

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень специалиста)

**направление подготовки 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств**

Специальность «Технология машиностроения»

Студент Попов Никита Витальевич гр. ТМз-1001

1. Тема Технологический процесс изготовления корпуса координатно-измерительной машины Moga Primus

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «_____»
2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска
10000 шт в год; режим работы участка – двухсменный

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 90-120 с.)

Титульный лист. Задание. Реферат (аннотация). Содержание.

Введение, цель проекта

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть проекта

3) Совершенствование операций с помощью научных исследований

4) Проектирование приспособления

5) Проектирование режущего инструмента

6) Проектирование производственного участка

7) Безопасность и экологичность технического объекта

8) Экономическая эффективность проекта

Заключение. Литература.

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления корпуса координатно-измерительной машины Moga Primus.

Дипломный проект выполнен в соответствии с заданием из шести основных разделов.

В первом разделе дано описание исходных данных для дальнейшей разработки технологического процесса. Даны основные сведения о детали, посчитан объем ее выпуска.

В технологической части работы проведен анализ базового техпроцесса, анализ технологичности детали, обоснование метода получения заготовки, обоснование и описание процесса механической обработки, рассчитано техническое нормирование и режимы резания.

В разделе совершенствование операций с помощью научных исследований проведена разработка трехмерной модели детали, а также моделирование процесса режима резания.

Также, в результате выполнения данного проекта спроектировано приспособление зажимное, контрольное, режущий инструмент.

Выполнены разделы «Безопасность и экологичность технического объекта», раздел экономической эффективности проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Описание исходных данных.....	6
1.1 Основные сведения о детали.....	6
1.2 Исходные данные для проектирования.....	8
1.3 Объем выпуска.....	9
2 Технологическая часть работы.....	12
2.1 Анализ базового техпроцесса.....	12
2.2 Анализ технологичности детали.....	13
2.3 Обоснование метода получения заготовки.....	14
2.4 Обоснование и описание процесса механической обработки.....	16
2.5 Техническое нормирование.....	19
2.6 Расчет припусков на механическую обработку.....	20
2.7 Расчет режимов резания.....	24
3 Совершенствование операций с помощью научных исследований.....	29
3.1 Создание твердотельной модели.....	29
3.2 Создание конечно-элементной модели.....	32
3.3 Расчет на прочность и анализ результатов.....	33
4 Проектирование приспособления.....	37
4.1 Проектирование зажимного приспособления.....	37
4.2 Проектирование контрольного приспособления.....	43
5 Проектирование режущего инструмента.....	45
6 Проектирование производственного участка.....	48
7 Безопасность и экологичность технического объекта.....	51
8 Экономическая эффективность проекта.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	82

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроительный комплекс России, как и вся промышленность, развивается сейчас под влиянием преобразований, обеспечивающих переход к рыночной экономике.

Развитие машиностроения России определяется научно-техническим потенциалом, который обеспечивают научно-конструкторские и технологические институты, специальные конструкторские бюро, опытные заводы, информационные вычислительные центры.

Важное направление совершенствования техники - это комплекс работ по повышению надежности и в первую очередь ресурса работы машин и оборудования при одновременной экономии материальных ресурсов.

Также задачами машиностроительного комплекса являются:

- Улучшение качества производимых товаров для населения, повышение качества работы его отраслей;
- Увеличение выпуска продукции машиностроения, сокращение в 3 сроков разработки и освоения новой техники;
- Увеличение применения прогрессивных конструкционных материалов – проката из низколегированных сталей, гнутых, фасонных, точных профилей;
- Снижение удельной металлоемкости машин и оборудования и их удельной энергоемкости на, сокращение расхода проката черных металлов, стальных труб, проката цветных металлов;
- Повышение производительности труда, снижение себестоимости продукции;

В связи с этим, в данном проекте исследуем влияние изменения перечисленных выше факторов на изменение технико-экономических показателей производства и уровня производительности труда на изделии корпус. В технологический процесс изготовления детали корпус планируется внести существенные изменения: поменять метод получения заготовки с

болванки на литье под давлением, в результате чего сократится количество технологических операций и трудоемкость изделия, что в значительной степени влияет на важные экономические показатели – прибыль и себестоимость продукции.

Так же в дипломном проекте показана сущность и значение научной организации труда, совершенствование технологии на основе использования современных достижений науки и техники, современного оборудования. При проектировании учтены требования стандартной единой системы технической подготовки производства.

Кроме перечисленного выше, здесь приведены расчеты станочного приспособления, а именно кондуктора, расчеты экономической части.

1 Описание исходных данных

1.1 Основные сведения о детали

Корпус - это базовая корпусная деталь координатно-измерительной машины Mora Primus, предназначенная для базирования в ней деталей, (текстолитовых плат с находящимися на них деталями, транзисторами, диодами, и т.д.).

Деталь «корпус» изготавливается из сплава АК12 ГОСТ 1583-93 методом литья под давлением. Эскиз корпуса координатно-измерительной машины Mora Primus показан на рисунке 1.1. Трехмерная модель корпуса координатно-измерительной машины Mora Primus показан на рисунке 1.2 – 1.4.

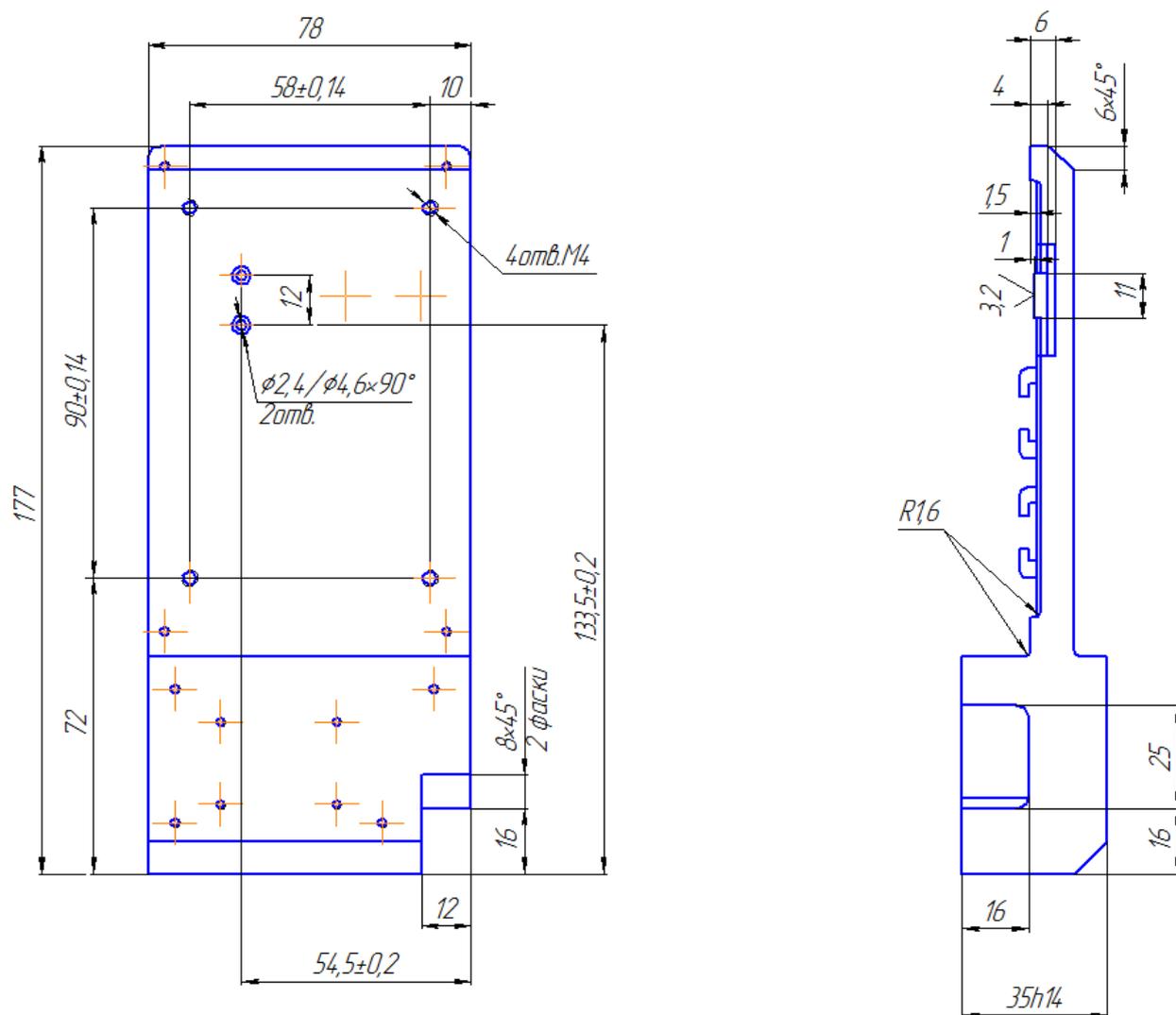


Рисунок 1.1 - Эскиз корпуса координатно-измерительной машины Mora Primus

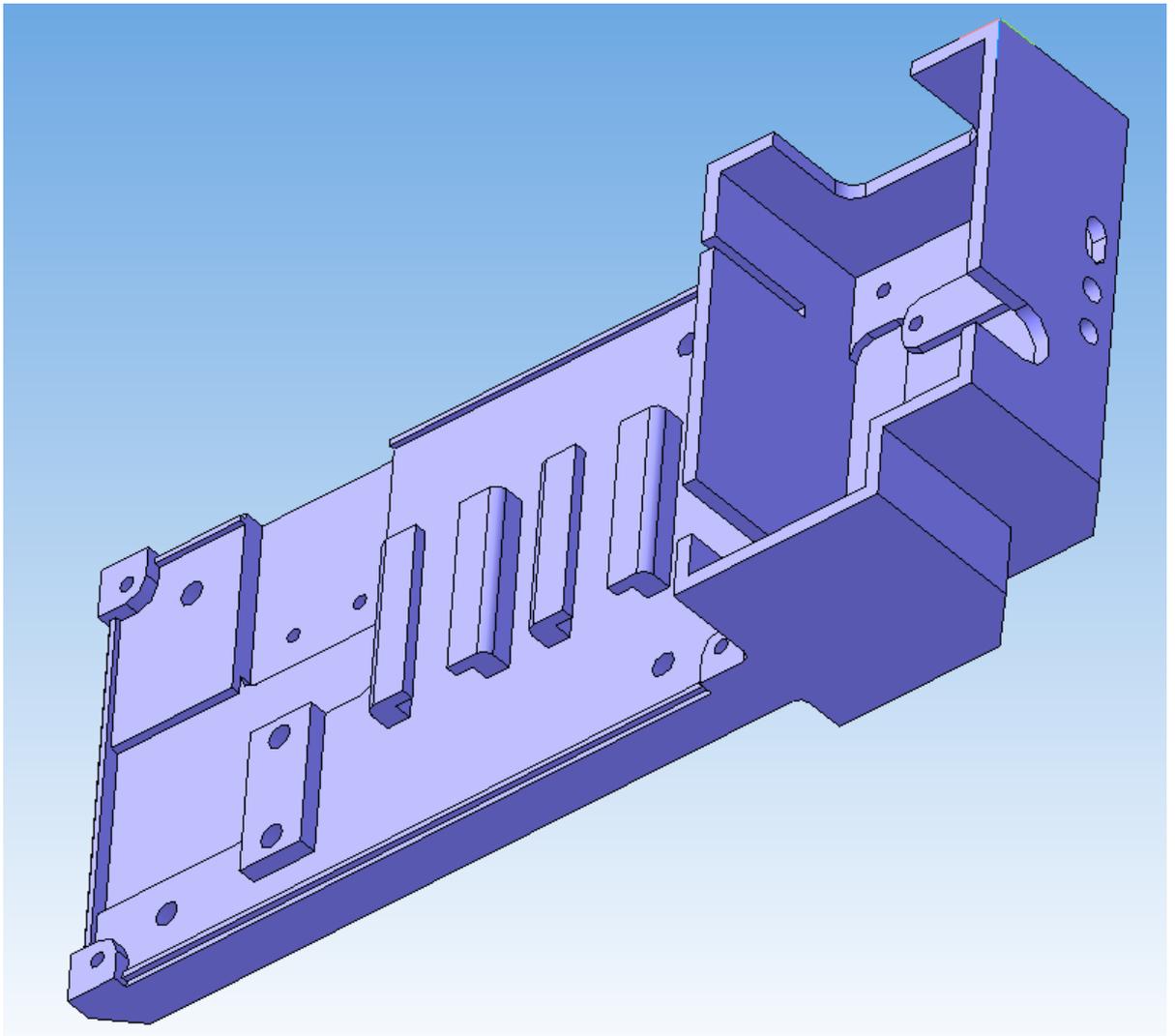


Рисунок 1.2 - Трехмерная модель корпуса координатно-измерительной машины Mora Primus (общий вид)

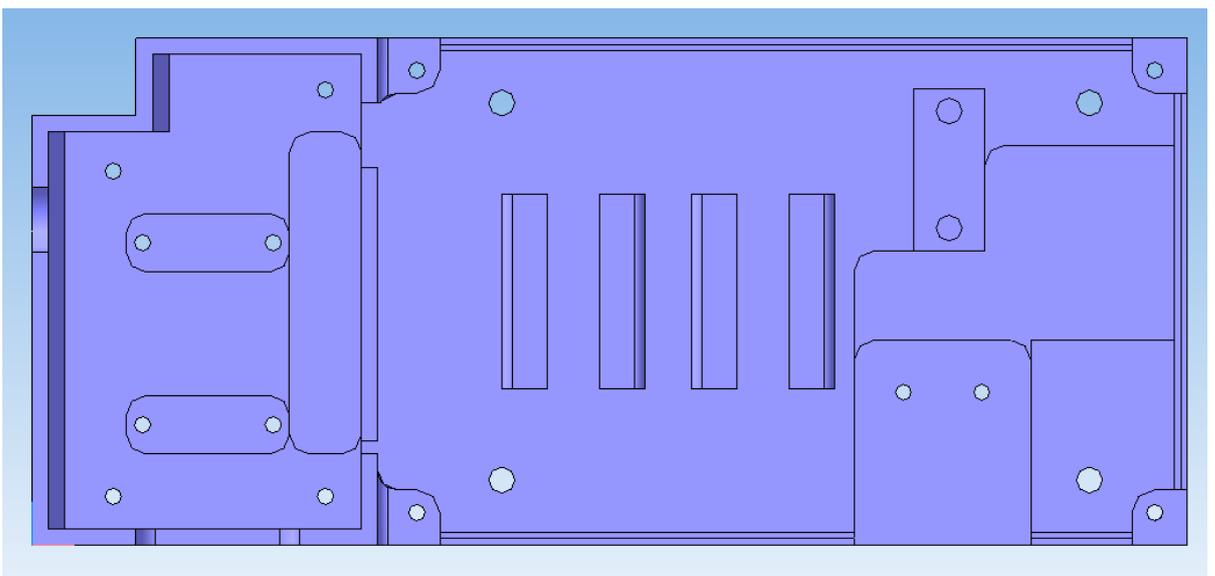


Рисунок 1.3 - Трехмерная модель корпуса координатно-измерительной машины Mora Primus (вид снизу)

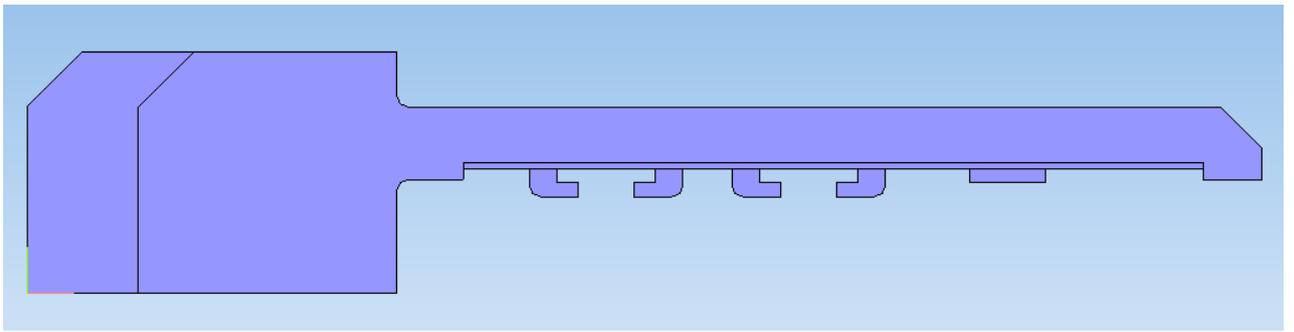


Рисунок 1.4 - Трехмерная модель корпуса координатно-измерительной машины Moga Primus (вид сбоку)

Корпус имеет сложную конфигурацию, является корпусной деталью. Он имеет четыре резьбовых отверстий для крепления к корпусу самой, восемь резьбовых отверстий для крепления плат, шесть резьбовых и два без резьбы отверстий для крепления в корпусе автогенератора микросхем, три отверстия и два паза для вывода проводов. Так же есть выступы, необходимые для сопряжения с другими деталями изделия.

Таблица 1.1 - Химический состав сплава АК12

Основной компонент, %		Примеси, не более, %							Механические характеристики		
Si	Al	Fe	Mg	Mn	Cu	Zn	Ti	Zr	$\sigma_{раст}$, МПа	δ , %	НВ
									Не менее		
10-13	Основа	1,5	0,1	0,5	0,6	0,3	0,1	0,1	147	4	50

Показанные в таблице 1.1 свойства сплава полностью удовлетворяют техническим требованиям, предъявляемым к детали и методу литья, а также эксплуатационным качествам готового изделия.

1.2 Исходные данные для проектирования

Задание на проектирование:

Разработать технологический процесс механической обработки детали «корпус». В проекте предусмотреть внедрение нового способа получения заготовки.

Таблица 1.2 - Исходные данные на проектирование

Наименование	Данные
Наименование детали	Корпус
Годовая программа выпуска (шт.)	10050
Наименование изделия	КИМ
Количество деталей на одно изделие	1
Режим работы оборудования (смен)	1
Продолжительность смены (час)	8
Материал детали	сплав АК12
Масса детали (кг)	0,16
Данные базового проекта изготовления детали:	
а) Масса заготовки (кг)	1,08
б) Трудоемкость изготовления детали (мин)	162,55
в) Вид заготовки	Болванка

1.3 Объем выпуска

Обоснование типа производства определяем расчетным путем по коэффициенту серийности. Для определения типа производства определяем программу запуска [1]:

$$N_3 = N_B \left(\frac{100}{100 - \alpha_{oc}} \right); \quad (1.1)$$

где N_B - программа выпуска; $N_B=10000$;

α_{oc} -процент отсева изделий по технологическим причинам; $\alpha_{oc}=0,3\dots 0,6$,
тогда:

$$N_3 = N_B \left(\frac{100}{100 - 0,5} \right) = 10050.$$

Тип производства определяем по коэффициенту серийности:

$$K_c = \frac{r}{t_{шт.ср}}, \quad (1.2)$$

где r - такт поточной линии;

$t_{шт.ср}$ - среднештучное время по участку, мин. Для односменной работы $F_d = 2030$ ч., тогда:

$$r = \frac{60 \cdot 2030}{10050} = 12,12 \text{ мин.}$$

Среднештучное время по участку определяем по формуле:

$$t_{шт.ср.} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{шт.i}}{m}, \quad (1.3)$$

где $t_{шт.i}$ – штучное время на $i^{\text{й}}$ операции,

m – количество операций.

Тогда

$$t_{шт.ср.} = \frac{1}{26} \cdot 93,15 = 3,58 \text{ (мин.)}$$

Коэффициент серийности:

$$K_c = \frac{12,12}{3,57} = 3,38.$$

Т.к. $1,4 < K_c < 5$, то делаем вывод, что производство крупносерийное.

2 Технологическая часть работы

2.1 Анализ базового техпроцесса

Механическая обработка детали ведется на 47 операциях, из них:

22-фрезерные;

12-слесарные;

9-сверлильные;

2-резьбонарезные;

2-шлифовальные.

На фрезерных и сверлильных операциях велика раздробленность операций. На каждой операции применяется приспособление и кондукторы, специфичные только для данной операции.

В производственном процессе велики потери производственного времени из-за частых перестановок обрабатываемой детали (велик % времени на установку и снятие детали) [2-5].

Операции во времени очень различаются (от 29,34 мин. до 0,57 мин.), что создает трудности при планировании работы участка и вынуждает иметь оборотные заделы на протяжении всей технологической цепочки.

При изучении базового (заводского) технологического процесса выяснено, что с точки зрения качества данный технологический процесс механической обработки корпуса составлен правильно, требования чертежей выполняются. На участке механической обработки используются станки с ЧПУ, высокопроизводительный режущий инструмент.

Все выше перечисленное говорит о технологичности выполнения детали. С момента разработки этого прошло немало лет. В настоящее время существуют новейшие, прогрессирующие технологии. В проекте предлагается заменить заготовку детали с болванки на литьевую, что приведет к уменьшению количества операций, высвобождению определенного количества станков и людей, в конечном итоге уменьшится себестоимость продукции и увеличится качество детали.

В заводском технологическом процессе заложен большой процент ручных работ, а так же не имелось станочных приспособлений. Все это приводило к увеличению вспомогательного времени, а следовательно, и к увеличению себестоимости изготовления детали.

2.2 Анализ технологичности детали

Заготовкой для детали – корпус координатоно-измерительной машины служит литье под давлением из материала АК12 ГОСТ 1583-93. Полученная таким методом заготовка позволяет [5]:

1. Получить заготовку максимально приближенную по форме к размерам готового корпуса.
2. Значительно снизить расход материала.
3. Уменьшить трудоемкость детали за счет снижения времени на обработку (уменьшение снимаемого слоя металла).

С точки зрения механической обработки деталь имеет следующие недостатки в отклонении технологичности.

Из-за довольно сложной своеобразной формы при обработке корпуса нужны специальные приспособления для закрепления детали на станке.

Для количественной оценки применяются следующие коэффициенты:

Коэффициент трудоемкости изготовления детали [5]

$$K_{y.m} = \frac{T_n}{T_{\sigma}} , \quad (2.1)$$

где T_n – трудоемкость изготовления проектного варианта;

T_{σ} – трудоемкость изготовления базового варианта.

$$K_{y.m} = \frac{93,15}{162,55} = 0,57$$

Коэффициент технологической себестоимости детали

$$K_{y.c} = \frac{C_m}{C_{\delta.m}}, \quad (2.2)$$

где C_m – проектная себестоимость детали;

$C_{\delta.m}$ – себестоимость базового варианта.

$$K_{y.c} = \frac{137,82}{205,1} = 0,67$$

Коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{q}{Q}, \quad (2.3)$$

где q - масса готовой детали; кг, $q = 0,16$;

Q - масса заготовки, кг, $Q = 0,21$

$$K_{им} = \frac{0,16}{0,21} = 0,75.$$

Вывод: деталь технологична.

2.3 Обоснование метода получения заготовки

Сплав АК12 ГОСТ1583-93 (на основе системы алюминий — кремний) обладает вполне хорошей жидкотекучестью, обеспечивающую получение тонкостенных и сложных по конфигурации отливок, и повышенной герметичностью. Линейная усадка 0,8—1,1%; объемная усадка 3,8%. Сплав АК12 применяется для литья деталей, от которых требуются более высокие механические свойства.

Литьем под давлением изготавливают сложные по конфигурации тонкостенные отливки, максимально приближающие по размерам к готовой

детали. Этот способ литья высокопроизводителен с высоким уровнем автоматизации процесса [21].

Причинами образования дефектов при литье под давлением могут быть связаны как с качеством приготовления сплава, так и с нарушениями специфических технологических требований, присущих данному способу литья. Различают дефекты в виде несплошностей тела отливки, несоответствия геометрических размеров требованиям чертежа и дефекты поверхности отливки [21].

Эскиз заготовки корпуса координатно-измерительной машины Mora Primus показан на рисунке 2.1.

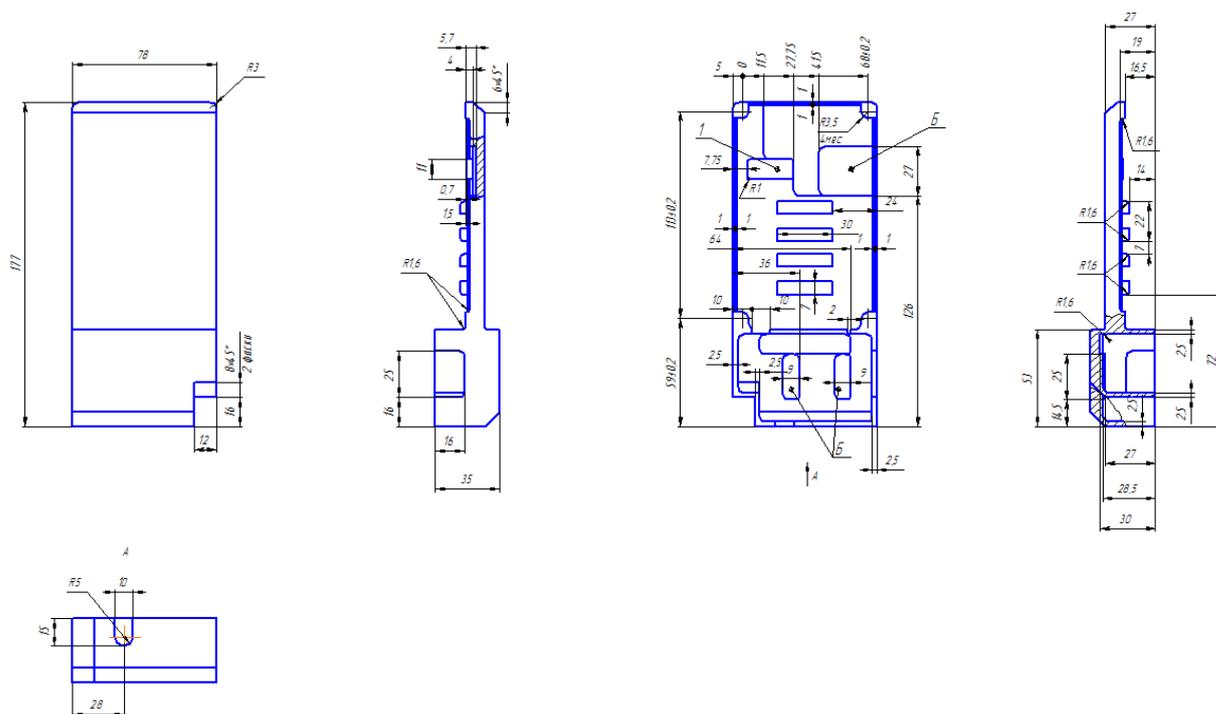


Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки корпуса координатно-измерительной машины Mora Primus

Литье под давлением заключается в том, что жидкий металл или сплав заливается в металлическую форму и при заполнении в процессе затвердевания находится под давлением. Металлическая форма изготавливается из углеродистой стали, делается с большой точностью. Внутренняя поверхность

полируется. Литье под давлением имеет следующие преимущества: отливки можно получать с высокой степенью точности, чистоты поверхности, гарантируется высокая стабильность размеров деталей, припуски на механическую обработку минимальные, иногда отсутствуют. Отливка может поступать непосредственно на сборку, масса отливки приближается к массе готовой детали, что уменьшает расход металла. При этом экономия металла может достигать 30 % на крупных отливках, 80% на мелких. Небольшая трудоемкость изготовления отливки, время литья от нескольких секунд до нескольких минут. Вследствие минимальных припусков трудоемкость механической обработки незначительна. Установка одной машины литья под давлением высвобождает несколько металлообрабатывающих станков [21].

Свойства сплава: предел прочности $\sigma_B=14\div 23$ кгс/мм² в зависимости от способа литья, относительное удлинение $\sigma=1\div 2$ %, HB=50÷70 кгс/мм². Рекомендуемые режимы термической обработки: термотренировка при температуре 280÷300⁰С в течении 3ч.

2.4 Обоснование и описание процесса механической обработки

Операция 050, зачистка.

На данной операции зачищают следы от облоя.

Операция 055, многоцелевая

На данной операции фрезеруется остаток литника. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 060, зачистка.

На данной операции зачищают заусенцы после фрезерования.

Операция 065, многоцелевая

На данной операции фрезеруется: в первом переходе стенка в понижении, а во втором переходе буртик от понижения. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 070, зачистка.

На данной операции зачищают заусенцы после фрезерования.

Операция 075, многоцелевая

На данной операции фрезеруется: в первом переходе поднутрение в одном выступе, во втором переходе поднутрение в другом выступе. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 080, зачистка.

На данной операции зачищают заусенцы после фрезерования.

Операция 085, многоцелевая

На данной операции фрезеруется: в первом переходе поднутрение в одном выступе, во втором переходе поднутрение в другом выступе. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 090, зачистка.

На данной операции зачищают заусенцы после фрезерования.

Операция 095, многоцелевая.

На данной операции сверлятся: в первом переходе 12 отв. Ø п/р М2,5; во втором 2 отв. Ø 2,4; в третьем 4 отв. Ø п/р М4; в четвертом размечается 2 отв. Ø п/р М4. Все отверстия сверлятся на проход. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 100, многоцелевая.

На данной операции сверлятся 2 отв. Ø п/р М4, на глубину 8. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 105, многоцелевая.

На данной операции сверлятся 3 отв. Ø 4, на проход, одно под паз. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32. Для сверления применяется кондуктор.

Операция 110, многоцелевая.

На данной операции зенкуют: в первом переходе зенкуют 12 отв. Ø п/р М2,5 технологической фаской 0,4x45°; во втором 2 отв. ф2,4 технологической фаской 0,3x45°; в третьем 2 отв. п/р М4 технологической фаской 0,6x45, из них 2 отв. с одной стороны; в четвертом 2 отв. ф4Н14 технологической фаской 0,3x45. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 115, многоцелевая.

На данной операции зенкуют 2 отв. ф2,4Н14 до ф4,6х90. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 120, многоцелевая.

На данной операции фрезеруется паз по просверленному отверстию.

Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 125, зачистка.

На данной операции зачищают заусенцы после фрезерования.

Операция 135, многоцелевая.

На данной операции фрезеруются места запайки дефектов литья. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 140, многоцелевая.

На данной операции сверлят места запайки дефектов литья. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 145, зачистка.

На данной операции зачищают места запайки дефектов литья.

Операция 150, дробеструйная.

На данной операции дробеструят деталь. Обработка производится на дробеструйном аппарате.

Операция 175, резбонарезная.

На данной операции нарезают резьбу в 12 отв. М2,5. Работа производится на резбонарезном станке мод. 5991.

Операция 180, резбонарезная.

На данной операции нарезают резьбу: в первом переход в 2 отв. М4 на глубину 5; во втором 4 отв. М4, на проход. Работа производится на резбонарезном станке мод. 5991.

Операция 185, обдувка.

На данной операции обдувается деталь от стружки, важнее всего выдуть стружки из резьбовых отверстий. Обдувка производится в камере обдувки.

Операция 190, многоцелевая.

На данной операции фрезеруются 2 прямоугольные бобышки по высоте. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 195, многоцелевая.

На данной операции фрезеруется бобышка. Обработка производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Операция 200, зачистка.

На данной операции зачищают заусенцы после фрезерования.

Операция 210, контрольная.

На данной операции контролируют размеры. Здесь используется контрольное приспособление для проверки межосевого расстояния

2.5 Техническое нормирование

Техническое нормирование производим на операцию 065 [6,7].

Основное время обработки T_0 , мин определяем по формуле:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i; \text{мин} \quad (2.4)$$

$$T_0 = \frac{45 \cdot 2 + 40}{800 \cdot 0,08} = 2,32 \text{ мин}$$

и принимаем равным $T_0=2,32$ мин (данная величина рассчитана при расчёте режимов резания).

Вспомогательное время обработки $T_в$, мин, определяется по формуле:

$$T_в = (t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}), \quad (2.5)$$

где $t_{уст}$ - вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

$t_{пер}$ - вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$t_{изм}$ - вспомогательное время на контрольные измерения;

$t_{уст}=0,19+0,19=0,39$;

$$t_{nep}=0,20+0,20=0,40;$$

$$t_{уз.м}=0,14+0,14=0,28$$

$$T_e = (0,39 + 0,40 + 0,28) = 1,07 \text{ мин}$$

Определяем $T_{шт}$ время:

$$T_{шт} = (T_o + T_e) \cdot \left(1 + \frac{k}{100}\right); \text{ мин}$$

$$T_{шт} = (2,32 + 1,07) \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 3,75 \text{ мин} \quad (2.6)$$

$$T_{шт} = 3,75 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{п.з.}$, мин, определяется по нормативам.

$$T_{п.з.} = 14 \text{ мин}$$

2.6 Расчет припусков на механическую обработку

Припуски на механическую обработку заготовки, их допуски, размеры исходной заготовки выбираем в зависимости от экономической точности принятого способа обработки, конфигурации детали и вида заготовки. При расчете межоперационных размеров заготовки применяем аналитический метод. Расчет производим для отверстия паза. Для остальных поверхностей припуски определяем статическим (табличным) методом [19].

Рассчитаем припуски на обработку и промежуточные предельные размеры для отверстия паза $16^{+0,43} \times 25^{+0,74}$.

Для заготовки Н 14.

Черновое фрезерование Н 12.

Чистовое фрезерование Н 10.

Находим суммарное значение пространственных отклонений для заготовки по формуле:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (2.7)$$

где $\rho_{\text{кор}}$ - коробление поверхности заготовки

$\rho_{\text{см}}$ - смещение отверстия, мкм.

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta K \cdot D, \quad (2.8)$$

где ΔK - удельная кривизна заготовки, $\Delta K = 0,1$;

L_{max} – наибольшая длина, -180 мм

$$\rho_{\text{кор}} = 0,1 \cdot 180 = 18 \text{ мкм}$$

$\rho_{\text{кор}}$ - принимаем равным допуску на наибольший размер от оси отверстия

паза до технологической базы, 0,16 мм

$$\rho_3 = \sqrt{180^2 + 160^2} = 161 \text{ мкм}$$

При определении $\rho_{\text{см}}$ принимаем во внимание точность расположения базовых поверхностей используемых при данной схеме установки и полученных на предыдущих операциях относительно обрабатываемого отверстия.

Остаточное пространственное отклонение после чернового растачивания

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 161 = 8,05 \text{ мкм} \quad (2.9)$$

Остаточное пространственное отклонение после чистового растачивания:

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 161 = 6,44 \text{ мкм}$$

Погрешность установки определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.10)$$

где ε_6 - погрешность базирования;

ε_3 - погрешность установки.

Погрешность установки равна погрешности закрепления, если обработка ведется с одной базы, 70 мкм для черного фрезерования, для чистового фрезерования $\varepsilon_y = 70 \cdot 0,04 = 2,8$ мкм.

Выбираем допуск на заготовку. Для черного фрезерования Н12 (180 мкм); для чистового фрезерования Н10 (70 мкм); для заготовки Н14 (105 мкм).

Производим расчет минимальных значений межоперационных припусков, пользуясь основной формулой:

$$z = (R_{zi} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_i^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (2.11)$$

$$z_{\text{чер}} = (40 + 100 + \sqrt{0,161^2 + 70^2}) = 210 \text{ мкм}$$

$$z_{\text{чист}} = (10 + 20 + \sqrt{8,05^2 + 2,8^2}) = 112,64 \text{ мкм}$$

По результатам полученных данных заполняем таблицу 2.1. расчетный размер (d_p) заполняется, начиная с последнего размера последовательным вычитанием расчетного минимального припуска каждого технологического перехода. Таким образом для черного растачивания

$$d_{p2} = 16,07 - 0,112 = 15,957 \text{ мм}$$

для заготовки

$$d_{p1} = 15,957 - 0,210 = 15,747 \text{ мм}$$

Определяем минимальные предельные значения допусков $Z_{\min,i}$ - разность наибольшего предельного размера после фрезерования и наименьшего предельного размера до обработки на данной операции.

Z_{\max} - разность наименьшего предельного размера после обработки и наибольшего предельного размера до обработке на данной операции.

$$Z_{\max} = D_{\min,i} - D_{\min,i-1}, \text{ мкм} \quad (2.12)$$

$$Z_{\min} = D_{\max,i} - D_{\max,i-1}, \text{ мкм} \quad (2.13)$$

Таблица 2.1 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку отверстия паза корпуса

Технологи- ческие переходы	Элементы припуска				$2Z_{\min}$ (мкм)	d_p (мм)	δ (мкм)	Предельные размеры (мм)		Предельные припуски (мкм)	
	R_z	h	ρ	ε				max	min	Z_{\max}	Z_{\min}
Заготовка	40	100	8,05	-	-	15,747	430	15,33	15,75	-	-
Черновое фрезерование	20	20	6,44	70	210	16,957	65	15,76	15,96	0,21	0,43
Чистовое фрезерование	10	10	-	2,8	112,6	16,07	17	16	16,07	0,11	0,24



Рисунок 2.2 - Схема графического расположения припусков на обработку отверстия паза

2.7 Расчет режимов резания

Расчет режима резания на многоцелевую операцию (операция 120) [16-18].

Исходные данные для расчета:

Деталь – корпус.

Переход – фрезеровать паз по просверленному отверстию, выдерживая размер 8H14x4H14.

Обрабатываемый материал – сплав АК12.

Характер заготовки – литье под давлением.

Инструмент – фреза концевая из быстрорежущей стали Р 18, диаметром 4;

Операция производится на многоцелевом станке мод. МС-32.

Паспортные данные станка:

Число оборотов шпинделя n в минуту – 50; 63; 80; 100; 130; 165; 205; 250; 325; 410; 515; 630; 840; 1060; 1320; 1630.

Продольные подачи стола S (мм/мин) – 13; 17; 21; 26; 33; 42; 52; 64; 82; 104; 130; 160; 200; 255; 320; 395.

Поперечные подачи стола S (мм/мин) – 13; 17; 21; 26; 33; 42; 52; 64; 82; 104; 130; 160; 200; 255; 320; 395.

Мощность электродвигателя – 2,2 кВт.

Производим расчет режимов резания для операции 120 по формулам теории резания, для остальных операций режимы резания определяем по справочникам.

Для обработки отверстия паза принимаем концевую фрезу диаметром $D=4$ мм ИВ 2220-4005 из быстрорежущей стали Р 18.

Назначаем глубину резания и принимаем $t=2,5$ мм

Подача для фрезерования заготовок из алюминия $S_0 = 0,07...0,11$ мм/зуб.

Корректируем подачу по паспорту станка и принимаем $S_0 = 0,08$ мм/зуб.

Скорость резания определяем по формуле

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (2.14)$$

где C_v - постоянная, $C_v=155$ [2];

D - диаметр фрезы, $D=4$ мм;

B - ширина фрезерования, $B=4$ мм;

S_z - подача на зуб фрезы, $S_z=0,08$ мм/зуб;

Z - число зубьев фрезы, $Z=3$;

t - глубина резания, $t=2,5$ мм;

K_v - поправочный коэффициент на скорость резания;

x, y, m, u, p - показатели степени;

$x = 0,1$; $m = 0,2$; $y = 0,4$; $p = 0,1$; $u = 0,15$.

где K_{mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, $K_{mv}=1,0$;

K_{mv} - коэффициент, учитывающий инструментальный материал,
 $K_{mv}=0,6$;

K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки,
 $K_{nv}=0,7$;

Получаем

$$K_v = 0,6 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,42.$$

$$V = \frac{155 \cdot 4^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 2,5^{0,1} \cdot 0,08^{0,24} \cdot 4^{0,15} \cdot 3^{0,1}} \cdot 0,42 = 18,2 \text{ мм/мин.}$$

Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d}, \text{ об/мин} \quad (2.15)$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 18,2}{3,14 \cdot 4} = 901,2 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем $n = 800$ об/мин.

Определяем действительную скорость резания

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 800}{1000} = 16,8 \text{ мм/мин.}$$

Крутящий момент, Н·м на шпинделе и осевую силу рассчитываем по формулам:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.16)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (2.17)$$

где C_M, C_p, q, y, p – значения коэффициентов и показателей степеней [2];

$$C_M = 0,05; \quad q = 2,0; \quad y = 0,8; \quad C_p = 9,8; \quad q = 1,0; \quad y = 0,7$$

D – диаметр фрезы, мм, $D=4$;

K_p -коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением

$$K_p = K_{mp} = 0,8 [2];$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,05 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 4^2 \cdot 0,8 = 8,26 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10 \cdot 9,8 \cdot 4^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,8 = 89,37 \text{ Н}$$

Мощность резания (эффективная), кВт

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{1020 \cdot 60}, \quad (2.18)$$

где n - частота вращения инструмента, об/мин,

$$N_{рез} = \frac{0,08 \cdot 16,8}{1020 \cdot 60} = 0,0014 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. Необходимо выполнить условие $N_{рез} \leq N_{шп}$. Мощность на шпинделе станка

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (2.19)$$

У многоцелевого станка $N_d = 2 \text{ккВ}$, а $\eta = 0,8$.

$$N_{\text{шп}} = 2 \cdot 0,08 = 0,16 \text{к,1}$$

$$N_{\text{рез}} = 0,0014 \text{к,0} < 0,16 \text{к,1} = N_{\text{шп}}$$

Следовательно, обработка возможна.

Основное время

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o}, \text{мин} \quad (2.20)$$

где L - величина перемещения фрезы, мм

$$L = l + y, \text{ мм} \quad (2.21)$$

где l - длина обработки, мм, $l = 45$ мм;

y - величина врезания, $y = 2$ мм;

$$T_o = \frac{45 \cdot 2}{0,08 \cdot 800} = 1,4 \text{ мин}$$

3 Совершенствование операций с помощью научных исследований

Для проверки работоспособности разработанного инструмента проведен расчет на прочность методом конечных элементов.

3.1 Создание твердотельной модели

Для расчета методом конечных элементов необходимо создать твердотельную модель. Модель фрезы была построена в системе трехмерного моделирования КОМПАС – 3D на основе двухмерного чертежа (см. рисунок 3.1).

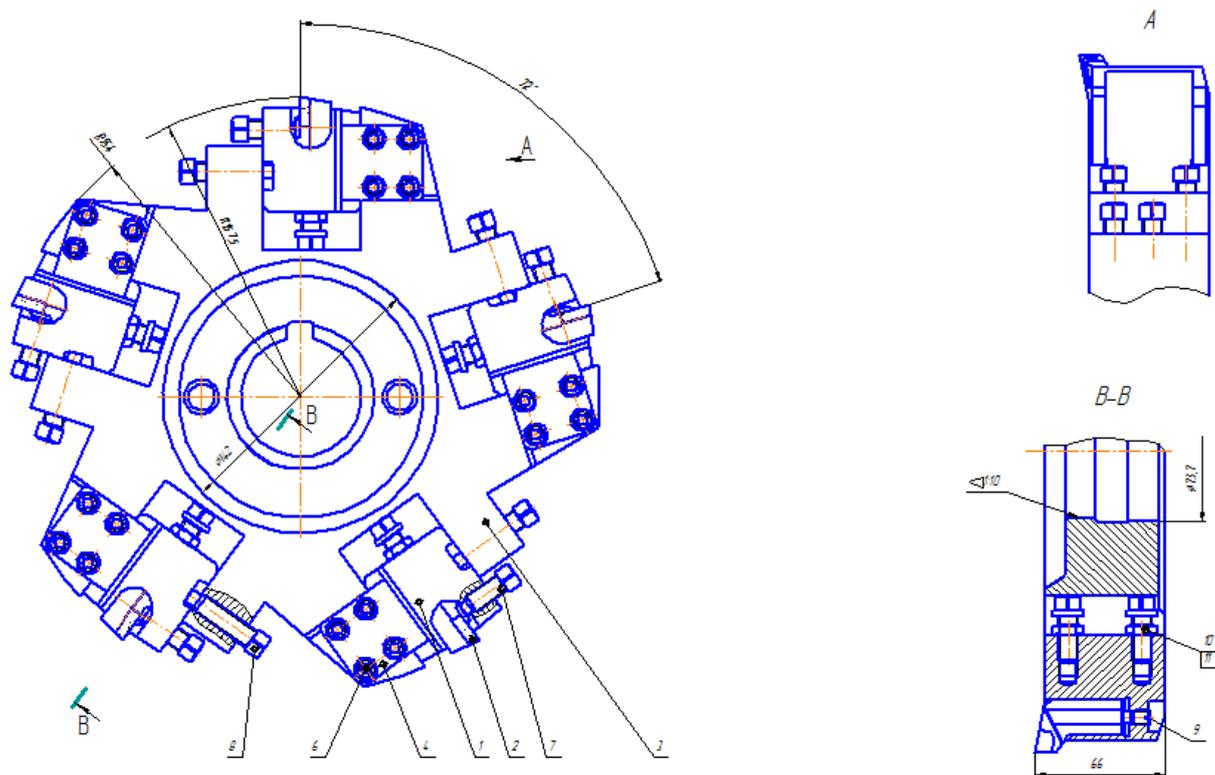


Рисунок 3.1 - Чертеж фрезы

Фреза представляет собой сборку из нескольких элементов – корпуса, режущих пластин, клиньев и винтов. Поэтому для построения сборочной модели фрезы необходимо сначала построить твердотельные модели всех вышеуказанных элементов.

Твердотельные модели составных частей фрезы строили с помощью таких основных операций, как выдавливание, вращение, вырезание и т.д. На рисунках 3.2, 3.3 показаны твердотельные модели элементов фрезы.

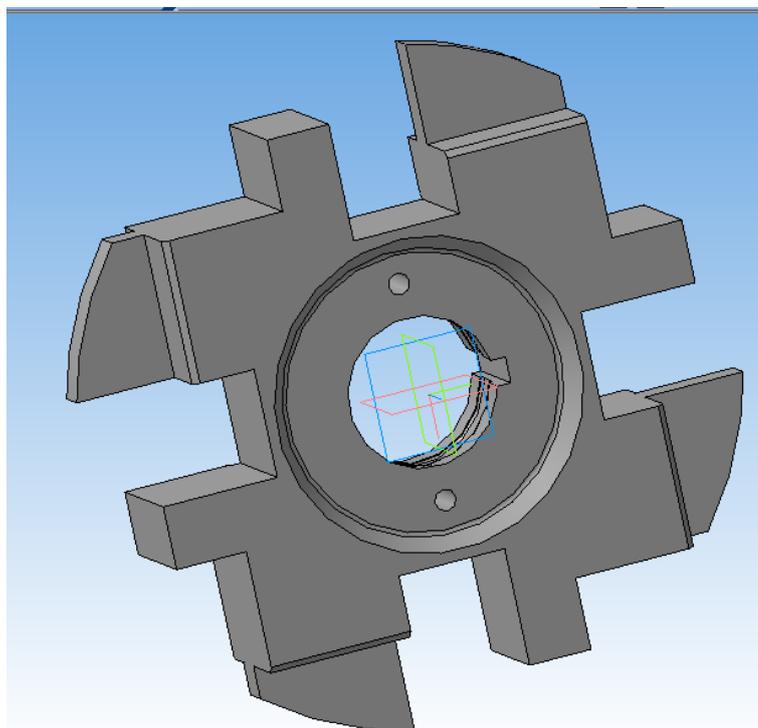


Рисунок 3.2 - Твердотельная модель составной части фрезы

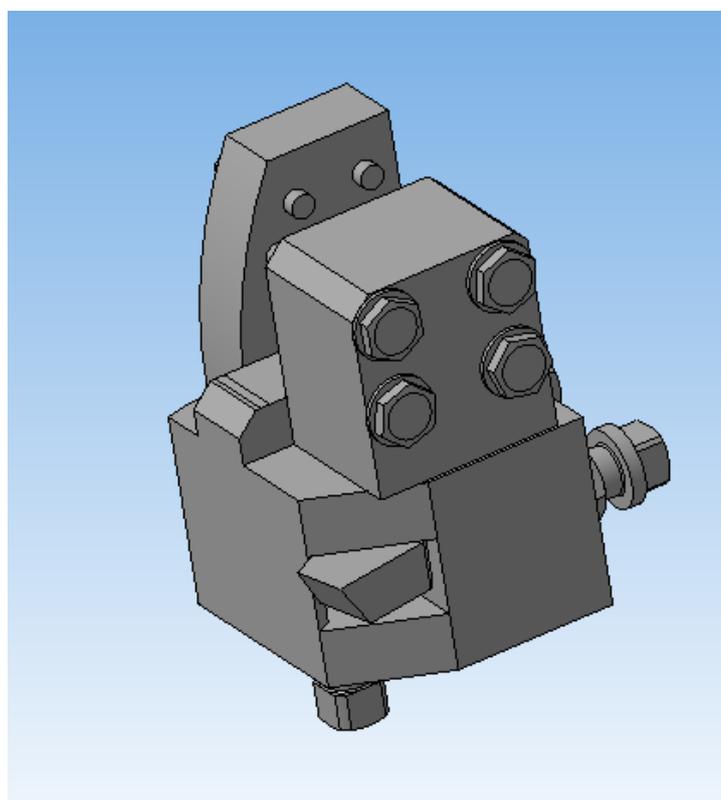


Рисунок 3.3 - Твердотельная модель крепежной части фрезы

Далее необходимо создать сборку фрезы, используя созданные твердотельные модели, с помощью операций сопряжений: параллельность, перпендикулярность, касание, соосность, совпадение и т.д. Сборочная модель фрезы показана на рисунках 3.4 и 3.5.

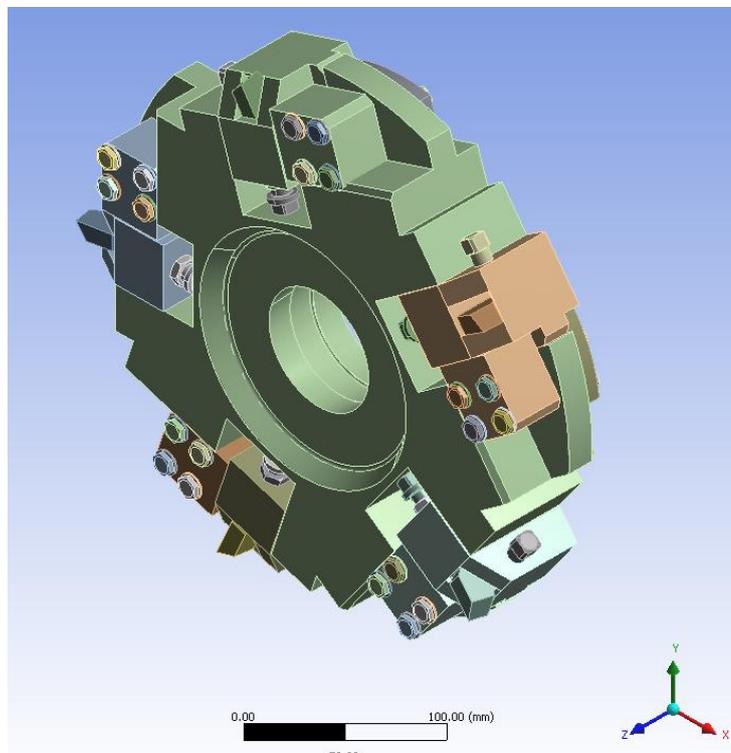


Рисунок 3.4 - Сборочная модель фрезы (общий вид)

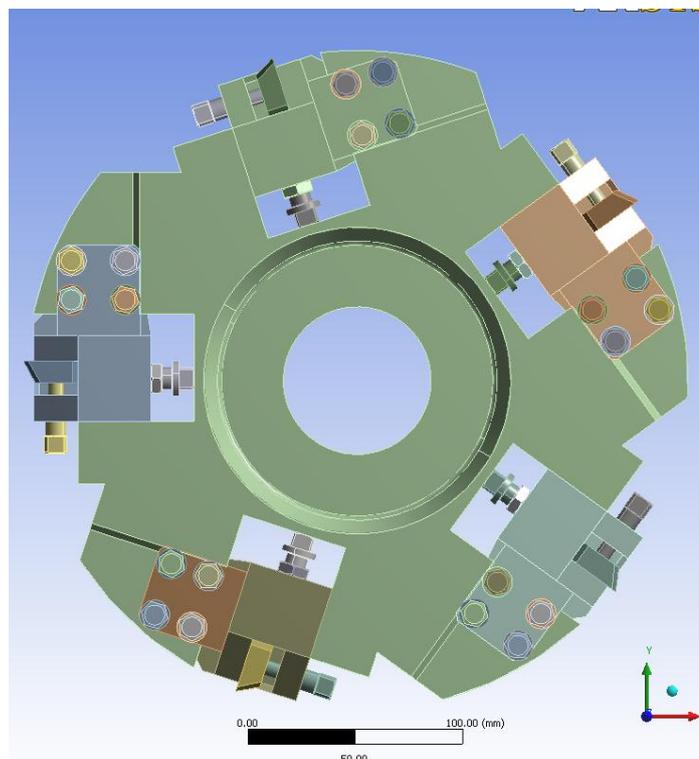


Рисунок 3.5 - Сборочная модель фрезы (вид снизу)

3.2 Создание конечно-элементной модели

Конечно-элементная модель (КЭМ) фрезы (рисунок 3.6 и 3.7) выполнена в пакете ANSYS. Для построения сетки использовали параболические элементы TETRA 10.

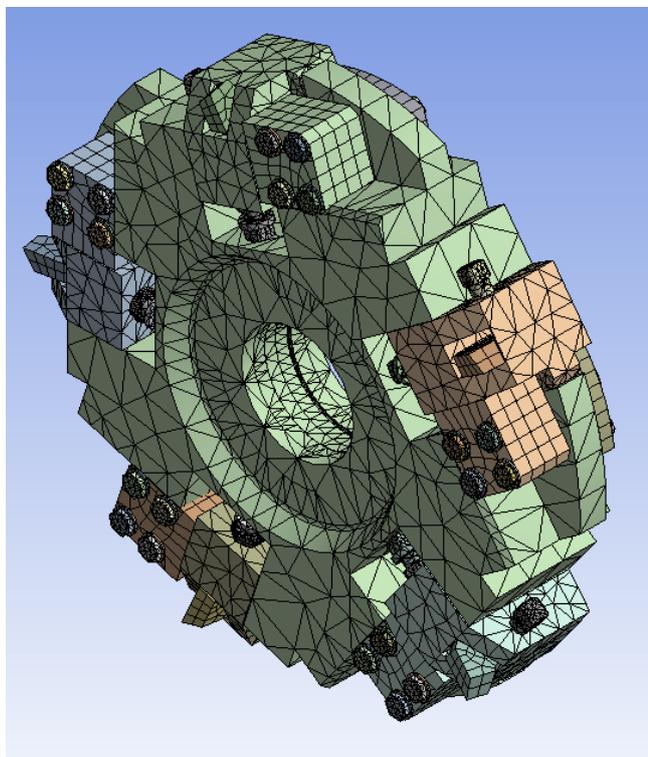


Рисунок 3.6 - Конечно-элементная модель фрезы (общий вид)

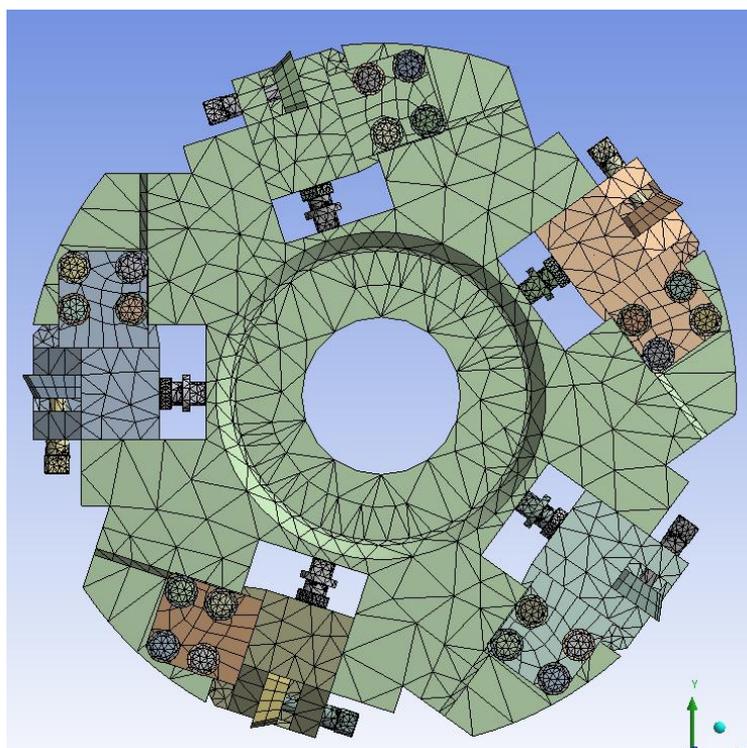


Рисунок 3.7 - Конечно-элементная модель фрезы (вид снизу)

3.3 Расчет на прочность и анализ результатов

Далее необходимо задать свойства материалов фрезы. Режущая часть изготовлена из быстрорежущей стали P6M5, остальные элементы - из стали 40X. Свойства используемых при расчете материалов представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Характеристики материалов

Наименование	Значение	
	P6M5	40X
Плотность, кг/см ³	8200	7850
Модуль упругости, ГПа	83	214
Коэффициент Пуассона	0,3	0,3
Предел прочности, МПа	870	570

Далее необходимо задать граничные условия для расчета. При фрезеровании на инструмент действуют силы резания. Значения сил берем из литературы [17].

Источниками возникновения сил резания являются: сопротивление обрабатываемых материалов пластической деформации стружкообразования; сопротивление пластически деформированных металлов разрушению в местах возникновения новых поверхностей; сопротивление срезаемой стружки дополнительной деформации изгиба и ломанию; силы трения.

Решаемая задача по поиску напряженно-деформированного состояния фрезы является контактной задачей, следовательно необходимо задать контактирующие поверхности: это поверхности корпуса фрезы и клина, корпуса фрезы и винта, корпуса фрезы и режущей пластины, а также поверхность контакта винта и клина и поверхность контакта клина и режущей пластины.

Напряженное состояние фрезы при фрезеровании показано на рисунках 3.8 - 3.11.

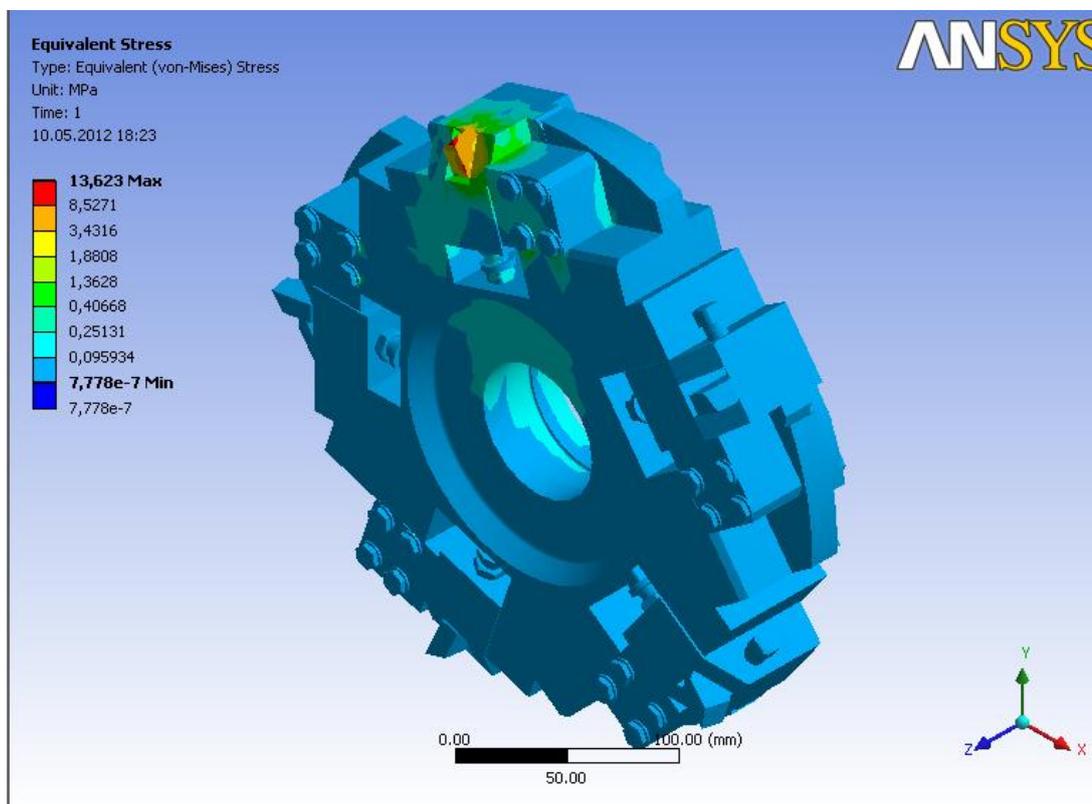


Рисунок 3.8 - Напряженное состояние при фрезеровании (общий вид)

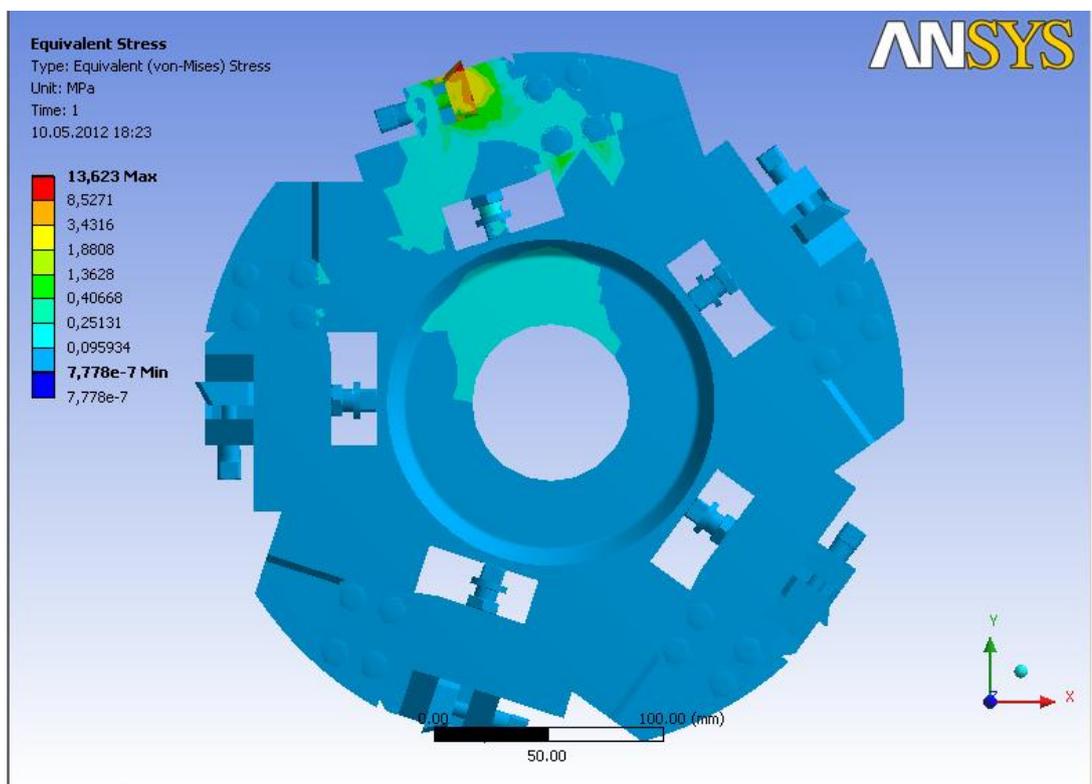


Рисунок 3.9 - Напряженное состояние при фрезеровании (общий вид)

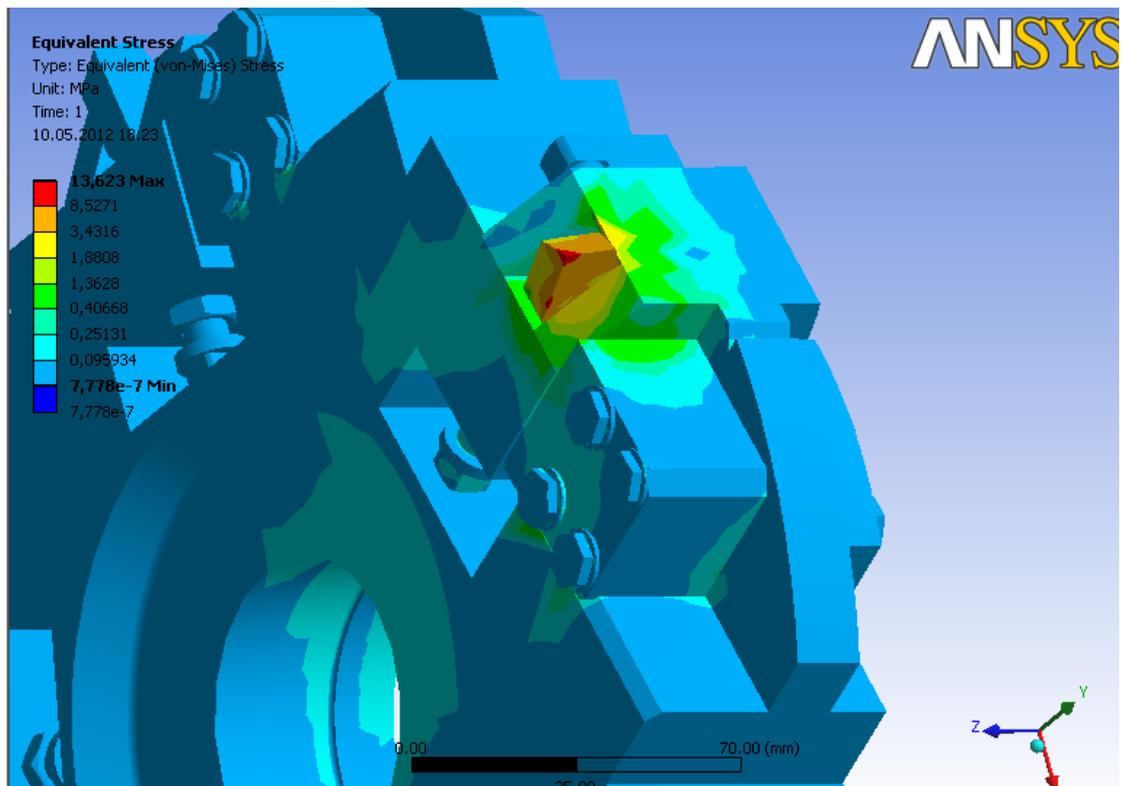


Рисунок 3.10 - Напряженное состояние при фрезеровании
(укрупненный вид)

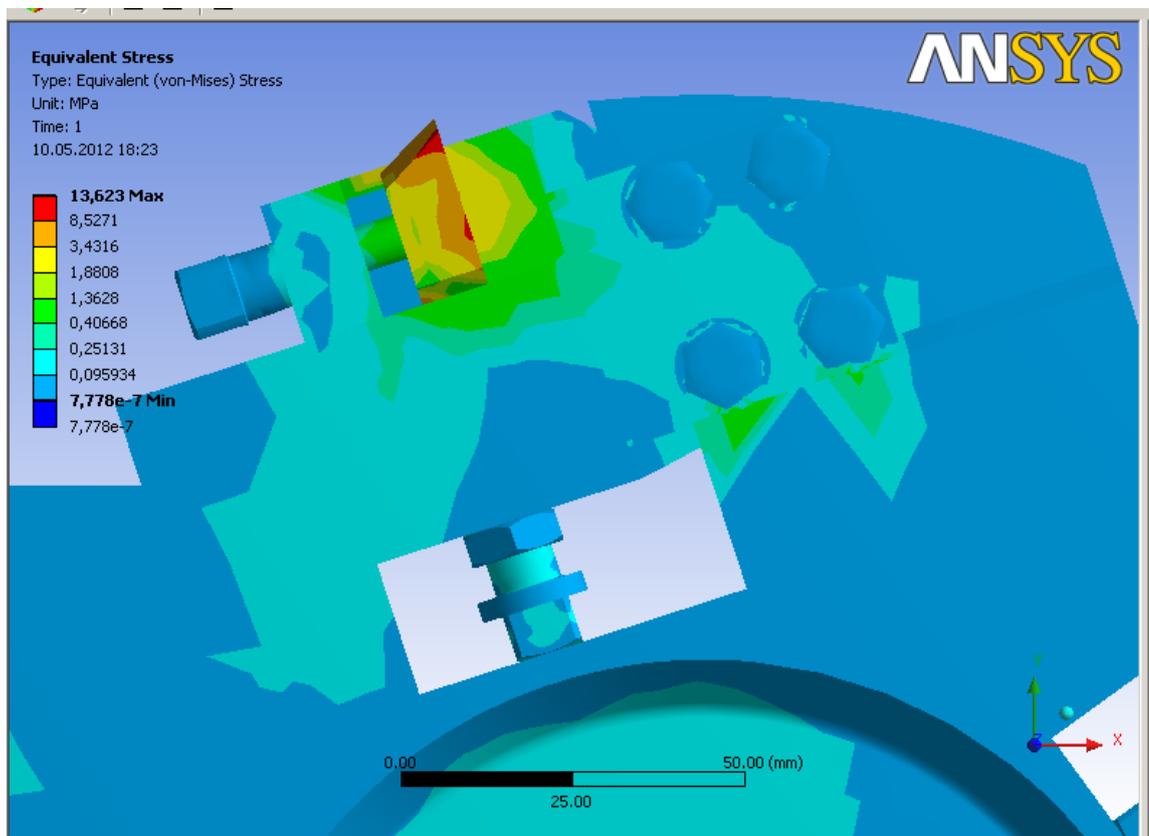


Рисунок 3.11 - Напряженное состояние при фрезеровании
(укрупненный вид)

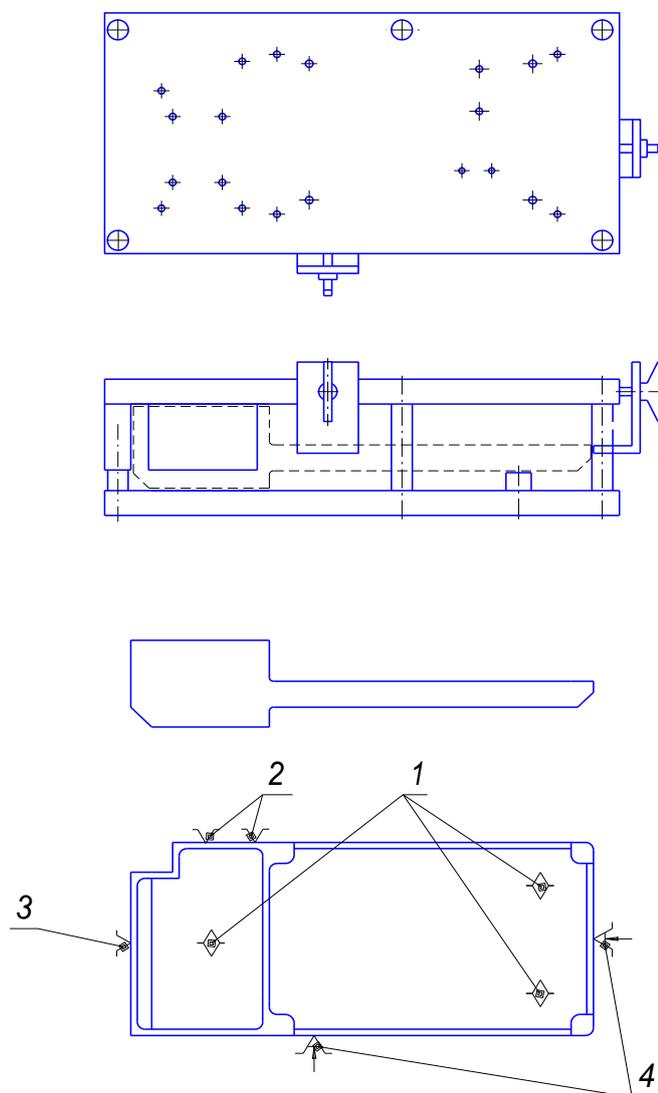
Максимальное эквивалентное напряжение при фрезеровании 4-х и 5-и резцовыми фрезами составляет 15 МПа и 13 МПа соответственно. Как видно из рисунков максимальные значения напряжений приходятся на режущую поверхность фрезы, а на винт приходится порядка 1...2 МПа.

Анализ напряженно-деформированного состояния разработанного инструмента показал, что местные напряжения в зонах концентрации и общие напряжения в элементах разработанной фрезы не превышают допускаемых значений. Следовательно, условие прочности разработанного инструмента выполнено.

4 Проектирование приспособления

4.1 Проектирование зажимного приспособления

К конструированию приспособления необходимо приступить после составления маршрутной технологии обработки деталей. В конструкции оснастки для массового производства, предусматривающие применение быстродействующих зажимов, устройств для быстрого базирования деталей, направления режущего инструмента. Для этого желательно применять конструкции с наименьшим числом стягов, не используя внецеленаправленное приложение сил [24-31].



1 – точки базирования; 2 – направляющие базы;

3 – опорная база; 4 – прижимы

Рисунок 4.1 – установочные базы

Для сверления в корпусе отверстий различного диаметра спроектировано одноместное приспособление. Приспособление предназначено для установки и закрепления одной заготовки при обработке на сверлильном станке.

Заготовка устанавливается на нижнюю плиту и на два штифта, которые установлены на этой плите. Сверху накладывается еще одна плита с двумя планками, деталь прижимают к этим планкам два прижима, которые установлены на верхней плите. Нижняя и верхняя плиты скрепляют штифтами. Кондуктор с деталью устанавливают на стол и сверлят отверстия через втулки, которые установлены в верхней плите.

Для расчета усилия необходимо определить максимальную силу резания, действующую на заготовку, при сверлении и фрезеровании диаметров.

Так как обрабатываемых диаметров 3, то силу резания определяем для максимального диаметра сверла. После чего выбираем максимальную. Максимальный диаметр сверления $\varnothing 3,3\text{H}12$. определяем подачу:

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^{q_M} \cdot S^{y_M} \cdot K_P \quad (4.1)$$

где: C_{Pz} - коэффициент на силу резания

$q_M; y_M$ - показатели степени

K_P - поправочный коэффициент

$$K_P = K_{MP}$$

где K_{MP} - коэффициент, учитывающий материал заготовки $K_{MP} = 1,0$

$$K_P = 1$$

находим: $C_{Pz} = 0,012; q_M = 2,0; y_M = 0,8$

тогда:

$$M = 10 \cdot 0,012 \cdot 18,2^{2,0} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1 = 15 \text{ Н/м}$$

Силу зажима заготовки, требуемую для ее закрепления в неподвижном состоянии рассчитываем по формуле:

$$Q = M \frac{l + hf + rf_0}{l_1 - h_1 f_1 - rf_0} \quad (4.2)$$

где f_0 – коэффициент, трения на оси;

f - коэффициент трения на зажимаемой поверхности, $f = tg \varphi$;

f_1 - коэффициент трения на сферической головке.

В практически расчетах исходной величины усилия для рассмотренной конструкций может быть применена приближенная и общая формула, в которую введен коэффициент η , учитывающий потери от трения на оси и на участке, воспринимающем и передающем усилие [24]:

$$Q = M \frac{l}{l_1} \cdot \frac{1}{\eta} \quad (4.3)$$

В нашем случае по таблица приведенным в справочнике коэффициент $\eta = 0,9$

$$Q = 15 \cdot \frac{15}{15} \cdot \frac{1}{0,8} = 19 \text{ Н}$$

Так как в приспособлении действуют 2 зажима, то

$$Q_3 = \frac{Q}{2} \quad (4.4)$$

$$Q_3 = \frac{19}{2} = 9,5 \text{ Н}$$

Определяем усилие закручивания гайки в зажиме, необходимое для силы зажима [25].

$$M_p = Q \cdot \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) \quad (4.5)$$

где: d_{cp} - средний диаметр резьбы;

α - угол подъема резьбы;

t - шаг резьбы $\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{\pi d_{cp}}$;

$\operatorname{tg} \varphi_{np} = \frac{f}{\cos \beta}$ - приведенный коэффициент трения для заданного

профиля резьбы;

f - коэффициент трения на плоскости, $f = 0,16$;

β - половина угла при вершине профиля витка резьбы, для метрической резьбы $\beta = 30^\circ$.

$$M_p = 9,5 \cdot \frac{8,675}{2} \cdot 0,1528 = 4,18 \text{ Н/м}$$

Так при плече ручки гаечного ключа в 4см. Минимальное усилие рабочего осуществляющего зажатие корпуса в приспособлении должно равняться:

$$4,18 \cdot 0,04 = 0,16 \text{ Н}$$

Что составляет всего 16 грамм, что вполне осуществимо.

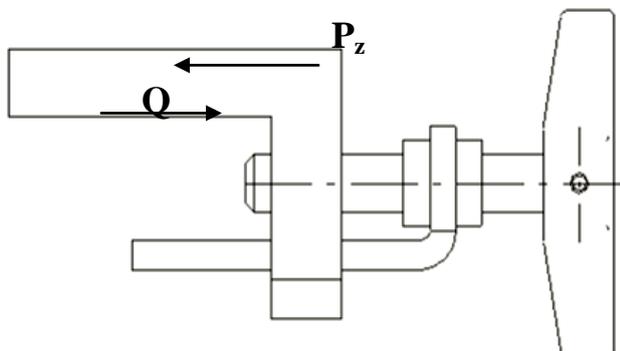


Рисунок 4.2 - Схема действия сил

Эскиз зажимного приспособления показан на рисунке 4.3, а трехмерная модель зажимного приспособления показана на рисунках 4.4 – 4.6.

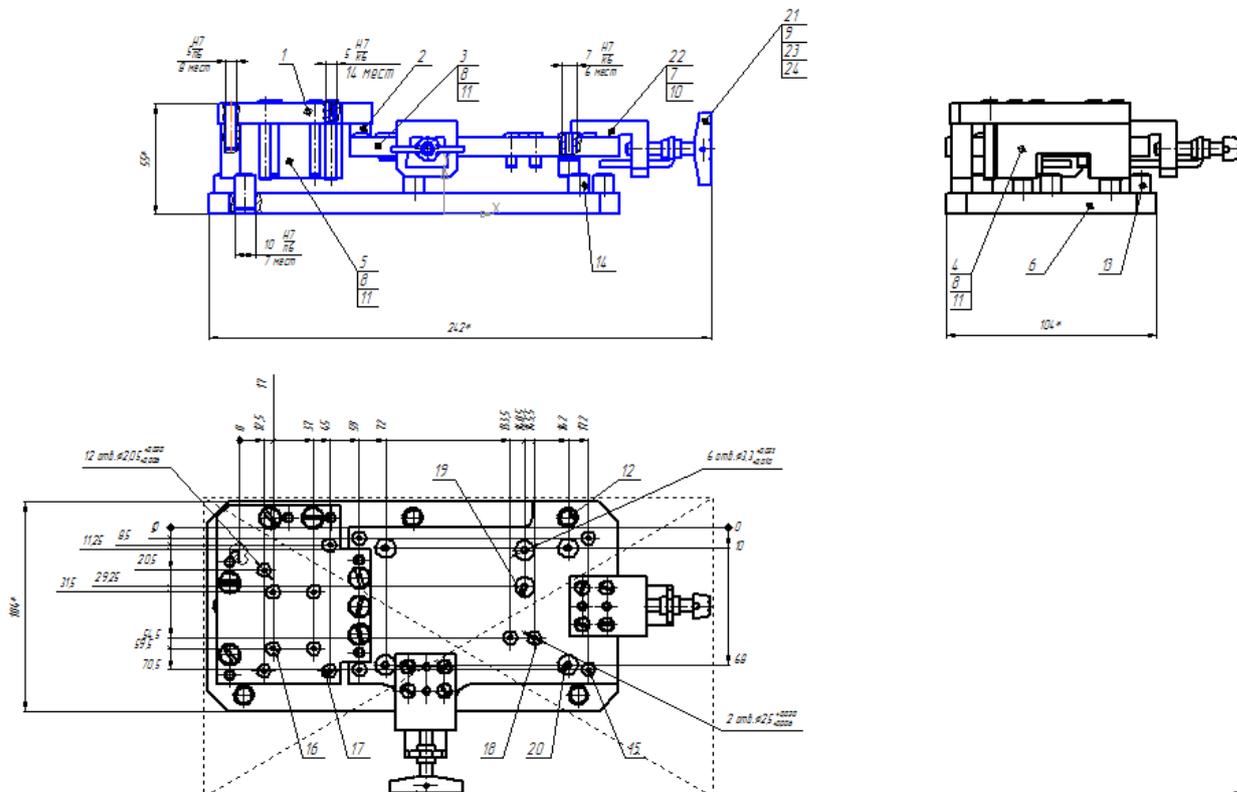


Рисунок 4.3 – Эскиз разработанного зажимного приспособления

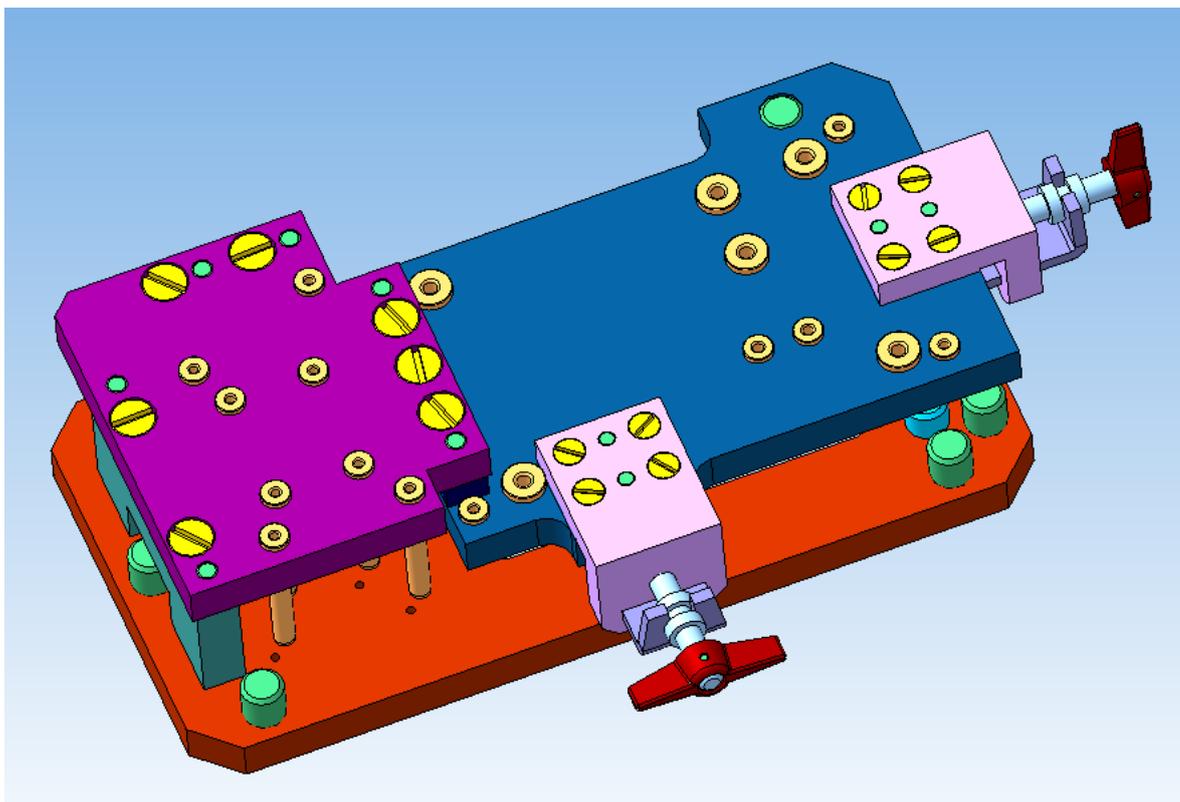


Рисунок 4.4 – Трехмерная модель зажимного приспособления (общий вид)

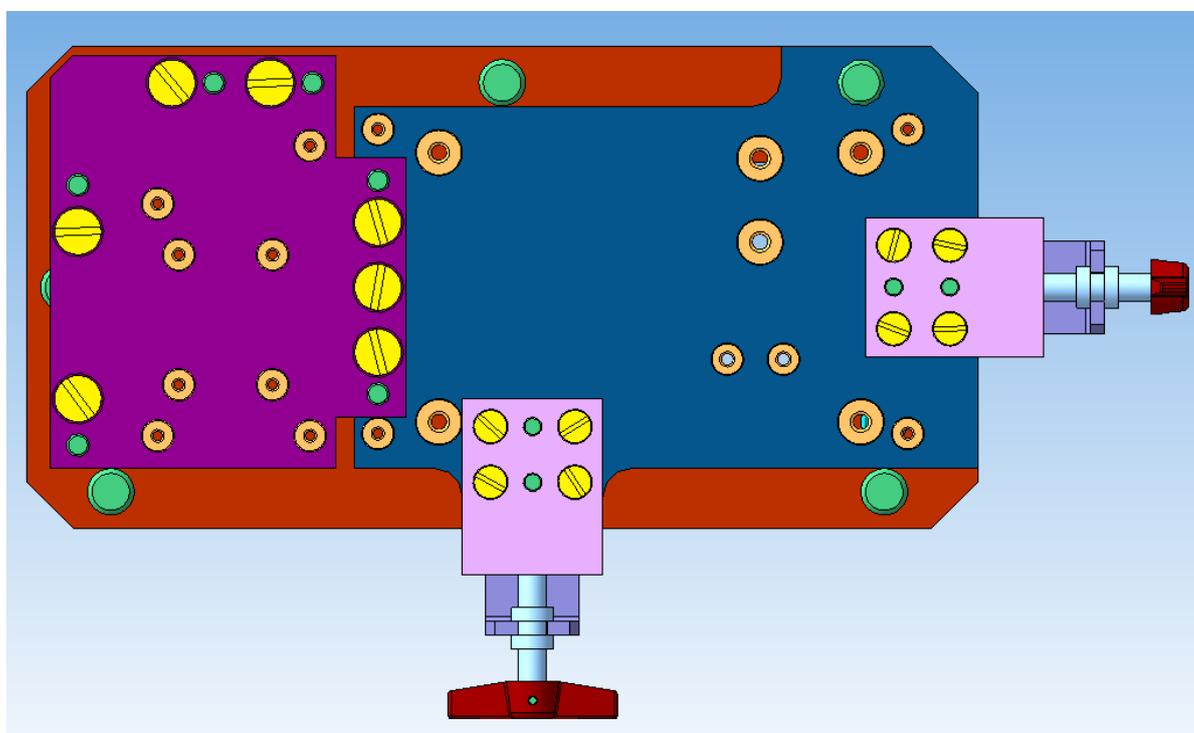


Рисунок 4.5 – Трехмерная модель зажимного приспособления (вид сверху)

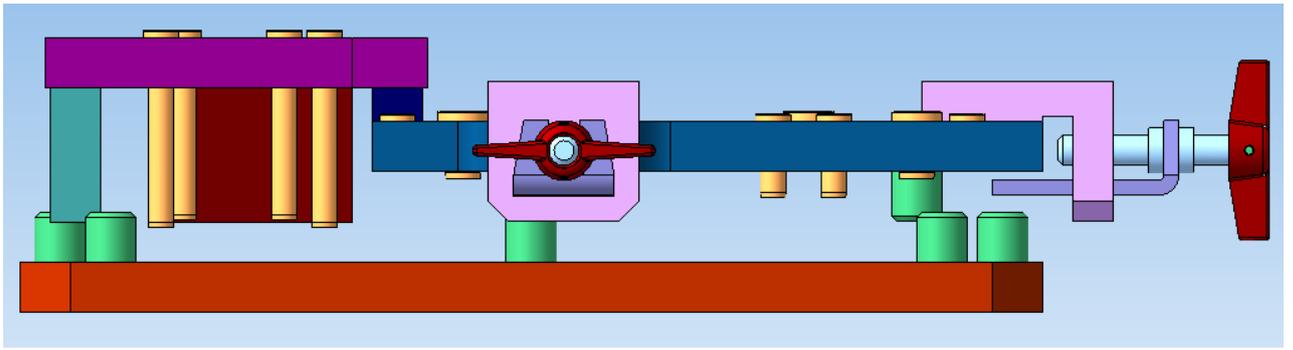


Рисунок 4.6 – Трехмерная модель зажимного приспособления (вид сбоку)

4.2 Проектирование контрольного приспособления

Схема работы контрольного приспособления показана на рисунке 4.3.

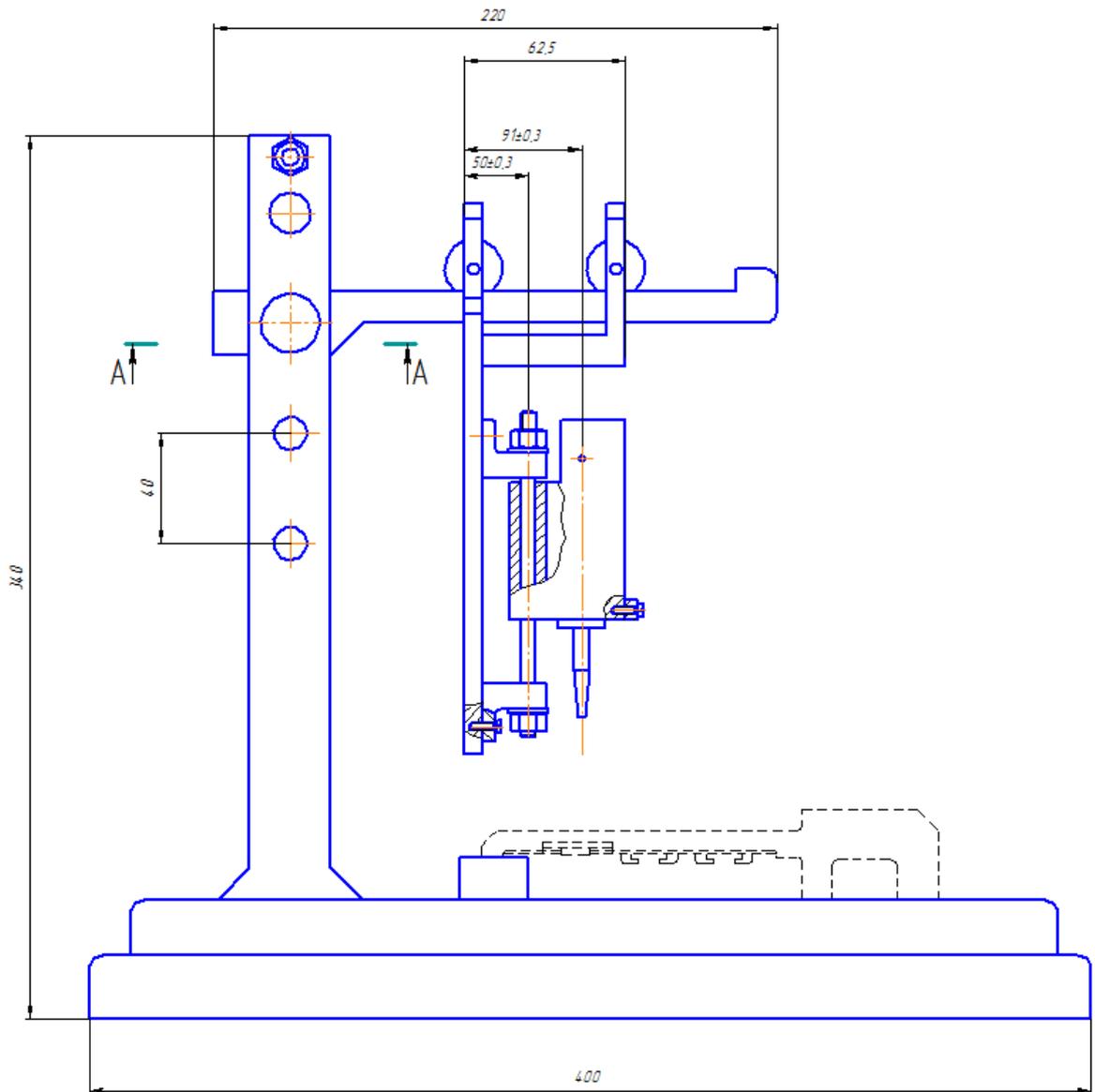


Рисунок 4.3 - Схема работы контрольного приспособления

Контроль качества изделия весьма важен в современном машиностроении, в особенности велика роль контроля при производстве изделий по принципу полной взаимозаменяемости. Контрольные приспособления повышают производительности труда контролеров, улучшают условия их работы, повышают качество и объективность контроля [26].

Контрольные приспособления уменьшают попадание в брак годных деталей и пропуск в годные детали брака. Контрольные приспособления применяют для проверки заготовок, деталей и узлов машин. Приспособления для проверки деталей применяют на промежуточных этапах обработки и для окончательной приемки, выявляя точность размеров, взаимного положения поверхностей и правильностью их геометрических форм [27].

Контрольное приспособление предназначено для контроля межосевого расстояния установочных отверстий.

Принцип работы.

Деталь устанавливается на основание без крепления. Перемещая каретку по рейке, устанавливаем ее над деталью, так чтобы зафиксированная пробка оказалась над одним из двух отверстий, чье межосевое расстояние измеряется. Опускаем корпус, так чтобы зафиксированная пробка вошла в первое отверстие, а другая, регулируемая по направляющей, вошла во второе. Снимаем показания с круговой шкалы и сверяем с измеряемым размером. Погрешность микрометра равна 0,05мм.

5 Проектирование режущего инструмента

На рисунке 5.1 показана спроектированная и рассчитанная в разделе 3 фреза. Данная фреза применяется на операции 55 Фрезерная.

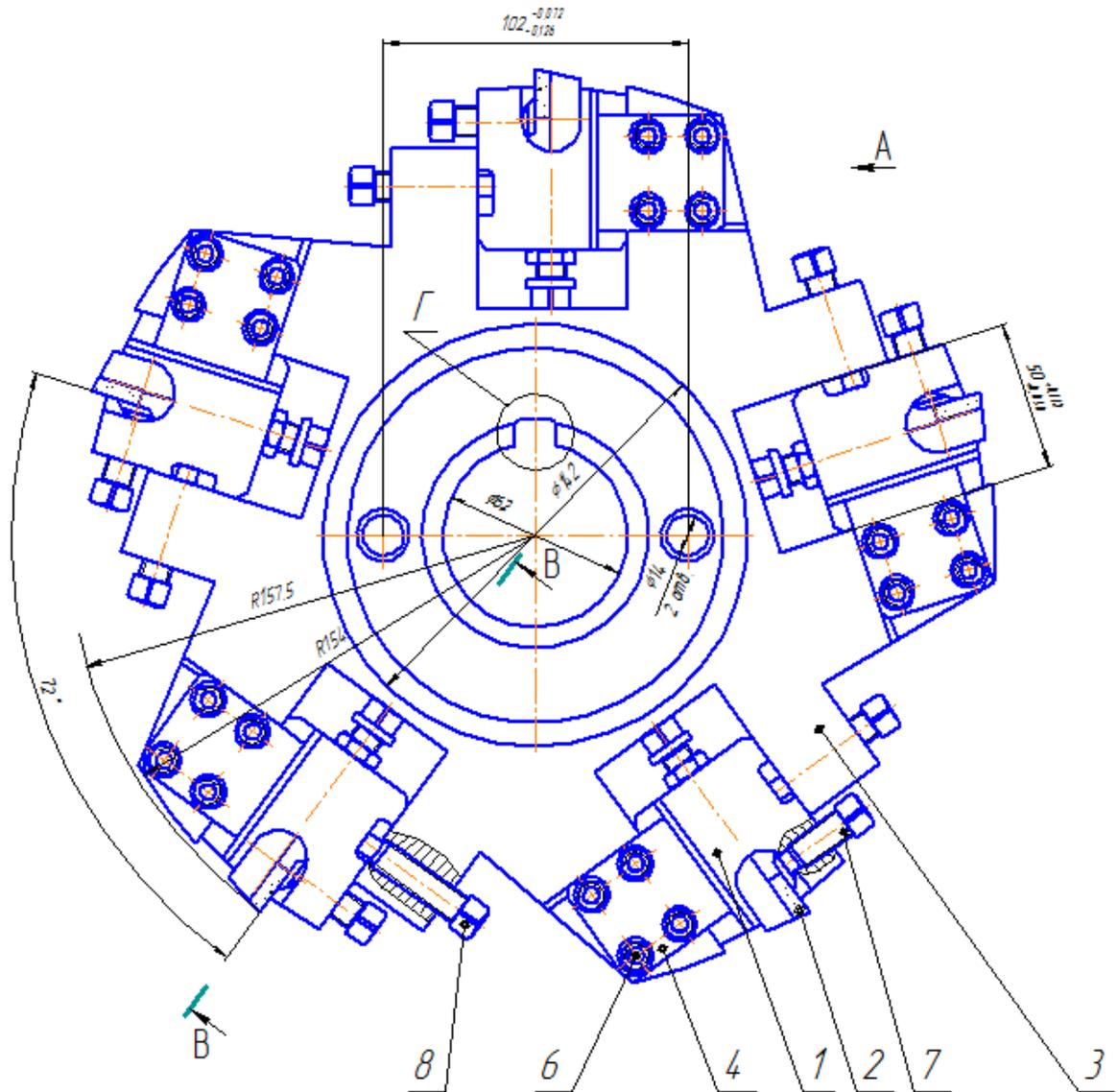


Рисунок 5.1 - Спроектированная фреза

В качестве специального режущего инструмента проектируется фреза торцевая насадная с насадными ножами из твердого сплава [35-37].

Исходные данные для проектирования:

- черновое фрезерование;
- глубина фрезерования $t = 1,0$ мм;

- обрабатываемый материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71;
- материал режущей части – Т5К10 ГОС25397-90;
- ширина фрезерования – $B = 150$ мм.

Расчет фрезы:

Расчетный диаметр фрезы:

$$D_{\phi} = \sqrt{10 \cdot S_Z^2 \cdot \sin^2 \varphi \cdot B / (S_Z^2 \cdot \sin^2 \varphi - \rho_{\text{И}}^2)}, \quad (5.1)$$

где φ - главный угол в плане, град;

$\rho_{\text{И}}$ - радиус округления изношенного зуба фрезы; $\rho_{\text{И}} \approx 3\rho$;

$\rho \approx 0,45 \times (\alpha^{\circ} + \gamma^{\circ}) \times 10^{-3}$ - радиус округления режущего лезвия зуба фрезы, мм

$$\rho = 0,45 (15 + 5) \times 10^{-3} = 0,009 \text{ мм}$$

$$\rho_{\text{И}} = 3 \times 0,009 = 0,027 \text{ мм}$$

Рассчитанные наружные диаметры фрез округляются до ближайших больших размеров из стандартного ряда диаметров фрез, указанных в соответствующих ГОСТ.

$$D_{\phi} = \sqrt{\frac{10 \cdot 0,09^2 \cdot \sin^2 45 \cdot 150}{0,09^2 \cdot \sin^2 45 - 0,027^2}} = 135 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ $D_{\phi} = 180$ мм

Расчет числа зубьев

$$z = \frac{360^{\circ}}{\varphi} \cdot \xi \quad (5.2)$$

где $\xi \geq 2$ – коэффициент равномерности.

$$z = \frac{360^{\circ}}{45} \cdot 2 = 5$$

Определение диаметра отверстия крепления фрезы

$$d = D / 3,2 = 180 / 3,2 = 56,25 \text{ мм} \quad (5.3)$$

Принимаем диаметр отверстия крепления фрезы $d = 60$ мм

6 Проектирование производственного участка

При проектировании механического участка предусмотрена возможность последовательного прохождения заготовки по стадиям обработки, с учётом максимального использования рабочей площади с соблюдением требований охраны труда и техники безопасности. Планировка разработана с учётом нормального хода производства, т.е. его равномерности, поточности, пропорциональности и возможности развития производства в перспективе его гибкости, создании условий для высокопроизводительного труда рабочих, сокращения длительности его цикла, с учётом допустимых нагрузок на пол и покрытия [23].

Планировка поточной линии должна отвечать принципу прямоточности, предусматривать возможность передачи деталей между рабочими местами по кратчайшему пути. Для этого станки располагают последовательно в соответствии с технологическими операциями обработки. Размещение оборудования осуществляется вдоль продольных пролётов. Применяем здание с сеткой колонн 6x12м. При планировании механического участка учитываем место для хранения заготовок и готовых деталей. Оборудование на участке расположено в два ряда [44].

Запас материалов должен быть невелик, так как назначение его – обеспечение регулярного снабжения рабочих мест. Нормы запаса заготовок на складе – 6 календарных дней. Склад оборудован штабелем. Заготовки хранятся на стеллажах в таре.

Цветовую отделку потолков, стен, форм балок и других частей здания, а также технологического оборудования, осуществляем преимущественно светлыми тонами, обеспечивающими повышение освещённости рабочих мест за счёт отражённого света от поверхности интерьера. В цехе для производственных рабочих и служащих предусматривается установка фонтанчиков с питьевой водой. В цехе имеются бытовые помещения с раздевалкой и душевой. Планировка участка произведена с учётом требований техники безопасности и пожарной безопасности.

Планировка участка показана на рисунке 6.1.

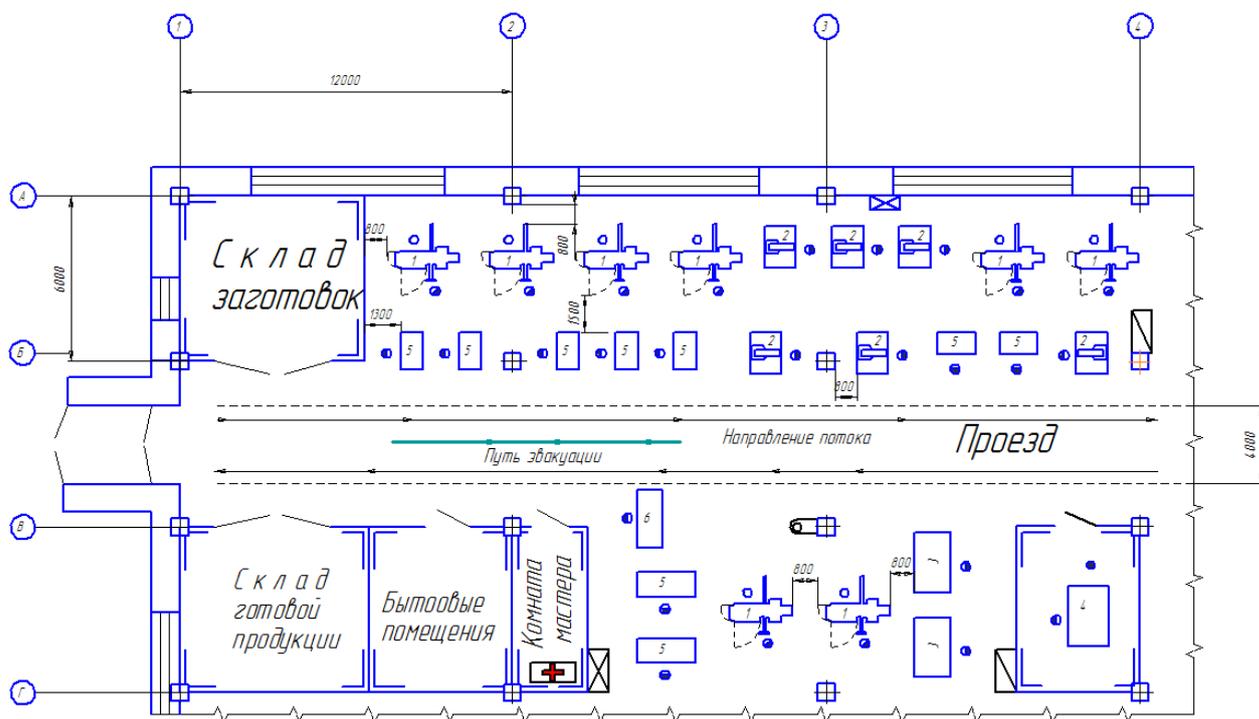


Рисунок 6.1 – Планировка участка

Организация рабочего места [44]

1) Перед началом администрация обязана проверить оборудование, вспомогательные устройства, места работы и убедиться в полной их исправности и безопасности. Администрация, поставленная рабочим в известность о замеченных неисправностях или опасностях, обязана устранить их.

2) Кроме инструмента и проверки квалификации рабочих, администрация, поручая рабочим работу, обязана проинструктировать их о мерах безопасности при выполнении работы и должна периодически проверять знание рабочими инструкций о мерах безопасности при выполнении работ, наблюдать за выполнением этих инструкций, а также за соблюдением мер противопожарной безопасности. Поручая работу, администрация обязана снабдить рабочих исправным и доброкачественным инструментом,

соответствующим выполняемой работе. Лица, занятые на производстве, обязаны выполнять лишь ту работу, которая им поручена.

3) Оборудование и механизмы должны иметь все необходимые ограждения, установленные на место и прочно закрепленные

4) Инструмент должен находиться в специальных инструментальных шкафах, расположенных рядом с оборудованием.

5) Материал, подаваемый на обработку, должен соответствовать требованиям технологического процесса.

6) Под ногами работающих не должно быть материалов, заготовок, готовых деталей, тряпок или отходов производства.

7) Загромождение участка, проходов и рабочих мест готовой продукцией, материалами, деталями и отходами запрещается.

8) На оборудовании, столах и т.п. не должны находиться предметы, не требующиеся по условиям производства.

9) Рукоятки и другие органы станков должны быть снабжены надежными фиксаторами, не допускающими самопроизвольных перемещений органов управления.

7 Безопасность и экологичность технического объекта

Раздел выполнен согласно методики [46]

7.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 7.1 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Литье под давлением	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Форма для литья	Металл
Фрезерование	Универсально-фрезерная операция	Оператор станков с программным управлением	Многоцелевой станок мод. МС-32	Металл, СОЖ
Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с программным управлением	Многоцелевой станок мод. МС-32	Металл, СОЖ
Резьбонарезание	Резьбо-нарезная операция	Оператор станков с программным управлением	Резьбонарезной станок мод. 5991	Металл, СОЖ

7.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 7.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
Заготовительная операция	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; монотонность труда	Машина литья под давлением
Многоцелевая операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; монотонность труда	Многоцелевой станок мод. МС-32
Резьбонарезная операция	движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; монотонность труда	Резьбонарезной станок мод. 5991

7.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора [46].

Таблица 7.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил техники безопасности выполнения работ; ограждение оборудования, выделение с помощью окрашивания в яркий цвет подвижных частей оборудования	Очки защитные, каска защитная,
Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования, выделение с помощью окрашивания в яркий цвет подвижных частей оборудования	Очки защитные, каска защитная
Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор

Продолжение таблицы 7.3

Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Краги для металлурга
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Наладка оборудования	Наушники

7.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла) [46].

7.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 7.4.

Таблица 7.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Кузнечный участок	Машина литья под давлением	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов	Пламя и искры; тепловой поток	Опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара
Участок механической обработки	Многоцелевой станок мод. МС-32, резьбонарезной станок мод. 5991	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов	Пламя и искры, тепловой поток	Опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара

7.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта)

Таблица 7.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение

Продолжение таблицы 7.5

Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрически	Автоматические извещатели
---	--	--	--	---	---	--	---------------------------

7.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

Таблица 7.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Многоцелевая операция, многоцелевой станок мод. МС-32	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

7.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного

антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

7.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 7.7.

Таблица 7.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса, энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Фрезерование	Многоцелевой станок мод. МС-32	Пыль алюминевая	Нефтепродукты, взвешенные вещества.	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³ затем идет на вторичную переработку

7.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (дипломного проекта) согласно нормативных документов.

Таблица 7.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения, применение инновационных технологий очистки сточных вод – абсорберов, песколовок, песковых площадок, усреднителей, флотационных установок, отстойников, илоуплотнителей, биологических фильтров, сооружений для насыщения сточных вод кислородом
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение правил хранения отходов. В проекте не предусматривается захоронение отходов в землю, т.к. основная масса отходов идет в переплавку (стружка).

7.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления корпуса координатно-измерительной машины Mora Primus, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления корпуса координатно-измерительной машины Mora Primus, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

8 Экономическая эффективность проекта

Программа выпуска – 10000 шт.

Односменное производство.

Материал – АК-12

Масса детали – 0,16кг.

Масса заготовки – 0,21кг.

8.1 Определение стоимости основных фондов участка [45]

Стоимость основных фондов складывается из нескольких элементов:

а) Стоимость здания, занимаемого участком:

$$C_{зд} = S_y \cdot Ц_{м^2},$$

где S_y – площадь, занимаемая участком, $S_y = 18 \cdot 36 = 648 \text{ м}^2$;

$Ц_{м^2}$ – цена м^2 здания, $Ц_{м^2} = 3000 \text{ руб.}$

тогда $C_{зд} = 648 \cdot 3000 = 1944000 \text{ руб.}$

б) Стоимость производственного и хозяйственного инвентаря принимаем условно 3% от стоимости оборудования:

$$C_{хоз} = \frac{C_{об} \cdot 3}{100}; \quad (8.1)$$

$$C_{хоз} = \frac{1642000 \cdot 3}{100} = 49260 \text{ руб.}$$

в) Передаточные устройства:

На кабели, провода:

$$\text{АПВ } 4 \times 2,5 - \Sigma L = 115 \times 2,1 \text{ руб./м.} = 241,5 \text{ руб.}$$

$$\text{АПВГ } 4 \times 10 - \Sigma L = 85 \times 2,9 = 246,5 \text{ руб.}$$

Электрические шкафы, рубильники, предохранители – условно 1500 руб.

Прочее: $(241,5 + 246,5 + 1500) \times 0,12 = 238,56$.

Итого 2226,56 (руб.) \approx 2300 (руб.).

Расчет стоимости основных фондов участка представим в таблице:

Таблица 8.1 Стоимость основных фондов участка

№ п/п	Наименование	Стоимость, т.р.
1	Площадь, занимаемая участком	1944
2	Передаточные устройства	2,3
3	Оборудование	1642
4	Производственный и хозяйственный инвентарь	49,26
ИТОГО		3637,56

8.2 Расчет стоимости материала [45]

а) Определяем стоимость заготовки:

$$C_M = C_{\text{мет}} \cdot m_3, \quad (8.2)$$

где m_3 – масса заготовки $m_3=0,21$ кг,

$C_{\text{мет}}=49$ р. 07 к.

тогда $C_M=49,07 \cdot 0,21=10,3$ руб.

Т.к. деталь во время производства обрабатывается, то имеются возвратные отходы (стружка), стоимость которых может быть определена по формуле:

$$C_B = (m_3 - m_d) \cdot C_{\text{мет. отх.}}, \quad (2.3)$$

где m_d – масса готовой детали, $m_d=0,16$ кг.,

тогда $C_B=(0,21-0,16) \cdot 1,54=0,08$ к.

б) Определение стоимости энергоресурсов:

Годовой расход силовой энергии участка можно определить по формуле:

$$W = K_c \cdot \sum P_{\text{уст}} F_{\text{эф}} \eta_3, \quad (8.4)$$

где K_c – коэффициент спроса, в среднем $K_c=0,3$,

$\sum P_{\text{уст}}$ – суммарная установленная мощность оборудования, кВт,

$F_{\text{эф}}$ – эффективный фонд работы оборудования,

η_3 – коэффициент загрузки оборудования по времени, $\eta_3=0,8$,

тогда $W=0,3 \cdot 52,5 \cdot 2030 \cdot 0,8=25578$ кВт·ч.

Определим стоимость силовой энергии:

$$C_{эл}=W \cdot C_э, \quad (8.5)$$

где $C_э$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $C_э=1,40$ руб.,

Тогда

$$C_{эл}=25578 \cdot 1,40=35809,2 \text{ (руб.)}.$$

Определение численности ППП участка

Явочная численность основных производственных рабочих определена:

$$Ч_{оя}=24 \text{ человек}$$

Определим списочное число основных производственных рабочих:

$$Ч_о = Ч_{оя} \left(1 + \frac{в}{100} \right); \quad (8.6)$$

где $в$ – процент потерь номинального фонда рабочего времени, $в=(10...12)\%$

тогда

$$Ч_о = 24 \left(1 + \frac{11}{100} \right) = 26 \text{ человек.}$$

Численность основных производственных рабочих по профессиям представим в таблице:

Таблица 8.2 Численность основных производственных рабочих

Профессия	Разряд	Количество человек
Фрезеровщик	5	10
Резьбонарезчик	5	3
Слесарь	3	4
Сверловщик	4	7
Итого		24

Численность вспомогательных производственных рабочих определяем укрупненно. Для крупносерийного производства 30...45% от численности основных производственных рабочих.

Тогда

$$Ч_{в} = Ч_{о} \cdot 0,43 = 24 \cdot 0,43 = 11 \text{ человек.}$$

Таблица 8.3 - Численность вспомогательных производственных рабочих по профессиям

Профессия	Разряд	Количество человек
Контролер	4	4
Слесарь-ремонтник	4	4
Электрик	4	3
итого		11

Расчет годового фонда заработной платы участка [45]

Расчет зарплаты основных производственных рабочих

Для расчета зарплаты основных производственных рабочих принимаем сдельно – премиальную систему оплаты труда.

1) Расчет оценки на операцию:

$$P_{сдi} = \frac{C_{ч} t_{шт} k}{60}, \quad (8.7)$$

где $C_{ч}$ – часовая тарифная ставка,

$t_{шт}$ – штучное время на $i^{ой}$ операции

k – коэффициент изменения штучного времени в условиях многостаночного обслуживания.

Произведем расчет для первой операции, а для других операций данные расчета занесем в таблицу:

$$P_{сдi} = \frac{8,21 \cdot 3,90 \cdot 1}{60} = 0,53 \text{ (руб.)}$$

Определяем основную зарплату основных производственных рабочих [45]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{тар}} + Z_{\text{пр}} + Z_{\text{рк}}; \quad (8.8)$$

где $Z_{\text{пр}}$ – премия (принимаям 100% $Z_{\text{тар}}$), $Z_{\text{пр}} = 155054 \cdot 1 = 155054$ (руб.),

$Z_{\text{рк}}$ – районный коэффициент (15% от [$Z_{\text{тар}} + Z_{\text{пр}}$]),

$$Z_{\text{рк}} = (Z_{\text{тар}} + Z_{\text{пр}}) \cdot 0,15; \quad (8.9)$$

$$Z_{\text{рк}} = (155054 + 155054) \cdot 0,15 = 46516 \text{ (руб.)};$$

тогда основная зарплата:

$$Z_{\text{осн}} = 155054 + 155054 + 46516 = 356624 \text{ (руб.)}.$$

Но учтем, что на линии обрабатываются еще 2 детали, а на изготовление детали – представителя тратится всего 33,1% времени, тогда зарплата основная за год:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{356624 \cdot 100}{33,1} = 1077413 \text{ (руб.)}.$$

Определим дополнительную зарплату:

$$Z_{\text{доп}} = (0,1 \dots 0,15) Z_{\text{осн}} \quad (8.10)$$

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 1077413 = 129289 \text{ (руб.)}.$$

Определим общий фонд зарплаты

$$Z_{\text{об}} = Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}} \quad (8.11)$$

$$Z_{\text{об}} = 129289 + 1077413 = 1206702 \text{ (руб.)}.$$

Определяем годовой фонд зарплаты с учетом премии из фонда накопления:

$$\Phi_{\text{об}} = Z_{\text{об}} + Z_{\text{фн}}; \quad (8.12)$$

$$\Phi_{\text{об}} = 1206702 + 0,15 \cdot \frac{155054 \cdot 100}{33,1} = 1276968 \text{ (руб.)},$$

где $Z_{\text{фн}} = 0,15 \cdot Z_{\text{тар}}$.

Определяем среднемесячную зарплату:

$$Z_{\text{срм}} = \frac{\Phi_{\text{об}}}{12 \cdot Ч_p}, \quad (8.13)$$

где $Ч_p$ – численность рабочих сдельщиков на участке, тогда:

$$Z_{\text{срм}} = \frac{1276968}{12 \cdot 24} = 4433 \text{ (руб.)}$$

Расчет зарплаты вспомогательных производственных рабочих [45].

Для расчета зарплаты вспомогательных производственных рабочих принимаем повременно – премиальную систему оплаты труда.

На участке работают:

- четыре контролера 4 разряда, тарифная ставка $C_q=9,16$ руб.,
- четыре слесаря – ремонтника 4 разряда, тарифная ставка $C_q=9,16$ руб.,
- три электрика 4 разряда, тарифная ставка $C_q=9,16$ руб.,

Определяем тарифный фонд зарплаты вспомогательных производственных рабочих:

$$Z_{\text{тар}} = F_3 \cdot C_q; \quad (8.14)$$

где F_3 – эффективный годовой фонд рабочего времени, $F_3=1840$ часов;

Расчет производим отдельно для контролеров, слесарей и электриков:

$$Z_{\text{тар рем}} = Z_{\text{тар эл}} = Z_{\text{тар кон}} = 1840 \cdot 9,16 \cdot 12 = 202252 \text{ (руб.)};$$

Принимаем премию 50% от $Z_{\text{тар}}$, тогда:

$$Z_{\text{пр рем}} = Z_{\text{пр эл}} = Z_{\text{пр кон}} = 0,5 \cdot 202252 = 101126 \text{ (руб.)};$$

Районный коэффициент по формуле 2.9:

$$Z_{\text{рк рем}} = Z_{\text{рк эл}} = Z_{\text{рк кон}} = (202252 + 101126) \cdot 0,15 = 45506 \text{ (руб.)};$$

тогда основная зарплата по формуле 2.8:

$$Z_{\text{осн рем}} = Z_{\text{осн эл}} = Z_{\text{осн кон}} = 202252 + 101126 + 45506 = 348884 \text{ (руб.)};$$

Определим дополнительную зарплату рабочих повременщиков:

$$Z_{\text{доп}} = (0,1 \dots 0,15) Z_{\text{осн}}; \quad (8.15)$$

$$Z_{\text{доп рем}} = Z_{\text{доп эл}} = Z_{\text{доп кон}} = 0,13 \cdot 348884 = 45354 \text{ (руб.)};$$

Определим общий фонд зарплаты по формуле 8.11:

$$Z_{\text{об рем}} = Z_{\text{об эл}} = Z_{\text{об кон}} = 348884 + 45354 = 394238 \text{ (руб.)};$$

Определяем годовой фонд зарплаты с учетом премии из фонда накопления по формуле 8.12:

$$Z_{\text{фн рем}} = Z_{\text{фн эл}} = Z_{\text{фн кон}} = 0,15 \cdot 202252 = 30337 \text{ (руб.)};$$

$$\Phi_{\text{об рем}} = \Phi_{\text{об эл}} = \Phi_{\text{об кон}} = Z_{\text{об кон}} + Z_{\text{фн кон}} = 394238 + 30337 = 424575 \text{ (руб.)};$$

Определяем среднемесячную зарплату:

$$Z_{\text{срм рем}} = Z_{\text{срм эл}} = Z_{\text{срм кон}} = \frac{\Phi_{\text{об кон}}}{12 \cdot Ч_{\text{к}}}; \quad (8.16)$$

$$Z_{\text{срм рем}} = Z_{\text{срм эл}} = Z_{\text{срм кон}} = \frac{424575}{12 \cdot 11} = 3216 \text{ (руб.)};$$

Расчет фонда оплаты труда ИТР участка [45]

Мастер работает на контрактной основе. Месячный оклад 4300 руб.

Определяем оклад за год:

$$Z_{\text{ок}} = Z_{\text{м}} \cdot 12 \cdot Ч \quad (8.17)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный оклад мастера; для восьмого разряда $Z_{\text{м}} = 4300$ руб.

$Ч$ – количество человек, $Ч = 1$ человек

$$Z_{\text{ок}} = 4300 \cdot 12 \cdot 1 = 51600 \text{ (руб.)}.$$

Определяем годовой фонд зарплаты с учетом районного коэффициента

$$Z_{\text{рк}} = 0,15 \cdot 51600 = 7740 \text{ (руб.)};$$

$$Z_{\text{г}} = Z_{\text{ок}} + Z_{\text{рк}}; \quad (8.18)$$

$$Z_{\text{г}} = 51600 + 7740 = 59340 \text{ (руб.)}.$$

Определяем общий фонд оплаты ИТР:

$$\Phi_{\text{об}} = Z_{\text{г}} + Z_{\text{фн}}; \quad (8.19)$$

где $Z_{\text{фн}}$ премия из фонда накопления, принимаем 30% от $Z_{\text{ок}}$

$$Z_{\text{фн}} = 51600 \cdot 0,3 = 15480 \text{ (руб.)};$$

$$\Phi_{\text{об}} = 59340 + 15480 = 74820 \text{ (руб.)}.$$

Определяем среднемесячную зарплату:

$$Z_{\text{срм}} = \frac{\Phi_{\text{об}}}{12 \cdot 1}; \quad (8.20)$$

$$Z_{\text{срм}} = \frac{74820}{12 \cdot 1} = 6235 \text{ (руб.)}.$$

Таблица 8.4 - Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

№ п./п.	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	Амортизация оборудования	102410
2	Расходы на эксплуатацию оборудования	468524
3	Текущий ремонт оборудования	49260
4	Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов	240000
5	Прочие расходы	25805
итого		885999

Таблица 8.5 - Смета цеховых расходов

№ п./п.	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	Содержание аппарата управления	85140
2	Содержание прочего цехового персонала	849150
3	Амортизация зданий и сооружений	19440
4	Расходы на рационализацию и изобретательство	24000
5	Расходы по технике безопасности	60000
6	Содержание зданий и сооружений	96840
7	Прочие расходы	34037
	Итого	1168607

Составление плановой калькуляции на деталь – корпус [45]

Поделив затраты по соответствующей статье на программу запуска получим затраты на одну деталь

Таблица 8.6 - Плановая калькуляция цеховой себестоимости детали (проектный вариант)

№ п./п.	Статьи затрат	% начисления	Сумма, руб.
1	Материалы		10,3
2	Транспортно – заготовительные расходы	12% от п.1	1,23
3	Возвратные отходы		0,08
4	Основная зарплата основных производственных рабочих		35,48
5	Дополнительная зарплата основных производственных рабочих		12,86
6	Начисления на социальное страхование основных производственных рабочих	27,5% от (п.4+п.5)	13,29
7	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	82% от п.4	29,1
8	Цеховые расходы	100% от п.4	35,48
Итого цеховая себестоимость			137,82

Определение годовой экономической эффективности [45]

Годовой экономический эффект от внедрения нового (проектного) технологического процесса определяем по формуле:

$$\Delta_r = [C_1 + E \cdot K_{y1}] - [C_2 + E \cdot K_{y2}] \cdot N_3, \quad (8.21)$$

где C_1 – себестоимость детали (базовый вариант), $C_1=205,1$ (руб.);

C_2 – себестоимость детали (проектный вариант), $C_2=137,82$ (руб.);

E – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E=0,15$;

K_{y1} и K_{y2} – удельные капитальные вложения проектного и базового варианта:

$$K_{y1} = \frac{K_1}{N_3}, K_{y2} = \frac{K_2}{N_3}, \quad (8.22)$$

где K_1 – капитальные затраты базового варианта, $K_1=3785170$ руб.,

K_2 – капитальные затраты проектного варианта, $K_2=3637560$ руб.

N_3 – программа запуска

$$K_{y1} = \frac{3785170}{10050} = 376,6 \text{ (руб.)}, K_{y2} = \frac{3637560}{10050} = 361,9 \text{ (руб.)}.$$

Тогда экономический эффект составит:

$$\Delta_r = [205,1 + 0,15 \cdot 376,6] - [37,82 + 0,15 \cdot 361,9] \cdot 10050 = 698374 \text{ (руб.)}.$$

Определение срока окупаемости

$$T = \frac{K_1 - K_2}{\Delta_r}; \quad (8.23)$$

$$T = \frac{3785170 - 3637560}{698374} = 0,21 \text{ года, т.е. около 3 месяцев}$$

Снижение себестоимости:

$$C_n = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100\%; \quad (2.24)$$

$$C_n = \frac{205,1 - 137,82}{205,1} = 32,8\%.$$

Рост производительности труда:

$$\uparrow \text{ИТ} = \frac{T_{\text{баз}} - T_{\text{пр}}}{T_{\text{баз}}} \cdot 100\% = \frac{162,55 - 93,15}{162,55} \cdot 100\% = 42,6 \quad (8.25)$$

Таблица 8.7 Техничко-экономические показатели

Наименование показателей	Единицы измерения	Вариант	
		Базовый	Проектный
1. Годовой выпуск продукции	Шт.	10000	10000
2. Трудоемкость изготовления детали	Мин.	162,55	93,15
3. Численность производственных рабочих:			
а) основных	чел.	37	24
б) вспомогательных	чел.	16	11
в) ИТР	чел.	1	1
4. Среднемесячная заработная плата одного производственного рабочего:			
а) основного	руб.	3956	4433
б) вспомогательного	руб.	2837	3216
в) ИТР	руб.	5560	6235
5. Цеховая себестоимость единицы продукции	руб.	205,1	137,82
6. Капитальные вложения на единицу продукции	руб.	376,6	361,9
7. Коэффициент использования материала		0,139	0,75
8. Средний коэффициент загрузки оборудования		0,62	0,73
9. Снижение цеховой себестоимости продукции	%	-	32,8
10. Рост производительности труда	%	-	42,6
11. Годовой экономический эффект	руб.	-	698374
12. Срок окупаемости	год	-	0,21

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте были разработаны: технологический процесс литья и механической обработки, кондуктор для сверления двадцати отверстий, контрольное приспособление для измерения межосевых расстояний отверстий. Также были произведены: расчет режимов резания, расчет экономической части разработки механического участка, в экологической части приведены загрязняющие вещества, вырабатываемые на данном участке и способы очистки их перед выбрасыванием в атмосферу. В этой работе представлено экономическое обоснование способа получения заготовки. Наиболее выгодным способом получения заготовки является литьё под давлением. При разработке технологического процесса механической обработки большое внимание уделяется методу получения заготовки.

В разработанном техпроцессе заготовку получают методом литья под давлением. Заготовка значительно приближается по форме к готовой детали, припуски на механическую обработку минимальные, что в корне изменяет технологический процесс. Снижение числа операций достигается путем внедрения высокопроизводительного оборудования, что позволяет сконцентрировать операции и значительно сократить время на обработку детали.

Применяется более прогрессивная оснастка, механические, универсальные станочные и контрольные приспособления, что облегчает труд станочника. В проекте применены оптимальные режимы резания, что играет немаловажную роль в процессе обработки детали. Все эти мероприятия позволили уменьшить цеховую себестоимость детали, повысить производительность труда на, высвободить рабочих и получить экономический эффект.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.

2 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

3 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-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.

4 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. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

6 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.

7 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

8 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.

9 www.vniiinstrument.ru

10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

12 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

13 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

15 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

16 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

17 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.

18 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

19 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев,

А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

20 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

21 Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.

22 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраимова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

23 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

24 Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

25 Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

26 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

27 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

29 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

30 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

31 Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

32 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

33 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.

34 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.

35 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

36 Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

37 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

38 Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности

«Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

39 Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с. : ил. - Библиогр.: с. 202-203.

40 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

41 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

42 Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

43 Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.

44 Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

45 Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

46 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			16.07.ТМ.511.05.000.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
б/ч	1	16.07.ТМ.511.05.001	Плита кондукторная	1		
б/ч	2	16.07.ТМ.511.05.002	Планка	1		
б/ч	3	16.07.ТМ.511.05.003	Плита кондукторная	1		
б/ч	4	16.07.ТМ.511.05.004	Планка	1		
б/ч	5	16.07.ТМ.511.05.005	Планка	1		
б/ч	6	16.07.ТМ.511.05.006	Подставка	1		
<i>Стандартные изделия</i>						
	7		Винты ГОСТ 1491-80	4		
	8		M4x14	8		
	9		M6x22	7		
			Штифты ГОСТ 3128-70			
	10		2p6x10	2		
	11		4п6x18	4		
	12		5п6x20	6		
	13		10п6x20	1		
	14		10п6x27	6		
			16.07.ТМ.511.05.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Попов Н.В.				Лит.	Лист
Проб.	Щипанов А.В.					1
Н.контр.	Виткалов В.Г.					2
Утв.	Бобровский А.В.				ТГУ, ТМдз-1001	

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Формат	Зона	Лаз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			16.07.TM.511.06.000.CБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
б/ч	1		16.07.TM.511.06.001	Основание	1	
б/ч	2		16.07.TM.511.06.002	Корпус	1	
б/ч	3		16.07.TM.511.06.003	Лапка	4	
б/ч	4		16.07.TM.511.06.004	Направляющая	2	
б/ч	5		16.07.TM.511.06.005	Направляющая	1	
б/ч	6		16.07.TM.511.06.006	Штанга	1	
б/ч	7		16.07.TM.511.06.007	Рамка	1	
б/ч	8		16.07.TM.511.06.008	Круговая шкала	1	
б/ч	9		16.07.TM.511.06.009	Калибр	2	
б/ч	10		16.07.TM.511.06.010	Крышка	1	
б/ч	11		16.07.TM.511.06.011	Рейка	1	
б/ч	12		16.07.TM.511.06.012	Ролик	1	
б/ч	13		16.07.TM.511.06.013	Штатиф	1	
б/ч	14		16.07.TM.511.06.014	Втулка	1	
б/ч	15		16.07.TM.511.06.015	Каретка	1	
16.07.TM.511.06.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Попов Н.В.				Лит.	Лист
Проб.	Щипачов А.В.					1
Н.контр.	Виткалов В.Г.				Листов	
Утв.	Бобровский А.В.				2	
Контрольное приспособление					ТГУ, ТМдз-1001	
Копировал					Формат А4	

Дубл.	Взам.	Подл.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	Код. наименование оборудования	Наименование детали, сб. единицы или материала	СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	Н.расх.	
										Обозначение документа												
										Обозначение, код												
																						2
Дипломный проект																						
01																						
A02	90	29	030	Обрубка отливки						158												0.7
B03																						
04																						
A05	90	29	035	Кортоль отливки						168												
B06				Стол																		0.1
07																						
A08	90	29	040	ОТЖИГ						141												
B09				Эл. печь																		1,08
10																						
A11	90	29	045	Транспортирование						056												
B12				Эл. кар																		
13																						
A14	23	29	050	Зачистка						159												
B15				Верстак																		3,9
16																						
										МК Маршрутная карта												

Дубл.	Взам.	Подл.											4
Дипломный проект													
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Обозначение документа					Тшт.	
							Проф.	Р	УТ	КР	КОИД		ОП
Б	Наименование детали, сб. единицы или материала						Обозначение код					Н. расх.	
	К/М	Код, наименование оборудования	Код, наименование операции	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ОП	Кшт.	Тпз		
A01	23	29	080	080	Зачистка	159							
B02	Верстак											3,9	
03													
A04	23	29	085	4266	Универсально-фрезерная	№ ИОТ055							
B05	676	1											3,2
06													
A07	23	29	090	090	Зачистка	159							
B08	Верстак											3,9	
09													
A10	23	29	095	4219	Настольно-сверлильная								
B11	НС12А з-д Коммунар						18355	1					5,7
12													
A13	23	29	100	4219	Настольно-сверлильная								
B14	НС12А з-д Коммунар						18355	1					1,68
15													
16													
МК Маршрутная карта													

Дубл.		Взам.		Подл.		5															
А		Б		К/М		Дипломный проект															
Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код.наименование операции	СМ	Обозначение документа															
						КР	КОИД	ЕН	ОП												
Наименование детали, сб. единицы или материала			Обозначение, код				Тпз	Тшт.	Н.расх.												
Проф.	Р	УТ	ЕН	ЕВ	КИ																
A01	23	29	105	4219	Настольно-сверлильная																
B02	НС12А з-д Коммунар				18355	1														1,68	
03																					
A04	23	29	110	4219	Настольно-сверлильная	№ ИОТ 051															
B05	НС12А з-д Коммунар				18355	1														3,12	
06																					
A07	23	29	115	4219	Настольно-сверлильная	№ ИОТ 051															
B08	НС12А з-д Коммунар				18355	1														1,06	
09																					
A10	23	29	120	4273	Универсально-фрезерная	№ ИОТ 222															
B11	676				19479	1														2,2	
12																					
A13	23	29	125	Зачистка	159																
B14	Верстак																			3,9	
15																					
16																					
МК																				Маршрутная карта	

Дубл.	Взам.	Подл.											8			
Дипломный проект																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа			Тпз		
											КОИД	ЕН	ОП		Кшт.	ЕН
Б	Код, наименование, оборудования					Обозначение код							Н, расх.			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала															
A01	23	29	180	Резьбонарезная	№ ИОТ 108											
B02	Резьбонарезной ВС 11 М					1									3,36	
03																
A04	23	29	185	Обдужка	№ ИОТ 022											
B05	Камера обдужки														0,21	
06																
A07	23	29	190	4266 Универсально-фрезерная	№ ИОТ055											
B08	676						1									3,2
09																
A10	23	29	195	4266 Универсально-фрезерная	№ ИОТ055											
B11	676						1									3,2
12																
A13	23	29	200	Зачистка	159											
B14	Верстак															3,9
15																
16																

Дубл.	Взам.	Подл.											9		
Дипломный проект															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование, оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.
Б	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код							ЕН	КИ	Н. расх.
К/М													ЕН	КИ	Н. расх.
A01	23	29	205	слес	Слесарная	№ ИОТ 159									
B02	Верстак слесарный					18452									2,58
03															
A04	23	29	210	кнтр	Контрольная	№ ИОТ 168									
B05	Стол контролера					12920									5,39
06															
A07	23	29	215	Сбор	технологических отходов	№ ИОТ 056									
B08	Тележка для сбора стружки														
09															
A10	23	29	220	Транспортирование	056										
B11	Тележка														
12															
13															
14															
15															
16															
МК	Маршрутная карта														