

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
Профессиональные компетенции	
P1	использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительной продукции для производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
P2	выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий машиностроения, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей
P3	использовать прикладные программные средства при решении практических задач профессиональной деятельности, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
P4	применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроительных производствах, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий
P5	собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительной продукции, средств технологического оснащения, автоматизации и управления

P6	участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности
P7	участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе на основе анализа вариантов оптимального, прогнозировании последствий решения
P8	участвовать в разработке проектов изделий машиностроения с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров
P9	принимать участие в разработке средств технологического оснащения машиностроительных производств
P10	участвовать в разработке проектов модернизации действующих машиностроительных производств, создании новых
P11	использовать современные информационные технологии при проектировании машиностроительных изделий, производств
P12	выбирать средства автоматизации технологических процессов и машиностроительных производств
P13	разрабатывать (на основе действующих стандартов) техническую документацию (в электронном виде) для регламентного эксплуатационного обслуживания средств и систем машиностроительных производств
P14	разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию машиностроительных производств, оформлять законченные проектно-конструкторских работы

P15	участвовать в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
P16	проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных расчетов
P17	проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа
P18	участвовать в разработке математических и физических моделей процессов и объектов машиностроительных производств
P19	использовать информационные, технические средства при разработке новых технологий и изделий машиностроения
P20	осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств
P21	участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий
P22	выполнять мероприятия по эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов
P23	выбирать материалы и оборудование и другие средства технологического оснащения и автоматизации для реализации производственных и технологических процессов
P24	участвовать в организации эффективного контроля качества материалов, технологических процессов, готовой машиностроительной продукции

P25	использовать современные информационные технологии при изготовлении машиностроительной продукции
P26	участвовать в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний
P27	осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами
P28	участвовать в разработке программ и методик испытаний машиностроительных изделий, средств технологического оснащения, автоматизации и управления
P29	осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины
P30	принимать участие в оценке уровня брака машиностроительной продукции и анализе причин его возникновения, разработке мероприятий по его предупреждению и устранению
P31	осуществлять метрологическую поверку средств измерения основных показателей качества выпускаемой продукции
P32	выполнять работу по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации
P33	выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации машиностроительных производств, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке их инновационного потенциала
P34	разрабатывать планы, программы и методики, другие текстовые документы, входящие в состав конструкторской,

	технологической и эксплуатационной документации
P35	выполнять работы по стандартизации и сертификации технологических процессов, средств технологического оснащения, автоматизации и управления, выпускаемой продукции машиностроительных производств
P36	проводить контроль соблюдения экологической безопасности машиностроительных производств
P37	участвовать в организации процесса разработки и производства изделий, средств технологического оснащения и автоматизации производственных и технологических процессов
P38	организовывать работы малых коллективов исполнителей, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, принимать управленческие решения на основе экономических расчетов
P39	участвовать в организации выбора технологий, средств технологического оснащения, вычислительной техники для реализации процессов проектирования, изготовления, технологического диагностирования и программных испытаний изделий машиностроительных производств
P40	участвовать в разработке и практическом освоении средств и систем машиностроительных производств, подготовке планов освоения новой техники и технологий, составлении заявок на проведение сертификации продукции, технологий, средств и систем машиностроительных производств
P41	участвовать в организации работ по обследованию и реинжинирингу бизнес-процессов машиностроительных предприятий, анализу производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого

	качества продукции, результатов деятельности производственных подразделений, разработке оперативных планов их работы
P42	проводить организационно-плановые расчеты по созданию (реорганизации) производственных участков машиностроительных производств
P43	разрабатывать документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы, средства и системы технологического оснащения производства) отчетности по установленным формам, а также документацию, регламентирующую качество выпускаемой продукции
P44	находить компромисс между различными требованиями (стоимости, качества, безопасности и сроков исполнения) как при краткосрочном, так и долгосрочном планировании
P45	пополнять знания за счет научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования в области разработки, эксплуатации, реорганизации машиностроительных производств
P46	выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов, и средств автоматизированного проектирования
P47	выполнять работы по диагностике состояния и динамики объектов машиностроительных производств с использованием необходимых методов и средств анализа
P48	применять алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем машиностроительных производств
P49	проводить эксперименты по заданным методикам, обрабатывать и анализировать результаты, описывать

	выполнение научных исследований, готовить данные для составления научных обзоров и публикаций
P50	выполнять работы по составлению научных отчетов, внедрению результатов исследований и разработок в практику машиностроительных производств
P51	выполнять работы по настройке и регламентному эксплуатационному обслуживанию средств и систем машиностроительных производств
P52	выбирать методы и средства измерения эксплуатационных характеристик изделий машиностроительных производств, анализировать их характеристику
P53	участвовать в приемке и освоении вводимых в эксплуатацию средств и систем машиностроительных производств
P54	составлять заявки на средства и системы машиностроительных производств
P55	организовывать повышение квалификации и тренинга сотрудников подразделений машиностроительных производств
Универсальные компетенции	
P56	обобщать, анализировать, воспринимать информацию, постановлять цель и выбирать пути ее достижения, обладать культурой мышления
P57	логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь
P58	кооперировать с коллегами, работать в коллективе
P59	находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность
P60	использовать нормативные правовые документы в своей

	деятельности
P61	саморазвиваться, повышать свою квалификацию и мастерство
P62	критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков
P63	осознавать социальную значимость своей будущей профессии, высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности
P64	использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, способностью анализировать социально значимые проблемы и процессы
P65	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
P66	уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, правильно воспринимать социальные и культурные различия
P67	понимать движущие силы и закономерности исторического процесса; роль насилия и ненасилия в истории, место человека в историческом процессе, политической организации общества
P68	осознавать значения гуманистических ценностей для сохранения и развития современной цивилизации; готовностью принять нравственные обязанности по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе
P69	использовать свои права и обязанности как гражданина своей

	страны, Гражданский кодекс Российской Федерации, другие правовые документы в своей деятельности, демонстрировать готовность и стремление к совершенствованию и развитию общества на принципах гуманизма, свободы и демократии
P70	социально взаимодействовать на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, уважением к людям, толерантностью к другой культуре; готовностью нести ответственность за поддержание партнерских, доверительных отношений
P71	понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасность и угрозы, возникающие в этом процессе; соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
P72	применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
P73	работать с информацией в глобальных компьютерных сетях
P74	использовать один из иностранных языков на уровне не ниже разговорного
P75	использовать основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
P76	применять самостоятельно средства, методически правильные методы физического воспитания и укрепления здоровья, готовностью к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности после окончания учебного заведения

Реферат

Дипломная работа состоит из 81 стр. 7 рис., 12 табл;17 источников.

Объектом исследования является манипулятор для установки компонентов.

Предмет исследования – автоматический манипулятор для установки компонентов.

Цель работы: спроектировать автоматический манипулятор для установки компонентов, обладающий заданными габаритами рабочей зоны, подходящий для мелкосерийных, опытных и единичных производств.

В ходе работы проведены операции по созданию 3д модели указанного устройства, основываясь на заданных параметрах и параметрах аналогов. В качестве модулей движения использованы шаговые двигатели на ремённой передаче и пневмоцилиндр. Для захвата компонентов используется вакуумный инструмент.

Оглавление.

Задание на выполнение ВКР.....	1
Запланированные результаты обучения по программе.....	4
Реферат.....	13
Оглавление.....	14
Введение.....	15
1. Аналитический обзор.....	17
2. Конструкторская часть.....	24
3. Социальная ответственность.....	29
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	41
5. Технологическая часть.....	51
Заключение.....	77
Список использованных источников.....	78
Приложения.....	80

Введение.

Целью данной работы является разработка автоматического манипулятора использующего SMT – технологию (от англ. Surface Mount Technology – технология монтажа на поверхность) для установки SMD-компонентов (от англ. Surface Mounted Device – устройство, устанавливаемое на поверхность. SMD-компоненты ещё иногда называют «чип-компонентами») на печатные платы, подходящего для опытных, единичных и мелкосерийных производств.

Исходные данные: максимальный размер рабочей зоны 540x410 мм.

В условиях современной электронной промышленности, активно нацеленной на тенденции к уменьшению габаритных размеров плат и плотности монтажа, соответственно увеличиваются и требования к оборудованию, предназначенному для сборки и ремонта этих изделий и зачастую мелкосерийным производителям не угнаться за более крупными компаниями работая на одном лишь «ручном» труде. Выход – автоматизация и механизация процессов сбора и ремонта.

Основная проблема к которой относится тема – большинство автоматических манипуляторов для установки компонентов имеют значительные габариты, вследствие чего не всегда могут быть использованы в мелкосерийном производстве, имеют определённые проблемы в транспортировке и сборке. Например полуавтоматический манипулятор ХМР-300 производства фирмы «Vokar International» обладает габаритами 670*730*310 мм, а габариты автоматического манипулятора PlaceALL 610 компании «Fritsch», 1060*1060*1350 мм.

Полуавтоматические системы установки принципиально отличаются от автоматов – у них отсутствует привод установочной головки и перемещение осуществляет оператор. Автоматизация процесса заключается в запоминании управляющим устройством координат установки каждого компонента и в

блокировке перемещения манипулятора в заданных точках. Такой принцип установки удобен в мелкосерийном производстве и в лабораторных условиях.

Таким образом, необходимо создать автоматический манипулятор, с размером рабочей зоны меньше или равным максимальному. Одним из путей решения поставленной задачи является использование в качестве основы полуавтоматический манипулятор для установки компонентов, а в качестве двигателей по осям X и Y – шаговые двигатели на ремённой передаче. Для движения по оси Z использовать пневмоцилиндр.

Результаты:

Теоретическое значение: исследование возможности адаптации конструкции полуавтоматических манипуляторов для модернизации в автоматические; исследование результатов – возможностей разработанного манипулятора.

Практическое значение: возможность значительно расширить рынок автоматических манипуляторов для установки компонентов, за счёт дальнейших разработок на основе полученных результатов; относительная простота конструкции по сравнению с аналогами.

Аналитический обзор

Современные электронные модули характеризуются широким использованием поверхностно монтируемых элементов: «чиповых» резисторов и конденсаторов, миниатюрных корпусов интегральных микросхем (ИМС), пластмассовых и керамических кристаллоносителей и т.д., что позволяет отказаться от плат с металлизированными отверстиями, облегчить установку элементов и повысить надежность электронных блоков. Технология поверхностного монтажа (SMT) имеет значительные конструктивные и технологические преимущества: повышение плотности компоновки элементов от 4 до 6 раз; снижение массогабаритных показателей от 3 до 5 раз; повышение быстродействия и помехозащищенности за счет отсутствия выводов компонентов; повышение виброустойчивости и вибропрочности модулей; повышение надежности за счет уменьшения количества металлизированных отверстий, являющихся потенциальным источником дефектов; возможность автоматизации сборки, монтажа элементов и следовательно, повышение производительности труда в десятки раз; исключение операций подготовки выводов и соответствующего оборудования; сокращение производственных площадей на 50%; а также уменьшение затрат на материалы. Процесс монтажа состоит из следующих основных операций: нанесение припойной пасты на контактные площадки платы через трафарет, установка элементов на плату, пайка расплавлением дозированного количества пасты и контроль качества монтажа. При организации технологических линий основными критериями являются: максимальная производительность при заданных объемах производства, минимально возможные капитальные вложения, быстрая перенастройка при смене типов модулей, обеспечение качества сборки и надежности изделий.

В мелкосерийном и опытном производстве электронных модулей с поверхностным монтажом для установки элементов на плату используют вакуумные пинцеты (рис.), которые с помощью шланга подключают к

пневмосети. Пинцет с помощью шланга подсоединяется к общей магистрали. В магистрали компрессор создает разрежение до 10 Па, за счет которого элементы удерживаются на игле 1 пинцета.

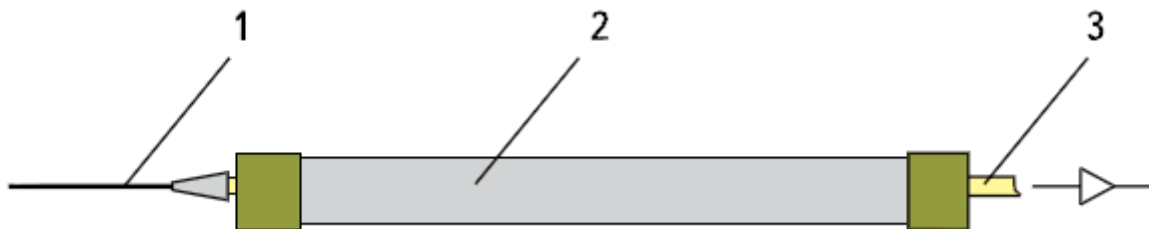


Рис.1 Вакуумный пинцет. 1 – игла, 2 – рабочий объём, 3 – шланг.

Работа с вакуумным пинцетом требует немалой сноровки, при этом точность позиционирования невысока и во многом зависит от опытности монтажника. Темп сборки — довольно медленный и не превышает 50–80 компонентов/ч. Поэтому даже для мелкосерийных производств (до 10 000 шт./год) необходимы сборочные участки с количеством работающих 15–20 чел. [1]. Самое эффективное и недорогое решение на данном этапе — манипулятор установки компонентов. Оборудование позволяет при незначительных инвестициях значительно повысить качество и количество выпускаемой продукции и одновременно понизить потребности в высококвалифицированных монтажниках. Полуавтоматические системы установки принципиально отличаются от автоматов — у них отсутствует привод установочной головки и перемещение осуществляет оператор. Автоматизация процесса заключается в запоминании управляющим устройством координат установки каждого компонента и в блокировке перемещения манипулятора в заданных точках. Такой принцип установки удобен в мелкосерийном производстве и в лабораторных условиях. Производительность таких установок может достигать 700 шт./ч. Для сравнения — у автоматических манипуляторов производительность может достигать до 10 тысяч компонентов в час, и это не предел. Всё зависит от модели устройства. [2]

Более подробно рассмотрим несколько моделей манипуляторов, разных стран производителей и разных типов. Так, например, установщик SMP-330 (рис.2) фирмы «Термопро» (Россия) предназначен для оснащения рабочего места монтажника SMD-компонентов в мелкосерийном производстве и обеспечивает проведение операций вручную по нанесению паяльной пасты или адгезива методом дозирования и установки SMD-компонентов посредством переноса из питателей с помощью вакуумного пинцета. Установщик может быть оснащен различными типами питателей для подачи компонентов из лент различной ширины или россыпи. При монтаже компонентов с шагом выводов до 0,5 мм манипулятор обеспечивает точное дозирование мелкозернистых паяльных паст типов 5, 6 через насадки диаметром 0,15...0,2 мм с высокой повторяемостью. При монтаже компонентов с шагом выводов более 0,5 мм дозирование мелкозернистых паяльных паст типов 3, 4 происходит через насадки диаметром от 0,25 мм. [3]

Ручной манипулятор для установки компонентов на печатную плату ХМР-300 американской фирмы Vokar International (США) (рис.3) является уже полуавтоматической моделью. Быстро и надежно устанавливает поверхностно монтируемые компоненты с ленточных питателей и лотков для россыпи. Захват, удержание, ориентация компонента в пространстве и установка на плату осуществляется с помощью вакуумного захвата. Встроенная система автоматического управления вакуумом обеспечивает его включение при захвате и выключение при установке, что существенно повышает производительность манипулятора. В зависимости от применяемых опций базовая система ХМР может иметь ленточные питатели, пневматический или цифровой дозатор паяльной пасты/клея, поэтому эта модель имеет широкий ряд модификаций. Возможна установка видеосистемы для вывода изображения компонентов на монитор. [4]



Рис. 2. Установщик SMP-330



Рис. 2. Манипулятор XMP-300

Манипулятор ЭМ-4725 производства ОАО «Планар-СО» (Беларусь) (рис.4) предназначен для монтажа на поверхность печатных плат SMD-конденсаторов и резисторов, транзисторов в корпусах типа SOT, интегральных микросхем и других элементов, а также для нанесения припойной пасты или клея при помощи дозатора. Манипулятор состоит из вакуумного пинцета, привода Y вакуумного пинцета, дозатора, панели управления, подлокотника и монитора. Устройство осуществляет монтаж SMD элементов на печатную плату в такой последовательности [2]:

1. Нанесение клея либо паяльной пасты на поверхность платы при помощи дозатора.
2. Присоединение SMD-элементов на поверхность платы вакуумным пинцетом

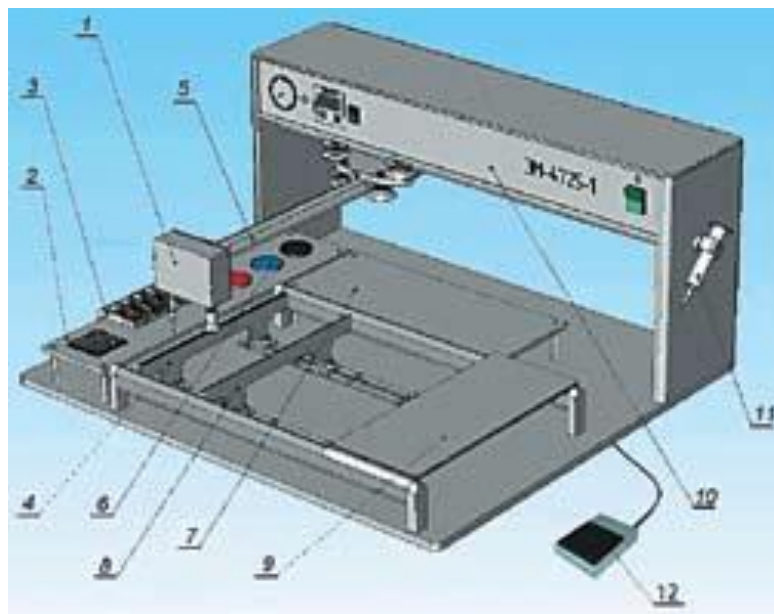


Рис. 4. Манипулятор ЭМ-4725: 1 – вакуумный пинцет;

2, 7 – предметный столик; 3 – держатель отрезков блистер-лент; 4, 8 – рабочий столик; 5 – привод X, Y; 6 – чашка; 9 – подлокотник; 10 – блок управления; 11 – дозатор; 12 – педаль

Манипулятор LM901 (рис. 5) производства Fritsch (Германия), предназначен для установки компонентов в условиях мелкосерийного производства. Установка компонентов осуществляется методом переноса от питателя при помощи вакуумного пинцета, закрепленного на пантографе, который обеспечивает плавное перемещение по осям X, Y и Z. Обладает опцией автоматического включения/выключения вакуума при монтаже компонентов. Может быть дооснащён системой технического зрения на основе видеокамеры, имеет возможность работы с двусторонними печатными платами, а также возможностью установки питателей с двух сторон от области печатного узла.

Полуавтоматический манипулятор для установки компонентов SM 902 Professional (Германия) (рис. 6) предназначен для установки компонентов из различных питателей, используется в опытном и мелкосерийном производстве. Также полуавтомат оснащен системой позиционирования

Locator Eye, что дополнительно упрощает работу оператора. Имеет встроенный дозатор и САД-конвертер, позволяет создание рабочих программ в режиме offline. Может быть дооснащён системой технического зрения на основе видеокамеры. [5]



Рис. 5. Манипулятор LM901



Рис. 6. Манипулятор SM 902
Professional

Сведём данные по рассмотренным манипуляторам в таблицу (табл. 1)
для наглядного сравнения.

Модель	XMP-300	SMP-330	ЭМ-4725	LM 901	SM 902 Pro
Габариты, мм	670*730*310	580*345*700	740*600*300	600*600*350	700*660*600
Максимальные размеры обрабатываемой платы	450*340	500*275	250*350	245*440	390*305
Производительность, комп/ч	~500	300	400-500	600-900	600-900
Программируемый дозатор	+	+	-	-	+
Дополнительные опции	Питатели, цифровой дозатор	Дозатор, термофен, наборы питателей	Монитор, питатели, дозатор	Дозатор, система техн. зрения на основе видеокамеры, система блокировки осей, питатели	Система техн. зрения на основе видеокамеры, питатели

Конструкторская часть

Расчёт двигателя.

Для эффективной работы манипулятора, необходимо точное перемещение. Поскольку SMD-компоненты имеют малые габариты, минимальное перемещение по осям должно быть как минимум равным, а лучше – меньше, чем габаритные размеры самого маленького компонента, с которым возможна работа.

Для перемещений по осям X и Y было решено использовать шаговые двигатели. Такой выбор объясняется тем, что указанные двигатели позволяют преобразовать управляющий импульс в фиксированный угол поворота вала или фиксированное линейное перемещение без датчика обратной связи. Последнее обстоятельство существенно упрощает систему управления механизмом и увеличивает ее надежность, так как сокращается количество электронных элементов.

Самый маленький размер имеет SMD-компонент 0402 – его размеры: 1 х 0,5 мм. Поэтому минимальное перемещение должно быть не более $0,5/2=0,25$ мм т.к. необходимо попасть в центр компонента для его захвата.

Большинство моделей имеет 200 шагов на оборот, т.е. 1,8 градуса на шаг. Также производятся и двигатели с шагом в 0,9 градуса (400 шагов на оборот). Существует также возможность использования микрошагового режима, который позволяет делить шаг без потери точности на 8-10 микрошагов. Это означает, что для двигателя с шагом 0,9 градуса минимальным углом поворота будет примерно $0,09$ град = 5,4 угловых минуты. Существуют также драйверы (например YKC2608M-H), которые могут делить на 256 Шаг и даже 512 микрошагов. Но практическое значение таких делений невелико - во-первых, для совершения каждого микрошага требуется подать отдельный импульс STEP, соответственно, требуется очень

высокая частота импульсов, во-вторых, точность перестает расти уже после деления шага на 10-16 частей. Единственным применением таких режимов остается повышение плавности хода двигателя.

Для начала рассчитаем минимальное перемещение для стандартного двигателя с 200 шагами на оборот, и, если этого будет достаточно, остановимся на таком варианте. Поскольку в конструкции используется ремённая передача, то линейным путём будет являться длина дуги на один шаг двигателя по диаметру шкива. Длину дуги можно рассчитать по формуле:

$$L = \pi * r * \frac{\alpha}{180^\circ},$$

где r – радиус, а α – тот самый угол поворота.

Итак, проведём расчёт:

$$L = 3,14 * 8 * \frac{1,8}{180} = 3,14 * 8 * 0,01 = 0,2512 \approx 0,25 \text{ мм}$$

Благодаря указанному выше режиму дробления шага на микрошаги, может быть достигнуто перемещение равное 0,025 мм, без потери точности. Т.о. условие минимального перемещения ($0,25 \geq 0,025\text{мм}$) выполнено.

Расчёт вакуумной системы.

При образовании вакуума внутри присоски, атмосферное давление оказывает воздействие на поверхность присоски, прижимая её к плоскости объекта. Сила давления равномерно воздействует на присоску и поверхность на которой она находится с обратной стороны, пропорциональна уровню вакуума внутри присоски.

Для определения необходимой силы захвата, необходимо знать массу объекта и учитывать, что присоска будет удерживать объект с различными ускорениями.

$$F_{\text{ТН}} = m * \left(g + \frac{a}{\mu} \right) * S,$$

где $F_{\text{ТН}}$ – теоретическая сила захвата, Н; m – масса перемещаемого объекта, кг; g – ускорение свободного падения, (9,81 м/с²), a – ускорение системы объект перемещения – присоска, м/с²; μ – коэффициент трения, S – коэффициент запаса.

В нашем случае масса перемещаемых компонентов является очень небольшой, хотя и зависит от материала, из которого они изготовлены. Например, набор из 10000 компонентов 0402 (материал – керамика) вместе с упаковкой весит примерно 0,142 кг. Т.о. масса одного компонента:

$$m_{0402} = \frac{0,142}{10000} = 0.0000142 \approx 0.000014 = 14 * 10^{-6} \text{ кг}$$

Но поскольку это самый маленький из возможных компонентов это нормально. Для расчётов будем использовать массу компонента 2225, как самого большого из данной линейки.

Набор из 1000 таких компонентов весит 0,319 кг.

$$m_{2225} = \frac{0,319}{1000} = 0.000319 \approx 0.00032 = 32 * 10^{-5} \text{ кг}$$

Ускорением системы a будет являться ускорение перемещения по осям X и Y .

$$a = r * \varepsilon,$$

где r – радиус шкива, ведь именно по нему идёт ремённая передача, за счёт которой осуществляется перемещение по осям X и Y , ε – угловое ускорение.

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}; \quad \omega = \frac{2 * \pi * RPM}{60},$$

где ω – угловая скорость, а RPM – количество оборотов в минуту.

Проведём расчёт:

$$\omega = \frac{2 * 3,14 * 600}{60} = 6,18 * 10 = 61,8$$

Тогда за одну минуту:

$$\varepsilon = 1,03 \text{ рад/с}^2$$

И соответственно:

$$a = 0,08 * 1,03 = 0,0824 \approx 0,08 \text{ м/с}^2$$

Далее:

$$F_{\text{ТН}} = m * \left(g + \frac{a}{\mu} \right) * S,$$

где μ – коэффициент трения примем равным 0,5 (материал керамика); S – коэффициент запаса 1,5 (минимальное значение. Выше для легко разрушающихся и неоднородных и пористых материалов).

$$F_{\text{ТН}} = 32 * 10^{-5} * \left(9,81 + \frac{0,08}{0,5} \right) * 1,5 = 478,56 * 10^{-5} \approx 4,8 * 10^{-3} \text{ Н}$$

Таким образом минимальное усилие захвата которое должен развивать вакуумный инструмент: $F_{\text{ТН}} = 4,8 * 10^{-3} \text{ Н}$

.

Выбор пневмоцилиндра.

В данной работе для движения по оси Z вакуумного инструмента использован пневмоцилиндр. По конструктивным особенностям и вероятным габаритным размерам (выбранным на основе анализа аналогичных

вакуумных инструментов), был выбран пневмоцилиндр производства компании Рпеутах, с параллельными штоками, серии 1325 с ходом в 75 мм и поршнем диаметра 32 мм. Его максимальное рабочее давление 1Мпа, а скорость поршня от 10 до 1000 мм/с.

Разработка 3D-модели, сборочный чертёж и спецификация (см. Приложение А и Приложение Б).

Социальная ответственность

В ходе данной работы был спроектирован манипулятор для автоматической установки SMD компонентов на печатные платы. Было проведено конструирование с помощью программных комплексов, графических и текстовых редакторов. На основе этого рабочим местом будет принято место работы оператора ПК (персонального компьютера).

Длительная работа на ПЭВМ отрицательно воздействует на здоровье человека. Монитор ПК, является источником различных излучений, таких как: электромагнитное, инфракрасное, рентгеновское, ультрафиолетовое, а также излучения видимого диапазона.

Длительное сидячее положение приводит к напряжению мышц и появлению болей в руках, плечевых суставах, позвоночнике, шее. При длительной работе на клавиатуре появляются болевые ощущения в запястьях, кистях и пальцах рук. Особенностью работы на ПК является постоянное и значительное напряжение функций зрительного анализатора. [6]

Данный раздел ВКР посвящен анализу воздействующих в процессе работы опасных и вредных факторов и выработке методов защиты от негативного действия этих факторов. Произведен анализ вредных факторов таких как: отклонение показателей микроклимата в помещении, повышения уровня шума, превышение электромагнитных излучений. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а так же правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

Проектирование рабочей (производственной) среды сфокусировано на том, чтобы ее физические, химические и биологические факторы на рабочем месте не только не оказывали вредного воздействия на людей, но и способствовали сохранению их здоровья, обуславливали проявление способностей и стимулировали желание выполнять рабочие задачи.

Комфортным называется состояние внешней среды, обеспечивающее оптимальную динамику работоспособности, хорошее самочувствие и сохранение здоровья работающего человека.

Рабочее место находится в офисном помещении. Площадь помещения составляет 21 м^2 (длина $A=6$ м, ширина $B=3,5\text{ м}$), объем составляет $52,5\text{ м}^3$ (высота $C=2,5\text{ м}$). Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [2] площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ составляет $6,5\text{ м}^2$ и 20 м^3 объема на одного человека [7]. В помещении работает 2 человека, следовательно, нормы по площади и объему выполняются.

При работе с ПК можно столкнуться с рядом вредных факторов и опасностей, к числу которых относятся: недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенная или пониженная подвижность воздуха; повышенный уровень электромагнитных излучений; повышенный уровень статического электричества; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.

Значительным физическим фактором является микроклимат рабочей зоны, особенно температура и влажность воздуха.

Микроклимат помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха. При определенных значениях микроклимата, человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению производительности

труда, предупреждению простудных заболеваний. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит и др.

При работе в помещениях, которая связана с длительным использованием ПЭВМ, возможны нервно-эмоциональные напряжения. В таких помещениях должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений.

Таблица 2. Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Период года	Категория работ по уровням	Температура, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Ia	22–24	60–40	0.1
	Iб	21–23		
Теплый	Ia	23–25		
	Iб	22–24		

Если помещения оборудованы ПЭВМ, то необходимо еженедельно проводить влажную уборку и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основной недостаток - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [2] объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40м³ [7]. В нашем случае объем воздуха на

одного человека составляет $26,25 \text{ м}^3$, из этого следует, что в помещении необходимо обеспечить дополнительную вентиляцию.

Одним из наиболее опасных в производстве вредных факторов является шум. Шум – это совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты (дребезжание, скрип, шелест, визг и т.п.), способных оказывать неблагоприятное воздействие на организм.

Шум с уровнем звукового давления до 30-35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40-70 дБ в условиях среды обитания приводит к неблагоприятным для организма последствиям. Последствия шума – головная боль, быстрая утомляемость, бессонница или сонливость, ослабление памяти, снижение реакции и др.

Основным источником шума в комнате являются вентиляторы охлаждения ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40 дБА. При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА [7]. Следовательно, можно считать, что рабочее место соответствует вышеуказанным нормам.

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ (видеодисплейный терминал) не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц и 2,5 В/м - в диапазоне от 2 до 400 кГц [7]. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл и 25 нТл - в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В [7]. Рабочие места оборудованы ПЭВМ типа Samsung, имеющими характеристики: напряженность электромагнитного поля 2,5 В/м; поверхностный потенциал составляет 420 В [8].

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 конструкция ВДТ и ПЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от корпуса не более 0,1 мбэр/ч (100мкР/ч). Предел дозы облучения для работников ВЦ (операторы, программисты) составляет 0,5 бэр/год.

Освещение рабочего места - важнейший фактор создания нормальных условий труда. Недостаточная освещенность рабочей зоны и пониженная контрастность утомляет не только зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом. Неправильное освещение часто является причиной травматизма (плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них). Резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих, а также вызывают потерю чувствительности глазных нервов, что приводит к резкому ухудшению зрения.

Освещенность рабочего места, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-0 [2], должна быть не менее 300-500 лк, что может достигаться установкой местного освещения.

Таблица 3. Нормы естественного и искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Наименьший объем различения, мм	Искусственное освещение, лк	
		Комбинированное	Общее
Высокая точность	0,3–0,5	750	300

Местное освещение не должно создавать бликов на экране. За счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель. Также можно использовать матовые экраны на ПЭВМ, которые существенно снижают количество бликов и отражаемого света ламп.

Нормальная освещённость достигается в дневное время за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

В качестве источников искусственного света используется люминесцентная лампа, так как по спектральному составу она близка к дневному свету; обладает более высоким КПД и повышенной светоотдачей.

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные. К ним относится защита от вредного воздействия облучения. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;
- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

Анализ выявленных опасных факторов производственной среды

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- при однофазном (однополюсном) прикосновении незаизолированного от земли человека к незаизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к нетокковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются [9]:

- изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- установки защитного заземления;
- наличие общего рубильника;
- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение.

Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве и повреждении органов, что вызывает их серьезные функциональные расстройства.

Электролитическое действие тока проявляется в разложении крови и других жидкостей в организме, вызывает значительные нарушения их физико-химического состава, а также ткани в целом.

Механическое действие тока проявляется в разрывах кожи, кровеносных сосудов, нервной ткани, а также вывихах суставов и даже

переломах костей вследствие резких непроизвольных судорожных сокращений мышц под действием тока, проходящего через тело человека.

Биологическое действие тока выражается главным образом в нарушении биологических процессов, протекающих в живом организме, что сопровождается разрушением и возбуждением тканей и сокращением мышц.

Любое из указанных воздействий может привести к электрической травме, т.е. к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги.

Первая помощь при поражении электрическим током:

1. Обеспечить свою безопасность. Надеть сухие перчатки (резиновые, шерстяные, кожаные и т.п.), резиновые сапоги. По возможности отключить источник тока. При подходе к пострадавшему по земле идти мелкими, не более 10 см, шагами.
2. Сбросить с пострадавшего провод сухим токонепроводящим предметом (палка, пластик). Оттащить пострадавшего за одежду не менее чем на 10 метров от места касания проводом земли или от оборудования, находящегося под напряжением.
3. Вызвать (самостоятельно или с помощью окружающих) «скорую помощь».
4. Определить наличие пульса на сонной артерии, реакции зрачков на свет, самостоятельного дыхания.
5. При отсутствии признаков жизни провести сердечно-легочную реанимацию.
6. При восстановлении самостоятельного дыхания и сердцебиения придать пострадавшему устойчивое боковое положение.
7. Если пострадавший пришел в сознание, укрыть и согреть его. Следить за его состоянием до прибытия медицинского персонала, может наступить повторная остановка сердца.

Охрана окружающей среды

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды. К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу) [10];

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят:

- отделение металлических частей от неметаллических;
- переплавка металлических частей для последующего производства;
- специальная переработка неметаллических частей компьютера;

В настоящее время ведется создание и внедрение безотходной технологии в ряде отраслей промышленности, однако полный перевод ведущих отраслей промышленности на безотходную технологию потребует решения большого комплекса весьма сложных технологических, конструкторских и организационных задач.

Защита в чрезвычайных ситуациях

В помещении имеется электропроводка напряжением 220 В, предназначенная для питания вычислительной техники и освещения. При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи может произойти возгорание, которое грозит уничтожением техники, документов и другого имеющегося оборудования.

Данное помещение относится к категории Д (наличие твердых сгораемых вещей). Необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта;
- эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;
- технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.

Организационные мероприятия:

- Противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- Обучение персонала правилам техники безопасности;
- Издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- Соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- Обеспечение свободного подхода к оборудованию;
- Содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных требований при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В коридоре имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5, рубильник, на двери приведен план эвакуации в случае пожара, и, на досягаемом расстоянии, находится пожарный щит.

Наиболее дешевым и простым средством пожаротушения является вода, поступающая из обычного водопровода. Для осуществления эффективного тушения огня используют пожарные рукава и стволы, находящиеся в специальных шкафах, расположенных в коридоре. В пунктах первичных средств огнетушения должны располагаться ящик с песком, пожарные ведра и топор.

Если возгорание произошло в электроустановке, для его устранения должны использоваться огнетушители углекислотные типа ОУ-2 или порошковые типа ОП-5. Кроме устранения самого очага пожара нужно своевременно организовать эвакуацию людей.

3.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Обеспечение безопасности на рабочем месте подразумевает различные правовые и организационные решения.

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д.

Согласно СанПиН [6] при размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора) должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 - 2,0 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом

его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 - 0,7.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, полумягкой, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Экономическая оценка является важной частью исследовательской деятельности. Разработка должна не только выполнять свои функциональные назначения, но и быть финансово выгодно, как при производстве, так и при эксплуатации.

Объектом экономической части дипломной работы является манипулятор для установки компонентов.

Цель - оценка конкурентоспособности коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования.

Задачи:

- Определение потенциальных потребителей;
- Анализ конкурентоспособности разрабатываемой конструкции;
- SWOT – анализ.

Анализ рынка

Манипулятор для установки SMD-компонентов принадлежит рынку электротехнических изделий и монтажа. Разрабатываемая конструкция будет востребованной в сфере мелкосерийных, единичных и опытных производств электротехники – везде где используются электронные печатные платы, ввиду его универсальности, большей компактности по отношению к аналогам автоматического типа, и автоматичностью, по отношению к аналогам полуавтоматам и ручным установщикам, за счёт чего можно будет достигнуть более высокой производительности и точности при установке компонентов.

Целевая аудитория

Целевую аудиторию могут составлять:

- Мелкосерийные и опытные производства использующие технологии SMT;
- Предприятия выпускающие продукцию на основе печатных плат.

Конкурентный анализ

Анализ конкуренции позволяет определить вероятное место продукции на рынке среди компаний, производящих схожий продукт. Правильный анализ и оценка конкурентной среды предприятия позволяет создать устойчивое конкурентное преимущество продукта, выбрать правильные каналы коммуникации и понизить операционные риски. В условиях современного рынка, продукция может испытывать конкуренцию как со стороны мирового рынка, так и со стороны фирм внутри страны.

Мировой рынок:

- «Vokar International» – крупная американская фирма которая выпускает и продаёт инновационные изделия для SMT-монтажа;
- «Fritsch» – крупная немецкая фирма, занимающаяся разработкой и сборкой различных изделий для установки SMD и не только;
- «Планар-СО» – белорусский производитель электронного машиностроения, специализирующийся на выпуске ручных и полуавтоматических устройств для установки SMD-компонентов, и других сферах электронного машиностроения;

Российский рынок:

- «НТФ «Техно-Альянс Электроникс» («Термопро») – производство технологического оборудования для единичного и мелкосерийного производств электроники Российского рынка.

Для определения конкурентоспособности нашей разработки сравним характеристики манипулятора с аналогами конкурентов.

Наш манипулятор обладает габаритами чуть больше полуавтоматического манипулятора аналога ХМР-300 (производство фирмы «Vokar» 670*730*310 мм), в то же время является автоматическим,

большинство других же автоматических манипуляторов для установки компонентов имеют значительно большие размеры (например габариты автоматического манипулятора PlaceALL 610 компании «Fritsch», 1060*1060*1350 мм), что не всегда удобно при перемещении, установке, и эксплуатации, особенно в условиях мелкосерийных и единичных производств.

Таким образом, сочетая в себе параметры и возможности одновременно автоматических и полуавтоматических установщиков, разрабатываемая продукция действительно уникальна, и конкурентоспособна.

SWOT – анализ

SWOT – вид ситуационного анализа, позволяющий оценить текущую и будущую конкурентоспособность товара компании на рынке с помощью анализа внутренней и внешней среды организации, а также соотношения ее сильных и слабых сторон. Для проведения качественного SWOT-анализа, необходимо провести такие анализы, как SNW и PEST (PESTLE), в нашем случае мы ими пренебрегаем. SWOT – анализ проекта представлен в таблице 4.

Таблица 4. SWOT - анализ

S – STRENGTH (Сильные стороны)	W – Weakness (Слабые стороны)
1. Уникальность продукции 2. Самостоятельное производство некоторых составных деталей. 3. Относительная простота конструкции по сравнению с аналогами 4. Востребованность рынка в данном оборудовании 5. Меньшие габариты по сравнению с аналогами автоматического типа	1. Угроза со стороны крупных компаний 2. Единичное (мелкосерийное) производство

О – Opportunities (Возможности)	Т – Treats (Угрозы)
1. Использование инфраструктуры ТПУ 2. Возможности быстрого роста спроса и развития 3. Возможен приток частного капитала	1. Нестабильное финансирование 2. Высокая конкуренция

Составим матрицу сильных сторон и возможностей, результаты занесем в таблицу 5.

Таблица 5. Матрица сильных сторон и возможностей

		Возможности проекта		
		O1	O2	O3
		Использов	Уникаль-	Возможност
Сильные стороны проекта	S1	ание инфраструктуры ТПУ поможет усовершенст- вовывать технологическую часть продукта	ность продукции способствует быстрому росту спроса	и притока частного капитала положительно сказываются на разработках уникальности данной продукции
	S2	Возмож- ности инфра- структуры ТПУ способствуют са-	Самостоя- тельное произ- водство некоторых деталей способ-	-

		мостоятельному производству некоторых деталей	ствуется исключению зависимости от некоторых пос- тавщиков и произ- водителей, что бла- гоприятно сказыва- ется на уменьше- нии требуемого времени	
	S3	Возмож- ности инфра- структуры ТПУ способствуют са- мостоятельной сборке продук- ции	Простота изготовления конструкции положительно сказывается на росте спроса, ввиду уменьшения требуемого времени на изготовление данной конструкции	-
	S4	-	Благодаря уникальному сочетанию характеристик полуавтоматического и автомати-ческого манипуля-торов, востребован-ность рынка в данном оборудо-вании будет	Востребован ность рынка в данном оборудо- вании предполагают возможность увели- чения числа возможных инвесторов

			поло-жительно сказы-ваться на росте спроса	
	S5	-	Благодаря малым габаритам, на основе этой конструкции можно дополни-тельно разра-ботать множество аналогов, что положительно влияет на спрос и развитие	Востребован ность рынка в данном оборудо- вании предполагают возможность увели- чении числа возможных инвесторов

Сопоставление слабых сторон и угроз отображается в таблице 6.

Таблица 6. Матрица слабых сторон и угроз

		Угрозы	
		T1	T2
Слабые стороны проекта	W1	Нестабильное финансирование может привести к отставанию по технологическим разработкам от наших конкурентов. Выход: искать больше спонсоров и источников финансирования, иметь запасные накопительные фонды;	По причине технического развития крупных фирм и компаний конкурентов, наша конструкция может стать менее уникальной и менее востребованной. Для предотвращения этого нужно следить за миром технологий и по возможности применять новинки в своём производстве;
	W2	При отсутствии достаточных средств наступает банкротство предприятия. Выход: искать больше спонсоров и источников финансирования, иметь запасные	Единичное (мелкосерийное) производство подвержено более высокой конкуренции, чем крупносерийное производство. Выход: нужно следить за миром технологий и по возможности

		накопительные фонды;	применять новинки в своём производстве, чтобы быть более конкурентоспособными;
--	--	----------------------	--

В результате оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования было выявлено место продукции на рынке, проанализированы преимущества и недостатки продукции по отношению к продукции конкурентов, а также выявлены возможные угрозы и возможности проекта.

В условиях современного рынка, отрасль техники для установки компонентов на печатные платы высоко востребована, и существуют тенденции к спросу подобной техники. Несмотря на определённые недостатки, разрабатываемая конструкция будет иметь некоторые преимущества, как над зарубежной техникой, так и над отечественной, следовательно, будет востребована.

Подводя итог, можно сказать, что подобное исследование имеет экономическое обоснование, а значит, принесёт прибыль.

Технологическая часть

Машиностроительную отрасль без преувеличения называют основой промышленного производства любой страны. Важность его стабильного развития для экономики определяется тем фактом, что на протяжении нескольких столетий сектор остается единственным поставщиком капитальных ресурсов на предприятия прочих отраслей. Машиностроение обеспечивает любое производство машинами и оборудованием, а население – предметами потребления. Сегодня нереально представить себе сферу человеческой жизни, в которой тем или иным образом не использовалась бы продукция отраслей машиностроения. От уровня машиностроения, в конечном итоге, зависит устойчивость и эффективность развития других секторов и всей экономики в целом.

Высокие входные барьеры на рынки машиностроительной отрасли, благодаря высокому уровню требуемых ресурсов, эффективно препятствуют проникновению новых российских игроков, что, теоретически, должно добавлять привлекательности данной отрасли. Но эти рынки вышли за рамки государственных границ, потребители имеют возможность выбирать продукцию иностранных компаний. И эти же барьеры являются бесполезными для защиты от внутриотраслевой конкуренции со стороны международных компаний, которые располагают большим капиталом, известным брендом, обширными интеллектуальными ресурсами в виде патентов, собственных разработок, более масштабными рынками сбыта. Это позволяет зарубежным предприятиям экономить на издержках, не нанося ущерб качеству продукции, быстрее окупать инвестиции, что ставит их в более выгодное положение в сравнении с отечественными компаниями. [11]

Жесткая конкуренция со стороны транснациональных компаний пагубно влияет на отечественный машиностроительный сектор, снижая

привлекательность отрасли и прибыльность российского бизнеса в этой сфере. Подтверждают это и данные Госкомстата. Несмотря на то, что до кризиса этот сектор характеризовался высокими и устойчивыми темпами роста и совокупный оборот российских компаний вырос на 20%, большинство экономических показателей уже тогда указывали на низкую доходность. Средний показатель рентабельности продаж по отрасли составил в 2009 году 6%, в некоторых подотраслях, например, производство транспортных средств и оборудования показатель упал до 1%. Коэффициент текущей ликвидности в 2009 году составил в среднем по отрасли 1,25. Анализ платежеспособности предприятий сектора показал, что наименьшие риски банкротства свойственны производителям электрооборудования, где коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами составил 11,2, тогда как в отраслях производства машин и оборудования он составил всего 2,2, а в отраслях транспортных средств и оборудования оказался отрицательным -19.

Ликвидные акции машиностроительного сектора крайне малочисленны, практически все они торгуются на ММВБ и входят в расчет индекса MICEX Manufacturing. В их числе акции компаний транспортного машиностроения АвтоВАЗ, Sollers, КАМАЗ, УАЗ, Иркут, ОМЗ. Практически все эти компании относятся к подотраслям автомобилестроения, получающие поддержку государства. Доля машиностроительного сектора в совокупной капитализации акций ММВБ снизилась с 2% до 0,9%.

При пассивном отношении к сложившейся ситуации в машиностроительной отрасли перспективы неутешительны. Экспорт отечественной продукции с каждым годом все меньше, более того, возрастает роль импортной продукции на нашем отечественном рынке. Например, в тяжелом машиностроении объем импорта с 2003 по 2008 год вырос в 8,5 раз. [12]

Проектирование технологического процесса изготовления детали

Согласно Единой системе технологической документации (ЕСТД) (ГОСТ 3.1109-82) различают три вида технологических процессов (ТП): единичный, типовой и групповой. Технологические процессы разрабатывают для изготовления нового изделия или совершенствования выпускаемого.

Единичный ТП - это ТП изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства. Единичные ТП разрабатывают для изготовления оригинальных изделий (деталей, сборочных единиц), не имеющих общих конструктивных и технологических признаков с изделиями, ранее изготовленными на предприятии.

Типовой ТП - это ТП изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками, характеризующийся общностью содержания и последовательности выполнения операций и переходов. Типовой ТП разрабатывают для крупносерийного и массового производства.

Групповой ТП - это ТП изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками; Групповые ТП разрабатывают для всех типов производств только на уровне предприятия.

Основным фактором при составлении технологического процесса является тип производства. По условию курсовой работы, технологический процесс должен быть составлен для единичного или мелкосерийного производства.

Выбор заготовки.

Заготовка – предмет труда, из которого изменением формы и размеров, свойств поверхности и материала изготавливают деталь. На заготовительной операции заготовку приводят к форме и состоянию наиболее удобным для дальнейшей обработки механическим, термическим и др. методами обработки. Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования, требования к качеству готовой детали, экономичности изготовления. При выборе заготовки необходимо стремиться к выбору такой конструктивной формы заготовки, которая бы максимально приближалась к форме и свойствам готовой детали [13].

Для единичного и мелкосерийного производств характерно то, что большая часть металла уходит в стружку, из чего следует, что заготовка не совсем соответствует форме готового изделия. На основании чертежа детали можно сделать вывод что наиболее подходящей по вышеуказанным критериям заготовкой является круг, однако в этом курсовом проекте была выбрана отливка (согласовано с руководителем).

Заготовка выполняется из Ст-45Л, ГОСТ 977-88. Химический состав таблица 7:

Таблица 7. Химический состав Ст-45Л.

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0.20-0.52
Марганец (Mn)	0.40-0.90
Медь (Cu), не более	0.30
Никель (Ni), не более	0.30
Сера (S), не более	0.045
Углерод (C)	0.42-0.50

Фосфор (P), не более	0.04
Хром (Cr), не более	0.30

Анализ технологичности конструкции детали

В соответствии с ГОСТ 14.205—83, технологичность — это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ.

Требования к технологичности конструкции детали согласно ГОСТ 14.204-73 следующие:

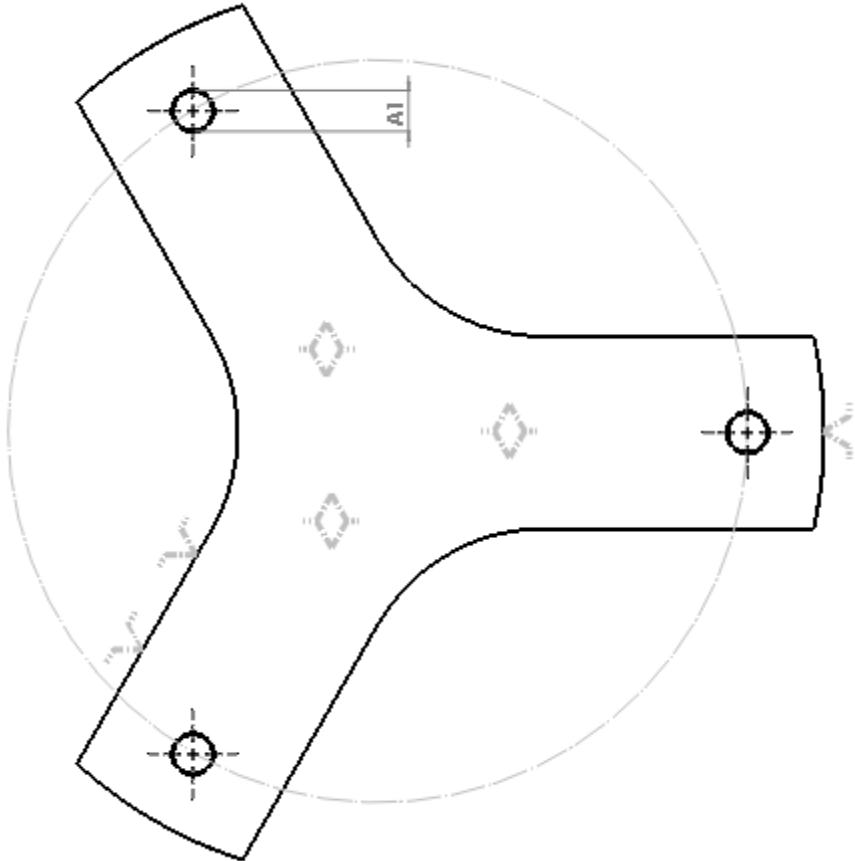
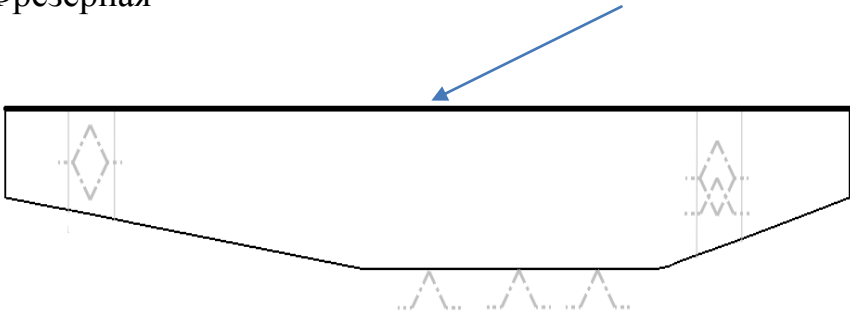
- конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом;
- детали должны изготавливаться из стандартных и унифицированных заготовок или заготовок, полученных рациональным способом;
- размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные степень точности и шероховатость;
- физико-химические и механические свойства материала, жесткость детали, ее форма и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления;
- показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля;
- конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления.

Проведя анализ технологичности детали с точки зрения ее изготовления можно сделать следующие выводы:

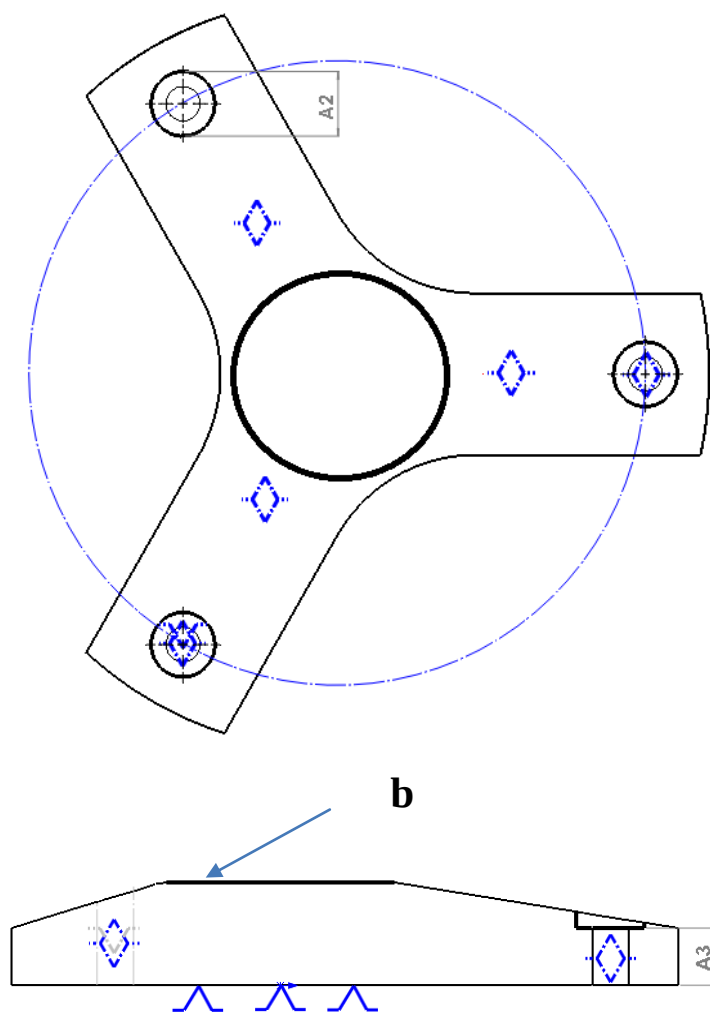
- все размеры с заданной точностью и шероховатостью поверхности можно обеспечить на универсальном оборудовании и на оборудовании с ЧПУ
- обрабатываемые поверхности легко доступны для режущего инструмента
- максимальная точность на диаметральные размеры – 7 квалитет, на линейные – 9.
- по форме заготовка максимально приближена к детали.

На основании вышесказанного, а также чертежа детали, можно сделать вывод, что деталь является технологичной, соответствуя большинству параметров.

Таблица 8. Технологический маршрут обработки детали

№	Операция/Базирование	Обработка
1.	Сверлильная 	Сверлить 3 выдерживая размер A1 насквозь.
2.	Фрезерная  а	Переустановить деталь в два пальца – короткий цилиндрический и короткий срезанный. Фрезеровать поверхность а.

3. Фрезерная

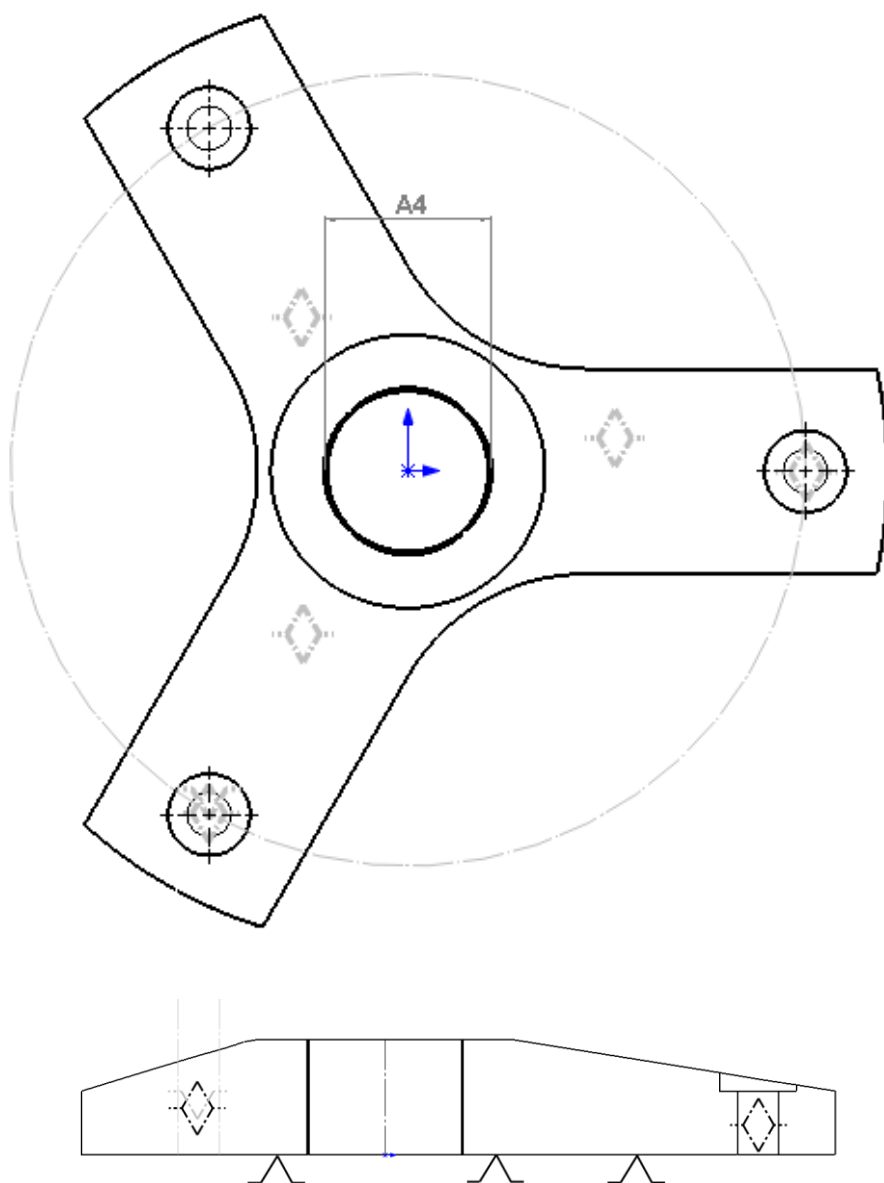


Переустановить
деталь, перевернув.
Фрезеровать 3 отв
выдерживая размеры
A2 и A3, фрезеровать
поверхность **b**

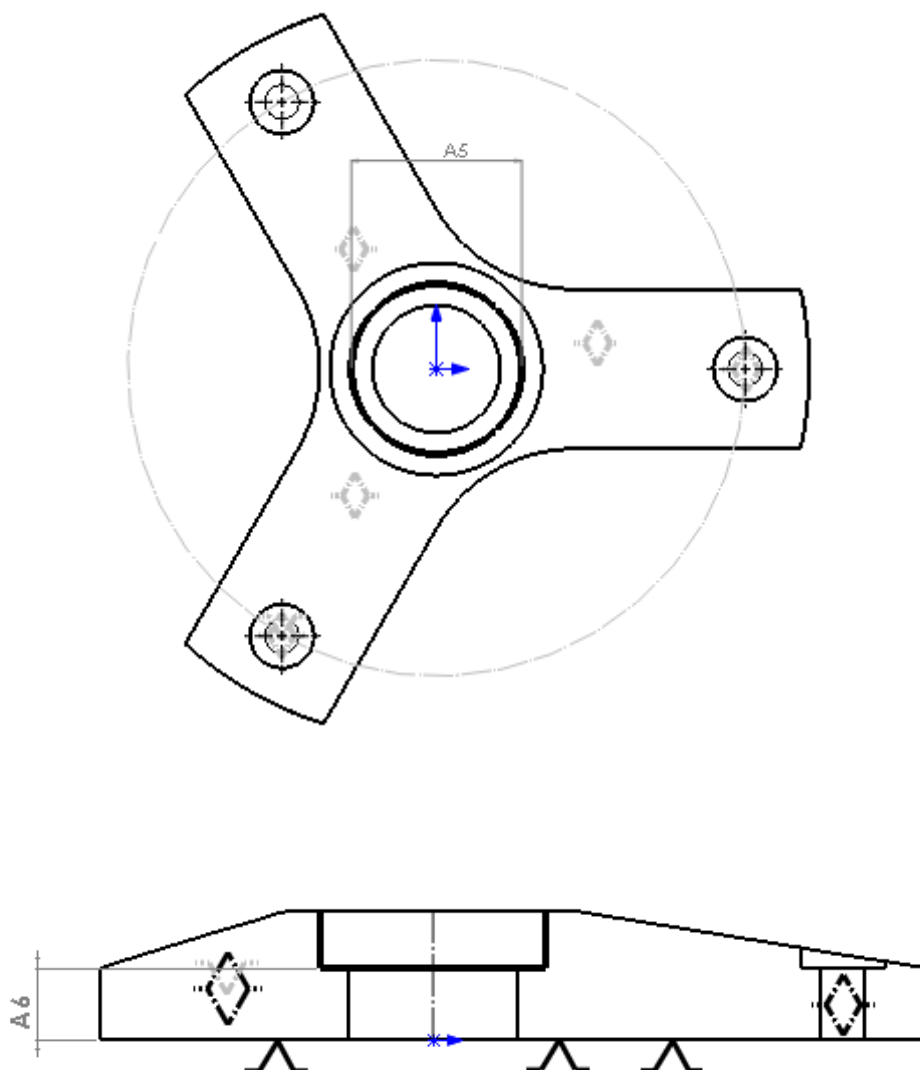
4. Сверлильная

Сверлить отверстие
размером A4

насквозь.

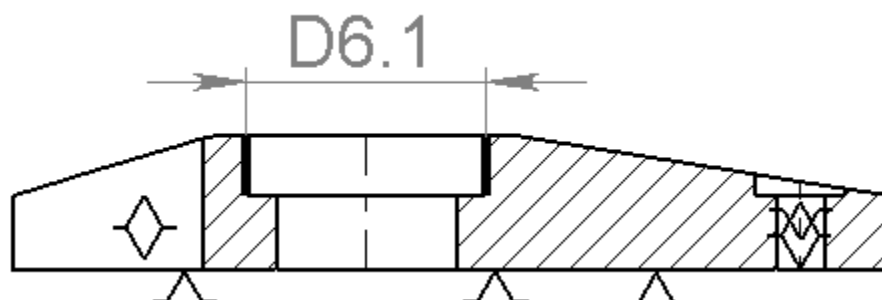


5. Фрезерная

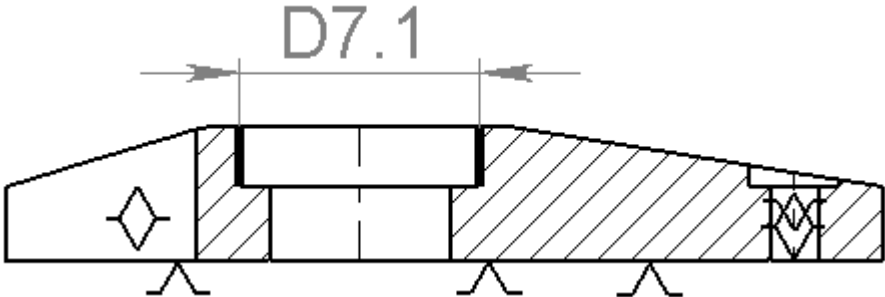
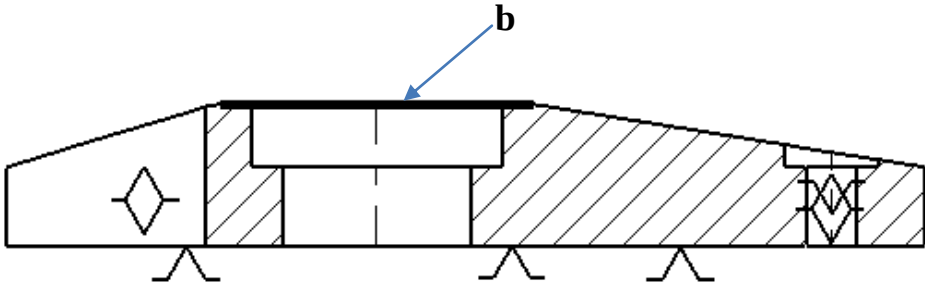
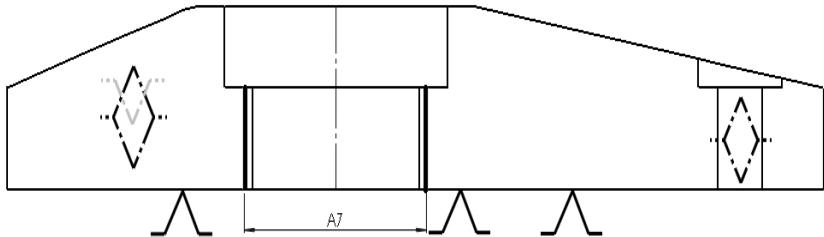


Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры A5 и A6.

6 Фрезерование



Чистовое фрезерование отверстия с целью получения размера с качеством точности 9

7	Фрезерная		Тонкое фрезерование отверстия с целью получения размера с качеством точности 7
8	Фрезерная		Фрезеровать поверхность b до необходимой шероховатости
9	Резьбофрезерная.		Фрезеровать резьбу выдерживая размер A7

Расчёт припусков

$$Z_{min} = (Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \Delta y_i^2}$$

Где Z_{min} – минимальный припуск на обработку, мкм; Rz_{i-1} – величина шероховатости с предыдущей операции, мкм; h_{i-1} – величина дефектного слоя поверхности детали, мкм; $\rho_{\Sigma i-1}$ – величина пространственного

отклонения после предыдущей операции, мкм; Δy_{i-1} – погрешность установки обрабатываемой заготовки, мкм.

$$\Delta y_{i-1} = 0 \text{ – согласовано с руководителем}$$

$$\rho_{\Sigma i-1} = \sqrt{(\Delta y * l)^2 + C_0^2} \approx 22,3 \text{ мкм, для первой операции.}$$

В дальнейшем, это значение будет уменьшаться за счёт

$$K_u = 0.06 \text{ – коэффициент уточнения}$$

(в ходе расчётов используем формулы и значения из [14, стр. 175-196])

(таблица со значениями: Приложение Д)

1. Расчёт припуска:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{\Sigma i-1};$$

Минимальный припуск на черновое фрезерование:

$$Z1_{\min} = (63+80+22,3) = 162,3 \text{ (мкм);}$$

Минимальный припуск на чистовое фрезерование:

$$Z2_{\min} = (20+20+1,3) = 41,3 \text{ (мкм);}$$

Минимальный припуск на тонкое фрезерование:

$$Z3_{\min} = (10+10+0,1) = 20,1 \text{ (мкм);}$$

2. Расчёт номинальных размеров:

$$A_{\min i} = A_{\max i} - T A_i$$

$$A_{\max 3} = 80.03 \text{ (мм);}$$

$$A_{\min 3} = 80.03 - 0.074 = 79.956 \text{ (мм);}$$

$$A_{\min 2} = 79.978 - 0.190 = 79.778 \text{ (мм);}$$

$$A_{\min 1} = 79.978 - 79.907 = 79.607 \text{ (мм);}$$

3. Расчёт размеров по переходам:

$$A_{\max i-1} = A_{\max i} - 2 z_{\min i};$$

$$A_{\max 3} = 80.030 - 2*0.02 = 79.978 \text{ (мм);}$$

$$A_{\max 2} = 79.978 - 2 \cdot 41.3 = 79.907(\text{мм});$$

$$A_{\max 1} = 79.978 - 2 \cdot 165.3 = 79.577(\text{мм});$$

4. расчёт максимальных припусков:

$$z_{\max i} = A_{\max i} - A_{\min i-1}$$

$$z_{\max 3} = 223.3 \text{ (мкм)};$$

$$z_{\max 2} = 48.8 \text{ (мкм)};$$

$$z_{\max 1} = 22.4(\text{мкм});$$

Чтобы удостовериться в точности расчётов проведём проверку:

$$2z_{i \max} - 2z_{i \min} = T_{Di-1} - T_{Di}$$

$$2 \cdot 223.3 - 2 \cdot 165.3 = 190 - 74$$

$$74 = 74$$

Расчёты верны.

Расчёт режимов резания:

Расчёт режимов резания производится для третьей операции (фрезерная) на которой различными фрезами будет производиться обработка 3 отверстий и плоскости. Расчёт режимов резания включает в себя: расчёт силы резания, расчёт крутящего момента и расчёт мощности резания, на основании которой делается окончательный выбор модели оборудования.

(в ходе расчётов будем использовать формулы и значения из [15, стр. 282-292])

Расчётные формулы:

1. Скорость резания – окружная скорость фрезы:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} * K_v, \text{ м/мин}$$

2. Частота вращения фрезы:

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \text{ об/мин}$$

3. Сила резания – главная составляющая, окружная сила:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{mp}, \text{ Н}$$

4. Крутящий момент на шпинделе:

$$M_{KP} = \frac{P_z D}{2 * 100}, \text{ Н * м}$$

5. Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 * 60}, \text{ кВт}$$

Таблица 9. Значения коэффициентов к расчётным формулам

Фрезерование отверстий				Фрезерование плоскости			
C_v	46,7	C_p	68,2	C_v	64,7	C_p	82,5
q	0,45	q	0,45	q	0,25	q	1,1
x	0,5	x	0,86	x	0,1	x	0,95
y	0,5	y	0,72	y	0,2	y	0,8
u	0,1	u	0.1	u	0,15	u	1,1
p	0,1	w	0	p	0	w	0
m	0,33			m	0,2		
T	120			T	180		
$s_z, мм/зуб$	0.016			$s_z, мм/зуб$	0.1		
D, mm	36			D, mm	125		
B, mm	7.2			B, mm	100		
t, mm	20			t, mm	0.4		
z	6			z	14		
K_v	$K_v=K_{tv}*K_{pv}*K_{uv}=1.39$ (общий поправочный коэффициент, на скорость резания, учитывающий фактические условия резания: K_{tv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала; K_{pv} – коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки; K_{uv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента)						
K_{tr}	$K_{tr}=0.906$ (поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала)						

Подставив все коэффициенты в формулы, мы получим следующие значения:

Таблица 10. Результаты расчётов

Фрезерование отверстий		Фрезерование плоскости	
$v, \text{ м/мин}$	81,361	$v, \text{ м/мин}$	92,659
$n, \text{ об/мин}$	719,751	$n, \text{ об/мин}$	236,073
$P_z, \text{ Н}$	603,094	$P_z, \text{ Н}$	543,423
$M_{кр}, \text{ Н*м}$	108,557	$M_{кр}, \text{ Н*м}$	339,64
$Ne, \text{ кВт}$	0,802	$Ne, \text{ кВт}$	0,722

В ходе расчётов выявлена наибольшая мощность, затрачиваемая на данной операции: $Ne = 0,802 \text{ кВт}$. Основываясь на этих данных, а также габаритах заготовки, выберем наиболее подходящее оборудование для этой операции.

Выбор оборудования для операции с ЧПУ

Выбор оборудования для операции с ЧПУ производится на основе максимальной расчётной мощности для данной операции и по габаритам обрабатываемой детали.

Таблица 11. Вертикально-фрезерный станок UM-50 с ЧПУ Mitsubishi M70

Рабочая зона	
Перемещение по оси X, мм	500
Перемещение по оси Y, мм	400
Перемещение по оси Z, мм	300
Мин. расстояние между столом и фланцем шпинделя, мм	200
Стол	
Габаритные размеры, мм	620*420
Нагрузка на стол, кг	300
Т-образные пазы, мм	3*18*125

Шпиндельный узел	
Мощность, кВт	5,5
Скорость вращения шпинделя, об/мин	12000 (15000, 24000)
Передача вращения шпинделя	Прямая
Внутренний диаметр подшипника, мм	45
Конус шпинделя	BT 30
Скорость подачи	
Скорость холостого хода по осям X, Y, и Z м/мин	48
Рабочая подача на все оси, м/мин	12
Мощность приводов X/Y/Z, кВт	1,5/1,5/2
Диаметр ШВП, мм	32
Тип направляющих	качения шариковые
Инструментальный магазин	
Количество позиций, шт.	14
Устройство смены инструмента	Револьверного типа
Макс. диаметр инструмента/через одно гнездо, мм	80
Время смены инструмента (инструмент на инструмент), сек	1,4
Макс. длина инструмента, мм	250
Макс. вес инструмента, кг	3
Хвостовик инструмента	BT30
Точность станка	
Точность позиционирования, мм	±0,005
Точность повторяемости, мм	±0,003
Мощность помпы, кВт	0,75*1,27
Потребление сжатого воздуха, кг/см*	5,5
Система ЧПУ	Mitsubishi M70, FANUC
Габаритные размеры	
Длина станка, м	1,5
Ширина станка, м	1,62
Высота станка, м	2,3
Вес станка, кг	2200

Таблица 12. Выбор инструмента

Для фрезерования отверстий	Для фрезерования плоскости
Фреза концевая, цельная из быстрорежущей стали, P6M5	Фреза торцевая, насадная с ножами из быстрорежущей стали P6M5.
D=36 мм, z=6	D= 125 мм, z=14
Фреза 2223-0158 ГОСТ 17026-71	Фреза 125 ГОСТ 1092-80

Выбор средств технического контроля

Для контроля размеров получаемых на данной операции целесообразно выбрать Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89, поскольку данная модель штангенциркуля удовлетворяет требованиям по измерению точности, а также имеет необходимый для контроля глубины отверстия глубиномер.

Нормирование технологической операции

Проведём нормирование для той же технологической операции, для которой провели расчёт режимов резания. Нормирование заключается в определении штучного времени. Расчет норм времени осуществляется на основании РТК (см. Приложение В и Приложение Г). Нормирование технологической операции будет осуществляться согласно [16].

Время автоматической работы станка по программе рассчитывается согласно [16, стр5, формула 1.3]:

$$T_a = T_{oa} + T_{ва};$$

Основное время автоматической работы станка считается по формуле согласно [16, стр5, формула 1.4]:

$$T_{oa} = \sum \frac{L_i}{S_i \cdot n_i} \cdot i$$

где T_{oa} - машинное время для всех переходов, мин;

L_i – путь пройденный i -м инструментом на рабочей подаче, мм;

S_i - рабочая подача для i -го инструмента, мм/об;

n_i - рабочая частота вращения шпинделя, об/мин;

i – число проходов i -го инструмента.

Т.о. T_{oa} у нас будет состоять из двух значений: T_{oa} для фрезерования отверстий (обозначим его $T_{фо}$) и T_{oa} для фрезерования плоскости (обозначим его $T_{фп}$).

$$T_{фо} = \frac{35 + 35 + 35}{69,1 \cdot 719,751} \cdot 1 = 0,002 \text{ мин}$$

$$T_{фп} = \frac{260}{330,5 \cdot 236,073} \cdot 1 = 0,002 \text{ мин}$$

$$T_{oa} = 0,002 + 0,003 = 0,005 \text{ мин}$$

Расчёт вспомогательного времени

Расчет вспомогательного времени ведется согласно [17]:

$$T_{\text{ва}} = T_{\text{вха}} + T_{\text{ост}};$$

$T_{\text{вха}}$ – время на выполнение операционных вспомогательных ходов.

$T_{\text{ост}}$ – время технологических пауз.

Определение времени, требующегося на холостые ходы и смену инструмента, рассчитывается согласно [17]

$$T_{\text{вха}} = \frac{\sum L_{\text{xx}}}{S_{\text{xx}}} \cdot i + T_{\text{см}}$$

где T_{xx} - время на холостые перемещения, мин;

L_{xx} – путь пройденный i -м инструментом на холостом ходу, мм;

S_{xx} - скорость холостых ходов, мм/мин;

i -число холостых ходов i -го инструмента;

$T_{\text{см.}}$ - время смены инструмента, мин; $T_{\text{см.}}=0,023$ мин (1,4 сек).

Тогда:

$$\begin{aligned} T_{\text{вха}} &= \\ &= \frac{145 + 35 + \sqrt{212,5^2 + 125,5^2} + 251 + \sqrt{72,5^2 + 125,5^2} + 15 + 130 + 130}{48000} \\ &+ 0,023 = 0,042 \text{ мин} \end{aligned}$$

$$T_{\text{ост}} = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{\text{во}} = 0,042 + 0,2 = 0,242 \text{ мин}$$

$$T_a = 0,005 + 0,242 = 0,247 \text{ мин}$$

Расчет времени вспомогательной ручной работы [16, стр5, формула 1.5]:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{ву}} + T_{\text{ви}} + T_{\text{во}} ;$$

$T_{\text{ву}}$ – вспомогательное время на снятие и установку детали;

$T_{\text{вy}}$ выбираем из [16. стр.77, карта 13]

$$T_{\text{вy}} = 0,18 \text{ мин}$$

$T_{\text{вo}}$ – вспомогательное время, связанное с выполнением операции;

$$T_{\text{вo}} = 0,60 \text{ мин [16. стр.79, карта 14]}$$

$T_{\text{ви}}$ – вспомогательное неперекрываемое время на контрольные измерения;

$$T_{\text{ви}} = 0,11 + 0,14 = 0,25 \text{ мин [16. стр.84 – 85, карта 15]}$$

$$T_{\text{в}} = 0,18 + 0,6 + 0,25 = 1,03 \text{ мин}$$

$$T_{\text{опер}} = T_{\text{o}} + T_{\text{в}} = 0,247 + 1,03 = 1,277 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{отдыха}} = T_{\text{опер}} \cdot (4\% - 8\%)$$

$$T_{\text{обсл}} = 0,077 \text{ мин}$$

Расчёт подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время рассчитывается как сумма слагаемых:

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{оснащ}} + T_{\text{налад}} + T_{\text{инструкт}}$$

$T_{\text{оснащ}}$ -время на получение инструмента, оснастки и документации.

$T_{\text{инструкт}}$ - время на инструктаж рабочего.

$T_{\text{налад}}$ -время на наладку оборудования. Рассчитывается как сумма следующих параметров:

$$T_{\text{налад}} = i \cdot T_{\text{инстр}} + T_{\text{креп}} + T_{\text{подгот}}$$

i - количество инструмента

$T_{\text{инстр}}$ - время на единицу инструмента.

$T_{\text{креп}}$ – слагаемое времени, зависящее от способа крепления заготовки

$T_{\text{подгот}}$ - время на подготовку оснастки

Пользуясь [6. стр.102, карта 26], получим

$$T_{\text{налад}} = 2 \cdot 0,3 + 6 + 6 = 12,6 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пз}} = 4 + 12,6 + 2 = 18,6 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_a + T_b + T_{\text{отдыха}} + T_{\text{обсл}} + \frac{T_{\text{пз}}}{N}$$

Где, N – партия деталей, принятая за 100

$$T_{\text{шт}} = 0,247 + 1,03 + 0,077 + 0,077 + \frac{18,6}{100} = 1,617 \text{ мин}$$

Расчёт приспособлений.

Произведём расчёт усилия силы зажима для операции фрезерования трёх отверстий (3 операция).

$$Q = \frac{k * P}{f_1 * f_2}, \text{ где}$$

где f_1 - коэффициент трения между заготовкой и зажимом, f_2 - между заготовкой и установочными элементами.

$P=P_z$, сила резания, k – коэффициент запаса,

$$k = k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6$$

k_0 – гарантированный коэффициент запаса – рекомендуется принимать для всех случаев равным **1,5**;

k_1 - коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания. При черновой обработке $k_1=1,2$; при чистовой и отделочной обработке $k_1=1$.

k_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента.

k_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании. При точении с ударами и торцовом фрезеровании он достигает значения **1,2**. При обработке без ударов $k_3=1,0$.

k_4 – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима. Для ручных зажимных устройств $k_4=1,3$; для механических устройств прямого действия (пневматических, гидравлических и т.п.) $k_4=1,0$. Если величина допуска на размер заготовки влияет на силу закрепления, что имеет место при использовании пневмокамер, мембранных патронов и т.п., $k_4=1,2$.

k_5 – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. При удобном расположении и малом диапазоне угла её поворота $k_5=1,0$, при большом диапазоне (более 90°) $k_5=1,2$.

k_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку. Если заготовка установлена базовой плоскостью на опоры с ограниченной поверхностью контакта, $k_6=1,0$. Если на планки или другие элементы с большой поверхностью контакта, $k_6=1,5$.

Коэффициент k_2 для цилиндрического фрезерования стали равен **1.7**.

$$Q = \frac{1.5 * 1.7 * 1.2 * 1 * 1 * 1.5 * 603.94}{0.7 * 0.4} = \frac{2777}{0.28} = 9900.3 \text{ Н}$$

Таким образом, для данной операции необходимо усилие зажима равное **9.9 кН**.

После того, как мы выяснили необходимое усилие зажима, необходимо подобрать приспособление, которое сможет обеспечить его, при этом не мешая процессу обработки. Сама суть операции исключает приспособления, которые бы соприкасались с верхней поверхностью заготовки, поэтому одним из эффективных решений может быть вакуумный привод.

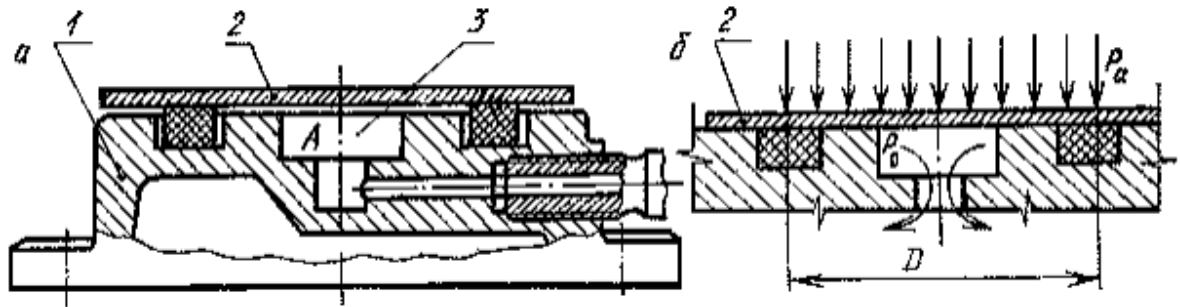


Рис. 7 Схема вакуумного приспособления с заготовкой. В открытом (а) и прижатом (б) состояниях. 1 – приспособление, 2 – заготовка 3 – камера.

Силу зажима, создаваемую вакуумным приводом, можно рассчитать по следующей формуле.

$$F_3 = (p_a - p_o) * S_a k_r$$

где: p_a – атмосферное давление (принимается равным 0,1013 МПа)

p_o – остаточное давление в камере после разрежения (принимается в пределах 0,01-0,015 Мпа).

S_a – активная площадь, мм². В случае, как на схеме - $S_a = \frac{\pi D^2}{4}$

k_r – коэффициент герметичности системы, $k_r = 0,8 - 0,85$

$F_3 \geq Q$, таким образом, F_3 должно быть как минимум 10кН.

$$F_3 = (0,1013 - 0,011) * 10^5 * \frac{3,14 * D^2}{4} * 0,82$$

$$10 * 10^3 = 0,058 * 10^5 * D^2$$

$$D^2 = \frac{10 * 10^3}{0,058 * 10^5} = \frac{10000}{58} = 172,414 \text{ мм}^2$$

$$D = \sqrt{172,414} = 13.2 \text{ мм}$$

Таким образом, наименьшим диаметром активной зоны будет 13.2, но предпочтительнее выбрать круглое число, поэтому остановимся на 14 мм. В этом случае сила зажима будет равна:

$$F_3 = (0,1013 - 0,011) * 10^5 * \frac{3,14 * 14^2}{4} * 0,82 = 11368 \text{ Н}$$

что соответствует условию $F_3 \geq Q$.

Заключение по разделу «Технология»

В результате проделанного курсового проекта, был спроектирован технологический процесс для единичного и мелкосерийного производства механической обработки изготовления детали «Опора». В процессе проектирования ТП получил навыки и знания, выбора заготовки, составления маршрута обработки, расчётов режимов резания и размерного анализа. После расчётов режимов резания, выбрал подходящее по мощности и размерам стола оборудование, режущий инструмент, оснастку и средства контроля. Проведено нормирование и расчёт усилия зажима.

Заключение

В ходе выполнения дипломной работы было проведено аналитическое исследование различных манипуляторов для установки компонентов. Разработана конструкция, соответствующая требованиям указанным в задании, обладающая простотой исполнения большинства компонентов и её последующей сборки, проведены исследования изделия в отношении экономической сферы и сферы социальной безопасности, поэтому можно считать поставленные задачи полностью выполненными.

Результаты работы довольно актуальны и имеют как теоретическую (как база для дальнейших исследований и улучшений) так и практическую (при сборке корпуса из МДФ себестоимость конструкции окажется ниже аналогов. Также немалое значение играет простота сборки – конструкцию можно собрать не имея больших производственных мощностей) значимость.

В дальнейшем предполагается провести дополнительные исследования с целью улучшения эффективности и эргономичности конструкции, а также возможностей её производства.

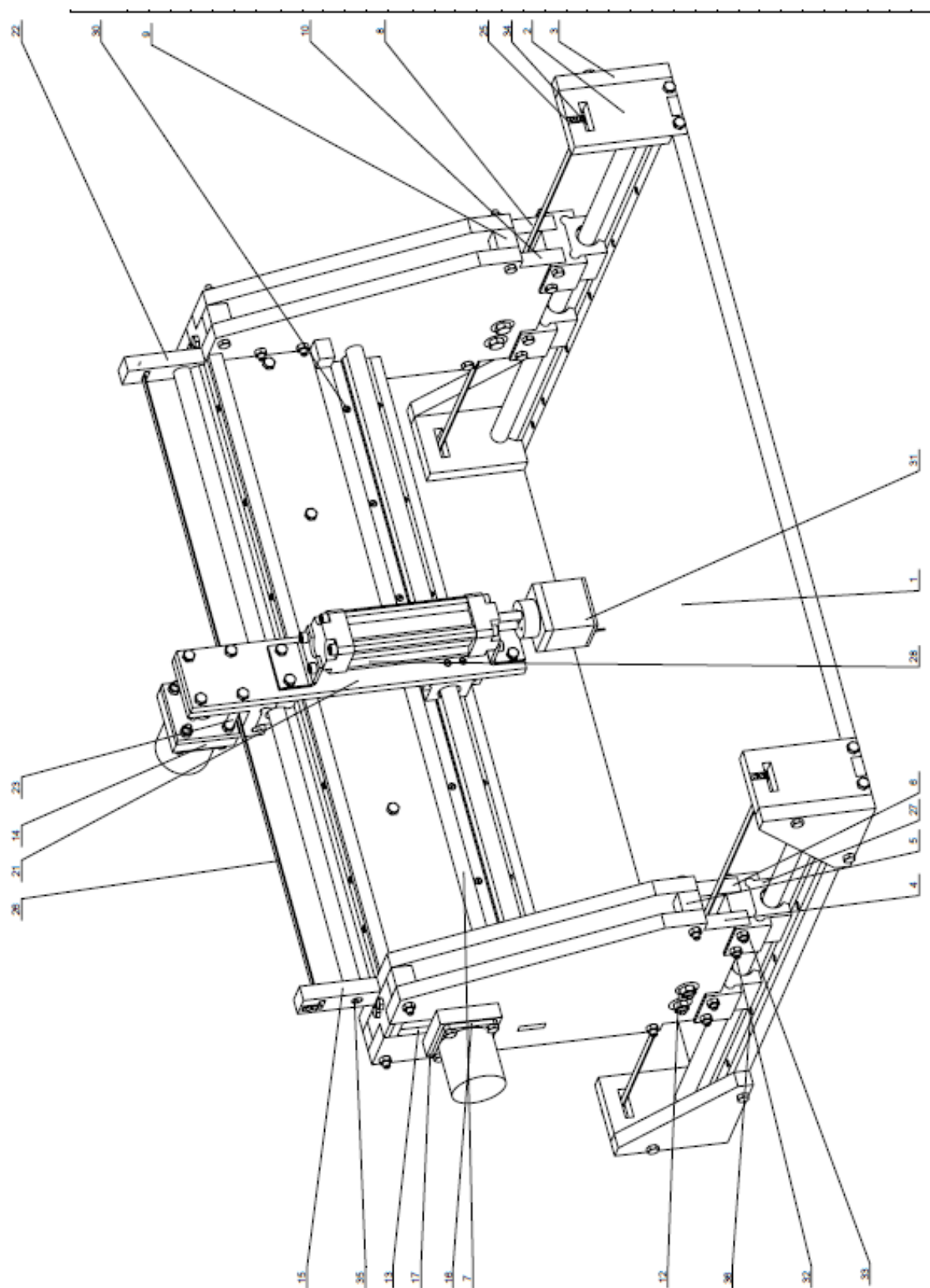
Список использованной литературы:

1. Ланин В., Петухов И., Царюк А. Сборка электронных модулей с поверхностным монтажом в мелкосерийном и опытном производстве // Технологии в электронной промышленности. 2011. №3. www.tech-e.ru
2. Ланин В., Васильев А. Манипуляторы для поверхностного монтажа электронных модулей. // Технологии в электронной промышленности. 2015. №4. www.tech-e.ru
3. Манипулятор ХМР-300 характеристики и параметры. www.bokar.com
4. Манипулятор SMP-330 характеристики и параметры . www.termopro.ru
5. Комплексные решения для производства электроники. 2015 // Global engineering. www.global-smt.ru
6. Романенко С.В Социальная ответственность – С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.
7. Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2 2.4.1340 – 03. – М., 2003
8. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.
9. Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР, 6-е издание – Энергоатомиздат, 1996. – 640с.

10. ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок
11. Сайфиева С.Н., Ермилина Д.А. Машиностроительный комплекс в структуре российской экономики // Вестник университета – 2008. - № 6 (16), с. 108-114.
12. Станкостроение в России: текущее состояние и современные тенденции развития [Электронный ресурс]. – 2013.– Режим доступа: http://www.mashportal.ru/machinery_russia-31956.aspx
13. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - 324 с.
14. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Справочник технолога машиностроителя. Т1. М.: Машиностроение, 1985.- 1152 с.: ил.
15. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Справочник технолога машиностроителя. Т2. М.: Машиностроение, 1985.- 1152 с.: ил.
16. Романова С.И. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов для нормирования работ, выполняемых на универсальных многоцелевых станках с числовым программным управлением. - Машиностроение, 1990 г.-316с.
17. Анализ технологичности конструкции детали. . [Электронный ресурс]– режим доступа: <http://1z0.ru/manufacture/9.html>

Приложения

Приложение А



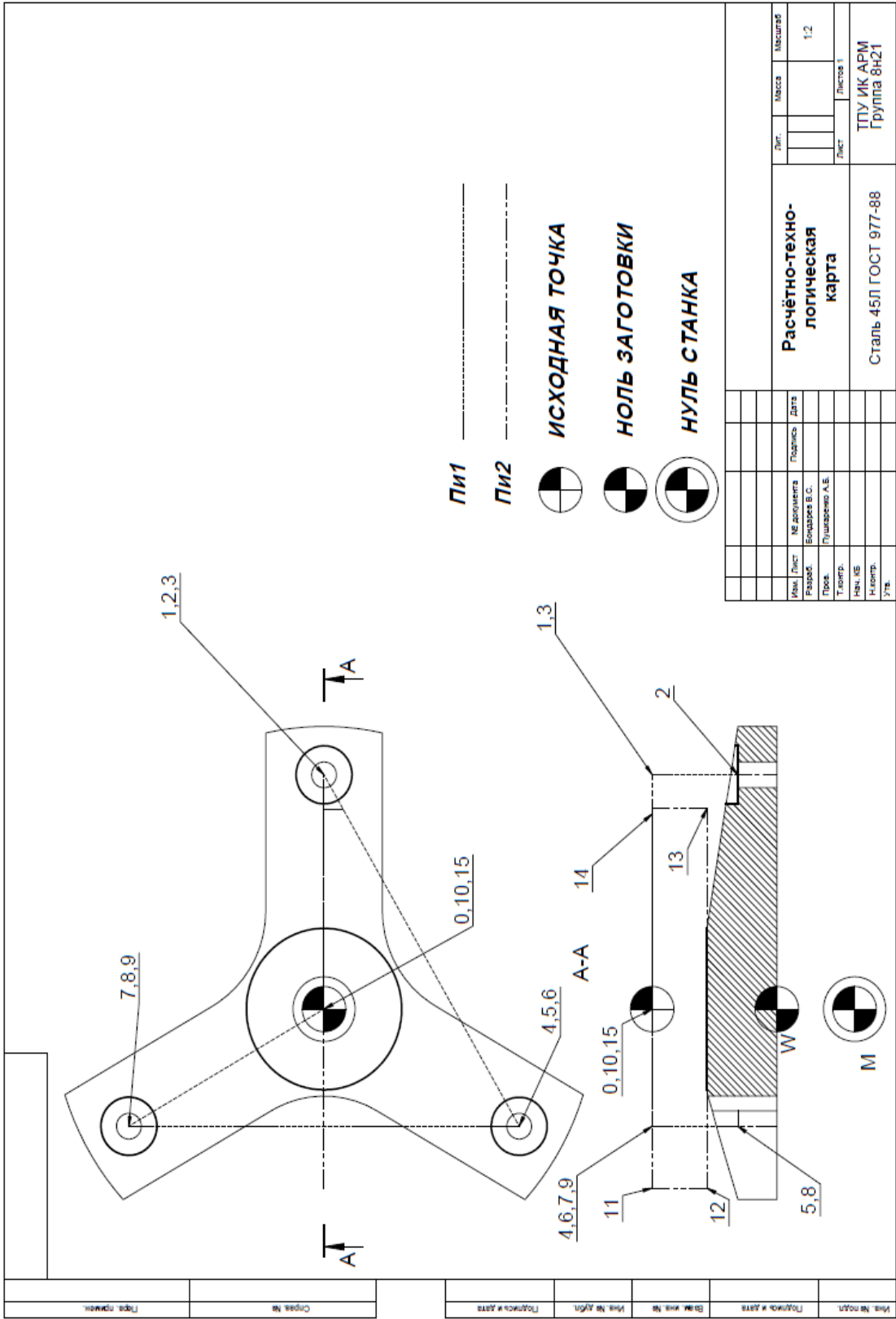
Приложение Б

Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.
1	МДЮК 00.00.001	Базовая плита (стол)	1
2	МДЮК 00.00.002	Столор - захват ремня (по X)	4
3	МДЮК 00.00.003	Боковой столор	4
4	МДЮК 00.00.004	Внешний лист левой каретки	1
5	МДЮК 00.00.005	Блок пространственного расширения	8
6	МДЮК 00.00.006	Внутренний лист левой каретки	1
7	МДЮК 00.00.007	Центральный пространственный блок - низ	1
8	МДЮК 00.00.008	Внешний лист правой каретки	1
9	МДЮК 00.00.009	Блок пространственного расширения	4
10	МДЮК 00.00.010	Внутренний лист правой каретки	1
11	МДЮК 00.00.011	Подшипник 27 ГОСТ 8336-75	3
12	МДЮК 00.00.012	Подшипник 28К ГОСТ 8336-75	8
13	МДЮК 00.00.013	Центральный пространственный блок - центр	2
14	МДЮК 00.01.000	Сборка - верхняя каретка	1
15	МДЮК 00.00.014	Верхний столор - захват ремня (по Y)	1
16	МДЮК 00.00.015	Шаговый двигатель	2
17	МДЮК 00.00.016	Пространственный блок для крепления двигателя (по X)	1
18	МДЮК 00.00.017	Стержень движения кареток (по X)	1
19	МДЮК 00.00.018	Стержень перемещения кареток (по Y)	1
20	МДЮК 00.00.019	Шкив ГРМ 20 зубьев	3
21	МДЮК 00.00.020	Полотно для крепления пневмоцилиндра	1
22	МДЮК 00.00.021	Столор - захват ремня (по Y)	1
23	МДЮК 00.00.022	Втулка под ремень Y	2
24	МДЮК 00.00.023	Пространственный блок закрытия	1
25	МДЮК 00.00.024	Ремень ГРМ (перемещение по X)	2
26	МДЮК 00.00.025	Ремень ГРМ (перемещение по Y)	1
27	МДЮК 00.02.000	Сборка - боковая каретка	2
28	МДЮК 00.03.000	Пневмоцилиндр	1
29	МДЮК 00.06.000	Обжимная втулка	3
30	МДЮК 00.04.000	Сборка - центральная каретка	1
31	МДЮК 00.05.000	Вакуумный инструмент	1
32		Болт М8х40 ГОСТ 7805-70	65
33		Гайка М 8 ГОСТ 5827-70	45
34		Винт М 3 х 12 ГОСТ 17475-80	12
35		Винт М 5 х 20 ГОСТ 17475-80	2
36		Винт М3 х 11 ГОСТ 17475-80	33
37		Установочный винт с внутренним шестигранником и плоским концом М3 х 6	8

Приложение В

[illegible]

Приложение Г



Приложение Д

Маршрут обработки	Обозначение припуска	Элементы припуска				Расчетный припуск			Допуск на припуск	Обозначение технологического размера A_i		Квалитет допуска A_i	Допуск технологического размера A_i , мкм		Расчетные значения технологических размеров A_i	
		Rz_{i-1} , мкм	h_{i-1} , мкм	Pe_{i-1} , мкм	Δy_{i-1} , мкм	Z_{min} , мкм	Z_{max} , мкм	$Z_{ном}$, мкм							A_{max} , мм	A_{min} , мм
Заготовка – отливка	•	40	160		0	•	•	•	•	A1	14	740	78.543	79.283		
Черновое фрезерование	Z_1	20	20		0	259	1189	499	930	A2	11	190	79.542	79.732		
Чистовое фрезерование	Z_2	10	10		0	99	409	219	310	A3	9	74	79.831	79.951		
Тонкое фрезерование	Z_3	5	5		0	79	169	49	150	A4	7	30	80.030	80.000		

Результаты расчетов припусков и технологических (межпереходных) размеров для размера $D = \varnothing 80^{(+0.030)}_0$).