

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки Приборостроение
Кафедра ФМПК

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Сравнительный анализ методов построения линейных абразиметров	
УДК 6812:621.921:531.4	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Б11	Ерёмичев Матвей Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Редько Виталий Владимирович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Анищенко Юлия Владимировна	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Суржиков Анатолий Петрович	д.ф.м.н.		

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
	<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения	Требования ФГОС (ОК-14, ПК-1,6,7,8,10,11.12,13,17,23, 24,27), Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа	Требования ФГОС (ОК-5, ПК-14,15,19,20,21,28,29,30,33) Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества	Требования ФГОС (ОК-6, ПК-5,18,31,32), Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ОК-1,2,8,11,12, ПК-2,9), Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе	Требования ФГОС (ПК-3,4,9,16,22,26), Критерий 5 АИОР (п.1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции	Требования ФГОС (ПК-33), Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
	<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-7), Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-28), Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты	Требования ФГОС (ОК-13), Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
	инженерной деятельности	международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду	Требования ФГОС (ОК-4,14,15, ПК-8) Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-9), Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Институт _____
Направление подготовки (специальность) _____
Кафедра _____

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Б11	Ерёмичев Матвей Александрович

Тема работы:

Сравнительный анализ методов построения линейных абразиметров	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Линейный абразиметр

производительность - периодическая. Безопасен для персонала и окружающей среды. Прибор используется в различных сферах и приносит положительный экономический эффект.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1 Анализ нормативных документов. 2 Обзор литературы и патентов. 3 Анализ рынка изделий (абразиметров) 4 Обзор методов построения 5 Анализ рассмотренных методов построения линейных абразиметров 6 Рекомендации по построению линейных абразиметров для конкретных отраслей народного хозяйства
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Анищенко Юлия Владимировна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.09.2015г.
--	---------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Редько Виталий Владимирович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Б11	Ерёмичев Матвей Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 97 с., 31 рис., 10 табл., 20 источников, 2 прил.

Ключевые слова: абразиметр, испытание, истирание, сопротивляемость, износостойкость.

Объектом исследования является линейный абразиметр.

Цель работы – Обзор методов построения средств проведения испытаний на истирание различных материалов.

В процессе исследования проводились Обзор методов построения средств проведения испытаний на истирание.

В результате исследования Выбор оптимального метода для построения средств проведения испытаний на истирание для конкретной отрасли народного хозяйства.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: питание 220 В, габаритные размеры не более 740*600*350 мм, вес не более 100 кг., возможность тестирования различных материалов.

Степень внедрения: предложение по модернизации устройства ввода и выбора режима работы линейного абразиметра.

Область применения: промышленное изготовление различных материалов.

Экономическая эффективность/значимость работы позволит улучшить качество контроля изготавливаемого материала, сократить временные ресурсы при проведении испытаний.

В будущем планируется воспользоваться проведенным анализом при разработке линейного абразиметра.

Содержание

1 Введение	10
2 Приборы для проведения тестов на истирание	11
2.1 Испытание на истирание текстильных тканей	11
2.1.1 Прибор типа ТИ-1М	11
2.1.2 Прибора типа ДИТ-М	12
2.2 Испытание на истирание лакокрасочных покрытий	13
2.2.1 Устройство типа ИПП-1	13
2.2.2 Устройство типа УИЛ-2	15
2.2.3 Определения твердости покрытия по карандашу	16
2.3 Испытание на истирание изоляции проводов	18
2.4 Испытание на истирание бетона	20
3 Подготовка к испытанию и выбор образцов испытания	21
3.1 Образцы испытания для прибора типа ТИ-1М	21
3.2 Образцы испытания для прибора типа ДИТ-М	22
3.3 Образцы испытания для прибора типа ИПП-1	23
3.4 Образцы испытания для прибора типа УИЛ-2	23
3.5 Образцы испытания для проверки твердости покрытия по карандашу	24
3.6 Образцы испытания для проверки изоляции проводов	26
3.7 Образцы испытания для проверки бетона на истирание	26
4 Проведение испытаний	28
4.1 Испытание на истирание текстильных тканей	28
4.1.1 Прибор типа ТИ-1М	28
4.1.2 Прибор типа ДИТ-М	29
4.2 Испытание на истирание лакокрасочных покрытий	32
4.2.1 Прибор типа ИПП-1	32
4.2.2 Прибор типа УИЛ-2	33
4.2.3 Испытание твердости покрытия по карандашу	34

4.3 Испытание на истирание изоляции проводов	36
4.4 Испытание на истирание бетона	37
5 Приборы, применяемые на практике для проведения тестов на истирание	39
5.1 Приборы для испытания на истирание текстильных тканей	39
5.1.1 Прибор МТ-194 (ДИТ-2М)	39
5.1.2 Прибор Atlas M 282	40
5.1.3 Прибор SDL Atlas M 238G	42
5.1.4 Прибор ТИ-1М	44
5.1.5 Прибор Martindale 235	45
5.2 Приборы для испытания на истирание лакокрасочных покрытий	46
5.2.1 Прибор Константа УИ	46
5.2.2 Прибор TQC Automatic Washability Test	47
5.3 Прибор для испытания на истирание бетона по методу Бёме	49
5.4 Приборы Табера 5135/5155 для испытания на истирание	51
6 Основные элементы абразиметра	53
6.1 Двигатели, используемые при построении абразиметров	54
6.1.1 Сервопривод	54
6.1.2 Шаговый двигатель	56
6.1.3 Сравнительный анализ сервопривода и шагового двигателя	58
6.2 Привод механической части	59
6.2.1 Шариково-винтовая передача	60
6.2.2 Реечная зубчатая передача	62
6.2.3 Шатунная передача	63
7 Устройство ввода данных	64
7.1 Принцип работы проектируемой системы	64
7.2 Выбор канала связи	66

7.3	Выбор языка программирования	67
7.4	Выбор режимов работы	68
7.5	Автоматический ввод	68
7.6	Формирование отчётов.	70
8	Социальная ответственность	72
8.1.	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований.	72
8.1.1	Отклонение параметров микроклимата	72
8.1.2	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	73
8.1.3	Недостаточная освещенность рабочей зоны	75
8.1.4	Электрический ток	76
8.2	Экологическая безопасность	78
8.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	79
8.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	80
9	Технико – экономическое обоснование НИР	81
9.1	Организация и планирование работ	81
9.2	Расчет сметы затрат на выполнение проекта	86
10	Приложение А	92
11	Приложение Б	94
10	Список использованных источников	95

1 Введение

При производстве различных материалов и покрытий очень важно придать им такие свойства, которые существенно продлят их срок службы, независимо от условий эксплуатации. Так же необходимо выявить факторы, устранив которые, можно добиться аналогичных результатов.

Для этих целей производители проводят многочисленные испытания и измерения, используя специальные методики, которые позволяют определить степень сопротивления материала воздействию трения. При исследовании материалов используются специально разработанные установки и механизмы. По принципу работы приборы делятся на два типа: ротационные и линейные. Так же для некоторых видов материалов, таких как лакокрасочные покрытия, могут использоваться пескоструйные машины. Выбор механизмов испытания производится в соответствии с государственными стандартами Российской Федерации, а так же с международными стандартами.

В настоящее время получение качественной продукции является одной из важнейших задач. В условиях экономического кризиса и антироссийских санкций возникла необходимость замещения иностранных приборов, для проведения испытаний материалов на прочность и истирание, на Российские аналоги.

Разработкой и конструированием таких приборов занимается Томский Политехнический Университет. Одним из немало важных аспектов в разработке является обзор методов построения аналогичных приборов. Это помогает разработчикам использовать наиболее актуальные и современные механизмы испытания.

Проверке на истирание могут подвергаться различные материалы, такие как текстильные материалы, лакокрасочные покрытия, изоляция проводов, строительный бетон и многие другие.

2 Приборы для проведения тестов на истирание.

Для проведения тестов на истирание могут использоваться разнообразные механизмы и приборы. Далее будут рассмотрены несколько образцов машин, используемых для проведения испытаний. Испытанию будут подвергаться такие материалы как текстильные ткани, изоляция проводов, лакокрасочные покрытия и строительный бетон.

2.1 Испытание на истирание текстильных тканей

2.1.1 Прибор типа ТИ-1М

Для проведения испытания на истирание текстильных тканей используют приборы типа ТИ-1М (Рисунок 1), который состоит из закрепленного на оси истирающего диска, и трех головок, к которым при помощи обойм крепят пробы испытываемого материала.

Под давлением сжатого воздуха в пневматической системе резиновая мембрана прижимает элементарную пробу к поверхности истирающего диска.

Принцип работы прибора основывается на взаимном трении поверхностей истирающего диска и элементарной пробы испытываемого материала, расположенного на упругом основании. В качестве упругого основания используют воздушную подушку.

Оси головок и истирающего диска смещены друг относительно друга и вращаются с одинаковой угловой скоростью в одном направлении. При этом в любой точке поверхности испытываемого материала, истирающие усилия одинаковы и непрерывно изменяют свое направление. [1]

Прибор ТИ-1М может одновременно подвергать испытанию три элементарные пробы испытываемого материала. После прохождения

установленного числа циклов либо при разрушении одной из проб прибор автоматически останавливается.

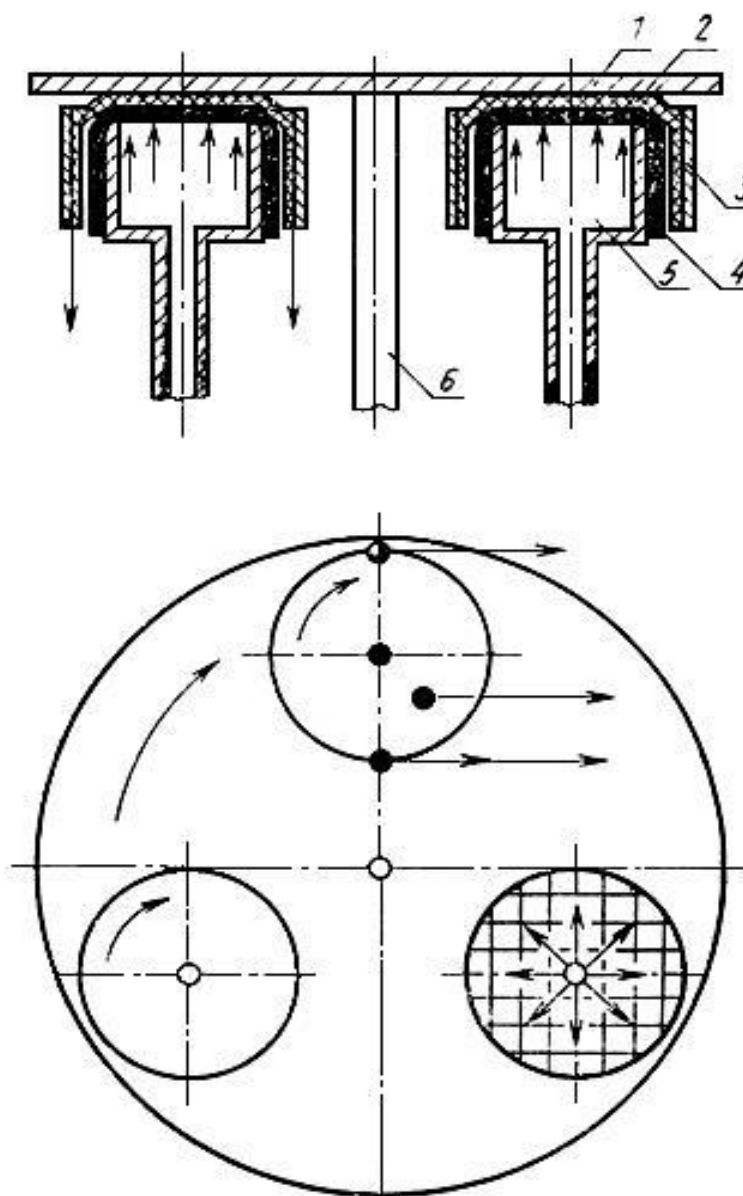


Рисунок 1- Прибор типа ТИ-1М

Прибор типа ТИ-1М состоит из: 1 - истирающего диска; 2 - пробы; 3 - обоймы; 4 - мембраны; 5 - головки; 6 – оси.

2.1.2 Прибор типа ДИТ-М

Для проведения испытания на истирание текстильных тканей используют прибор ДИТ-М, который имеет две головки креплений и сменные пальцы. Схема прибора представлена на рисунке 2. Испытанию могут

подвергаться хлопчатобумажные, шелковые и смешанные ткани. Испытание тканей из химических нитей и волокон проводят на приборе ИТ-ЗМ-1. Льняные и полульняные ткани испытывают при помощи приборов ДИТ и ИТ-ЗМ.

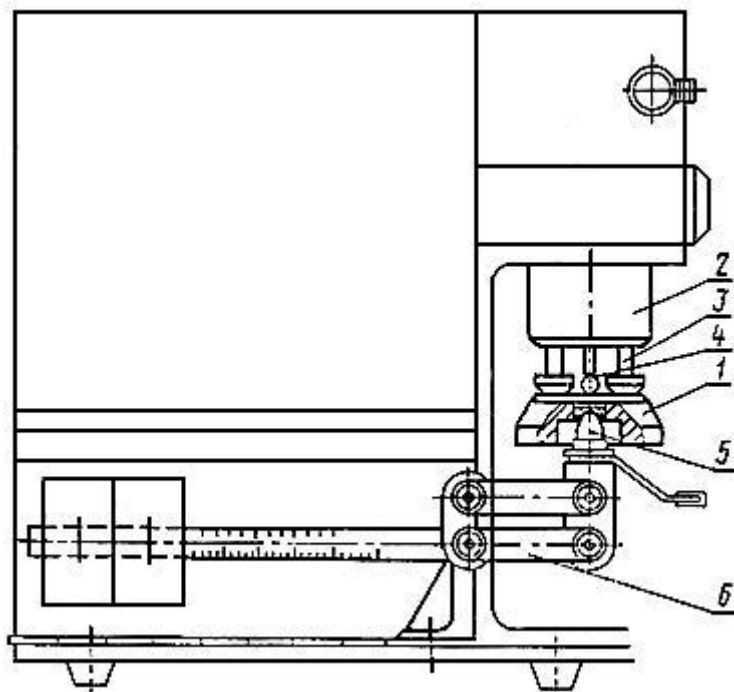


Рисунок 2 - Принципиальная схема прибора ДИТ-М

Прибор ДИТ-М состоит из: 1 - пальцев; 2 - истирающей головки; 3 - бегунка; 4 - устройства для натяжения используемого или абразивного материала; 5 - опоры пальцев; 6 –системы для создания необходимого давления.

В качестве абразивного материала используют серошинельное сукно. артикула 6406 в соответствии с ГОСТ 27542-87. Сукно не должно содержать синтетических волокон.[2]

2.2 Испытание на истирание лакокрасочных покрытий

2.2.1 Устройство типа ИПП-1

Устройство типа ИПП-1 используют для определения стойкости к истиранию лакокрасочного покрытия падающим песком по ТУ 6-10-1950-84. Схема прибора приведена на рисунке 3.

В соответствии с нормативно-технической документацией на испытуемый материал разрешается использовать аппарат с направляющей трубкой длиной до 500 мм, внутренним диаметром 5 мм и расстоянием от испытуемого образца до нижнего среза трубки 60 мм.

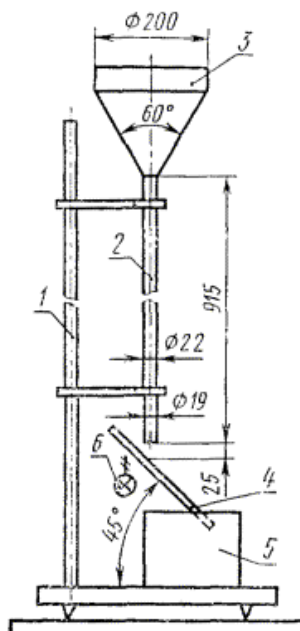


Рисунок 3 - Схема устройства типа ИПП-1

Прибор ИПП-1 состоит из: 1 - штатива; 2 - направляющей трубки; 3 - воронки; 4 - площадки с креплением для образца и отверстием со вставленным матовым стеклом; 5 - резервуара для падающего песка; 6 - источника света мощностью не более 20 Вт.

Песок кварцевый природный по ГОСТ 6139-78.

Допускается применение кварцевого песка из других районов, соответствующего требованиям ГОСТ 6139-78.

Стекло для фотографических пластинок 9'12\1.2 - по ГОСТ 683-85.

Разрешается использование пластинок из другого материала, соответствующему требованиям нормативно-технической документации на материал, подвергаемый испытанию.

Прибор для измерения толщины покрытия с погрешностью не более 5%.

Весы лабораторные с наибольшим пределом взвешивания 5 кг и пределом разрешенной погрешности 0,003 г.[3]

2.2.2 Устройство типа УИЛ-2

Устройство используется для проведения испытаний и определения сопротивляемости истиранию покрытия шкуркой шлифовальной типа УИЛ-2 по ТУ 6-23-10-89. Схема прибора представлена на рисунке 4. Технические характеристики устройства: скорость движения шкурки шлифовальной 1,55 м/мин; скорость перемещения столика 0,15 м/мин; создаваемая нагрузка от 0,5 до 2 кг/с.

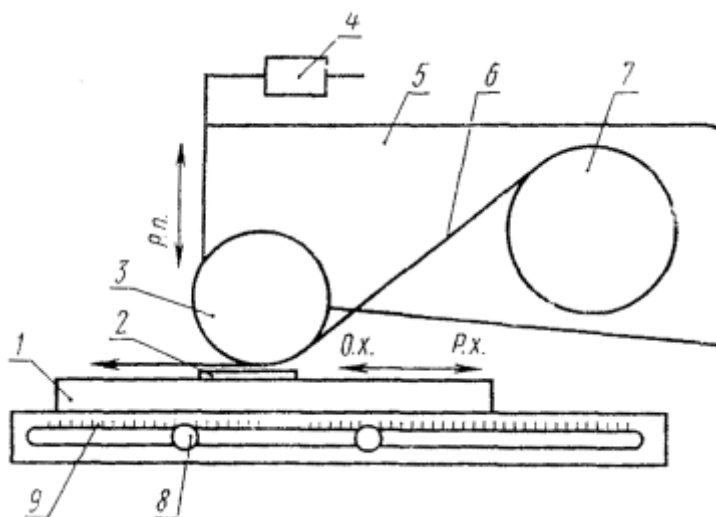


Рисунок 4 - Схема устройства

Устройство состоит из: 1 - столика; 2 - образца; 3 - лентопротяжного ролика; 4 - сменных грузов; 5 - головки с лентопротяжным механизмом; 6 - ленты шлифовальной шкурки; 7 - кассет; 8 - устройства для регулировки длины хода столика; 9 - градуированной шкалы

Принцип работы устройства основан на взаимном трении образца, под необходимой нагрузкой, и движущейся шлифовальной лентой. Столик, с закрепленным на нем образцом, движется в направлении, противоположном направлению движения шлифовальной ленты.

Шкурка шлифовальная на бумажной основе марки (ГОСТ 6456-82), рулонная, с абразивом - электрокорунд нормальный, марки 14А, зернистостью М-40. Допускается применять ленту абразивную типа ЛНБ (ГОСТ 12439-79), изготовленную из указанной шлифовальной шкурки.

Стекло для фотографических пластинок 6,5'9/1.2 по ГОСТ 683-85.

Пластины металлические из листовой стали по ГОСТ 16523-89 или ГОСТ 9045-80 и черной жести по ГОСТ 13345-85, размером 70'100 мм толщиной не более 1 мм. Пластины не должны быть изогнутыми.

Контрольная пластинка из цинкового листа марки Ц0 (ГОСТ 598-90) размером 70'100 мм, толщиной 1 мм, с числом твердости по Брюнеллю НВ_{2,5/15,6/60} в пределах 20 - 35 для определения истирающей способности шлифовальной шкурки.

Весы лабораторные с наибольшим пределом взвешивания 200 г и пределом разрешенной погрешности 0,0002 г.[3]

2.2.3 Определения твердости покрытия по карандашу

Устройство для определения твердости покрытия по карандашу представлено на рисунке 5.

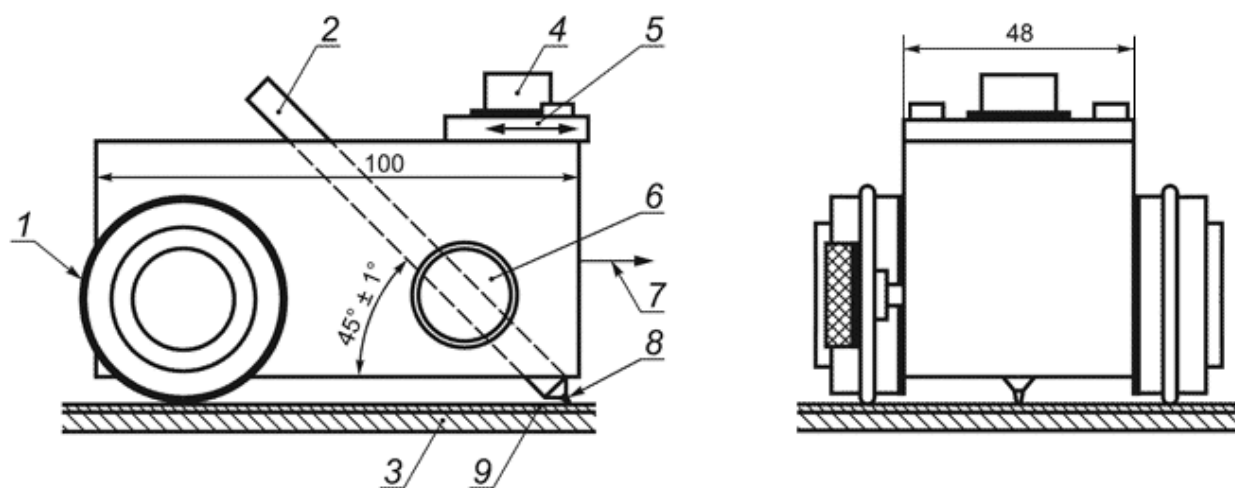


Рисунок 5 – прибор для определения твердости покрытия по карандашу

Прибор состоит из: 1 - резинового уплотнительного кольца; 2 - карандаша; 3 - окрашиваемой поверхности; 4 - уровня; 5 - небольшого подвижного груза; 6 - зажима; 7 - направления движения устройства; 8 - карандашного грифеля; 9 - лакокрасочного покрытия.

На данном чертеже схематически изображено устройство для испытаний:

- металлический блок, оснащенный двумя колесами, по одному с каждой стороны. В середине данного блока находится цилиндрическое отверстие, расположенное под углом 45 ± 1 к плоскости;
- зажим для карандаша. С его помощью карандаш фиксируется так, чтобы он всегда находился в одном положении. на верхней плоскости устройства расположен уровень, используемый для контроля горизонтального положения устройства во время движения

при изготовлении данного устройства должно быть учтено то, что в горизонтальном положении карандаш создавал нагрузку на лакокрасочное покрытие равную (750 ± 10) г.

Для затачивания карандаша применяется специальная механическая точилка, которая снимает только дерево, оставляя цилиндрический карандашный грифель целым (рисунок 6).

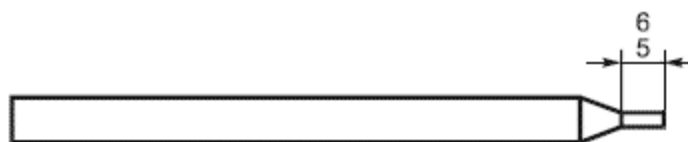


Рисунок 6 – Карандаш после заточки

2.3 Испытание на истирание изоляции проводов

При проведении испытания применяется скребковый прибор, который состоит из электродвигателя, эксцентриком скребка со стальной иглой на конце и привода электродвигателя с редуктором. Для создания необходимой нагрузки на иглу используется набор грузов. Так же прибор оснащен приспособлением для закрепления и поворота подвергаемого испытанию образца в необходимое положение и реле автоматического отключения двигателя при разрушении испытуемого образца (возникновении контакта между проволокой и иглой) и счетчика числа полных двойных проходов иглы.

Прибор должен соответствовать технической документации, утвержденной в установленном порядке.

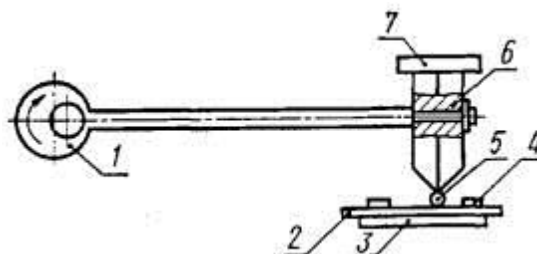


Рисунок 7 – Схематическое изображение рабочей части скребка.

Рабочая часть скребкового прибора состоит из: 1 - эксцентрика; 2 – испытуемого образца; 3 - места крепления образца; 4 - зажима; 5 - иглы; 6 - рабочего кронштейна; 7 – груза.

Игла стальная диаметром 0,6 мм в соответствии с ГОСТ 8030. Игла располагается горизонтально, под углом 90 градусов к образцу и движется вдоль оси образца под нагрузкой.[5]

Длина хода иглы - (10 ± 1) мм, скорость её движения (60 ± 2) двойных ходов/мин. Длина хода иглы - (5 ± 1) мм, скорость движения (110 ± 4) двойных ходов/мин. Напряжение между иглой и проволокой образца 12 В постоянного тока, ток реакции реле (5 ± 1) мА, время реакции реле от 0,10 до 0,15 с.

2.4 Испытание на истирание бетона

Устройство для определения сопротивления бетона к истиранию представлено на рисунке 8

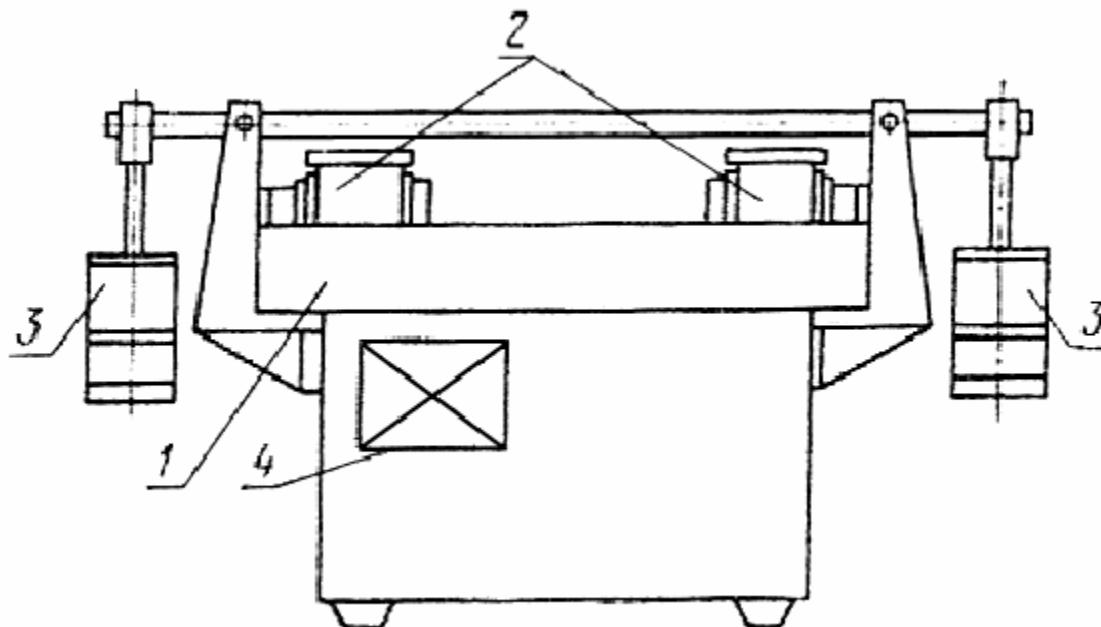


Рисунок 8 – схема прибора типа ЛКИ-3

Прибор состоит из: 1 - истирающего диска; 2 –испытываемого образца; 3 – устройства создания требуемого давления; 4 – счетчика количества оборотов.

Испытуемые образцы устанавливаются в специальные гнезда круга истирания. После установки проверяют возможность свободного перемещения образцов в гнездах в вертикальной плоскости.

На центр каждого образца создают сосредоточенную вертикальную нагрузку равную 300 ± 5 Н, соответствует давлению в 60 ± 1 кПа.

На истирающий диск равномерно насыпают первую порцию 20 ± 1 г шлефзерна 16 (на первые 30 м пути истирания каждого образца).

При проведении испытания на круге истирания с использованием водонасыщенных образцов истирающий диск протирают влажной тканью а затем наносят на него первую порцию абразива, а так же каждые 20 г абразива увлажняют 10 мл воды.[9]

3 Подготовка к испытанию и выбор образцов испытания

3.1 Образцы испытания для прибора типа ТИ-1М

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, так как показано на рисунке 9.

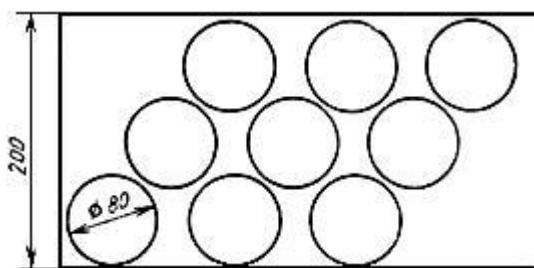


Рисунок 9 – Выбор проб текстильных тканей

Из сукна вырезают абразив с наружным диаметром 250 мм и внутренним диаметром 80 мм.

При определении стойкости к истиранию допускается для нетканых полотен технического назначения в качестве абразива использовать корундовый камень - шлифовальный круг.

Для нетканых полотен клееного и термоскрепленного способа производства применяют предварительно подготовленный абразив. Для этого абразивный материал истирают до 500 циклов на подготовительных пробах испытуемого материала. При определении стойкости к пиллингообразованию нетканых полотен разрешается применять испытуемое полотно в качестве абразива.

Перед испытанием все пробы подвергаемого испытанию материала и абразив должны храниться в климатических условиях, указанных в ГОСТ 10681 не менее 24 ч.

На головку с закрепленной резиновой мембраной накладывают кружок металлической сетки, предварительно очистив ее от пыли и укрепив ее в ободке при помощи прижимного кольца.

Подвергаемый испытанию образец закрепляют в обойме лицевой стороной наружу. Обойму надевают на головку, без перекоса и усилий.

На истирающем диске закрепляют абразив.

На ось устанавливают стирающий диск и жестко закрепляют

3.2 Образцы испытания для прибора типа ДИТ-М

Отбор точечных проб тканей производится в соответствии с ГОСТ 20566-75 со следующим дополнением: длина точечной пробы ткани - 20 см.

Для проведения испытания хлопчатобумажных, шелковых и смешанных тканей, а также тканей из химических нитей и волокон от каждой отобранной точечной пробы вырезают по шаблону десять элементарных проб в виде кружков диаметром 27 ± 1 мм.

При проведении испытаний льняных и смешанных тканей из каждой выбранной точечной пробы вырезают по шаблону две круглые пробы диаметром 85 ± 2 мм.

Пробы вырезаются таким образом, чтобы нити основы и утка каждого кружка не являлись продолжением нитей основы и утка другого кружка.

Перед испытанием все пробы подвергаемого испытанию материала и абразив должны храниться в климатических условиях, указанных в ГОСТ 10681 не менее 24 ч. Испытание должно проводиться в тех же условиях.

Установка и наладка прибора перед проведением испытания проводится в соответствии с прилагающейся к прибору инструкцией.[2]

3.3 Образцы испытания для прибора типа ИПП-1

Образцы лакокрасочных покрытий получают в соответствии с требованиями на испытуемый материал.

При отсутствии нормативно-технической документации, подвергаемое испытанию лакокрасочное покрытие получают в соответствии с ГОСТ 8832-76 толщиной от 30 до 45 мкм.

Испытуемый образец должно быть без подтеков и одинаковым по толщине.

Испытанию могут подвергаться лакокрасочные покрытия после полного высыхания и выдержанное перед испытанием определенное время, указанное в нормативно-технической документации прилагаемой к испытуемому материалу.[3]

Толщина покрытия определяется непосредственно перед испытанием.

3.4 Образцы испытания для прибора типа УИЛ-2

Образцы лакокрасочных покрытий такие же, как для прибора ИПП-1, но при этом толщина покрытия должна быть не менее 40 мкм, так чтобы при проведении испытания покрытие не истиралось до подложки.

Образцы испытуемого лакокрасочного покрытия получают в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на испытуемый материал.

При отсутствии нормативно-технической документации, подвергаемое испытанию лакокрасочное покрытие получают в соответствии с ГОСТ 8832-76 толщиной от 30 до 45 мкм.

Допускается получение свободной пленки с пластинок из фторопласта-4 или другим методом в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на испытуемый материал.

Часть рулона шлифовальной шкурки длиной примерно 15 м разрезают на специальном приспособлении на ленты шириной $(15 \pm 0,2)$ мм. При необходимости рулон предварительно разрезают по ширине на 2 - 3 части с допусκαемым отклонением от первоначально выбранной ширины ± 1 мм.

При помощи уровня столик устройства устанавливается в горизонтальное положение.

По шкале устанавливают длину площадки истирания покрытия не менее 50 мм, кратную 5 мм. Площадь истирания должна находиться на расстоянии от 5 до 15 мм от краев образца по длине, и не менее 5 мм по ширине.

Для создания необходимой нагрузки на образец устанавливают груз.

Ленту шлифовальной шкурки наматывают на втулку кассеты, а затем свободный конец ленты заправляют в лентопротяжный механизм, надевая на рабочий ролик абразивом наружу.

Истирающая способность каждого нового рулона шкурки должна определяться непосредственно перед испытанием.[3]

3.5 Образцы испытания для проверки твердости покрытия по карандашу

Пластинки для испытания должны быть в соответствии с ГОСТ 8832. Для пластинок предпочтительно использовать материал, аналогичный материалу, применяемому на практике. Образцы испытаний должны быть плоскими, без потеков и недеформированными.

Размеры и форма пластинок должны быть такими, чтобы устройство для испытаний в процессе испытаний оставалось в горизонтальном положении.

При отсутствии других условий, подвергаемую испытанию пластинку подготавливают в соответствии с ГОСТ 8832 и окрашивают в соответствии с указаниями для данного ЛКМ или системы покрытия.

Окрашенные пластинки должны быть высушены в естественных условиях (или подвергают горячей сушке с последующей выдержкой) в течение определенного времени и условиях, в соответствии с указаниями для испытуемого ЛКМ или системы покрытия.

Перед проведением испытания образцы выдерживают при температуре от 20 до 25 °С и относительной влажности воздуха $50 \pm 5 \%$, не менее 16 ч.

Набор деревянных чертежных карандашей. Карандаши должны обладать следующей твердостью:

9В-8В-7В-6В-5В-4В-3В-2В-В-НВ-F-H-2H-3H-4H-5H-6H-7H-8H-9H

Градация твердости идет от самого мягкого (9В) к самому твердому (9H).

Карандаши, изготовленные разными производителями, можно использовать по согласованию между заинтересованными сторонами при условии получения аналогичных результатов.

Некоторые типы карандашей для проведения испытаний и их производители:

- Microtomic, компания Faber Castell;
- Turquoise T-2375, фирма Empire Berol;
- KOH-I-NOOR, фирма Hardtmuth AG;
- Uni, компания Mitsubishi Pencil Co.

При проведении сравнительных испытаний рекомендуется пользоваться карандашами одного производителя.

Рекомендуемая точилка и ее производитель: точилка металлическая со съемным лезвием Staedler 510.27, компания Staedler (UK) Ltd.

Бумага наждачная с зернистостью N 400.

после проведения испытания для очистки пластинок используют мягкую ткань или тампон из хлопковой ваты. Разрешается использование инертного к покрытию растворителя.[4]

3.6 Образцы испытания для проверки изоляции проводов

Для проведения испытания используются провода, не имеющие механических повреждений и хранившиеся согласно условиям, указанным в стандартах или технических условиях на обмоточные провода.

Подвергаемый испытанию образец провода перед испытанием должен быть смотан с катушки. Не иметь растяжений и изгибов.

От испытуемого барабана с проводом или катушки отбирается два образца, длина каждого не менее 200 мм., если в технических условиях на провода или стандарте не предусмотрено большее количество образцов.

Испытуемые образцы выпрямляются без удлинения.

С одного конца каждого образца на длине 10 -15 мм должна быть удалена изоляция.[5]

3.7 Образцы испытания для проверки бетона на истирание

Круг истирания должен быть оборудован приспособлениями для свободной (в вертикальной плоскости) установки образцов и их нагружения вертикальной нагрузкой, а также счетчиком количества оборотов с автоматическим выключением истирающего диска через каждые 30 м пути истирания.

Шлефзерно 16 по ГОСТ 3647-80 с насыпной плотностью $(1,72 \pm 0,05)$ г/см³ должно соответствовать требованиям к маркам 23А или 24А по ОСТ 2 МТ 71-5-78.

Определение истираемости бетона следует производить в возрасте, соответствующем достижению бетоном проектной марки по прочности, если в нормативных документах на изделия или конструкции не предусмотрен другой возраст бетона для определения истираемости.

Образцы для испытаний на круге истирания должны иметь форму куба с ребром длиной 70 мм или цилиндра диаметром и высотой 70 мм.

Требования к точности размеров и форме образцов и методам их формования и хранения принимают по ГОСТ 10180-78.

Образцы испытывают сериями. Число образцов в серии должно быть не менее трех.

Массу образцов и их размеры определяют с погрешностью не более 0,2%.

Температура воздуха в помещении, где проводят испытания, должна быть $(25 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ и относительная влажность $(50 \pm 20)\%$. [9]

4 Проведение испытаний

4.1 Испытание на истирание текстильных тканей

4.1.1 Прибор типа ТИ-1М

Испытания проводятся в климатических условиях в соответствии с ГОСТ 10681.

Параметры проведения испытаний материала указаны в таблице 1(см. приложение А).

Для наблюдения за давлением воздуха в пневматической системе установлен манометр. Для удаления продуктов истирания, охлаждения истирающего диска и головок непрерывно производится при помощи вентилятора, находящегося в приборе.

Испытания проводятся до разрушения всех образцов испытуемого материала (до автоматической остановки прибора). Счетчик фиксирует количество пройденных циклов истирания.

Каждую сторону абразива используют на одну заправку прибора, но не более 30000 циклов истирания. Для нетканых полотен допускается смена суконного абразива через 2-3 заправки прибора, но не более чем на 25000 циклов истирания.

При испытании нетканых полотен, дублированных с каркасом, испытания проводят до оголения каркаса. При этом окончание испытания определяют визуально, проверяя состояние полотна через каждые 100 циклов истирания.

Каждую сторону абразива используют на 2-3 заправки, но не более чем на 25000 циклов истирания.[1]

4.1.2 Прибор типа ДИТ-М

Испытуемые образцы ткани заправляют в обоймы бегунков лицевой стороной наружу (рисунок 10). После этого в них вкладывают грибки, затем обоймы навинчивают на бегунки. Подготовленную полосу серошинельного сукна шириной 95 мм заправляют в пальцы (рисунок 11), на которые накладывают кольцо и закрепляют его откидными винтами. Контактную нихромовую проволоку диаметром 0,2 мм марки Х 15 Н60 по ГОСТ 12766.1-77 закрепляют зажимами, расположенными на кольце. В процессе заправки контактной проволоки нельзя допускать, чтобы она не была натянута туго и могла свободно лежать на поверхности абразива-сукна, а так же следить за тем, чтобы она была распрямлена.[2]

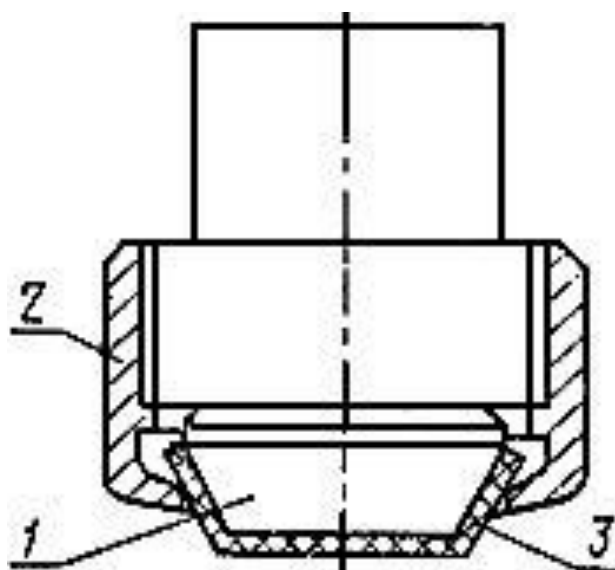


Рисунок 10 - Схема обоймы бегунков

Обойма бегунков состоит из: 1 - грибка; 2 - обоймы; 3 – испытуемой ткани.

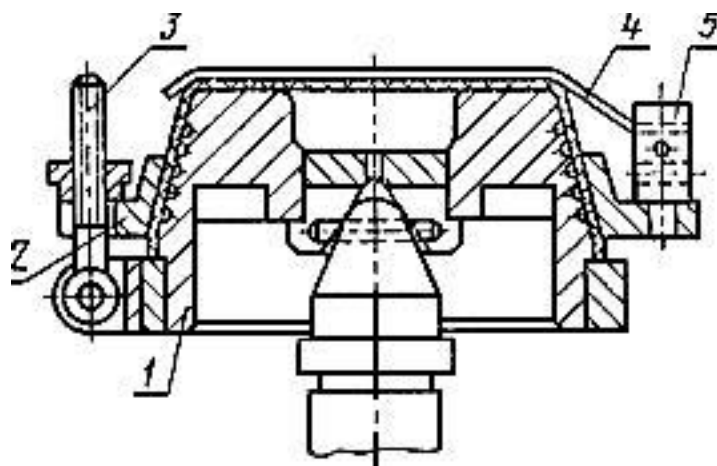


Рисунок 11 - Схема пальца

Пяльцы состоят из: 1 - пальцев; 2 - кольца; 3 - откидного винта; 4 - контактной проволоки; 5 - зажима.

Испытуемые образцы тканей укладывают на эластичное основание палец (токопроводящую резину) лицевой стороной наружу. На ткань накладывают металлическое кольцо и закрепляют элементарную пробу на пальцах с помощью обоймы (рисунок 12). Кружки абразива (серошинельного сукна) диаметром 25 мм закладывают в обоймы бегунков, затем обоймы навинчивают на бегунки.[2]

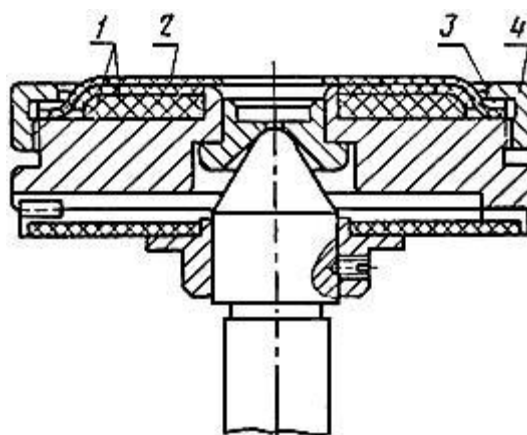


Рисунок 12 - Закрепление пробы на пальцах

При закреплении испытуемой пробы используют: 1 - эластичное основание; 2 - токопроводящую резину; 3 - металлическое кольцо; 4 - обойму.

После того как произведена заправка испытуемых образцов ткани и абразива, с помощью рычажно-грузовой системы пальцы осторожно подводят до соприкосновения с бегунками, а затем включают прибор.

Испытание всех тканей проводят при удельном давлении абразива на ткань, равном 1 МПа (1 кгс/см²). Хлопчатобумажные, шелковые и смешанные ткани и ткани из химических нитей и пряжи испытывают при скорости вращения головки прибора 100 об/мин, льняные и полульняные (смешанные) - при 200 об/мин.

При разрушении испытуемых образцов прибор автоматически выключается в результате контакта нихромовой проволоки с грибком во время испытания хлопчатобумажных и шелковых тканей и в результате контакта токопроводящей резины со щупами - во время испытания льняных тканей.

После того как произошла автоматическая остановка прибора записывается количество циклов вращения головки прибора, при котором произошло разрушение испытуемого образца, производят смену элементарных проб ткани и абразива и продолжают испытание.

При испытании хлопчатобумажных и шелковых тканей абразив используют с обеих сторон; при испытании льняных - с одной стороны.

Смену стороны абразива при испытании шелковых тканей производят после каждых 5000 циклов истирания тканей, при этом, если истирание точечной пробы прекратилось раньше 5000 циклов, то истирание другой точечной пробы производят новым абразивом или его неиспользованной стороной.

при испытании льняных и смешанных тканей смена абразива производится после каждых 5 тыс. циклов истирания.[2]

4.2 Испытание на истирание лакокрасочных покрытий

4.2.1 Прибор типа ИПП-1

Испытание проводится при температуре от 18 до 22 °С и относительной влажности воздуха от 60 до 70%.

Вертикальное положение направляющей трубки проверяют с помощью отвеса или другого устройства.

Образец помещают на матовое стекло площадки покрытием вверх и плотно прикрепляют так, чтобы испытуемый образец не сдвигался во время испытания. Включают источник света. В воронку насыпают не менее 2 кг песка. Песок предварительно взвешивают с точностью до второго десятичного знака.

Из воронки песок высыпается в направляющую трубку и струей падает на испытуемый образец. С испытуемого образца песок ссыпается в специальный резервуар. Испытание продолжают пока не произошло истирание покрытия до подложки. При этом песок, собранный в резервуаре, возвращают в воронку, подставляя вместо заполненного резервуара пустой. Как только обнаружится повреждение покрытия до подложки, испытание прекращают. Струю песка в направляющей трубке в этот момент перекрывают заслонкой.

Песок, собранный в резервуаре, взвешивают с точностью до второго десятичного знака и записывают суммарное количество песка, израсходованное на истирание от начала испытания.

При проведении испытания на устройстве с направляющей трубкой длиной 500 мм в воронку насыпают 1 кг песка.

Проводят не менее трех испытаний, при этом каждое испытание на новом месте покрытия.

После 30-кратного использования песок должен промываться водой или заменяться, высушиваться и просеиваться в соответствии с требованиями ГОСТ 6139-78.[3]

4.2.2 Прибор типа УИЛ-2

Испытание проводят при $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(65 \pm 5) \%$.

Испытание образца проводят истиранием одной и той же площади покрытия три раза (три рабочих хода стола) при массе груза 1 кг, каждый раз на новом участке шлифовальной шкурки.

Допускается проводить испытание при массе груза, кратной 0,25 кг, если это указано в нормативно-технической документации на испытуемый материал.

После проведения испытания образец взвешивают с точностью до четвертого десятичного знака.

На столик устройства помещают образец покрытием вверх таким образом, чтобы трение поверхности покрытия проводилось на заданной площади истирания.

Закрепляют образец. Головку рабочим роликом опускают на поверхность образца («рабочее положение»).

Включают устройство на «рабочий ход».

Происходит истирание покрытия, автоматически прекращающееся по достижении установленной длины площади истирания.

Затем проводят «подъем» головки и переключение устройства на «обратный ход»; при этом столик с образцом возвращается в исходное положение.

После трех рабочих ходов столика образец вынимают, тщательно очищают кисточкой и взвешивают с точностью до четвертого десятичного знака. Покрытие не должно истираться до подложки. Образец, истертый до

подложки, в расчет не принимается. Проводят не менее трех параллельных испытаний. Каждое испытание на новой площади покрытия.[3]

Испытание образца проводят истиранием одной и той же площади покрытия три раза (три рабочих хода стола) при массе груза 1 кг, каждый раз на новом участке шлифовальной шкурки.

Допускается проводить испытание при массе груза, кратной 0,25 кг, если это указано в нормативно-технической документации на испытуемый материал. При этом вместо испытуемого образца лакокрасочного покрытия применяют контрольную цинковую пластинку, устанавливая площадь истирания длиной 70 мм. Истирание проводят вдоль проката пластинки. При этом проводят испытания не менее трех лент, нарезанных с разных частей рулона (начало, середина, конец); на каждой ленте не менее трех параллельных испытаний. Параллельные испытания можно проводить на одной и той же площади истирания контрольной пластинки. Если контрольная пластинка не подвергалась истиранию, то ее предварительно притирают шлифовальной шкуркой. Контрольные пластинки перед притиркой не взвешивают.

Шкурка должна обеспечивать потерю массы контрольной цинковой пластинки, равную $(0,0130 \pm 0,0005)$ г. Для шкурки, не отвечающей данному требованию, определяют поправочный коэффициент (K), характеризующий ее истирающую способность.

4.2.3 Испытание твердости покрытия по карандашу

Проводят два параллельных испытания при температуре (23 ± 2) °C и относительной влажности $(50 \pm 5)\%$, если другие условия не оговорены.

Специальной механической точилкой снимают приблизительно 5-6 мм дерева от кончика карандаша таким образом, чтобы грифель оставался нетронутым, неповрежденным, гладким, в форме цилиндра.

Кончик грифеля должен иметь гладкое круглое поперечное сечение без крошек и зазубрин по кромке. Для этого, удерживая карандаш под углом 90° (перпендикулярно) к абразивной (наждачной) бумаге, зернистость N 400, его перемещают по ней взад-вперед до получения требуемого качества сечения. Эту операцию повторяют перед каждым использованием карандаша.

Помещают окрашенную пластинку на ровную твердую горизонтальную поверхность. Вставляют карандаш в устройство для испытаний (рисунок 5) и зажимают в нужном положении. Устройство должно быть расположено горизонтально на пластинке, а кончик грифеля должен упираться в поверхность покрытия.

Сразу после того, как кончик грифеля упрется в покрытие, толкают испытываемую пластинку в направлении от оператора со скоростью 0,5-1 мм/с на расстояние не менее 7 мм.

Покрытие осматривают через 30с невооруженным глазом для обнаружения воздействия, оставленного карандашом, если другие условия не оговорены.

Виды повреждения лучше видны после удаления с покрытия фрагментов карандашного грифеля с помощью мягкой ткани или ватного тампона с инертным растворителем. При использовании инертного растворителя необходимо следить за тем, чтобы он не влиял на твердость покрытия на испытываемом участке.

Для оценки повреждений по согласованию можно использовать лупу или микроскоп с 6- или 10-кратным увеличением. Если повреждения не обнаружены, испытание повторяют на новых участках пластинки, используя карандаши большей твердости (увеличивая твердость карандаша), до тех пор, пока не будет обнаружено повреждение размером не менее 3 мм.[4]

После обнаружения повреждения повторяют испытание, снижая твердость, пока не перестанет оставаться след повреждения. Затем определяют, какие виды повреждения, оставлены на поверхности покрытия. Выделяют следующие виды повреждений:

а) пластическая деформация - вмятина на поверхности покрытия без когезионного разрушения;

б) когезионное разрушение - наличие видимых царапины, штриха или разрыва на поверхности покрытия, удаление слоя лакокрасочного покрытия (нарушение сплошности);

в) сочетание описанных выше видов повреждений

4.3 Испытание на истирание изоляции проводов

Испытание должно быть проведено при температуре окружающего воздуха $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ и относительной влажности не более 75 %, если в стандарте или технических условиях на обмоточные провода не предусмотрены другие температура или влажность.

Допускается испытание образцов при температуре, отличающейся от $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$, и относительной влажности окружающего воздуха более 75 %, если результаты испытаний удовлетворяют требованиям стандарта или техническим условиям на обмоточные провода. При получении в этом случае неудовлетворительных результатов новые образцы, отобранные от тех же катушек или барабанов с проводом, должны быть выдержаны не менее 6 ч до начала испытания при температуре $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$, относительной влажности окружающего воздуха не более 75 % и испытаны в этих условиях.

Игла должна меняться на новую через каждые 4 ч работы прибора.

Новая игла должна быть осмотрена через лупу десятикратного увеличения. Поверхность иглы должна быть гладкой, без зазубрин, заусенцев и следов коррозии.

Образец провода должен быть закреплен в зажимах прибора. Конец провода, на котором удалена изоляция, должен быть присоединен к одному из полюсов источника постоянного тока, игла к другому.

Величина нагрузки на иглу складывается из силы тяжести головки скребка, и груза и должна соответствовать значениям, указанным в таблице(см. приложение Б)

Игла под нагрузкой должна быть осторожно опущена на образец провода, после чего прибор должен быть включен. После автоматического отключения прибора в момент окончания истирания изоляции образца и возникновения контакта между иглой и проволокой по счетчику должно быть определено число двойных ходов иглы.

Испытание на образце провода круглого сечения должно быть проведено в двух местах на расстоянии 50 - 100 мм, смещенных по окружности (путем поворота образца на 180°).

Испытание на образце провода прямоугольного сечения должно быть проведено по плоскости широких сторон в двух противоположных местах, отстоящих на расстоянии 50 - 100 мм.

Минимальное и среднее значение результатов из четырех показаний на двух образцах должно быть не менее значений, указанных в стандарте или технических условиях на обмоточные провода.[5]

4.4 Испытание на истирание бетона

После установки образцов и нанесения на истирающий диск абразива включают привод круга и производят истирание. Через каждые 30 м пути истирания, пройденного образцами, истирающий диск останавливают. С него удаляют остатки абразивного материала и истертого в порошок бетона и насыпают на него новую порцию абразива и снова включают привод истирающего круга. Указанную операцию повторяют 5 раз, что составляет 1 цикл испытаний (150 м пути испытания).

После каждого цикла испытаний образцы вынимают из гнезда, поворачивают на 90° в горизонтальной плоскости и проводят следующие циклы испытаний. Всего проводят 4 цикла испытаний для каждого образца.[9]

После 4 циклов испытания образцы вынимают из гнезд. Воздушно-сухие образцы обтирают сухой тканью и взвешивают. Водонасыщенные образцы помещают на 30 мин в воду, затем протирают влажной тканью и взвешивают.

5 Приборы, применяемые на практике для проведения тестов на истирание

5.1 Приборы для испытания на истирание текстильных тканей

5.1.1 Прибор МТ-194 (ДИТ-2М)

Прибор предназначен для испытания на стойкость к истиранию тканей бытового назначения – хлопчатобумажных и смешанных, льняных, шёлковых тканей. Истирание ткани производится по плоскости при планетарном движении бегунков. Стандарт ГОСТ 29104.17-91

Прибор выпускается в двух модификациях:

- с пальцами типа «А» с эластичным основанием для испытания льняных тканей;
- с пальцами типа «Б» для испытания хлопчатобумажных и смешанных, шёлковых тканей. Прибор снабжен функцией автоматического останова при проявлении протертости на ткани

Технические характеристики:

- Счетчики оборотов: до 100000 ед.
- Количество истирающих головок: 2
- Величина натяжения ткани: 100, 200, 300, 400 г/с
- Давление между абразивом и тканью: от 1 до 3 кг/с
- Частота вращения истирающих головок: 100 ± 5 об/мин
(в соответствии с ГОСТ 18976-73)
- Частота вращения истирающих головок: 200 ± 10 об/мин
(в соответствии с ГОСТ 15967-70)

- Потребляемая мощность: не более 0,18 кВт
- Напряжение питания: 380 В
- Габаритные размеры: 230*520*440 мм
- Масса: не более 58 кг



Рисунок 13 – Внешний вид прибора МТ-194 (ДИТ-2М)

5.1.2 Прибор Atlas M 282

Прибор позволяет определить износостойкость и стойкость к истиранию тканей, используемых для пошива одежды, обуви и промышленных изделий. В обновленной версии прибора использовано цифровое управление для точного измерения количества и длительности циклов, улучшена система подачи воздуха для более однородного наполнения диафрагмы, используемой для проведения испытаний на стойкость к истиранию. Механизм фиксации

образцов позволяет обеспечить высокую воспроизводимость результатов испытаний.

Испытания проводятся в автоматическом режиме. Цифровой счетчик позволяет зафиксировать количество циклов истирания, вызывающих разрыв образца. Имеется возможность настроить прибор для автоматического останова привода для предотвращения разрушения образца. Прибор может работать в режиме проведения испытания в течение времени, задаваемого таймером. Одновременно будет подсчитываться количество циклов истирания.

Испытания на пиллингуемость выполняются при помощи специальной эластомерной подушечки, устанавливаемой на держатель образца дополнительной принадлежности для проведения испытаний на стойкость к плоскому истиранию (матированию). Образец истирается второй эластомерной подушечкой, устанавливаемой на верхней насадке в качестве стандартного абразивного материала.

Испытания стойкости на истирание по линии складки и по шву проводят путем воздействия стандартного абразивного материала на складку или шов образца, закрепленного в дополнительном зажиме для испытания параметров складок и швов.

Технические характеристики

- Вес: 10 кг
- Размеры: 330*500*460мм

Прибор соответствует требованиям следующих международных стандартов:

- AATCC 119
- AATCC 120
- ASTM D3514
- ASTM D3885
- ASTM D3886

- FORD EFB15J2
- FORD BN112-01
- FTM S 191
- FTM S 5300
- FTM S 5302
- WSP 020.1.R3 (12)
- WSP 020.2.R3 (12)
- IST 20.1 (01) 3.1
- IST 20.2 (01) 3.9



Рисунок 14 – Внешний вид прибора Atlas M 282

5.1.3 Прибор SDL Atlas M 238G

SDL Atlas M 238G это настольный прибор для определения устойчивости материала к истиранию. Прибор имеет 6 положений с зажимами для закрепления образцов к подвижной плате и зажимами для резиновых образцов. Прибор пригоден для испытаний сухих и влажных образцов. Счетчик

циклов автоматически останавливает работу прибора в конце цикла испытаний. Результаты оцениваются визуально.

Технические характеристики:

- Вес: 68 кг
- Размер: 225*600*270 мм.

Прибор соответствует требованиям следующих международных стандартов:

- JIS 10801
- JIS 0849
- JIS 0862
- JIS 1084
- TR369B
- NES M0155



Рисунок 15 – Внешний вид прибора SDL Atlas M 238G

5.1.4 Прибор ТИ-1М

Прибор ТИ-1М при проведении испытаний различного вида шерстяных и полушерстяных тканей и одеял, трикотажных тканей, нетканых полотен к сопротивлению истиранию.

Принцип работы данного прибора основывается на взаимном трении подвергаемого испытанию полотна и истирающего материала (абразива – серошинельное сукно) под давлением.

Основные узлы прибора:

- редуктор с истирающим диском и рабочими головками
- механический привод
- система очистки материалов истирания и их охлаждения
- пневматическая система,
- пульт управления,
- стол.

Технические характеристики:

- Диапазон измерения циклов испытания: 1-999999 ед.
- Дискретность измерения циклов испытания: 1
- Диапазон измерения давления на пробу: 1-35 Кпа
- Погрешность измерения давления на пробу: $\pm 0,2$ Кпа
- Частота вращения головок и абразивного диска: 100 ± 5 и 150 ± 5 об/мин.
- Диаметр истирающего диска: 250 мм
- Габаритные размеры: 415*425*740 мм
- Вес, не более 60 кг
- Электрическое питание от сети переменного тока: - напряжение 220 В



Рисунок 16 – Внешний вид прибора ТИ-1М

5.1.5 Прибор Martindale 235

Прибор для определения устойчивости к истиранию и пиллингуемости всех типов структуры ткани. Образцы истирают абразивом при низком давлении и при непрерывно изменяющихся направлениях. Степень устойчивости к истиранию и пиллингуемости ткани сравнивают со стандартными параметрами. Уникальная конструкция позволяет удалять отдельные держатели для образцов, не снимая верхней движущейся пластины. Прибор оснащен уникальной программой, которая включает перепрограммируемое устройство и суммарный счетчик, индивидуальные счетчики для каждого рабочего места, 4 положения остановки, 4 выбора скорости для испытаний с жидкокристаллическим дисплеем. Также включены стандартные держатели для образцов и грузы 9-12 кПа.

Доступны приборы с 4, 6, 8, 9 испытательными местами.

Технические характеристики:

- Вес: 120 кг.
- Размеры: 740*600*350 мм.



Рисунок 17 – Внешний вид прибора Martindale 235

5.2 Приборы для испытания на истирание лакокрасочных покрытий

5.2.1 Прибор Константа УИ

Устройство предназначено для определения устойчивости лакокрасочных покрытий к истиранию.

Рабочий орган (абразивная губка) под определенной нагрузкой совершает заданное количество циклов возвратно-поступательного движения. В зону контроля может подаваться вода или другая жидкость по методике (влажное истирание). За результат испытания принимается потеря массы краски после истирания.

Испытания производятся в соответствии со стандартом ISO 11998.

Прибор имеет следующие особенности:

- возможность задавать количество циклов испытания

- возможность проведения до трех испытаний над отдельными панелями одновременно.

Технические характеристики

- Длина хода каретки: 300 ± 5 мм
- Число двойных ходов в минуту: 37 ± 2 ед
- Нагрузка на щетку: 135 ± 1 г



Рисунок 18 – Внешний вид прибора Константа УИ

5.2.2 Прибор TQC Automatic Washability Test

Прибор для испытания покрытия к влажному и сухому абразивному истиранию TQC Automatic Washability Test используется для определения на красках, лаках или похожих продуктах появления царапин, потери цвета, износа при сухом или мокром износе. Прибор создает симуляцию ежедневного износа поверхности от уборки или общего использования. Также данное оборудование отлично решает задачу тестирования пластиков, деревянных панелей, бытовой техники и других похожих материалов.

Тестирование можно осуществлять по принципу «годен/негоден» при задании определенного количества проходов или определении минимального числа проходов, при котором покрытие начинает изнашиваться, разрушаться.

Стойкость покрытий к мокрому или сухому истиранию является обязательной характеристикой множества ведущих европейских стандартов оценки качества защитных покрытий.

Прибор управляется микро шаговым контролируемым электромотором, который позволяет установить точную и стабильную скорость тестирования, в том числе при контроле по синусоидальному типу.

Встроенный насос в каждой из рабочих частей прибора позволяет производить тестирование с добавлением двух жидкостей одновременно. На каждый насос можно подавать свою жидкость и проводить тестирование отдельно каждой каретки с образцом, что позволяет использовать данный прибор в индустрии защитных покрытий, а также в производстве моющих средств.

Прибор соответствует следующим стандартам:

- DIN 53778
- ASTM D2486
- ASTM D4213-92
- D4828
- ISO 11998

Технические характеристики:

- Длина каретки: 20 - 300 мм
- Максимальная ширина образца: 80 мм
- Максимальная длина образца: 350 мм
- Максимальная толщина образца: 35 мм
- Дисплей: голубая подсветка, 100*35 мм, 193*64 пикселей
- Источник питания: 115 - 230 В, 50 - 60 Гц

- Потребляемая мощность: 80 Ватт
- Габариты: 650*350*350 мм
- Вес: 35 кг



Рисунок 19 – Внешний вид прибора TQC Automatic Washability Test

5.3 Прибор для испытания на истирание бетона по методу Бёме

Применяется для определения уменьшения объема образца при испытаниях на истираемость таких материалов, как:

- дорожная плитка
- бетонные плиты
- плиты из натурального камня
- брусчатка

Образец помещается на испытательный трек с нормированным абразивным материалом. Перед испытанием определяется плотность образца путем измерения размеров и массы. В течение заданного количества циклов

вращения диска, образец подвергается нагрузке 294 Н. Тест состоит из 16 циклов по 22 оборота. Износ образца определяется из расчета потерь по объему и массе.

Прибор состоит из:

- чугунного горизонтального вращающегося диска с испытательным треком для размещения образца;
- выносной панели управления с цифровым счетчиком оборотов и программируемой автоматической остановкой;
- держателя образца;
- устройства нагружения образца.



Рисунок 20 – Внешний вид прибора для испытания на истирание бетона по методу Бёме

Технические характеристики:

- Диаметр диска: 750 мм
- Скорость вращения диска: 30 об/мин

- Ширина испытательного трека диска: 200 мм
- Нагрузка на образец: 294 ± 3 Н
- Электропитание: 230 В / 800 Вт
- Габариты: 1500*1000*850 мм
- Вес: 250 кг

5.4 Приборы Табера 5135/5155 для испытания на истирание

Приборы производят истирающие воздействия. Установленные на вращающуюся поверхность испытываемые образцы подвергаются истирающему воздействию двух абразивных колес. Двигаясь по тестируемому образцу, колеса оставляют истертые границы, которые образуют модель в виде пересекающихся арок на круглом кольце приблизительно 30 см². Это показывает сопротивление истиранию под всеми углами в отношении к износу или зерно материала.

Прибор может быть использован для тестирования любого ровного материала. Область применения прибора:

- окрашенные поверхности, лакированных, порошковых и анодированных покрытий;
- ламинированные материалы
- пластик
- ткани (от обрывистых шелков до ковровых тканей)
- бумага
- резина
- стекло
- металлы,
- камень и керамика

Прибор соответствует следующим стандартам:

- UNE 48250
- EN 438-2
- ISO 7784.2, 5470, 9352
- ASTM C217, C241, C501, C1353, D1044, D3389, D3884, D4060, D4158, D5342, D5650, F362, F510, F1478



Рисунок 21 – Внешний вид приборов Табера 5135/5155

6 Основные элементы абразиметра

Типовой абразиметр состоит из следующих основных элементов:

- Корпус
- Блок питания
- Электродвигатель
- Контроллер управления двигателем
- Подвижный рычаг с абразивной насадкой
- Привод подвижного рычага
- Устройство ввода данных и выбора режима работы

Структурная схема абразиметра и связь с компьютером представлена на рисунке 22.

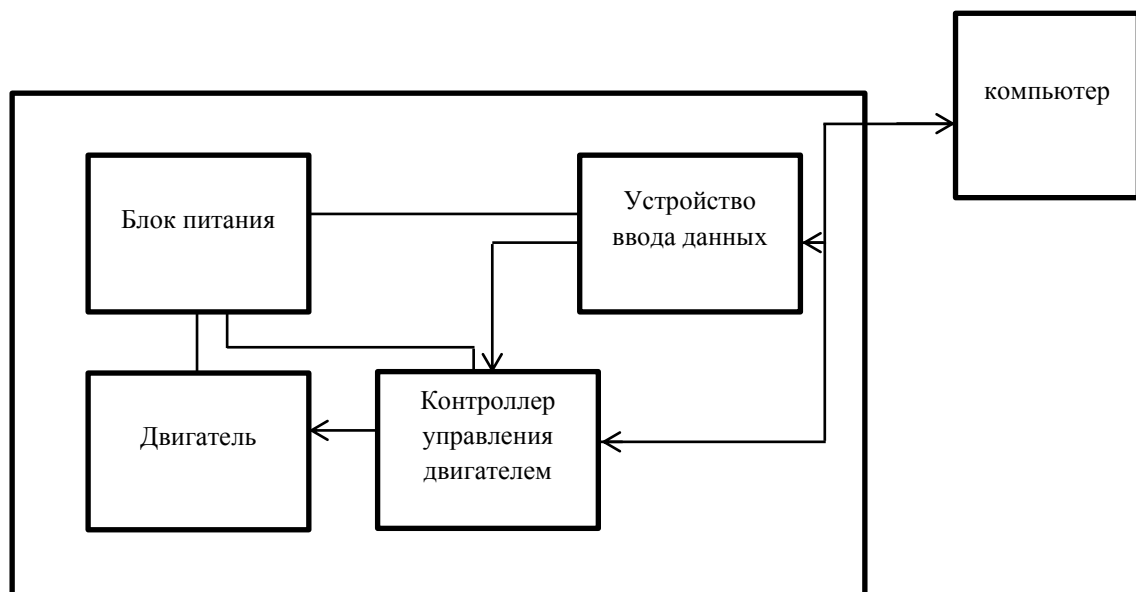


Рисунок 22 – Структурная схема и связь с компьютером

В структурной схеме показаны связи основных блоков абразиметра между собой. Все энергозависимые элементы подключаются к блоку питания. Оператор вводит данные, которые затем передаются на контроллер управления двигателем (передача данных в схеме показана стрелками).

Контроллер устанавливает режим работы двигателя в соответствии с полученными данными и приступает к работе. После окончания работы данные передаются на компьютер. В процессе проведения испытания производится контроль разрушения испытываемого образца. Если таковое произошло, то информация об этом так же вносится в отчёт.

Далее будут рассмотрены наиболее важные с точки зрения оптимизации узлы абразиметра.

6.1 Двигатели, используемые при построении абразиметров

В современных абразиметрах существуют такие настраиваемые функции как возможность изменения скорости перемещения головки истирания и длины тестируемого отрезка. Для простоты реализации этих методов целесообразно использовать такие двигатели как сервопривод либо шаговый двигатель. Это обусловлено тем, что данные настройки являются стандартными для перечисленных двигателей.

6.1.1 Сервопривод

Сервопривод - общее название привода, синхронного, асинхронного либо любого другого, с отрицательной обратной связью по положению, моменту и др. параметрам, позволяющего точно управлять параметрами движения. Сервопривод - комплекс технических средств.

Основным достоинством сервоприводов является наличие обратной связи, благодаря которой такая система может поддерживать точность позиционирования на высоких скоростях и высоких моментах. Также систему отличает низкая инерционность и высокие динамические характеристики. Современные блоки управления являются высокотехнологическими изделиями

со сложной системой управления и могут обеспечить выполнение практически любой задачи.

К сервоприводам можно отнести множество разнообразных регуляторов с отрицательной обратной связью, таких как гидроусилители, электроусилители ручного привода управляющих элементов, в частности, тормозная система и рулевое управление и на автомобилях. Чаще всего термин «сервопривод» используют для обозначения электропривода с обратной связью, который применяется в автоматических системах.

В состав сервопривода входит:

- Привод,
- Датчик обратной связи
- Блок управления и питания
- датчик управляющего сигнала.

Для управления группами сервоприводов или отдельными сервоприводами можно использовать специальные ЧПУ-контроллеры, которые строятся на базе программируемых логических контроллеров.

Такие двигатели обладают мощностью от 0,05 до 15 кВт и номинальным крутящим моментом от 0,15 до 50 Н·м.



Рисунок 23 – Внешний вид сервопривода

6.1.2 Шаговый двигатель

Шаговые двигатели - это электромеханические устройства, преобразующие сигнал управления в угловое перемещение ротора с фиксацией его в заданном положении. В шаговых двигателях не используются датчики обратной связи.

В состав шаговых электродвигателей входят: статор с расположенными на нем обмотками возбуждения, ротор. При использовании шаговых двигателей с магнитным ротором получают большой крутящий момент и обеспечивается фиксация ротора при отключении двигателя.

Существуют так же и гибридные двигатели, которые сочетают в себе положительные качества двигателей с постоянным и переменным магнитным сопротивлением.

Дискретность шага создаёт существенные вибрации, которые в ряде случаев могут приводить к снижению крутящего момента и возбуждению механических резонансов в системе. Вибрация может быть снижена за счёт использования режима дробления шага или увеличения количества фаз.

Дробление шага (микро шаг) получается в результате независимого управления током обмоток. Изменяя соотношение токов в обмотках, мы получаем возможность зафиксировать ротор не только в положении шагов, но и между шагами. За счёт этого повышается плавность вращения ротора и увеличивается точность позиционирования. Высокое качество изготовления современных шаговых двигателей повышает точность позиционирования в десятки раз.

Шаговые двигатели создают довольно высокий крутящий момент при работе на низких скоростях. Момент существенно падает при увеличении скорости вращения. Динамические характеристики двигателя кратно улучшаются при использовании драйверов со стабилизацией тока на основе широтно-импульсной модуляции.

Шаговые двигатели применяются в приводах машин и механизмов, работающих в режиме старт-стоп, либо в приводах непрерывного движения, где управляющее воздействие задаётся последовательностью электрических импульсов. При использовании шаговых приводов получают довольно точное позиционирование, при этом не используя обратную связь от датчика углового положения ротора.

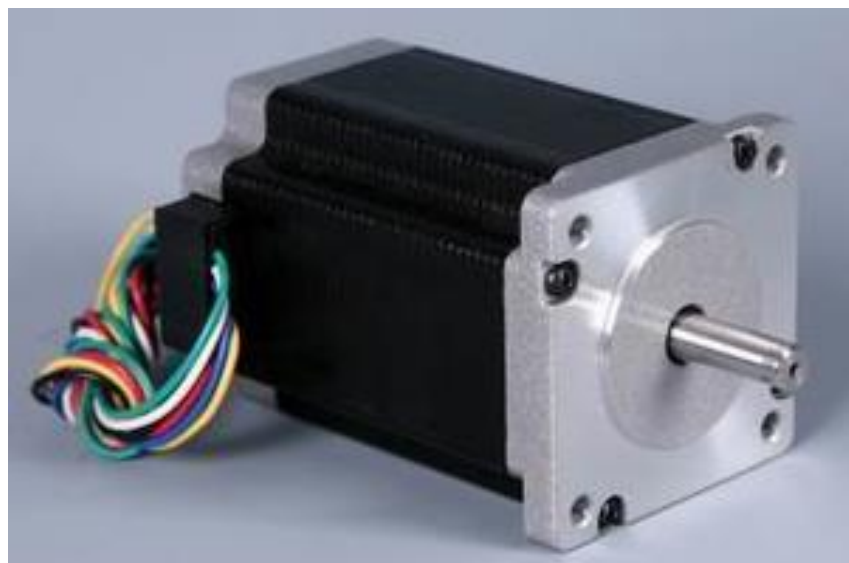


Рисунок 24 – Внешний вид шагового электродвигателя NEMA 23

6.1.3 Сравнительный анализ сервопривода и шагового двигателя

Основным критерием является надежность. Шаговые двигатели обладают высокой надежностью. Это связано с тем, что при их построении отсутствуют изнашивающиеся детали. Ресурс двигателя зависит только от ресурса используемых подшипников

Большинство современных сервоприводов так же обладают высокой надежностью. Порой она сравнима с надежностью шаговых двигателей.

Всем шаговым двигателям присуще свойство потери шагов. Данный эффект проявляется в неконтролируемом смещении траектории перемещения инструмента, от необходимой траектории. При изготовлении простых деталей, имеющих малую длину траектории перемещения инструмента и при невысоких требованиях к изделию, в большинстве случаев данным эффектом можно пренебречь. Но при обработке сложных изделий, и при высоких требованиях к точности изделия, данный эффект в большинстве случаев будет приводить к неисправимому браку. Применение современных технологий управления шаговыми двигателями, с применением современной электроники, позволяет полностью устранить этот недостаток, но стоимость возрастает.

Эффект потери шагов у сервоприводов полностью отсутствует. Это связано с тем, что в каждом сервоприводе имеется датчик положения - энкодер, который постоянно отслеживает положение ротора двигателя и при необходимости выдает команды коррекции положения, на основании которых управляющая электроника, проанализировав данные, полученные с энкодера, вырабатывает необходимые сигналы управления на двигатель. Данный механизм называется обратной связью.

В шаговых двигателях применяются дорогостоящие редкоземельные магниты, а также ротор и статор изготавливаются с прецизионной точностью, и поэтому по сравнению с общепромышленными электродвигателями шаговые двигатели имеют более высокую стоимость.

При изготовлении сервопривода применяется дорогостоящий датчик положения ротора, а также достаточно сложный блок управления, что обуславливает значительно более высокую стоимость, по сравнению с шаговым двигателем.

Что касается ремонтпригодности, оба двигателя довольно дороги в ремонте. Шаговый двигатель нельзя даже просто разобрать, т.к. при разборке двигателя происходит разрыв магнитных цепей внутри двигателя и происходит размагничивание магнитов. Поэтому после сборки двигателя требуется намагничивание внутренних магнитов на специальной установке. Иначе он просто не будет работать. При повреждении сервопривода, в большинстве случаев, производят его замену. Ремонту в основном подвергают только мощные двигатели, имеющие весьма высокую стоимость

Сервопривод и шаговый двигатель не являются конкурентами, а каждый занимает свою определенную нишу. Применение высококачественных сервоприводов необходимо в высокопроизводительном оборудовании, где главным критерием является производительность. Единственный «недостаток» хорошего сервопривода – это его высокая стоимость. Добившись одинаковых качеств от сервопривода и шагового двигателя, их стоимости станут соизмеримыми при однозначном лидерстве сервопривода.

6.2 Привод механической части

Для приведения в движение головки, с закрепленной на ней абразивной насадкой, необходимо применить привод. Предполагаемый привод должен обладать такими немаловажными свойствами как надежность, простота конструкции и монтажа, долговечность и невысокая рыночная стоимость. Далее будут рассмотрены некоторые варианты приводов, подходящих для решения поставленной задачи.

6.2.1 Шариково-винтовая передача

Шариково-винтовая передача –это разновидность линейного привода, преобразующего вращательное движение в поступательное, которая обладает крайне малым трением. Вал со специфической формы беговыми дорожками на поверхности выполняет роль высокоточного приводного винта, взаимодействующего с гайкой, но не напрямую, через трение скольжения, как в обычных передачах винт-гайка, а посредством шариков, через трение качения. Это обуславливает это высокие перегрузочные характеристики шариково-винтовой передачи и очень высокий КПД. Винт и гайка производятся в паре, подогнанными, с очень жесткими допусками, и могут быть использованы в оборудовании, где требуется очень высокая точность. Шариковая гайка обычно чуть более крупная, чем гайка скольжения - из-за расположенных в ней каналов рециркуляции шариков. Однако, это практически единственный момент, в котором шариково-винтовая передача уступает винтовым передачам трения скольжения.

Широчайший спектр приложений шариково-винтовых передач существует в прецизионном машиностроении, таком, как станки с ЧПУ, роботы, сборочные линии, установщики компонентов, а также - в механических прессах и др.

Для того, чтобы шариковая пара отслужила весь свой расчетный срок с сохранением всех, в т.ч. точностных, параметров, необходимо уделить большое внимание чистоте и защите рабочего пространства, избегать попадания на пару пыли, стружки и прочих абразивных частиц. Обычно это решается путем установки гофрозащиты на пару, полимерной, резиновой или кожаной, что исключает попадание посторонних частиц в рабочую область. Другой метод состоит в использовании компрессора - подачи фильтрованного воздуха под давлением на винт, установленный открыто. Шариково-винтовые передачи благодаря использованию трения качения могут иметь определенный преднатяг, который убирает люфт передачи - определенный "зазор" между

вращательным и поступательным движением, который имеет место при смене направления вращения. Устранить люфт особенно важно в системах с программным управлением, поэтому шариково-винтовая передача с преднатягом используются в станках с ЧПУ особенно часто.

В зависимости от угла подъема беговых дорожек, шариково-винтовые передачи могут быть подвержены обратной передаче - малое трение приводит к тому, что гайка не блокируется, а передает линейное усилие в крутящий момент. Шариково-винтовые передачи обычно нежелательно использовать на ручных подачах. Высокая стоимость таких передач также фактор, который зачастую склоняет выбор машиностроителей в пользу более бюджетных передач.

Низкий коэффициент трения шариково-винтовой передачи обуславливает высокий КПД передачи - намного выше, чем у любых других аналогов. КПД самых распространенных шариковых пар может превышать 90. Практически отсутствующее скольжение значительно увеличивает срок службы шариково-винтовой передачи, что снижает простой оборудования при ремонте, замене и смазке частей. Все это в сочетании с некоторыми другими преимуществами, такими как более высокой достигаемой скоростью, сниженными требованиями к мощности электропривода винта, может быть существенным аргументом в пользу шариково-винтовой передачи в противовес его высокой стоимости.



Рисунок 25 - Шариково-винтовая передача

6.2.2 Реечная зубчатая передача

Одним из механизмов, служащих для преобразования вращательного движения в поступательное, является зубчато-реечная передача, состоящая из зубчатого колеса и зубчатой рейки. При вращении зубчатого колеса вокруг неподвижной оси зубчатая рейка перемещается прямолинейно-поступательно при каждом обороте колеса.

Существует два основных вида реечных передач:

- Зубчато-реечная передача с прямым зубом
- Зубчато-реечная передача с косым зубом

Зубчатые передачи выполняются с прямыми зубьями для работ на малых и средних скоростях, с косыми зубьями для использования на средних и высоких скоростях или когда требуется повышенная точность перемещения.

В современном приборостроении и машиностроении зубчатые рейки используются довольно часто. Это обусловлено их невысокой стоимостью, простотой изготовления, а как следствие доступностью. При использовании зубчато – реечной передачи при изготовлении абразиметров можно получить довольно точное позиционирование.

Реечная передача отличается от ШВП большей скоростью, легче переносит пыль и различного вида загрязнения.



Рисунок 26 - реечная зубчатая передача

6.2.3 Шатунная передача

Шатунная передача является одним из наиболее простых, дешевых и надежных механизмов для преобразования вращательного движения в поступательное. Принцип работы его прост. На вращающийся вал крепится

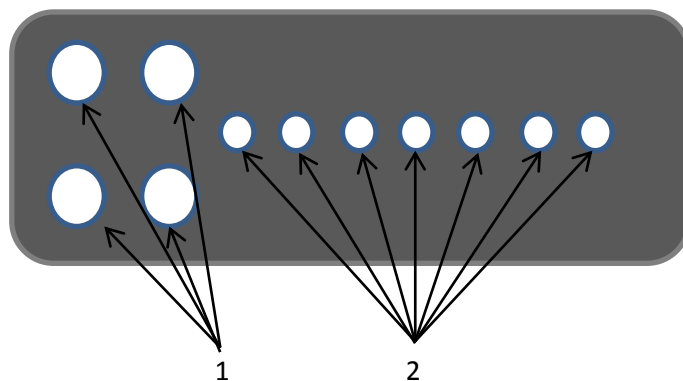


Рисунок 27 - Схематичное изображение планки

планка, показанная на рисунке 27. Один конец шатуна крепится к

движущейся головке с абразивной насадкой. Другой конец крепится к планке. Группа отверстий 1 предназначены для крепления планки к вращающемуся валу. Группа отверстий 2 предназначена для крепления шатуна. Для того чтобы изменить длину прохода головки, необходимо вручную переместить конец шатуна в необходимое положение и закрепить его в соответствующем отверстии. Данный привод обладает такими важными свойствами как простота исполнения конструкции, дешевизна и надежность, т.к. в данном приводе практически нечему ломаться.

7 Устройство ввода данных

Наиболее интересным для оптимизации узлом абразиметра является устройство ввода данных и выбора режима работы. В подавляющем большинстве абразиметров используется управление, расположенное непосредственно на приборе. Это неминуемо ведёт к повышению стоимости самого прибора. Для снижения цены, а тем самым повышения конкурентоспособности абразиметров, разрабатываемых и производимых в России, целесообразно вынести блок управления прибором и выбором режимов работы на компьютер либо планшет. Это так же связано с тем, что абразиметры используются в большинстве случаев в лабораториях. в настоящее время все лаборатории оборудованы компьютерами. С применением данной технологии процесс обработки данных существенно сокращается и облегчается.

7.1 Принцип работы проектируемой системы

Оператору будет представлено диалоговое окно, в котором представлены режимы работы абразиметра, с возможностью их корректировки. При необходимости оператор сможет изменять количество циклов истирания, либо выбрать режим проведения испытания до разрушения образца. Так же потребуются ввести дополнительную информацию: испытуемый материал, дату проведения испытания, нормативные условия, при которых производилось испытание (рисунок 28). Эти данные потребуются для автоматического создания отчёта.

Введите информацию о предстоящем эксперименте

Ф.И.О. оператора

Ф.И.О технолога

Место проведения испытания

Примечание

☒ Выбор автоматического режима

☐ Задание режима вручную

Рисунок 28 - Окно ввода информации

Данный отчёт может быть выведен на экран, принтер, либо сохранен в архиве, по желанию оператора. Данные пункты будут так же предложены пользователю на выбор. После того как оператор введет все необходимые данные, они по каналу связи usb будут переданы на прибор. Перед тем как начать работу, в зависимости от введенных данных, оператору будет необходимо механически, вручную изменить длину хода истирающего кронштейна. Использование ручного изменения длины хода образца так же связано с уменьшением стоимости проектируемого прибора. На экране появится изображение планки с указанием отверстия, куда необходимо прикрепить конец шатуна. После того как оператор выполнит все необходимые операции и нажмет кнопку «Пуск» в диалоговом окне начнется проведение испытания. Присутствие оператора во время проведения испытания не обязательно. Прибор, выполнив назначенное количество циклов, автоматически остановится, а данные полученные в ходе проведения испытания передаются

на компьютер. Если в ходе испытания произошло разрушение исследуемого материала, прибор автоматически останавливается. Подсчитывается количество пройденных циклов и эта информация, а так же информация о том, что произошло разрушение, отправляется на компьютер. Прибор переходит в режим ожидания. Получив данные с прибора, система автоматически формирует отчет.

7.2 Выбор канала связи

Для связи компьютера и абразиметра будем использовать интерфейс USB и его протоколы. Это связано с тем, что в последнее время интерфейс USB получил широкое распространение и широко используется для связи компьютера и периферийных устройств, чем, по сути, и является абразиметр. Далее рассмотрим основные принципы работы USB интерфейса.

USB в переводе с английского означает универсальная последовательная шина. Это 4-проводная шина, реализующая связь между управляющим устройством (хостом) и периферией (до 127 устройств). Хост -это устройство которое управляет и координирует каждой группой периферийных устройств. Хост выделяет канал для оконечных устройств на базе маркерного протокола. Шина USB поддерживает горячее подключение, отключение и динамическую конфигурацию устройств. Все операции ввода-вывода инициируются хостом.

Хост распределяет транзакции по кадрам (фреймам) продолжительностью в 1 мс. Каждый фрейм содержит маркер начала фрейма и транзакции, передающие информацию к хосту или к конечному устройству. USB интерфейс микроконтроллера поддерживает 16 логических (двунаправленных) или 32 физических конечных точек.

USB - это протокол, управляемый исключительно хост-устройством, то есть вне зависимости от направления передачи данных процесс обмена инициируется хостом. В процессе передачи информации от устройства к хосту

последний посылает в шину маркер IN, однозначно определяющий, какое устройство должно ответить.

Для передачи данных в обоих направлениях и разного рода служебной информации используется только 2 проводника, не считая нулевого и питания. Основным элементом протокола USB - это пакет. Пакет, в свою очередь состоит из 3-х частей: преамбула, тело и концевик. Преамбула служит для подстройки частоты генератора приемника. Тело пакета - последовательность байт, от одного до 1025. Первый байт тела пакета - это идентификатор пакета. Идентификатор пакета задает тип пакета, его функциональное назначение. Только первые 4 бита тела пакета, кодируют тип пакета, а остальные служат для защиты от ошибок и дублируют первые 4 бита, в виде инверсной копии. Четырьмя битами, кодируется 10 типов пакетов, остальные 6 зарезервированы. Эти десять типов пакетов делятся на четыре категории: пакеты маркеры, данных, квитирования и специальные. Тело пакета содержит полезную информацию. Концевик - должен сигнализировать о завершении пакета. Из этих трех частей состоят все пакеты, которые передаются по шине.

7.3 Выбор языка программирования

Для того чтобы вынести устройство ввода данных на компьютер, нам потребуется прикладной продукт, который будет отвечать за ввод необходимых данных и передачу полученной информации на абразиметр. Для реализации данной задачи можно использовать различные языки программирования. Проведя сравнительный анализ, был выбран язык программирования HTML. Данный язык программирования довольно прост, не требует специального приложения, код программы можно писать в любом текстовом редакторе. В результате получается красочный, интуитивно понятный пользователю продукт. Оформление и простота работы являются одним из критериев выбора программных продуктов.

7.4 Выбор режимов работы

В системе ввода данных предусмотрена автоматическая настройка абразиметра для тестирования определённых материалов. Стандартными материалами являются: текстиль, лакокрасочные покрытия, полимерные материалы. Для каждого из перечисленных материалов существуют свои стандарты для проведения испытаний на истирание. Для облегчения работы оператора и минимизации фактора человеческой ошибки в системе предусмотрена возможность автоматического выбора режимов работы прибора и ввода необходимой информации.

7.5 Автоматический ввод

Для тестирования материалов, таких как: текстиль, лакокрасочные покрытия, полимерные материалы, в программе могут использоваться настройки прибора по умолчанию (рисунок 29). Для реализации такой возможности разработаны специальные шаблоны. При выборе определенного шаблона на прибор передаются данные, необходимые для тестирования определенного материала.

ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ АБРАЗИМЕТРА

Выберите материал тестирования

Ткань шерстяная	ЛКП
Ткань х.б.	Материал изоляционный
Ткань обивочная	Полимерный материал
Кожа искусственная	Материал упаковочный
Материал синтетический	

Далее >>>

Рисунок 29 – выбор автоматических режимов

На экран будет выведено сообщение, о том какая нагрузка, длина хода кронштейна с абразивной насадкой и количество циклов истирания необходимо для проведения данного испытания. На рисунке 30 представлено содержание сообщения.

Испытанию подвергается материал: ТКАНЬ ШЕРСТЯНАЯ

Произведите настройку прибора!

Длина хода кронштейна = 20 см (крепежное место №3)

Давление кронштейна на образец = 0.5 кг/см² (вес на кронштейне 2 кг)

Далее >>

Рисунок 30 Сообщение при автоматических настройках

После выставления длины хода кронштейна и его требуемым нагружением, оператор нажимает кнопку «Далее» и прибор начинает выполнение испытания.

7.6 Формирование отчётов.

При построении системы ввода данных с компьютера была предусмотрена возможность автоматического формирования отчетов о ходе эксперимента и о его результатах. В отчет помещаются данные введенные оператором, нормативные данные, заложенные в прибор для проведения испытания, а так же результаты испытания. При срабатывании системы прерывания испытания, в случае разрушения образца исследования, в отчёте отображается факт остановки и количество циклов истирания, которое прибор произвел до разрушения образца. При вводе данных оператор сможет выбрать способ отображения и хранения отчёта из следующих вариантов:

- Сохранить в ...
- Распечатать
- Добавить в архив испытаний
- Отправить адресату

Выбрать можно несколько вариантов хранения и отображения отчёта.

При выборе пункта «Сохранить в ...» оператору будет представлена возможность сохранить полученный отчёт в удобном для него месте, например на жестком диске или на съёмном носителе.

Для корректной работы пункта меню «Распечатать» пользователю будет представлена возможность выбрать принтер для печати отчёта. В случае, если не будет выбрано ни одно устройство вывода информации на бумагу, будет выдаваться соответствующее сообщение, а отчёт будет предложено сохранить в

удобном для оператора месте. При корректном выборе устройства, отчёт печатается на бумаге.

При выборе пункта меню «Добавить в архив испытаний» отчёт будет сохраняться в специально отведённом для этого месте на съёмном диске. Архив защищён от возможности изменения на нем информации вручную. Это сделано для того, чтобы сохранялась достоверная информация о проведенных испытаниях. Этот пункт меню включен по умолчанию, но может быть отключен по желанию оператора.

Пункт меню «Отправить адресату» предназначен для автоматической отправки полученного отчёта выбранному адресату. После проведения испытания получения отчёта он по средствам электронной почты пересылается адресату. Адресат вводится оператором вручную.

Испытание завершено

☐	Распечатать	Выберите устройство
☐	Сохранить в ...	Укажите место сохранения
☒	Добавить в архив испытаний	
☒	Отправить адресату	Введите адрес электронной почты

Рисунок 31 – Выбор варианта хранения и отображения результатов испытания

8 Социальная ответственность

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 все вредные опасные факторы, воздействующие при исследовании прибора, можно классифицировать следующим образом: данные в таб.№1

Опасные и вредные факторы при работе с абразиметром.

Таблица №1

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы	
	Вредные	Опасные
Исследование: 1) абразиметр	1) Отклонение параметров микроклимата СанПиН 2.2.4.548-96 2) повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны 3) Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1) Электрический ток ГОСТ 12.0.003.- 74 ССБТ

8.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований.

8.1.1 Отклонение параметров микроклимата

В процессе труда в производственном помещении человек находится под влиянием определенных метеорологических условий, или микроклимата

В рабочем в помещение оператора абразимерта условия труда должны соблюдаться оптимальные микроклиматические условия, это температура воздуха не ниже +22-24°C (температура рабочих поверхностей не меньше +21-25°C, скорость движения воздуха в рабочем помещении 0,1 м/с, относительная влажность воздуха примерно 60-40%). Если работа выполняется в теплый период года то температурная норма в помещении находится в пределах +18-20°C (скорость движения воздуха в рабочем помещении не должна превышать 0,3 м/с, температура поверхностей не более +17-21°C) согласно СанПиН 2.2.4.548-96.

Во избежание отклонения установленных норм микроклиматических параметров, в лаборатории должны применяться такие меры, как вентиляция, кондиционирование, а также системы центрального отопления, чаще всего его используют в зимний период времени.

Категория работ осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат Па.

8.1.2 Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Воздушная среда производственных помещений, в которой содержат вредные вещества в виде пыли и газов, оказывает непосредственное влияние на безопасность труда. Воздействие пыли и газов на организм человека зависит от их ядовитости (токсичности) и концентрации в воздухе производственных помещений, а также времени пребывания человека в этих помещениях. В производственных помещениях и лабораториях предприятий может образовываться значительное количество пыли.

Пыль - аэрозоль с твердыми частицами дисперсной фазы размером преимущественно 10-4 – 10-1 мм. Являясь вредным производственным

фактором, пыль оказывает негативное воздействие на здоровье человека. В большом количестве пыль образуется при перегрузке и перевозке пылящих грузов (цемента, угля, песка, щебня и др.), выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава (уборочно-моечных, шлифовальных, термических, кузнечных, сварочных, шиномонтажных, обойных, опилочных и др.).

Производственная пыль по своему происхождению бывает двух видов - органическая и неорганическая. К органической относят пыль растительную (древесную, зерновую, мучную, хлопковую), животную (шерстяную, волосную) и искусственную органическую (резиновую, пластмассовую). Неорганическая пыль бывает минеральная (песок, асбест, стекловата) и металлическая (чугунная, медная, алюминиевая).

Пыль различается своими размерами и формой частиц. Частицы пыли бывают видимые - размером более 10 мкм, микроскопические - от 0,25 до 10 мкм и ультрамикроскопические - менее 0,25 мкм. Чем мельче частицы пыли, тем дольше они находятся в воздухе в виде аэрозоля и тем легче в процессе дыхания попадают в организм человека. Форма пылевых частиц обуславливает скорость их оседания, а также степень вредного воздействия. Пылевые частицы с зазубренными острыми краями (металлическая, минеральная пыль) оседают медленнее и в большем количестве попадают в дыхательные пути. При этом они могут травмировать слизистые оболочки. Электрически заряженные частицы пыли быстрее захватываются организмом, и их количество, попадающее в трахею, бронхи, легкие, в 2 - 3 раза превышает количество нейтральной пыли. Частицы, несущие электрический заряд, являются агрессивными по отношению к внутренним органам человека.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. К первой относится неорганическая и древесная пыль. Токсической является пыль хрома, мышьяка, свинца и некоторых других

веществ. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия. Для нетоксической пыли свойство растворимости способствует более быстрому их выведению из организма, для токсических, наоборот, оно усугубляет отрицательное действие.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги.

Мерами борьбы с производственной пылью являются: рационализация производственных процессов, организация общей и местной вентиляции, замена токсичных веществ нетоксичными, механизация и автоматизация процессов, влажная уборка помещений и др. Кроме того, применяются средства индивидуальной защиты: респираторы, фильтрующие противогазы, марлевые повязки, защитные очки, специальная одежда из пыленепроницаемой ткани.

8.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Плохое освещение утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может быть причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю зрения, ориентации.

В качестве освещения в лаборатории используют как искусственное освещение, так и естественное освещение. Естественное освещение – это свет, идущий от окон. Искусственное освещение – это лампы и светильники.

Естественное, искусственное освещение определяется СП 52.13330.2011 в зависимости от характеристики зрительной работы, которая принята системой освещения. В нашем случае освещенность рабочего места оператора абразиметра должна быть не менее 500 лк. При этом следует применять комбинированное освещение (общее и местное).

Применяемые для местного освещения рабочих мест переносные светильники должны иметь непрозрачный отражатель, обеспечивающий рассеянный свет, и экран, защищающий глаза оператора от слепящего воздействия света.

8.1.4 Электрический ток

Основным опасным фактором при эксплуатации прибора является воздействие электрического тока.

При однофазном замыкании тока, которое может возникнуть в электрических приборах, появляется напряжение, достаточное для поражения человека. Ток замыкания создаёт опасные напряжения не только на самом оборудовании, но и возле него, растекаясь с оснований и фундаментов. Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока и электромагнитных полей зависит от рода и величины напряжения и тока, частоты электрического тока, пути тока через тело человека, продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека, условий окружающей среды.

Абразиметр в процессе своей эксплуатации постоянно находится под напряжением. Поэтому при их эксплуатации должны строго соблюдаться

“Правила техники эксплуатации электроустановок потребителей. Правила безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей”.

Все неизолированные питающие кабели прибора при любом напряжении ограждены от случайного прикосновения. Корпус прибора надёжно заземлён ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

По ГОСТ 12.2.007.0-75 / ССБТ. Изделие электротехнические. Общие требования безопасность / разработанные устройства относятся к классу 0I, так как имеют, по крайней мере, рабочую изоляцию, элемент для заземления и провод без заземляющей шины для присоединения к источнику питания.

Допустимые уровни напряжения и требования к проведению контроля на рабочих местах. Пребывание в электрическом поле напряжённостью до 5 кВ/м включительно допускается в течение рабочего дня. Разрабатываемая электроустановка запитывается от сети переменного тока и потребляет незначительную мощность (до 20 Вт), поэтому она способна создать уровень напряжённости электрического поля на несколько порядков ниже, чем предельно допустимый.

Защита от поражения электрическим током и возгораний осуществлена в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79 / ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты защитным заземлением.

Наиболее простым и широко используемым способом защиты является защитное заземление. Снижение напряжения прикосновения и шага достигается путём уменьшения потенциала заземлённого оборудования (уменьшением сопротивления заземлителя), а также путём выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек, и заземлённого оборудования (подъём потенциала основания, на котором стоит человек, до значения, близкого к значению потенциала заземлённого оборудования). Защитное заземление следует отличать от рабочего заземления (например, нейтральных точек обмоток генератора).

Защитное заземление – способ защиты человека от поражения электрическим током. Оно заключается в том, что все металлические части комплекса с помощью проводника соединяются с устройством заземления. При этом в случае неполадки (пробой на корпус) ток возвращается к источнику напряжения, что приводит к срабатыванию соответствующего устройства токовой защиты, и повреждённый блок отключается от сети.

8.2 Экологическая безопасность

Оборудование электронное и промышленное, как и оргтехника, отличается большим количеством органических веществ, которые, попадая на свалку, под воздействием внешних условий становится сильнейшим ядом, отсюда просится вывод, что утилизация оборудования промышленного и электронного - это важный этап деятельности любого предприятия или организации. А утилизация в сложных современных экономических условиях становится еще более острой проблемой. Грамотная утилизация дает широкие возможности экономить финансовые средства компании, а это на сегодняшний день немаловажный аспект.

Утилизация электронного оборудования включает в себя работы: по погрузке, транспортировке, разгрузке, складированию, демонтажу и извлечению различных материалов из списанных технических средств, а также сортировку, разделку, упаковку и продажу (или сдачу на захоронение) полученных материалов специализированным организациям для дальнейшей переработки.

Так как при неправильном осуществленном процессе утилизации электронного прибора представляет собой серьезную угрозу экологии, их приемом, вывозом и утилизацией должны заниматься только специальные компании, имеющие на это не только разрешение, но и специальную технику и оборудование.

8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При работе с абразиметром могут возникнуть следующие аварийные ситуации:

- поражение электрическим током;
- загорание, могущее привести к пожару или взрыву.

При возникновении аварийной ситуации оператор обязан прекратить работу, немедленно сообщить о случившемся начальнику лаборатории и далее выполнять его указания по предупреждению несчастных случаев или устранению возникшей аварийной ситуации.

При ликвидации аварийной ситуации необходимо действовать в соответствии с планом ликвидации аварий.

При пожаре следует:

- сообщить о пожаре в пожарную охрану и руководителю работы;
- при пользовании пенными (углекислотными, порошковыми) огнетушителями струю пены (порошка, углекислоты) направлять в сторону от людей;
- при загорании электроприборов применять только углекислотные или порошковые огнетушители. При пользовании углекислотным огнетушителем не следует брать за раструб огнетушителя и не допускается подносить раструб ближе 1 м до электроустановки и пламени;
- внутренними пожарными кранами необходимо пользоваться расчетом из двух человек: один - раскатывает рукав от крана к месту пожара, второй - по команде раскатывающего рукав открывает кран;
- при пользовании кошмой для тушения пламени его накрывают кошмой так, чтобы огонь из-под нее не попал на туловище человека;

- при тушении пламени песком совок, лопату и иные подобные инструменты не поднимать на уровень глаз во избежание попадания в них песка;
- тушить горящие электроприборы, находящиеся под напряжением до 1000 В, разрешается только углекислотными или порошковыми огнетушителями;
- тушить горящие предметы водой и воздушно-пенными огнетушителями можно только после указания руководителя работ или другого ответственного лица о том, что электроприбор отключен от распределительного щита или обесточен;
- тушение горящих предметов, расположенных на расстоянии более 7 м от электроустановок, находящихся под напряжением, может быть допущено без снятия напряжения. При этом необходимо следить, чтобы струя воды или пены не касалась электроустановок и электроприборов, находящихся под напряжением.

8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Существует множество профессий, работа которых связана с воздействием на человека вредных факторов. Для работников таких профессий предусмотрены дополнительные гарантии и компенсации.

Выявление вредных и опасных условий труда происходит путем специальной оценки условий труда. Специальная оценка условий труда регламентируется следующим документом Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда".

Перечень гарантий и компенсаций определяется классом и условием труда регламентируется Федеральным законом от 28.12.2013 г. №426-ФЗ.

9 Технико-экономическое обоснование НИР

9.1 Организация и планирование работ

При проведении научно-исследовательскую работы задействовались два исполнителя:

- научный руководитель (НР),
- инженер (И).

Составим таблицу перечня работ и продолжительности их выполнения:

Таблица 2 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач	НР	НР – 100%
Изучение области исследования по тематике	И	И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Изучение литературы	И	И – 100%
Проведение сравнительного анализа существующих методов и подходов	НР, И	НР – 10% И – 100%
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	НР-100% И-70%
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	НР-100% И-80%
Выбор основания и направления исследований	НР, И	НР – 100% И – 70%
Разработка нового подхода	И	И – 100%
Анализ эффективности разработанного подхода	И	И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Составление презентации	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

Расчет продолжительности этапов работ осуществим опытно-статическим вероятностным методом, в котором для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется метод двух оценок

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (9.1)$$

где $t_{\min}$ – минимальная трудоемкость работ, чел/дн,

$t_{\max}$ – максимальная трудоемкость работа, чел/дн.

Составим таблицу продолжительности каждого этапа работ.

Таблица 1.2 – Трудозатраты на выполнение проекта

Рассчитаем длительность этапов работ в рабочих и календарных днях по формулам:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (9.2)$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел/дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{ВН} = 1$);

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1.2$);

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитаем по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (9.3)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 12$).

Следовательно, коэффициент календарности составляет $T_{К} = 1.213$.

В таблице 3 рассчитаем длительности каждого этапа в рабочих и календарных днях.

Таблица 3 - Длительности этапов работ

№	Этап	Исполнители	Длительность работ, чел/дн.			
			$T_{РД}$		$T_{КД}$	
			НР	И	НР	И
1	Постановка целей и задач	НР, И	1,36	-	1,64	-
2	Изучение области исследования по тематике	И	-	5,3	-	6,42
3	Разработка календарного плана	И	1	0,100	1,213	0,213
4	Изучение литературы	И	-	8,4	-	10,18
5	Выбор структурной схемы устройства	НР, И	9	6,3	10,91	7,64
6	Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	6	4,8	7,27	5,82
7	Расчет принципиальной схемы устройства	И	-	5,04	-	6,11
8	Проведение сравнительного анализа существующих методов и подходов	НР И	0,696	6,96	0,844	8,44
9	Выбор основания и направления исследований	НР, И	1,68	1,17	2,037	1,41
10	Разработка нового подхода	И	-	19,2	-	23,28
11	Анализ эффективности разработанного подхода	И	-	2,88	-	3,49
12	Оформление расчетно-пояснительной записки	И	-	11,27	-	13,67
13	Составление презентации	И	-	6,04	-	7,32
14	Подведение итогов	НР, И	1,008	1,68	1,223	2,038
	Итого:		20,744	79,14	25,137	95,568

Рассчитаем величину завершенности работы на каждом из этапов. Для этого воспользуемся следующей формулой:

$$H_i = \frac{t_{Hi}}{t_0} \cdot 100\%, \quad (9.4)$$

где t_{Hi} - нарастающая трудоемкость с момента начала работы i -го этапа;

t_0 – общая трудоемкость, вычисляемая по формуле.

$$t_0 = \sum_{i=1}^n t_{ожi}, \quad (9.5)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая продолжительность i -го этапа.

Удельный вес каждого этапа Y_i определяется по формуле:

$$Y_i = \frac{t_{ожi}}{t_0} \cdot 100\%. \quad (9.6)$$

В таблице 4 отображены основные результаты завершенности и удельного веса каждого этапа.

Таблица 4 – Основные результаты завершенности работы на каждом из этапов.

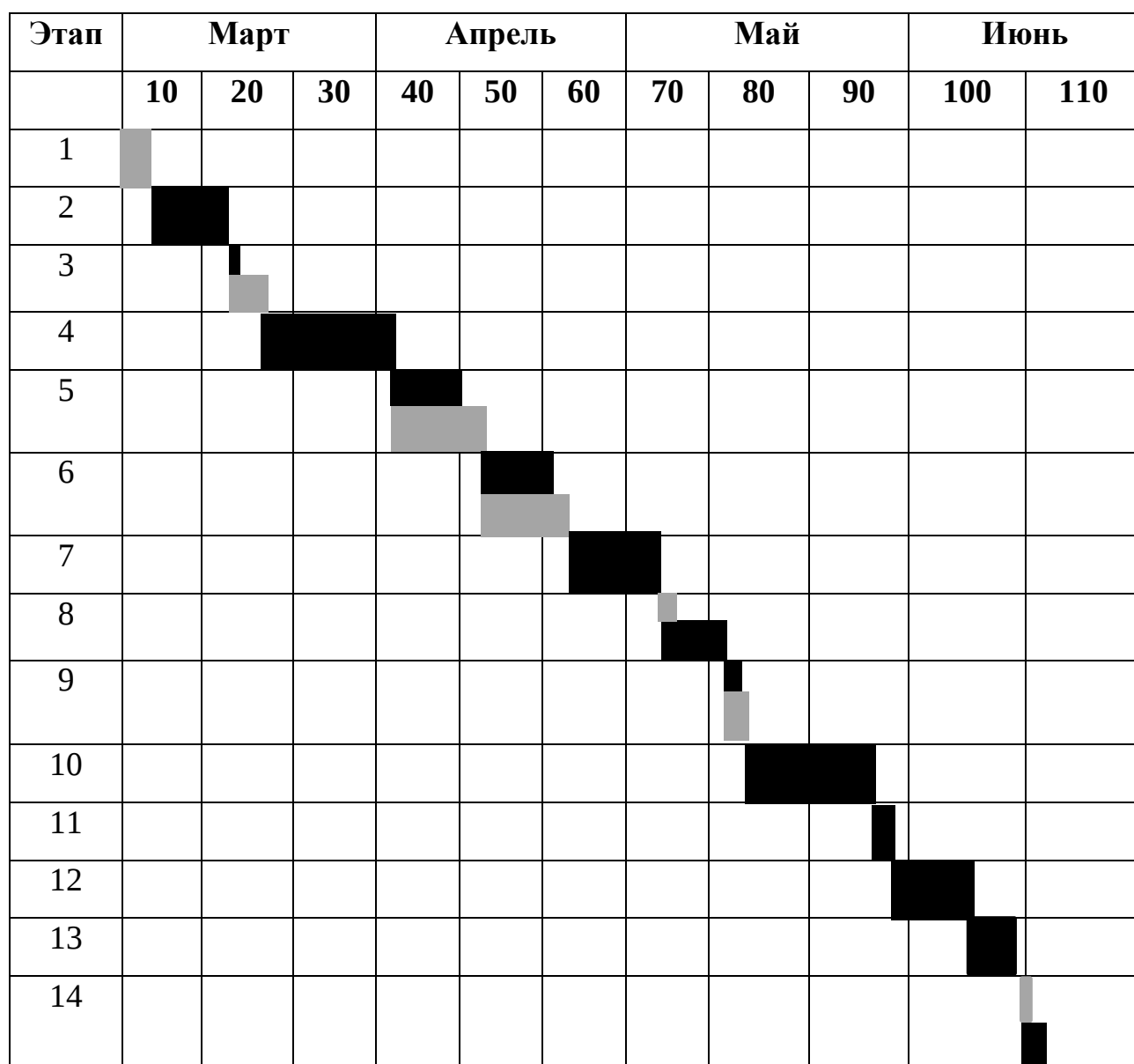
№	Этап	$H_i, \%$	$Y_i, \%$
1	Постановка целей и задач	1,36	1,36
2	Изучение области исследования по тематике	5,3	6,66
3	Разработка календарного плана	1,11	7,76
4	Изучение литературы	8,4	16,16
5	Выбор структурной схемы устройства	15,3	31,46
6	Выбор принципиальной схемы устройства	10,6	42,46
7	Расчет принципиальной схемы устройства	5,04	47,3
8	Проведение сравнительного анализа существующих методов и подходов	7,656	55
9	Выбор основания и направления исследований	2,85	57,85
10	Разработка нового подхода	19,2	77,05
11	Анализ эффективности разработанного подхода	2,88	79,93

Продолжение таблицы 4

12	Оформление пояснительной записки	расчетно-	11,27	91,2
13	Составление презентации		6,04	97,24
14	Подведение итогов		2,76	100

Таблица 5 иллюстрирует линейный график работ на основе рассчитанного для инженера и научного руководителя времени $T_{\text{КД}}$

Таблица 5 – Линейный график работ



НР ■ И ■

9.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

Расчет сметной стоимости на выполнение данной разработки производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- основная заработная плата;
- отчисления в социальные фонды;
- расходы на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;
- прочие расходы.

Расчет затрат на материалы

К данной статье относятся стоимость покупных материалов, используемых при разработке. Таблица 6 сметой расходов на покупные материалы, включающая цену за единицу материала, количество и общую сумму.

Таблица 6 – Расходные материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Микропроцессор	5850	1 шт.	5850
Блок прибора	6825	1 шт.	6825
Блок питания	1625	1 шт.	1625
Двигатель шаговый	8000	1 шт.	8000
Кабель Р/С	1400	1 шт.	1400
Итого:			23700

Общая цена на расходные материалы составили $C_{\text{мат}} = 23940$ рублей.

Расчет основной заработной платы

Следующая статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, выполняющего разработку. Расчет основной заработной платы основывается на трудоемкости выполнения каждого из этапов и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$\text{Дневная з/п} = \frac{\text{Месячный оклад}}{25,17 \text{ дней}} \quad (9.7)$$

Так как в году 302 рабочих дня, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дней. Затраты на выполнение работы по каждому исполнителю отображены в таблице 4.3. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$; $K_{\text{р}} = 1,8$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,188 * 1,8 = 2,352$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{\text{и}} = 1,62$.

Таблица 7 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./день	Затраты времени, дни	Коэффици- ент	Фонд з/платы, руб.
НР	23265	924	21	1,699	32967,4
И	7864	313	79	1,62	40057,8
Итого:					73025,2

Таким образом затраты на основную заработную плату составили $C_{зп} = 73025,2$ руб.

Расчет отчислений в социальные фонды

Отчисления по данной статье определяются по следующей формуле:

$$C_{соц} = K_{соц} \cdot C_{осн}, \quad (9.8)$$

где $K_{соц}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений. Следующий коэффициент составляет 30% от затрат на заработную плату и включает в себя:

- 1) отчисления в пенсионный фонд;
- 2) на социальное страхование;
- 3) на медицинское страхование.

Таким образом, отчисления от заработной платы составляют

$$C_{соц} = 0,3 \cdot 73025,2 = 21907,56$$

Расчет затрат на электроэнергию

Данная статья расходов включает в себя затраты на электроэнергию, затраченную при работе необходимого для разработки оборудования и освещения. Затраты на электроэнергию при работе оборудования рассчитываются по формуле:

$$C_{эл.об} = P_{об} \cdot Ц_{э} \cdot t_{об}, \quad (9.9)$$

где $Э_{об}$ – затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, руб.;

$P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{э}$ – тарифная цена за 1 кВт час, $Ц_{э} = 5,257$ руб/кВт час;

$t_{об}$ – время оборудования, час.

Время работы оборудования вычислим на основе данных таблицы 3 из расчета того, что продолжительность рабочего дня длится 8 часов.

Затраты на электроэнергию необходимые для разработки и выполнения проекта приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{ОБ}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{ОБ}}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{\text{ОБ}}$, руб.
Абразиметр	664*0,6	0,012	25,13
Итого:			25,13

Расчет амортизационных расходов

Амортизационные отчисления рассчитываются на время использования упо формуле:

$$C_{\text{АМ}} = \frac{H_{\text{А}} \cdot C_{\text{ОБ}}}{F_{\text{Д}}} \cdot t_{\text{ВТ}} \cdot n, \quad (9.10)$$

Где $H_{\text{А}}$ – годовая норма амортизации, $H_{\text{А}} = 25\%$;

$C_{\text{ОБ}}$ – цена оборудования, $C_{\text{ОБ}} = 23700$ руб.;

$F_{\text{Д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени, $F_{\text{Д}} = 2384$ часов;

$t_{\text{ВТ}}$ – время работы при создании прибора, $t_{\text{ВТ}} = 664$ часа;

Таким образом, затраты на амортизационные отчисления составили:

$$C_{\text{АМ}} = \frac{0,25 \cdot 23700 \cdot 664}{2384} = 1650 \text{руб.}$$

Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на разработку проекта, которые не учтены в предыдущих статьях.

Прочие расходы составляют 10% от единовременных затрат на выполнение технического продукта и проводятся по формуле:

$$C_{\text{ПРОЧ}} = (C_{\text{МАТ}} + C_{\text{ЗП}} + C_{\text{СОЦ}} + C_{\text{ЭЛ.ОБ}} + C_{\text{АМ}}) \cdot 0,1. \quad (9.11)$$

$$C_{\text{ПРОЧ}} = (23700 + 73025,2 + 21907,56 + 25,13 + 1650) \cdot 0,1 = 12030.$$

Расчет общей себестоимости разработки

После проведения расчета затрат на разработку можно рассчитать себестоимость разработки подхода к идентификации.

Таблица 9 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
1 Материалы и покупные изделия	$C_{\text{МАТ}}$	23700
2 Основная заработная плата	$C_{\text{ЗП}}$	73025,2
3 Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{СОЦ}}$	21907,56
4 Расходы на электроэнергию	$C_{\text{ЭЛ.ОБ}}$	25,13
5 Амортизационные отчисления	$C_{\text{АМ}}$	1650
6 Прочие расходы	$C_{\text{ПРОЧ}}$	12030
Итого:		132337,89

Общие расходы на разработку составили $C = 132337,89$ рублей.

Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в

размере $5 \div 20 \%$ от полной себестоимости проекта. В данной работе она составляет 2646 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(132337,89 + 2646) * 0,18 = 24297$ руб.

Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 132337 + 2646 + 24297 = 159280 \text{руб.}$$

Полная смета затрат на выполнение НИР

Таблица 10 отображает полную смету затрат, потраченную на разработку.

Таблица 10 – Полная смета затрат

Наименование статьи	Затраты, руб.
1 Материалы и покупные изделия	23700
2 Основная заработная плата	73025,2
3 Отчисления в социальные фонды	21907,5
4 Расходы на электроэнергию	25,13
5 Амортизационные отчисления	1650
6 Прочие расходы	12030
7 Общая себестоимость проекта	132338

Общая себестоимость проекта составляет $C = 132338$ руб.

Приложение А

(справочное)

Параметры, для проведения испытаний материала

Таблица 1 – Параметры проведения испытания

Наименование показателя	Давление на пробу, Кпа (кгс/см) , (мм рт.ст.)	Частота вращения головок и абразивного диска, мин	Масса обоймы, г	Размер шаблона для установки абразивного диска, мм
Стойкость к истиранию до разрушения (образования дыры), число циклов до автоматической остановки	26,7±2 (0,272± 0,0025) (200±2)	150		3,0±0,1
Стойкость к истиранию до оголения каркасной сетки вязально-прошивных нетканых полотен, число циклов до автоматического останова	26,7±0,2 (0,272± 0,0025) (200±2)	150	500±2	3,0±0,1
Стойкость к истиранию до оголения каркаса нетканых полотен, дублированных с каркасом, число циклов до оголения каркаса	26,7±0,2 (0,272±0,0025) (200±2)	150	500±2	3,0±0,1
Стойкость ворса к истиранию, число циклов до оголения переплетения на всей истираемой поверхности	26,7±0,2 (200±2)	150	500±2	3,0±0,1
Стойкость к закатыванию ворса, степень закатываемости по фотоэталонам	3,0±0,2 (0,03±0,0025)	100	500±2	5,0±0,1

Продолжение таблицы 1

Стойкость к пиллингообразованию, количество пиллей	$3,0 \pm 0,2$ ($0,03 \pm 0,0025$)	100	500 ± 2	$3,0 \pm 0,1$ - для камвольных тканей $4,0 \pm 0,1$ - для камвольно-суконных и нетканых полотен
Стойкость ворса к истиранию одеял, число циклов до оголения переплетения на площади диаметром 25-30 мм	$13,3 \pm 0,2$ ($0,136 \pm 0,0025$)	150	500 ± 2	$5,0 \pm 0,1$
Стойкость к закатыванию ворса одеял, количество косиц	$3,0 \pm 0,2$ ($0,03 \pm 0,0025$) ($20 \pm 0,2$)	100	500 ± 2	$5,0 \pm 0,1$

Приложение Б

(справочное)

Величина нагрузки на иглу

Таблица 1- Величина нагрузки на иглу

Вид изоляции и сечение провода	Номинальный диаметр или номинальный размер большей стороны проволоки, мм	Нагрузка, Н (кг*с), на иглу	
		по классу 1	по классу 2
Провод круглого сечения с волокнистой, стекловолокнистой, эмалево-стекловолокнистой и дельта-асбестовой изоляцией	До 0,30	0,98 (0,10)	0,98 (0,10)
	От 0,315 до 0,71	1,76 (0,18)	1,76 (0,18)
	» 0,75 » 0,95	1,96 (0,20)	1,96 (0,20)
	» 1,00 » 1,60	2,45 (0,25)	2,74 (0,28)
	» 1,70 » 2,12	2,94 (0,30)	3,23 (0,33)
	» 2,24 и более	3,43 (0,35)	4,12 (0,42)
Провод прямоугольного сечения со стекловолокнистой и эмалево-стекловолокнистой изоляцией	От 2,12 до 3,15	2,94 (0,30)	3,23 (0,33)
	» 3,35 » 6,00	4,90 (0,50)	5,39 (0,55)
	» 6,30 и более	5,88 (0,60)	7,06 (0,72)
Провод прямоугольного сечения с дельта-асбестовой изоляцией	Все размеры	4,90 (0,50)	-

Список использованных источников

1. К.М. Иванов, Н.А. Бунина, А.А. Митюшов. Механические и технологические свойства и испытания материалов / К.М. Иванов, Н.А. Бунина, А.А. Митюшов; Балт. гос. техн. ун-т. - СПб., 2011. -304 с.
2. Кушнер В.С. Материаловедение : учеб. Для студентов вузов /В.С. Кушнер, А.С. Верещака, А.Г. Схиртладзе, Д.А. Негров, О.Ю. Бурганова.; под ред В.С. Кушнера. Омск: Изд-во ОмГУ, 2008.-232с.
3. Серегин М.Ю. Организация и технология испытаний : в 2 ч. Ч. 1: Методы и приборы испытаний : учебное пособие / М.Ю. Серегин. - Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. - 184с.
4. Бузов Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова. - М.: Академия,2004. - 448с.
5. ГОСТ 9913-90. Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию. [Электронный ресурс] - Введен 01.07.1991 - Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-9913-90>, свободный - Загл. с экрана. - Яз. рус. (дата обращения 14.01.2016).
6. ГОСТ 18976-73. Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию. [Электронный ресурс] - Введен 01.07.1974.- Измен. 20.03.1984. - Внесена поправка, опубликованная в ИУС N 6, 2011 год - Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-18976-73>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус. (дата обращения 15.01.2016).
7. ГОСТ 20811-75. Материалы лакокрасочные. Методы испытания покрытий на истирание. [Электронный ресурс] - Введен 01.07.1976.- Измен. 18.05.2011.- Режим доступа: URL: <http://gostinform.ru/gosty/gost-20811-75.shtml>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус. (дата обращения 02.02.2016).
8. ГОСТ Р 54586-2011 (ИСО 15184:1998) Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости покрытия по карандашу. [Электронный ресурс]. - Введ. 05.12.2011 - Режим доступа: URL: <http://vostok->

7.ru/upload/iblock/7d7/7d724cdb50a0a612cb3516c7eb3bc7a3.pdf, свободный - Загл. с экрана. - Яз. рус. (дата обращения 02.02.2016).

9. Механические испытания материалов: Лабораторный практикум / Сост.: А. Г. Кипарисов, А. А. Миронов Н. Н. Михеев, А. Е. Жуков Нижегород. гос. техн. ун-т; Нижний Новгород, 2004. 152с.

10. ГОСТ 15634.2-70. Провода обмоточные. Метод испытания механической прочности изоляции на истирание. [Электронный ресурс]. - Введ. 01.01.1971 - Переиздание февраль 1999 г. - Ограничение срока действия снято Постановлением Госстандарта от 26.06.91 N 1001. - Режим доступа: URL: https://www.elec.ru/viewer?url=/library/gosts_e49/gost_15634_2-70.pdf, свободный - Загл. с экрана. - Яз. рус. (дата обращения 15.03.2016).

11. Тененбаум Михаил Михайлович. Сопротивление абразивному изнашиванию. / М. М. Тененбаум. - Москва: Машиностроение, 1976. - 271 с.: ил.

12. Якубович С. В. Испытания лакокрасочных материалов и покрытий / С.В. Якубович - Москва: Химиздат, 1952. – 480 с.: ил.

13. ГОСТ 11012-69. Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ. [Электронный ресурс]. - Введ. 01.07.1969 - Ограничение срока действия снято по решению Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 2-93) Источник: http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_1101269_Plastmassy_Metody.html -Режим доступа: URL: https://www.elec.ru/viewer?url=/library/gosts_e49/gost_15634_2-70.pdf, свободный - Загл. с экрана. - Яз. рус. (дата обращения 16.03.2016).

14. ГОСТ 13087-81: Бетоны. Методы определения истираемости. [Электронный ресурс]. - Введ. 01.01.1981 - Режим доступа: URL: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/3/3586/, свободный - Загл. с экрана. - Яз. рус. (дата обращения 20.03.2016).

15. ГОСТ Р 53231-2008 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. [Электронный ресурс]. - Введ. 01.01.2010 - Режим доступа: URL:

<http://www.avtobeton.ru/gost/53231-2008.html>, свободный - Загл. с экрана. - Яз. рус. (дата обращения 25.03.2016).

16. Шах Вишу. Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения : пер. с англ. / В. Шах; под ред. А. Я. Малкина. - СПб.: НОТ, 2009. - 732 с.: ил.

17. Конструкционные материалы: Справочник / Б.Н. Арзамасов В.А. Брострем Н.А. Буше и др. М.: Машиностроение, 1990.-688с. (Основы проектирования машин)

18. Онищенко Г.Б., Аксенов М.И. и др. Автоматизированный электропривод промышленных установок Онищенко Г.Б., Аксенов М.И., Грехов В.П., Зарицкий М.Н., Куприков А.В., Нитиевская А.И. Под общей редакцией Г. Б. Онищенко. М.: РАСНХ, 2001. - 520 с.

19. Патент РФ № 2408869. Устройство для испытания механической прочности изоляции проводов или кабелей на истирание Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Томский государственный архитектурно-строительный университет" (ГОУВПО "ТГАСУ") Исмаилов Гафуржан Маматкулович, Мусалимов Виктор Михайлович

20. Патент №2521754 - Стенд для испытаний на износ образцов. Авдеев Роман Михайлович, Шайхадинов Александр Анатольевич.