



Институт _____ Электронного обучения _____
Специальность _____ Информационно-измерительная техника и технологии _____
Кафедра _____ Физических методов и приборов контроля качества _____

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Разработка стенда для испытаний изделий и материалов на стойкость к истиранию УДК 620.178.162

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Чернакова П.С.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Федоров Е.М.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Конструкторско-технологическая часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Степанов А.Б			

По разделу «Расчет надежности»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Степанов А.Б			

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК	Суржиков А.П.	д.ф.-м.н.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Специальность Информационно-измерительная техника и технологии
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта/работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-1401	Чернаковой П.С.

Тема работы:

Разработка стенда для испытаний изделий и материалов на стойкость к истиранию

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

Произвести обзор нормативных документов, методов и средств испытаний изделий и материалов к истиранию. На основе проведенного обзора разработать стенд для испытания изоляции обмоточных проводов истиранием по: ГОСТ 15634.2-70, ГОСТ 14340.10-69.

Требуемые характеристики:
длина хода иглы - (10 ± 1) мм (регулируемая), скорость движения иглы – от 1 до 70 двойных ходов в минуту (программируемая); напряжение между иглой и испытуемым образцом - 12 В постоянного тока; ток срабатывания реле - (5 ± 1) мА, собственный вес скребка с иглодержателем, не более - 0.2 кг (1.96 Н), время срабатывания реле - 0,01 - 0,3 с (программируемое), Максимальное количество двойных ходов иглы – 999999, нагрузка на иглу регулируемая - $0.2 \div 1.2$ кг ($1.96 \div 11.76$) Н, диаметр испытываемого провода - $0.3 \div 6.3$ мм.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none"> • Аналитический обзор литературных источников; • Разработка структурной и принципиальной схемы стенда; • Разработка конструкции стенда; • Разработка программного обеспечения.
Перечень графического материала	<ul style="list-style-type: none"> • Структурная и принципиальная схемы стенда; • Чертеж общего вида скребкового механизма; • Сборочный чертеж печатной платы управления; • Блок-схема алгоритма работы микроконтроллера; • Линейный график выполнения работ.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Петухов О.Г.
«Социальная ответственность»	Кырмакова О.С.
«Конструкторско-технологическая часть»	Степанов А.Б.
«Расчет надежности»	Степанов А.Б.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Федоров Е.М.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Чернакова П.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1401	Чернаковой П.С.

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	ИИТ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Стенд разработан для проведения испытаний изделий и материалов на стойкость к истиранию и будет применяться в испытательных лабораториях, а также на участках ОТК кабельных предприятий. В процессе эксплуатации персонал подвержен воздействию вредных и опасных факторов. Существует возможность возникновения чрезвычайных ситуаций.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); 	<p>Вредными факторами являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электромагнитное поле; – электростатическое поле; – шум на рабочем месте. <p>К опасным производственным факторам можно отнести:</p> <ul style="list-style-type: none"> – поражение электрическим током.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Процесс разработки и эксплуатации стенда негативного воздействия на окружающую среду не оказывает.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Чрезвычайные ситуации на производстве могут возникнуть вследствие пожара.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Обязательно прохождение инструктажа по ТБ</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
-------------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Кырмакова О.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1401	Чернакова П.С.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1401	Чернакова Полина Сергеевна

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	ИИТ

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Планирование процесса разработки: составление линейного графика работы</i>	<i>Составление календарного плана проекта.</i>
<i>2. Расчет трудоемкости</i>	<i>Определение участников проекта, долю их занятости</i>
<i>3. Расчет затрат на проведение НИ</i>	<i>Расчет материальных затрат, затрат на основную и дополнительную заработную плату, отчисление во внебюджетные фонды, накладные расходы</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<i>1. График проведения и бюджет НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Г.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1401	Чернакова П.С.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 97 с., 22 рис., 16 табл., 21 источника, 9 прил., 8 листов графического материала.

Ключевые слова: ОБМОТОЧНЫЙ ПРОВОД, ИСТИРАНИЕ, МИКРОКОНТРОЛЛЕР, ИСПЫТАНИЕ ОБМОТОЧНЫХ ПРОВОДОВ ИСТИРАНИЕМ, ЩЕЛЕВОЙ ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК.

Объектом исследования являются методы испытания изделий и материалов на стойкость к истиранию.

Целью данной работы является разработка стенда для испытания изделий и материалов на стойкость к истиранию.

Для достижения поставленной цели необходимо провести аналитический обзор литературы и нормативно-технической документации по материалам и изделиям. На основании проведенного обзора необходимо выбрать метод и реализовать его в готовом устройстве.

В результате данной работы был разработан стенд для испытания обмоточных проводов истиранием, удовлетворяющий требованиям ТЗ.

Оглавление

Введение.....	11
1 Обзор методов и средств испытания изделий и материалов на стойкость к истиранию	13
1.1 Метод определения стойкости защитно-декоративных покрытий деталей и изделий из древесины к истиранию по ГОСТ 27820-88.....	13
1.2 Метод определения стойкости лакокрасочного покрытия к истиранию по ГОСТ 20811-75	15
1.3 Метод определения сопротивления истиранию резиновых изделий при скольжении по ГОСТ 426-77	18
1.4 Метод определения стойкости рисунка, нанесенного на изделиях хозяйственного назначения из пластмасс к истиранию по ГОСТ Р 50962-96....	20
1.5 Метод определения стойкости к истиранию текстильных материалов по ГОСТ 9913-90	23
1.6 Методы испытания механической прочности изоляции обмоточных проводов истиранием по ГОСТ 14340.10-69 и ГОСТ 15634.2-70.....	25
1.7 Анализ методов испытания изделий и материалов на стойкость к истиранию	28
2 Разработка структурной схемы стенда	29
3 Выбор и расчет элементов схемы электрической принципиальной.....	31
3.1 Выбор микроконтроллера	31
3.2 Выбор шагового двигателя	33
3.3 Выбор драйвера шагового двигателя.....	34
3.4 Выбор преобразователя интерфейса USB-UART.....	36
3.5 Выбор датчика двойных ходов иглы	38
3.6 Расчет блока питания.....	39
3.6.1 Расчет цепи питания +12В	39
3.6.2 Расчет цепи питания для $U_H = +15 В$	41
4 Конструкторско-технологическая часть.....	43
4.1 Общие требования к конструкции	43

4.2	Разработка печатной платы.....	45
5	Расчет надежности	48
6	Разработка алгоритма работы для микроконтроллера	54
7	Методика аттестации стенда.....	55
7.1	Опробование	55
7.2	Определение погрешности установки напряжения между образцом и испытательной иглой	56
7.3	Определение погрешности установки тока срабатывания реле	57
7.4	Определение погрешности скорости движения иглы	57
7.5	Оформление результатов аттестации.....	58
8	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	59
8.1	Составление перечня работ.....	59
8.2	Расчет трудоемкости работы	60
8.3	Расчет материальных затрат	63
8.4	Основная и дополнительная заработная плата исполнителей	65
8.5	Отчисления во внебюджетные фонды	67
8.6	Формирование бюджета работы.....	67
9	Социальная ответственность	69
	Введение.....	69
9.1	Техногенная безопасность	69
9.1.1	Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации стенда	70
9.1.2	Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации стенда	73
9.2	Региональная безопасность.....	74
9.3	Организационные мероприятия обеспечения безопасности	75
9.3.1	Мероприятия по выполнению норм естественного и искусственного освещения.....	75
9.3.2	Неблагоприятные условия микроклимата	79
9.3.3	Правила организации рабочего места	79

9.3.4 Мероприятия по пожарной безопасности	81
9.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений...	82
9.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	82
Заключение	85
Список использованных источников	86
Приложение А ФЮРА.441132.002.Э1 Схема структурная	88
Приложение Б ФЮРА.441132.002.Э3 Схема электрическая принципиальная..	89
Приложение В ФЮРА.441132.002.ВО Механизм скребковый. Чертеж общего вида	90
Приложение Г1 ФЮРА.441132.002.ППА Плата печатная сторона А.....	91
Приложение Г2 ФЮРА.441132.002.ППБ Плата печатная сторона Б.....	92
Приложение Д ФЮРА.441132.002.СБ Плата управления. Сборочный чертеж .	93
Приложение Е ФЮРА.441132.002 Спецификация.....	94
Приложение Ж Блок схема программы	96
Приложение И Линейный график выполнения ВКР.....	97

Введение

В настоящее время к качеству изделий предъявляются высокие требования. В конкурирующей среде производители заинтересованы в выпуске качественной продукции. Чтобы обеспечить контроль качества материалов и изделий, были введены соответствующие стандарты для каждого вида материала. Эти стандарты устанавливают методы и средства для контроля качества изделий. Контроль может проводиться как в производственном цикле, так и сторонними организациями. Соответствие стандартам гарантирует высокое качество конечной продукции.

Одним из факторов, воздействующих на материалы, является процесс истирания. Стандарты для каждого вида материала устанавливают свои методы и приборы для испытаний на стойкость к истиранию. На рынке существуют приборы, которые позволяют проводить испытания истиранием отдельных материалов и изделий. Зарубежная фирма Taber Instruments выпускает универсальные абразиметры, однако эти приборы дороги и не всегда существует возможность их закупки.

В связи с этим возникает необходимость в разработке стенда для испытания материалов и изделий на стойкость к истиранию.

Однако ряд специфических нюансов методов испытаний делает весьма затруднительным создание единого унифицированного стенда.

В настоящее время востребованными в промышленности являются испытания кабельной продукции. Поэтому основной упор при разработке будет сделан на ГОСТ 14340.10-69 и ГОСТ 15634.2-70. Остальные методы будут идти как факультативные. Их реализация будет сводиться к разработке различных сменных насадок для основного стенда.

Обмоточные провода - это провода, применяемые для изготовления обмоток электрических машин, трансформаторов, дросселей, электромагнитных реле и т.п. От качества и стабильности параметров изоляции

провода зависит функционирование всего агрегата, в котором такие провода применяются.

Провода с эмалевой изоляцией получили очень широкое распространение, так как малая толщина изоляции позволяет уменьшить габариты и массу электрических машин. Это является большим плюсом при проектировке различных агрегатов, использующих электрические двигатели. Кроме того эмалевая изоляция обладает хорошими электрическими и механическими параметрами.

Для обеспечения постоянно высокого качества продукции на производстве, необходимо оперативно проводить контроль ряда параметров провода на участках ОТК кабельных предприятий. В проведении испытаний так же заинтересованы предприятия, применяющие в производстве обмоточные провода. Одним из параметров, подвергаемых испытанию, является стойкость изоляции провода к истиранию.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка стенда для испытания изделий и материалов на стойкость к истиранию. Для выполнения поставленной задачи необходимо проанализировать метод испытания, разработать структурную и электрическую принципиальную схемы, произвести выбор элементной базы и составить алгоритм программы управления системой.

1 Обзор методов и средств испытания изделий и материалов на стойкость к истиранию

1.1 Метод определения стойкости защитно-декоративных покрытий деталей и изделий из древесины к истиранию по ГОСТ 27820-88

Стандарт [1] распространяется на защитно-декоративные покрытия на древесине и древесных материалах и устанавливает метод определения стойкости покрытий к истиранию для характеристики их эксплуатационных свойств. Метод основан на истирании покрытия до определенного состояния шлифовальной шкуркой, наклеенной на фрикционные ролики, и определении коэффициента стойкости к истиранию и (или) числа сошлифовки.

Для проведения испытания каждого вида покрытия необходимо не менее четырех образцов размером 100*100 мм и толщиной (18 ± 2) мм. Испытуемые образцы предварительно должны быть выдержаны не менее 72 часов в помещении при температуре воздуха (23 ± 2) °С и относительной влажности от 55 до 70 %.

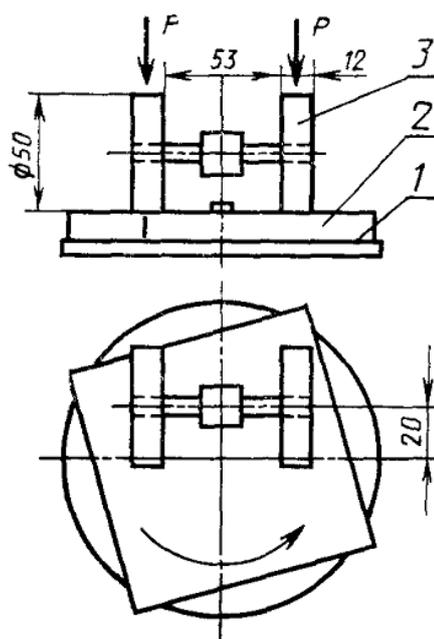


Рисунок 1 – Схема прибора для проведения испытаний

Чертеж прибора, необходимого для проведения испытаний, приведен на рисунке 1. Он состоит из поворотного стола, вращающегося с частотой (55 ± 6) об/мин, на котором закрепляется испытуемый образец, двух поворотных рычагов с вращающимися фрикционными роликами с наклеенным кольцом из резины и двух грузов массой по 500 г, счетчика оборотов, устройства для отсасывания шлифовальной пыли. На фрикционные ролики при помощи двухсторонней липкой ленты наклеивается шлифовальная бумага зернистостью 6 из черного карбида кремния по ГОСТ 6456-82. Полоски шлифовальной бумаги должен быть длиной (168 ± 2) мм и шириной $(12,0 \pm 0,6)$ мм.

В ходе испытаний определяются два параметра – коэффициент стойкости к истиранию (K) и число сошлифовки (Z).

Коэффициент стойкости определяется посредством взвешиванию образца до и после шлифовки (25 оборотов поворотного столика). При взвешивании должны использоваться весы аналитические с погрешностью взвешивания $\pm 0,001$ г.

$$K = \frac{m_1 - m_2}{f}, \quad (1)$$

где m_1 – масса образца перед испытанием, г;

m_2 – масса образца после испытания, г;

f – поправочный коэффициент шлифовальной шкурки.

Число сошлифовки определяется как число оборот столика, после которого при визуальном осмотре поверхности становится заметной подложка либо, если имеется декоративный рисунок, он изотрется на 50 %. Осмотр производится каждые 25 оборотов.

$$Z = n \cdot f, \quad (2)$$

где n – число оборотов стола;

f – поправочный коэффициент шлифовальной шкурки.

Более подробно с методикой испытания можно ознакомиться в стандарте [1].

1.2 Метод определения стойкости лакокрасочного покрытия к истиранию по ГОСТ 20811-75

Данный стандарт [2] распространяется на лакокрасочные материалы и покрытия и устанавливает следующие методы испытания покрытий на абразивное истирание (износ):

– метод А – определение прочности покрытия к истиранию падающим кварцевым песком;

– метод Б – определение прочности покрытия к истиранию при трении шлифовальной шкуркой.

Метод А заключается в определении массы песка, необходимого для разрушения покрытия до подложки при его падении на поверхность.

Схема устройства, применяемого в данном методе, приведена на рисунке 2.

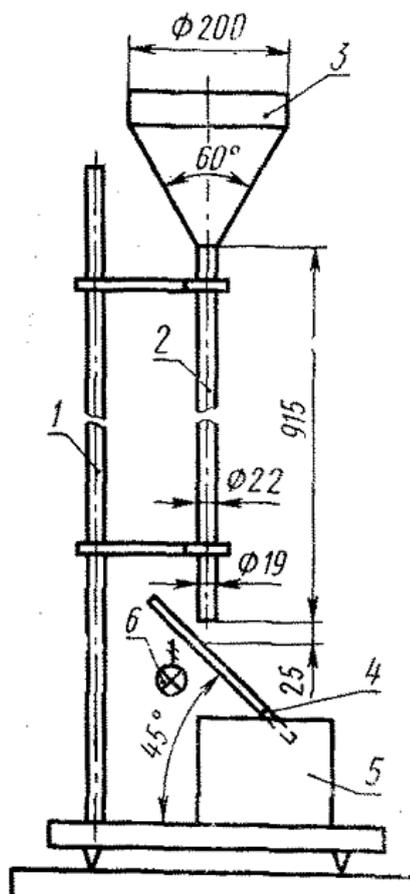


Рисунок 2 – Устройство типа ИПП-1 для определения прочности покрытия к истиранию падающим песком

Цифрами на рисунке обозначены: 1 – штатив; 2 – направляющая трубка; 3 – воронка; 4 – площадка с креплением для образца и отверстием с вставленным матовым стеклом; 5 – резервуар для падающего песка; 6 – источник света мощностью не более 25 Вт (может быть расположен над площадкой 4).

Образец помещается на матовое стекло площадки покрытием кверху и плотно прикрепляется так, чтобы он сдвигался во время испытания. Включают источник света. В воронку насыпают не менее 2 кг песка, предварительно взвешенного с точностью до второго десятичного знака.

Песок через направляющую трубу падает на образец и далее попадает в резервуар. Испытания проводят до тех пор, пока не произойдет истирание покрытия до подложки. Как только это происходит, прекращают подачу песка. Далее весь собранный песок взвешивается и определяется искомая величина.

$$X = \frac{m}{h}, \quad (3)$$

где m – масса песка, израсходованного на истирание, кг;

h – толщина покрытия, мкм.

Метод Б заключается в определении потери массы лакокрасочного покрытия в граммах в результате истирания поверхности движущейся лентой шлифовальной шкурки при заданной нагрузке на образец.

Схема устройства, применяемого в данном методе, приведена на рисунке 3.

Цифрами на рисунке обозначены: 1 – столик; 2 – образец; 3 – лентопротяжный ролик; 4 – сменные грузы; 5 – головка с лентопротяжным механизмом; 6 – лента шлифовальной шкурки; 7 – кассета; 8 – устройство для установления длины хода столика; 9 – шкала.

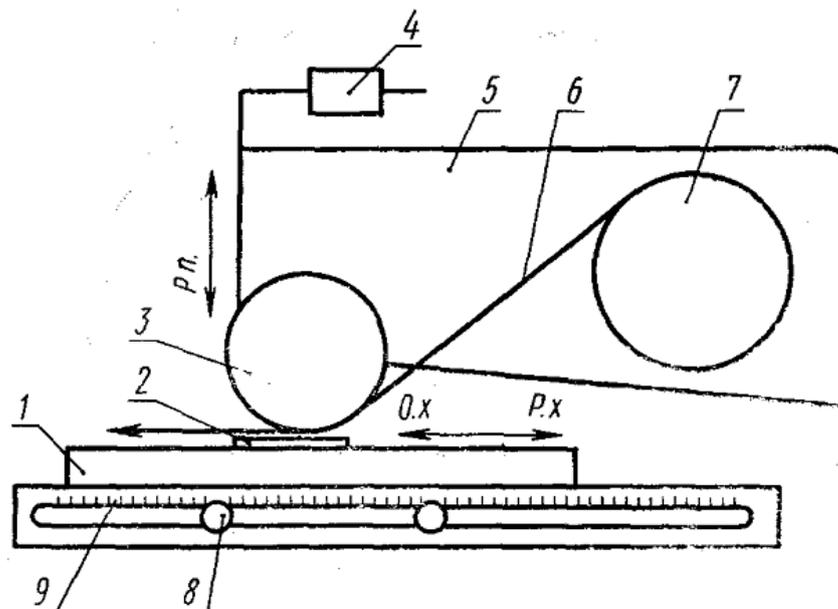


Рисунок 3 – Устройство типа УИЛ-2 для определения прочности покрытия к истиранию шлифовальной шкуркой

Перед началом испытания образец взвешивают с точностью до четвертого десятичного знака.

Далее на столик устройства помещают образец покрытием вверх таким образом, чтобы трение поверхности покрытия проводилось на заданной площади истирания. Образец закрепляется и головку рабочим роликом опускают на поверхность образца («рабочее положение»). За тем устройство включают в режим рабочего хода. Происходи истирание поверхности.

После трех рабочих циклов образце вынимают, тщательно очищают и взвешивают с точностью до четвертого десятичного знака. Прочность покрытия к истиранию (потеря массы) M в граммах вычисляется по формуле:

$$M = K \cdot (m_1 - m_2), \quad (4)$$

где m_1 – масса образца перед испытанием, г;

m_2 – масса образца после испытания, г;

K – поправочный коэффициент шлифовальной шкурки.

Более подробно с методиками испытаний можно ознакомиться в стандарте [2].

1.3 Метод определения сопротивления истиранию резиновых изделий при скольжении по ГОСТ 426-77

Стандарт [3] распространяется на резину и резиновые изделия и устанавливает метод определения сопротивления истиранию при скольжении.

Суть метода заключается в истирании контрольных образцов, прижатых при постоянной нормальной силе к абразивной поверхности вращающегося с постоянной скоростью диска, и определении показателей сопротивления истиранию или истираемости.

Вид образца для испытаний приведен на рисунке 4. Количество испытуемых образцов должно быть не менее шести (три пары).

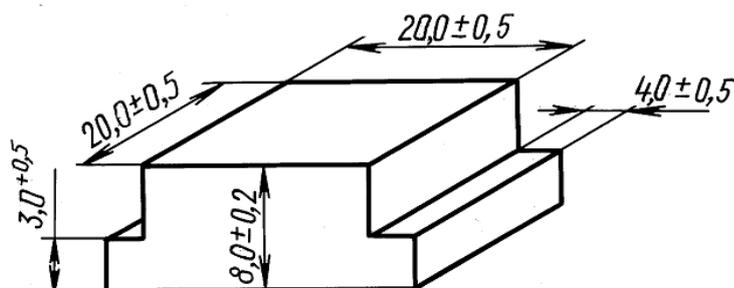


Рисунок 4 – Чертеж образца для испытаний резиновых изделий

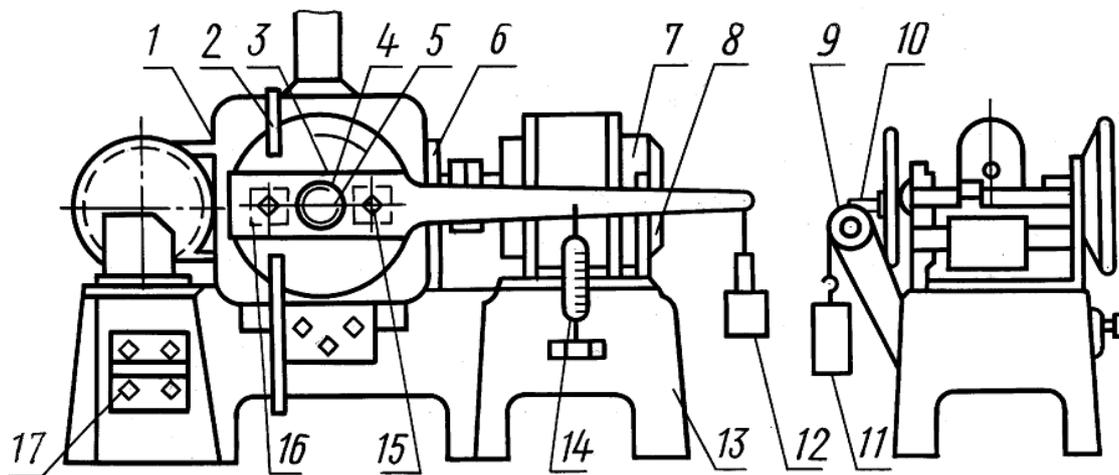
Используемый при определении сопротивления к истиранию прибор должен обеспечивать:

- надежное закрепление испытуемых образцов материала в рамке-держателе и шлифовальной шкурки на вращающемся диске;
- истирание двух образцов при расчетной скорости скольжения (по их центру) $(0,30 \pm 0,05)$ м/с при постоянном радиусе;
- нормальную силу на два образца 16, 20 и 26 Н (1,6; 2,0; и 2,6 кгс) с погрешностью массы грузов, создающих нормальную силу, не более $\pm 0,005$ кг;
- измерение силы трения двух образцов от 2 до 50 Н (от 0,2 до 5,0 кгс) с допустимой погрешностью не более ± 3 % от измеряемого значения.

Материалом, истирающим резину, должна быть шлифовальная шкурка по ГОСТ 344 марки П2 44А КМ-1 или по ГОСТ 6456 марки П8Г 44А 8НМ или

марки П2 14А 10НМ. Марку истирающего материала указывают в нормативно-технической документации на контролируемый материал или изделие.

Схема одного из вариантов прибора, применяемого для испытаний, приведена на рисунке 5.



1 — кожух; 2 — воздуховод; 3 — неравноплечий рычаг; 4 — диск; 5 — полый вал; 6 — редуктор; 7 — электромотор; 8 — скоба; 9 — ролик; 10 — грузовой стержень; 11 — постоянный груз; 12 — уравновешивающий груз; 13 — станина; 14 — динамометр; 15 — винты; 16 — рамка-держатель; 17 — выключатель

Рисунок 5 – Прибор типа МИ-2 для определения сопротивления истиранию при скольжении

Испытания проводятся следующим образом:

- шлифовальная шкурка закрепляется на диске прибора;
- два образца из контрольной резины помещаются в рамки-держатели и к ним прикладывается нормальная сила (N), равная 26 Н (2,6 кгс);
- открывается кран воздуховода и происходит обдув истираемой поверхности сухим сжатым воздухом;
- включается вытяжная вентиляция и прибор для стабилизации круга шлифовальной шкурки, при этом истирание образцов контрольной резины на приборе длится не менее 15 мин;
- два образца из контрольной резины притираются до появления износа на всей поверхности их контакта;
- притертые образцы освобождаются из рамок-держателей, очищаются от бахромки и пыли и взвешиваются с погрешностью не более $\pm 0,001$ г;

– два притертых образца из контрольной резины закрепляются в рамках-держателях в таком же положении, что при притирке и к ним прикладывается нормальная сила, равная 26 Н (2,6 кгс);

– включается прибор и проводится испытание в течение 300 с. В ходе испытания периодически примерно раз в 60 с фиксируется сила трения (F);

– По окончании испытания прибор отключается, из рамок-держателей вынимаются образцы, очищаются от бахромки и пыли взвешиваются с погрешностью не более $\pm 0,001$ г.

Сопротивление истиранию (β) в Дж/мм³ (кгс·м/см³) вычисляется согласно формуле:

$$\beta = \frac{A}{\Delta V} \cdot K, \quad (5)$$

где A – работа трения в Дж (кгс·м/см³), которая вычисляется по формуле

$$A = F \cdot l, \quad (6)$$

где F – среднее значение силы трения за время испытания, Н (кгс);

l – путь трения, м, вычисляемый по формуле

$$l = vt = \pi Dn, \quad (7)$$

где v – скорость скольжения по центру образцов, м/с;

t – время истирания, с;

D – расстояние между центрами образцов, м;

n – число оборотов диска за время испытания.

Более подробно с методикой испытания и расчетом всех коэффициентов можно ознакомиться в стандарте [3].

1.4 Метод определения стойкости рисунка, нанесенного на изделиях хозяйственного назначения из пластмасс к истиранию по ГОСТ Р 50962-96

Действие стандарта [4] распространяется на посуду, изделия культурно-бытового и хозяйственного назначения (в том числе детского ассортимента) из пластмасс и пленочных полимерных материалов, изготавливаемых любым

методом переработки пластмасс, и устанавливает общие технические требования к продукции, а так же обязательные требования, направленные на обеспечение ее безопасности для жизни, здоровья, имущества населения и охраны окружающей среды.

В частности, данный стандарт устанавливает метод определения стойкости рисунка (кроме нанесенного вакуумной и химической металлизацией) к истиранию.

Для проведения испытаний пленочных изделий необходим прибор типа ДИТ-М или другой, обеспечивающий номинальное усилие 14,7 Н и частоту вращения бегунка (100±10) об/мин.

Для проведения испытаний остальных изделий используется прибор, схема которого приведена на рисунке 6.

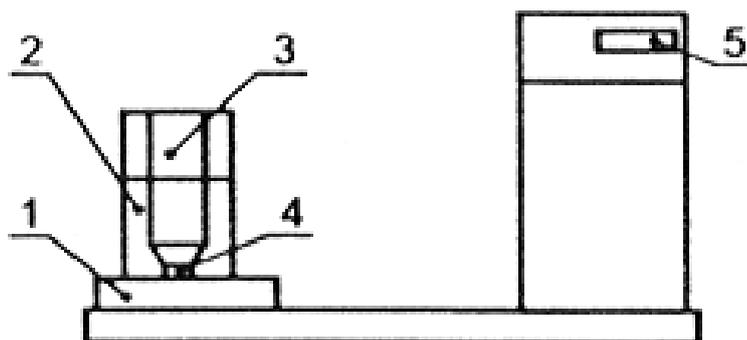


Рисунок 6 – Схема прибора для определения стойкости рисунка к истиранию

Цифрами на рисунке обозначены: 1 – ползун с кривошипно-шатунным механизмом; 2 – направляющий патрон; 3 – пуансон; 4 – чернильная резинка; 5 – счетчик.

Необходимые материалы и реактивы:

- ткань фланелевая по ГОСТ 29298;
- ткань миткаль отбеленная по НД;
- пенополиуретановая прокладка;
- сода кальцинированная по ГОСТ 5100;
- резинка чернильная по НД.

Испытания проводят следующим образом:

– тестируемое изделие из пленки закрепляется в пальцы рисунком наружу. Другие изделия с рисунком закрепляются на плоскости ползуна прибора;

– стирающая ткань для пленок закрепляется на бегунке прибора, а для остальных изделий применяемая чернильная резинка закрепляется на пуансоне прибора;

– включается прибор. Истирание изделий из пленки происходит по кругу при приложенном усилии в 14,7 Н и частоте вращения бегунка (100 ± 10) об/мин, при количестве циклов, равным 300. Остальные изделия подвергаются истиранию возвратно-поступательным движением ползуна до его основания.

Результатом испытания изделий из пленки считается среднее арифметическое значение не менее 3 определений, исходя из трехбалльной системы оценок:

3 балла – отсутствует истирание рисунка,

2 балла – истирание рисунка не превышает 50 %,

1 балл – истирание рисунка превышает 50%.

Результатом испытания других изделий считается среднее арифметическое значение циклов истирания до основания не менее 5 определений.

Аналогичным образом согласно стандарту [4] проводятся испытания на стойкость рисунка к мокрому трению, стойкость к моющим средствам и определяют число возвратно-поступательных движений ползуна, необходимое для удаления рисунка.

1.5 Метод определения стойкости к истиранию текстильных материалов по ГОСТ 9913-90

Действие стандарта [5] распространяется на готовые чистшерстяные и полушерстяные ткани и одеяла, нетканые полотна различных способов производства из волокон всех видов и устанавливает методы определения:

- стойкости к истиранию до разрушения (образования дыры);
- стойкости к истиранию до оголения каркасной сетки;
- стойкости к истиранию до оголения каркаса;
- стойкости ворса к истиранию;
- стойкости к закатыванию ворса до образования косиц (для одеял);
- стойкости к пиллингообразованию.

Сущность методов определения стойкости к истиранию заключается в определении степени сопротивления разрушению структуры материала при взаимодействии трущихся поверхностей испытуемого материала и абразивного материала под определенным давлением и выражается:

- числом циклов истирания;
- степенью закатываемости ворса;
- количеством пиллей;
- количеством косиц (для одеял).

Прибор типа ТИ-1М, необходимый для проведения испытаний, приведен на рисунке 7.

Цифрами на рисунке обозначены: 1 – истирающий диск; 2 – проба; 3 – обойма; 4 – мембрана; 5 – головка; 6 – ось.

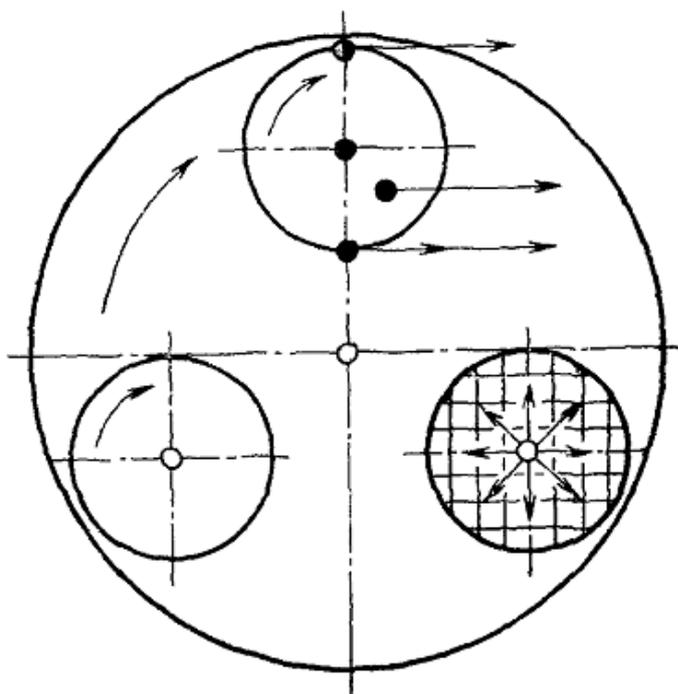
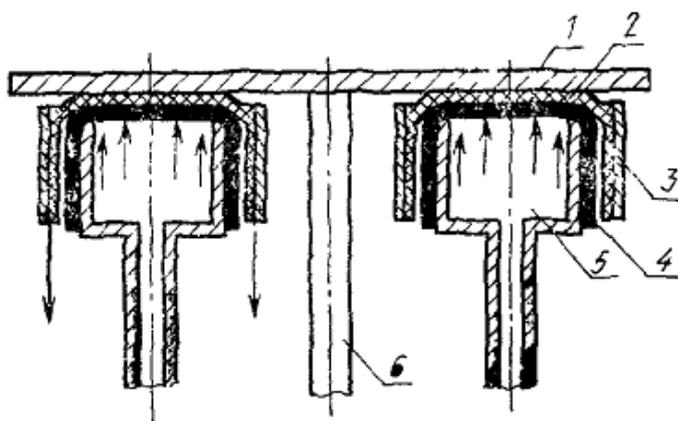


Рисунок 7 – Схема прибора типа ТИ-1М для определения стойкости тканей к истиранию

Прибор состоит из закрепленного на оси истирающего диска, а так же трех головок для крепления элементарных проб испытуемого материала при помощи обойм. Элементарная проба прижимается к поверхности истирающего диска резиновой мембраной, находящейся под давлением сжатого воздуха.

В основу устройства положен принцип взаимодействия поверхностей истирающего диска и элементарной пробы испытуемого материала, находящейся на упругой воздушной подушке.

Оси головок и истирающего диска смещены друг относительно друга и вращаются с одинаковой угловой скоростью в одном направлении. Истирающие усилия в любой точке поверхности одинаковы и непрерывно изменяют свое направление.

Для проведения испытания из каждой отобранной точечной пробы на расстоянии не менее 100 мм от кромки вырезают по диагонали по три элементарные пробы диаметром 80 мм для каждого вида испытания. На рисунке 8 приведена схема отбора элементарных проб.

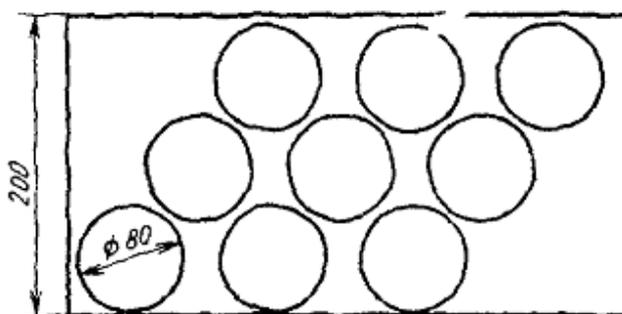


Рисунок 8 – Отбор проб для определения стойкости тканей к истиранию

1.6 Методы испытания механической прочности изоляции обмоточных проводов истиранием по ГОСТ 14340.10-69 и ГОСТ 15634.2-70

Стандарты [6,7] распространяются на эмалированные круглые провода с проволокой диаметром 0,25 мм и более, а так же на обмоточные провода круглого и прямоугольного сечения со всеми видами изоляции и устанавливают методы испытания механической прочности изоляции на истирание иглами диаметром 0,23, 0,4 и 0,6 мм.

Испытания на истирание иглой диаметром 0,4, 0,6 мм проводятся на установке, схема рабочей части которой приведена на рисунке 9. Цифрами на рисунке обозначены: 1 – эксцентрик; 2 – груз; 3 – головка скребка; 4 – игла; 5 – образец провода; 6 – зажим; 7 – пластина для крепления образца.

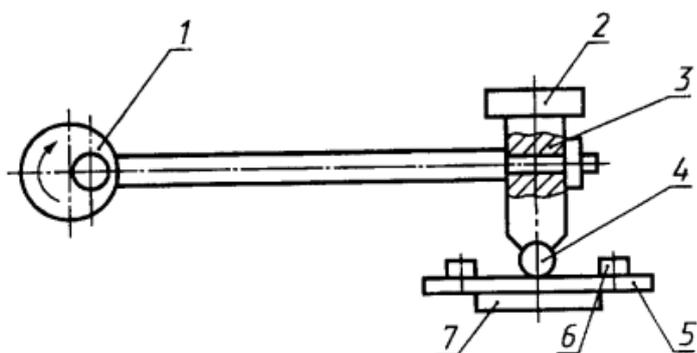


Рисунок 9 – Схема рабочей части станда

Станд должен состоять из электродвигателя, его привода с редуктором и эксцентриком, скребка со стальной иглой на конце, грузов для соответствующей нагрузки на иглу, приспособления для закрепления и поворота испытуемого образца в соответствующее положение, реле автоматического отключения двигателя при возникновении электрического контакта между иглой и проволокой и счетчика двойных ходов иглы.

Длина хода иглы должна при скорости движения (60 ± 3) двойных ходов в минуту должна быть равной (10 ± 1) мм, при скорости (120 ± 4) – (6 ± 1) мм. Напряжение между иглой и проволокой образца должно составлять 12 В постоянного тока. Ток срабатывания реле отключения испытания – (5 ± 1) мА, время срабатывания реле – от 0,10 до 0,15 с.

Испытание начинается с того, что иглу под нагрузкой осторожно опускают на тестируемый образец. После этого включают устройство. Цикл испытания считается законченным, когда появляется электрический контакт между иглой и образцом. В этот момент происходит автоматическое отключение устройства и фиксация количества двойных ходов иглы. Испытания на образце должны быть проведены в трех местах по окружности путем поворота провода на 120° и 240° .

Испытания на истирание иглой диаметром 0,23 мм проводятся на устройстве, схема которого приведена на рисунке 10. Цифрами на рисунке обозначены: 1 – основание; 2 – фиксированная точка вращения 3 – указатель; 4 – груз; 5 – нагружающее истирающее устройство (рычаг); 6 – устройство возврата рычага; 7 – шкала с указателем коэффициентов; 8 – игла; 9 –

планшайба для изменения угла на 120° ; 10 – опора, перемещающаяся по высоте; 11 – испытуемый образец.

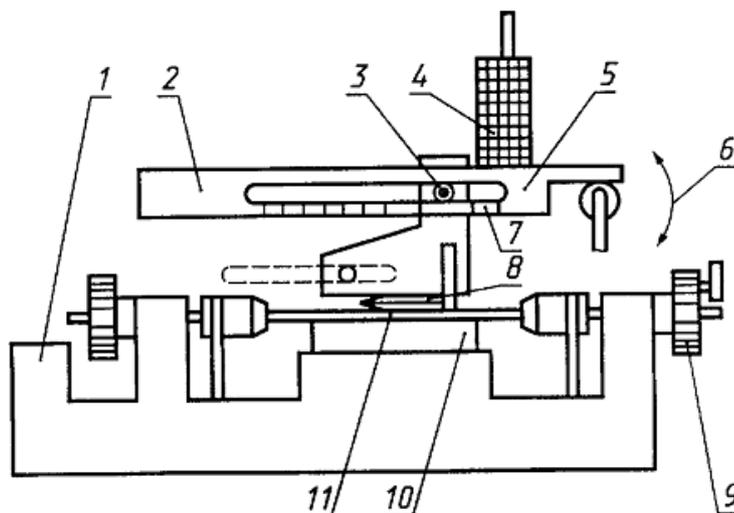


Рисунок 10 – Устройство для проведения испытания обмоточных проводов истиранием иглой диаметром 0,23 мм

Испытания проводят в одном направлении со скоростью (400 ± 40) мм/мин. Устройство должно иметь шкалу, градуированную в значениях коэффициента, на который умножают начальную нагрузку для определения «нагрузки до повреждения изоляции». Длина хода рычага устройства – около 250 мм. Напряжение между жилой образца и иглой должно быть $(6,5 \pm 0,5)$ В.

К устройству, осуществляющему истирание, прикладывается нагрузка величиной, не превышающей 90 % от минимальной обозначенной в технической документации на провода величины. Изначальная нагрузка, воздействующая на образец, должна быть фиксирована. Величина нагрузки должна быть такой, чтобы повреждение оголение центральной жилы образовывалось на расстоянии от 150 до 200 мм от оси рычага. Нагруженный истирающий рычаг плавно опускается на испытуемый образец провода и начинается истирание. Нагрузка автоматически увеличивается до разрушения изоляции. Коэффициент, при котором повреждается изоляция, считывается с градуированной шкалы прибора. Разрушающая нагрузка определяется как произведение коэффициента на изначально приложенную нагрузку.

1.7 Анализ методов испытания изделий и материалов на стойкость к истиранию

Рассмотренные в данном разделе методы испытаний различных изделий и материалов довольно разнообразны. Испытания каждого вида материала имеет свою методологию и специфические нюансы. Задачей данной выпускной квалификационной работы является выделение общих моментов для всех материалов и изделий, и разработка единого испытательного стенда. Для решения задачи необходимо найти общие черты всех рассмотренных методов испытаний.

Одной из общих черт всех методов является наличие подвижной части прибора для осуществления процесса истирания. На этих движущихся частях закрепляется либо тестируемый образец, либо абразивный материал.

Так же во многих методах используются счетчики итераций истирания.

Несмотря на имеющиеся сходства, ряд специфических нюансов методов, таких как подача сжатого воздуха, при испытании резины или вакуумное крепление тканей делает весьма затруднительным создание единого унифицированного стенда.

В настоящее время наиболее востребованными из рассмотренных типов испытаний являются испытания кабельной продукции. Поэтому основной упор при разработке будет сделан на ГОСТ 14340.10-69 и ГОСТ 15634.2-70. Остальные методы будут идти как факультативные. Их реализация будет сводиться к разработке различных сменных насадок для основного стенда.

2 Разработка структурной схемы стенда

Исходя из описанных в разделе 1 методов испытаний и технических требований, изложенных в ТЗ, разработаем структурную схему стенда для испытаний изделий и материалов на стойкость к истиранию.

Стенд должен состоять из электродвигателя, эксцентрика, скребка со стальной иглой на конце, набора грузов для создания соответствующей нагрузки на иглу, приспособления для закрепления и поворота испытуемого образца в соответствующее положение, реле автоматического отключения двигателя при возникновении электрического контакта между иглой и проводом и счетчика двойных ходов иглы, набор сменных абразивных насадок для проведения испытаний различных материалов.

Основным узлом системы является микроконтроллер, который выполняет следующие функции:

- выработка команд на запуск испытания;
- подсчет числа двойных ходов истирающей насадки;
- выработка команд на остановку испытания;
- индикация результатов испытания;
- передача результатов испытания на ПК.

Микроконтроллер должен иметь достаточное количество портов ввода/вывода; высокую разрядность для организации счетчика на 999999 двойных ходов иглы, достаточное количество таймеров счетчиков для организации подсчета двойных ходов иглы, динамической индикации и временных измерений; последовательными портами SPI и UART для программирования и вывода результатов измерений.

В системе необходимо предусмотреть датчик двойного хода иглы, реле контакта между иглой и образцом, устройство вывода информации на внешний ПК.

Датчик контакта между иглой и образцом будет представлять из себя реле с порогом срабатывания 5мА.

В качестве датчика двойного хода иглы предложено использовать оптический прерыватель. Преимуществом такого способа по сравнению с концевым выключателем является большая надежность, быстродействие и отсутствие дребезга.

Интерфейс связи с ПК – RS-485. Используется приемопередатчик, подключенный к портам UART микроконтроллера.

Предлагаемая структурная схема станда приведена на рисунке 11 и в приложении А.

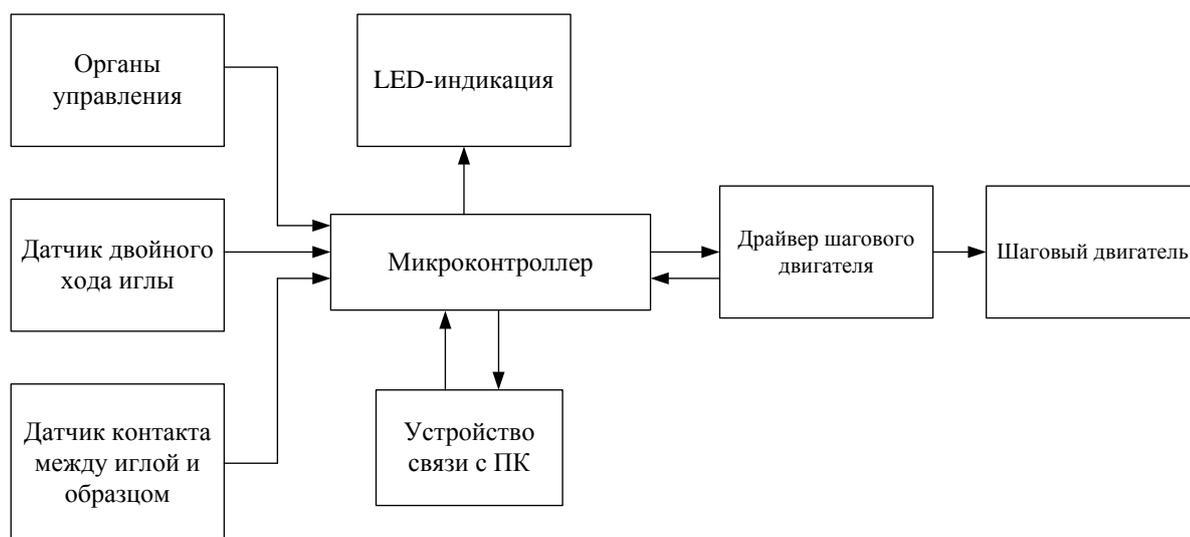


Рисунок 11 – Структурная схема станда

3 Выбор и расчет элементов схемы электрической принципиальной

На основании структурной схемы была разработана принципиальная схема устройства управления стендом. Схема приведена в приложении Б.

3.1 Выбор микроконтроллера

В настоящее время набирают популярность 32-битные микроконтроллеры STM32, основанные на ARM архитектуре. Эти контроллеры зачастую имеют меньшую цену и более привлекательный набор периферийных устройств на борту, чем 8-ми и 16-ти битные конкуренты. Так же следует отметить доступность отладочных средств для данных микроконтроллеров.

Еще одной отличительной особенностью микроконтроллеров семейства STM32 является полная аппаратная совместимость в пределах одного корпуса, т.е. если возникнет необходимость установки контроллера, с лучшим набором периферийных устройств, всегда можно запаять другой подходящий контроллер. При этом иногда может потребоваться лишь небольшое изменение программы, и таких изменений, как правило, необходимо сделать существенно меньше, чем при портировании программы с одного микроконтроллера AVR на другой [8].

Для данной разработке выберем микроконтроллер STM32F103 фирмы STMicroelectronics. Ниже приведены основные характеристики выбранного микроконтроллера и его функциональная схема.

Основные характеристики контроллера STM32F103:

- ARM 32-бит Cortex-M3 ядро ЦП;
- Максимальная частота 72 МГц;
- Действия умножения и деления происходят за один машинный цикл;
- 64 или 128 Кбайт FLASH памяти;
- 20 Кбайт статического ОЗУ;
- три 16-ти битных счетчика-таймера;
- 16-ти битный таймера с PWM;

- до 80 программируемых порта ввода/вывода;
- последовательный UART;
- последовательный SPI;
- 2 сторожевых таймера;
- напряжение питания от +2,0 до +3,6 В.

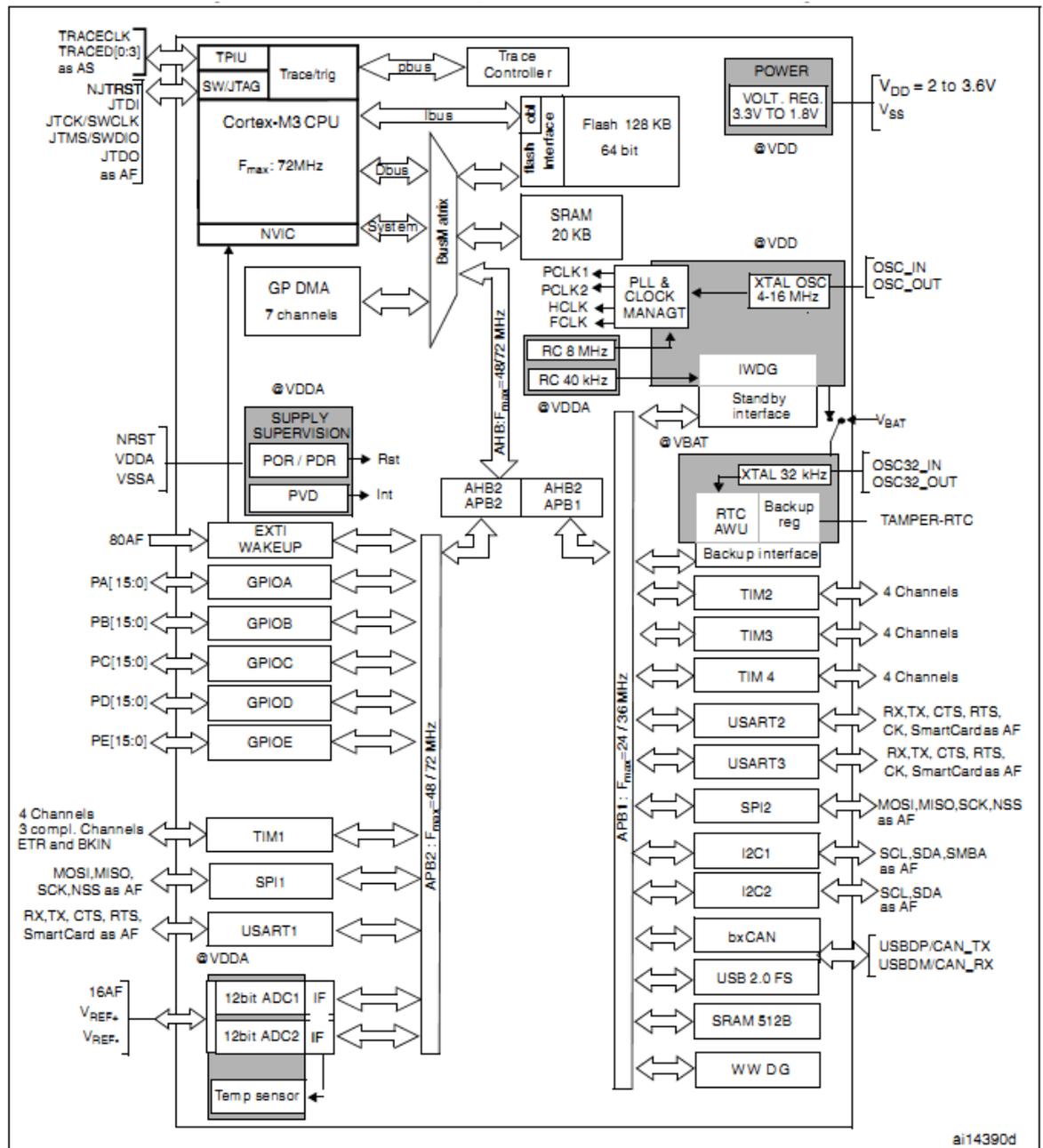


Рисунок 12 – Функциональная схема микроконтроллера STM32F103.

3.2 Выбор шагового двигателя

Чтобы приводить в движение скребковый механизм станда, необходим мощный шаговый двигатель. Выберем шаговый двигатель FL57STH51-2804A. Основные характеристики двигателя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики двигателя FL57STH51-2804A

Угловой шаг, °	1,8
Погрешность углового шага, %	±5
Максимальная допустимая радиальная нагрузка на вал, Н	75
Максимальная допустимая осевая нагрузка на вал, Н	15
Ток фазы, А	2,8
Сопротивление фазы, Ом	0,9
Индуктивность фазы, мГн	2,5
Крутящий момент, кг·см	12,6
Количество выводов, шт	4
Момент инерции ротора, г·см ²	300
Вес, кг	0,7

Электрическая схема двигателя приведена на рисунке 13. Чертеж корпуса приведен на рисунке 14.

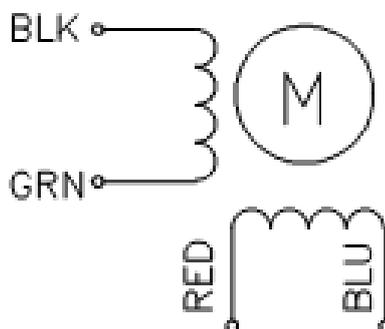


Рисунок 13 – Электрическая схема двигателя

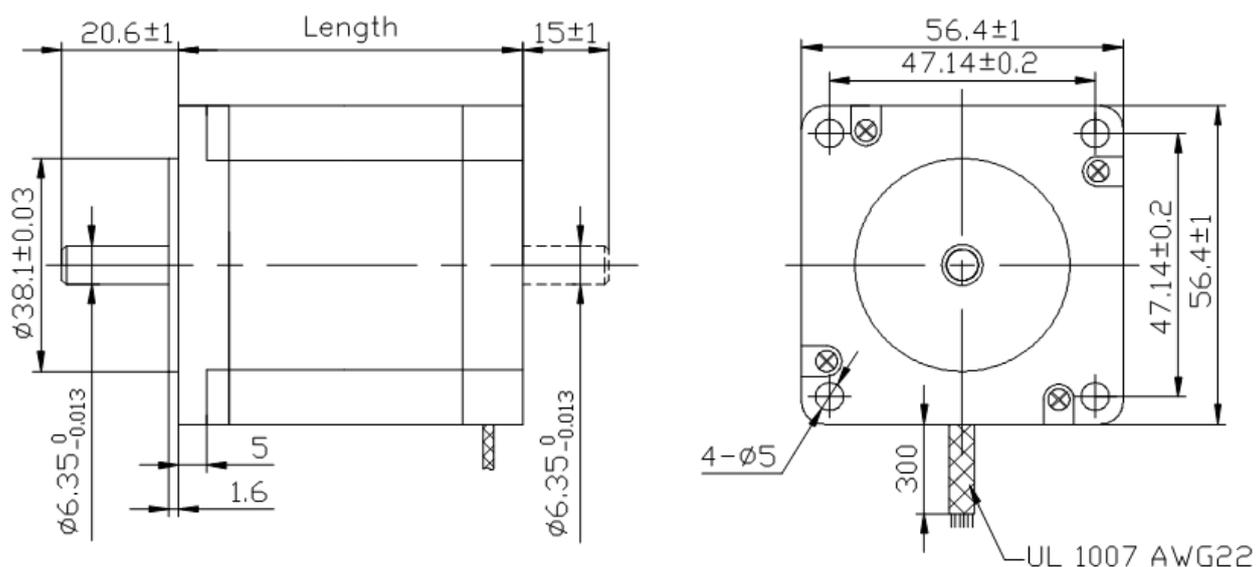


Рисунок 14 – Чертеж корпуса двигателя

3.3 Выбор драйвера шагового двигателя

Драйвер шагового двигателя должен обеспечивать управление двигателями с током фазы более 2,8 А, иметь возможность подключения к микроконтроллеру.

Данным критериям соответствует драйвер L6474PD фирмы STMicroelectronics. Данный драйвер представляет собой интегральную схему с двумя полными мостами на MOSFET транзисторах с низким сопротивлением канала в открытом состоянии и набором управляющей логики. Все регистры микросхемы доступны для управления по интерфейсу SPI, что позволяет сопрягать данный драйвер с микроконтроллерами.

Основные технические характеристики драйвера приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические характеристики драйвера L6474PD

Рабочее напряжение, В	8-45
Пиковый выходной ток, А	7
Средний выходной ток, А	3
Дробление шага двигателя	1/16

Структурная схема драйвера приведена на рисунке 15

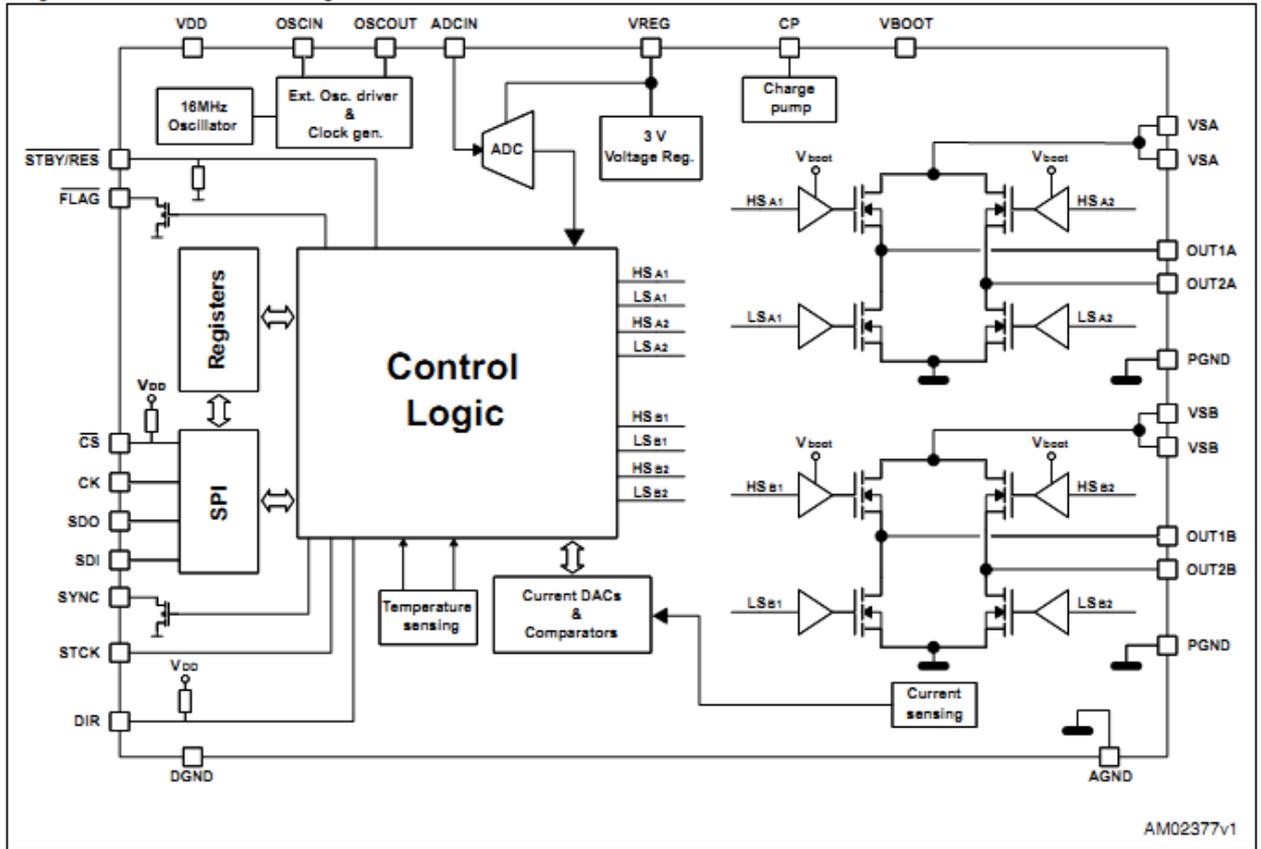


Рисунок 15 – Структурная схема драйвера шагового двигателя L6474PD

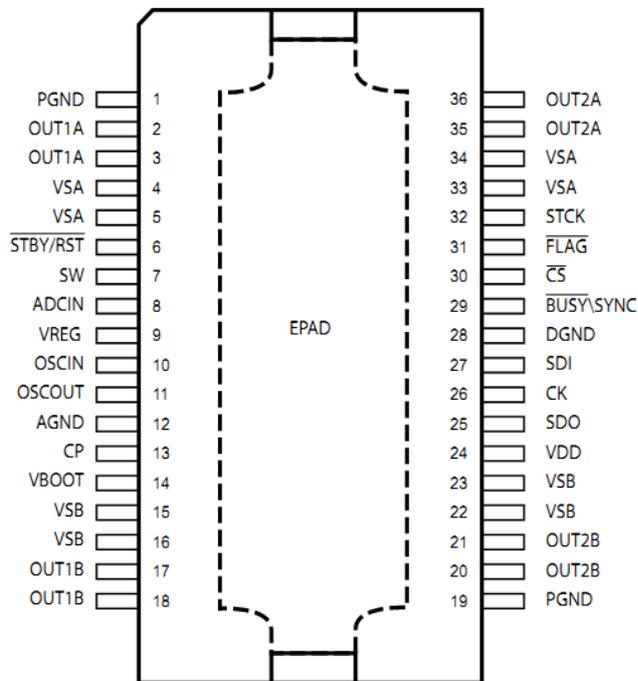


Рисунок 16 – Драйвер шагового двигателя L6474PD в корпусе POWERSO36

Типовая схема подключения драйвера приведена на рисунке 17

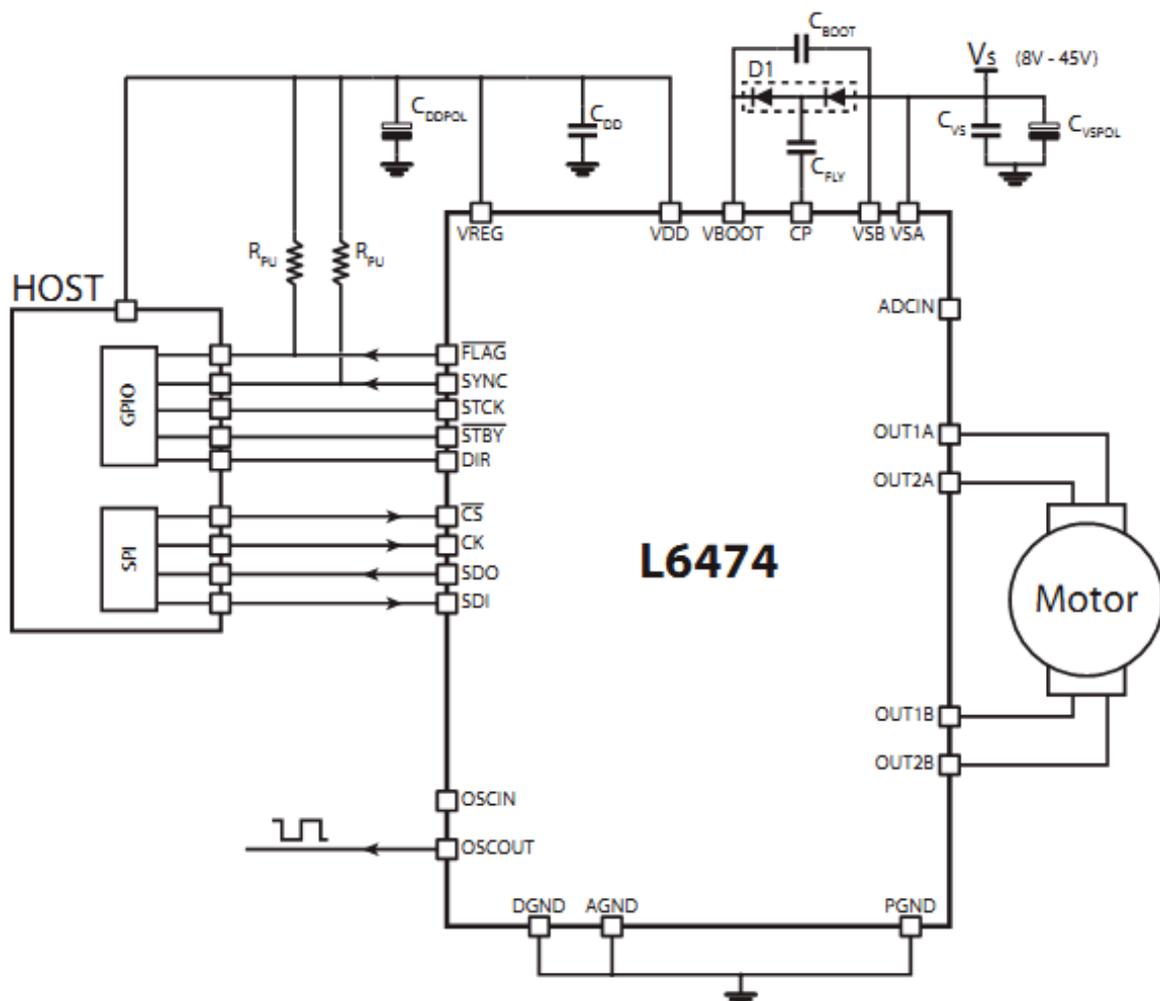


Рисунок 17 – Типовая схема включения драйвера двигателя L6474PD

3.4 Выбор преобразователя интерфейса USB-UART

Для связи стенда с ПК через USB-порт выбираем микросхему FT232RL. Ее привлекательное отличие от подобного рода микросхем – минимум обвязки.

Основные технические характеристики микросхемы:

- Микросхема преобразует сигналы USB в последовательные асинхронные данные и наоборот;
- 348 байт буфер приемника и 128 байт буфер передатчика;
- Встроенный стабилизатор на 3.3В;
- Напряжение питания от 4.35 до 5.25 В;
- Аналог USB версии 1.1 и 2.0;

- Программирование EEPROM, расположенной на плате, через USB.

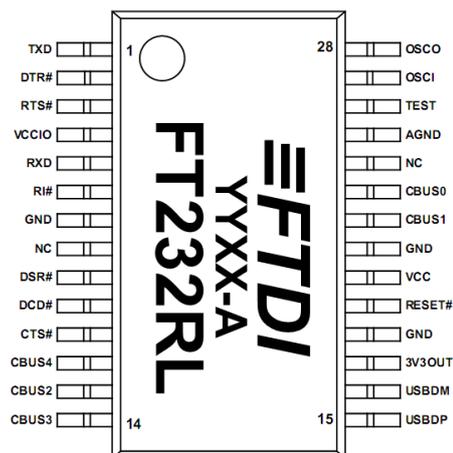


Рисунок 18 – Микросхема FT232RL в корпусе SSOP-28

Описание выводов:

USBDM – Сигнал USB отрицательный;

USBDP – Сигнал USB положительный;

RSTOUT – Выход внутреннего генератора сброса;

RESET – Сброс;

XIN – Вход кварцевого генератора 6МГц;

XOUT – Выход кварцевого генератора 6МГц;

TXD – Передача асинхронных данных;

RXD – Прием асинхронных данных;

PWRCTL – Выбор питания шины;

EESCS – Выбор микросхемы памяти;

EESK – Тактовый сигнал для микросхемы памяти;

EEDATA – Вход/выход данных микросхемы памяти;

3V3OUT – Выход 3.3В от внутреннего регулятора;

AVCC – Аналоговое питание;

VCC – Питание;

VCCI/O – Питание для интерфейса UART;

GND – Земля;

AGND – Аналоговая земля.

3.5 Выбор датчика двойных ходов иглы

В качестве датчика двойных ходов иглы в данной работе было предложено использовать щелевой прерыватель КТІR0311S фирмы Kingbrihgt. Использование такого рода датчика имеет преимущества перед кнопочными. Во-первых, отсутствует дребезг, во-вторых, увеличивается срок службы такого узла.

Чертеж и электрическая схема прерывателя приведены на рисунке 19.

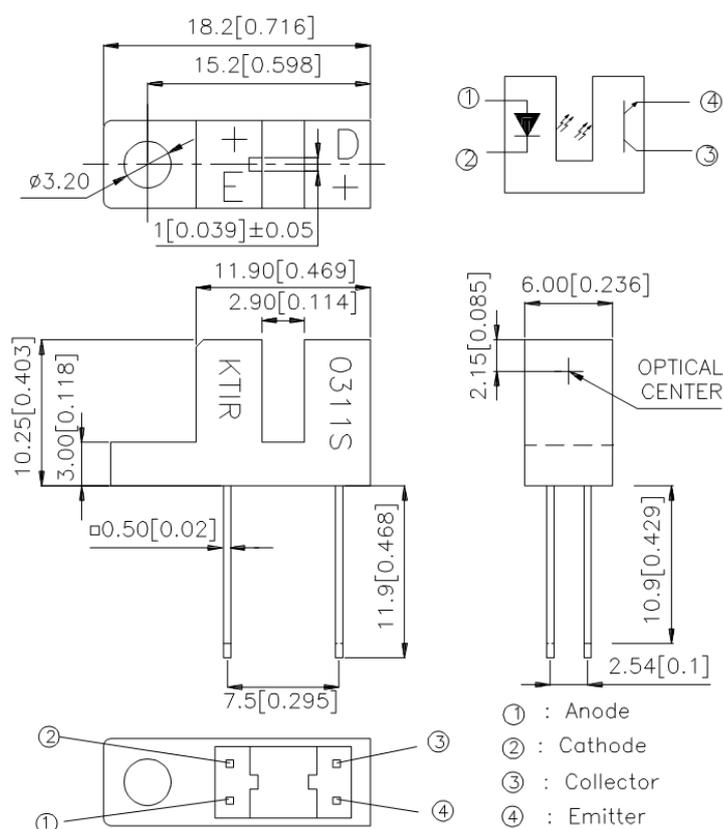


Рисунок 19 – Щелевой прерыватель КТІR0311S

Основные технические характеристики щелевого прерывателя КТІR0311S приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Оптико-электрические характеристики щелевого прерывателя КТІR0311S

Прямое напряжение (при $I_{np} = 20$ мА), В	1,2
Максимальный обратный ток (при $V_{обр} = 5$ В), мкА	10
Темновой ток коллектора, (при $V_{кэ} = 5$ В), нА	100
Напряжение насыщения К-Э, В	0,4

Таблица 3 (продолжение)

Время нарастания сигнала (при $I_c = 2$ мА, $V_{КЭ} = 2$ В, $R_{нагр} = 100$ Ом), мкс	5
Время спада сигнала (при $I_c = 2$ мА, $V_{КЭ} = 2$ В, $R_{нагр} = 100$ Ом), мкс	4

3.6 Расчет блока питания

Переменное напряжение сети будет преобразовано в постоянное напряжение преобразователем AC/DC. Номиналы составят +12 и +15 В. Остальные напряжения, используемые в схеме, будут получены микросхемами DC/DC преобразователей.

Расчет произведем исходя из условий:

$$U_{вх} = 220 \text{ В, } 50 \text{ Гц}$$

$U_H = +15, +12$ В – требуемые напряжения нагрузки

I_H^{max} – максимальный ток нагрузки (200 мА)

Допустимое отклонение питающего напряжения $\alpha = 0.15$, т.е. $\pm 15\%$.

Очевидно, что нужен трансформатор с двумя вторичными обмотками.

3.6.1 Расчет цепи питания +12В

Расчет будем вести для блока питания с $U_H = +12$ В.

В качестве стабилизатора DA3 выбрана микросхема L7812ABV.

Рассчитываем минимально необходимую величину постоянного напряжения U_C , которая требуется для работы DA3.

$$U_{C9(ном)}^{min} = U_H + U_{DA3}^{min} \approx 14 \text{ В} \quad (8)$$

Таким образом, напряжение на конденсаторе C_9 не должно падать ниже уровня 14 В.

Рассчитываем емкость конденсаторов C_9

$$C = \frac{I_H^{max}}{2\Delta U_c f} \quad (9)$$

Примем $\Delta U_c = 1$ В., $I_H^{max} = 0,2$ А.

$$C4 = \frac{0,2}{2 \cdot 1 \cdot 50} = 2000 \text{ мкФ} \quad (10)$$

При этом минимально необходимое амплитудное значение напряжения на конденсаторах C_4 и C_5 составит:

$$U_{C9(ампл)}^{\min} = U_{C9(пост)}^{\min} + \Delta U_C = 14 + 1 = 15B \quad (11)$$

Рассчитаем минимальное амплитудное значение напряжения вторичной обмотки трансформатора $TV1$

$$U_{II(ампл)}^{\min} = U_{C9(ампл)}^{\min} + \Delta U_{VD2} = 15 + 1,4 = 16,4B \quad (12)$$

где $U_{VD2} = 1,4 \text{ В}$ – падение напряжения на диодном мосте $VD2$, оно рассчитывается как сумма падения напряжений на двух открытых диодах и равна $0,7 \cdot 2 = 1,4 \text{ В}$.

Рассчитываем минимальное действующее значение на вторичной обмотке

$$U_{II(действ)}^{\min} = \frac{U_{II(ампл)}^{\min}}{\sqrt{2}} = \frac{20,5}{\sqrt{2}} = 14,5 \text{ В} \quad (13)$$

$$U_{II(действ)}^{\min} = \frac{U_{II(ампл)}^{\min}}{\sqrt{2}} = \frac{16,4}{\sqrt{2}} = 11,6B \quad (14)$$

Рассчитываем номинальное действующее значение напряжения на вторичной обмотке, т.е. при $U_{вх} = 220 \text{ В}$:

$$U_{II(действ)}^{\text{ном}} = U_{II(действ)}^{\min} (1 + \alpha) = 11,6(1 + 0,15) = 13,3B \quad (15)$$

Выбор трансформатора $TV1$

$$U_{II(действ)}^{TV2} \geq U_{II(действ)}^{\text{ном}}$$

$$I_{II}^{\max} \geq I_{II}^{\max}$$

Выбираем трансформатор $TV1$ типа ТПК2, его характеристики приведены в таблице 11.

Таблица 4 – Характеристики трансформатора ТПК2

Выходное напряжение, В	2x18
Допустимый ток нагрузки, А	0,14
Мощность, Вт	2

С учетом параметров выбранного трансформатора рассчитываем максимальное амплитудное значение напряжения на конденсаторе C_9 .

$$U_{C9(ампл)}^{\max} = \sqrt{2} \cdot U_{II(действ)}^{\text{НОМ}} (1 + \alpha) - U_{VD2} = \sqrt{2} \cdot 13,3 \cdot (1 + 0,15) - 1,4 = 20,2B \quad (16)$$

При этом максимальные амплитудные значения напряжения на конденсаторе C_9 не превышает максимально возможное значение входного напряжения стабилизатора $DA3$: 35В. Определяем тип конденсатора $C4$: выбираем электролитический конденсатор марки К50-6, максимальное напряжение 50 В, емкость 2000 мкФ.

Рассчитываем мощность, выделяемую на микросхеме $DA3$

$$P_{DA3} = (U_{C9(ампл)}^{\max} - U_H) I_H^{\max} = (20,2 - 12) \cdot 0,2 = 1,9Bm \quad (17)$$

Мощность P_{DA3} не превышает предельного для выбранного типа микросхемы значения.

Выбор диодного моста $VD2$

Данный диодный мост должен удовлетворять следующим условиям:

обратное напряжение моста $> U_{II(ампл)}^{\max}$

средний выпрямленный ток моста $> I_H^{\max}$

Выбираем диодный мост типа КЦ405Е: обратное напряжение 100В, средний выпрямленный ток 1А. Очевидно, что условия выполняются:

$$U_{II(ампл)}^{\max} = \sqrt{2} \cdot U_{II(действ)}^{\text{НОМ}} (1 + \alpha) = \sqrt{2} \cdot 16,7 \cdot (1 + 0,15) = 27B \quad (18)$$

$$U_{II(ампл)}^{\max} = \sqrt{2} \cdot U_{II(действ)}^{\text{НОМ}} (1 + \alpha) = \sqrt{2} \cdot 13,3(1 + 0,15) = 21,6B \quad (19)$$

100 В \gg 21,6 В

1 А $>$ 0,2 А

3.6.2 Расчет цепи питания для $U_H = +15B$

На роль стабилизатора $DA4$ выбрана микросхема КР142ЕН8Г.

а) Выбор диодного моста $VD3$.

Выбираем диодный мост типа КЦ405Е: обратное напряжение 100В, средний выпрямленный ток 1А.

б) Расчет емкости конденсатора C_{12}

$$C = \frac{I_H^{\max}}{2\Delta U_c f} \quad (20)$$

Примем $\Delta U_c = 1$ В., $I_H^{\max} = 0,2$ А.

$$C_{12} = \frac{0,2}{2 \cdot 1 \cdot 50} = 2000 \text{ мкФ} \quad (21)$$

Выберем конденсатор C_{12} той же марки, что и C_4 : электролитический конденсатор марки К50-6, максимальное напряжение 50 В, емкость 2000 мкФ.

4 Конструкторско-технологическая часть

4.1 Общие требования к конструкции

При проектировании конструкции стенда должны быть учтены основные технологические и эксплуатационные требования:

- эргономичность конструкции;
- простота сборки, минимальное количество деталей;
- надежность и высокая помехоустойчивость;
- удобство эксплуатации.

Стенд целесообразно выполнить в виде монолитного прибора, с массой и габаритами, позволяющими свободно размещать его на рабочем столе.

В состав стенда должен входить скребковый прибор, состоящий из шагового электродвигателя с эксцентриком, скребка со стальной иглой на конце, набора грузов для создания соответствующей нагрузки на иглу, приспособлений для закрепления и поворота испытуемого образца в соответствующее положение, реле автоматического отключения двигателя при возникновении контакта между иглой и проводом и счетчика числа двойных (возвратно-поступательных) ходов иглы.

Необходимо предусмотреть органы управления, позволяющие производить измерения без помощи какие-либо вспомогательных технических средств. Это осуществляется установкой группы кнопочных переключателей на передней панели прибора.

Для снятия показаний необходимо предусмотреть на передней панели устройства индикации. С этой целью устанавливается группа семисегментных светодиодных индикаторов.

Передняя панель стенда изображена на рисунке 20. На ней представлены все органы управления прибором и индикаторы отображающие состояние и ход испытаний. Запуск испытания производится нажатием кнопки 1 «ПУСК / СТОП». Остановка испытания может происходить в ручном режиме

этой же кнопкой 1 «ПУСК / СТОП» или автоматически при возникновении электрического контакта между образцом и испытательной иглой длительностью от 0,01 - 0,3 секунд. При этом загорается индикатор 2 «ПРОБОЙ». Индикаторы 3 и 4 «НЕ ГОТОВ» и «ГОТОВ» соответственно отображают отсутствие или присутствие электрического контакта между образцом и сигнальными клеммами (позиция 12 рисунка 20). Испытание может начаться только при наличии надёжного электрического контакта между сигнальными клеммами и образцом, т.е. индикатор 4 «ГОТОВ» должен быть зажжён. В любом другом случае кнопка 1 «ПУСК / СТОП» работать не будет. Кнопка 5 «СБРОС» предназначена для сброса отображаемого количества двойных проходов иглы на шестиразрядном индикаторе 6 «СЧЁТ ЦИКЛОВ ИСПЫТАНИЯ». Индикатор 6 помимо числа ходов для текущего испытания также может отображать число ходов предыдущих девяти испытаний хранящихся в памяти стенда. Номер отображаемого испытания показывается на индикаторе 7 «НОМЕР ИСПЫТАНИЯ». При проведении текущего испытания индикатор 7 отображает 0 (ноль). При просмотре ячеек памяти, индикатор 7 отображает номер предыдущих испытаний от 1 до 9, соответственно в порядке начиная от самого молодого до самого старого. Переключение между ячейками памяти осуществляется при помощи клавиш 8 и 9. Кнопками 10 и 11 устанавливается количество циклов (число двойных ходов иглы). Количество установленных циклов показывается на индикаторе 12 «УСТАНОВКА ЦИКЛОВ». Кнопка 13 «МЕТКА» включает лазер, расположенный в торце прибора, показывающий своим лучом линию, вдоль которой проходят испытания. По ней можно правильно позиционировать испытываемый образец.

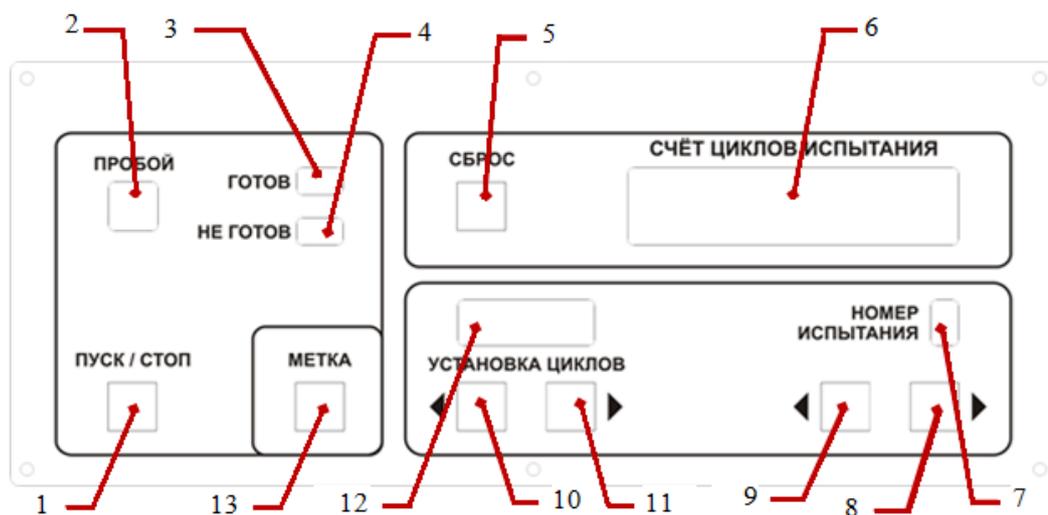


Рисунок 20 – Передняя панель стенда

Для осуществления связи прибора с компьютером необходимо предусмотреть USB-разъем. Он расположен на задней панели прибора. Так же там расположен разъем сетевого питания (~220 В, 50 Гц) с плавким предохранителем (2 А) и кнопкой выключения стенда, шильд с серийным номером стенда, разъем db-9 для проведения метрологической аттестации и клемму заземления.

Общий вид скребкового механизма приведен в приложении В.

4.2 Разработка печатной платы

Электронный блок содержит две печатные платы (ПП) – плата индикации и плата управления, на которой выполнен монтаж элементов принципиальной схемы. Конструкция печатной платы была разработана с помощью пакета автоматизированного проектирования печатных плат P-CAD 2006. Чертеж печатной платы представлен в приложении Г. Сборочный чертёж платы управления представлен в приложении Д. Перечень элементов приведен в приложении Е.

При изготовлении, к ПП предъявляются следующие требования:

- поверхность ПП не должна иметь пузырей, вздутий, посторонних включений, трещин и расслоений материала основания, снижающих электрическое сопротивление и прочность изоляции. Материал основания ПП должен быть таким, чтобы при обработке (сверление, штамповка, распиловка),

не образовывались трещины, отслоения и другие неблагоприятные явления, влияющие на эксплуатационные свойства, а также на электрические параметры плат;

- ширина печатных проводников и расстояние между ними устанавливаются требованиями чертежа. Печатные проводники должны быть с ровными краями. Цвет медного проводника может быть от светло-розового до темно-розового. На печатных проводниках недопустимы механические повреждения.

- толщина ПП в соответствии с международными требованиями выбирается из: 0,2; 0,5; 0,8; 1,6; 2,0; 2,4; 3,2; 6,4 мм.

Величина допуска на толщину платы определяется чертежом. Прочность сцепления печатных проводников с основанием ПП определяет качество и надёжность печатной схемы. Печатные платы, предназначенные для установки радиоэлементов с гибкими выводами (резисторы, конденсаторы и т.п.), должны выдерживать не менее 5 одиночных перепаек, а предназначенные для установки многовыводных элементов (микросхемы и разъёмы) - не менее 3 перепаек. Устойчивость при механических воздействиях и прочность ПП обеспечивается конструкцией блока.

При конструировании ПП необходимо: выбрать тип печатной платы; определить класс точности; установить габаритные размеры и конфигурацию; выбрать материал основания для печатной платы; разместить навесные элементы; определить размеры элементов рисунка, разместить их на плате и осуществить трассировку и обеспечить автоматизацию процессов изготовления и контроля платы и процесса сбора, оформить конструкторскую документацию.

Печатная плата является двусторонней и относится к третьему классу точности печатных плат (ГОСТ 23751). Печатная плата разработана с помощью пакета автоматизированного проектирования печатных плат P-CAD 2006.

Согласно ГОСТ 10317 размер каждой стороны ПП должны быть кратными: 2,5 при длине до 100 мм; 5,0 - 350 мм; 10,0 - более 350 мм. Максимальный размер любой из сторон должен быть не более 470 мм.

Рекомендуется разрабатывать печатные платы с соотношением сторон не более 3:1. Разработанная плата с размерами 204x135 мм удовлетворяет описанным требованиям. Толщина печатной платы - 2мм - определяется исходным материалом, используемой элементной базой и воздействующими механическими нагрузками.

Материалом для изготовления ПП служит стеклотекстолит марки СФ-2-35Г-2 ГОСТ 12652. В качестве проводника используется электротехническая медь со степенью чистоты 99,5 % и предельным удлинением 5...6 % толщиной 35 мкм (± 10 %).

Механическая сборка с навесными элементами и проводниками и пайка электрических соединений составляют технологический процесс монтажа печатных плат. Механическая сборка включает в себя подготовку выводов элементов, установку и механическое закрепление их в монтажных отверстиях печатной платы.

Пайка электрических соединений на плате обеспечивает достаточное механическое крепление элементов и хорошее электрическое соединение выводов элементов с проводниками плат. Пайка печатной платы производится припоем ПОС-61 с применением бескислотного канифольно-спиртового флюса вручную с помощью паяльника.

Печатная плата фиксируется горизонтально с помощью винтов ГОСТ 17473 на фронтальных держателях. Держатели из диэлектрического материала – полистирол. Разъёмы крепятся на ПП при помощи пайки.

В целом, конструкция электронного блока отвечает конструктивно-технологическим требованиям, эксплуатационным и экономическим требованиям, оптимальное сочетание которых обеспечивает важнейшие характеристики устройства: надёжность, быструю сборку и разборку, доступность к элементам схемы, удобство обслуживания, хорошую ремонтпригодность. Потому, при его эксплуатации оператору не требуется специальной подготовки, достаточно изучение инструкций и правил техники безопасности [11].

5 Расчет надежности

В современных информационно-измерительных системах, где одновременно задействованы десятки и сотни тысяч элементов, необходимо добиваться очень высокой надежности конечного изделия. Основная причина возникновения проблемы надёжности - рост сложности измерительных систем, связанный с расширением сферы решаемых ею задач и повышением ответственности функций, выполняемых ею. В связи с этим, повышение надежности элементов системы является одной из важнейших проблем измерительной техники.

Согласно ГОСТ 27.002-89 под надежностью понимают свойство системы (способность) выполнять все возложенные на его функции, на требуемом уровне в течение заданного промежутка времени, в определенных условиях эксплуатации [12].

Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения прибора и условий ее эксплуатации может включать:

1. Долговечность – свойство системы сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов;

2. Ремонтопригодность - свойство системы, заключающееся в приспособлении к предупреждению и обнаружению причин возникновения их последствий путем проведения профилактических и капитальных ремонтов и технического обслуживания;

3. Сохраняемость – свойство системы непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течении использования, после хранения и транспортировки.

Эти свойства могут быть исследованы в отдельности или в определенном сочетании, как для системы, так и для ее частей.

Показатели надёжности нормируются для элементов прибора, которые могут находиться только в одном из двух состояний: работоспособном и

неработоспособном. Исходя из этого, основным свойством прибора является безотказность, т.е. свойство непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки. Нарушение безотказности прибора сопровождается ремонтом или восстановлением утраченных свойств.

Безотказность характеризуется следующими показателями:

1. Вероятностью безотказной работы системы P_C – вероятность того, что в заданном интервале времени при заданных режимах и условиях работы элемент или прибор будут выполнять заданные функции и сохранять свои параметры;

2. Интенсивностью отказов системы λ_C – число отказов в единицу времени, отнесённое к числу элементов, оставшихся исправными к началу рассматриваемого промежутка времени;

3. Средним временем наработки на отказ T_{CP} – среднее число часов между двумя соседними отказами. В зависимости от характера проявления, отказы бывают внезапные и постепенные. Внезапные – скачкообразные изменения основного параметра объекта; постепенные – постепенное изменение основного параметра объекта.

Используются несколько методов приближённой оценки надёжности:

- расчёт надёжности по среднегрупповым интенсивностям отказа;
- коэффициентный метод, заключающийся в использовании при расчёте характеристик надёжности коэффициентов, связывающих интенсивность отказов элементов различных типов с интенсивностью отказа элемента, характеристики которого достоверно известны;

- расчёт надёжности с использованием данных, полученных в результате эксплуатации.

Расчет надёжности прибора может быть произведен при наличии полной принципиальной схемы системы, необходимых данных об интенсивности отказов всех элементов, входящих в систему с учетом реальных условий эксплуатации.

При расчёте надёжности с учётом возможных отказов делаются следующие допущения:

- отказы являются событием случайным и независимым;
- отказ любого элемента приводит к отказу всего прибора в целом, т.к. схема состоит из последовательно соединённых блоков (нерезервированная система);
- все однотипные элементы равнонадёжны, т.е. независимо от режимов работы имеют одинаковую интенсивность отказов.

Исходя из этих допущений, вероятность безотказной работы сложной нерезервированной системы определяется по формуле:

$$P_C = \prod_{i=1}^N P_i(t) = e^{-t \cdot \sum_{i=1}^N n_i \cdot \lambda_i} \quad (22)$$

где t - время работы, ч;

N – число групп элементов;

n_i – число элементов в одной группе;

λ_i - интенсивность отказов группы элементов, ч⁻¹.

Интенсивность отказов системы определяется по формуле

$$\lambda_C = \sum_{i=1}^N n_i \cdot \lambda_i \quad (23)$$

Среднее время наработки на отказ определяется

$$T_{CP} = \frac{1}{\lambda_C} \quad (\text{ч}) \quad (24)$$

Следовательно, вероятность безотказной работы системы определяется по формуле

$$P_C = e^{-\frac{t}{T_C}} \quad (25)$$

Для расчёта интенсивности отказов группы элементов необходимо знать соответствующие составы групп и среднестатистическое значение интенсивности отказов элементов группы в заданных условиях эксплуатации

$$\lambda_i = \lambda_{0i} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot \alpha_i(t_k, K_H), \quad (26)$$

где λ_{0i} – номинальная интенсивность отказов элементов группы, ч⁻¹;
 K_1, K_2 – поправочные коэффициенты на воздействие механических факторов;

K_3 – поправочный коэффициент на воздействие влажности;

$\alpha(t_k, K_H)$ – поправочный коэффициент на температуру поверхности компонента (t_k) и коэффициента электрической нагрузки (K_H).

Система будет находиться в лабораторных условиях, следовательно коэффициенты K_1, K_2 и K_3 принимаем равными единице [13].

Таким образом, интенсивность отказов системы равна

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^N n_i \lambda_{0i} \cdot \alpha_i(t_k, K_H) \quad (27)$$

Коэффициент нагрузки K_{Hi} рассчитываются по формулам:

1) Коэффициент нагрузки для резисторов

$$K_H = \frac{P_P}{P_H}, \quad (28)$$

где P_P – мощность, рассеиваемая на резисторе, Вт;

P_H – номинальная рассеиваемая мощность, Вт.

2) Коэффициент нагрузки для конденсаторов

$$K_H = \frac{U_P}{U_H}, \quad (29)$$

где U_P – рабочее напряжение, В;

U_H – номинальное напряжение, В.

3) Коэффициент нагрузки для транзисторов:

$$K_H = \frac{P_k}{P_{k\text{дон}}}, \quad (30)$$

где P_k – рабочая мощность, рассеиваемая на коллекторе, мВт;

$P_{k\text{ доп}}$ – максимально допустимая мощность, рассеиваемая на коллекторе, мВт.

4) Коэффициент нагрузки для полупроводниковых диодов:

$$K_H = \frac{U_0}{U_{0доп}}, \quad (31)$$

где U_0 - рабочее обратное напряжение, В;

$U_{0 доп}$ - максимально допустимое обратное напряжение , В.

5) Для аналоговых и цифровых микросхем, работающих в номинальном режиме, принимаем $K_H=1$.

Карта режимов работы элементов схемы управления приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Карта режимов работы схемы управления

Наименование элементов	Номинальный параметр	Рабочий параметр	K_H
Резисторы:	мВт	мВт	
R1-R32	250	125	0,5
Конденсаторы:	В	В	
C1-C41	16	5	0,3
Микросхемы цифровые:			
DD1-DD12	-	-	1
Микросхемы аналоговые:			
DA1, DA2	-	-	1
Разъемы:			
ХТ1-ХТ11	-	-	-
Диоды:	В	В	
VD1-VD4	0,05	0,004	0,1
Транзисторы:	мВт	мВт	
VT1-VT5	100	330	0,3
Кварцевый резонатор			
ZQ1	-	-	1
Соединения паяные	-	-	-

Поправочные коэффициенты $\alpha(t_k, K_H)$ определяются по графикам [13] Температуру компонентов примем равной 35°C. Результаты расчётов интенсивностей отказов элементов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Интенсивность отказов элементов

Элемент	Обозначение	Количество элементов	Коэффициент нагрузки	Поправочный коэффициент	Средняя интенсивность отказов	Интенсивность отказов с учетом внешних условий	Интенсивность отказов в рабочем режиме	Суммарная интенсивность отказов,
			кн	$\alpha(t_k, K_H)$	$\lambda_{cp} \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч}$	$\lambda_i \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч}$	$\lambda_i \cdot \alpha(t_k, K_H) \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч}$	$\lambda_i \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч}$
Конденсаторы	C1-C41	41	0,3	0,16	0,15	0,15	0,024	0,98
Микросхемы	DD1-DD12	14	1	1	0,01	0,01	0,01	0,14
	DA1,DA2							
Кварцевый резонатор	QZ-1	1	1	1	0,05	0,05	0,05	0,05
Резисторы	R1-R32	32	0,5	0,6	0,05	0,05	0,03	0,96
Диоды	VD1-VD4	4	0,1	0,4	0,2	0,2	0,08	0,32
Транзисторы	VT1-VT5	5	0,3	0,6	0,74	0,74	0,44	2,2
Разъемы	XT1-XT11	11	1	1	0,05	0,05	0,05	0,55
Паяные соединения	-	509	1	1	0,01	0,01	0,01	5,09
Итого								$10,29 \cdot 10^{-6}$

Тогда суммарная интенсивность отказов всей системы с учетом интенсивностей отказов двух электродов будет равна

$$\lambda_C = 10,29 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1} \quad (32)$$

Рассчитаем среднее время наработки на отказ:

$$T_{CP} = \frac{1}{10,29 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}} = 97181 \text{ ч} \quad (33)$$

Таким образом, вероятность безотказной работы системы в течение 1000 часов составляет:

$$P_C = e^{-\frac{1000 \text{ ч}}{97181}} = 0,99, \quad (34)$$

что удовлетворяет требованиям технического задания.

6 Разработка алгоритма работы для микроконтроллера

Алгоритм программы для микроконтроллера приведен в приложении Ж.

Программа осуществляет следующие действия:

- инициализацию микроконтроллера;
- объявление переменных;
- настройка векторов прерываний;
- настройка и запуск таймеров;
- настройка портов ввода/вывода;
- запуск и остановку электродвигателя;
- считывание состояния кнопочных переключателей;
- отображение и сохранение в память результатов испытаний;
- передача данных через USB-интерфейс.

7 Методика аттестации стенда

Целью проведения аттестации является подтверждение пригодности стенда для проведения испытаний образцов по ГОСТ 15632.2-70 и ГОСТ 14340.10-69. Аттестация проводится согласно программе и методике [9].

Перед началом аттестации проверяется наличие всей технической документации на стенд. Проводится внешний осмотр с целью выявления механических дефектов. Так же проверяется комплектность стенда и его серийный номер.

В таблице 7 указаны средства измерения (СИ) и вспомогательные технические средства (ТС), применяемые при аттестации стенда.

Таблица 7 – Средства аттестации и их метрологические характеристики

Наименование СИ и ТС	диапазон измерений, погрешность (ПГ), класс точности (КТ), цена деления (ЦД)
Гигрометр психрометрический ВИТ	(0÷24) °С, ПГ ±0,2°С
Вольтметр универсальный В7-78/1	(0÷750)В, ПГ ± 0,9%, (3 Гц÷300 кГц)
Секундомер механический СОПр-2а-2-010	ПГ±1,0с, КТ 2, ЦД 0,2с

При проведении аттестации выполняются следующие операции:

- Внешний осмотр;
- Опробование;
- Определение погрешности установки напряжения между образцом и испытательной иглой;
- Погрешность скорости движения иглы.

7.1 Опробование

Опробование стенда проводится с целью проверки выполнения им следующих функций:

- Правильность работы цепей контроля электрического контакта с образцом;
- Правильность работы двигателя эксцентрика;
- Правильность работы счетчика ходов;
- Правильность срабатывания реле при возникновении электрического контакта между испытательной иглой и образцом.

Опробование стенда проводится в соответствии с руководством по эксплуатации [10].

7.2 Определение погрешности установки напряжения между образцом и испытательной иглой

Погрешность установки напряжения между образцом и испытательной иглой производится при помощи измерения напряжения образцовым вольтметром В7-78/1. Согласно ГОСТ 15634.2-70 и ГОСТ 14340.10-69 величина этого напряжения должна составлять $12 \pm 0,5$ В постоянного тока.

Для определения погрешности используется схема, приведенная на рисунке 23.

Относительная погрешность установки испытательного напряжения аттестуемого стенда определяется по формуле:

$$\delta_u = U_u - U_k, \quad (35)$$

где U_u – напряжение, требуемое нормативными документами, В;

U_k – показания образцового вольтметра В7-78/1, В.

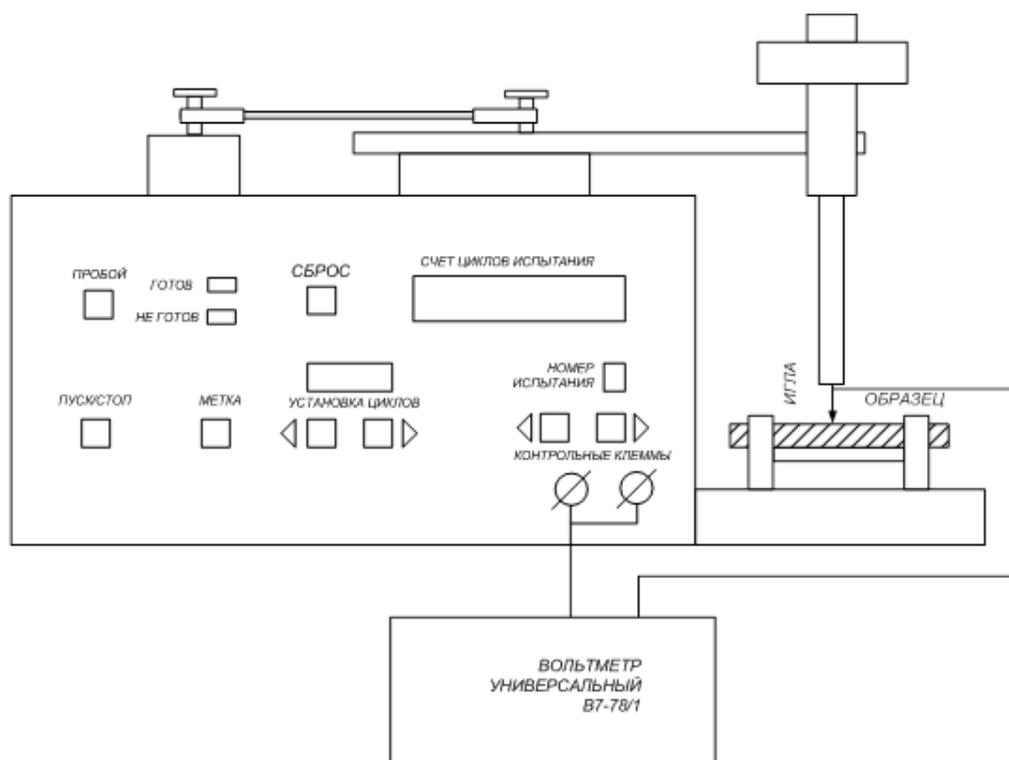


Рисунок 21 – Схема подключения аппаратуры при аттестации стенда

7.3 Определение погрешности установки тока срабатывания реле

В процессе определения погрешности проводятся измерения испытательного тока образцовым вольтметром В7-78/1 и сравнение с током указанным в нормативных документах. Согласно ГОСТ 15634.2-70 и ГОСТ 14340.10-69 величина тока пробоя должна составлять 5 ± 1 мА.

Для определения погрешности используется схема, приведенная на рисунке 23.

Относительная погрешность установки испытательного тока аттестуемого стенда определяется по формуле:

$$\delta_I = I_u - I_k, \quad (36)$$

где I_u – ток, требуемый нормативными документами, В;

I_k – показания образцового вольтметра В7-78/1, В.

7.4 Определение погрешности скорости движения иглы

В процессе определения погрешности проводится измерение количества двойных проходов иглы по показаниям счётчика стенда за контрольное время 5

мин (300 секунд). Измерение времени при этом производится образцовым секундомером СОПпр-2а-2-010. Затем вычисляется количество двойных ходов иглы в минуту и сравнивается со значением, указанным в нормативных документах. В ГОСТ 15634.2-70 и ГОСТ 14340.10-69 указана величина 60 ± 3 двойных проходов в минуту.

Количество двойных ходов в минуту рассчитывается по формуле:

$$N_u = N_t / t, \quad (37)$$

где N_t – Количество двойных проходов иглы за контрольное время 5 минут;

t – Время в минутах (в данном случае $t=5$ мин.).

Относительная погрешность скорости движения иглы определяется по формуле:

$$\delta_N = N_u - N_k, \quad (38)$$

где N_u – количество двойных проходов в минуту, требуемое по нормативным документам, В;

N_k – количество двойных проходов в минуту, измеренные при помощи секундомера СОПпр-2а-2-010.

7.5 Оформление результатов аттестации

Все полученные в процессе аттестации результаты заносятся в протокол. Протокол утверждает руководитель подразделения, проводящего аттестацию. Если стенд соответствует требованиям нормативных документов, выдается свидетельство об аттестации. При несоответствии результатов аттестации требованиям стенд к эксплуатации не допускается, а в протоколе указывают мероприятия, необходимые для доведения характеристик до требуемых значений.

8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Суть данной выпускной квалификационной работы состоит в разработке стенда для испытания изделий и материалов истиранием. Данный стенд представляет собой прибор, позволяющий проводить испытание материалов и протоколировать результаты измерений.

Целью финансового менеджмента является планирование исследований, проводимых в рамках работы, решение организаторских вопросов, определение себестоимости работ и порядка распределения бюджетных средств.

8.1 Составление перечня работ

Для эффективного выполнения работы необходимо разбить ее на отдельные составляющие с указанием конкретных трудозатрат на каждый этап. Данную работу условно можно разделить на четыре этапа:

- 1 – разработка технического задания;
- 2 – аналитический обзор;
- 3 – практические исследования;
- 4 – заключительный этап.

В таблице 8 приведен перечень работ с распределением по исполнителям.

Таблица 8. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
1 Разработка технического задания	1	Получение задания	Руководитель, Студент-дипломник
	2	Утверждение тех. задания	Руководитель, Студент-дипломник
2 Аналитический обзор	3	Анализ задачи	Руководитель, Студент-дипломник

Таблица 8 (Продолжение)

	4	Обзор методов испытаний изделий на истирание	Студент-дипломник
	5	Выбор метода	Студент-дипломник
3 Практическое исследование	6	Разработка структурной схемы	Руководитель, Студент-дипломник
	7	Разработка принципиальной схемы	Студент-дипломник
	8	Выбор и расчет элементов принципиальной схемы	Студент-дипломник
	9	Расчет надежности	Студент-дипломник
	10	Безопасность и экономичность производства	Студент-дипломник
4 Заключительный этап	11	Составление пояснительной записки	Руководитель, Студент-дипломник
	12	Оформление графического материала	Студент-дипломник
	13	Сдача готового проекта	Студент-дипломник

8.2 Расчет трудоемкости работы

В связи с тем, что трудовые затраты составляют большую часть стоимости работы, проведение расчета трудоемкости является наиболее ответственной частью финансового менеджмента.

Трудоемкость работы характеризует максимальные затраты труда в человеко-днях на ее выполнение с учетом организационно-технических мероприятий, обеспечивающих наиболее рациональное использование выделенных ресурсов.

Трудоемкость выполнения НИР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества

трудно учитываемых факторов.

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле [13]:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (39)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы чел.-дн.;

t_{\min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы (в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{\max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы (в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Продолжительности работы в рабочих днях вычисляется по формуле:

$$T_p = \frac{t_{ож}}{Ч} \quad (40)$$

где T_p – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_1$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства построения календарного плана-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_k = T_p \cdot k, \quad (41)$$

где T_k – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

T_p – продолжительность одной работы, раб.-дн.;

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (42)$$

где $T_{КГ}$ – количество календарных дней в календаре, $T_{КАЛ} = 365$ дней;

$T_{ВД}$ – количество выходных дней в году, $T_{ВД} = 104$ дня;

$T_{ПД}$ – количество праздничных дней в году, $T_{ПД} = 11$ дней.

$$k = \frac{365}{365 - 104 - 11} = 1,46 \quad (43)$$

Результаты расчетов по определению трудоемкости работы приведены в таблице 9.

Таблица 9. Временные показатели проведения ВКР

№ работы	Исполнители	t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	T_p , раб.дн.	T_k , кал.дн.	Y_i , %	Γ_i , %
1	Руководитель, Студент-дипломник	1	3.5	2	1	1	1.03	1.03
2	Руководитель, Студент-дипломник	1	3.5	2	1	1	1.03	2.06
3	Руководитель, Студент-дипломник	3	8	5	2.5	4	4.12	6.19
4	Студент-дипломник	12	27	18	18	26	26.80	32.99
5	Студент-дипломник	1	6	3	3	4	4.12	37.11
6	Руководитель, Студент-дипломник	5	10	7	3.5	5	5.15	42.27
7	Студент-дипломник	6	21	12	12	18	18.56	60.82
8	Студент-дипломник	4	9	6	6	9	9.28	70.10
9	Студент-дипломник	1	6	3	3	4	4.12	74.23
10	Студент-дипломник	2	7	4	4	6	6.19	80.41
11	Руководитель, Студент-дипломник	4	14	8	8	12	12.37	92.78
12	Студент-дипломник	2	7	4	4	6	6.19	98.97
13	Студент-дипломник	1	1	1	1	1	1.03	100.00
Итого						97		

Наиболее удобным и наглядным видом календарного плана работ является построение ленточного графика в форме диаграмм Ганта [13].

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов.

K_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 11. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за единицу товара, руб.	Сумма, руб.
Комплектующие изделия				
Микроконтроллер STM32F103-LQFP100	шт.	1	350,00	350,00
Микросхема REF3025AIDBZT	шт.	1	90,00	90,00
Микросхема TPS3823-33DBVR	шт.	1	30,00	30,00
Микросхема H11L1-DIP6	шт.	4	20,00	80,00
Микросхема DS1307	шт.	1	70,00	70,00
Микросхема FT232RL	шт.	1	235,00	235,00
Микросхема MAX3232-SO16	шт.	1	50,00	50,00
Микросхема L6474PD	шт.	1	350,00	350,00
Микросхема FOD817-DIP4	шт.	1	8,00	8,00
Микросхема LM1117MPX-3.3-SOT223	шт.	1	45,00	45,00
Микросхема NSD05-12S5	шт.	1	700,00	700,00
Резистор 10 кОм-0,25Вт-1206-5%	шт.	3	0,77	2,31
Резистор 1 кОм-0,25Вт-1206-5%	шт.	1	0,77	0,77
Резистор 51 Ом-0,25Вт-1206-5%	шт.	3	0,77	2,31
Резистор 100 Ом-0,25Вт-1206	шт.	2	0,77	1,54
Резистор 4,7 кОм-0,25Вт-1206-5%	шт.	8	0,77	6,16
Резистор 1 МОм-0,25Вт-0805%	шт.	1	0,53	0,53
Резистор 300 Ом-0,25Вт-1206	шт.	1	0,77	0,77
Резистор 3 кОм-0,25Вт-1206-5%	шт.	4	0,77	3,08
Резистор 1,1 кОм-0,25Вт-1206-5%	шт.	1	0,77	0,77
Резистор 3296W - 1 кОм	шт.	1	70,00	70,00
Резистор 500 Ом-0,25Вт-1206-5%	шт.	1	0,77	0,77
Резистор 200 Ом-0,25Вт-1206-5%	шт.	1	0,77	0,77
Конденсатор Керам. ЧИП-15 пФ -X7R-1206	шт.	2	4,15	8,30
Конденсатор Керам. ЧИП-0,47мкФ-X7R-1206	шт.	1	4,73	4,73
Конденсатор Керам. ЧИП-0,1 мкФ -X7R-1206	шт.	28	1,89	52,92
Конденсатор Тант. ЧИП-10 мкФ-16В-С	шт.	5	18,11	90,55
Конденсатор Керам. ЧИП-0,01 мкФ-X7R-1206	шт.	1	2,00	2,00
Конденсатор Керам. ЧИП-0,22 мкФ -X7R-1206	шт.	1	3,07	3,07
Конденсатор Керам. ЧИП-9000 пФ -X7R-1206	шт.	1	3,82	3,82
Диод ЧИП-LL4148	шт.	3	1,52	4,56

Таблица 11 (продолжение)

Диод ЧИП-ВАR43	шт.	1	1,64	1,64
Транзистор BCR533-SMD	шт.	3	3,28	9,84
Транзистор BCR562-SMD	шт.	2	4,09	8,18
Кварцевый резонатор 16.000 МГц имп. НС-49S	шт.	1	13,43	13,43
Разъем SCM-20	шт.	1	33,00	33,00
Разъем SCM-30	шт.	2	21,00	42,00
Разъем WF-04M	шт.	3	3,00	9,00
Разъем WF-02M	шт.	2	2,62	5,24
Разъем WF-03M	шт.	1	2,70	2,70
Разъем MF-4MA	шт.	2	24,00	48,00
Расходные материалы				
Припой ПОС-61	г	200	560,00	560,00
Стеклотекстолит	дм ²	6	230,00	230,00
Бумага А4	пачка	1	250,00	250,00
Итого:				3 480,80
Расход на транспорт				591,73
Итого с учетом транспортных расходов				4 072,50

8.4 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей

Данная статья расходов включает в себя основную заработную плату исполнителей проекта. Она определяется исходя из трудоемкости работы и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

Зарботная плата работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{ЗП} = Z_{ОСН} + Z_{ДОП}, \quad (45)$$

где $Z_{ОСН}$ – основная заработная плата;

$Z_{ДОП}$ – дополнительная заработная плата;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{ДН} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D}, \quad (46)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя);

F_D – действительный фонд рабочего времени научно-технического персонала, приведен в таблице 12.

Таблица 12. Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	15	15
Потери рабочего времени	48	48
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени (Fд)	250	250

Месячный должностной оклад работника определяется по формуле:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot K_P, \quad (47)$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_P – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 13. Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_{TC} , руб.	k_P	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_P , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель (доцент, к.т.н.)	23264,86	1,3	30255,32	1258,16	16	20130,56
Студент-дипломник	5707,81	1,3	7420,15	308,68	97	29941,96
Итого $Z_{осн}$						50072,52

Дополнительная заработная плата определяется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (48)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, принимаемый равным 0,15.

Таблица 14. Расчет дополнительной заработной платы

Заработная плата	З _{ОСН} , руб	К _{доп}	З _{доп.} , руб.
Руководитель	20130,56	0,15	3019,58
Студент дипломник	29941,96	0,15	4491,29
Итого З _{доп}			7510,87

8.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеш} = k_{внеб} \cdot (Z_{ОСН} + Z)_{доп}, \quad (49)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность коэффициент отчисления равен 27,1%.

Таблица 15. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	20130,56	3019,58
Студент дипломник	29941,96	4491,29
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого, руб	15605,09	

8.6 Формирование бюджета работы

Расчет бюджета работы производится суммированием всех статей расходов. Плановая себестоимость разработки приведена в таблице 16.

Таблица 16. Бюджет разработки

Наименование статьи	Сумма, руб
1. Материальные затраты	4 072,50
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	-
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей	50072,52
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	7510,87
5. Отчисления на во внебюджетные фонды	15605,09

Таблица 16 (Продолжение)

6. Накладные расходы	12361.76
7. Бюджет затрат	89623.09

9 Социальная ответственность

Введение

Стенд для испытания изделий и материалов на стойкость к истиранию разрабатывался в аудитории кафедры информационно – измерительной техники, специально оборудованной для этих целей. Это помещение представляет собой аудиторию учебного корпуса, расположенную на втором этаже. В данном помещении находится семь ЭВМ. Имеется одно окно – 2,1×1,6 м. В этой аудитории могут работать пять студентов и преподаватель. По санитарным правилам и нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объём производственных помещений (при наличии в помещении компьютера) должен быть таким, чтобы объём воздуха, приходящийся на одного работающего, был не менее 20 м³, а площадь - не менее 6 м².

Осуществлялась легкая работа (категория I), которая согласно ГОСТ 12.1.005-88 соответствует требуемым параметрам микроклимата.

9.1 Техногенная безопасность

Основой вид деятельности разработчика стенда связан с проектированием при помощи ЭВМ. Операторы ЭВМ могут столкнуться с воздействием таких физически опасных и вредных производственных факторов, как повышенный уровень шума, повышенная температура внешней среды, отсутствие или недостаток внешнего света, недостаточная освещенность рабочей зоны, электрический ток, статистическое электричество и др.

На санитарно-гигиенические условия труда, производительность работающих влияет цветовое оформление помещений. Окраска помещения влияет на нервную систему человека, его настроение, поэтому рекомендуется выбирать спокойную окраску для визуального восприятия.

9.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации стенда

Вредными факторами для работы в помещении являются:

- электромагнитное поле (ЭМП);
- электростатическое поле;
- шум на рабочих местах;
- неблагоприятные условия микроклимата.

Электромагнитное поле

Электромагнитное поле возникает вследствие работы магнитных катушек отклоняющей системы электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) монитора компьютера. ЭМП обладает рядом воздействующих на организм человека факторов: биологическое, специфическое и тепловое воздействия.

Степень биологического воздействия различна в зависимости от длины волны, продолжительности, интенсивности и режимов действия ЭМП, а так же размеров, строения анатомии органа, подвергшегося действию ЭМП. Электромагнитное поле миллиметрового диапазона поглощают поверхностные слои кожи, сантиметрового – кожа и прилегающие к ней ткани, дециметрового – проникают на глубину 8-10 см. Ткани человеческого тела для более длинных волн обладают хорошими проводящими свойствами.

Специфическое воздействие электромагнитного поля заключается в биохимических изменениях, происходящих в клетках и тканях. Наибольшей чувствительностью обладают центральная (ЦНС) и сердечно-сосудистая системы. Возникают нарушения условно-рефлекторной деятельности, снижается биоэлектрическая активность мозга, изменяются межнейронные связи. Так же вероятно возникновение отклонений в эндокринной системе. Все эти факторы обуславливают общую клиническую картину хронического воздействия электромагнитного поля, для которой характерны: головные боли, быстрая утомляемость, плохое самочувствие, пониженное артериальное

давление, замедление сердцебиения, изменение проводимости сердечной мышцы. Возможно возникновение незначительных и, как правило, не стойких изменений в крови.

Тепловое действие ЭМП вызывает повышение температуры тела, локальный избирательный нагрев ткани, органа и клеток вследствие превращения энергии поля в тепловую энергию. Количество поглощенной энергии и скорость ухода тепла от облученных областей определяют интенсивность нагрева. Органы и ткани с плохим кровообращением затрудняют отток тепла. К таким органам относится, например, хрусталик глаза. Тепловому облучению электромагнитного поля так же подвержены и паренхиматозные органы (поджелудочная железа, печень) и полые органы с наличием жидкости (желудок, мочевой пузырь). Нагрев этих органов может вызывать обострение хронических болезней (кровотечений, язв, перфораций).

Однако, в рассматриваемой аудитории электромагнитное поле не очень сильное, излучения магнитных катушек отклоняющей системы маломощное. Используемые мониторы отвечают требованиям ТСО-99, поэтому их электромагнитное излучение не оказывает вредного действия на работника

При работе с компьютером допустимые уровни электромагнитных полей не были превышены указанных в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Электростатическое поле

Результатом облучения экрана монитора потоком заряженных частиц является электростатическое поле. В результате, в электростатических экранах накапливается пыль, которую оператор вдыхает во время работы за монитором. В теле оператора при работе за монитором возникает электростатический потенциал, величина которого различна и колеблется в пределах от минус 0,6 кВ/м до плюс 0,6 кВ/м. Величина потенциала оператора является основным фактором при осаждении частиц пыли на поверхности тела, что, в свою очередь, может приводить к кожным заболеваниям, порчи контактных линз, а так же к развитию помутнения хрусталика глаза при катаракте.

Производственный шум

Шум на рабочих местах возникает вследствие работы оборудования, установок кондиционирования воздуха, преобразователей напряжения, осветительных приборов дневного света, а также проникает извне. Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека.

Прежде всего, шум оказывает воздействие на различные отделы головного мозга, вследствие чего происходит изменение нормальных процессов высшей нервной деятельности (общая утомляемость, слабость, апатия, ослабление памяти и т.д.). При воздействии шума наступают изменения в органах зрения человека (понижается устойчивость, острота и чувствительность зрения), а также и в вестибулярном аппарате; нарушаются функции желудочно-кишечного тракта; повышается внутричерепное давление; происходят нарушения в обменных процессах организма и т.п. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации.

В результате неблагоприятного воздействия шума на работающего человека происходит снижение производительности труда, увеличивается брак в работе, создаются предпосылки к возникновению несчастных случаев. Поэтому в помещениях операторов ЭВМ уровень шума не должен превышать 65 дБ соответствующий ГОСТ 12.1.003 – 2014, что выполняется в лаборатории [17].

Шум на рабочих местах создается внутренними источниками - вентиляторы в ЭВМ, и внешними источниками - шум с улицы.

Никаких мер защиты от шума в аудитории не предусмотрено.

Мероприятия по борьбе с производственным шумом

В соответствии с классификацией, введенной СН 2.2.4/2.1.8.562-96, шум, имеющий место в аудитории, является постоянным, широкополосным.

В соответствии с пунктом 5.1 указанного документа характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$W(L) = 20 \times \lg \left(\frac{P}{P_0} \right), \quad (55)$$

где P – среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – исходное значение звукового давления в воздухе.

Шум от работающего компьютера создает $P = 0,05$ Па. Таким образом, $L = 68$ дБ.

Согласно пункту 5.3.1 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 для рабочих мест в помещениях "... проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных..." предельно допустимый уровень звукового давления составляет $L_{max} = 75$ дБ. Иными словами, шум, создаваемый работой компьютеров, по своим характеристикам удовлетворяет санитарным нормам [18].

9.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации стенда

Поражение электрическим током

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электрического поля и статического электричества [19].

Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении. При проведении испытания изделий и материалов с помощью разработанного стенда источниками возможного поражения электрическим

током могут стать открытые токоведущие части стенда, нарушение изоляции проводов, а так же несоблюдение техники безопасности при работе.

Для предотвращения поражения электрическим током эксплуатирующего персонала стен должен быть сконструирован так, чтобы минимизировать вероятность контакта с токоведущими частями.

До помещения образца и перед его изъятием из стенда оператору необходимо проверить отсутствие испытательного напряжения.

Основными мерами защиты от поражения электрическим током являются:

- недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения;
- защитное заземление, зануление или отключение;
- вывешивание предупреждающих надписей;
- контроль состояния изоляции электрических установок;
- использование дополнительных средств защиты.

Одной из наиболее часто встречающихся мер защиты людей от поражения электрическим током является защитное заземление. Заземление служит для снижения шагового напряжения и напряжения прикосновения.

9.2 Региональная безопасность

Согласно ст. 11 "Права и обязанности граждан в области охраны окружающей среды" Федерального закона Российской Федерации от 10 января 2002 г. №7-ФЗ "Об охране окружающей среды" каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду; на ее защиту от негативного воздействия, вызванного хозяйственной и иной деятельностью, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера; на достоверную информацию о состоянии окружающей среды и на возмещение вреда окружающей среде.

Рабочее место в аудитории, равно как проектируемый стенд, не оказывают какого-либо отрицательного воздействия на окружающую природную среду, как при разработке, так и при эксплуатации.

9.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

9.3.1 Мероприятия по выполнению норм естественного и искусственного освещения

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственного помещения оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

В помещении используется комбинированное освещение - искусственное и естественное. Согласно санитарно-гигиеническим нормам СанПиП-23-05 общая освещённость на рабочем месте должна быть 200-300 лк, при коэффициенте естественного освещения 1,5-2.

Правила гигиены труда требуют максимального использования естественного освещения, т.к. солнечный свет оказывает биологически оздоравливающее воздействие на организм. Естественное освещение проникает в помещение через окна. Этим обеспечивается боковое освещение. Применяем систему общего искусственного освещения, т.к. эта система более совершенна в гигиеническом отношении, позволяет создать более равномерное распределение освещенности и как следствие, наиболее благоприятные условия для работы зрительного аппарата человека.

По задачам зрительной работы помещение относится к I группе. Сама зрительная работа соответствует средней точности (размер объекта различения 0,5-1 мм), разряду 4, контраст объекта с фоном средний, фон средний. Согласно санитарно-гигиеническим нормам общая освещённость составляет 250 лк.

В аудитории нормальная освещенность достигается в дневное время за счет естественного света, проникающего через 1 оконный проем размером 2,1×1,6 метра, а в утренние и вечерние часы – за счет искусственного

освещения люминесцентными лампами. Поэтому следует рассчитать два вида освещенностей:

- естественной;
- искусственной.

Определим искусственную освещенность рабочего места за счет общего освещения. Общее освещение осуществляется светильниками ЛСП-02. Они расположены в 2 ряда по 6 светильников, в каждом из которых установлены 2 лампы ЛД-40.

Помещение имеет прямоугольную форму размерами 5×5,5 метров и высотой 3,2 метра. При расчете общего освещения используем метод светового потока. Необходимая освещенность есть величина:

$$E = \frac{F \cdot N \cdot \eta}{S \cdot z \cdot k} \quad (50)$$

где E – нормированная минимальная освещенность, лк;

$F = 1340$ лм – световой поток для ЛД-40;

N – число ламп в помещении;

S – площадь освещаемого помещения;

z – отношение средней освещенности к минимальной (значение обычно принимается от 1,1 до 1,2; пусть $z = 1,1$);

$k = 1,5$ – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации;

η – коэффициент использования светового потока, зависит от коэффициента отражения потолка p_n и стен p_c , высоты размещения светильников H и размеров помещения $A \times B$. В зависимости от p_n и p_c и показателей помещения определим индекс помещения:

$$I = \frac{A \cdot B}{H \cdot (A + B)} = \frac{5 \cdot 5,5}{3,2 \cdot (5 + 5,5)} = 0,82, \quad (51)$$

Для $p_n = 70\%$, $p_c = 50\%$ и $I = 70\%$, $\eta = 0,51$.

Подставим результаты в формулу (50) для освещенности и получим:

$$E = \frac{1340 \cdot 24 \cdot 0,51}{27,5 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 364 \text{ лк.} \quad (52)$$

В соответствии с санитарными нормами СНиП 23-05-95 рекомендуемая искусственная освещенность для помещений данного типа для работ высокой точности на светлом фоне при большом контрасте, составляет 200 лк.

Приведённый расчет естественного освещения произведём по световому коэффициенту:

$$k_{\text{свет}} = \frac{F_{\text{окон}}}{F_{\text{пола}}} \cdot 100\%, \quad (53)$$

где $F_{\text{окон}} = 4,35 \text{ м}^2$ – площадь окон;

$F_{\text{пола}} = 27,5 \text{ м}^2$ – площадь пола.

Таким образом, по формуле (53) рассчитаем световой коэффициент:

$$k_{\text{свет}} = \frac{4,35}{27,5} \cdot 100\% = 15,8 \%. \quad (54)$$

Рекомендуемый коэффициент естественной освещенности для помещения данного типа и работ высокой точности на светлом фоне при большом контрасте от 16 до 20 %. Следовательно, освещенность рабочего места находится в допустимых пределах.

9.3.2 Неблагоприятные условия микроклимата

В лаборатории осуществляется естественная вентиляция с кратностью обмена воздуха за час от 0,5 до 0,7 зимой и от 1 до 2 летом.

Площадь помещения составляет $27,5 \text{ м}^2$. В помещении постоянно находятся 5 человек, на каждого работающего приходится $5,5 \text{ м}^2$ пола, $17,6 \text{ м}^3$ воздуха, при норме $4,5 \text{ м}^2$ и 15 м^3 соответственно.

Для поддержания оптимальных параметров микроклимата в холодное время года используется система отопления. Система отопления должна компенсировать выделение теплоты через строительные ограждения, а также нагрев проникающего в помещение холодного воздуха, поступающих материалов и т.д.

В рабочем помещении установлены два радиатора системы центрального водяного отопления, которая работает в период с начала октября до середины мая каждого года. Основными потерями тепла являются потери через стены, потолки, окна и двери. Определим их по формуле

$$Q = F(t_{вн} - t_{нар})R, \quad (55)$$

где F – поверхность ограждения, $t_{вн}$ – температура воздуха в помещении, $t_{нар}$ – температура наружного воздуха, R – сопротивление теплопередачи конструкции.

Рассчитаем потери через окна.

$$F_{окна} = 1.8 \cdot 1.8 + 1.2 \cdot 1.8 = 5.4 \text{ м}^2 \quad (56)$$

Примем для окна (в зимний период): $t_{вн} = 20^\circ\text{C}$, $t_{нар} = -12^\circ\text{C}$, $R_{окна} = 150$ Дж/м² °C. Получаем:

$$Q_{окна} = 5.4 \cdot 150 \cdot (20 - (-12)) = 25.92 \text{ кДж} \quad (57)$$

Рассчитаем потери через стены. Площадь стен, выходящих на улицу равна:

$$F_{ст} = 5.5 \cdot 3.3 + 6 \cdot 3.3 = 37.9 \text{ м}^2 \quad (58)$$

Примем для стен (в зимний период): $t_{вн} = 20^\circ\text{C}$, $t_{нар} = -12^\circ\text{C}$, $R_{ст} = 100$ Вт/м²*°C. Получаем:

$$Q_{ст} = 37.9 \cdot 100 \cdot (20 - (-12)) = 121.28 \text{ кДж} \quad (59)$$

Таким образом, общие потери тепла равны $Q=147.2$ кДж.

Согласно СП 2.2.1.1312-03 аудитория относится к помещению без повышенного тепловыделения, а по категории работ к легким, поэтому температура и относительная влажность должны быть:

- в летний период температура находится в пределах от 22 до 25 °C, относительная влажность – от 30 до 60%;
- в зимний и переходные периоды находится в пределах от 16 до 22 °C, относительная влажность – от 30 до 60%.

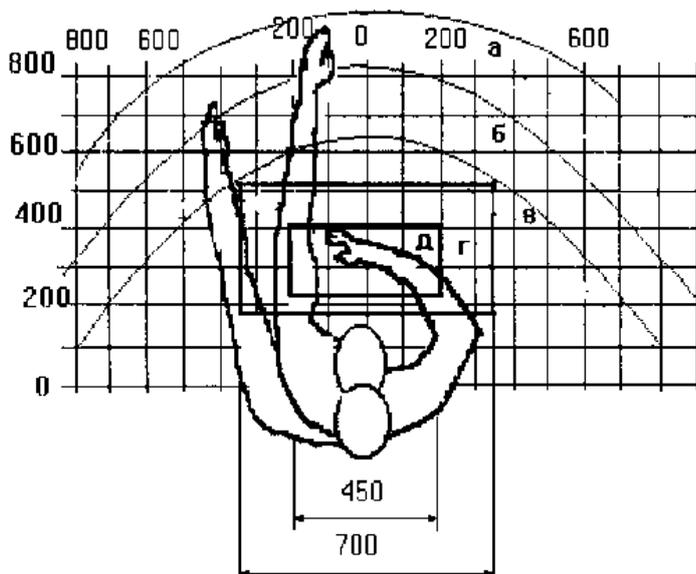
9.3.3 Правила организации рабочего места

С целью повышения производительности труда, предотвращения опасности возникновения профессиональных заболеваний, рабочее место должно быть правильно расположено и скомпоновано. Это позволяет находиться работнику в наиболее комфортной позе и совершать минимум легких, производительных движений.

Основным рабочим положением инженера является положение сидя. Такая рабочая поза вызывает минимальное утомление. Главными элементами рабочего места являются письменный стол и кресло. Организация рабочего места должна соответствовать ГОСТ 12.2.032-78.

При рациональной планировке рабочего места предметы, средства труда и документация размещаются в четком порядке и на постоянных местах размещения. Наиболее часто востребованные предметы должны располагаться в зоне легкой досягаемости рабочего пространства [21].

Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости показаны на рисунке 22.



а - зона максимальной досягаемости; б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в - зона легкой досягаемости ладони; г - оптимальное пространство для грубой ручной работы; д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Рисунок 22 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

Исходя из рисунка 22, оптимальным размещением предметов труда и документации на рабочем месте будет следующее:

- дисплей размещается в зоне а (в центре);
- клавиатура - в зоне г/д;
- системный Блок размещается в зоне б (слева);
- принтер находится в зоне а (справа).

В выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно [20].

При работе в положении сидя рекомендованы следующие параметры рабочего пространства:

- ширина не менее 700 мм;
- глубина не менее 400 мм;
- высота рабочей поверхности стола над полом 700-750 мм.

Оптимальный стол имеет следующие размеры:

- высота 710 мм;
- длина стола 1300 мм;
- ширина стола 650 мм;
- поверхность для письма должна иметь не менее 400 мм в глубину и не менее 600 мм в ширину.

Вторым основным элементом рабочего места инженера является кресло. Оно должно соответствовать ГОСТ 21.889-76. Анализ положения тела человека в положении сидя с учетом физиологии, приводит к следующим требованиям конструкции рабочего кресла:

- допускать возможность изменения положения тела, т.е. обеспечивать свободное перемещение корпуса и конечностей тела друг относительно друга;
- допускать регулирование высоты в зависимости от роста работающего человека (в пределах от 400 до 550 мм);

Исходя из вышесказанного, приведем параметры стола инженера:

- высота стола 710 мм;

- длина стола 1300 мм.

Важным моментом является также рациональное размещение на рабочем месте документации, канцелярских принадлежностей, что должно обеспечить работающему удобную рабочую позу, наиболее экономичные движения и минимальные траектории перемещения, работающего и предмета труда на данном рабочем месте [21].

9.3.4 Мероприятия по пожарной безопасности

Правила определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, регламентируемые НПБ 105-03, относят аудиторию к категории В. Это объясняется наличием в помещении твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов, а также веществ и материалов, способных при взаимодействии с кислородом воздуха гореть. К горючим материалам относят шкафы, столы, стулья и документацию.

Для предотвращения пожара принимаются следующие меры:

- удаление неиспользуемых нагревательных приборов из лаборатории;
- применение несгораемой подставки для паяльника и ее расположение вдали от легко воспламеняющихся предметов;
- размещение корпусов рубильников и розеток на несгораемых основах;
- расположение нагревательных приборов на асбестовых ковриках и прокладках;
- проведение работ с легковоспламеняющимися веществами вне лаборатории;
- запрещение курения на рабочем месте.

В соответствии с требованиями пожарной безопасности разрабатывается план эвакуации, эвакуационная карта и инструкция "О порядке проведения эвакуации людей и оборудования в случае пожара".

Лаборатория оборудуется средствами пожаротушения, в качестве которых, в данном случае, используются огнетушители ОУ (углекислотного типа) [20].

9.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Основными документами, обеспечивающими безопасность при выполнении дипломной работы являются:

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 - Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
- СП 2.2.1.1312-03 - Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.
- ГОСТ 12.1.005-88 – Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- ГОСТ 12.1.003 – 2014 – Шум. Общие требования безопасности.
- СН 2.2.4/2.1.8.562-96: Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
- НПБ 105-03: Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
- ГОСТ Р 12.1.019-2009 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования

9.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) возникают в результате землетрясений, наводнений, ураганов, снегопадов, крупных аварий, взрывов и пожаров.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар. Возникновение пожара в зданиях, особенности распространения огня в них зависит от того, из каких материалов (конструкций) они выполнены.

Помещение имеет бетонные стены и, по степени возгорания относится к трудносгораемым.

Причинами пожара при проектировании и сборки системы могут быть:

- небрежное отношение с нагревательными приборами (паяльником);
- токи короткого замыкания, нагревающие проводники до температуры, которая может привести к воспламенению изоляции;
- электрические перегрузки проводов;
- плохие контакты в местах соединения проводников, вследствие чего выделяется большое количество тепла.

Лабораторное помещение по пожарной опасности относится к категории В, так как в нём имеются сгораемые вещества и материалы.

При возникновении пожара персонал должен действовать следующим образом:

- о замеченном пожаре сразу же сообщить в пожарную охрану и приступить к тушению, определив место очага и сняв напряжение;
- тушение пожара водой без снятия напряжения не допускается;
- при тушении должно уделяться внимание целостности установленной внутри помещения аппаратуры.

Мероприятия по повышению пожарной безопасности:

1. Технические: соблюдение противопожарных норм при выборе и монтаже оборудования; использование первичных средств пожаротушения (допускается применение газовых и порошковых огнетушителей типа ОУ-2, ОУ-5, ОПС-10 ТУ-22-4720080);

2.Эксплуатационные: правильная эксплуатация оборудования; правильное содержание помещения;

3.Режимные: проведение профилактических осмотров; наблюдение за наличием и исправностью противопожарного оборудования.

Следует выполнять требования правил пожарной безопасности ППБ - 01 - 93, относящихся к паяльным работам. Рабочее место при проведении

паяльных работ должно быть очищено от горючих материалов, а находящиеся на расстоянии менее 5 м конструкции из горючих материалов должны быть защищены экранами из негорючих материалов или политы водой (водным раствором пенообразователя и т.п.).

На случай землетрясения нужно укрыться в безопасных местах, таких как проемы окон, дверей или по возможности вообще покинуть здание. Всем пострадавшим помочь выбраться из разрушений и постараться оказать первую помощь до приезда врачей. Наиболее ценное оборудование рекомендуется ставить ближе к проемам окон и дверей.

Данное учреждение не относится к категории взрывоопасных помещений, но оно может оказаться заминировано в результате террористического акта, что в последнее время стало актуальным. В случае обнаружения взрывного устройства немедленно следует вызвать работников милиции и эвакуировать людей из здания. Но, если взрыв уже произошел, следует принять меры по спасению пострадавших граждан из данного места.

При возникновении чрезвычайной ситуации работа прекращается, специальные приборы, и объекты исследований укладываются в технологическую тару и убираются в специальные шкафы. Люди покидают пределы здания в соответствии с правилами безопасности для определенного вида чрезвычайных ситуаций.

Заключение

В ходе данной выпускной квалификационной работы был выполнен аналитический обзор литературных источников и нормативно-технической документации по вопросам проведения испытания изделий и материалов на стойкость к истиранию. На основании данного обзора был сделан вывод, что создание универсального испытательного стенда является задачей осуществимой, но весьма трудоемкой в рамках одного дипломного проекта. В связи с этим было решено сфокусироваться на создании стенда для испытания изоляции проводов истиранием.

На основании метода, приведенного в стандартах [6,7] были разработаны структурная и принципиальная электрическая схемы стенда, позволяющего проводить испытания на стойкость к истиранию изоляции проводов. Далее был произведен выбор и расчет элементов принципиальной схемы и разработана печатная плата устройства.

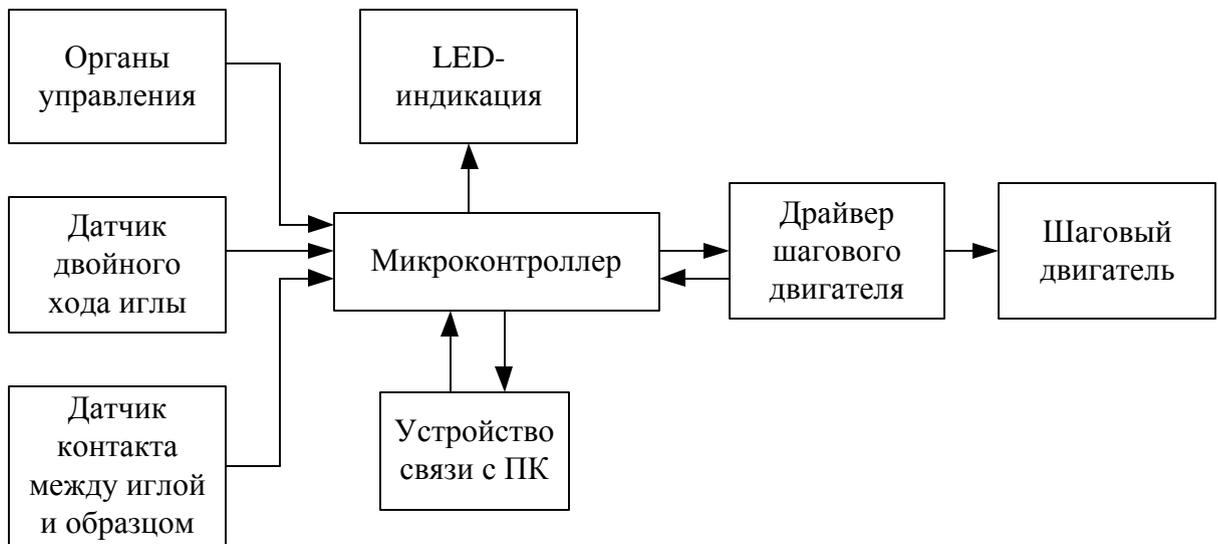
Управление стендом осуществляется посредством микроконтроллера STM32F103 фирмы STMicroelectronics, который через драйвер L6474PD управляет шаговым двигателем FL57STH51-2804A.

В качестве продолжения работы предлагается разработка различных приставок и насадок для того, чтобы расширить функционал и проводить испытания на истирание любых материалов и изделий, если таковая проверка предусмотрена в стандартах и технических условиях.

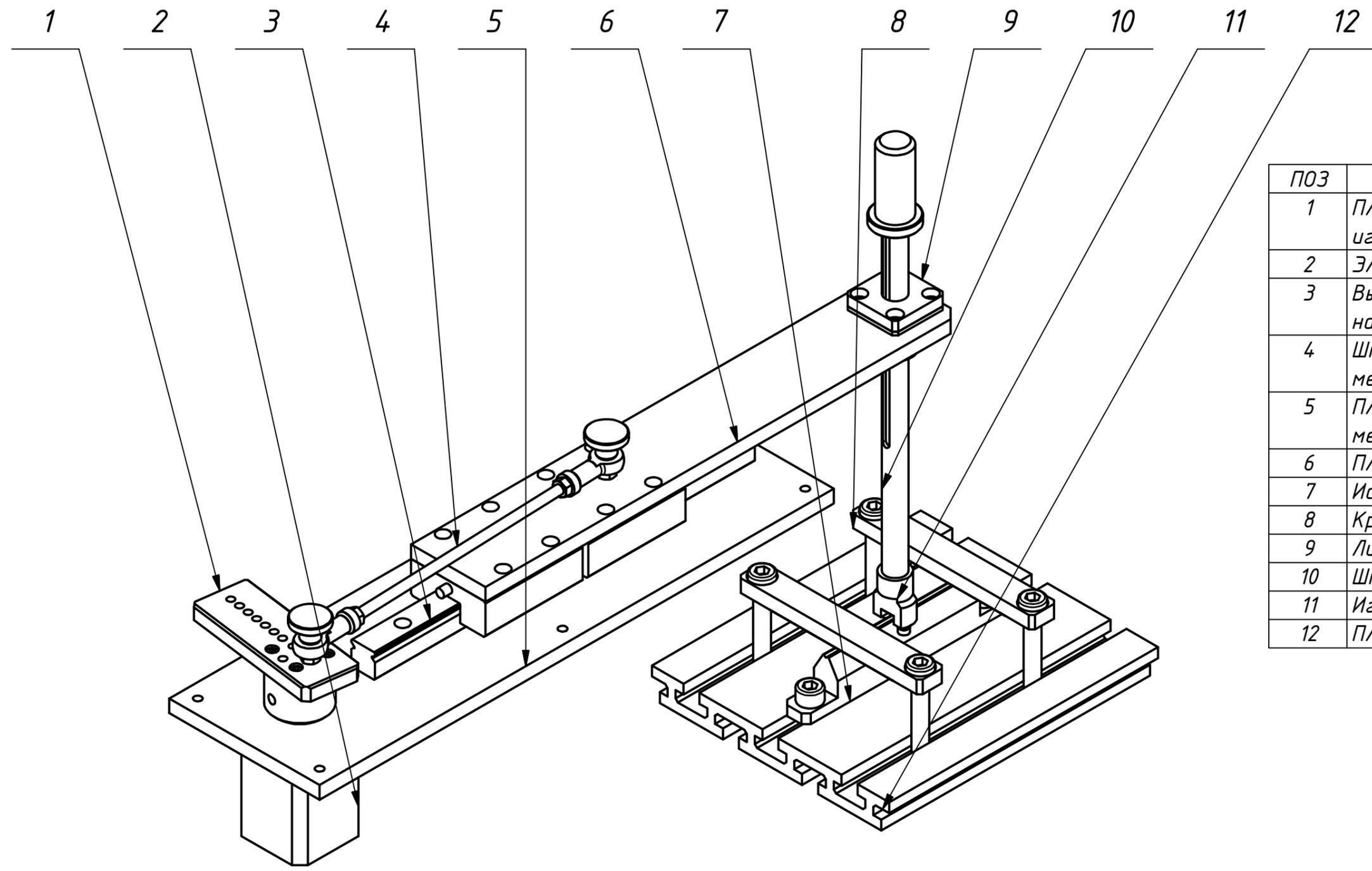
Список использованных источников

1. ГОСТ 27820-99 «Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Метод определения стойкости защитно-декоративных покрытий к истиранию».
2. ГОСТ 20811-75 «Материалы лакокрасочные. Методы испытания покрытий на истирание».
3. ГОСТ 426-77 «Резина. Метод определения сопротивления истиранию при скольжении».
4. ГОСТ Р 50962 «Посуда и изделия хозяйственного назначения из пластмасс. Общие технические условия».
5. ГОСТ 9913-90 «Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию».
6. ГОСТ 14340.10-69 «Провода эмалированные круглые. Методы испытания механической прочности изоляции на истирание».
7. ГОСТ 15634.2-70 «Провода обмоточные. Метод испытания механической прочности изоляции на истирание».
8. Интернет-ресурс <http://cxem.net/mc/mc131.php>.
9. Стенд для испытания механической прочности изоляции на истирание «СДИ-2». Программа и методика аттестации.
10. Стенд для испытания механической прочности изоляции на истирание «СДИ-2». Руководство по эксплуатации.
11. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: Справочник Романьчева Э.Т.- М.: Радио и связь, 1989. – 448с.
12. Чернышев А.А. Основы надежности полупроводниковых приборов и микросхем. – М.: Радио и связь, 1988.- 254с.
13. Белянин Л.Н. Конструирование печатного узла и печатной платы. Расчет надежности: Учебно-методическое пособие. – Томск.: Изд-во ТПУ, 2008.- 77 с.

14. [Электронный ресурс] Экономическая часть ВКР для технических специальностей/ О.Н Петухов
15. С.В.Белов и др. Охрана окружающей среды, 1991. – 160 с.
16. С.В.Белов, А.В.Ильницкая и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов, 1999. – 236 с.
17. ГОСТ 12.1.003 – 2014 – Шум. Общие требования безопасности.
18. СН 2.2.4/2.1.8.562-96: Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: "Энергия", 1996.
19. Ушаков К.З. Безопасность жизнедеятельности. – М.: МГГУ, 2002.
20. НПБ 105-03: Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: "Энергия", 2003.
21. Охрана труда в вычислительных центрах. Учеб. пос. для студентов // Ю.Г. Сибаров и др. – М.: МАЛИКО, 1990. 192с.



					ФЮРА.441132.00231		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб</i>		<i>Чернакова П.С.</i>			<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер</i>		<i>Федоров Е.М.</i>				88	1
<i>Рецензент</i>					ТПУ Институт электронного обучения Группа 3-1401		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Утверд.</i>							
					Приложение А		
					Схема структурная		

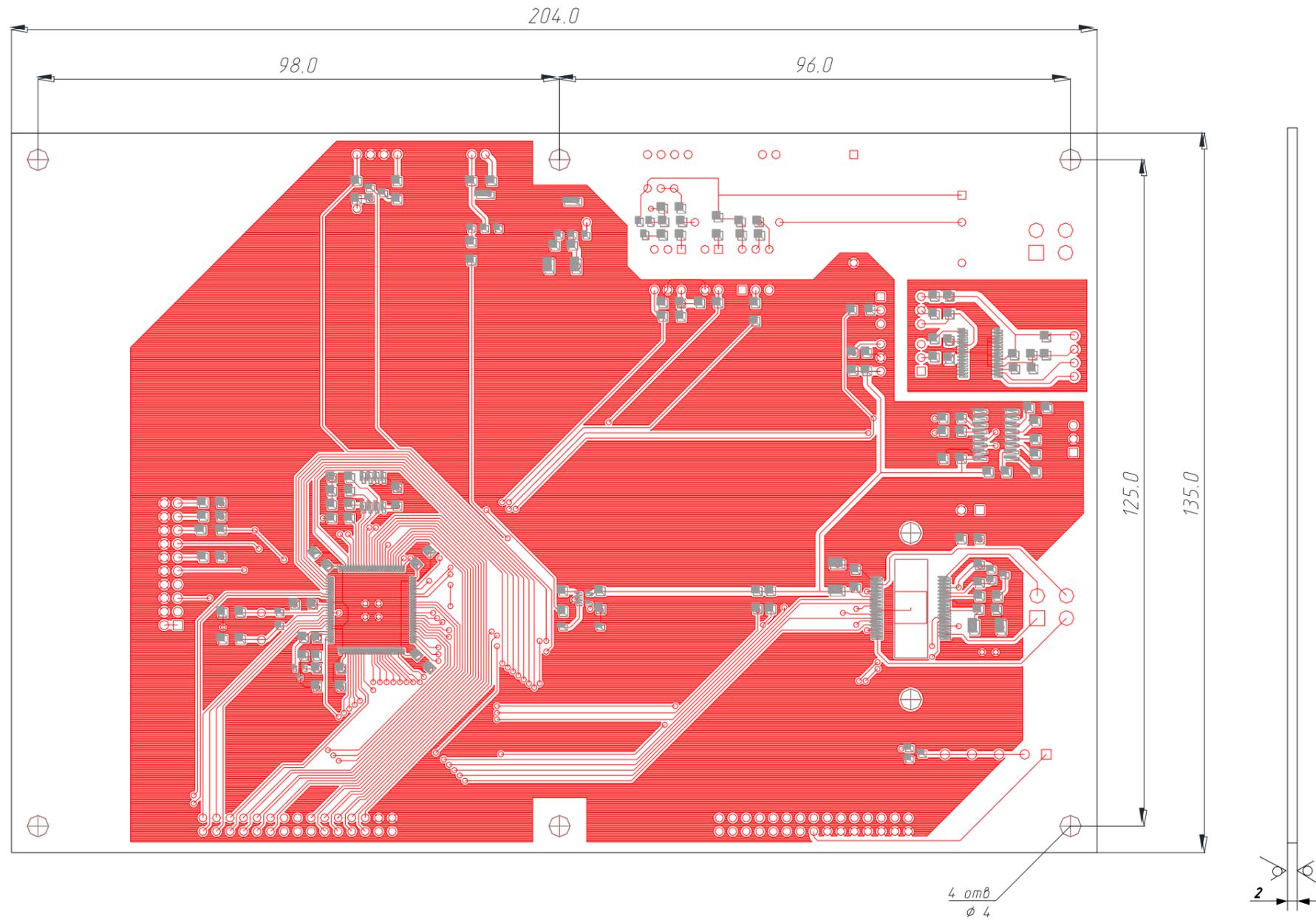


ПОЗ	ОПИСАНИЕ
1	Планка регулировки длины хода иглы
2	Электродвигатель
3	Высокоточные линейные направляющие
4	Штанга кривошипно-шатунного механизма
5	Плита крепления скребкового механизма
6	Плита прямолинейного движения
7	Испытательный стол
8	Крепления образца
9	Линейный подшипник
10	Шток
11	Иглодержатель
12	Плита с Т-образными пазами

A

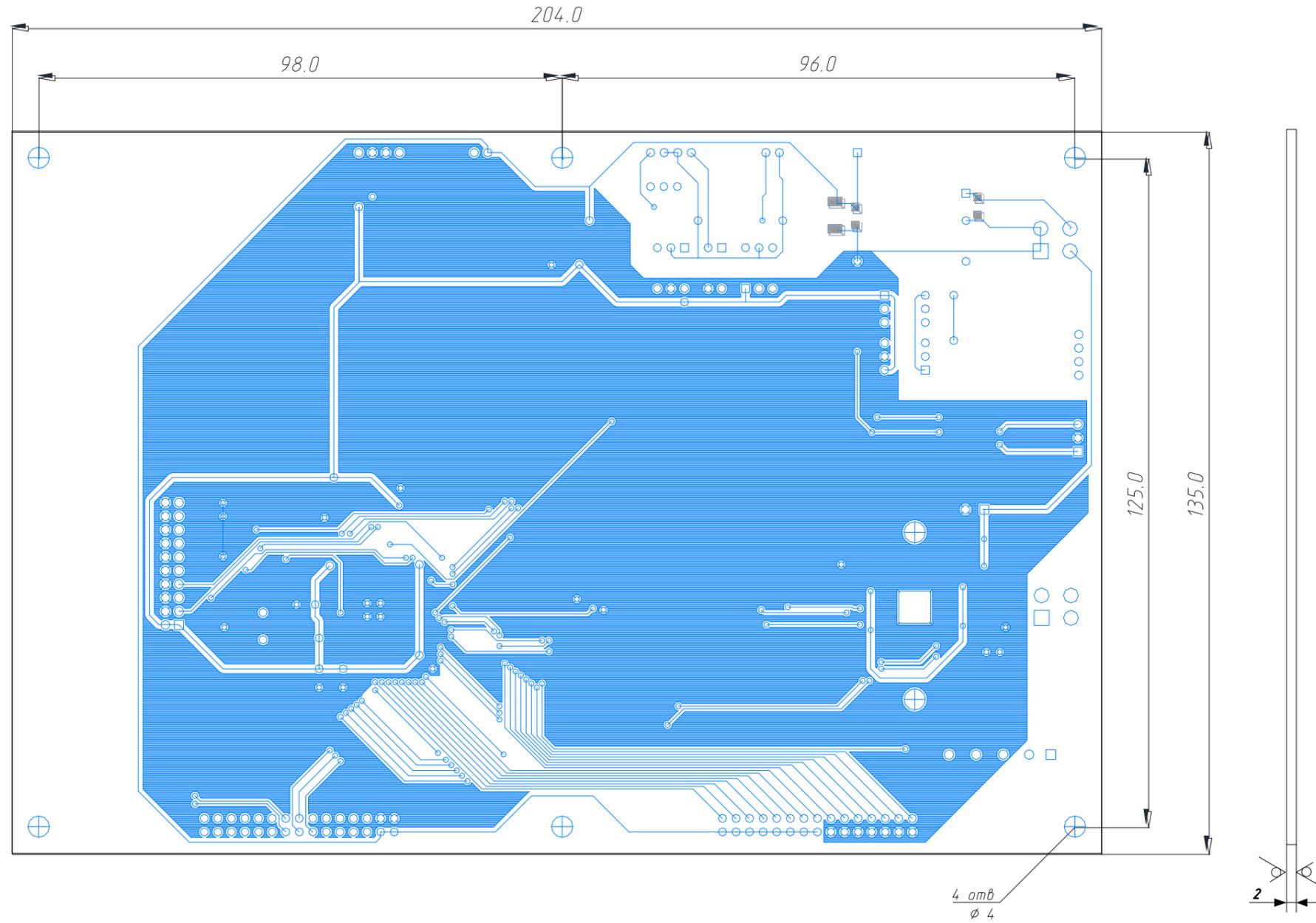
A

					ФЮРА.441132.002 В0		
					Приложение В		
					Механизм скребковый.		
					Чертеж общего вида		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Чернакова П.С.					
Пров.		Федоров Е.М.					
Т. контр.		Степанов А.Б.					
Нач.отд.							
Н. контр.							
Утв.							
					Лист	84	Листов
					1		
					ТПУ Институт электронного обучения		
					Группа 3-1401		



1. Плату изготовить комбинированным методом.
2. Плата должна соответствовать ГОСТ 21931-76.
- 3 Контактные площадки покрыть сплавом «Розе».
4. Толщина платы 2 мм.

					ФЮРА.441132.002ППА			
					Приложение Г1 Плата печатная Сторона А			
					Лит.		Масса	Масштаб
							1:1	
					Лист 91		Листов 1	
					ТПУ Институт электронного обучения Группа 3-1401			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Разраб.		Чернакова П.С.						
Проверил		Федоров Е.М.						
Т. контр.		Степанов А.Б.						
Н. контр.								
					СФ-2-35Г-2 ГОСТ 12652			



1. Плату изготовить комбинированным методом.
2. Плата должна соответствовать ГОСТ 21931-76.
3. Контактные площадки покрыть сплавом «Розе».
4. Толщина платы 2 мм.

					ФЮРА.441132.002ППБ			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Приложение Г2 Плата печатная Сторона Б СФ-2-35Г-2 ГОСТ 12652	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Чернакова П.С.						
Проверил		Федоров Е.М.						
Т. контр.		Степанов А.Б.						
Н. контр.								
						Лист 92	Листов 1	ТПУ Институт электронного обучения Группа 3-1401

формат	Зона	Позиция	Обозначение	Наименование	количество	Примечание
				КОНДЕНСАТОРЫ		
			C1,C2	Керам.ЧИП-15 пФ -X7R-1206	2	
			C3	Керам.ЧИП-0,47мкФ-X7R-1206	1	
			C4-C9,C12-C24,C26,C30,C31,C33,C34,C37,			
			C38,C40,C41	Керам.ЧИП-0,1 мкФ -X7R-1206	28	
			C25,C29,C35,C36,C39	Тант.ЧИП-10 мкФ-16В-С	5	
			C27	Керам.ЧИП-0,01 мкФ-X7R-1206	1	
			C28	Керам.ЧИП-0,22 мкФ -X7R-1206	1	
			C32	Керам.ЧИП-9000 пФ -X7R-1206	1	
				МИКРОСХЕМЫ		
			DA1	L674PD	1	
			DA2	LM1117MPX-3.3-SOT223	1	
			DD1	STM32F103-LQFP100	1	
			DD2	REF3025AIDBZT	1	
			DD3	TPS3823-33DBVR	1	
			DD4,DD5,DD9,DD12	H11L1-DIP6	4	
			DD6	FT232RL	1	
			DD7	MAX3232-SO16	1	
			DD8	M24C64-SO8	1	
			DD10	FOD817-DIP4	1	
			DD11	NSD05-12S5	1	
				РЕЗИСТОРЫ		
			R1-R3	ЧИП-10 кОм-0,25Вт-1206-5%	3	
			R4	ЧИП-1 кОм-0,25Вт-1206-5%	1	
			R5,R14,R15	ЧИП-51 Ом-0,25Вт-1206-5%	3	
			R6,R16	ЧИП-100 Ом-0,25Вт-1206	2	
			R7,R17,R18,R22,R24,R30,R31,R32	ЧИП-4,7 кОм-0,25Вт-1206-5%	8	
			R13	ЧИП-1 МОм-0,25Вт-0805%	1	
			R19	ЧИП-300 Ом-0,25Вт-1206	1	
			R20,R21,R26,R29	ЧИП-3 кОм-0,25Вт-1206-5%	4	
			R23	ЧИП-1,1 кОм-0,25Вт-1206-5%	1	
			R25	3296W - 1 кОм	1	
			R27	ЧИП-500 Ом-0,25Вт-1206-5%	1	
			R28	ЧИП-200 Ом-0,25Вт-1206-5%	1	

					ФЮРА.441132.002			
						Л	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приложение Е Плата управления стенда			
Разраб		Чернакова П.С.						
Провер		Федоров Е.М.						
Т.конт		Степанов А.Б.				Лист 94	Листов 2	
Н.конт						ТПУ Институт электронного обучения Группа 3-1401		
Утверди								

Приложение Ж Блок-схема программы

