|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Учебное занятие, 90 мин | Тема: | Рассматриваемые вопросы | Используемая литература, источники | Форма отчета |
|  |  | 1. Правила оформления смотреть ниже |  | Выполнить письменно в тетради. Фотографию с выполненным заданием отправить на электронный адрес [onoshkin.sergey@yandex.ru](mailto:onoshkin.sergey@yandex.ru)или в социальной сети «ВКонтакте»<https://vk.com/id25553248>  В названии файла указать: номер группы, название дисциплины, свою Фамилию ИО, дату выдачи задания! |

Лабораторная работа №3

**ТЕМА:**  Электроизоляционные материалы.

**НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ:** Электроизоляционные резины. Текстильные электроизоляционные материалы. Лакоткани. Изоляционные ленты и трубки.

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:** Изучить текстильные электроизоляционные материалы, изоляционные ленты, изоляционные трубки, электроизоляционные резины применяемые в практике, их изоляционные и электромеханические характеристики.

**НОРМА ВРЕМЕНИ:** 2 часа.

**ЗАДАНИЕ,**

Оформить бланк отчета по лабораторной работе (заполнить титульный лист, перечислить изучаемые материалы (изделия), отразить в отчете конструктивные особенности изучаемых материалов (изделий), дать краткую характеристику, указать входящие компоненты, технические, электрические и др. характеристики). в справочной литературе найти практическое применение изучаемых материалов и изделий.

**ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:**

1. Какие добавки вводятся в резину?
2. Где применяются лакоткани?
3. Какие бывают электроизоляционные трубки, где они применяются?
4. Что такое киперная лента, где она применяется?

**КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ИЗУЧАЕМЫМ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ.**

**ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ РЕЗИНЫ**

Характерным свойством всех резин является их большая эластичность, т.е. Свойство резины сильно удлиняться при растяжении без остаточного удлинения после снятия растягивающей нагрузки. Высокая водостойкость, газонепроницаемость и хорошие электроизоляционные свойства.

Основным компонентом всех резин является натуральный (нк) или синтетический (ск) каучуки. Эти полимеры, обладающие двойными химическими связями, склонными к соединению молекул каучука друг с другом в процессе вулканизации. В результате этого получают высокоэластичный, упругий материал.

Для проведения вулканизации в смесь вводят серу (1-3 % массы) или тиурам. Наполнителем для повышения механической прочности резины вводят углеродистую сажу. Среди неактивных наполнителей применяют мел, тальк, каолин, которые вводят с целью удешевления резины. Рабочие температуры резиновой изоляции на основе натуральных и синтетических каучуков находятся в пределах от - 70 до + 85 оС. А у резины на кремнийорганическом каучуке рабочая температура достигает от -100 до +200 оС. Находит широкое применение для изоляции проводов, шланговых переносных кабелей и т. п.

**ТЕКСТИЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Текстильные материалы (пряжа, ткани, ленты и др.) широко применяются в качестве электроизоляционных материалов. В текстильных материалах употребляются натуральные волокна растительного и животного происхождения, а также различные синтетические и искусственные волокна.

Ткани и ленты используют в электротехнике не только в качестве электроизоляционных материалов, но и как материалы, при помощи которых обеспечивается механическая прочность и защита основной изоляции обмоток. Поэтому они должны обладать достаточной механической прочностью, что обуславливается природой волокон, плотностью и толщиной тканей, способом переплетения нитей. Ткани, применяемые в электротехнике, имеют полотняное или саржевое переплетение. Ткани с полотняным переплетением отличаются повышенной механической прочностью при растяжении, но обладают некоторой жесткостью. Ткани с саржевым переплетением обладают повышенной мягкостью, но имеют меньшую механическую прочность. Применяемые в электрической изоляции ткани – шелк, перкаль, бязь и тафтяная лента - имеют полотняное переплетение, а киперная лента - саржевое переплетение. Перкаль и шелк применяют для изготовления электроизоляционных лакотканей, бязь находит применение в производстве текстолита.

**Стеклянная ткань.** Электрические свойства стеклянных тканей определяются составом стекла. У бесщелочных стекол они значительно выше, чем у щелочных (натриево-калиевых). Стеклоткань марки ЭСТБ (бесщелочная) выпускается толщиной 0,06; 0,08 и 0,11 мм и шириной от 600 до 1000 мм. Стеклянная сетка марки ССЭ толщиной 0,025, 0,040 и 0,060 мм идет на изготовление стекломиканитов, а марки ССТЭ — для изготовления стеклотекстолита. Кроме этого из стеклянных электроизоляционных тканей вырабатываются стеклолакоткани и стеклолента. Так как у непропитанной стекловолокнистой (стеклянной) ткани весьма большая общая удельная поверхность, то на электрические свойства ее решающее значение оказывает поверхностное увлажнение нитей. Поэтому стеклянные ткани применяются в качестве диэлектрика лишь после пропитки их лаками. Так, поверхностное сопротивление ткани, пропитанной кремнийорганическим лаком, повышается в 10000 раз, а электрическая прочность — в 10 раз.

**Текстильные ленты** различают по материалу и толщине ленты и по виду переплетения нитей. Наиболее прочные хлопчатобумажные ленты — киперные — имеют саржевое (диагональное) переплетение («в елочку» или по диагонали под 45°). Их выпускают шириной от 10 до 50 мм при толщине 0,45 мм.Более тонкие — тафтяные, миткалевая и батистовая ленты — имеют полотняное переплетение нитей (под прямым углом). Тафтяная лента редкого переплетения имеет толщину 0,25 мм и ширину от 10 до 50 мм. Миткалевую ленту выпускают толщиной 0,22 мм при ширине от 12 до 35 мм, а батистовую толщиной 0,18 и 0,16 мм шириной от 12 до 20 мм.

**Стеклоленты** полотняного переплетения изготовляют из стекловолокна и выпускают толщиной от 0,08 до 0,25 мм при ширине от 8 до 50 мм.Они имеют в непропитанном виде электрическую прочность 4 МВ/м.

Текстильные ленты применяют в качестве верхнего защитного и держащего слоя изоляции катушек аппаратов и обмоток тяговых электрических машин и трансформаторов, помимо этого киперная лента применяется при ремонте обмоток электрических двигателей, трансформаторов. Даже в пропитанном виде текстильные ленты не обладают высокими изоляционными свойствами и не являются самостоятельной изоляцией (за исключением липких лент).

**Лакоткани**

Лакоткани представляют собой гибкие рулонные материалы, состоящие из какой-либо тканевой основы, пропитанной электроизоляционным лаком. В качестве тканевых основ применяют: хлопчатобумажные, шелковые, капроновые и стеклянные (из стеклянного волокна) ткани. Лак, которым пропитывают тканевые основы, после отвердевания образует на лакоткани гибкую пленку, которая обеспечивает материалу высокие электроизоляционные свойства, тканевая же основа придает лакоткани механическую прочность. Лакоткани находят широкое применение в качестве пазовой и межвитковой изоляции в электрических машинах низкого напряжения, а также в трансформаторах, для наружной изоляции катушек и отдельных групп проводов в электрических аппаратах и приборах.

**Хлопчатобумажная лакоткань** - в качестве основы применяют прочные ткани (перкаль и др.) пропитывается масляными лаками, марки ЛХМ-105, ЛХМС-105, выпускаются толщиной 0,15-0,24 мм, основные характеристики: удельное объемное сопротивление 1013– 1014 Ом\*см, электрическая прочность 12-25 МВ/м. Хлопчатобумажные лакоткани на маслобитумных лаках - марка ЛХБ-105 выпускаются толщиной 0.17-0.24 мм, основные характеристики: удельное объемное сопротивление 1013– 1014 Ом\*см, электрическая прочность 12-25 МВ/м, электрическая прочность 15 - 33 МВ/ м.

**Шелковые лакоткани** - на маслянных лаках, марка ЛШМ-105, ЛШМА-105, основой являются тонкие ткани (0,04-0,15мм) из натурального шелка, основные характеристики: объемное удельное сопротивление 1013– 1014 Ом\*см, электрическая прочность 18-38 МВ/м

**Стеклянные лакоткани**- черная на алкидномасляно-битумном лаке марка ЛСБ, толщина 0,11—0,24 мм, электрическая прочность от 23 до 36 МВ/м и светлые на масляном лаке марок ЛСМ толщина 0,15—0,24 мм, ЛСММ толщина 0,17—0,24 мм имеют повышенную водо- и нагревостойкость (класс В),в остальном напоминают соответствующие хлопчатобумажные лакоткани, стеклолакотканьмарки ЛСЭ пропитана эскапоном, нагревостойкость класса А, по свойствам напоминает светлые стеклолакоткани, но лучше сохраняет электрические свойства при растяжении и перегибах.

Кремнийорганические стеклолакоткани отличаются высокой нагревостойкостью до 180 °С и малой зависимостью свойств от температуры и влажности. Это самые надежные из всех лакотканей (класс изоляции Н), их выпускают марки ЛСК и ЛСКЛ (липкая стеклолента) толщиной 0,11—0,20 мм с электрической прочностью 20—30 МВ/м на эмали ПРКЭ-13. Стеклолакоткань марки ЛСКР пропитана лаками на основе кремнийорганического каучука СКТ (или покрыта тонким слоем каучука) и отличается повышенной короностойкостью.

Для некоторых сортов эластичных лакотканей с повышеной механической прочностью используют капроновые ткани. Лакоткани на капроновой основе марок ЛКС и ЛКСС по свойствам соответствуют шелковым лакотканям ЛШС и ЛШСС, однако они не стойки к кратковременным повышениям температуры (например при пайке).

Хлопчатобумажные, шелковые и капроновые лакоткани на маслянных лаках по нагревостойкости относятся к классу А, т.е. могут применятся при рабочих температурах не превышающих 105 оС. Стеклолакоткани на эскапоновом и масляно-битумном лаках отличаются лучшими электрическими характеристиками по сравнению с хлопчатобумажными лакотканями. По нагревостойкости эскапоновая и масляно-битумная стеклолакоткани относятся тоже к классу А. Стеклолакоткани на кремнийорганических лаках (марки ЛСК, ЛСК1 и др.) по нагревостойкости относятся к классу Н (180 °С) и обладают высокой влагостойкостью и стойкостью к грибковой плесени.

**Изоляционные ленты**

Липкие электроизоляционные ленты выпускают на основе хлопчатобумажных или стеклянных (стекловолокнистых) лент, а также на основе лент из поливинилхлоридного пластиката.

**Прорезиненная хлопчатобумажная лента** - представляет собой миткалевую ленту, пропитанную вязким резиновым составом. Выпускают в кругах диаметром 175 ± 25 мм, шириной 10, 15, 40 и 50 мм. Прорезиненная лента применяется при монтажных работах для изоляции мест соединения проводов в сетях и устройствах низкого напряжения при нагреве не выше 70 оС.

**Липкая поливинилхлоридная лента** - выпускается диаметром 80 ± 10 мм, шириной 15 ÷ 50 мм. Применяют при температуре до 60 ÷ 65 оС.

**Липкая нагревостойкая стеклолента** - изготавливают из стеклянной ленты (из безщелочного стекла) пропитанной нагревостойкими кремний-органическими лаками. Выпускают в кругах диаметром 150±25 мм, шириной 10, 15, 20, 25 мм, толщиной 0,12 – 0,15 мм. Пробивное напряжение стеклоленты толщиной 0,12 мм составляет 600-700 В, а 0,15 мм - 750-850 В.

**Электроизоляционные гибкие трубки.**

Электоизоляционные гибкие трубки по структуре можно классифицировать следующим образом: по наличию армировки – армированные (имеющие в качестве основы шнур-чулок из натуральных, искусственных и синтетических волокон, органических и неорганических, с наружным покрытием) и неармированные (полимерные и резиновые). По виду основной электрической изоляции – с многослойным лаковым покрытием, резиновые (эластомерные) и пластмассовые (полимерные).

**Лакированные трубки**

**Хлопчатобумажные лакированные трубки** (линоксиновые трубки) представляют собой трубки (чулки) из хлопчатобумажной пряжи, пропитанные масляным лаком. Линоксиновые трубки имеют внутренний диаметр от 0,5 до 16 мм и толщину стенки от 0,4 до 0,9 мм. Длина трубок составляет не менее 1000 мм. Пробивное напряжение трубок 5—6 кВ, объемное удельное сопротивление 1013 Ом\*см..

Линоксиновые трубки могут работать при температурах от —50 до 105° С. Они применяются для изоляции выводных концов и мест соединений в электрических аппаратах, приборах, а также в трансформаторах (сухих и с масляной изоляцией).

**Лакированные лавсановые трубки —** это трубки (чулки) из лавсанового шелка, пропитанные полиэфирными лаками. Трубки имеют внутренний диаметр от 0,5 до 10 мм и толщину стенки от 0,4 до 0,8 мм.

Лавсановые лакированные трубки по сравнению с линоксиновыми обладают значительно большей механической прочностью и сопротивлением истиранию. Одна группа лавсановых трубок может использоваться в интервале температур от -50 до 105 °С (марка ТПЛ), другая группа трубок (марка ТЭЛ) от -50 до 130° С. Трубки выпускаются длиной от 1000 до 10000 мм. Электрические характеристики лавсановых трубок находятся на том же уровне, что и у линоксиновых трубок.

**Лакированные стекловолокнистые трубки** представляют собой трубки (чулки), изготовленные из стекловолокнистой пряжи и пропитанные масляным, эпоксидным или нагревостойким кремнийорганическим лаком. Стекловолокнистые лакированные трубки имеют внутренний диаметр от 0,5 до 10 мм и толщину стенки 0,4—0,6мм. Пробивное напряжение трубок 5 - 6 кВ, объемное удельное сопротивление 103 Ом\*см.

Стекловолокнистые лакированные трубки менее эластичны по сравнению с линоксиновьми и лавсановыми трубками, но обладают более высокой влагостойкостью и применяются в электрических машинах и аппаратах с рабочей температурой от -50 до 180 °С (марка ТКС), остальные группы трубок могут применяться при температурах от --50 до 105° С (марка ТЛС) и от -50 до 130° С (марка ТЭС). Области применения, стекловолокнистых трубок те же, что и у линоксиновых и лавсановых.

**Поливинилхлоридные трубки** – изготавливают из поливинилхлоридного пластиката, применяют при монтаже электропроводок, при ремонте и изготовлении обмоток электродвигателей, трансформаторов поливинилхлоридные трубки (ТВ-40А, ТВ-50) могут применяться при температурах от -60 до +105° С.

**Термоусаживающаяся трубка.**

Термоусадочная трубка (сокращенно ТУТ) - современный и высокотехнологичный материал, приобретающий все большую известность и популярность. ТУТ имеет чрезвычайно широкое применение в различных сферах деятельности. Она с успехом применяется в радиотехнической, электротехнической, автомобильной, телекоммуникационной, военной отраслях и даже в быту.

Основное свойство термоусадочной трубки - способность изменять свой диаметр, сжиматься (усаживаться) под воздействием высокой температуры (от 70 до 300 градусов Цельсия, в зависимости от вида трубки). Во время усадки трубка плотно охватывает предмет или материал, на который происходит усадка, повторяя его контуры и обеспечивая механическую и электрическую защиту. Процесс усадки, как правило, происходит очень быстро, достаточно лишь нагреть трубку до нужной температуры. Это можно сделать специальным тепловым пистолетом (феном), газовой горелкой и даже обычной зажигалкой, спичкой, что позволяет легко применять термоусадочную трубку в быту в качестве альтернативы изоляционной ленте.

Термоусаживающиеся трубки (ТУТ) используются для проведения электромонтажных работ: изоляции и герметизации жил проводов, кабелей, мест соединения проводов и кабелей, для защиты контактов и мест соединения проводов, клемм от воздействий внешней среды, коррозии, жидкости, для герметизации (трубки с клеевым слоем) и защиты от химических и термических воздействий (трубки из сложных полимеров), монтажа концевых заделок силовых кабелей, бандажирования жгутов проводов напряжением до 30кВ. Трубка применяется так же для механической защиты изделий, для защиты от грязи, для цветовой маркировки изделий, для антикоррозийной защиты, декоративного покрытия, а также для соединения и уплотнения стыков элементов водоснабжения с температурой до +80 ºС и т.д. Благодаря простоте в использовании и наличию широкой цветовой гаммы трубка применяется и в декоративных целях.

Для обеспечения надежной изоляции необходимо, чтобы диаметр ТУТ был на 15 – 20 % больше, а после полной усадки на 15 – 20 % меньше диаметра изолируемого объекта. Длина захода ТУТ на изделие рекомендуется не менее 15мм – 50мм в зависимости от диаметра стыка. Поверхность изолируемого объекта должна быть очищена от загрязнений и заусенцев.

**Применение**

* как изоляция в качестве заменителя [изоленты](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0);
* для маркировки концов [жил](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%28%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%29) кабеля (разноцветная или с буквенными обозначениями);
* в составе термоусаживаемых [кабельных муфт](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D1%83%D1%84%D1%82%D0%B0);
* восстановление изоляции повреждённых проводов;
* защита от [коррозии](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%8F);
* механическая фиксация тонких деталей в сочетании с клеевым соединением в различных устройствах;
* декоративное оформление различных предметов и оборудования, замена лакокрасочному покрытию;
* обрезинивание конвеерных роликов, катков;
* механическая защита от внешних воздействий топливных и гидравлических систем в автомобилестроении, авиации, химической и нефтперерабатывающей промышленности

Термоусаживающиеся материалы изготавливаются преимущественно из [полиэтилена](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%8D%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD) [низкого](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%8D%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD_%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F&action=edit&redlink=1) или [высокого](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%8D%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD_%D0%B2%D1%8B%D1%81%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F&action=edit&redlink=1) давления той формы, которую они примут после термоусадки, после чего подвергаются радиационному облучению. При этом от линейных молекул полимера отщепляются атомы [водорода](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4), и молекулы сшиваются между собой, образуя [каучукоподобную](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%83%D1%87%D1%83%D0%BA) сетчатую структуру. Затем материал нагревается и растягивается до нужных размеров. При этом материал приобретает «память формы», и при повторном нагреве сжимается до первоначального состояния.

Существует множество полимеров, из которых изготавливаются термоусаживаемые материалы, и их свойства определяют свойства конкретного изделия. Кроме полиэтилена и полимеров полиолефиновой группы материалы изготавливают из поливинилидена (PVDF, Kynar), полиэтилентерефталата (PET, полиэстер), политетрафлуорэтилена (PTFE), поливинилхлорида (PVC), фторкаучука и других, более экзотических материалов, придающих трубкам новые уникальные свойства: стойкость к высоким температурам, нефтепродуктам, кислотам, щелочам, хлорфторуглеродам и т.д.

Температурный диапазон эксплуатации термоусаживаемых изделий, в зависимости от материала, может находиться в промежутке от −60ºС до +260ºС. Наиболее распространённые трубки из полиолефинов имеют стандартную рабочую температуру −50ºС до +125ºС

ТУТ изготавливаются с клеевым подслоем и без клеевого подслоя, нанесение клеевого подслоя многократно увеличивает конечную стоимость трубки.

Для ситуации, когда требуется гарантированная герметизация (избыточная надежность соединения) или наличествует очень агрессивная среда, вместе с ТУТ без клеевого подслоя можно использовать ленту адгезивного подслоя (ЛАП) на основе сополимера этилена с винилацетатом. Лента адгезивного подслоя (ЛАП) предназначена для обеспечения герметичности, антикоррозийной защиты и прочности изоляции, полиэтиленовых термоусаживающихся изделий.

В плане ремонтопригодности изоляция соединений изделий на основе ТУТ без клеевого подслоя и ЛАП превосходят аналогичную изоляцию на основе ТУТ с клеевым подслоем, так как при демонтаже такой изоляции неизбежно портятся изделия, а демонтаж ТУТ без клеевого подслоя не приносит вреда самому соединению.

Способность усаживаться при низких температурах, гибкость, превосходная механическая прочность и высокие электроизоляционные свойства позволяют найти широчайшее применение данной продукции в отраслях радиоэлектроники, коммуникаций, автомобильной промышленности, широко применяться в различных соединениях, для изоляции проводников и электрических проводов, защиты клемм и мест сопряжения соединителей с проводами, защиты от коррозии металлических труб и арматуры, антенного оборудования.