

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Рекомендовано Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебника для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 200402.65 Инженерное дело в медико-биологической практике и по направлению подготовки 201000.62 Биотехнические системы и технологии

Оренбург
2013

УДК 615.47:537.2(075.8)

ББК 53я73+34.91я73

Р 17

Рецензент – профессор, д-р физ. -мат. наук О.Н Каныгина

Авторы: В.Н. Канюков, Н.Г. Кислинский, А.Д. Стрекаловская,
Т.А. Санеева, А.В. Рачинских

Р17

Разработка комплекса для защиты медицинского оборудования от статического электричества: учебник/ В.Н. Канюков, Н.Г. Кислинский, А.Д. Стрекаловская, Т.А. Санеева, А.В.Рачинских; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 112с.

В учебнике изложены вопросы применения в ЛПУ турникета для защиты медицинского оборудования от статического электричества. Это позволит свести к минимуму случаи выхода из строя медицинского диагностического оборудования в результате электростатического поражения компонентов. Тем самым сократит затраты на мероприятия, нацеленные на восстановление работоспособности медицинской техники.

Учебник предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 200400 – Биомедицинская техника по специальности 200402.65 – Инженерное дело в медико-биологической практике и направлению подготовки бакалавров 201000.62 – Биотехнические системы и технологии по профилю – Инженерное дело в медико-биологической практике, изучающих дисциплины «Проверка, безопасность и надежность медицинской техники», «Диагностика и ремонт медицинской техники» и «Эксплуатация и техническое обслуживание изделий медицинской техники».

УДК 615.47:537.2(075.8)

ББК 53я73+34.91я73

© Канюков В.Н.,
Кислинский Н.Г.,
Стрекаловская А.Д.,
Санеева Т.А.,
Рачинских А.В., 2013
© ОГУ, 2013

Содержание:

Введение	7
1 Медико-техническое обоснование	10
1.1 Понятие статического электричества.....	10
1.2 Основные причины появления статического электричества.....	10
1.3 Проблемы, связанные со статическим электричеством	13
1.3.1 Статический разряд в электронике.....	13
1.3.2 Электростатическое притяжение/отталкивание	13
1.3.3 Риск возникновения пожара.....	14
1.3.4 Типы разряда.....	15
1.3.5 Источник и энергия разряда.....	16
1.3.6 Мощность разряда.....	16
1.3.7 Наведенный заряд.....	16
1.3.8 Электропоражение, спровоцированное оборудованием	17
1.3.9 Защитная земля или функциональное заземление.....	17
1.3.10 Общая соединительная точка (выравнивание потенциалов).....	18
1.3.11 Заземление персонала	19
1.4 Обзор аналогов	19
1.4.1 Антистатические браслеты.....	20
1.4.2 Испытание антистатических браслетов	23
1.4.3 Ограничение тока	25
1.4.4 Выводы по использованию антистатических браслетов в медицинской практике.....	26
1.4.5 Антистатические напольные покрытия	27
1.4.6 Связь между покрытием пола и обувью	28
1.4.7 Преимущества использования напольных покрытий.....	28
1.4.8 Ограничения использования напольных покрытий в промышленности.	29
1.4.9 Типы напольных покрытий	29
1.4.10 Испытание	33

1.4.11 Выводы по использованию антистатических полов в медицинской практике.....	34
1.4.12 Обувь	34
1.4.13 Типы обуви.....	35
1.4.14 Использование системы.....	35
1.4.15 Испытание.....	36
1.4.16 Выводы по использованию обуви в медицинской практике	37
1.4.17 Антистатические стулья	37
1.4.18 Типы и выбор.....	38
1.4.19 Испытание электрического сопротивления стульев.....	38
1.4.20 Выводы по использованию антистатических стульев в медицинской практике.....	39
1.5 Заключение по поиску аналогов.....	39
2 Расчетно-конструкторская часть	40
2.1 Антистатическое покрытие	41
2.1.1 Антистатический линолеум	41
2.1.2 Антистатический коврик	43
2.1.3 Анализ антистатических материалов и обоснование применения в проекте. ...	44
2.2 Основа.....	45
2.2.1 Выбор материала для основы.....	46
2.2.2 Фанера	47
2.2.3 Древесно-стружечная плита (ДСП).....	48
2.2.4 Цементно-стружечная плита	51
2.2.5 Обоснование выбора материала, определение основных характеристик	52
2.3 Стойки	53
2.4 Консоль крепления перил к основанию.....	54
2.5 Полки	55
2.6 Электрическая схема турникета для защиты медицинского оборудования от статического электричества.	56

3 Экономическое обоснование изготовления турникета для защиты медицинского оборудования от статического электричества	59
3.1 Расчет затрат на оборудование	59
3.2 Расчет эксплуатационных затрат.....	60
3.2.1 Амортизация основных фондов.....	60
3.2.2 Расчет заработной платы рабочего.....	61
3.2.3 Расчет отчислений на социальные нужды и страхование от несчастных случаев на производстве	63
3.2.4 Расчет затрат на материалы.....	64
3.2.5 Комплектация изделия.....	65
3.2.6 Аренда производственного участка	66
3.2.7 Услуги сторонних организаций	67
3.2.8 Расчет затрат на электроэнергию	67
3.2.9 Расчет накладных расходов.....	68
3.3 Производственная себестоимость	68
3.4 Базовый вариант расчета	70
3.5 Показатели экономической эффективности изготовления турникета	70
3.5.1 Годовые приведенные затраты	70
3.5.2 Годовой экономический эффект.....	71
3.6 Сводная таблица затрат на изготовление изделия.....	71
4 Экологическая характеристика проекта	73
4.1 Экологическая значимость проекта	73
4.2 Нормирование вредных факторов влияющих на человека в процессе производства	74
4.2.1 Поражение электрическим током.....	74
4.2.2 Электромагнитное излучение	76
4.2.3 Вибрация	77
4.2.4 Шум.....	78
4.2.5 Загазованность и запыленность	79
4.2.6.Микроклимат рабочей зоны	80

4.2.7 Освещение.....	82
4.2.8 Вентиляция.....	82
4.3 Вывод.....	83
5 Анализ условий и обеспечение безопасности труда персонала, осуществляющего эксплуатацию оборудования рентгенологического кабинета.	85
5.1 Расчет освещенности	91
5.2 Возможные чрезвычайные ситуации	93
5.3 Вывод.....	100
Заключение.....	100
Список использованных источников.....	101
Приложение А Нормы времени на изготовление турникета.....	103
Приложение Б Счет за оказание услуг по восстановлению работоспособности ультразвукового аппарата LOGIQ 3	104
Приложение В Методика № 1М-43.2_ проверки и испытания устройств защитного отключения (УЗО) и выключателей дифференциального тока (ВДТ).	105
Приложение Г Протокол проверки и испытания устройств защитного отключения (УЗО) и выключателей дифференциального тока (ВДТ).....	111

Введение

На сегодняшний момент электронные вычислительные машины охватили почти все сферы деятельности человека, в том числе и медицину. Внедрение ЭВМ позволило повысить качество и скорость обрабатываемых данных диагностического оборудования, что вывело медицину на новый уровень. Сравнительно дешевые и достаточно точные микроконтроллеры и процессоры стали незаменимым инструментом современного врача в сборе информации об организме человека.

За последние 20 лет уровень применения компьютеров в медицине чрезвычайно возрос. Практическая медицина становится все более и более автоматизированной.

Сложные современные исследования в медицине не мыслимы без применения вычислительной техники. К таким исследованиям можно отнести компьютерную томографию, томографию с использованием явления ядерно-магнитного резонанса, ультразвуграфию, исследования с применением изотопов. Количество информации, которое получается при таких исследованиях, так огромно, что без компьютера человек был бы неспособен ее воспринять и обработать.

Компьютерная томография представляет собой метод рентгенографического исследования, позволяющий при помощи специальной технологии получать рентгенограммы человеческого тела по слоям и удерживать эти снимки в памяти компьютера после специальной обработки; она дает возможность установить локализацию патологического процесса, оценить результаты лечения, в том числе лучевой терапии, выбрать подходы и объем оперативного вмешательства. Для этой цели используются специальные аппараты с вращающейся рентгеновской трубкой, которая перемещается вокруг неподвижного объекта, “построчно” обследуя все тело или его часть. Так как органы и ткани человека поглощают рентгеновское излучение в неравной

степени, изображения их выглядят в виде “штрихов” - установленного ЭВМ коэффициента поглощения для каждой точки сканируемого слоя.

Компьютерные томографы позволяют выделить слои от 2 до 10 мм при скорости сканирования одного слоя от 2 до 5 секунд с моментальным воспроизведением изображения в черно-белом или цветном варианте.

Очень важным в последнее время становится использование в медицине компьютеров, объединенных в компьютерные сети при помощи специальных кабелей или телефонных каналов. Такие компьютерные сети позволяют очень эффективно производить обмен данными между удаленными друг от друга компьютерами. В рамках российского Министерства здравоохранения Российской Федерации и медицинской промышленности функционирует компьютерная сеть MEDNET, которая позволяет упростить сбор статистических медицинских данных по регионам, делать соответствующую обработку, агрегирование данных и составление отчетности. Кроме того, эта сеть может передавать все данные в любые медицинские учреждения, имеющие компьютеры.

В медицине широко применяются экспертные системы, основное назначение которых - медицинская диагностика. Диагностические системы используются для установления связи между нарушениями деятельности организма и их возможными причинами. Наиболее известна экспертная диагностическая система MYCIN, которая предназначена для диагностики и наблюдения. Ее первая версия была разработана в Станфордском университете в середине 70-х годов. В настоящее время эта система ставит диагноз на уровне врача-специалиста. Она имеет расширенную базу знаний, благодаря чему может применяться и в других областях медицины.

Современный медицинский диагностический аппарат представляется сложным компьютеризированным комплексом, обслуживание которого сводится к чистке, смазке и замене рабочих жидкостей (тел). Вычислительная часть системы не нуждается в серьезных профилактических работах, однако иногда выходит из строя. Причиной чаще всего может послужить

электростатический разряд. Восстановление работоспособности в этом случае сводится к замене электронных компонентов системы, связанных с серьезными финансовыми затратами. Особенно актуально это в отношении импортного диагностического медицинского оборудования. В случае поломки оборудования, такие крупные производители диагностической медицинской техники как «Philips» или «Siemens» отказывают сервисным организациям в пересылке запасных частей за рубеж, предлагая при этом вызвать специалиста. К тому же диагностика такого аппарата не возможна отечественными сервисными организациями в виду применения фирмой изготовителем устройств и программного обеспечения с ограниченным доступом к средствам самодиагностики. Применяются чаще всего пароли и так называемые «флеш-ключи». Такая ситуация серьезно увеличивает финансовые затраты ЛПУ на восстановление работоспособности оборудования.

В интересах любой организации, в том числе и лечебно-профилактического учреждения, продление срока службы и безотказной работы оборудования. Но, не смотря на это, средства защиты от электростатического разряда применяются только в радиоэлектронной промышленности.

1 Медико-техническое обоснование

1.1 Понятие статического электричества

Статическое электричество возникает в случае нарушения внутриатомного или внутримолекулярного равновесия вследствие приобретения или потери электрона. Обычно атом находится в равновесном состоянии благодаря одинаковому числу положительных и отрицательных частиц - протонов и электронов. Электроны могут легко перемещаются от одного атома к другому. При этом они формируют положительные (где отсутствует электрон) или отрицательные (одиночный электрон или атом с дополнительным электроном) ионы. Когда происходит такой дисбаланс, возникает статическое электричество.

Электрический заряд электрона - (-) $1,6 \cdot 10^{-19}$ К. Протон с таким же по величине зарядом имеет положительную полярность. Статический заряд в кулонах прямо пропорционален избытку или дефициту электронов, т.е. числу неустойчивых ионов. Кулон – это основная единица статического заряда, определяющая количество электричества, проходящее через поперечное сечение проводника за 1 секунду при силе тока в 1 ампер.

У положительного иона отсутствует один электрон, следовательно, он может легко принимать электрон от отрицательно заряженной частицы. Отрицательный ион в свою очередь может быть либо одиночным электроном, либо атомом/молекулой с большим числом электронов. В обоих случаях существует электрон, способный нейтрализовать положительный заряд.

1.2 Основные причины появления статического электричества

К основным причинам появления статического электричества могут послужить следующие ситуации:

1) контакт между двумя материалами и их отделение друг от друга (включая трение, намотку/размотку и пр.);

2) быстрый температурный перепад (например, в момент помещения материала в духовой шкаф);

3) радиация с высокими значениями энергии, ультрафиолетовое излучение, рентгеновские X-лучи, сильные электрические поля (нерядовые для промышленных производств);

4) резательные операции (например, на раскройных станках или бумагорезальных машинах);

5) наведение (вызванное статическим зарядом возникновение электрического поля).

Поверхностный контакт и разделение материалов, возможно, являются наиболее распространенными причинами возникновения статического электричества на производствах, связанных с обработкой рулонных пленок и листовых пластиков. Статический заряд генерируется в процессе разматывания/наматывания материалов или перемещения друг относительно друга различных слоев материалов. Этот процесс не вполне понятен, но наиболее правдивое объяснение появления статического электричества в данном случае может быть получено проведением аналогии с плоским конденсатором, в котором механическая энергия при разделении пластин преобразуется в электрическую:

Когда синтетическая пленка касается подающего/приемного вала, невысокий заряд, перетекающий от материала к валу, провоцирует дисбаланс. По мере того, как материал преодолевает зону контакта с валом, напряжение возрастает точно также как в случае с конденсаторными пластинами в момент их разделения.

Практика показывает, что амплитуда результирующего напряжения ограничена вследствие электрического пробоя, возникающего в промежутке между соседними материалами, поверхностной проводимости и других факторов. Большая часть оборудования имеет много валов, поэтому величина

заряда и его полярность могут часто меняться. Наилучший способ контроля статического заряда - это его точное определение на участке непосредственно перед проблемной зоной.

В теории возникновение статического заряда может быть проиллюстрировано простой электрической схемой, в которой C выполняет функцию конденсатора, который накапливает заряд, как батарея. Это обычно поверхность материала или изделия. Сопротивление R , способное ослабить заряд материала/механизма (обычно при слабой циркуляции тока). Если материал является проводником, заряд стекает на землю и не создает проблем. Если же материал является изолятором, заряд не сможет стекать, и возникают сложности. Искровой разряд возникает в том случае, когда напряжение накопленного заряда достигает предельного порога.

Токовая нагрузка - заряд, сгенерированный, например, в процессе перемещения пленки по валу. Ток заряда заряжает конденсатор (объект) и повышает его напряжение U . В то время как напряжение повышается, ток течет через сопротивление R . Баланс будет достигнут в момент, когда ток заряда станет равен току, циркулирующему по замкнутому контуру сопротивления.

Если объект имеет способность накапливать значительный заряд, и если имеет место высокое напряжение, статическое электричество приводит к возникновению таких серьезных проблем, как искрение, электростатическое отталкивание/притягивание или электропоражение персонала. Статический заряд может быть либо положительным, либо отрицательным. Для разрядников постоянного тока (АС) и пассивных разрядников (щеток) полярность заряда обычно не важна.

1.3 Проблемы, связанные со статическим электричеством

1.3.1 Статический разряд в электронике

На эту проблему необходимо обратить внимание, т.к. она часто возникает в процессе обращения с электронными блоками и компонентами, используемыми в современных контрольно-измерительных устройствах. В электронике основная опасность, связанная со статическим зарядом, исходит от человека, несущего заряд, и пренебрегать этим нельзя. Ток разряда порождает тепло, которое приводит к разрушению соединений, прерыванию контактов и разрыву дорожек микросхем. Высокое напряжение уничтожает также тонкую оксидную пленку на полевых транзисторах и других элементах, имеющих покрытие. Часто компоненты не полностью выходят из строя, что можно считать еще более опасным, т.к. неисправность проявляется не сразу, а в непредсказуемый момент в процессе эксплуатации устройства. Общее правило: при работе с чувствительными к статическому электричеству деталями и устройствами необходимо всегда принимать меры для нейтрализации заряда, накопленного на теле человека.

1.3.2 Электростатическое притяжение/отталкивание

Это, возможно, наиболее широко распространенная проблема, возникающая на предприятиях, связанных с производством и обработкой пластмасс, бумаги, текстиля и в смежных отраслях. Она проявляется в том, что материалы самостоятельно меняют свое поведение - склеиваются между собой или, наоборот, отталкиваются, прилипают к оборудованию, притягивают пыль, неправильно наматываются на приемное устройство и пр.

Притягивание/отталкивание происходит в соответствии с законом Кулона, в основе которого лежит принцип противоположности квадрата. Следовательно, интенсивность проявления этого эффекта напрямую связана с

амплитудой статического заряда и расстоянием между притягивающимися или отталкивающимися объектами. Притягивание и отталкивание происходят в направлении силовых линий электрического поля. Если два заряда имеют одинаковую полярность - они отталкиваются, если противоположную - притягиваются. Если один из объектов заряжен, он будет провоцировать притягивание, создавая зеркальную копию заряда на нейтральных объектах.

1.3.3 Риск возникновения пожара

Риск возникновения пожара не является общей для всех производств проблемой. Но вероятность возгорания очень велика на полиграфических и других предприятиях, где используются легковоспламеняющиеся растворители.

В опасных зонах наиболее распространенными источниками возгорания являются незаземленное оборудование и подвижные проводники. Если на операторе, находящемся в опасной зоне, надета спортивная обувь или туфли на токонепроводящей подошве, существует риск, что его тело будет генерировать заряд, способный спровоцировать возгорание растворителей. Незаземленные проводящие детали машин также представляют опасность. Все, что находится в опасной зоне должно быть хорошо заземлено.

Способность разряда провоцировать возгорание зависит от многих переменных факторов:

- типа разряда;
- мощности разряда;
- источника разряда;
- энергии разряда;
- наличия легковоспламеняющейся среды (растворителей в газовой фазе, пыли или горючих жидкостей);
- минимальной энергии воспламенения (МЭВ) легковоспламеняющейся среды.

1.3.4 Типы разряда

Существует три основных типа - искровой, кистевой и скользящий кистевой разряды. Коронный разряд в данном случае во внимание не принимается, т.к. он отличается невысокой энергией и происходит достаточно медленно. Коронный разряд чаще всего неопасен, его следует учитывать только в зонах очень высокой пожаро- и взрывоопасности.

1.3.4.1 Искровой разряд

В основном он исходит от умеренно проводящего, электрически изолированного объекта. Это может быть тело человека, деталь машины или инструмент. Предполагается, что вся энергия заряда рассеивается в момент искрения. Если энергия выше МЭВ паров растворителя, может произойти воспламенение.

1.3.4.2 Кистевой разряд

Кистевой разряд возникает, когда заостренные части деталей оборудования концентрируют заряд на поверхностях диэлектрических материалов, изоляционные свойства которых приводят к его накоплению. Кистевой разряд отличается более низкой энергией по сравнению с искровым и, соответственно, представляет меньшую опасность в отношении воспламенения.

1.3.4.3 Скользящий кистевой разряд

Скользящий кистевой разряд происходит на листовых или рулонных синтетических материалах с высоким удельным сопротивлением, имеющих повышенную плотность заряда и разную полярность зарядов с каждой стороны полотна. Такое явление может быть спровоцировано трением или распылением порошкового покрытия. Эффект сравним с разрядкой плоского конденсатора и может представлять такую же опасность, как искровой разряд.

1.3.5 Источник и энергия разряда

Величина и геометрия распределения заряда являются важными факторами. Чем больше объем тела, тем больше энергии оно содержит. Острые углы повышают мощность поля и поддерживают разряды.

1.3.6 Мощность разряда

Если объект, имеющий энергию, не очень хорошо проводит электрический ток, например, человеческое тело, сопротивление объекта будет ослаблять разряд и понижать опасность. Для человеческого тела существует эмпирическое правило: считать, что любые растворители с внутренней минимальной энергией воспламенения менее 100 мДж могут воспламениться несмотря на то, что энергия, содержащаяся в теле, может быть выше в 2 или 3 раза.

1.3.7 Наведенный заряд

Если человек находится в электрическом поле и держится за заряженный объект, например, за намоточную бобину для пленки, возможно, что его тело зарядится. Заряд остается в теле оператора, если он находится в обуви на изолирующей подошве, до того момента, пока он не дотронется до заземленного оборудования. Заряд стекает на землю и поражает человека. Такое происходит и в случае, когда оператор дотрагивается до заряженных объектов или материалов - из-за изолирующей обуви заряд накапливается в теле. Когда оператор трогает металлические детали оборудования, заряд может стечь и спровоцировать электроудар.

При перемещении людей по синтетическим ковровым покрытиям порождается статический заряд при контакте между ковром и обувью.

1.3.8 Электропоражение, спровоцированное оборудованием

Такой электроудар возможен, хотя происходит значительно реже, чем поражение, спровоцированное материалом. Если намоточная bobина имеет значительный заряд, случается, что пальцы оператора концентрируют заряд до такой степени, что он достигает точки пробоя и происходит разряд. Помимо этого, если металлический незаземленный объект находится в электрическом поле, он может зарядиться наведенным зарядом. По причине того, что металлический объект является токопроводящим, подвижный заряд разрядится в человека, который дотрагивается до объекта.

1.3.9 Защитная земля или функциональное заземление

При электрическом эталонном заземлении (защитной земле) для защиты от статического электричества используется проводник заземления, который является частью системы электроснабжения. Использование защитной земли в качестве эталонного заземления для элементов аппаратуры гарантирует, что элементы аппаратуры и все подключаемое к электросети оборудование находятся под одним и тем же потенциалом. При использовании этого типа эталонного заземления элементы медицинской аппаратуры, применяемые в организации, соединяются с проводником заземления оборудования.

Если использование проводника заземления нежелательно или невозможно, используется функциональное заземление. Функциональное заземление представляет собой отдельный заземляющий электрод, который используется в качестве эталонного заземления для всех элементов медицинской техники, применяемых в организации. Рекомендуется, чтобы система функционального заземления была связана с электрической заземляющей системой (если таковая имеется), чтобы исключить разность потенциалов между этими двумя системами заземления. Пример приведен на рисунке 1.1.

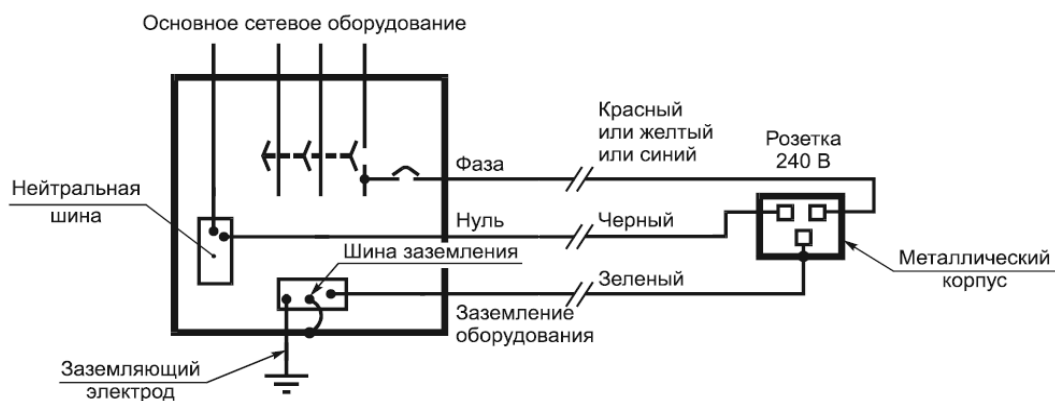


Рисунок 1.1 - Пример заземления оборудования

1.3.10 Общая соединительная точка (выравнивание потенциалов)

Если заземляющая система отсутствует, программа по защите медицинского оборудования осуществляется подключением всех элементов аппаратуры и других больших проводников к общей точке соединения. Такая точка не соединяется с землей, но все элементы, соединенные с общей точкой, будут находиться под одним и тем же потенциалом, что снижает вероятность повреждения компонентов статическим электричеством. Точка общего соединения может быть единственной проводящей точкой, к которой подсоединяются заземляющие провода каждого элемента, или большим проводящим элементом, таким, как металлический каркас или рабочее место.

Например, в офисах часто используются операции «полевого» обслуживания оборудования (на местах). По причинам безопасности обслуживающий техник часто отсоединяет сетевой провод, который одновременно является заземляющим проводом для данного оборудования. Чтобы установить в такое оборудование компоненты подверженные статике, необходимо электрически соединить или связать вместе обслуживающего техника, каркас оборудования и компонент. При таком соединении, когда техник обращается с изделием или устанавливает изделие в офисное оборудование, статический разряд не возникает.

1.3.11 Заземление персонала

Требование ГОСТ Р 53734.5.1 о заземлении персонала должно выполняться для любого персонала, привлеченного к работе с незащищенными компонентами. Существует два способа заземления. Первый - это использование антистатических браслетов, второй - использование системы «напольное покрытие-обувь». Выбор способа заземления зависит от нескольких факторов, включающих физические действия и окружающие условия, а также потенциальные затраты на каждый из способов. Обе системные методики включают человека, элементы контроля (то есть антистатический браслет, напольное покрытие и обувь) и соединение с землей.

На сегодняшний день в медицине применяется достаточно большое количество оборудования совмещенного с ЭВМ. Однако образцов устройств для защиты и подавления электростатического разряда и всех видов последствий, связанных с ним пока в России не выпускается. Зарубежные производители компонуют свое диагностическое оборудование в редких случаях, в качестве одной системы. Такая ситуация приводит к повышению вероятного выхода из строя дорогостоящего оборудования и связанного с ним ремонта.

1.4 Обзор аналогов

Рассмотрим варианты борьбы, с электростатическим разрядом применяемые для защиты электронных компонентов в радиоэлектронной промышленности. Рассмотрим основные виды, проведем анализ возможности применения в медицинской практике.

1.4.1 Антистатические браслеты

Антистатический браслет - это устройство, используемое для заземления персонала, чтобы персонал находился под тем же электрическим потенциалом, что и защищаемое оборудование. В большинстве случаев считается эффективным соединять как персонал, так и защищаемые компоненты земли или общей соединительной точкой. В этом параграфе приводится практическая информация по использованию, уходу и периодическим проверкам антистатических браслетов.

Антистатический браслет состоит из браслета, соприкасающегося с кожей сотрудника, и заземляющего провода, который соединяется с защитной эталонной землей.

Антистатический браслет - это гибкий, плотно прилегающий браслет, который формирует надежный контакт с запястьем сотрудника. Существует несколько типов материалов для изготовления браслетов.

Антистатические браслеты почти всегда имеют под застежкой или кнопкой гипоаллергенную металлическую пластинку, как правило, из нержавеющей стали, помогающую установить хороший контакт с кожей. Остальная часть браслета также должна иметь электропроводную, соприкасающуюся с кожей поверхность. Это гарантирует полный контакт между браслетом и кожей сотрудника.

Антистатические браслеты имеют быстросъемный электромеханический разъем, который сопрягается с соответствующим разъемом на конце заземляющего провода. Этот разъем, во-первых, является физическим соединением для крепления заземляющего провода. Во-вторых, он является заземляемой точкой на браслете. Возможность быстрого разъединения - это очень важная особенность такого разъема. Сила отрыва должна быть достаточно низкой, чтобы позволить легкое разъединение, но достаточно высокой, чтобы предотвратить разъединение случайное. Опыт показывает, что

для традиционных, однопроводных браслетов вполне подходят разъемы, которые разделяются с усилием.

При начальном выборе антистатических браслетов или в момент их повторного заказа, необходимо определить соответствующий размер застежки и фиксацию. Это позволит обеспечить совместимость существующих и вновь приобретенных антистатических браслетов. Многие изготовители антистатических браслетов специально подбирают конфигурации застежек в соответствии с требованиями пользователя при большом заказе.

Заземляющий провод - это провод, соединяющий антистатический браслет с землей или общей соединительной точкой. Как правило, он состоит из изолированного провода с разъемом, соединяющегося одним концом с антистатическим браслетом, а другим концом с землей. На конце, подсоединяемом к браслету, заземляющие провода обычно содержат резистор, ограничивающий ток.

На первый взгляд, заземляющий провод кажется относительно простым устройством. Однако к нему предъявляются требования с учетом широкого диапазона механических воздействий.

Заземляющие провода бывают разной длины, прямые или сжимающиеся в спираль, с резисторами на одном или на обоих концах, разного цвета и с несколькими типами устройств для заземления. Такой провод может быть многожильным или со спиральной намоткой. Изоляция может состоять из долговечного полимера, упругого синтетического каучука или винила.

Для подключения к земле могут использоваться любые электрические разъемы, поскольку они являются механически долговечными. Предпочтительной точкой заземления заземляемого конца провода является точечное соединение с землей или точкой общего соединения.

Применение и выбор антистатических браслетов.

Антистатический браслет - это эффективная система заземления сотрудников, имеющих дело с чувствительными к статическому электричеству компонентами. Однако важно отметить, что, хотя антистатический браслет

заземляет кожу, он не обеспечивает устранение статического заряда с одежды и обуви, если только эти элементы не являются электропроводными или рассеивающими и не имеют контакта с кожей сотрудника.

Для максимальной эффективности антистатические браслеты нужно носить следующим образом:

- антистатический браслет должен плотно прилегать и обеспечивать соприкосновение с кожей по всему запястью. Браслет не должен быть очень тугим и не должен оставлять глубокие следы на запястье;

- антистатический браслет должен соединяться с землей или с точкой общего соединения. Постоянное и надежное соединение должно обеспечивать правильное рассеивание накопленных на теле электростатических зарядов.

При выборе антистатических браслетов необходимо анализировать следующие факторы:

- надежность;
- долговечность;
- длину заземляющего провода;
- форму заземляющего провода;
- конфигурацию защелки;
- разъем заземляющего конца;
- удобство.

Фактор удобства играет основную роль при выборе антистатических браслетов, так как браслет нужно носить постоянно. Он не должен отвлекать от эффективного выполнения рабочих обязанностей. Существует множество конфигураций с привлечением разнообразных технологий для обеспечения надежного контакта с кожей. Так, антистатические браслеты могут изготавливаться как из тканых материалов с вплетенными электропроводными волокнами, так и из гибких металлических листов, или иметь другие специальные конструкции. Окончательный выбор остается за пользователем, так как браслет должен соответствовать используемому технологическому процессу.

1.4.2 Испытание антистатических браслетов

Антистатические браслеты нужно периодически испытывать. Хорошая программа испытаний предусматривает не только проверку самого браслета, но и указывает на качество контакта с кожей при выполнении системной проверки. Антистатические браслеты, если они скручены, неправильно выбраны по размеру или неправильно надеты, будут демонстрировать сопротивление выше допустимого. Изменение погодных условий или замена сотрудника могут влиять на сопротивление относительно земли. Сухость кожи часто увеличивает сопротивление.

Важным фактором при выборе и применении антистатических браслетов является надежность. Нагрузочные испытания для прогнозирования надежности являются дорогостоящими и лучше всего могут быть выполнены в специальной лаборатории.

Рекомендуется анализировать антистатические браслеты на предмет выявления природы повреждений. Особое внимание следует уделить возможному отсутствию хорошего контакта с кожей, неисправности провода и разъема. Сравнивая полученные данные, можно определить тенденции, характерные для конкретных изготовителей и стилей. Эта информация может пригодиться при покупке дополнительных браслетов. Независимо от вида отказа, следует прекратить закупку браслетов, демонстрирующих неадекватный срок службы.

Дополнительное испытание антистатического браслета - больше, чем просто проверка; это проверка качества соединения браслета с запястьем, т.е. проверка браслета в работе. Цель испытания - выявить, что общее сопротивление всех последовательно соединенных элементов системы находится между минимально и максимально разрешенными значениями согласно спецификации пользователя.

Испытание антистатического браслета включает проверку:

- сопротивления заземляемой точки на конце провода;

- провод;
- резистор, ограничивающий ток;
- разъем, соединяющий провод и замок браслета;
- сопротивление замка браслета;
- соединение браслет-запястье;
- сопротивление сотрудника между запястьем и рукой, которая контактирует с тестовым электродом.

Максимально допустимое сопротивление для заземления антистатического браслета составляет $3,5 \cdot 10^7$ Ом. Системная проверка может выполняться с использованием омметра, если потенциал не представляет опасности. Металлический электрод можно держать рукой, приставляя его к одному из металлических проводников. Удерживание кончика датчика между пальцами может привести к ошибочному результату. При использовании омметра важно понимать, что сопротивление человека связано с общим сопротивлением системы и значение этого сопротивления будет разным для разных людей.

Надев антистатический браслет, необходимо подсоединить свободный конец провода к клемме тестера и нажать кнопку испытания или коснуться пальцем или рукой металлической тестируемой поверхности. Если сопротивление выше $3,5 \cdot 10^7$ Ом, необходимо отдельно протестировать провод на разрыв. Если сопротивление провода приблизительно равно $1,0 \cdot 10^6$ Ом, нужно проверить, плотно ли соприкасается браслет с запястьем, и отрегулировать браслет так, чтобы он плотно прилегал к запястью. Защелкнув замок на браслете, повторить тест. Если сопротивление все еще выше $3,5 \cdot 10^7$ Ом, браслет следует заменить.

Причиной высокого сопротивления может быть сухость кожи. Нанесите увлажняющий лосьон на запястье и протестируйте сопротивление. Увлажняющий лосьон должен быть совместимым с технологическим процессом и не вызывать загрязнений.

Антистатические браслеты необходимо периодически испытывать. Частота испытания зависит от интенсивности и времени использования, т.е. износа браслетов.

Поскольку антистатические браслеты имеют ограниченный срок службы, важно определить частоту испытания, которая будет гарантировать целостность системы. Программы испытания рекомендуют испытывать ежедневно используемые каждый день антистатические браслеты.

Если производимые изделия имеют такую ценность, при которой необходима гарантия непрерывного надежного заземления, требуется постоянный мониторинг.

Данные, полученные в результате выполнения программы испытания, позволяют пользователю выбрать, как часто нужно проверять антистатические браслеты и какие браслеты имеют оптимальный срок службы.

1.4.3 Ограничение тока

Антистатические браслеты имеют резистор ограничения тока, впаянный в конец заземляющего провода и соединяемый с браслетом. Чаще всего используется резистор $1,0 \cdot 10^6$ Ом; 0,25 Вт; с рабочим напряжением 250 В. Предельный ток резистора определяется законом Ома, который устанавливает, что ток равен напряжению, деленному на сопротивление. Для практического применения максимальный ток, протекающий через заземляющий провод браслета, если напряжение равно 250 В, составляет 250 мкА или 0,25 мА.

Антистатические браслеты, включающие резистор $1,0 \cdot 10^6$ Ом, не должны применяться в ситуациях, когда напряжение сети составляет 250 В или выше. В этом случае возможны следующие опции:

- выбор антистатических браслетов с резисторами, имеющими более высокие значения;
- изоляция оператора от земли с помощью перчаток и напольных матов, имеющих высокое сопротивление

1.4.4 Выводы по использованию антистатических браслетов в медицинской практике

Антистатические браслеты обеспечивают эффективные меры по заземлению персонала. Таким образом, персонал, обрабатывающий чувствительные к статическому электричеству компоненты, не генерирует электростатический разряд, который может их повредить.

Антистатические браслеты имеют резистор $1,0 \cdot 10^6$ Ом, впаянный в провод заземления рядом с точкой соединения провода с браслетом. Номинальное рабочее напряжение резистора - 250 В.

Антистатические браслеты могут иметь резистор $1,0 \cdot 10^6$ Ом, впаянный в оба конца заземляющего провода с одинаковым типом разъемов.

Персоналу, работающему с напряжением выше 250 В, не рекомендуется надевать антистатические браслеты.

Заземляющие провода антистатических браслетов должны иметь быстросъемный соединитель на стороне браслета, так как персонал не должен быть привязан к рабочему месту.

Антистатический браслет должен удобно и плотно прилегать к запястью, формируя хороший контакт с кожей.

Заземляющие провода браслетов должны соединяться с точкой заземления или с точкой общего соединения. Не подключайте заземляющий провод к разъему рассеивающего мата, если он не является его точкой заземления. Не соединяйте антистатические браслеты с краями рассеивающего мата.

Антистатические браслеты рекомендуется регулярно, по возможности ежедневно, испытывать.

Не смотря на все положительные качества и простоту этого средства защиты от статического электричества, его применение в медицинской практике неэффективно в виду ограничения перемещения персонала, а так же не возможности максимально использовать его возможности.

1.4.5 Антистатические напольные покрытия

Статическое электричество возникает при частом перемещении людей и материалов в рабочей зоне. Перемещение, а именно соприкосновение и отрыв обуви от пола, может формировать высокий электростатический заряд, составляющий несколько тысяч вольт. Перемещение тележек или другого оборудования также формирует электростатический заряд.

Назначение антистатических напольных покрытий

Антистатические напольные покрытия используются в электронной промышленности в следующих целях:

а) заземление персонала (напольные покрытия могут использоваться вместе с защитной обувью в качестве системы первичного или вторичного заземления в дополнение к браслету);

б) заземление следующих элементов:

- подвижные тележки;
- эргономичные стойки;
- рабочие столы.

Напольные покрытия, коврики, краски и лаки обеспечивают стекание заряда на шину заземления. Во многих напольных покрытиях используются токопроводящие вещества, например, графит, металл или другие добавки. Они находятся по всему объему материала, от поверхности до рабочей подложки, представляющей собой, например, токопроводящий клей. В этом случае напольное покрытие непосредственно соединено с землей.

С другой стороны, напольные отделки и локальные антистатика действуют как два отдельных механизма. Во-первых, они снижают тенденцию поверхности накапливать статический заряд. Во-вторых, обеспечивают его стекание. Если напольное покрытие или антистатик используются для первичного заземления, он должен быть способен ограничивать заряд, рассеивая его на землю.

1.4.6 Связь между покрытием пола и обувью

Заземление через пол зависит от типа обуви, соприкасающейся с полом. Обычная уличная обувь или рабочая обувь с каучуковыми, резиновыми или полиуретановыми подошвами изолирует человека от пола. Накопленные заряды не могут стекать через изолирующую подметку на заземляющий пол.

Исследование антистатических напольных покрытий показало, что время формирования заряда и его стекания, измеренное на теле человека, различается в зависимости от выбранной обуви. Защитные свойства зависят от сочетания напольного покрытия и обуви. От правильного выбора обуви зависят защитные свойства напольных покрытий.

1.4.7 Преимущества использования напольных покрытий

Использование напольных покрытий для защиты персонала или оборудования от формирования электростатического заряда имеет ряд преимуществ. Напольные покрытия пассивны. Сотрудники, работающие в зонах, где используется напольное покрытие, должны носить и испытывать соответствующую обувь. Им не нужно предпринимать никаких дополнительных мер, чтобы гарантировать правильность работы напольного покрытия.

Напольные покрытия, отделки и лаки могут наноситься или устанавливаться по всей рабочей зоне, обеспечивая большую площадь, нежели границы отдельных рабочих столов. Они увеличивают подвижность персонала. И, наконец, покрытия, при правильном заземлении, могут контролировать статический заряд на тележках или другом подвижном оборудовании.

1.4.8 Ограничения использования напольных покрытий в промышленности.

Использование напольных покрытий имеет ряд ограничений. Сотрудник должен иметь контакт с напольным покрытием. Поэтому, согласно ГОСТ Р 53734.5.1, сидящие сотрудники должны быть заземлены при помощи антистатических браслетов.

Использование напольных покрытий может быть ограничено монтажными соображениями. Например, бетонные полы могут содержать большое количество влаги и быть непригодными для установки эластичных напольных покрытий. Использование защитных покрытий непригодно для процессов, включающих разбрызгивание воды.

Некоторые защитные напольные покрытия не выдерживают вес тяжелых транспортных средств, например вилочных погрузчиков.

Некоторые материалы могут быть запрещены к использованию в помещениях в связи с технологическими особенностями. Например, отделка пола может вносить в окружающую среду загрязнения, которые неприемлемы для чистых помещений.

Скопление грязи на напольном покрытии может оказывать негативное воздействие на его эксплуатационные характеристики. Важно регулярно чистить напольные покрытия, используя правильные методы и материалы, которые не оказывают влияние на эксплуатационные характеристики покрытия.

При выборе защитного напольного покрытия важно учитывать весь процесс.

1.4.9 Типы напольных покрытий

Напольные покрытия классифицируют как постоянные, полупостоянные или непостоянные (периодически меняемые). Далее приведены достоинства и недостатки каждого типа материала.

Постоянные напольные покрытия включают резиновые или виниловые плитки, листовые материалы, эпоксидные покрытия, ламинат высокого давления и ковры.

Они обладают длительным сроком службы и обеспечивают защиту от электростатического электричества на больших площадях.

В качестве постоянных напольных покрытий чаще всего используются эластичные напольные покрытия, имеющие в своем составе резину, винил или виниловые соединения. Такой материал изготавливается либо в форме плиток, либо в форме рулонов.

Сопротивление подобного материала находится в диапазоне от $2,5 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^9$ Ом. Материал бывает различных узоров, цветов и размеров. Эластичные напольные покрытия часто имеют приятный внешний вид и стойкость ко многим распространенным химическим веществам. Большинство таких материалов могут свариваться или бесшовно укладываться при установке в чистых помещениях.

Виниловые покрытия требуют большего ухода, чем другие постоянные напольные покрытия; резиновые полы требуют меньше ухода, чем виниловые. Некоторые эластичные напольные покрытия могут становиться скользкими, особенно в мокром состоянии, что затрудняет передвижение тяжелых транспортных средств. Присутствие в материалах графита может ограничивать их применение в чистых помещениях, хотя стойкость к истиранию у таких материалов очень высокая. Кроме того, виниловые напольные покрытия могут выделять газы и не должны использоваться в некоторых чистых помещениях.

Эпоксидные и полимерные покрытия, формируемые заливкой, как правило, имеют толщину не менее 3 мм. Эти покрытия имеют хорошую стойкость к химическим веществам, припоям и истиранию, а также выдерживают тяжелые транспортные средства. В отличие от других материалов, за ними легко ухаживать. Они не имеют швов и могут использоваться во многих чистых помещениях. Однако их нельзя применять на приподнятых напольных панелях, так как эпоксидные смолы формируются на

месте, поэтому для получения хороших эксплуатационных характеристик материалов этого типа необходимо строго соблюдать методики их нанесения.

Ламинаты высокого давления, как правило, не применяются на приподнятых напольных пластинах или настилах. Ламинаты чувствительны к влажности, и их нельзя применять на участках, где возможно разбрызгивание химикатов или воды. Их нельзя наносить на бетонные стяжки, которые содержат влагу. Изменение влажности может изменить характеристики сопротивления этих материалов. Ламинаты высокого давления недостаточно гибкие, поэтому они не подходят для установки на стандартных черновых полах.

Ковровые покрытия имеют сопротивление в диапазоне от $2,5 \cdot 10^4$ до $1,0 \times 10^9$ Ом. Ковровое покрытие выглядит эстетично и оно звуконепроницаемо. Затраты на обслуживание ковровых покрытий ниже, чем затраты на полы с эластичными материалами. Покрытие в форме ковровых пластин можно использовать на подъемных полах.

Однако ковровое покрытие не подходит для использования на участках, подвергающихся сильному загрязнению, разбрызгиванию воды или химикатов, воздействию больших количеств горячих припоев, интенсивному движению тяжелых транспортных средств и для использования в чистых помещениях.

Вторая группа напольных материалов называется полупостоянными или непостоянными. Эта группа включает маты, отделки, локальные антистатиками, а также краски и покрытия. Срок службы таких материалов меньше, чем у постоянных материалов, и они требуют периодического восстановления или замены. Единственной наиболее важной чертой этих материалов является их гибкость и простота в эксплуатации.

Напольные маты бывают различных типов и стилей, от мягких рассеивающих до твердых токопроводящих. Благодаря портативности и простоте в эксплуатации они легко адаптируются к любому рабочему пространству, особенно в ограниченных зонах. Маты могут использоваться вокруг установок волновой пайки или другого оборудования, где существует

возможность разбрызгивания химикатов, опасная для напольных покрытий. Однако маты скручиваются, что формирует опасность падения и усложняет уборку пола. Они также являются относительно дорогостоящими для формирования защитного покрытия по всей площади. Их применимость в чистых помещениях ограничена. Необходимо уделять особое внимание матам, постоянно соединенным с землей.

Защитная отделка может наноситься как на стандартные полы (виниловые, резиновые или имеющие в составе винил), так и на защитные полы для снижения формирования электростатических зарядов. Отделка защищает пол и улучшает его внешний вид, а также облегчает уход за ним. Отделка проста в эксплуатации и может наноситься по всей площади поверхности для защиты всего участка. Однако она имеет следующие недостатки:

- некоторые поверхностно-активные виды отделок могут быть скользкими, что создает опасность падения для сотрудников;
- некоторые отделки смываются обыкновенной водой, быстро изнашиваются и требуют частого дополнительного контроля их функционирования;
- неправильное нанесение и уход могут вызывать изменение характеристик отделки. Некоторые типы отделки не совместимы с требованиями, предъявляемыми к чистым помещениям.

Локальные антистатика действуют аналогично напольной отделке, но не обеспечивают физической защиты самого пола. Их можно использовать на ковровом покрытии. Локальные антистатика относительно легко наносятся, однако они нестойки и недолговечны.

Краски и эпоксидные покрытия наносятся тонким слоем на бетонные полы. Основными преимуществами таких материалов являются легкость нанесения и способность покрывать большие площади. Они имеют более долгий срок службы, чем половые отделки, но меньший, чем постоянные полы. Краски и покрытия со временем изнашиваются и их нужно периодически наносить заново. Некоторые материалы не применяются для чистых

помещений, так как они изнашиваются, обкалываются, или имеют высокое содержание углерода.

1.4.10 Испытание

Нормативным документом для испытания электрического сопротивления материалов полов является Государственный стандарт МЭК 61340-4-1. Метод испытания разработан для диапазона сопротивлений от $1,0 \cdot 10^3$ до $1,0 \cdot 10^{10}$ Ом. В ГОСТ Р 53734.5.1 установлен предел максимального испытательного напряжения для напольных систем, не превышающих 100 В.

Частью процесса отбора образцов напольного покрытия является их оценка в лабораторных условиях при контролируемых влажности, температуре испытательном напряжении омметра.

При первичной установке напольного покрытия необходимо осуществить его испытание на предмет соответствия ГОСТ Р 53734.5.1. Обычно сопротивление измеряется от верха напольного покрытия до земли, что гарантирует правильность установки напольного покрытия. Проверка того, что напольное покрытие соединено с землей, должна выполняться перед началом работы.

Необходимо периодически выполнять проверку напольного покрытия, чтобы гарантировать соответствие спецификации. Чтобы проверить целостность заземления, необходимо выполнить измерение сопротивления относительно земли. В случаях, когда сопротивление относительно земли превышает установленные пределы, выполните следующие действия, чтобы определить причину высокого сопротивления:

- убедитесь, что напольное покрытие соединено с эталонной землей;
- очистите напольное покрытие и нижнюю поверхность измерительного электрода. Грязная поверхность может вызывать превышение допустимых параметров сопротивления. Как только поверхность очищена, повторите измерение сопротивления относительно земли. Если второе измерение выходит

за пределы, необходимо провести дополнительные исследования способов чистки, применяемых в данной организации.

Частота периодических проверок обычно определяется методикой эксплуатации. Однако в качестве общего руководства рекомендуется выполнять такие проверки не реже, чем один раз в три месяца.

Периодическая чистка в соответствии с рекомендациями изготовителя позволяет поддерживать электропроводность всех напольных покрытий. Убедитесь, что чистящие продукты не оставляют изолирующего осадка, что характерно для многих лаков (мастик).

1.4.11 Выводы по использованию антистатических полов в медицинской практике

Использование антистатических покрытий в медицинских диагностических кабинетах противоречит правилам электробезопасности, тем самым повышает риск поражения электрическим током персонала и пациента.

1.4.12 Обувь

Основная причина формирования электростатического электричества - перемещение людей и материалов в рабочей зоне. При перемещении людей, то есть взаимодействия обуви с полом, формируется заряд, который приводит к напряжению человеческого тела, равному нескольким тысячам вольт.

Антистатические браслеты - это первичный способ заземления персонала. Не все производственные операции можно выполнять с надетым антистатическим браслетом. Подвижный персонал нельзя заземлять с помощью антистатических браслетов. В этих случаях в сочетании с антистатическими браслетами требуется альтернативный метод заземления.

Одним из таких альтернативных методов заземления является заземление «напольное покрытие - обувь». Существует несколько вариантов обуви,

напольных покрытий и отделок пола. Важно рассматривать напольное покрытие, обувь и сотрудника как три разных компонента, действующих в составе единой системы.

1.4.13 Типы обуви

Выбор обуви зависит от следующих факторов: типа помещения, выполняемой работы, пола сотрудника, его физических и культурных особенностей, посетителей, выполняемой работы и бюджета.

Ремешки заземления крепятся к каблукам и носкам обуви для заземления сотрудников и посетителей на участках. Если ремешок заземления одет неправильно, его применение будет неэффективным. Ремешки заземления каблучков легко теряют контакт с полом, поэтому требуют более тщательного контроля, чем другие типы обуви.

Боты и бахилы часто используются на участках, где загрязнения недопустимы. Поскольку соединение с телом осуществляется через применение электропроводной ленты, аналогичной ремешку заземления, боты и бахилы также могут быть неэффективны.

При выборе защитной обуви следует также обращать внимание на ее правильное ношение. Поскольку многие ботинки, предназначенные для защиты от статического электричества, выглядят как обыкновенные, важно, чтобы обувь имела соответствующую маркировку.

1.4.14 Использование системы

Защитная обувь обеспечивает стекание заряда с ноги на проводящее напольное покрытие и через него на землю.

Рекомендуется надевать ремешки заземления на оба носка и каблучка. Необходимо испытывать не только обувь, но и систему «обувь - напольное покрытие» (см. ГОСТ Р 53734.4.5-2010 (МЭК 61340-4-5: 2004)). Если верхний

предел напряжения тела, обычно 100 вольт, определен, необходимо выполнить испытание системы «обувь - напольное покрытие» на предмет соответствия требуемым параметрам при худших условиях окружающей среды.

Необходимо определить способность защитной обуви обеспечивать стекание заряда с ноги сотрудника, перемещающегося в пределах защищенных и незащищенных участков или по защитному напольному покрытию. При соприкосновении сотрудника в защитной обуви с материалом пола заряд должен рассеиваться в течение нескольких секунд.

1.4.15 Испытание

Испытание обуви включает первоначальную квалификационную проверку изделия (предпочтительно - лабораторную проверку при определенных контролируемых условиях по ГОСТ Р 53734.4.3-2010 (МЭК 61340-4-3:2001)). Если изделие соответствует требованиям существующих стандартов, необходимо выполнить испытание обуви в сочетании с существующими или планируемыми к использованию напольными покрытиями, которое должно подтвердить, что критерии, разработанные для данного предприятия, выполняются.

Вся защитная обувь должна проходить входную выборочную проверку.

В ГОСТ Р 53734.4.3-2010 (МЭК 61340-4-3: 2001) описываются стандартные методы испытаний для обуви, включающие лабораторные измерения и приемочные испытания.

ГОСТ Р 53734.4.5-2010 (МЭК 61340-4-5:2004) разработан для измерения сопротивления обуви и напольных покрытий в комбинации с человеком, а также поляризуемости людей в защитной обуви, идущих по защитному напольному покрытию.

Тестеры, используемые для заводского контроля, регистрируют только сопротивление системы между двумя заданными точками. Многие тестеры, например тестеры антистатических браслетов, не имеют заданных точек для

обеспечения фактического диапазона сопротивлений защитной обуви. Рекомендуется использовать специально предназначенный для измерения обуви тестер.

Иногда при измерении сопротивления обуви регистрируются завышенные значения сопротивления из-за особых свойств обуви, кожи, одежды, влияния разности температур, загрязнений поверхности обуви.

1.4.16 Выводы по использованию обуви в медицинской практике

Система «антистатические полы - обувь» не может использоваться в медицинских целях по той же причине, что и антистатические напольные покрытия.

1.4.17 Антистатические стулья

Значительное напряжение может формироваться при перемене положения на стуле или перемещении стула по полу. ГОСТ Р 53734.5.1 не рекомендует использовать стулья как средство заземления персонала. Однако антистатические стулья могут стать эффективным средством заземления от контактной поверхности сиденья до колесиков или ножек стула, если имеется контакт между сотрудником и стулом. Кроме того, если антистатический стул используется для заземления (в качестве главного заземления), максимальное сопротивление от сотрудника к земле через систему «стул - напольное покрытие» должно быть менее $3,5 \cdot 10^7$ Ом или менее $1,0 \cdot 10^{10}$ Ом при заряде потенциалом менее 100 В. Между всеми элементами системы «человек - стул - напольное покрытие» должен быть постоянный контакт. Антистатический стул обеспечивает стекание заряда с тела на проводящее напольное покрытие через стул.

Так как стул состоит из большого количества механических деталей из разных материалов и имеет несколько точек их соединения, он не так надежен

для заземления персонала, как контактная манжета или система «напольное покрытие - обувь». Хотя, при измерении сопротивления контактных поверхностей можно проверить, происходит ли заземление или нет. Стул так же, как и обувь, не является эффективным способом заземления, если только он не используется в сочетании с защитным от статического электричества полом.

Применение защищающих от статического электричества стульев имеет ряд преимуществ. Обычные стулья, особенно с пластмассовыми колесиками, накапливают на пользователе высокий уровень напряжения, если на нем не надет антистатический браслет, защитная обувь и отсутствует защитное напольное покрытие.

1.4.18 Типы и выбор

Существуют различные типы стульев: кресла для работы за столом, табуретки и стулья. Поверхность защитного стула, соприкасающаяся с телом, должна обеспечивать стекание заряда через части стула к земле. На мягких стульях используется тканевая обивка с вкрапленными токопроводящими нитями. Ткань соединяется с частями стула - цилиндром, основой, колесиками (или кабельной цепью) и с полом.

В чистых помещениях вместо тканевой обивки рекомендуется использовать виниловое покрытие. Защитное виниловое покрытие имеет нижний тонкий токопроводящий слой. Поэтому виниловые стулья могут иметь более высокие показатели сопротивления, чем стулья с тканевой обивкой; однако сопротивление должно отвечать требованиям, изложенным в ГОСТ Р 53734.5.1.

1.4.19 Испытание электрического сопротивления стульев

Процедура измерения электрического сопротивления стульев приведена в ГОСТ Р 53734.2.3-2010 (МЭК 61340-2-3: 2000). Воспользуйтесь общим

методом измерения сопротивления к земле или относительно точки заземления. Необходимо измерить сопротивление поверхности сиденья относительно точки заземления стула (колесо или кабельная цепь).

1.4.20 Выводы по использованию антистатических стульев в медицинской практике

Использование антистатических стульев эффективно только в комплексе с другими видами защиты, такие как напольные покрытия. Применение в медицинских учреждениях, которых противоречит правилам электробезопасности.

1.5 Заключение по поиску аналогов

В разделе аналогов были рассмотрены применяемые меры по защите чувствительных к статическому электричеству компонентов в промышленности. Были приведены основные эксплуатационные характеристики, а так же рассмотрена вероятность использования в лечебно-профилактических учреждениях. Применение антистатических браслетов в медицинской практике для защиты оборудования не возможно по причине ограничения перемещения в пределах комнаты, необходимо постоянно следить за соединением провода с заземляющей шиной, к тому же состав и численность человек в комнате не постоянно.

Антистатические покрытия и периферийные устройства, используемые в комплексе с ними (обувь, стулья) могут быть причиной поражения электрическим током, нарушают правила электробезопасности, подвергают жизнь и здоровье обслуживающего персонала и пациентов риску.

2 Расчетно-конструкторская часть

Для решения проблемы защиты медицинского оборудования от электростатического разряда предлагается изготовить турникет (рисунок 2.1), оборудованный антистатическими ковриками. Изделие будет использоваться для предварительного снятия статического электричества с тела врача (перед началом работы) и пациента (перед обследованием защищаемым оборудованием). Для удобства эксплуатации предусмотрены две полки для рук (независимо регулируемые по высоте) для детей и взрослых и одна для ног.

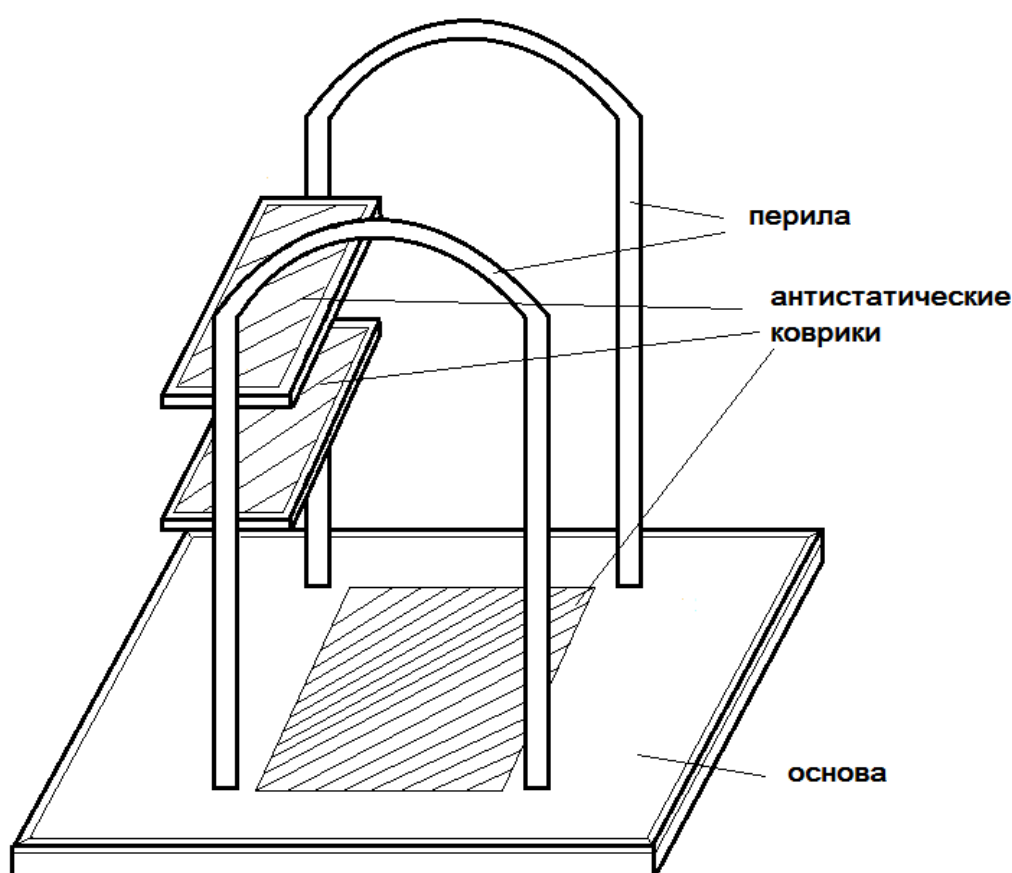


Рисунок 2.1 – Турникет с антистатическими ковриками

2.1 Антистатическое покрытие

Для снятия статического электричества в промышленности применяются антистатические покрытия в виде персональных подстилок для рабочего места, а так же специальный антистатический пол. Определим свойства и характеристики видов покрытий.

2.1.1 Антистатический линолеум

Основное назначение антистатического линолеума - защита от статического электричества. Его использование необходимо там, где характерно расположение различного рода электронной аппаратуры. Например, антистатический линолеум может быть использован в помещениях телефонных АТС или в цеху по производству микроэлектроники.

Антистатический линолеум разделяют на несколько типов, для каждого из которых характерна своя величина силы сопротивления. Линолеум с сопротивлением менее 10^9 Ом называют антистатическим. Линолеум с сопротивлением от 10^7 до 10^8 Ом называют токорассеивающим. Если же сопротивление линолеума лежит в пределах от 10^4 до 10^6 Ом, его называют токопроводящим.

Таким образом, выяснилось, что антистатический линолеум обладает внутренним электрическим сопротивлением менее 10^9 Ом. При ходьбе по такому линолеуму на нем возникает электрический заряд. Напряжение на антистатическом линолеуме в данном случае составляет не более 2 кВт. Такую уникальную способность антистатический линолеум приобрел за счет добавления в него специальных добавок, таких как частицы углерода или углеродные нити. Введение последних позволяет рассеивать электрический заряд по всей поверхности линолеума.

Проводимость антистатического линолеума не зависит от влажности, так как от нее не зависит его электрическое сопротивление. Поэтому,

использование антистатических покрытий допускается практически в любого рода помещениях. Антистатический линолеум должен быть прочным и износостойким, так как неоднородности в толщине его поверхности могут вызвать неравномерное распределение электрического заряда. Поэтому, укладывая такой линолеум, нужно тщательно подготавливать поверхность к укладке, а также использовать только исправный инструмент. Для полной уверенности в электробезопасности помещения, антистатический линолеум периодически проверяют на скорость и равномерность поглощения разряда. Для этого используется специальное оборудование и материалы.

Антистатический линолеум укладывают на обычный клей. Для токорассеивающего покрытия необходим токопроводящий клей.

Подготовка пола под токопроводящее покрытие выглядит следующим образом. Сначала укладывают медную ленту в виде сетки и заземляют ее. Поверх ленты наносят токопроводящий клей, на который укладывают линолеум. В антистатическом линолеуме есть специальные отводы для подключения к контуру заземления. В этом случае заряд, образующийся на поверхности пола, по графитовым волокнам моментально «стекает» внутрь покрытия, попадает в слой токопроводящего клея, а затем уходит по медной ленте в землю. Для полной уверенности в безопасности работы очень важно, чтобы сопротивление было одинаковым во всех точках покрытия, и значение сопротивления должно оставаться неизменным в течение всего срока эксплуатации материала. Антистатический линолеум состоит следующих слоев:

- токорассеивающая поверхность;
- медная полоса;
- контактная площадка;
- токопроводящая основа;

Структура антистатического линолеума с токоограничивающим сопротивлением отражена на рисунке 2.2.

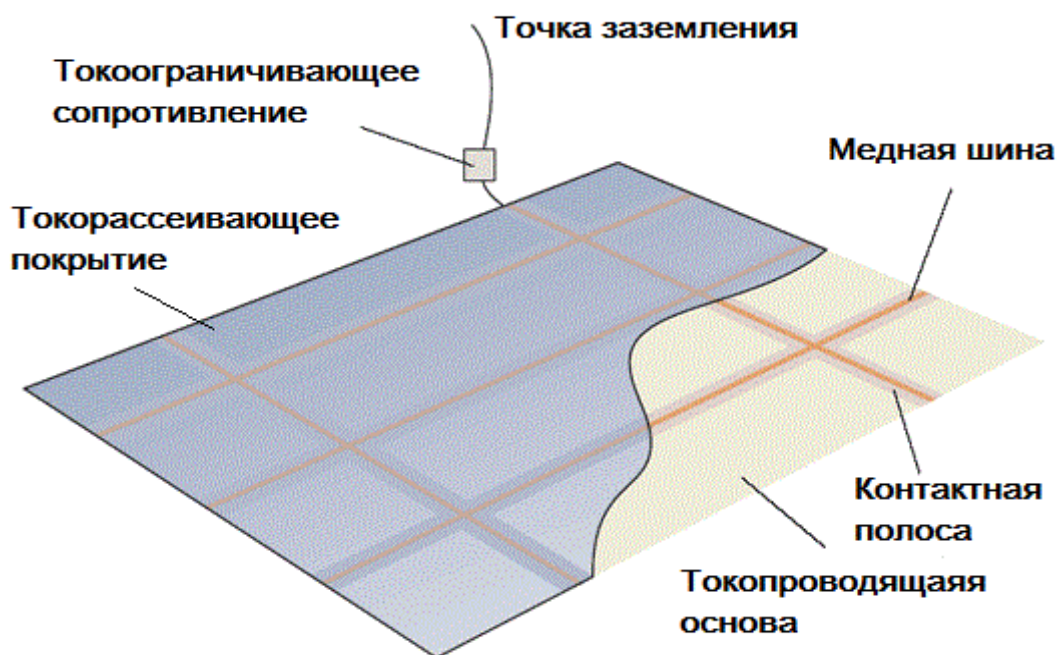


Рисунок 2.2 – Структура антистатического линолеума и его компоненты

2.1.2 Антистатический коврик

Антистатические настольные коврики изготовлены из износостойкого синтетического каучука или винила, стойкого к нагреву. Не содержит галогенов. Эластичен, обладает объемной проводимостью. Верхний слой коврика рассеивает статическое электричество, а нижний выполнен из проводящей резины (рисунок 2.3). В комплекте поставляется гарнитура с зажимом типа «крокодил» для подключения к шине заземления. Убывание заряда в 15 кВ через антистатический коврик составляет менее 0,05 секунды (в зависимости от качества и производителя). Используется для оборудования рабочих мест защищенных от статического электричества.



Рисунок 2.3 – Антистатический коврик фирмы ТАКО

2.1.3 Анализ антистатических материалов и обоснование применения в проекте

Применение антистатического линолеума не желательно в виду его неравномерного строения и наличия промежуточных металлических токосъемных компонентов (медных шин). При раскрое материала по размерам турникета есть вероятность нарушения токопроводящих частей (ввиду небольших размеров полок), что может привести к ухудшению электропроводимости отдельных участков. Это может сказаться на времени стекания заряда, тем самым повысит уровень остаточного статического электричества на теле врача (пациента).

Использование ковриков, имеющих однородную структуру более предпочтительно, ввиду равномерности и независимости электропроводящего слоя.

С учетом габаритных размеров основы и полок для рук был выбран антистатический коврик фирмы Velleman, с маркировкой AS4 (BM-402A).

AS4 коврик выполнен из ПВХ материала со свойствами проводящего и рассеивающего коврика. Обладает внутренним сопротивлением от 10^7 до 10^{10} Ом/м, со скоростью стекания заряда 0,03 секунды. Не критичен к нарушению целостности.

2.2 Основа

Для установки поручней и фиксирования коврика необходим материал основы, отвечающий требуемым характеристикам. Основа является несущей конструкцией всего изделия и должна выдерживать вес вставшего на нее человека. К ней так же производится крепление поручней и фиксация на ней необходимых элементов.

В связи с этим предлагается два возможных вида основы: - цельная и сборная (соответственно на рисунках 2.4 и 2.5 вид снизу).

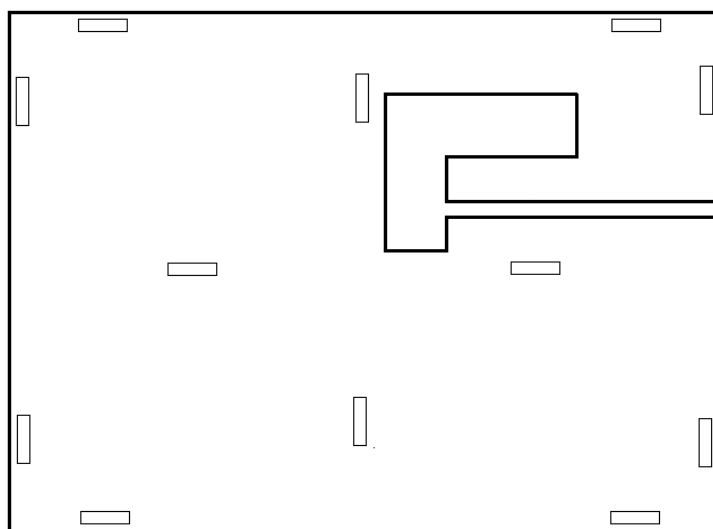


Рисунок 2.4 – Цельная компоновка основы

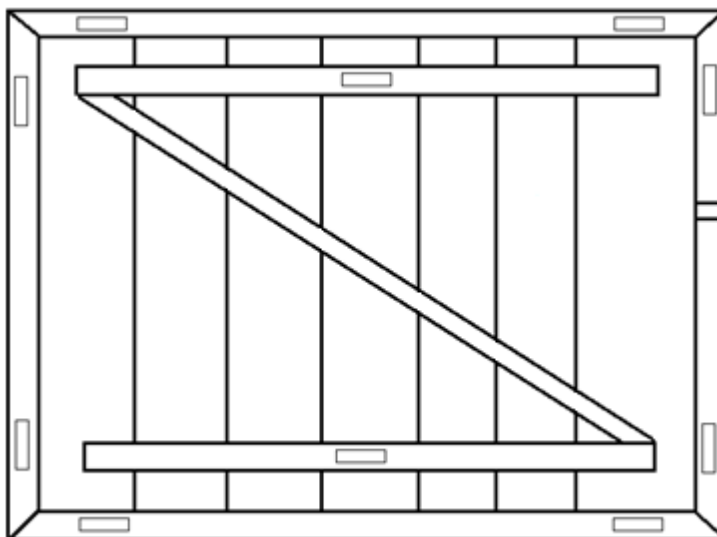


Рисунок 2.5 – Сборная компоновка основы

Сборная компоновка основы требует применения большего количества исходного материала, его предварительную и последующую обработку и подготовку, а так же соединительные элементы (шурупы) в достаточном количестве, чтобы обеспечить необходимую жесткость на механическое воздействие.

Цельная компоновка основы изготавливается из листа материала, в котором предусмотрены пазы для укладки провода.

2.2.1 Выбор материала для основы

Для материала, из которого будет выполнена основа, предъявлены следующие требования:

- механическая прочность;
- стойкость к очистителям;
- вязкая структура;
- простота в обработке;
- долговечность.

В соответствии с требованиями проведем анализ плит выполненных из древесины, предлагаемых промышленностью в Оренбурге.

2.2.2 Фанера

Фанера (древесно-слоистая плита) - многослойный строительный материал изготавливается путём склеивания специально подготовленного шпона. Количество слоёв шпона обычно нечётное, от трех и более (рисунок 2.6). Для повышения прочности фанеры слои шпона накладываются так, чтобы волокна древесины были строго перпендикулярны предыдущему листу.



Рисунок 2.6 – Древесно-слоистая плита (фанера)

Фанера классифицируется по следующим типам:

1) по материалу, из которого изготовлена фанера:

- хвойная фанера (изготавливается из шпона хвойных пород деревьев: лиственницы, сосны, пихты, ели). Иногда для изготовления фанеры используется шпон кедра - такая фанера используется в декоративных целях. Для хвойной фанеры обязательным является содержание хвойного шпона в наружных слоях — внутренние могут содержать шпон лиственных пород древесины;

- берёзовая фанера (изготавливается из шпона берёзы) получила распространение практически во всех областях, но из-за относительно более высокой стоимости в строительстве используется не так широко, как хвойная;

2) по пропитке:

- ФСФ (фанера, изготавливаемая с применением смоляного фенолформальдегидного клея). Эта фанера характеризуется относительно

высокой износоустойчивостью, механической прочностью и высокой влагостойкостью. ФСФ - один из самых популярных видов фанеры, используется в строительстве, производстве, кровельных работах.

- влагостойкая фанера - материал, обработанный специальным образом для увеличения сопротивления влаге. Максимально увеличить влагостойкие характеристики фанеры может помочь ламинирование;

- ФК (фанера, получаемая при приклеивании шпонов карбамидным клеем). Обладая меньшими влагостойкими характеристиками, ФК используется преимущественно при внутренней отделке помещений, в мебельном производстве, при изготовлении деревянной тары, при работе с конструкциями внутри помещения;

- ФБ (фанера, пропитанная бакелитовым лаком, впоследствии склеивается). Этот вид обладает максимальной сопротивляемостью воздействию агрессивной среды и может использоваться в условиях тропического климата, при повышенной влажности и даже под водой;

- БС (фанера, пропитанная бакелитовым клеем, С - спирторастворимый). Эта фанера обладает фантастическими свойствами, сверхвысокой прочностью, стойкостью к агрессивным средам, гибкостью, упругостью, водонепроницаема, не гниет, не раскисает. Ее еще называют авиационная фанера за то, что раньше использовалась только в авиа- и судостроении;

- БВ (фанера, пропитанная бакелитовым клеем, В - водорастворимый). Эта фанера обладает теми же свойствами, что и предыдущая, за исключением влагостойкости, т.к. клей, применяемый при склеивании слоев - водорастворим.

2.2.3 Древесно-стружечная плита (ДСП)

Древесно-стружечная плита (ДСП) - листовая композиционный материал, изготовленный путем горячего прессования древесных частиц, преимущественно стружки, смешанных со связующим неминерального происхождения с введением при необходимости специальных добавок (от 6 %

- 18 % от массы стружек) на одно- и многоэтажных периодических прессах (от 0,2 до 5 МПа, от 100 до 140 °С) или в непрерывных ленточных, гусеничных либо экструзионных агрегатах (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 - Древесно-стружечная плита (ДСП)

Классификация ДСП

Конструкция: по количеству слоев ДСП подразделяется на 1-слойную, 3-слойную и многослойную.

Марка: в зависимости от показателей прочности на изгиб, деформацию, водостойкость, подверженность короблению и деформации ДСП делится на 2 марки (П-А и П-Б)

Сорт делится в зависимости от критериев внешнего вида плиты (трещины, сколы, окрашивание, пятна, выступы и углубления) плиты ДСП делятся на 1 сорт (дефекты не приемлемы кроме минимальных), 2 сорт (допустимы крупные дефекты поверхности) и без сорта (кардинальные дефекты поверхности, используется в строительстве).

Наружный слой выделяет плиты с мелкоструктурной поверхностью (возможна облицовка полимерными материалами), обычной (применяется облицовка шпоном) и крупнозернистой (используется в строительстве).

Уровень обработки поверхности выделяется в виде шлифованной и нешлифованной ДСП.

Класс эмиссии формальдегида дается по содержанию в 100 г сухой плиты ДСП свободного формальдегида выделяются классы E1 (менее 10 мг), E2 (от 10 до 30 мг).

Водостойкость. Кроме того, что плита марки П-А обладает лучшими водостойкими свойствами (22 % деформации против 33 % у П-Б при погружении в воду на сутки), выделяется отдельный вид водостойкой ДСП, предназначенной для производства мебели и специфических строительных работ.

Огнестойкость достигается при введении в состав ДСП антипиренов плита приобретает огнестойкие характеристики. Сейчас на территории РФ производство данного вида ДСП не ведется.

Плотность: по плотности ДСП делится на плиту малой плотности (менее 550 кг/м³), средней (от 550 до 750 кг/м³) и высокой (более 750 кг/м³).

Разновидностью ДСП является ламинированная ДСП

Ламинированная ДСП (неофициальное, часто используемое сокращение - ЛДСП) - древесно-стружечная плита, произведённая на основе высококачественной ДСП, облицованная при повышенном давлении и температуре стойкой меламиновой пленкой и покрытая специальным лаком, устойчивым к влаге и механическим повреждениям (рисунок 8). Ламинирование обеспечивает хороший внешний вид, высокие потребительские качества и повышает физико-механические свойства. Ламинированная ДСП не требует дальнейшей отделки и широко применяется для производства мебели.



Рисунок 2.8 - Ламинированная ДСП

2.2.4 Цементно-стружечная плита

Цементно-стружечная плита (ЦСП) - стеновой строительный материал, представляющий собой лист, состоящий из смеси древесной стружки с портландцементом (рисунок 2.9).



Рисунок 2.9 - Цементно-стружечная плита (ЦСП)

Обладает следующими свойствами:

- прочность;
- огнестойкость;
- водостойкость;
- устойчивость к гниению;
- хорошая звукоизоляция;
- многообразие вариантов обработки поверхности.

Используется для наружной и внутренней обшивки стен (например, при изготовлении вентилируемых фасадов, в каркасном строительстве и производстве сэндвич-панелей), в качестве несъёмной опалубки, как настил под кровлю или основа для пола, в виде подоконников. Конкурирует с ДСП, фанерой, плоским шифером, гипсокартоном, гипсоволоконным листом.

2.2.5 Обоснование выбора материала, определение основных характеристик

Для изготовления основы турникета предпочтительно использовать шпонированный ДСП ввиду удобства обработки, наличия лицевой поверхности, что снижает затраты по изготовлению готового изделия. Покрытие шпона защищает ДСП от воздействия влаги, придает изделию эстетичный вид. В соответствии с ГОСТ 10632-2007 «Плиты древесно-стружечные. Технические условия» древесно-стружечная плита толщиной 3 мм способна выдержать статическую нагрузку в 150 кг. Что соответствует необходимым требованиям для разрабатываемого изделия. Размеры основы длиной 900 и шириной 690 мм. Раскрой материала осуществляется с помощью форматно-раскrojного станка по соответствующим размерам. Длина основы обеспечивает достаточное расстояние между поручнями, позволяя людям разной физической комплекции пользоваться турникетом. Паз в нижней части основы служит для укладки проводки и токоограничивающего сопротивления. Его выполняют ручным фрезером. На основе предусмотрены три технологических сквозных отверстия. Два из них предназначены для обеспечения доступа к внутренней поверхности перил, а так же для протягивания через одно из них проводов заземления через трубу, соединяющие антистатические коврики с общей точкой заземления. Третье технологическое отверстие необходимо для соединения с общей точкой заземления коврика предназначенного для ног. Антистатический коврик зафиксирован на поверхности основания при помощи резинового клея 88СА. Для сохранения устойчивости и жесткости на нижней поверхности основы закреплены 4 накладных ножки (рисунок 2.10)



Рисунок 2.10 – накладные ножки для основы

2.3 Стойки

Перила в конструкции турникета кроме механической функции (фиксация полок, обеспечение жесткости конструкции), выполняет еще роль проводника, создавая дополнительную линию заземления через токоограничивающее сопротивление. Рекомендуемый диаметр поручня составляет 25 мм, с учетом механических воздействий и удобства обхвата ладонью человека. Трубы, из которого изготовлены поручни должны обладать защитным токопроводящим коррозио-устойчивым покрытием. Если это требование будет нарушено и сопротивление поверхности покрытия будет превышено, или вовсе изолировано оксидной пленкой то возможно поражение человека электростатическим разрядом. В ряде случаев разряд не представляет опасности для здоровья человека, но тем не менее вызывает дискомфорт. Для устранения этой проблемы предлагается использовать либо нержавеющей сталь, либо наносить на заготовки с помощью гальванического метода никель или хром.

Для удешевления производства изделия, предлагается использовать готовые хромированные трубы диаметром 25 мм мебельной фирмы «Джокер» поставляющей торговое оборудование (рисунок 2.12). Для изменения

геометрии трубы будет применяться трубогиб ручной гидравлический. Высота перил в соответствии с требованиями эргономики составляет 1095 мм.



Рисунок 2.12 – Труба хромированная 25 мм

В перилах так же предусмотрены два технологических отверстия диаметром по 6 мм для протягивания проводов соединяющих коврики с общей точкой заземления. Высота отверстий соответствует положению полки для взрослых и детей. Расстояние между перилами равняется 700 мм, расстояние между концами каждой из пар 300 мм.

2.4 Консоль крепления перил к основанию

Для соединения и фиксации перил на основе используется «Консоль крепления к плоскости Joker Jr-15A» диаметром 25 мм фирмы «Джокер» (рисунок 2.13)



Рисунок 2.13 – Консоль крепления к плоскости Joker Jr-15A

Консоль соединяется с основой при помощи 3 шурупов диаметром 2,5 мм. Соединение с трубой разборное. Осуществляется при помощи потайного болта под шестигранный ключ в торцовой части. Электрический контакт обеспечивается при помощи медной клеммы припаянной к подошве консоли и притянутой шурупом, выполняющий основную механическую функцию. Контакт с поручнем осуществляется через притянутое соединение через потайной болт фиксирующий положение.

2.5 Полки

Функция полок для нескольких решений. Во-первых, они тоже являются токосъемными поверхностями (антистатические коврики). Во вторых придают устойчивость и жесткость конструкции в целом, что положительно сказывается на эксплуатационных характеристиках изделия. На турникете используется 2 полки одинакового размера и способа крепления, отличает их только высота расположения. Соединение полок с поручнями осуществляется с помощью полкодержателей ЖОК80-4 фирмы «Джокер» (рисунок 2.14).



Рисунок 2.14 - Полкодержатель односторонний ЖОК 80-4

Крепление позволяет перемещать фиксирующий элемент свободно относительно поручней. Фиксация полки производится при помощи зажима подвижной части полки, и затем дополнительной фиксацией потайными болтами под шестигранный ключ. Длина полок выбрана так, чтобы не затруднить монтаж между поручнями, и соответствует длине в 690 мм, ширине 270 мм, высоте 20 мм. Раскрой полок осуществляется с помощью форматно-раскrojного станка, с последующим шпонированием торцов.

Антистатические коврики закрепляются на поверхности с помощью резинового клея 88СА.

2.6 Электрическая схема турникета для защиты медицинского оборудования от статического электричества

Важной характеристикой турникета для защиты медицинского оборудования от статического электричества является токоограничивающее сопротивление. Его номинал должен быть эквивалентен сопротивлению ковриков и составлять 10 мОм. В противном случае вероятен пробой по цепи с наименьшим сопротивлением, т.е. ток быстрее будет стекать по сопротивлению перил (рисунок 2.15)

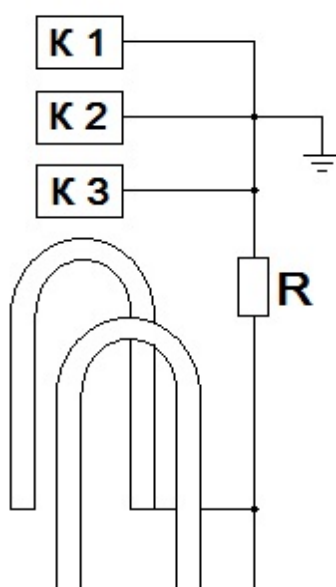


Рисунок 2.15 - Электрическая схема турникета

К1, К2, К3 антистатические коврики, R - токоограничивающее сопротивление для параллельно соединенных перил.

Турникет (рисунок 2.15) не требует отдельной линии заземления и может быть подключен к стационарной шине заземления вместе с оборудованием в ЛПУ. Цвет основного провода подключаемого к шине соответствует ГОСТ Р 53734.5.1 «Защита электронных устройств от электростатических явлений» желто-зеленого цвета. Монтаж проводки осуществляется навесным способом, соединяясь на общей медной шине, закрепленной в пазах основы. Сечение провода используемого для соединения перил и удлинения гарнитур антистатических ковриков располагаемых на полках, составляет $0,25 \text{ см}^2$. Токоограничивающее сопротивление применяется марки МО-200 (С2-23) номиналом 10 мОм и мощностью 2 Вт (рисунок 2.16).



Рисунок 2.16 – Сопротивление постоянное МО-200 (С2-23)

Сопротивление постоянное МО-200 (С2-23) относится к металлооксидным (металлодиэлектрическим), постоянным резисторам. Предназначены для работы в цепях постоянного, переменного и импульсного тока.

Металлоксидные пленочные резисторы отличаются следующими достоинствами:

- высокая надежность и стабильность;

- широкий температурный диапазон;
- низкий уровень шумов;
- огнеупорное покрытие (для мощностей выше 0,5 Вт);
- цветная кодировка номинала;
- луженые выводы.

Проводка укладывается в паз нижней части основы, фиксируется хомутами, и соединяется электрическим контактом с медной пластиной с размерами длиной 150 и шириной 20 мм (см. рисунок 2.17) по средствам латунных болтов с гайкой через медную клемму, запаянную на конце каждого провода. Три отверстия предназначены для соединения между собой трех ковриков (один провод с двух полок), и токоограничивающего сопротивления соединенного с перилами. Последнее отверстие используется для подключения к шине заземления зелено-желтым проводом с медной клеммой.

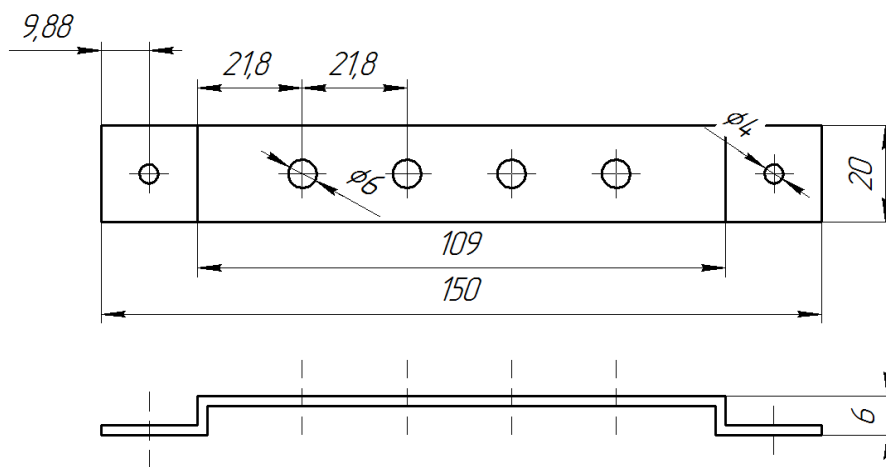


Рисунок 2.17 - Медная контактная пластина

3 Экономическое обоснование изготовления турникета для защиты медицинского оборудования от статического электричества

Экономический расчёт включает в себя расчет производственной себестоимости, норм времени, заработной платы. Себестоимость является частью сметной стоимости проекта. В сметную стоимость проекта включаются все затраты связанные с его выполнением. Определение затрат производится путем составления калькуляции себестоимости. Себестоимость проекта складывается из следующих затрат:

- 1) амортизации основных фондов;
- 2) на основную и дополнительную заработную плату рабочих;
- 3) отчисления на социальные нужды;
- 4) отчисления на страхование от несчастных случаев на производстве;
- 5) на материалы;
- 6) на комплектацию;
- 7) на аренду производственной площади;
- 8) услуги сторонних организаций;
- 9) электроэнергии;
- 10) накладные расходы.

3.1 Расчет затрат на оборудование

Для производства изделия необходимо оборудование: (см. таблицу 3.1)

- форматно-раскроечный станок;
- ручной фрезер;
- дрель-шуруповерт;
- трубогиб ручной гидравлический.

Таблица 3.1

Наименование	Цена, в тыс. руб.	Потребляемая мощность, кВт	Срок службы, тыс. ч	Амортизация, в год (14 %) тыс. рублей
Форматно-аскроечный станок JTSS-1700	135	4,8	0	18,9
AEG Фрезер MF1400KE	10,9	1,4		1,52
Дрель-шуруповерт HAMMER DRL600S	2,1	0,5		0,29
Трубогиб ручной гидравлический	15,4	-	0	2,15
Итого	163,4			22,86

3.2 Расчет эксплуатационных затрат

3.2.1 Амортизация основных фондов

Амортизация основных фондов в рублях, вычисляется по формуле:

$$A_t = \frac{C \cdot N_{\text{рен}}}{100}, \quad (3.1)$$

где C - полная первоначальная или восстановительная стоимость основных фондов, в рублях

$N_{\text{рен}}$ - норма амортизации на реновацию в год, %

3.2.2 Расчет заработной платы рабочего

Производство изделия носит сдельный характер. Чтобы рассчитать заработную плату необходимо установить нормы времени на каждую операцию с указанием трудоемкости. Трудоемкость соответствует четвертому разряду.

С учетом норм времени производим расчет расценки за штуку продукции P_i в рублях по формуле.

$$P_i = \frac{T_{шт.i} \cdot Z_i}{60}, \quad (3.2)$$

где $T_{шт.i}$ - норма времени на штуку продукции;

Z_i - часовая тарифная ставка за час (55 рублей в час).

$$P_1 = \frac{55 \cdot 6}{60} = 5,5 \text{ р.}$$

Так для первой операции расценка составит 5,5 р. По остальным операциям технологического процесса данные сведены в таблицу 3.2, в соответствии с приложением А.

Таблица 3.2 - Нормы времени технологического процесса

Порядковый номер операции (P_i)	Норма времени на операцию ($T_{шт.i}$), мин	Оплата по тарифной ставке, в рублях
1	2	3
P_1	6	5,5
P_2	5	4,58
P_3	5	4,58
P_4	8	7,33
P_5	5	4,58
P_6	6	5,5

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3
P_7	10	9,16
P_8	15	13,75
P_9	5	4,58
P_{10}	6	5,5
P_{11}	15	13,75
P_{12}	5	4,58
P_{13}	5	4,58
P_{14}	8	7,33
P_{15}	6	5,5
P_{16}	20	18,33
P_{17}	25	22,91
P_{18}	5	4,58
P_{19}	7	6,41
P_{20}	8	7,33
P_{21}	30	27,5
Итого	224	187,86

Рассчитываем время изготовления и оплату рабочему одного изделия путем суммирования результатов:

$$\sum P_i = 187,86 \text{ р.}$$

$$\sum T_{\text{шт.}i} = 224 \text{ мин} \approx 3,68 \text{ ч}$$

Таким образом, слесарь тратит на сборку одного изделия 3,68 часа, получая при этом 187,86 рублей на одно изделие.

Рассчитываем количество изделий в год $N_{\text{шт.в год}}$ по формуле:

$$N_{\text{шт.в год}} = \frac{F_{\text{эфф.р.}}}{\sum T_{\text{шт.}i}}, \quad (3.3)$$

где $F_{\text{эфф.р.}}$ - эффективный фонд рабочего времени (1700 ч)

$\sum T_{\text{шт.}i}$ - время необходимое на изготовление одного изделия

$$N_{\text{шт.в год}} = \frac{1700}{3,68} \approx 460.$$

Соответственно годовая заработная плата рабочего рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{год}} = \sum T_{\text{шт.}i} \cdot \sum P_i, \quad (3.4)$$

$$Z_{\text{год}} = 187,86 \cdot 460 = 86,415$$

Дополнительная заработная плата составляет 30 % от основной и рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = \frac{Z_{\text{год}} \cdot 30}{100}, \quad (3.5)$$

$$Z_{\text{доп}} = \frac{86,415 \cdot 30}{100} = 25,924 \text{ тыс.р.}$$

3.2.3 Расчет отчислений на социальные нужды и страхование от несчастных случаев на производстве

Отчисления на социальные нужды определяются социальным налогом, которые в соответствии с Законодательством РФ составляет 30 % от фонда заработной платы.

Отчисления на страхование от несчастных случаев на производстве составляет 3 % от фонда заработной платы. В таблице 3.3 представлен расчет отчислений от фонда заработной платы.

Таблица 3.3 – Расчет отчислений от заработной платы

Оплата труда, тыс. рублей	Отчисления, в тыс. рублей	
	На социальные нужды, $C_{сн}$	На страхование от несчастных случаев на производстве, $C_{стр}$
86,415	25,924	2,592

3.2.4 Расчет затрат на материалы

Разрабатываемое изделие состоит из комплекта составных частей, половина которых изготавливается на арендуемой площади, остальное закупается у сторонних организаций.

Для изготовления площадки и полок используется раскрой листа ДСП ГОСТ 10632-2007, по размерам соответствующим чертежам. Цена за такой лист составляет 120 рублей за квадратный метр, согласно прайс-листу otdelka-servis.ru (www.otdelka-servis.ru/dsp/catalog/price/)

Стоимость материала на год определяется по формуле:

$$N_{дсп.год} = N_{шт.в год} \cdot C_{дсп}, \quad (3.6)$$

где $C_{дсп}$ — цена листа ДСП за квадратный метр, на единицу изделия.

$$N_{дсп.год} = 460 \cdot 120 = 55,2 \text{ тыс. р.}$$

Для изготовления поручней используется две хромированной трубы мебельной системы «JOKER» D25/3000 мм, стоимостью по 176.40 рублей за одну, согласно прайс-листу joker-nsk.ru (www.joker-nsk.ru/price/)

Стоимость необходимого количества данного материала на единицу изделия определяем по формуле

$$Z_1 = 176,40 \cdot 2 = 352,8 \text{ р.}, \quad (3.7)$$

Стоимость материала на год определяется по формуле

$$Z_{1 \text{ год}} = N_{\text{шт. в год}} \cdot Z_1 \quad (3.8)$$

$$Z_{1 \text{ год}} = 460 \cdot 352,8 = 162,2 \text{ тыс. р.}$$

3.2.5 Комплектация изделия

Комплектация изделия сводится к заказу и покупке готовых компонентов у фирмы «JOKER», и сведена в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Комплектация

Название	Количество		Цена (за ед.), в рублях	Сумма	
	на ед. продук.	в год		на единицу (рублей)	на год (тыс. рублей)
Фланец литой Jok-15a	4	1840	20	80	38.4
Полкодержатель ЖОК 80-4	4	1840	95	380	174,8
Всего				460	215,2

Прочие расходные компоненты закупаются у строительных фирм (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Прочие компоненты

Наименование	Количество		Цена (за ед.), рублей	Сумма	
	На ед. продук.	в год		На единицу (рублей)	на год (тыс. рублей)
Саморезы ШСГД 3.8×32 мм	24	11040	9	216	99,36
Эпоксидный клей	1	460	410	410	188,6
Всего				626	287,96

Антистатические покрытия на основе и полках выполнены при помощи антистатического коврика AS4(BM-402A) имеющего размеры 500×300 мм в количестве трех штук, стоимостью 1030 рублей за единицу изделия. Согласно прайс-листу cipdip.ru (www.cipdip.ru/catalog/antistatic/).

Стоимость необходимого количества ковриков на единицу изделия рассчитывается по формуле

$$Z_2 = 1030 \cdot 3 = 3090 \text{ р.}, \quad (3.9)$$

Стоимость материала на год определяется по формуле

$$Z_{2\text{год}} = N_{\text{шт. в год}} \cdot Z_2 \quad (3.10)$$

$$Z_{2\text{год}} = 460 \cdot 3090 = 1,421 \text{ млн. р.}$$

Итого затраты на покупные изделия составляют:

$$215,2 + 287,96 + 1421 = 1920,56 \text{ тыс. р.}$$

3.2.6 Аренда производственного участка

Для производства изделия необходим производственный участок площадью 10 м². Стоимость аренды одного квадратного метра в Оренбурге

составляет 12 тыс. рублей. Годовые затраты на аренду составляют 120 тыс. рублей.

3.2.7 Услуги сторонних организаций

При изготовлении изделия необходимо производить операцию шпонирования листа ДСП. С учетом соображений рентабельности эта операция выполняется сторонней организацией. Стоимость шпонирования кв. метра ДСП составляет 320 рублей, согласно прайс-листу derevomega.ru (www.derevomega.ru/list_pubs/dsp/price/).

Расходы на услуги сторонних организаций в год составляют

$$320 \cdot 460 = 147,2 \text{ тыс. р.}$$

3.2.8 Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию $C_{зэ}$, в рублях, рассчитываются по формуле

$$C_{зэ} = C_{зэ} \sum_{i=1}^k M_i \cdot t_d, \quad (3.11)$$

где $C_{зэ}$ – тариф на электроэнергию, в рублях (за 1 кВт·ч);

M_i – потребляемая мощность i -го оборудования, кВт;

t_d – действительный фонд рабочего времени i -го оборудования, час.

Подставив данные в формулу (3.4), полученные результаты сведем в таблицу 3.6

Таблица 3.6 – Затраты на электроэнергию за год

Наименование оборудования	Потребляемая мощность, кВт	Действительный фонд рабочего времени, ч	Сумма, тыс. рублей
Лампы дневного освещения	0,08	1700	40,8
Формато-раскроечный станок	4,8	38,3	0,51
рель-шуруповерт	0,5	38,3	0,05
Фрезер	1,4	115	0,48
Итого:			42,14

3.2.9 Расчет накладных расходов

Накладные расходы составляют 30 % от основной заработной платы. Накладные расходы P_H , в рублях, рассчитываются по формуле

$$P_H = \frac{Z_{год} \cdot 30}{100}, \quad (3.12)$$

где $Z_{год}$ – основная заработная плата за год, в тыс. рублей.

$$P_H = \frac{86,415 \cdot 30}{100} = 25,924 \text{ тыс.р.}$$

3.3 Производственная себестоимость

Производственная себестоимость представляет собой сумму всех производственных затрат. Годовая производственная себестоимость, $C_{пр}$, тыс. рублей, вычисляется по формуле:

$$C_{пр} = C_m + C_{пп} + C_{зп}^{oc} + C_{зп}^д + C_{зз} + C_{сн} + C_{стр} + C_{аморт} + C_{стор.огр.} + C_{аренд} + P_H \quad (3.13)$$

где C_m - затраты на материалы, тыс. рублей;
 $C_{\text{пн}}$ – затраты на покупные изделия, тыс. рублей;
 $C_{\text{зп}}^{\text{ос}}$ – основная заработная плата, тыс. рублей;
 $C_{\text{зп}}^{\text{д}}$ – дополнительная заработная плата, тыс. рублей;
 $C_{\text{зэ}}$ – затраты на электроэнергию тыс. руб.;
 $C_{\text{сн}}$ – отчисления на социальное страхование, тыс. рублей;
 $C_{\text{стр}}$ – отчисления на страхование от несчастных случаев на производстве
 $C_{\text{аморт.}}$ – амортизация основных фондов, тыс. рублей;
 $C_{\text{стор.огр.}}$ – услуги сторонних организаций, тыс. рублей;
 $C_{\text{аренд}}$ - аренда производственной площади, тыс. рублей;
 P_n – накладные расходы, тыс. рублей;
 Рассчитаем годовую производственную себестоимость, таблица 3.7:

Таблица 3.7 – Годовая производственная себестоимость

Наименование статей затрат	Сумма затрат, тыс. рублей
Амортизация основных фондов	22,86
Основная заработная плата	86,415
Дополнительная заработная плата	25,924
Отчисления на социальные нужды	25,924
Отчисления на страхование от несчастных случаев на производстве	2,592
Затраты на материалы	1421
Затраты на покупные изделия	503,16
Аренда производственного помещения	120
Услуги сторонних организаций	174,2
Затраты на электроэнергию	42,14
Накладные расходы	25,924
Итого	2449,14

3.4 Базовый вариант расчета

На основе справочной информации полученной от ЛПУ производится заполнение граф «Базовый вариант расчета» сводной таблицы 3.8. В эту графу входят такие параметры как стоимость основных фондов, эксплуатационные затраты, заработная плата обслуживающего персонала, отчисления на социальные нужды, накладные расходы и ущерб (приложение Б)

3.5 Показатели экономической эффективности изготовления турникета

3.5.1 Годовые приведенные затраты

Определяется по формуле:

$$Z_i = K_i \cdot P_H + C_i + Y_i \rightarrow \min , \quad (3.14)$$

где K_i - капитальные вложения;

P_H - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($P_H = 0,15$);

C_i - себестоимость продукции;

y_i - вероятный ущерб;

$$Z_{БАЗ} = 2400 \cdot 0,15 + 1045,63 + 435 = 1840 \text{ тыс.р.}$$

$$Z_{ПРОЕКТ} = 163,4 \cdot 0,15 + 5,32 + 0 = 29,83 \text{ тыс.р.},$$

где 5,32 тыс. рублей эксплуатационные затраты в расчете на единицу изделия.

3.5.2 Годовой экономический эффект

Вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{Z}_{БАЗ} - \mathcal{Z}_{ПРОЕКТ}, \quad (3.15)$$

$$\mathcal{E}_Г = 1840,63 - 29,83 = 1810,29 \text{ тыс.}$$

3.6 Сводная таблица затрат на изготовление изделия

На основе полученных расчетов составляем сводную таблицу 3.8 затрат на изготовление изделия в год.

Таблица 3.8 - Сводная таблица затрат на изготовление изделия в год

Наименование показателя	Базовый вариант расчета, тыс. руб.	Проектный вариант расчета, тыс. руб.
1	2	3
Капитальные затраты (Всего)	2400	163,4
Диагностический УЗ аппарат LOGIQ 3	2400	
Формато-раскроечный станок		135
Фрезер		10,9
Дрель-шуруповерт		2,1
Трубогиб		15,4
Эксплуатационные затраты (Всего)	1045,63	2449,14
Амортизация основных фондов(14 %)	336	22,91
Заработная плата	105,54	86,41
Дополнительная заработная плата(30 % от основной)	31,66	25,92
Отчисления на соц. нужды (30 %)	31,66	25,92
Отчисления на страхование от несчастных случаев(2 %)	2,11	2,59

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3
Материалы(Всего)		217,4
ДСП (40мм)		55,20
Труба хромированная 3000мм (2 шт.)		162,20
Комплектация (Всего)		1920,56
Фланец литой Jok15a (4 шт.)		36,80
Полкодержатель ЖОК 80-4		174,80
Саморезы 2,8×25мм		99,36
Клей эпоксидный		188,60
AS4Антистатический коврик		1421
Аренда помещения		120
Услуги сторонних организаций (шпонирование)		147,20
Электроэнергия (Всего)	92,4	42,14
Силовая	40	229
Осветительная	52,4	408
Накладные расходы	31,66	25,92
Ущерб	435	0
Показатели экономической эффективности изготовления турникета		
Годовые приведенные затраты	1840,63	29,83
Годовой экономический эффект	-	1810,8

Вывод: Расчеты показывают, что изготовление турникета для защиты медицинского оборудования от статического электричества экономически эффективно, потому что годовые приведенные затраты в расчете на единицу изделия по проекту меньше чем в базовом варианте расчета (29,83 < 1840,63 тыс. рублей) а годовой экономический эффект составляет 1810,8 тыс. рублей

4 Экологическая характеристика проекта

Целью данного раздела является создание экологически безопасных условий труда рабочего на производственной площадке. Дипломный проект посвящен разработке и расчету производства турникета для защиты медицинского оборудования от статического электричества. Для его изготовления требуются производственные мощности и человеческие ресурсы, требующие соблюдения безопасных условий труда и соблюдения санитарно-эпидемиологических норм.

В процессе производства связанного с использованием оборудования возникают негативные факторы, влияющие на здоровье и продолжительность жизни человека. В основном это воздействия техногенного характера, которые сопровождают технологический процесс производства. (Экология: учебник для технических ВУЗов Л.И.Цветкова 2001).

4.1 Экологическая значимость проекта

Для обеспечения безопасных условий труда определим основные источники опасных воздействий на человека, связанные с применяемым оборудованием, а именно:

- поражение электрическим током;
- электромагнитное излучение;
- вибрация;
- шум;
- загазованность и запыленность;
- микроклимат;
- освещение;
- вентиляция.

4.2 Нормирование вредных факторов влияющих на человека в процессе производства

4.2.1 Поражение электрическим током

В настоящее время поражения электрическим током на производстве составляют около 3 % всех травм, причем 10 % этих травм заканчиваются смертельным исходом. Наибольшее число электротравм наблюдается: сельское хозяйство – 13 %, строительство - 9,3 %, энергетика - 14,4 %, машиностроение - 5,42 %.

Проходя через человека электрический ток оказывает тепловое, химическое и биологическое воздействие.

Тепловое воздействие проявляется в виде ожогов участков кожи тела, перегрева различных органов, а также возникающих в результате перегревов, разрывов кровеносных сосудов и нервных волокон, иногда наблюдается обугливание тканей или своеобразные образования - "жемчужные бусы" - расплавление костного вещества с выделением фосфорно-кислого кальция.

Химическое действие ведет к электролизу крови и других содержащихся в организме растворов, что приводит к изменению их физико-химических свойств. Образующиеся при электролизе газы пары придают тканям ячеистое строение. При соприкосновении тела человека с металлами при электролизе возникает металлизация кожи и изменением цвета в зависимости от цвета металла.

Биологическое действие электрического тока проявляется в опасном возбуждении живых клеток и тканей организма, в результате чего они могут погибнуть. При прохождении тока через тело человека возникает возбуждение мускулатуры и нервных рецепторов, наблюдаются судороги скелетных мышц, которые приводят к остановке дыхания, открытым переломам и вывихам конечностей.

При воздействии электрического тока на организм человека происходят нарушения основных физиологических функций организма - дыхания, работы сердца, обмена веществ, а также электролиз крови и др. изменения.

Опасность поражения электрическим током характерна тем, что человек не может посредством своих органов чувств обнаружить на расстоянии наличие напряжения, и обнаруживает его в момент поражения. Действие электрического тока на человека может привести к двум видам поражений: электротравма и электроудар.

Электрические травмы - это местные поражения тканей организма, которые делятся на электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи и механические повреждения.

Электрические ожоги возникают при прохождении через тело человека значительных токов. При этом выделяется тепло достаточное для нагрева тканей тела человека до температуры от 60 °С до 70 °С, при которой свертывается белок и возникает ожог. Ожоги проникают глубоко в ткани тела и требуют длительного лечения, а иногда приводят к инвалидности. При напряжении выше 1000 вольт ожоги могут возникать без контакта человека с токоведущими частями при возникновении искрового заряда переходящего в электрическую дугу. Температура дуги достигает 4000 °С.

Ожоги возможны и при напряжении до 1000 вольт от воздействия электрической дуги между токоведущими частями.

Электрические знаки (метки тока) возникают при контакте с токоведущими частями и представляют собой припухлость с затвердевшей кожей серого или желтовато-бурого цвета овальной формы. Края знака очерчены серой или белой каймой. Эти знаки безболезненны, но могут привести к нарушению функции пораженного органа.

Электрометаллизация кожи - проникновение под поверхность кожи частиц металла вследствие разбрызгивания и испарения его под действием тока (дуги) или вследствие электролиза в месте соприкосновения человека с

токоведущими частями (Скляр Н.Е. Электробезопасность: учебное пособие. М., 2004).

Требования электробезопасности для участка, на котором производится изготовление изделия, соответствует ГОСТ 12.1.019-2009 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

4.2.2 Электромагнитное излучение

Допустимые уровни электромагнитного излучения (плотность потока электромагнитной энергии) отражаются в нормативах, которые устанавливают государственные компетентные органы, в зависимости от диапазона ЭМП. Эти нормы могут быть существенно различны в разных странах.

Нахождение в зоне с повышенными уровнями ЭМП в течение определённого времени приводит к ряду неблагоприятных последствий: наблюдается усталость, тошнота, головная боль. При значительных превышениях нормативов возможны повреждение сердца, мозга, центральной нервной системы. Излучение может влиять на психику человека, появляется раздражительность, человеку трудно себя контролировать. Возможно, развитие трудно поддающихся лечению заболеваний, вплоть до раковых. В частности, корреляционный анализ показал прямую средней силы корреляцию заболеваемости злокачественными заболеваниями головного мозга с максимальной нагрузкой от ЭМИ даже от использования такого маломощного источника, как мобильные радиотелефоны. Эти данные не должны быть причиной для радиофобии, однако очевидна необходимость в существенном углублении сведений о действии ЭМИ на живые организмы. (Богуш В.А. Электромагнитное излучение: учеб. издание. М., 2003).

Производство турникета соответствует нормативам СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях, на рабочих местах, санитарно-эпидемиологические правила и нормативы», а также гигиенические нормативы ГДР (ПДУ) 5803-91 (ДНАОП 0.03-3.22-91) «Предельно допустимые

уровни (ПДУ) воздействия электромагнитных полей (ЭМП) диапазона частот от 10 до 60 кГц».

4.2.3 Вибрация

Колебания материальных тел при низких частотах (от 3 до 100 Гц) с большими амплитудами от 0,5 до 0,003 мм, ощущаются человеком, как вибрация и сотрясения. Вибрации широко используются на производстве: уплотнение бетонной смеси, бурение шпуров (скважин) перфораторами, рыхление грунтов и др.

Однако вибрации и сотрясения оказывают вредное влияние на организм человека, вызывают виброболезнь - неврит. Под воздействием вибрации происходит изменение в нервной, сердечно-сосудистой и костно-суставной системах: повышение артериального давления, спазмы сосудов конечностей и сердца. Это заболевание сопровождается головными болями, головокружением, повышенной утомляемостью, онемением рук. Особенно вредны колебания с частотой от 6 до 9 Гц, частоты близки к собственным колебаниям внутренних органов и приводят к резонансу, в результате происходят перемещения внутренних органов (сердце, легкие, желудок) и раздражению их (Меньшов А.А. Влияние производственной вибрации и шума на организм человека. М.: Кнорус, - 2006).

Нормирование технологической вибрации производится в зависимости от ее направления в каждой октавной полосе (от 1,6 Гц до 1000 Гц) со среднеквадратическими виброскоростями (от 1,4 до 0,28) от 10 до 2 м/с, и логарифмическими уравнениями виброскорости (от 115 до 109 Дб), а также виброускорением (от 85 до 0,1 м/с). Нормирование общей технологической вибрации производится также в 1/3 октавных полосах частот (от 1,6 Гц до 80 Гц. Условия труда при изготовлении турникета соответствуют ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность Общие требования».

4.2.4 Шум

Источниками акустического шума могут служить любые колебания в твёрдых, жидких и газообразных средах; в технике основные источники шума — различные двигатели и механизмы. Общепринятой является следующая классификация шумов по источнику возникновения:

- механические;
- гидравлические;
- аэродинамические;
- электрические.

Повышенная шумность машин и механизмов часто является признаком наличия в них неисправностей или нерациональности конструкций. Источниками шума на производстве является транспорт, технологическое оборудование, системы вентиляции, пневмо- и гидроагрегаты, а также источники, вызывающие вибрацию.

Шум звукового диапазона приводит к снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении различных видов работ. Шум замедляет реакцию человека на поступающие от технических устройств сигналы. Шум угнетает центральную нервную систему (ЦНС), вызывает изменения скорости дыхания и пульса, способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечнососудистых заболеваний, язвы желудка, гипертонической болезни. При воздействии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонок, контузия, а при ещё более высоких (более 160 дБ) и смерть (Жидецкий В.Ц. Основы охраны труда. СПб. 2000).

Допустимый уровень шума на рабочем месте слесаря осуществляющего изготовление изделия, в жилых помещениях, общественных зданиях и территории жилой застройки не выходит за нормативы ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ «Шум. Общие требования безопасности», СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Нормирование шума звукового диапазона осуществляется двумя методами: по предельному спектру уровня шума и по децибелам. Первый метод устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) в девяти октавных полосах со среднегеометрическими значениями частот 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Второй метод применяется для нормирования непостоянных шумов и в тех случаях, когда не известен спектр реального шума. Нормируемым показателем в этом случае является эквивалентный уровень звука широкополосного постоянного шума, оказывающий на человека такое же влияние, как и реальный непостоянный шум, измеряемый по шкале А шумомера.

4.2.5 Загазованность и запыленность

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-83 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» повышенная запыленность и загазованность воздушной среды рабочей зоны относится к физически опасным и вредным производственным факторам.

Многие вещества, попадая в организм, приводят к острым и хроническим отравлениям. Способность вещества вызывать вредные действия на жизнедеятельность организма называют токсичностью.

По степени потенциальной опасности воздействия на организм человека вредные вещества, содержащиеся в воздухе рабочей зоны разделены на 4 группы:

- I класс — чрезвычайно опасные (озон и др.);
- II класс — высокоопасные (сероводород и др.);
- III класс — умереноопасные (камфара и др.);
- IV класс — малоопасные (аммиак).

Основным критерием качества воздуха является предельно допустимые концентрации (ПДК). Фактическая концентрация вредных веществ на рабочем месте слесаря не превышает значений изложенных в ГОСТ 12.1.007-76.

4.2.6. Микроклимат рабочей зоны

При производственных процессах практически всегда выделяется тепло. Источниками тепла являются печи, котлы, паропроводы, газопроводы и пар. В теплое время года добавляется тепло солнечного излучения. Человек постоянно находится в процессе теплового взаимодействия с окружающей средой. Для нормального течения физиологических процессов в организме человека необходимо, чтобы выделяемое организмом тепло отводилось в окружающую среду.

Когда это условие соблюдается, наступают условия комфорта и у человека не ощущается беспокоящих его тепловых ощущений - холода или перегрева.

Отдача тепла организмом человека происходит посредством теплопроводности через одежду, конвекции в результате омывания воздухом тела человека, излучения, и за счет потоотделения - испарения влаги с поверхности кожи. Количество тепла, отдаваемого организмом каждым из этих путей, зависит от параметров микроклимата на рабочем месте. Излучение тепла происходит в окружающую среду, если в ней температура, ниже температуры поверхности одежды (от 27°C до 30°C) и открытых частей тела ($33,5^{\circ}\text{C}$). При высоких температурах (от 30°C до 35°C) окружающей среды теплоотдача излучением полностью прекращается, а при более высоких температурах теплообмен идет в обратном направлении - от окружающей поверхности к человеку.

Отдача тепла испарением пота зависит от относительной влажности и скорости движения воздуха.

Величина тепловыделения организмом человека зависит от степени физического напряжения и составляет от $313,8$ кДж в состоянии покоя; до $167,3$ мДж при тяжелой работе. Для комфортных условий работы необходимо, чтобы тепловыделение организма равнялось его теплоотдаче, при этом температура внутренних органов человека остается постоянной (около $36,6^{\circ}\text{C}$). Способность

организма поддерживать постоянной температуру при изменении параметров микроклимата и при выполнении различной по тяжести работы называется терморегуляцией.

При высокой температуре воздуха кровеносные сосуды поверхности тела расширяются, повышается приток крови и теплоотдача увеличивается. При снижении температуры воздуха сосуды поверхности тела сужаются - уменьшается приток крови и отдача тепла. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Нормальной температурой окружающей среды можно считать от 15 °С до 25 °С.

Повышенная влажность (больше 85 %) затрудняет терморегуляцию вследствие снижения испарения пота, а слишком низкая (меньше 20 %) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей. Нормальной считается влажность от 40 % до 60 %.

Относительная влажность - это отношение содержания водных паров в 1 м³ воздуха к их максимально возможному содержанию при данной температуре, выраженное в процентах.

Движение воздуха в помещении способствует теплоотдаче организма, но при низкой температуре является неблагоприятным фактором. В зимнее время года скорость движения воздуха не должны превышать от 0,3 до 0,5 м/с, а летом от 0,5 до 1 м/с. Снижение теплоотдачи организма может привести к перегреву тела. Большая влажность воздуха, его неподвижность и наличие непроницаемой для воздуха и пота одежды способствует перегреву-нарушению терморегуляции организма. Терморегуляция организма резко нарушается при температуре воздуха выше 30 °С и влажность 85 % и более, при этом наблюдается нарастающая слабость, головная боль и может наступить тепловой удар, который сопровождается повышением температуры тела (до 42 °С) и потерей сознания. (Косолапова Н.В Основы безопасности жизнедеятельности: учебное пособие. М., 2008)

Микроклимат рабочей зоны слесаря занятого на производстве турникета соответствует ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

4.2.7 Освещение

Безопасность и здоровье условия труда в большой степени зависят от освещенности рабочих мест и помещений. Неудовлетворительное 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.

Промышленное освещение делится на: естественное, искусственное
Освещение промышленных помещений (Клюев Е.А.) 1960.

Освещение производственных помещений занятых производством изделия, а так же складских, общественных отвечает требованиям ГОСТ 12.4.064-84, ГОСТ 12.4.034-2001.

4.2.8 Вентиляция

Важным средством обеспечения нормальных санитарно-гигиенических и метрологических условий в производственных помещениях является вентиляция - это организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного промышленными вредностями воздуха.

По способу подачи в помещение воздуха и удаления его, вентиляцию делят на: естественную, механическую, смешанную. (Родин А.К. Вентиляция производственных зданий. Орел, 1997)

Вентиляционные системы в производственных помещениях в комплексе с технологическим оборудованием, выделяющие вредные вещества,

избыточное тепло или влагу, обеспечивают метеорологические условия и чистоту воздуха, соответствующие требованиям ГОСТ 12.1.005–88, на постоянных и временных рабочих местах в рабочей зоне производственного помещения.

В обслуживаемой зоне административно-бытовых помещений промышленных предприятий, а также в помещениях общественных зданий обеспечены метеорологические условия в соответствии с требованиями строительных норм и правил по проектированию отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

4.3 Вывод

В процессе производства связанного с использованием оборудования возникают негативные факторы, влияющие на здоровье и продолжительность жизни человека. В основном это воздействия техногенного характера, которые сопровождают технологический процесс производства.

Для обеспечения безопасности и соблюдения экологии производственной среды мы определили возможные вредные воздействия и произвели их нормирование в соответствии с действующими документами об охране труда в производстве.

Требования электробезопасности для участка, на котором производится изготовление изделия, соответствует ГОСТ 12.1.019-2009 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Производство турникета соответствует нормативам СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях, на рабочих местах, санитарно-эпидемиологические правила и нормативы», а также гигиенические нормативы ГДР (ПДУ) 5803-91 (ДНАОП 0.03-3.22-91) «Предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия электромагнитных полей (ЭМП) диапазона частот от 10 до 60 кГц».

Условия труда при изготовлении турникета соответствуют ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность Общие требования».

Допустимый уровень шума на рабочем месте слесаря осуществляющего изготовление изделия, в жилых помещениях, общественных зданиях и территории жилой застройки не выходит за нормативы ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»,

Фактическая концентрация вредных веществ на рабочем месте слесаря не превышает значений изложенных в ГОСТ 12.1.007-76.

Микроклимат рабочей зоны слесаря занятого на производстве турникета соответствует ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Освещение производственных помещений занятых производством изделия, а так же складских, общественных отвечает нормам ГОСТ 12.4.064-84, ГОСТ 12.4.034 – 2001.

Вентиляционные системы в производственных помещениях в комплексе с технологическим оборудованием, выделяющие вредные вещества, избыточное тепло или влагу, обеспечивают метеорологические условия и чистоту воздуха, соответствующие требованиям ГОСТ 12.1.005–88, на постоянных и временных рабочих местах в рабочей зоне производственного помещения.

5 Анализ условий и обеспечение безопасности труда персонала, осуществляющего эксплуатацию оборудования рентгенологического кабинета

Основным источником опасности для обслуживающего персонала и обследуемых пациентов является ионизирующая радиация.

Ионизирующая радиация при воздействии на организм человека может вызвать два вида эффектов, которые клинической медициной относятся к болезням: детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевой дерматит, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и др.) и стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни).

С целью ограничения воздействия ионизирующей радиации устанавливаются нормы на следующие виды воздействия ионизирующего излучения на человека:

- в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;
- в результате радиационной аварии;
- от природных источников излучения;
- при медицинском облучении.

Принципы контроля и ограничения радиационных воздействий в медицине основаны на получении необходимой и полезной диагностической информации или терапевтического эффекта при минимально возможных уровнях облучения.

Система обеспечения радиационной безопасности при проведении медицинских рентгенологических исследований должна предусматривать практическую реализацию трех основополагающих принципов радиационной безопасности - нормирования, обоснования и оптимизации.

Принцип нормирования реализуется установлением гигиенических нормативов (допустимых пределов доз) облучения для различных групп (категорий).

Группа А облучаемых лиц, или персонал (профессиональные работники) – лица, которые постоянно или временно работают непосредственно с источниками ионизирующих излучений (ИИИ).

Группа Б облучаемых лиц, или ограниченная часть населения – лица, которые не работают непосредственно с ИИИ, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могут подвергаться воздействию радиоактивных веществ и других источников излучения, применяемых в учреждении и (или) удаляемых во внешнюю среду. Уровень облучения лиц категории Б определяется по критической группе (небольшая по численности группа лиц категории Б, однородная по условиям жизни, возрасту, полу или другим факторам, которая подвергается наибольшему радиационному воздействию в пределах учреждения, его санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения).

Группа В облучаемых лиц или население – население страны, республики, края или области.

Также устанавливаются три группы критических органов:

- I группа – все тело, гонады и красный костный мозг;
- II группа – мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталики глаза и другие органы, за исключением тех, которые относятся к I и III группам;
- III группа – кожный покров, костная ткань, кисти, предплечья, голени и стопы.

Пределы доз нормируются в Зивертах (Зв) на килограмм (кг) в отношении к коэффициенту качества (k – коэффициент для учета биологической эффективности разных видов ионизирующего излучения).

Доза эффективная (E) - величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности.

Доза эффективная (эквивалентная) годовая - сумма эффективной (эквивалентной) дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной (эквивалентной) дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год.

Единица годовой эффективной дозы - зиверт (Зв).

Доза эффективная коллективная - мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения; она равна сумме индивидуальных эффективных доз. Единица эффективной коллективной дозы - человеко-зиверт.

Для работников (персонала) средняя годовая эффективная доза равна 20 мЗв или эффективная доза за период трудовой деятельности (50 лет) - 1000 мЗв (1 зиверт); допустимо облучение в годовой эффективной дозе до 50 мЗв (0,05 зиверта) при условии, что средняя годовая эффективная доза, исчисленная за пять последовательных лет, не превысит 20 мЗв (0,02 зиверта). Для женщин в возрасте до 45 лет эквивалентная доза на поверхности нижней части области живота не должна превышать 1 мЗв (0,001 зиверта) в месяц.

Для практически здоровых лиц годовая эффективная доза при проведении профилактических медицинских рентгенологических процедур и научных исследований не должна превышать 1 мЗв (0,001 зиверта).

Принцип обоснования при проведении рентгенологических исследований реализуется с учетом следующих требований:

- приоритетное использование альтернативных (нерадиационных) методов;
- проведение рентгенодиагностических исследований только по клиническим показаниям;
- выбор наиболее щадящих методов рентгенологических исследований;
- риск отказа от рентгенологического исследования должен заведомо превышать риск от облучения при его проведении.

Принцип обоснования при проведении рентгенотерапии реализуется с учетом следующих требований:

- использование метода только в случаях, когда ожидаемая эффективность лечения с учетом сохранения функций жизненно важных органов превосходит эффективность альтернативных (нерадиационных) методов;

- риск отказа от рентгенотерапии должен заведомо превышать риск от облучения при ее проведении.

Принцип оптимизации или ограничения уровней облучения при проведении рентгенологических исследований осуществляется путем поддержания доз облучения на таких низких уровнях, какие возможно достичь при условии обеспечения необходимого объема и качества диагностической информации или терапевтического эффекта.

Обеспечение радиационной безопасности при проведении рентгенологических исследований включает:

- проведение комплекса мер технического, санитарно-гигиенического, медико-профилактического и организационного характера;

- осуществление мероприятий по соблюдению правил, норм и нормативов в области радиационной безопасности;

- информирование населения (пациентов) о дозовых нагрузках, возможных последствиях облучения, принимаемых мерах по обеспечению радиационной безопасности;

- обучение лиц, назначающих и выполняющих рентгенологические исследования, основам радиационной безопасности, методам и средствам обеспечения радиационной безопасности.

Безопасность работы в рентгеновском кабинете обеспечивается посредством:

- применения рентгеновской аппаратуры и оборудования, отвечающих требованиям технических и санитарно-гигиенических нормативов, создающих

требуемую клиническую результативность при обеспечении требований радиационной безопасности;

- обоснованного набора помещений, их расположения и отделки;
- использования оптимальных физико-технических параметров работы рентгеновских аппаратов при рентгенологических исследованиях;
- применения стационарных, передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты персонала, пациентов и населения;
- обучения персонала безопасным методам и приемам проведения рентгенологических исследований;
- соблюдения правил эксплуатации коммуникаций и оборудования;
- контроля за дозами облучения персонала и пациентов;
- осуществления производственного контроля за выполнением норм и правил по обеспечению безопасности при рентгенологических исследованиях и рентгенотерапии.

При оценке условий труда в рентгеновских кабинетах должно учитываться воздействие следующих опасных и вредных производственных факторов:

- повышенный уровень ионизирующего излучения;
- опасный уровень напряжений в электрических силовых цепях, замыкание которых может пройти через тело человека;
- повышенная температура элементов технического оснащения;
- повышенные физические усилия при эксплуатации рентгеновского оборудования;
- возможность воздушной и контактной передачи инфекции;
- наличие следов свинцовой пыли на поверхности оборудования и стенах;
- повышенный уровень шума, создаваемого техническим оснащением;
- пожарная опасность.

При эксплуатации фотолаборатории должно быть учтено воздействие дополнительных опасных и вредных факторов:

- низкий уровень освещенности;

- контакт с химически активными веществами (окислителями типа метола, гидрохинона и т.п.);

- образование отравляющих соединений при возгорании фотоплечных материалов.

Радиационная безопасность персонала рентгеновского кабинета обеспечивается системой защитных мероприятий конструктивного характера при производстве рентгеновских аппаратов, планировочными решениями при их эксплуатации, использованием стационарных, передвижных и индивидуальных средств радиационной защиты, выбором оптимальных условий проведения рентгенологических исследований, осуществлением радиационного контроля.

Радиационная безопасность персонала обеспечивается:

- ограничениями допуска к работе с источниками излучения по возрасту, полу, состоянию здоровья, уровню предыдущего облучения и другим показателям;

- знанием и соблюдением правил работы с источниками излучения;

- достаточностью защитных барьеров, экранов и расстояния от источников излучения, а также ограничением времени работы с источниками излучения;

- созданием соответствующих условий труда;

- применением индивидуальных средств защиты;

- соблюдением установленных контрольных уровней;

- организацией радиационного контроля;

- организацией системы информации о радиационной обстановке;

- проведением эффективных мероприятий по защите персонала при планировании повышенного облучения в случае угрозы и возникновении аварии.

5.1 Расчет освещенности

Помещение рентгенологического кабинета имеет площадь 48 м², при ширине 6 м, длине 8 м, высоте 3 м. В данном помещении установлено четыре светильника на основе люминесцентных ламп, используются светильники марки ARS/R 418 рассчитанные на две лампы дневного света.

Расчет искусственного освещения будем производить методом коэффициента использования светового потока, который учитывает световой поток, отраженный от потолка и стен. Световой поток лампы Φ , лм, рассчитывается по формуле

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot z \cdot k_3}{N \cdot n \cdot u}, \quad (5.1)$$

где E_H - нормированная минимальная освещенность, соответствует минимальной освещенности для рентгеновского кабинета 200 лк;

S - площадь освещаемого помещения, м²;

z - коэффициент неравномерности освещения;

k_3 - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации;

N - число светильников, шт;

n - число ламп в светильнике, шт;

u - коэффициент использования светового потока.

Коэффициент неравномерности z зависит от светораспределения светильников и их расположения в пространстве. Он учитывает, что в реальных условиях неизбежна некоторая неравномерность освещения поверхности. При расположении светильников близком к наивыгоднейшему, его можно принять $z=1.1$.

Коэффициент запаса k_3 учитывает снижение освещенности из-за загрязнения и старения лампы. В данном случае используются

люминесцентные лампы в помещениях при запыленности менее 5 мг/м^3 . следовательно, $k_3=1.5$.

Световой поток Φ и находится через индекс помещения i предположительно оцениваются коэффициенты отражения поверхностей помещения:

- потолка - P_n ;
- стен - P_c ;
- стола - P_p .

Для данного помещения предусмотрены меры, обеспечивающие низкий коэффициент отражения. Поэтому $P_n=30\%$, $P_c=30\%$ и $P_p=10\%$.

Индекс помещения i находится по формуле

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}, \quad (5.2)$$

где H_p - расчетная высота подвеса, м;

A - ширина помещения, м;

B - длина помещения, м.

Высота подвеса в данном случае составляет 1,5м.

Подставив соответствующие значения в формулу, получим:

$$i = \frac{6 \cdot 8}{1.5 \cdot (6 + 8)} = 2.285.$$

Коэффициент использования светового потока в соответствии с выбранным типом светильника выбираем из рисунка 5.1 с учетом отражения света.

ALS OPL 418								
потолок	80	80	80	70	50	50	30	0
стены	80	50	30	50	50	30	30	0
пол	30	30	10	20	10	10	10	0
0,6	44	28	22	27	25	21	21	17
0,8	50	35	28	33	31	27	27	22
1	55	40	32	38	36	32	31	27
1,25	59	46	38	43	40	37	36	32
1,5	62	50	41	47	44	40	40	36
2	66	55	46	51	48	45	44	40
2,5	69	59	49	55	51	48	47	44
3	70	63	52	57	53	51	50	47
4	72	66	55	60	55	53	52	49
5	74	68	57	62	57	55	54	51

Рисунок 5.1- Коэффициент использования светового потока для светильника
ALS OPL 418

Коэффициент использования светового отражения составляет 47 %

Далее определим световой поток

$$\Phi = \frac{200 \cdot 48 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{4 \cdot 1 \cdot 0,47} = 2052,2 \text{ лм}$$

Затем по полученному значению определяем мощность рекомендуемой для использования лампы типа ЛХБ, которая составляет 40 Вт.

5.2 Возможные чрезвычайные ситуации

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, природного явления, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, материальный ущерб, нарушение условий жизнедеятельности человека.

Основные причины возникновения ЧС:

- внутренние причины (сложность технологий, недостаточная квалификация специалистов, проектно-конструкторские недоработки и др.);

- внешние причины (стихийные бедствия, терроризм, перебои с подачей электроэнергии и др.).

Наиболее возможной чрезвычайной ситуацией может быть пожар.

Согласно стандартному определению, пожар - это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб. В этом определении не отражена опасность, которую представляют пожары для людей.

Согласно ГОСТ 12.1.004 - 91, пожарная безопасность - это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей. С учетом этого определения разрабатывают профилактические мероприятия и систему пожарной защиты.

В рентгенологическом кабинете пожар может возникнуть из-за причин электрического характера: короткие замыкания, перегрузки, искрения от нарушения изоляции. При горении некоторых пластмассовых частей электроустановки могут выделяться различные пылевидные вещества, которые представляют собой значительную взрывную и пожарную опасность.

Опасными факторами пожара являются повышенная температура воздуха и предметов, открытый огонь и искры, токсические продукты горения, дым, взрывы, пониженная концентрация кислорода.

Средства пожаротушения бывают:

- первичные (огнетушители, гидropомпы, ведра, бочки с водой, ящики с песком, лопаты, асбестовые полотна, топоры и др.);

- стационарные (неподвижно смонтированные аппараты, трубопроводы и оборудование, которые предназначены для подачи огнегасильных средств к местам загорания);

- передвижные (пожарные машины).

Успешное тушение пожара в значительной мере зависит от правильно организованной и надежно действующей связи и сигнализации.

Если пожар не удастся потушить своими силами, то необходимо прибегнуть к эвакуации людей из помещения. Эвакуация людей при пожаре - вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара. Эвакуация людей при пожаре производится в соответствии с планом эвакуации, в котором указаны эвакуационные пути и выходы, установлены правила поведения людей, а также порядок и последовательность действия обслуживающего персонала на объекте при возникновении пожара.

Проведем расчет времени эвакуации здания лечебно-профилактического учреждения где расположен рентгеновский кабинет. По категории помещение относится к группе В и II степени огнестойкости. Допустимая продолжительность эвакуации из здания $t_{\text{доп}}$ не должна превышать 6 минут. Рентгеновский кабинет располагается в правом крыле одноэтажного здания.

Время задержки эвакуации принимается три минуты с учетом того, что здание ЛПУ имеет автоматическую систему сигнализации и используется система записанных заранее типовых фраз.

Плотность движения людского потока D , определяется по формуле:

$$D_i = \frac{N_i \cdot f}{l_i \cdot b_i}, \quad (5.3)$$

где N_i - число людей на i -м участке, чел.;

f - средняя площадь горизонтальной проекции человека, $\text{м}^2/\text{чел.}$;

l_i, b_i - длина и ширина i -го участка пути, м.

Для определения времени движения людей по первому участку (рентгеновский кабинет), с учетом габаритных размеров проходов между оборудованием (длина 8 м, ширина 6 м), определяется плотность движения людского потока, $D_{\text{каб}}$, на первом участке по формуле :

$$D_{\text{каб.}} = \frac{2 \cdot 0,1}{8 \cdot 6} = 0,004 \text{ м/м}^2$$

По таблице 5.1 скорость движения составляет 100 м/мин, интенсивность движения 1 м/мин.

Время движения по первому участку пути, $t_{\text{каб.}}$, рассчитывается по формуле:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}, \quad (5.4)$$

где v_i - значение скорости движения людского потока по горизонтальному пути на i -м участке.

$$t_{\text{таб.}} = \frac{4}{100} = 0,04 \text{ мин}$$

Длина дверного проема принимается равной нулю. Наибольшая возможная интенсивность движения в проеме в нормальных условиях $q_{\text{д max}}$ принимается 19,6 м/мин, интенсивность движения в проеме $q_{\text{д}}$ шириной 1,2 м рассчитывается по формуле:

$$q_{\text{д}} = 2,5 + 3,75b; \quad (5.5)$$

где b - ширина дверного проема, м, в нашем случае она равна 1,2 метра;

$$q_{\text{д1}} = 2,5 + 3,75 + 1,2 = 7 \text{ м/мин}$$

$q_{\text{д1}} < q_{\text{д max}}$, поэтому движение через проем проходит беспрепятственно.

Время движения в дверном проеме определяется по формуле:

$$t_{д} = \frac{n_i \cdot f}{q_{д} \cdot b} \quad (5.6)$$

$$t_{д1} = \frac{2 \cdot 0,1}{7 \cdot 1,2} = 0,02 \text{ мин}$$

Далее рассчитываем плотность людского потока и время движения по коридору в сторону главного выхода, $D_{кор}$ по формуле (5.3), учитывая, что количество находящихся в здании составляет 150 человек, а длина коридора (от рентгеновского кабинета до центрального выхода) составляет 20 м:

$$D_{кор} = \frac{150 \cdot 0,1}{20 \cdot 2} = 0,3 \text{ м/м}^2$$

Таблица 5.1 - Значение скорости движения людского потока на участке в зависимости от плотности потока

Плотность потока, D , м/м ²	Горизонтальный путь		Дверной проем
	Скорость, v , м/мин	Интенсивность, q , м/мин	Интенсивность, q , м/мин
0,01	100	1	1
0,05	90	5	5
0,1	80	8	8,7
0,2	60	12	13,4
0,3	47	14,1	16,5
0,4	40	φ	18,4
0,6	27	16,2	19
0,7	23	16,1	18,5
0,8	19	15,2	17,3
0,9 и более	15	13,5	8,5

По таблице 5.1 скорость движения по коридору 4 этажа: 47 м/мин и интенсивность движения 14,1 м/мин. Значит, время движения по этому участку, $t_{кор}$, определяемое по формуле (5.4), составит:

$$t_{кор} = \frac{20}{47} = 0,42 \text{ мин}$$

Для определения времени движения людей по тамбуру перед выходом на улицу, с учетом его размеров (длина 4 м, ширина 3 м), определяется плотность движения людского потока D_t на последнем участке пути эвакуации по формуле (5.3), учитывая, что общая численность эвакуирующихся людей составит 150 человек.

$$D_t = \frac{150 \cdot 0,1}{4 \cdot 3} = 1,25 \text{ м/м}^2$$

Интенсивность движения, q_t , согласно таблице 5.1 составляет 12 мин, а скорость движения 60 м/мин.

Время движения в тамбуре перед выходом на улицу, t_t , согласно формуле (5.4):

$$t_t = \frac{4}{60} = 0,06 \text{ мин}$$

Интенсивность движения в дверном проеме, выходящем на улицу $q_{д.ул}$ шириной 1,8 м рассчитывается по формуле

$$q_{д.ул.} = \frac{q_t \cdot n_i}{b} \quad (5.7)$$

$$q_{д.ул.} = \frac{12 \cdot 3}{1,8} = 20 \text{ м/мин}$$

$q_{д.ул} > q_{дmax}(19,6 \text{ м/мин})$, поэтому движение через проем проходит с задержкой, следовательно принимаем интенсивность движения через выходную дверь равным значению при максимальной плотности людского потока: 8,5 м/мин.

Время движения в дверном проеме, выходящем на улицу, по формуле (5.6):

$$t_{д.ул} = \frac{150 \cdot 0,1}{8,5 \cdot 1,8} = 0,98 \text{ мин}$$

Расчетное время эвакуации через главный выход, t_p рассчитывается по формуле:

$$t = t_{лаб.} + t_{д1} + t_{кор} + t_{т} + t_{д.ул}, \quad (5.8)$$

где $t_{зз}$ - время задержки начала эвакуации;

$t_{лаб.}$, $t_{д1}$, $t_{кор}$, $t_{т}$, $t_{д.ул.}$ - время движения людского потока на каждом из участков.

Таким образом, расчетное время эвакуации по главной лестнице составляет:

$$t = 0,04 + 0,02 + 0,42 + 0,06 + 0,98 = 1,52 \text{ мин}$$

Данное время удовлетворяет требованию по срокам полной эвакуации людей из здания при возникновении пожара (не превышает 6 минут), рассчитанному выше согласно указаниям из СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

5.3 Вывод

В данном разделе учебника рассматривается организация безопасности жизнедеятельности рентгеновского кабинета. Приведена общая характеристика безопасности объекта связанная с возможностью обучения ионизирующей радиацией, а так же произведен расчет искусственного освещения кабинета и расчет времени эвакуации людей при пожаре.

Заключение

Применение в ЛПУ турникета для защиты медицинского оборудования от статического электричества позволит свести к минимуму случаи выхода из строя медицинского диагностического оборудования в результате электростатического поражения компонентов. Тем самым сократит затраты на мероприятия, нацеленные на восстановление работоспособности медицинской техники.

Список использованных источников

1 ГОСТ Р 53734.5.1-2009 Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. – Введ. 2010 – 01 – 09. - М.: Стандартиформ, 2011. - Режим доступа: http://www.astena.ru/gost_esd1.html

2 ГОСТ Р 53734.5.2 - 2009 Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Руководство по применению. — Введ. 2010 – 01 – 09. – М.: Стандартиформ, 2011. - Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/50/50194.shtml>.

3 Партала, О. Н. Строительные материалы / О. Н. Партала. - СПб. : Наука и техника, 2000. - 208 с. - (Материаловеденье). - ISBN 5-7931-0102-0.

4 Скляренко, В. К. Экономика предприятия: учеб. для вузов / В. К. Скляренко, В. М. Прудников. - Москва : ИНФРА-М, 2008. - 528 с. - (100 лет Российской экономической академии им. Г. В. Плеханова). - ISBN 978-5-16-002851-4.

5 Экономика: метод. пособие к учебной дисциплине (для неэкономических спец.) на основе Гос. стандарта / В. Ф. Бондарев [и др.] . - Орел : Орлов. с/х ин-т, 1993. - 246 с.

6 Чмышенко, Е. Г. Экономика предприятия: метод. указ. по выполнению курсовой работы / Е. Г. Чмышенко, Е. В. Чмышенко, М. О. Подкопаева; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2005. - 40 с.

7 Финансы предприятий: учебник для вузов / Н.В. Колчина [и др.] ; под ред. Н.В. Колчиной.- 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. - 447 с. - ISBN 5-238-00231-9.

8 Планирование на предприятии: учеб. пособие для вузов / Е. Н. Симунин [и др.] .- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : КноРус, 2008. - 336 с. - ISBN 978-5-390-00042-7.

9 20 СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*": утв. Приказом Минрегиона РФ от 27.12.2010 N 783. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

10 Медицинские статьи: Влияние шума на организм человека. - 2011. - Режим доступа - <http://www.medkrug.ru/article/show/4485>.

11 СН 2.2.4./2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых общественных зданий и на территории жилой застройки: утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31.10.96 г. № 36. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

12 СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 N 21. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

13 Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учеб. пособие для вузов / П.П. Кукин [и др.]- 2-е изд., испр. и доп. - М. : Высш. шк., 2001. - 319 с. - ISBN 5-06-004157-3.

14 Русак, О.Н. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов / О.Н. Русак, К.Р. Малаян, Н.Г. Занько .- 3-е изд., испр. и доп.. - СПб. : Лань, 2001. - 448с. : ил. - ISBN 5-8114-0284-8.

15 Ефремов, И. В. Расчет времени эвакуации: метод. указ. к диплом. проектированию / И. В. Ефремов, В. А. Грузинцева, Е. А. Колобова . - Оренбург : ОГУ, 2006. - 30 с.

Приложение А (обязательное)

Нормы времени на изготовление турникета

Таблица А.1

Операция	Время на выполнение, мин
1 Разметка материала из ДСП	6
2 Раскрой материала из ДСП на станке	5
3 Проверка размеров	5
4 Сверление отверстий в плите	5
5 Проверка размеров	6
6 Разметка паза	10
7 Фрезерование паза	15
8 Проверка размеров	5
9 Разметка трубы	6
10 Проверка размеров	5
11 Сгибание трубы	15
12 Сверление отверстий в трубе	5
13 Проверка размеров	5
14 Окончательная обработка	8
15 Сборка и протяжка проводки	6
16 Проверка общих размеров и целостности проводки	20
17 Заливка эпоксидной смолой паза плиты ДСП	25
18 Шлифовка	5
19 Проверка эксплуатационных параметров	7

Приложение Б (справочное)

Счет за оказание услуг по восстановлению работоспособности ультразвукового аппарата LOGIQ 3

КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ №

Заказчик: ООО "ЭЛИНС", г. Оренбург

Вниманию:

Продавец:

Тип, артикул	Описание	Кол-во	Стоимость, руб., включая НДС 18%.
	Жесткий диск для аппарата LOGIQ 3 / BEP ASSY VER 2 FOR LOGIQ 3	1	372 276,97
	Программное обеспечение для LOGIQ 3		3 143,90
Итого, руб:			375 420,87

УСЛОВИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ

Цена: Цены приведены в рублях РФ на условиях поставки услуг в г. Оренбург

Срок действия: Наши цены действительны

Продавец (подпись и печать):

Управляющий продажами сервиса
"31" января 2012 г.

Приложение В *(справочное)*

МЕТОДИКА № 1М-43.2

проверки и испытания устройств защитного отключения (УЗО) и выключателей дифференциального тока (ВДТ).

I. Область применения.

1.1. Настоящий документ разработан для применения производственной электротехнической лабораторией при работах в электроустановках.

1.2. Настоящий документ определяет методику проверки работоспособности устройства защитного отключения.

1.3. Проверка производится на основании требования параграфа 1.8.34. (п.5) ПУЭ.

1.4. Цель проверки - проверка параметров устройства защитного отключения на соответствие требованиям завода-изготовителя и проектной документации.

2. Объект измерения.

2.1. Устройство защитного отключения представляет собой быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток (далее УЗО-Д) в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке.

2.2. УЗО-Д предназначено для защиты людей от поражения электрическим током при контакте с проводящими частями электроустановки и для предотвращения возгорания и пожаров, возникающих вследствие длительного протекания токов утечки и развивающихся из них токов короткого замыкания.

2.3. УЗО-Д, предназначенные для защиты людей, устанавливаются в квартирных (этажных) щитках, в торговых киосках и т.д.

УЗО-Д предназначенные для осуществления противопожарной защиты, устанавливаются на главном вводе электроустановки здания.

3. Определяемые характеристики.

3.1. Номинальный отключающий дифференциальный ток - значение дифференциального тока, которое вызывает отключение УЗО-Д при заданных условиях эксплуатации.

3.2. Пятикратная проверка срабатывания УЗО-Д нажатием кнопки "Тест".

3.3. Согласно "Временных указаний по применению УЗО в электроустановках жилых зданий" И.П. от 29.04.97г. № 42-6/9-ЭТ в этажных и квартирных щитках устанавливаются УЗО-Д с номинальным отключающим дифференциальным током.

- 30, 100, 300 мА - на вводах

- 10,30 мА - на линиях.

3.4. Точность измерений определяется классом применяемых приборов, который должен быть не ниже 0,5.

4. Условия изменений.

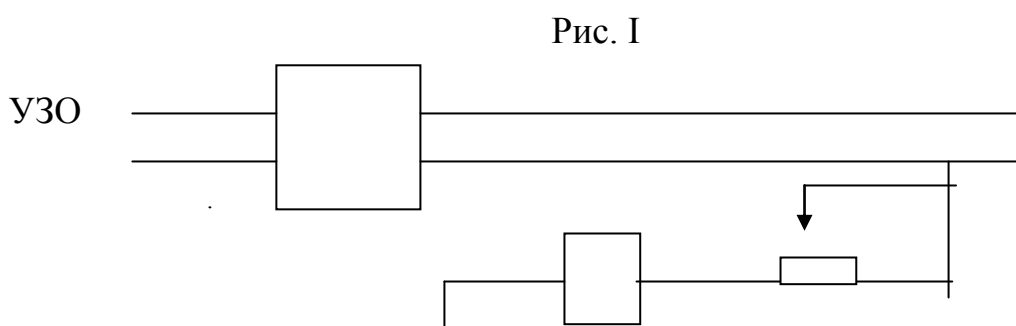


Схема измерения параметров УЗО-Д

4.1. Характеристики окружающей среды (время года и суток, температура, влажность, давление) нормируются паспортом на устройство.

4.2. Схема для определения характеристик УЗО-Д рис.1.

4.3. Подключение источника питания должно производиться с соблюдением полярности, т.е. фазный и нулевой проводники должны быть подключены к соответствующим клеммам УЗО-Д.

4.4. Питание УЗО-Д при измерениях может осуществляться как по постоянной схеме, так и от постороннего источника.

4.5. Для достижения необходимой точности измерения цепь нагрузки должна быть отключена. Если в цепи нагрузки отсутствует или установлен однофазный коммутационный аппарат, отключение цепи нагрузки производится отсоединением проводников от клемм УЗО-Д.

4.6. В цепи нагрузки не должно быть соединения нулевого рабочего к нулевого защитного проводников.

4.7. Согласно требованиям ГОСТ Р50807-95 значение отключающего дифференциального тока $I_{\Delta n}$ должно находиться в диапазоне 0,5I_п. УЗО-Д подлежит замене если значение этого тока выходит за границы указанного диапазона.

УЗО-Д подлежит замене.

5. Средства измерения

5.1. Технические данные средств измерений приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1

	Наименование	Тип	Диапазон	Основная погрешность
	Мультиметр	АРРА-107	0-200мА, 0-2А	+/- (0,002*X + 40*к)

6. Порядок проведения измерений

6.1. Изучение схемы электроустановок.

6.2. Ознакомление с указаниями, и требованиями технической документации на УЗО-Д.

6.3. Проверка соответствия установленного УЗО-Д требованиям проектной документации.

6.4. Внешний осмотр и визуальный контроль состояния УЗО-Д.

6.5. Снятие питания с УЗО-Д.

6.6. Проверка механической части путем многократного включения-отключения УЗО-Д от руки с контролем положения контактов.

6.7. Проверка отсутствия соединения нулевого рабочего и нулевого защитного проводников в цепи нагрузки.

6.8. Отключение от УЗО-Д цепи нагрузки.

6.9. Подача питания на УЗО-Д.

6.10. Проверка действия УЗО-Д пятикратным нажатием кнопки "тест". Дальнейшие операции проводятся только при положительном результате проверки кнопкой "тест".

6.11. Снятие питания с УЗО-Д.

6.12. Подключение измерительной схемы в соответствии с рис.1

6.13. Проверка положения сопротивления R ; сопротивление R должно быть максимальным.

6.14. Подача питания на УЗО-Д.

6.15. Плавное увеличение дифференциального тока путем уменьшения сопротивления R с фиксацией тока в момент срабатывания УЗО-Д.

6.16. Снятие питания с УЗО-Д.

6.17. Отсоединение измерительной схемы.

6.18. Подсоединение проводников цепи нагрузки (в случае их отсоединения от клемм УЗО-Д)

7. Обработка данных и оформление результатов измерений:

7.1. Результаты измерений заносятся в рабочую тетрадь.

7.2. Вычисляется погрешность измерения по формуле

$$E_{\text{изм}} = +E_{\text{пр}}(A_{\text{макс}}/A) = +0,5(A_{\text{макс}}/A)\%$$

где E - наибольшая относительная погрешность измерения;

$A_{\text{макс}}$ - верхний предел диапазона измерений прибора

A - показание прибора при измерении.

7.3. На основании данных измерений оформляется протокол установленной формы.

8. Требования безопасности и охраны окружающей среды.

8.1. При проверке характеристик УЗО-Д необходимо руководствоваться требованиями "Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок".

8.2. Проверка выполняется не менее чем двумя лицами, из которых производитель работ должен иметь группу по электробезопасности не менее IУ, второй не менее III.

8.3. Подключение и отключение измерительной схемы производится при снятом питающем напряжении.

8.4. При невозможности СНЯТИЯ питающего напряжения, подключение и отключение измерительной цепи должны производиться В диэлектрических перчатках.

8.5. Проверка характеристик УЗО-Д опасности для окружающей среды не представляет.

Начальник электротехнической лаборатории _____

Приложение Г
(справочное)

Протокол проверки и испытания устройств защитного отключения (УЗО) и выключателей дифференциального тока (ВДТ)

Исполнитель: ООО «Элинс» г. Оренбург
Адрес: 460044, г.Оренбург, ул. Космическая 4
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
Свидетельство о регистрации ЭТЛ № действителен до

Заказчик: _____
Адрес: _____
Объект: _____

Протокол _____ от _____ 2004 г.

проверки и испытания устройств защитного отключения (УЗО) и выключателей дифференциального тока (ВДТ)

Измерительные приборы	Дата очередной поверки	Погрешность изм.	Температура воздуха
Мультиметр АРРА – 107 № 3301299	28 сентября 2005 г.	+/- (0,002*X + 40*к)	(Град С)

Метод измерения: «методика измерений» р. 8, Москва, Энергосервис, 2003г.

Нормативные документы (НД): ПУЭ изд. 7, глава 1.8 п. 1.8.37/5; указания заводов изготовителей

№ п/п	Место установки, наименование сети	Тип УЗО (ВДТ)	Вид дифференц иального тока	Номиналь ное напряжени е, В	Номиналь ный ток нагрузки, А	Номинальный дифференц. Отключающий ток, А	Расцепитель дифференциального тока			
							несрабатывание		срабатывание	
							Испытате льный ток, А	Реакция расцепи теля	Испыта тельный ток, А	Реакция расцепи теля

Примечание - Проведена проверка срабатывания УЗО при включенном рабочем напряжении путем пятикратного нажатия кнопки «Тест»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: *данные измерений, приведенные в протоколе, соответствуют требованиям ПУЭ и указаниям заводов изготовителей*

Исполнители: лаборант ЭТЛ _____
(подпись)

 лаборант ЭТЛ _____
(подпись)

Проверил: начальник ЭТЛ _____
(подпись)