

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

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

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Изготовление сложнопрофильных литейных моделей с применением
робототехнического комплекса

Студент	<u>Г.С. Бондарь</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Л.А. Резников</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
Консультанты	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	

Тольятти 2021

Аннотация

Изготовление сложнопрофильных литейных моделей с применением робототехнического комплекса. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2021.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления литейной модели с применением робототехнического комплекса.

Ключевые слова: деталь-представитель, заготовка, план обработки, литье под давлением, технологическое оснащение, режимы обработки, робототехнический комплекс, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность, станок, литейная модель, литейная форма.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- проанализированы исходные данные для проектирования техпроцесса детали;
- разработан технологический процесс;
- разработано приспособление - спутник;
- усовершенствован метод литья под давлением на базе литературных исследований;
- исследованы мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- исследована величина экономической эффективности разработанной технологии.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 58 страниц, содержащую 17 таблиц, 7 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

Abstract

Production of complex casting models with the use of a robotic complex. Bachelor's work. Tolyatti. Tolyatti State University, 2021.

In the bachelor's work, the technology of manufacturing a casting model using a robotic complex is presented.

Keywords: representative part, billet, processing plan, injection molding, technological equipment, processing modes, robotic complex, safety and environmental friendliness of the project, economic efficiency, machine, casting model, casting mold.

When performing the bachelor's work, the following results were obtained:

- the initial data for the design of the technical process of the part was analyzed;

- developed a technological process;

- a satellite device has been developed;

- improved injection molding method based on literature research;

- measures for the safety and environmental friendliness of the project were investigated;

- the value of the economic efficiency of the developed technology is investigated.

The bachelor's thesis contains an explanatory note of 58 pages, containing 17 tables, 7 figures, and a graphic part containing 7 sheets.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	7
1.3 Технологичность детали.....	9
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Выбор типа производства и его стратегии	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	12
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	12
2.4 Разработка технологических операций	27
3 Расчет и проектирование робототехнического комплекса	29
3.1 Проектирование общей компоновки робототехнического комплекса (РТК).....	29
3.2 Проектирование кантователя.....	35
3.3 Проектирование захватного устройства промышленного робота портального типа	37
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	40
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	40
4.2 Идентификация профессиональных рисков	40
4.3 Методы и технические средства снижения рисков	41
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	42
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	44
4.6 Выводы по разделу	44
5 Экономическая эффективность работы	46
Заключение.	50
Список используемых источников.....	51
Приложение А Маршрутная карта.....	54
Приложение Б Операционные карты.....	57

Введение

В современном производстве используется для производства заготовок различные методы литья. Данный процесс является достаточно трудоемким, но позволяет получать заготовки сложных форм, большой массы и габаритных размеров, с высокой производительностью. Одним из прогрессивных методов литья в современном машиностроении, является метод литья под давлением.

Отличительной характеристикой данного метода является очень высокая производительность получения отливок, причем отливки имеют, как правило, сложную пространственную конфигурацию. Основными сложностями, при реализации данного процесса, является процесс производства литейных моделей и форм. Данные модели и формы обладают очень сложной конфигурацией и большими габаритами и массой. Это приводит к тому, что требуется сложная и большая механическая обработка. Для этого требуется дорогостоящее станочное оборудование и другие технические средства, в результате чего данный процесс характеризуется низкой производительностью и высокой стоимостью. Данную проблему частично можно решить, используя специальный робототехнический комплекс. Поэтому тема бакалаврской работы является актуальной.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: изготовление сложнопрофильных литейных моделей с применением робототехнического комплекса с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Литейная модель служит для образования в литейной форме отпечатка, соответствующего конфигурации и размерам отливки. В большинстве моделей предусматриваются дополнительные (по отношению к конфигурации отливки) части, называемые знаками, которые образуют в литейной форме базы (гнезда) для простановки стержней.

Разъемные модели широко используют при производстве отливок более сложной и разнообразной конфигурации, когда модель формируется в двух опоках и более. Так как зачастую такие модели обладают значительными габаритами и массой, то для облегчения условий труда при производстве таких моделей требуется автоматизировать данный процесс. Примером такой автоматизации может быть роботизированный комплекс, который состоит из обрабатывающих модулей, складских и транспортно-загрузочных устройств.

Проектирование такого робототехнического комплекса будем проводить на примере модели литья под давлением «Матрица подвижная левая».

Для проектирования робототехнического комплекса необходимо сначала разработать технологический процесс (ТП) изготовления детали-представителя «Матрица подвижная левая».

Основные требования к конструкции матрицы подвижной левой представлены ниже:

1. 43-47 HRC. Карбонитрировать h 0,05-0,09 мм, HV 800-1200.
2. Шероховатость формобразующих поверхностей и поверхностей разъема Ra 0,32, полировать.
3. Неуказанные радиусы формобразующих поверхностей 2 мм.
4. Неуказанные литейные уклоны 1,5°.

5. Усадка сплава 0,5% учтена.

6. Неуказанные размеры выполнить в соответствии с математической моделью.

Для выполнения таких жёстких требований, подразумевается создание высокостабильного технологического процесса для данной детали, с использованием современных прогрессивных технических решений.

В качестве материала для матрицы подвижной левой используется сталь 4X5МФС ТУ 14-2-335-72. Ниже в таблице 1 и таблице 2 указаны основные свойства и состав данной стали.

Таблица 1 – Основные характеристики стали 4X5МФС ТУ 14-2-335-72.

Сортамент	Твердость, НВ	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
Плита	220-240	1710	5,4

Таблица 2 – Хим. состав стали 4X5МФС ТУ 14-2-335-72.

Хим. элемент	Fe	C	Cu	Si	Mo	Mn	Ni	V	Cr	P	S
% содержания	Остальное, примерно 90	0,32-0,4	0,3	0,9-1,2	1,2-1,5	0,2-0,5	до 0,35	0,3-0,5	4,5-5,5	до 0,03	до 0,03

1.2 Классификация поверхностей детали

Для анализа конструкции детали, с целью последующего проектирования ТП, необходимо каждой поверхности присвоить индивидуальный номер, как показано на представленном ниже рисунке 1 и расклассифицировать все поверхности по четырем группам, как показано ниже в таблице 3.

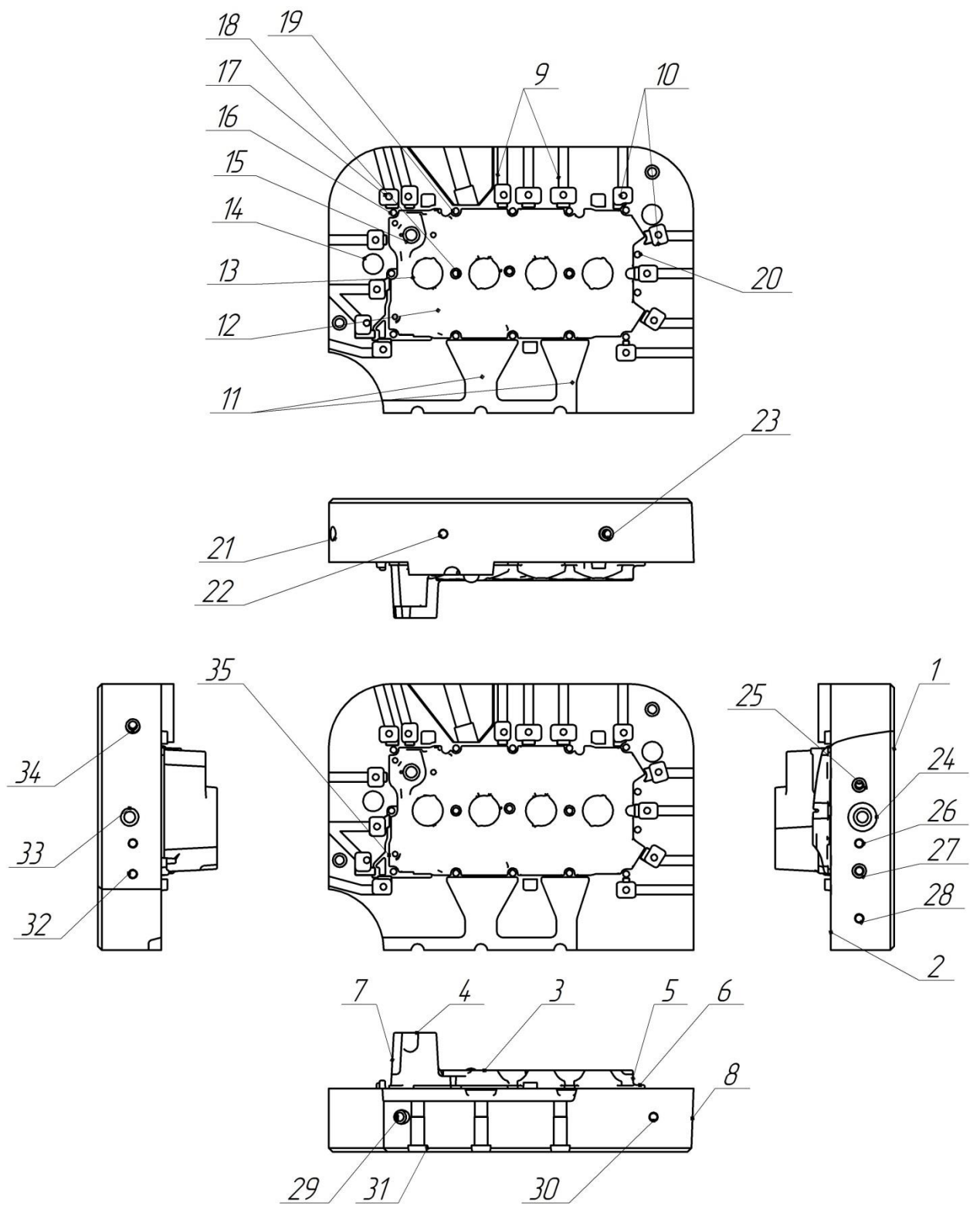


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Матрица подвижная левая»

Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы	1
Вспомогательные конструкторские базы	8
Исполнительные	2,3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,35
Свободные	21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34

1.3 Технологичность детали

Исследование степени технологичности детали по специальным показателям представим в табличной форме, для удобства восприятия в форме таблицы 4, показанной ниже.

Таблица 4 – Показатели технологичности детали

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = Mд/Mз$	$K_{и.м.} = 177,44/409,7 = 0,43$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.}/Qэ$	$K_{у.э.} = 12/35 = 0,34$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1/T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1/7,37) = 0,86$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1/1,63 = 0,61$

Вывод: анализируемая деталь - «Матрица подвижная левая», изготовленная из стали 4X5МФС ТУ 14-2-335-72, показывает крайне не высокую степень технологичности, таким образом, является не технологичной.

1.4 Задачи работы

По цели бакалаврской работы сформулированной во введении данной работы, необходимо сформировать перечень необходимых задач для достижения необходимой цели. Данные задачи являются взаимосвязанными и условно их можно разделить на две больших группы. Первая группа задач

формируется для выполнения графической части бакалаврской работы, а вторая группа задач формируется для выполнения пояснительной записки данной работы.

Первая группа задач включает в себя следующие задачи:

- проектирование и разработка чертежа детали;
- проектирование и разработка чертежа плана обработки;
- проектирование и разработка чертежа робототехнического комплекса;
- проектирование и разработка чертежа оснастки;
- проектирование и разработка технологических карт и спецификаций.

Вторая группа задач включает в себя следующие задачи:

- анализ назначения детали, ее технологичности, условий работы и свойств материала;
- проектирование заготовки для данной детали;
- проектирование ТП для данной детали;
- проектирование робототехнического комплекса для реализации ТП для данной детали;
- обеспечения мероприятий по охране труда для реализации ТП для данной детали;
- определение экономического эффекта работы.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор типа производства и его стратегии

Тип производства детали определяют по его массе и объему выпуска, используя специальную методику [14]. По заданию к бакалаврской работе суммарный объем выпуска деталей составляет 100 шт./год. По чертежу детали-представителя масса равна 177,44 кг. Таким образом, по методике [14] тип производства определяем как мелкосерийный.

Мелкосерийное производство подразумевает производство, для которого характерны следующие технические и организационные характеристики [12,13,20,26]:

- разновидность оборудования – универсальная; [11,15]
- разновидность оснастки – универсальная;
- нормирование ТП - по общемашиностроительным нормативам; [9]
- технологическая документация - в виде операционных и маршрутных технологических карт;
- метод изготовления заготовки – плита, поковка; [3,8]
- метод определения припуска – по таблицам; [4,6]
- уровень автоматизации – низкий;
- квалификация рабочих - высокая;
- квалификация наладчиков - высокая;
- коэффициент концентрации операций – 20-40;
- определение режимов резания - по статистическим и эмпирическим зависимостям; [1,16,17,18]
- использование достижений науки – не высокое;
- форма организации ТП – предметные партии не большого объема;
- транспортировка деталей между операциями – вручную, электрокар, кран-балка, робототехнический комплекс;
- расстановка в цехе оборудования – по группам станков.

2.2 Выбор метода получения заготовки

В соответствии с требованиями чертежа детали заготовку будем получать из плиты, размерами 580×450×200, массой 409,7 кг, поэтому для данной ситуации вопрос о выборе метода получения заготовки не стоит.

Таким образом, можно сразу переходить к вопросам проектирования и определения стоимости заготовки.

Стоимость заготовки определим по методике [5], расчет стоимости для удобства представим в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Определение стоимости отливки

«Метод получения заготовки» [5]	«Масса детали, кг» [5]	«Масса заготовки, кг» [5]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [5]	«Стоимость механической обработки, руб.» [5]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [5]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [5]
Плита	177,44	409,7	72	160,5	1,4	64547,5

2.3 Разработка ТП изготовления детали

Технологический процесс изготовления детали – «Матрица подвижная левая» будем разрабатывать, согласно методике [14], в два этапа.

Первый этап подразумевает разработку маршрута обработки каждой, отдельной поверхности, в соответствии с данными пункта 1.2 настоящей работы. Второй этап, подразумевает разработку ТП изготовления детали, основываясь на данных первого этапа.

Для удобства, данные по разработке обоих этапов, представим в табличной форме. Для первого этапа данные будут представлены в виде таблицы 6, приведенной ниже, данные по второму этапу разработки ТП будут представлены далее, в виде таблицы 7.

Таблица 6 - Маршрут изготовления поверхностей детали - «Матрица подвижная левая»

№ пов.	Вид поверхности /Шероховатость R _a , мкм/ Квалитет точности	Перечень операций обработки
1	Плоская/2,5/7	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная
2	Плоская/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
3	Плоская/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
4	Плоская/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
5	Фасонная/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
6	Фасонная/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
7	Фасонная/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
8	Фасонная/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
9	Фасонная/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
10	Фасонная/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
11	Фасонная/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
12	Фасонная/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная
13	Фасонная/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная

Продолжение таблицы 6

№ пов.	Вид поверхности /Шероховатость R _a , мкм/ Квалитет точности	Перечень операций обработки
32	Цилиндрическая/3,2/9	Плита-Сверлильная-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная
33	Цилиндрическая/3,2/9	Плита-Сверлильная-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная
34	Цилиндрическая/3,2/9	Плита-Сверлильная-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная
35	Плоская/0,32/6	Плита-Фрезерная черновая-Фрезерная получистовая-Фрезерная чистовая-Моечная-Контрольная-Термическая-Моечная-Контрольная-Полировальная

Важнейшим вопросом, определяющим точность изготовления деталей в ходе ТП, является вопрос правильного базирования заготовки. Для этого, разделим обработку на обработку с черновых и чистовых баз.

Схема базирования, при обработке с черновых баз, заключается в сочетании установочной базы (на верхней грани заготовки), направляющей базы (в центре симметрии заготовки), и опорной базы (на боковой поверхности заготовки). Схема базирования, при обработке с чистовых баз, заключается в сочетании установочной базы (на нижней грани заготовки), направляющей базы (в центре симметрии заготовки), и опорной базы (на боковой поверхности заготовки). Для переворота детали, при обработке на робототехническом комплексе при переходе от черновых к чистовым базам, необходимо использовать специальное кантовочное устройство, а в ТП изготовления детали ввести кантовочную операцию. Для очистки детали от стружки и смазочно-охлаждающей жидкости, необходимо в ТП изготовления детали предусмотреть моечные операции. Для промежуточного и окончательного контроля размеров детали, необходимо в ТП ввести контрольные операции. Данные по разработке ТП на втором этапе, представлены ниже, в таблице 7.

Таблица 7 - Технологический процесс изготовления детали - «Матрица подвижная левая»

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
000	Заготовительная	-	Мониторинг страховых заделов на складе. Контролировать визуально заготовку на: - отсутствие на поверхности дефектов в виде трещин, сквозных рыхлот, - на однородность цвета детали	Провести ревизию страховых заделов, Изолировать и идентифицировать несоответствующую продукцию
010	Фрезерная	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360. Зажимное приспособление. Переход 1. Фреза торцевая со сменными твердо сплавными пластинами (6 шт.) диаметр 63	Обороты шпинделя 2400 об/мин, подача инструмента 1700 мм/мин	Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали
010	Фрезерная	Переход 2. Фреза торцевая со сменными твердо сплавными пластинами (6 шт.) диаметр 63	Обороты шпинделя 3600 об/мин, подача инструмента 800 мм/мин	Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией.

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
				<p>Порядок разработки программ для станков с ЧПУ.</p> <p>Запуск оборудования.</p> <p>Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
010	Фрезерная	<p>Переход 3.</p> <p>Фреза торцевая со сменными твердосплавными пластинами (6 шт.) диаметр 63</p>	<p>Обороты шпинделя 6000 об/мин, подача инструмента 250 мм/мин</p>	<p>Действия оператора:</p> <p>Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления</p> <p>Настроить инструмент в соответствии с документацией.</p> <p>Порядок разработки программ для станков с ЧПУ.</p> <p>Запуск оборудования.</p> <p>Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
010	Фрезерная	<p>Переход 4.</p> <p>Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 14</p>	<p>Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин</p>	<p>Действия оператора:</p> <p>Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления</p> <p>Настроить инструмент в соответствии с документацией.</p> <p>Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования.</p> <p>Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
010	Фрезерная	Переход 5. Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 22	Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
010	Фрезерная	Переход 6. Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 28	Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
010	Фрезерная	Переход 7. Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 17,5	Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией.</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
				<p>Порядок разработки программ для станков с ЧПУ Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
010	Фрезерная	Переход 8. Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 45	Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
020	Моечная	Моечная машина	Температура моющего раствора 50...60°С. Время цикла мойки и сушки 5 мин. Давление воздуха обдува, сушки 4...6 бар.	Привести мойку и сушку деталей в соответствии с инструкцией
030	Контрольная	Стол контрольный	Контролировать размеры базовых плоскостей	Привести контроль деталей в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".
040	Кантовочная	Кантовочный механизм	Перевернуть заготовку на 180°	Привести переверт деталей в соответствии с инструкцией

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
050	Фрезерная	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360. Зажимное приспособление. Переход 1. Фреза торцевая со сменными твердо сплавными пластинами (6 шт.) диаметр 63	Обороты шпинделя 2400 об/мин, подача инструмента 1700 мм/мин	<p>Действия оператора:</p> <p>Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления</p> <p>Настроить инструмент в соответствии с документацией.</p> <p>Порядок разработки программ для станков с ЧПУ.</p> <p>Запуск оборудования.</p> <p>Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
050	Фрезерная	Переход 2. Фреза торцевая со сменными твердо сплавными пластинами (6 шт.) диаметр 63	Обороты шпинделя 3600 об/мин, подача инструмента 800 мм/мин	<p>Действия оператора:</p> <p>Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления</p> <p>Настроить инструмент в соответствии с документацией.</p> <p>Порядок разработки программ для станков с ЧПУ.</p> <p>Запуск оборудования.</p> <p>Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
050	Фрезерная	Переход 3. Фреза торцевая со сменными твердо сплавными пластинами (6 шт.) диаметр 63	Обороты шпинделя 6000 об/мин, подача инструмента 250 мм/мин	<p>Действия оператора:</p> <p>Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления</p> <p>Настроить инструмент в соответствии с документацией.</p> <p>Порядок разработки программ для станков с ЧПУ.</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
				<p>Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
050	Фрезерная	<p>Переход 4. Фреза концевая со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 20</p>	<p>Обороты шпинделя 8000 об/мин, подача инструмента 250 мм/мин</p>	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
050	Фрезерная	<p>Переход 5. Фреза концевая сферическая диаметр 10</p>	<p>Обороты шпинделя 8000 об/мин, подача инструмента 250 мм/мин</p>	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
050	Фрезерная	Переход 6. Фреза концевая сферическая диаметр 4	Обороты шпинделя 8000 об/мин, подача инструмента 250 мм/мин	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
050	Фрезерная	Переход 7. Фреза концевая сферическая диаметр 2	Обороты шпинделя 8000 об/мин, подача инструмента 250 мм/мин	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
050	Фрезерная	Переход 8. Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 8	Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления. Настроить инструмент в соответствии с документацией.</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
				<p>Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
050	Фрезерная	<p>Переход 9. Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 16</p>	<p>Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин</p>	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
050	Фрезерная	<p>Переход 10. Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 48</p>	<p>Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин</p>	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
050	Фрезерная	Переход 11. Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 10	Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
050	Фрезерная	Переход 12. Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 32	Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией. Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали</p>
050	Фрезерная	Переход 13. Сверло со сменными твердосплавными пластинами (2 шт.) диаметр 22	Обороты шпинделя 400 об/мин, подача инструмента 160 мм/мин	<p>Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления Настроить инструмент в соответствии с документацией.</p>

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
				Порядок разработки программ для станков с ЧПУ. Запуск оборудования. Принудительная замена инструмента, перепроверка произведенной продукции, запуск процесса через контроль 1 годной детали
060	Моечная	Моечная машина	Температура моющего раствора 50...60°C. Время цикла мойки и сушки 5 мин. Давление воздуха обдува, сушки 4...6 бар.	Привести мойку и сушку деталей в соответствии с инструкцией
070	Контрольная	Стол контрольный	Контролировать размеры базовых плоскостей и фасонных поверхностей, согласно математической модели	Привести контроль деталей в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".
080	Термическая	Установка для термообработки	43-47 HRC. Карбонитрирование h 0,05-0,09 мм	Привести термообработку деталей в соответствии с инструкцией
090	Моечная	Моечная машина	Температура моющего раствора 50...60°C. Время цикла мойки и сушки 5 мин. Давление воздуха обдува, сушки 4...6 бар.	Привести мойку и сушку деталей в соответствии с инструкцией

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Станок, Приспособление, Инструменты	Спецификация / Допуск	Технологическое действие
100	Контрольная	Стол контрольный	Контролировать размеры базовых плоскостей и фасонных поверхностей, согласно математической модели	Привести контроль деталей в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".
110	Полировальная	Полировальное оборудование и инструмент	Шероховатость формообразующих поверхностей и поверхностей разъема Ra 0,32, полировать. Неуказанные размеры выполнить в соответствии с математической моделью.	Действия оператора: Удалить стружку и загрязнение с базовых поверхностей и пальцев зажимного приспособления. Провести полирование формообразующих поверхностей в соответствии с математической моделью.
120	Моечная	Моечная машина	Температура моющего раствора 50...60°C. Время цикла мойки и сушки 5 мин. Давление воздуха обдува, сушки 4...6 бар.	Привести мойку и сушку деталей в соответствии с инструкцией
130	Контрольная	Стол контрольный	Контролировать размеры базовых плоскостей и фасонных поверхностей, согласно математической модели	Привести контроль деталей в соответствии с инструкцией. Детали с отклонениями отметить по месту красным маркером и изолировать в красную зону, или тару "брак".

По данным таблицы 7, в графической части работы выполнен чертеж – «План обработки». Кроме этого в таблице 7, имеются данные по технологическому оснащению на каждой операции ТП. Поэтому, можно

приступить сразу непосредственно к вопросам нормирования технологического процесса.

2.4 Разработка технологических операций

Расчет параметров технологических операций изготовления детали-представителя – «Матрица подвижная левая» представим в виде таблицы 8, приведенной ниже.

Таблица 8 – Основные параметры и нормы времени для ТП изготовления детали - «Матрица подвижная левая»

№ операции	Наименование операции	№ перехода	Стойкость инструмента T, мин	Число оборотов n, об/мин	Подача S, мм/мин	Штучное время T _{шт} , мин
000	Заготовительная	-	-	-	-	-
010	Фрезерная	1	240	2400	1700	142
		2	240	3600	800	
		3	240	6000	250	
		4	240	400	160	
		5	240	400	160	
		6	240	400	160	
		7	240	400	160	
		8	240	400	160	
020	Моечная	-	-	-	-	5
030	Контрольная	-	-	-	-	4
040	Кантовочная	-	-	-	-	1
050	Фрезерная	1	240	2400	1700	765
		2	240	3600	800	
		3	240	6000	250	
		4	240	8000	250	
		5	240	8000	250	
		6	240	8000	250	
		7	240	8000	250	
		8	240	400	160	
		9	240	400	160	
		10	240	400	160	
		11	240	400	160	

Продолжение таблицы 8

№ операции	Наименование операции	№ перехода	Стойкость инструмента T, мин	Число оборотов n, об/мин	Подача S, мм/мин	Штучное время T _{шт} , мин
050	Фрезерная	12	240	400	160	
		13	240	400	160	
060	Моечная	-	-	-	-	5
070	Контрольная	-	-	-	-	4
080	Термическая	-	-	-	-	-
090	Моечная	-	-	-	-	5
100	Контрольная	-	-	-	-	4
110	Полировальная	-	-	-	-	120
120	Моечная	-	-	-	-	5
130	Контрольная	-	-	-	-	4

Таким образом, можно сделать вывод, что задачи, поставленные в пункте 1.4 данной работы и касающиеся непосредственно вопросов разработки ТП для данной детали, решены полностью. Поэтому, можно переходить к следующему блоку вопросов, касающихся разработки робототехнического комплекса, которым будет посвящён следующий раздел данной работы.

3 Расчет и проектирование робототехнического комплекса

3.1 Проектирование общей компоновки робототехнического комплекса (РТК)

В данном разделе производится проектирование РТК – для изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая». Важнейшими условиями, влияющими на компоновку РТК, являются:

- содержание операций ТП изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая»;
- массово-габаритные характеристики детали-представителя - «Матрица подвижная левая»;
- требуемая производительность при изготовлении детали-представителя - «Матрица подвижная левая».

Общая предполагаемая компоновка РТК, представлена ниже на рисунке 2.

Содержание операций ТП изготовления детали-представителя – «Матрица подвижная левая» определяет перечень необходимых технологических модулей, для реализации ТП. Подробно ТП изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая», представлен в разделе 2 настоящей работы. Такими технологическими модулями являются:

- фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, в количестве двух единиц, позиция 1 на рисунке 2;
- моечная машина в количестве одной единицы, позиция 6 на рисунке 2;
- контрольно-измерительная машина в количестве одной единицы, позиция 5 на рисунке 2;
- автоматический штабелер в количестве одной единицы, позиция 3 на рисунке 2;

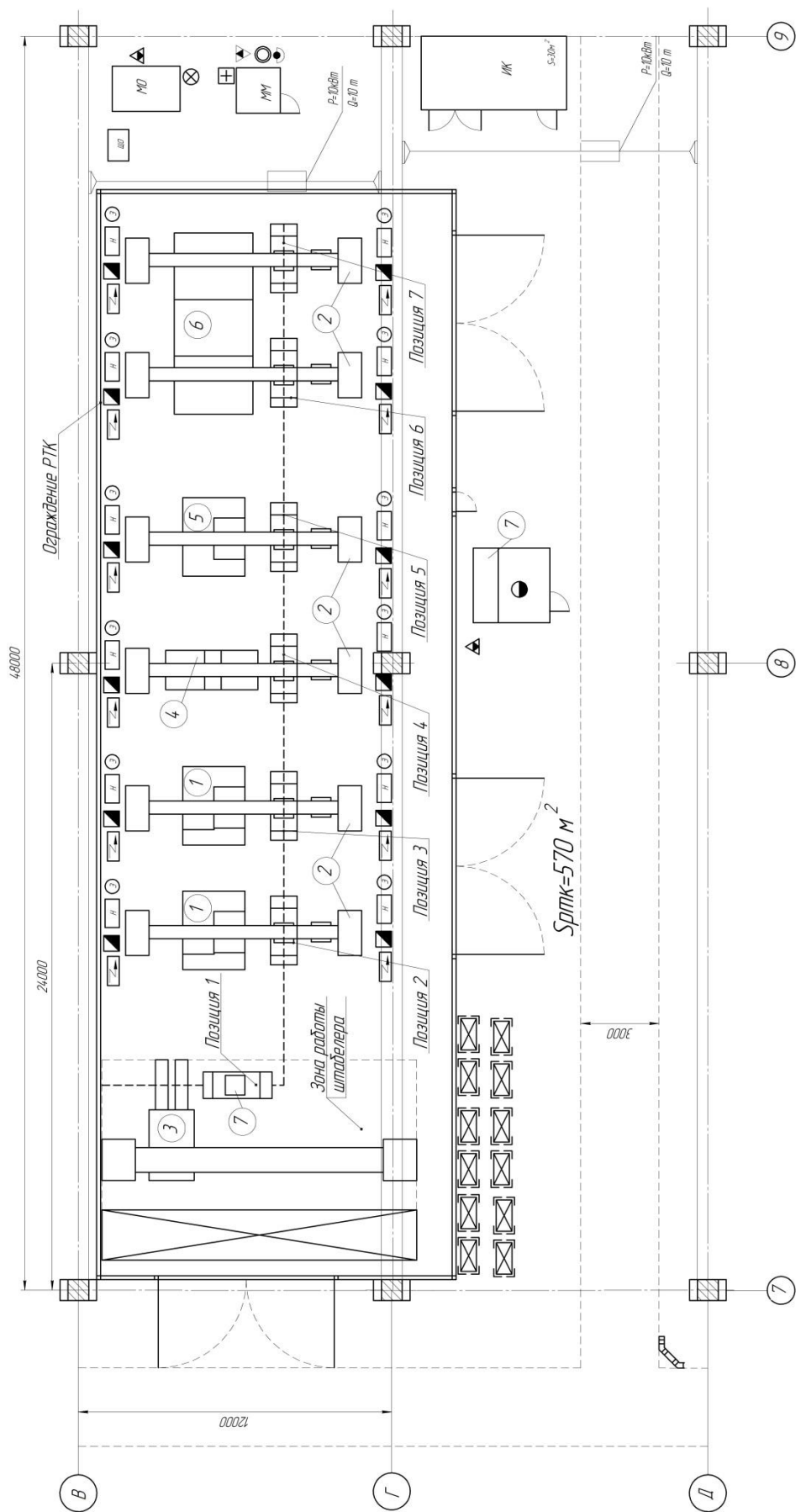


Рисунок 2 – Общая компоновка РТК

- автоматизированный склад для хранения заготовок и готовых деталей на сто позиций, в количестве одной единицы;
- кантователь в количестве одной единицы, позиция 4 на рисунке 2;
- роботизированная тележка, в количестве одной единицы;
- промышленный робот портального типа, в количестве шести единиц, позиция 2 на рисунке 2.

Данные технологические модули должны работать согласовано в автоматическом режиме. Контроль и управления за работой РТК осуществляет оператор, которому оборудовано специальное рабочее место, за пределами работы движущихся частей РТК. [23,24,25,27]

Деталь-представитель «Матрица подвижная левая» выполнена из труднообрабатываемой высоколегированной стали 4X5МФС, имеет габаритные размеры 580×450×200 миллиметров, масса заготовки 409,7 килограмма, масса детали 177,44 килограмма. Склад РТК рассчитан на загрузку ста деталей. Таким образом, все технологические модули, входящие в РТК, должны обеспечивать требуемую грузоподъемность и габариты рабочей зоны. Кроме этого, все технологические модули, входящие в РТК, должны обеспечивать требуемую производительность для реализации данной программы выпуска изделий.

Для данного типа литейных машин все матрицы, для изготовления других деталей будут иметь сходные массово-габаритные характеристики, поэтому, данный РТК, может использоваться для изготовления других деталей данного класса, при минимальной переналадке, что обеспечит высокую степень загрузки данного РТК.

Рассмотрим подробнее функционирование данного РТК. Заготовки при помощи электрокара в количестве ста штук загружают в автоматизированный склад для хранения заготовок и готовых деталей, через специальные ворота, во внешнем ограждении. После чего, ворота закрывают, и проверяют готовность РТК к работе. При получении сигналов о готовности

к работе от всех модулей, входящих в РТК, оператор дает команду на начало работы.

При получении команды, о начале работы роботизированная тележка передвигается в позицию 1, как показано на рисунке 2, и останавливается. Автоматический штабелер берет со склада заготовку и устанавливает на установочный элемент роботизированной тележки. Далее роботизированная тележка, с установленной на ней заготовкой перемещается в позицию 2, как показано на рисунке 2, и останавливается. Промышленный робот портального типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий стол фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, и устанавливает ее, после чего возвращается в исходное положение. Заготовка, закрепляется в специальном автоматизированном приспособлении, после чего, производится обработка нижней и боковых частей матрицы, в соответствии с программой, заложенной в обрабатывающий центр с ЧПУ. Обработка идет в течение 142 минут.

После окончания обработки специальное автоматизированное приспособление разжимает заготовку, а промышленный робот портального типа, снимает заготовку со стола станка и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки.

После этого, роботизированная тележка с установленной на ней заготовкой, в соответствии с ТП, перемещается на операцию 020 «Моечная» в позицию 6, как показано на рисунке 2, и останавливается. Промышленный робот портального типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий элемент моечной машины. После этого, роботизированная тележка перемещается в позицию 7, как показано на рисунке 2, и останавливается, а моечная машина, осуществляет мойку и сушку заготовки в соответствии с ТП.

После окончания мойки промышленный робот портального типа, снимает заготовку с рабочего элемента моечной машины и устанавливает ее

на установочный элемент роботизированной тележки. Роботизированная тележка с установленной на ней заготовкой, в соответствии с ТП, перемещается на операцию 030 «Контрольная» в позицию 5, как показано на рисунке 2, и останавливается. Промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий элемент контрольно-измерительной машины.

В соответствии с ТП контрольно-измерительная машина измеряет геометрические параметры заготовки. Если параметры заготовки, не соответствуют заданным, то есть заготовка бракована, то промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с рабочего элемента контрольно-измерительной машины и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки, которая перемещается в позицию 1, как показано на рисунке 2, и останавливается. После этого, автоматический штабелер перемещает заготовку на склад, для последующей изоляции в брак.

Если параметры заготовки, соответствуют заданным, то промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с рабочего элемента контрольно-измерительной машины и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки, которая перемещается в позицию 4, как показано на рисунке 2, и останавливается. Таким образом, продолжается обработка заготовки, в соответствии с заданным ТП.

Промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий стол автоматического кантователя, операция 040 «Кантовочная». На данной операции кантователь переворачивает заготовку на 180 градусов. После переворота заготовки, промышленный робот порталного типа, снимает заготовку со стола кантователя и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки, которая перемещается в позицию 3, как показано на рисунке 2, и останавливается.

Промышленный робот порталного типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий стол второго,

операция 050 «Фрезерная», фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, и устанавливает ее, после чего возвращается в исходное положение. Заготовка, закрепляется в специальном автоматизированном приспособлении, после чего, производится обработка рабочих частей матрицы, в соответствии с программой, заложенной в обрабатывающий центр с ЧПУ. Обработка идет в течение 765 минут.

После окончания обработки специальное автоматизированное приспособление разжимает заготовку, а промышленный робот портального типа, снимает заготовку со стола станка и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки.

После этого, роботизированная тележка с установленной на ней заготовкой, в соответствии с ТП, перемещается на операцию 060 «Моечная» в позицию 6, как показано на рисунке 2, и останавливается. Промышленный робот портального типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий элемент моечной машины. После этого, роботизированная тележка перемещается в позицию 7, как показано на рисунке 2, и останавливается, а моечная машина, осуществляет мойку и сушку заготовки в соответствии с ТП.

После окончания мойки промышленный робот портального типа, снимает заготовку с рабочего элемента моечной машины и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки. Роботизированная тележка с установленной на ней заготовкой, в соответствии с ТП, перемещается на операцию 070 «Контрольная» в позицию 5, как показано на рисунке 2, и останавливается. Промышленный робот портального типа, снимает заготовку с роботизированной тележки и перемещает ее на рабочий элемент контрольно-измерительной машины.

Если параметры заготовки, соответствуют заданным, то промышленный робот портального типа, снимает заготовку с рабочего элемента контрольно-измерительной машины и устанавливает ее на установочный элемент роботизированной тележки, которая перемещается в

позицию 1, как показано на рисунке 2, и останавливается. После этого, автоматический штабелер перемещает заготовку на склад, для последующей отправки на термообработку.

Остальные операции ТП изготовления детали-представителя – «Матрица подвижная левая» производятся вне данного РТК.

Более подробно чертеж компоновки РТК представлен в графической части данной бакалаврской работы.

3.2 Проектирование кантователя

На операции 040 «Кантовочная» ТП изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая» применяется специальный технологический модуль – автоматический кантователь, встроенный в РТК.

Данный кантователь предназначен для переворота заготовок на 180 градусов, в автоматическом режиме. Общая компоновка кантователя показана на рисунках 3 и 4.

Кантователь содержит основание 1, в виде плиты, опору 2, корпус 3, ось с приводом 4, установочные столы 5 и 6.

Кантователь работает следующим образом, в исходном положении 1, рисунок 3, заготовка устанавливается на установочный стол 5, при помощи промышленного робота портального типа. Далее при помощи привода 4, корпус 3 поворачивается, и встает в положение 2, как показано на рисунке 4.

В процессе поворота корпуса 3, заготовка под действием силы тяжести скользит по поверхности установочного стола 5, при достижении некоего угла поворота заготовка соскальзывает на установочный стол 6. При этом заготовка переворачивается на 180 градусов в процессе соскальзывания.

После этого промышленный робот портального типа, забирает с установочного стола 6 перевернутую на 180 градусов заготовку, для дальнейшей обработки.

Такой кантователь отличается простотой конструкции и надежностью

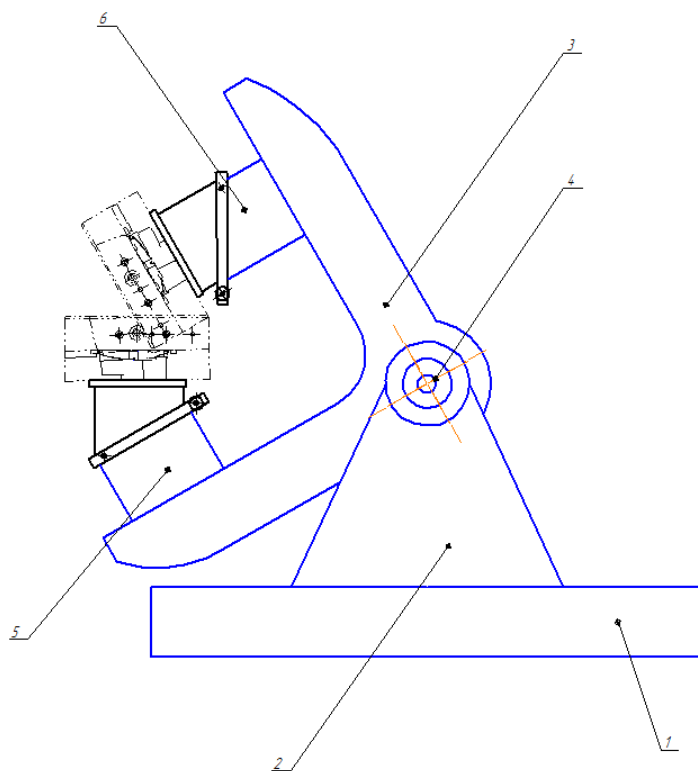


Рисунок 3 – Общая компоновка кантователя, положение 1

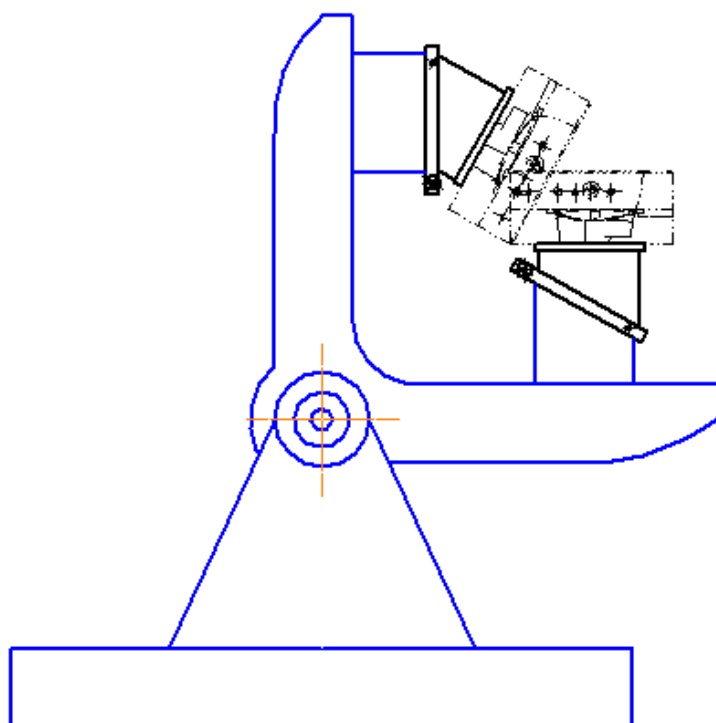


Рисунок 4 – Общая компоновка кантователя, положение 2

работы. Более подробно конструкция кантователя представлена на чертеже в графической части данной бакалаврской работы.

3.3 Проектирование захватного устройства промышленного робота порталного типа

Промышленный робот порталного типа, имеет захватное устройство, общий вид которого показан на рисунке 5. В свою конструкцию захватное устройство включает следующие детали:

- Позиция 1 - опорная плита;
- Позиция 2 - боковина неподвижная, левая;
- Позиция 3 - боковина неподвижная, правая;
- Позиция 4 - опора левая;
- Позиция 5 - опора правая;
- Позиция 6 - гидроцилиндр;
- Позиция 7 - боковина подвижная, левая;
- Позиция 8 - установочный элемент, левый;
- Позиция 9 - боковина подвижная, правая;
- Позиция 10 - установочный элемент, правый;
- Позиция 11 - установочный стол роботизированной тележки;
- Позиция 12 - двигатель;
- Позиция 13 - муфта;
- Позиция 14 - винт;
- Позиция 15 - направляющие.

Крепление захватного устройства к portalу промышленного робота на рисунке 5 условно не показано. Движение захватного устройства вверх-вниз осуществляется при помощи гидроцилиндра 6.

Захватное устройство работает следующим образом. При помощи гидроцилиндра 6, захватное устройство опускают вниз на необходимую

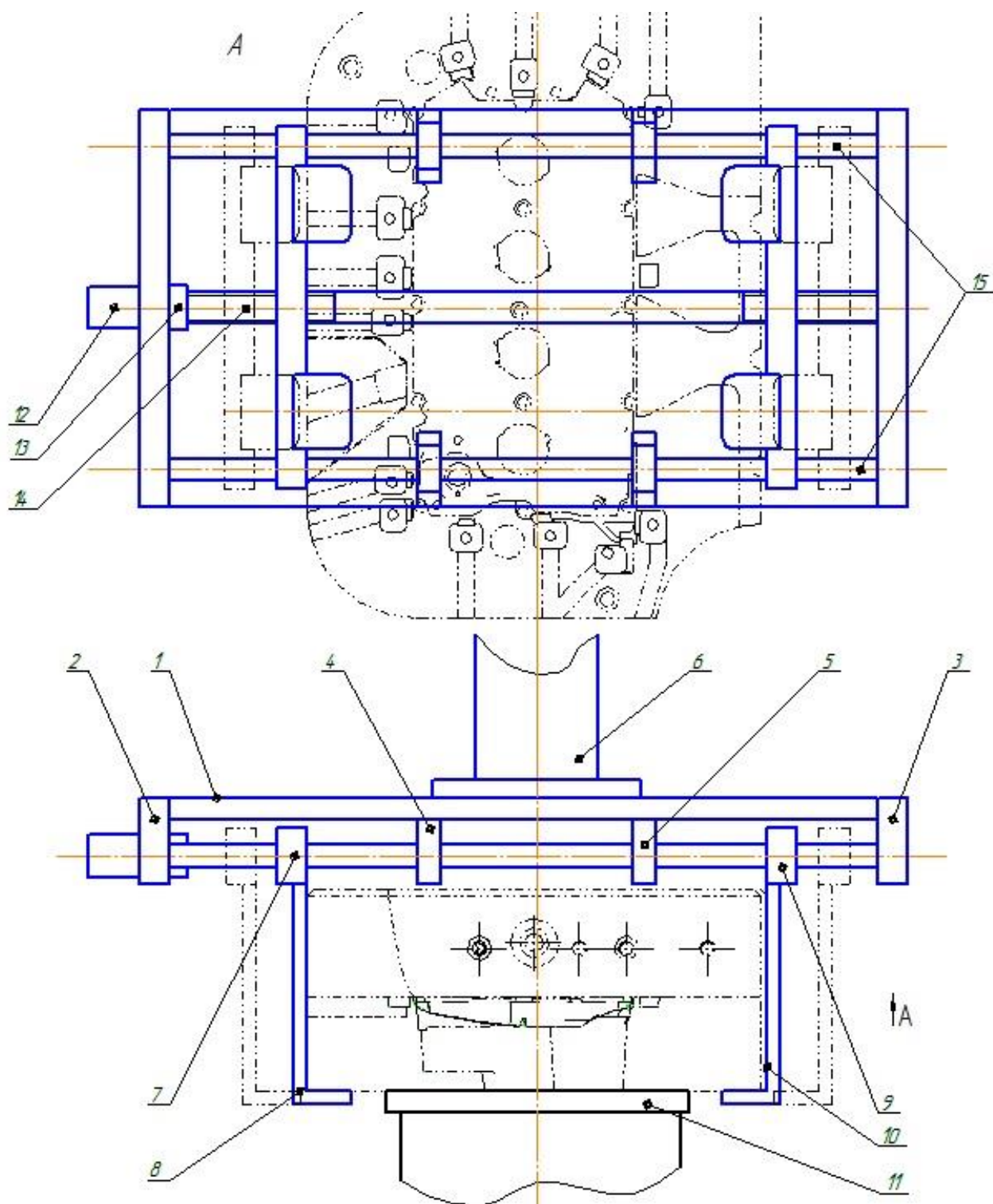


Рисунок 5 – Общий вид захватного устройства

величину. После этого, включается электродвигатель 12, который через муфту 13, сообщает вращательное движение винту 14. Винт 14 имеет резьбу на обоих концах, причем на одном конце резьба левая, а на другом правая.

Поэтому сообщая вращательное движение винту, через резьбовые отверстия в боковинах 7 и 9, мы обеспечиваем перемещение, соединенных с ними установочных элементов 8 и 10 навстречу друг другу по направляющим 15, осуществляя, таким образом, закрепление заготовки.

После этого, при помощи гидроцилиндра 6, захватное устройство перемещается вверх, а привод портала перемещает захватное устройство, вместе с заготовкой в необходимое положение, после чего гидроцилиндр 6 опускает захватное устройство на необходимую величину. Далее включается электродвигатель 12, причем движение реверсивное по отношению к описанному выше случаю, который через муфту 13, сообщает вращательное движение винту 14. Далее через резьбовые отверстия в боковинах 7 и 9, мы обеспечиваем перемещение, соединенных с ними установочных элементов 8 и 10 друг от друга по направляющим 15, осуществляя, таким образом, раскрепление заготовки. [2,19]

Более подробно конструкция захватного устройства представлена на чертеже в графической части данной бакалаврской работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая» с учетом требований стандартов по безопасности.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 9 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 9 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Распил стальной плиты	Фрезеровщик	Фрезерный станок, с дисковой фрезой	Сталь 4X5МФС ТУ 14-2-335-72, смазки графитовые
Механическая обработка	Фрезерная	Оператор станков с ЧПУ	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360	Сталь 4X5МФС, СОЖ, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

«В таблице 10 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении детали-представителя - «Матрица подвижная левая»» [7].

Таблица 10 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Фрезерование черновое, чистовое, Сверление	<p>Факторы физического воздействия:</p> <p>Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов</p> <p>Движущиеся твердые объекты</p> <p>ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов</p> <p>ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания</p> <p>ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел</p> <p>ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел</p> <p>ОВПФ, связанные с электрическим током</p> <p>ОВПФ, связанные с электромагнитными полями</p> <p>Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)</p> <p>Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия:</p> <p>Статическая нагрузка</p> <p>Перенапряжение анализаторов</p>	<p>Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, зона резания, зажимные губки тисков, фрезы, сверла, СОЖ, стружка</p> <p>Заготовка, инструмент</p> <p>Пульт управления станком, смазки</p> <p>Манипуляция заготовкой, контроль и управление</p>

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

«В под разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении детали-представителя - «Матрица подвижная левая». Снижение рисков достигается мерами (таблица 11)» [7].

Таблица 11 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов	Защитный кожух на станке, ограждения	Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным

Продолжение таблицы 11

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов	Инструктажи по охране труда	покрытием, ботинки кожаные, очки защитные
Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел	Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда	Применение противозумных вкладышей
ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями	Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«В таблицах 12 – 15 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной

безопасности» [7].

Таблица 12 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок обработки матрицы	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360	Класс В, Е	Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 13 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией	Напорные пожарные рукава

Таблица 14 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
Веревки пожарные карабины, пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 15 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая»	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 16 и 17. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 16 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления деталей - «Матрица подвижная левая»	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 17 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая»
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

4.6 Выводы по разделу

«Рассматривается обработка на заготовительной и многооперационной операциях. Подробно рассмотрена фрезерная операция, выполняемая на фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, которая включает переходы фрезерования и сверления. Задействован

оператор станков с ЧПУ. Приспособление – тиски. Инструмент фрезы концевые, сверла. Применяются материалы: Сталь 4Х5МФС ТУ 14-2-335-72, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 9)» [21] .

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для многооперационной операции, что позволило определить ОВПФ. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов, чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, механическими колебаниями твердых тел, акустическими колебаниями твердых тел, электрическим током и электромагнитными полями, токсического, раздражающего воздействия (через органы дыхания), статической нагрузкой и перенапряжением анализаторов (таблица 10)» [7] .

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая» (таблица 12). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 13, 14), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая» (таблица 15)» [7] .

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая» на окружающую среду (таблица 16). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 17)» [7].

Выявив и проанализировав технологию изготовления детали-представителя - «Матрица подвижная левая» и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Данный раздел предполагает выполнение экономического обоснования изготовления детали-представителя «Матрица подвижная левая». Полное описание технологического процесса изготовления детали представлено в предыдущих разделах бакалаврской работы. Основу проведения экономических расчетов составляют операции 010 и 050 Фрезерные для выполнения которых, необходимы:

- оборудование – фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ, модель Fanuc SPECTR SVL-1360;
- оснастка – зажимное приспособление;
- инструмент – торцевая фреза $\varnothing 63$ мм; сверла $\varnothing 14$ мм, $\varnothing 22$ мм, $\varnothing 28$ мм, $\varnothing 17,5$ мм, $\varnothing 45$ мм, $\varnothing 8$ мм, $\varnothing 16$ мм, $\varnothing 48$ мм, $\varnothing 10$ мм и $\varnothing 32$ мм; фрезы концевые сферические $\varnothing 20$ мм, $\varnothing 10$ мм, $\varnothing 4$ мм и $\varnothing 2$ мм.

Для расчета капитальных вложений, величины себестоимости и определения экономического эффекта использовалось программное обеспечение Microsoft Excel и методика расчета соответствующих показателей [10, с 12-23].

По методике «расчета технологической себестоимости технологического процесса» [10, с 17-19] были определены:

- материал (M)
- значения заработной платы оператора ($Z_{ПЛ.ОП}$) и наладчика ($Z_{ПЛ.НАЛ}$),
- начисления на заработную плату ($H_{З.ПЛ}$);
- и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{Э.ОБ}$).

Полученные значения указанных величин представлены на рисунке 6 в виде столбчатой диаграммы.

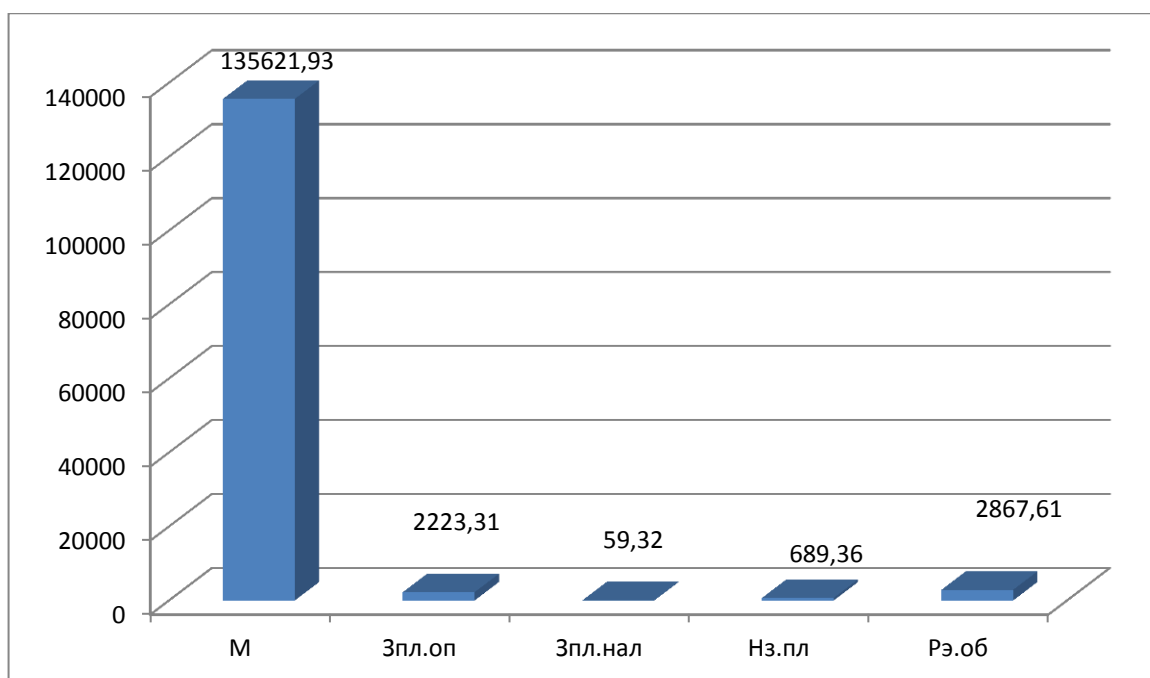


Рисунок 6 – Величина показателей, входящих в технологическую себестоимость детали-представителя «Матрица подвижная левая», руб.

Из диаграммы видно, что максимальную долю величину себестоимости составляет материалы с величиной 95,87 %, второе место в формировании себестоимости занимают расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с величиной 1,99 % и третье место – это величина заработной платы операторов с величиной 1,61 %. Остальные значения имеют незначительную величину, которые в процентном соотношении к итоговой величине технологической себестоимости, равной 141461,5 руб., составляют:

- 0,04 % – заработная плата наладчика;
- 0,49% – начисления на заработную плату.

Используя значение технологической себестоимости и величину заработной платы основных рабочих, по методике «Калькуляция себестоимости обработки детали» [10, с. 19], было определено значение полной себестоимости изготовления детали, которая составила 150219,6 руб.

Далее, по методике «Расчет капитальных вложений (инвестиций)» [10, с. 15-16], была определена величина общих капитальных вложений,

составляющая 4517348,89 руб. Основные слагаемые этой величины представлены на рисунке 7, в виде круговой диаграммы.

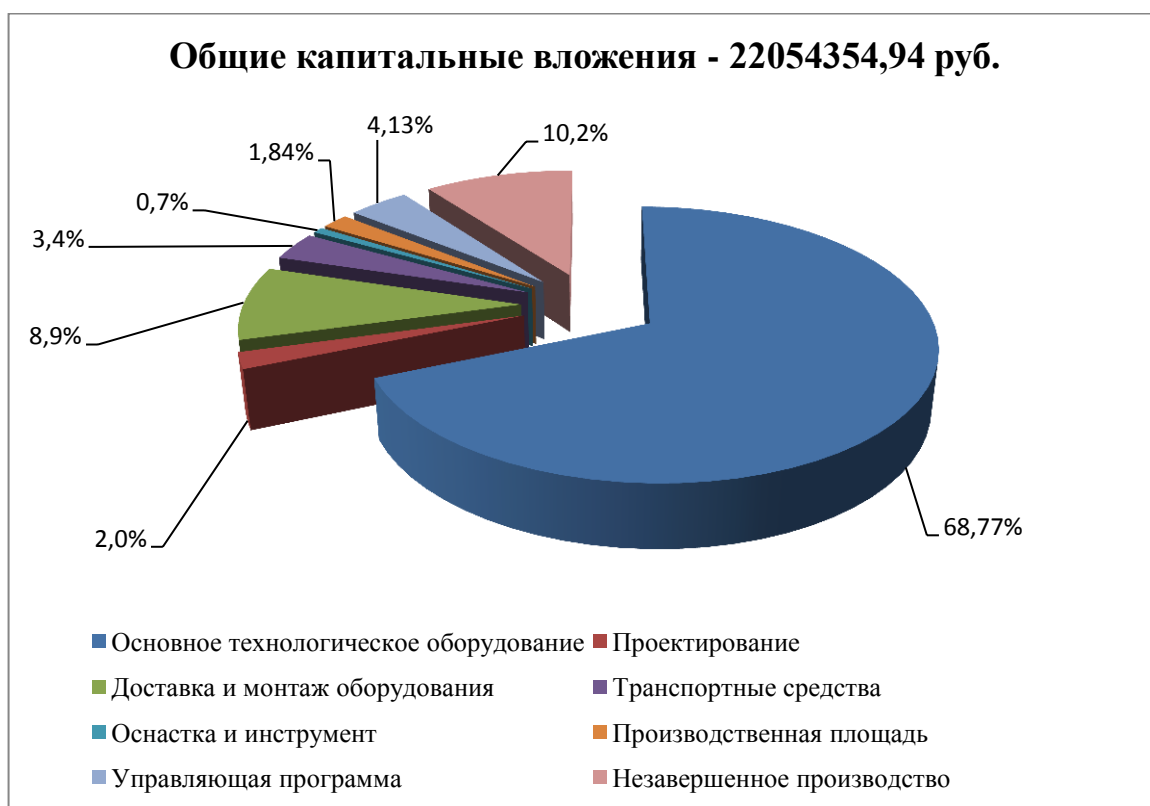


Рисунок 7 – Величина показателей, из которых формируются общие капитальные вложения в изготовление детали-представителя «Матрица подвижная левая», руб.

Анализируя диаграмму (рисунок 7), можно сказать, что максимальную долю затрат формирует основное технологическое оборудование, которая составляет почти 69%. На втором месте по весомости, со значением 10,2 %, находятся объемы незавершенного производства. На третьем месте – затраты на доставку и монтаж, со значением 8,9 %. Далее следуют затраты, связанные с программным обеспечением работы оборудования, доля которых чуть больше 4 %. Еще меньше значения доля составляют затраты на транспортные средства, их объем составят 3,4 %. Примерное одинаковое влияние на итоговую величину капитальных вложений, оказывают затраты на проектирование, с величиной около 2 % и затраты на производственную

площадь – 0,7 %. Последнее место в этом списке занимаем затраты на приспособление и инструмент, они имеют 0,7 %.

Применяя методику «Определение экономической эффективности проекта» [10, с. 22-23], были проведены итоговые расчеты по определению экономической эффективности проекта. Данные расчеты подтвердили целесообразность внедрения данного технологического процесса изготовления детали-представителя «Матрица подвижная левая», так как интегральный экономический эффект составил 696885,16 руб. Сам проект окупится в течение 2 лет, что является достаточно хорошим показателем для внедрения технологий. А прибыль на каждый вложенный рубль составит 15 %, так как индекс доходности, согласно расчетам, получился 1,15 руб./руб.

Заключение

При выполнении данной бакалаврской работы проведен целый комплекс конструкторских, проектных расчетов касающихся вопросов проектирования техпроцесса, оснастки и других важных элементов, необходимых для разработки техпроцессов. Выполнены все необходимые чертежи в графической части работы. Для достижения цели работы, были рассмотрены и решены следующие задачи:

- анализ назначения детали, ее технологичности, условий работы и свойств материала;
- проектирование заготовки для данной детали;
- проектирование ТП для данной детали;
- проектирование робототехнического комплекса для реализации ТП для данной детали;
- проектирование и разработка чертежа детали;
- проектирование и разработка чертежа плана обработки;
- проектирование и разработка чертежа робототехнического комплекса;
- проектирование и разработка чертежа оснастки;
- проектирование и разработка технологических карт и спецификаций.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка робототехнического комплекса для производства литейных моделей с минимальной себестоимостью достигнута.

Данные расчеты подтвердили целесообразность внедрения данного технологического процесса изготовления детали-представителя «Матрица подвижная левая», так как интегральный экономический эффект составил 696885,16 руб.

Результаты данной работы могут быть применены в реальном производстве, для изготовления литейных моделей и форм.

Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процес-сов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

13 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

14 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

18 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Ткачук К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

26 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

27 Manfred W, Christian B. Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme. Springer Berlin Heidelberg, 2006, 599 p. - ISBN 3540280855, 9783540280859.

Приложение А
Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
													Листов4	Лист1				
Разраб.	Бондарь				ТГУ													
Провер.	Разников																	
Н.Контр	Разников					Матрица подвижная левая												
Утв.	Логинов																	
M01	Сталь 4Х5МФС ТУ 14-2-335-72																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ.	Код загот.	Профиль и размеры				КД	МЗ					
M02	-	166	177,44			0,43		580×450×200				1	409,7					
A	Цек.	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа							
B	Код, наименование оборудования						CM	Проф.	P	УТ	KP	KOИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
A03																		
B04				000	XXXX Заготовительная													
05T																		
06																		
07																		
08O				010	Фрезерная													
09T	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, Робототехнический комплекс																	
10	Зажимное приспособление. Фреза торцевая со сменными твердо сплавными пластинами диаметр 63, Сверла диаметры 22, 28, 14																	
11																		
12O				020	Моющая													
13T	Робототехнический комплекс																	
14	Моющая машина																	
15																		
16O				030	Контрольная													
17T	Робототехнический комплекс																	
18	Контрольно-измерительная машина																	
19																		
20O				040	Кантовочная													
21T	Робототехнический комплекс																	
22	Кантователь																	
23																		
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																			
Взм.																			
Подп.																			
																		Лист 2	
Матрица подвижная																			
левая																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
А01				050	Фрезерная														
Б02	Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360, Робототехнический комплекс																		
03	Зажимное приспособление. Фреза торцевая со сменными твердо сплавными пластинами диаметр 63, Сверла диаметры 8,16,48																		
04																			
05 О				060	Моечная														
06 Т	Робототехнический комплекс																		
07	Моечная машина																		
08																			
09				070	Контрольная														
10	Робототехнический комплекс																		
11	Контрольно-измерительная машина																		
12																			
13				080	Термическая														
14	Печь шахтная																		
15																			
16																			
17				090	Моечная														
18	Моечная машина																		
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																										
Взам.																										
Подп.																										
																			Лист 3							
																			Матрица подвижная левая							
																			Обозначение документа							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции																					
Б	Код, наименование оборудования																	СМ				Тпз.	Тшт.			
А01				100	Контрольная																					
Б02	Контрольно-измерительная машина																									
03																										
04																										
05 О				110	Полировальная																					
06 Т	Верстак, полировальная машина																									
07																										
08																										
09				120	Моечная																					
10	Моечная машина																									
11																										
12																										
13				130	Контрольная																					
14	Контрольно-измерительная машина																									
15																										
16																										
17																										
18																										
МК																										

Приложение Б Операционные карты

Таблица Б.1 – Операционные карты

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
											5			
Разраб.	Бондарь			ТГУ										
Пров.	Резников													
Н.Контр	Резников													
Утв	Логинов			Матрица подвижная левая							Цех	Уч.	РМ	Опер 010
Наименование операции		Материал			твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Фрезерная		Сталь 4Х5МФС ТУ 14-2-335-72				166	177,44	580×450×200			409,7	1		
Оборудование		Обозначение программы			Тм	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ					
Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Fanuc SPECTR SVL-1360		-XXXXXXXX			-	-	-	142	5% эмульсия ГОСТ 1975-70					
Р				П	Д или В	t	i	S	V	n	Тм			
01	А													
02	О Приспособление специальное													
03	Р Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры согласно математической модели и программы													
04	Т Фреза торцевая со сменными твердо сплавными пластинами диаметр 63, Сверла диаметры 22, 28, 14													
05	Т													
06														
07														
08														
09														
10														
11														
ОК														

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

