценко. - Белгород : БГТУ : ЭБС АСВ, 2012. - 90 с.

11. 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.

12. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - СПб. [и др.] : Лань, 2010. - 512 с. : ил. - (Учеб. для вузов. Спец. лит.). - Библиогр.: с. 510.

13. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с. : ил. - Библиогр.: с. 264-267. - ISBN 5-8259-0172-8 : 143-64.

14. Обработка металлов резанием : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с.

15. 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.

16. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с.

17. Технология машиностроения : в 2 кн.: учеб. пособие для вузов. Кн.1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С.Л. Мурашкина . - Изд. 2-е, доп. ; Гриф МО. - М. : Высш. шк., 2005. - 278 с. : ил. - Библиогр.: с. 275-276. - ISBN 5-06-004367-3 (кн. 1) : 164-55

18. Технология машиностроения : в 2 кн.: учеб. пособие для вузов. Кн.2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С.Л. Мурашкина. - Изд. 2-е, доп. ; Гриф МО. - М. : Высш. шк., 2005. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293. - Прил.: с. 223-291. - ISBN 5-06-004368-1 (кн. 2) : 167-27
19. Самойлова, Л. Н. Технологические процессы в машиностроении : лаб. практикум : учеб. пособие / Л. Н. Самойлова, Г. Ю. Юрьева, А. В. Гирн. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 156 с.
20. 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.
21. 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.
22. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.
23. Технологические процессы механической и физико-химической обработки в машиностроении : учебное пособие / В. Ф. Безъязычный, В. Н. Крылов, Ю. К. Чарковский, Е. В. Шилков. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 432 с.

Приложение А

Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.118-82 Форма 1																	
Цех	Уч.	РМ	Илвр	Код наименования операции	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Гпз.	Ушт		
Разраб	Калачев А.Д.																
Проверил	Зотоба В.																
Утвердил	Лазина И.Ю.																
Н. контр.	Зотоба В.																
С 420 ГОСТ 14.12-85																	
М 01	Корпус прибора																
Код заготовки												Профиль и размеры		КД		МЗ	
М 02	К2	130	1	1	07	22	400x532x520					1	132				
А	Цех	Уч.	РМ	Илвр	Код наименования операции	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Гпз.	Ушт	
Б	Исполнение документа																
А03	000 1060 Заливка формы																
Б04	1 1 1 1																
А05	005 4.237 Фрезерная																
А06	ЧПУ																
Б07	Фрезерный обрабатывающий центр ИРС1050																
А08	010 4.237 Фрезерная																
А09	ЧПУ																
Б10	Фрезерный обрабатывающий центр ИРС1050																
А11	015 4.237 Фрезерная																
А12	ЧПУ																
Б13	Горизонтально-фрезерный центр SPECTR MM-4.00																
А14	025 0125 Прямая																
Б15	1 1 1 1																
А16	030 0200 Контроль																
МК	Маршрутная карта																
	2																

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

		ГОСТ 31404-86 Форма 3										
Цирк.	Взам.											
Полов.											1	
		-										
		2										
		1										
Разработ	Кривошея А.Д.	Карпуз прибор										
Проверил	Запобя В.											
Утвердил	Логинав Н.Ю.											
Н. контр.	Запобя В.											
Наименование операции		Материал	ТВ	МД	Профиль и размеры	М3						010
Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ		С420 ГОСТ 1412-85	150	130	400x532x520	132						КОМД
Обработка, устройство ЧПУ		Обозначение программы	То	Т.пз	Типт						1	
Фрезерный обрабатывающий центр ИМС1050			9,8		17,4						СОЖ	
P		ТМ	L	F	I	S	n	v				
T01	СНП с механизированным прибором											
002	1. Фрезеровать плоскость начерно											
T03	012.0200.000-02 Фреза $\phi 160$, z=10 P6M5 ТУ 2-035-874-82											
P04				2	1	175	446	140				
005	2. Фрезеровать плоскость начисто											
T06	012.0200.000-02 Фреза $\phi 160$, z=10 P6M5 ТУ 2-035-874-82											
P07				0,6	1	105	701	220				
008	3. Зенковать											
T09	Зенковка P6M5K5											
P10				2,5	4	0,15	1369	86				
011	4. Сверлить отверстия											
T12	2302-104.2 Сверло $\phi 16$ P18 ГОСТ 20696-75											
P13				8	2	0,35	717	36				
OK		Операционная карта										4

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

		ГОСТ 3.14.04-86 Форма 2а									
Цифр.	Взам.										
Табл.	Табл.										2
		Корпус приводного механизма									
P		ГМ	Д или В	L	f	i	S	n	v	005	
001	5. Зенкеровать отверстие										
T02	2320-2505 Зенкер $\phi 17$ ВК8 ГОСТ 21544-76										
P03	75				0,5	1	0,5	955	27		
004	6. Развернуть отверстие										
T05	2363-2051 Развертка $\phi 18$ ВК6 ГОСТ 28321-89										
P06	76				0,5	2	0,6	509	16		
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
OK	Операционная карта										5

Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат		Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Инд. №	Лист						
<i>Документация</i>							
A1				25.ВКР.ОТМП.14.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>							
	1			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.000.СБ	Силовой привод	2	
<i>Детали</i>							
	2			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.002	Базовая плита	1	
	3			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.003	Плита опорная	1	
	4			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.004	Кронштейн угловой	1	
	5			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.005	Кронштейн жесткий	1	
	6			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.006	Уголок	1	
	7			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.007	Палец опорный	3	
	8			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.008	Пластина стопорная	1	
	9			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.009	Палец установочный	3	
	10			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.010	Винт длинный	8	
	11			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.011	Шпонка базовая	2	
	12			25.ВКР.ОТМП.14.65.00.012	Винт малый	2	
				25.ВКР.ОТМП.14.65.00.000.СП			
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Разраб.		Кропачев А.Д.					
Проб.		Зотова А.В.					
Н.контр.		Зотова А.В.					
Утв.		ЛогинавН.Ю.					
				Станочное приспособление		Лит. Лист Листов 1 2	
				ТГУ ТМддо-2101а			

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

Приложение В

Спецификация фрезы

Таблица В.1 – Спецификация инструмента

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены. Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата Подп. и дата	Перв. примен.			Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
								<u>Документация</u>				
				A2			25.ВКР.ОТМП.14.75.00.000.СБ	Сборочный чертеж				
								<u>Детали</u>				
					1		25.ВКР.ОТМП.14.75.00.001.	Корпус	1			
					2		25.ВКР.ОТМП.14.75.00.002.	Зубья режущая	5			
					3		25.ВКР.ОТМП.14.75.00.003.	Винт зажимной	5			
							24.ВКР.ОТМП.14.75.00.000.СП					
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Фреза сборная			Лист	Лист	Листов	
Разраб.		Кропачев										1
Проб.		Зотов										
Н.контр.		Зотов										
Утв.		Логинов							ТГУ, ИМ, гр. ТМбдо-21010а			
Не для коммерческого использования							Копировал			Формат А4		