|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Учебное занятие, 90 мин | Тема: | Рассматриваемые вопросы | Используемая литература, источники | Форма отчета |
|  | Практичское занятие  НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ: Пластические массы (пластмассы). Слоистые пластмассы. Твердые полимеризационные диэлектрики | 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 №1

**ТЕМА:**  Электроизоляционные материалы

**НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТЫ:** Пластические массы (пластмассы). Слоистые пластмассы. Твердые полимеризационные диэлектрики

**ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:**  Изучить пластмассы, применяемые в практике, их изоляционные характеристики и конкретное их применение

**НОРМА ВРЕМЕНИ:** 2 часа

**ЗАДАНИЕ ПО ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ:**

**А) ЗАДАНИЕ,):**

1. 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. Чем отличается текстолит от гетинакса ?
2. Укажите достоинства и недостатки стеклотекстолита.
3. Объясните разницу между термореактивными и термопластичными пластмассами.
4. Какой бывает полиэтилен, где он применяется?

**КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ИЗУЧАЕМЫМ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ.**

**ПЛАСТИЧЕСКИЕ МАССЫ (пластмассы).**

**Пластическими массами или пластмассами**называются материалы, способные в исходном состоянии приобретать пластичность, т. е. легко воспринимать заданную форму какого-либо изделия и ее сохранять. Пластмассы в подавляющем большинстве являются материалами органического происхождения. Они состоят из связующего вещества, наполнителей, пластификаторов, красителей и стабилизаторов.

Связующими веществами являются синтетические смолы. В качестве наполнителей обычно используют древесную муку, слюдяной порошок, асбестовые и стеклянные волокна, бумагу и ткани. Наполнители, будучи связаны и пропитаны синтетическими смолами или другими связующими веществами, обусловливают повышенную механическую прочность пластмасс и увеличивают их нагревостойкость (стеклянные и асбестовые волокна), а также уменьшают объемную усадку пластмассовых изделий. Пластификаторы вводятся в цластмассы для уменьшения их хрупкости, а также для повышения их морозостойкости. Однако, будучи введены в больших количествах, они приводят к понижению теплостойкости и механической прочности пластмассовых изделий. В качестве пластификаторов применяют высококипящие, маслообразные синтетические жидкости (трикрезилфосфат, диметилфталат и др.) и другие вещества.

Стабилизаторы — вещества, способствующие длительному сохранению основных свойств пластмасс, вводятся в пластмассы для повышения стойкости к свету и нагреву.

Наполнители — химически инертные вещества, не вступающие в реакцию со связующими веществами. Они позволяют повысить механическую прочность и уменьшить объемную усадку изготовляемых пластмассовых изделий. Волокнистые наполнители (стеклянные, асбестовые, и хлопковые волокна) повышают в значительной степени механическую прочность пластмасс. Неорганические наполнители (кварцевый и слюдяной порошки, стеклянное волокно) повышают коэффициент теплопроводности пластмасс и увеличивают их нагревостойкость. В пластмассах содержится 40—60% наполнителей.

Пластификаторы — густые маслообразные синтетические жидкости, вводимые в пластмассы для понижения хрупкости и повышения холодостойкости.

Смазывающие вещества (стеарин, олеиновая кислота) вводятся в пластмассы для лучшего отделения от поверхности стальной пресс-формы отпрессованного изделия.

Отвердители — вещества, вводимые в некоторые пластмассы с целью развития процессов их отверждения. Основой этих процессов являются реакции полимеризации и поликонденсации.

Красители — вещества, придающие пластмассовым изделиям равномерную окраску и повышающие их стойкость к свету.

Порообразователи — вещества, которые при нагревании выделяют большое количество газов, создающих пористую структуру в газона­полненных пластмассовых изделиях.

Выбирая состав и количество компонентов пластмассы, можно получить детали с теми или иными механическими, тепловыми и элек­трическими характеристиками.

В зависимости от физико-химической природы связующего (смолы и др.) пластмассы и изделия из них разделяют на ***термопластичные*** и ***термореактивные***.

Термопластичные пластмассы после прессования переходят из пластического в твердое состояние лишь после их охлаждения, но при нагревании вновь размягчаются, т. е. становятся пластичными. Термопластичными являются пластмассы на основе полистирола, поливинилхлорида и других термопластичных связующих.

Термореактивные пластмассы переходят при горячем прессовании в твердое состояние и в дальнейшем не размягчаются при нагревании. Термореактивными являются пластмассы на основе бакелитовых и других смол.

Изделия из термореактивных и термопластичных пластмасс получают прессованием, помимо этого из термоплатичных пластмасс изделия изготовляются также методом литья.

Изделия простой формы – трубки, стержни, прутки можно получать методом непрерывного выдавливания (экструзии) подогретой массы бесконечным винтом через сопло.

Изделия из пластмасс получили широкое распространение. Этому способствуют их малая плотность (1—3,5 г/см3), высокие физико-механические свойства и простота изготовления из них изделий сложной формы. Поэтому пластмассы — это материалы массовых изделий, таких как выключатели, патроны, кнопочные переключатели, каркасы катушек и т. п.

**Термореактивные пластмассы**

Широкое применение в электропромышленности находят пластмассы изготовляемые прессованием с помощью гидравлических прессов из пресс-порошков на основе термореактивных фенолформальдегидных (резольные, новолачные смолы) и карбамидных смол (бакелит, карболит).

Пластмассы изготовляемые из пресспорошков на фенолформальдегидных смолах (фенопласты) — имеют высокие изоляционные свойства, выдерживают действие высокой температуры, воды, органических растворителей, но при этом мало дугостойки. Различают три типа фенопласта (I, II, III), содержащих в качестве наполнителей древесную муку и минеральные вещества. Пресс-порошки I и III типов, содержащие новолачную смолу, употребляют главным образом для изготовления деталей конструкционного назначения (ручки, крышки приборов и др.), так как электроизоляционные свойства пластмасс на основе новолачных смол относительно невысоки. Пресс-порошки II типа на основе резольных смол обладают улучшенными электроизоляционными свойствами, поэтому их широко применяют для изготовления электроизоляционных деталей (основания электроизмерительных приборов, пла­ты, каркасы катушек и др.). Из фенопластов I и III типов изготовляют низковольтные электроизоляционные изделия (кнопки, основания выключателей и др.). Недостатком всех фенопластов является их низкая стойкость к электрическим искрам и дугам, которые вызывают науглероживание изделий и образуют токопроводящие мостики (дорожки).

Пластмассы, изготовляемые из пресспорошков на карбамидных смолах (аминопласты) имеют повышенную дугостойкость, но менее водостойки и нагревостойки, чем фенопласты.

Изделия из пресс-порошков, содержащих волокнистые наполнители— хлопковые очесы, асбест или стеклянные волокна, обладают повышенными механическими характеристиками, а в случае наполнителя в виде асбестовых или стеклянных волокон — и повышенной нагревостойкостью. Такими пресс-порошками являются стекловолокнит, АГ-4С и АГ-4В (наполнитель — стеклянное волокно), К-6 (наполнитель — асбестовое волокно) и др.

У этих материалов удельная ударная вязкость и теплостойкость значительно выше, чем у фенопластов с сыпучими наполнителями (древесная мука, слюдяной порошок и др.). В качестве связующего в пресс-порошках с волокнистыми наполнителями применяют главным образом резольные смолы.

Для деталей с большой механической прочностью, работающих условиях широкого интервала температур (от -60 до +250°С),применяются термореактивные пластмассы АГ-4С и АГ-4В, наполнителем в которых является стеклянное волокно, а в качестве связующего применяется модифицированная фенолоформальдегидная мола. Основные характеристики пластмасс АГ-4: плотность 1,7 ч-1,9 г/см3; теплостойкость 280 °С; водопоглощаемость 0,05%; удельное объемное сопротивление ρυ = 1012 ÷ 1013Ом\*см; диэлектрическая поницаемость ε = 8 ÷10; электрическая прочность Епр = 13 ÷ 16 МВ/м.

Наиболее высокими механическими характеристиками обладает пластмасса АГ-4С, наполнителем в которой является стеклянный шпон — ленты из стеклянных волокон, ориентированных в одном направлении. Особый интерес представляют пластмассы на основе кремнийорганических смол, так как они обладают высокой нагревостойкостью и малой зависимостью электрических характеристик от температуры. Введение в такие пластмассы нагревостойких наполнителей (стекловолокна и асбеста) несколько снижает электрические характеристики чистых кремнийорганических смол, но резко увеличивает нагревостойкость и механические характеристики. Такие пластмассы применяют для изделий, работающих при температурах до 200 °С и в условиях повышенной влажности. Многие кремнийорганические пластмассы могут использоваться в тропических условиях.

Термопластичные пластмассы и изделия из них изготовляют преимущественно без наполнителей, так как термопластики в своей основе имеют полимеризационные смолы, обладающие высокими электрическими свойствами, но малой теплостойкостью.

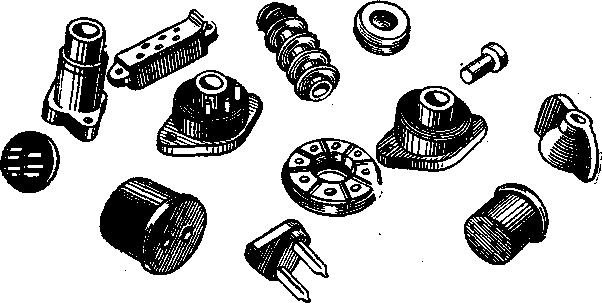


Рис. 1 Электротехнические изделия из пластмасс.

**Полимеризационные диэлектрики**

**Полистирол** - твердый прозрачный материал. Он обладает высокими электроизоляционными свойствами и стоек к воде, кислотам и щелочам. Полистирол получают в результате реакции полимеризации жидкого вещества — стирола. Различают блочный полистирол, выпускаемый в виде листов, пластин, суспензионный полистирол, выпускаемый в виде гранул, а также эмульсионный полистирол, получаемый в виде порошка. Для получения порошкообразного (эмульсионного) полистирола реакцию стирола производят в водном растворе щелочных веществ.

Из блочного полистирола изоляционные изделия получают методом механической обработки, требующим большой затраты труда. Из гранулированного полистирола изделия изготовляют методом литья под давлением. Из эмульсионного порошкообразного полистирола изделия изготовляют методом горячего прессования в стальных пресс-формах. Методы горячего прессования и литья под давлением дают меньшее количество отходов, и они менее трудоемки.

Основные характеристики полистирола: плотность 1,06 1,08 г/см3; теплостойкость (по Мартенсу): 70 ÷ 80 °С; морозостойкость: -60° С; водопоглощение 0,03%; удельное объемное сопротивление ρυ = 1016 ÷ 1017Ом\*см; диэлектрическая поницаемость ε = 2,4÷ 2,6; электрическая прочность Епр = 25 ÷ 30 МВ/м.

Полистирол - термопластичный диэлектрик, размягчающийся при 110 - 120°. При 300 °С полистирол деполимеризуется, т.е. снова переходит в исходное вещество - стирол. Допустимая рабочая температура 70°С.

Полистирол растворяется в неполярных растворителях: бензоле, толуоле, ксилоле, четыреххлористом углероде, частично растворяется в ацетоне и в некоторых других.

Из полистирола изготовляют каркасы катушек, изоляционные панели, основания и изоляторы для электроизмерительных приборов. На основе полистирола изготовляют также электроизоляционные лаки.

Способом вытягивания размягченного полистирола через фильеру получают гибкие полистирольные пленки (стиропленки) толщиной от 20 до 100 мкм и шириной от 10 до 300 мм. Полистирольные пленки обладают такими же высокими электроизоляционными свойствами, как и полистирол в толстом слое, а электрическая прочность у полистирольных пленок значительно выше: Епр=80 ÷ lOO кв/мм. Полистирольные пленки применяют для изоляции жил высокочастотных кабелей, а также в производстве конденсаторов.

Основным недостатком полистирола и изделий из него является их хрупкость, т.е. сравнительно невысокая удельная ударная вязкость и склонность к растрескиванию. Этим недостатки в значительной степени устранены в ударопрочных полистиролах. Последние представляют собой смесь полистирола с синтетическими каучуками. Ударопрочные полистиролы отличаются повышенными значениями удельной ударной вязкости и несколько увеличенными значениями диэлектрической проницаемости. Остальные характеристики ударопрочного полистирола практически остаются на том же уровне, что и у обычных видов полистирола.

**Поливинилхлорид** (полихлорвинил) представляет собой порошок белого цвета, из которого получают, горячим прессованием или горячим выдавливанием механически прочные изделия (платы, трубы и др.), стойкие к минеральным маслам, многим растворителям, щелочам и кислотам.

Порошкообразный поливинилхлорид получают в результате реакции полимеризации газообразного вещества — винилхлорида Н2С = СНСl в присутствии перекисного катализатора (перекись водорода и др.).

Как и полистирол, поливинилхлорид является теропластичным материалом, т.е. размягчающимся при нагревании. Горячим прессованием порошкообразного поливинилхлорида получают твердый, жесткий материал — винипласт в виде листов, пластин, труб и стержней. Винипластовые изделия легко окрашиваются в разные цвета. Они отличаются химической стойкостью к минеральным маслам, разбавленным щелочам и кислотам. Винипластовые изделия обладают высокой механической прочностью, особенно к ударным нагрузкам, и имеют хорошие электроизоляционные свойства.

Основные характеристики винипласта: плотность 1,35 1,45 г/см3; теплостойкость (по Мартенсу): 65 ÷ 75 °С; морозостойкость: -10 ÷ - 20° С; водопоглощение 0,4 ÷ 0,6 %;удельное объемное сопротивление ρυ = 1013 ÷ 1014Ом\*см; диэлектрическая поницаемость ε =4,0; электрическая прочность Епр = 20 ÷ 30 МВ/м.

Изделия из винипласта поддаются всем видам механической обработки (обточка, фрезерование и др.), а также легко свариваются и склеиваются. Из поливинилхлорида изготовляют баки для аккумуляторов и различные электроизоляционные детали (платы и проч.), стойкие к ударным нагрузкам.

Недостатками винипласта являются его малая морозостойкость и сравнительно малая теплостойкость. Разложение винипласта наступает при температуре 180 ÷ 200 °С.

**Полихлорвиниловый пластикат -** гибкий рулонный материал, получаемый из порошка поливинилхлорида, смешанного с пластификаторами - густыми маслообразными жидкостями (дибутилфталат и др.). Пластификаторов вводится от 30 до 45%. Кроме пластификаторов, в полихлорвиниловый пластикат вводят красители, наполнители и термостабилизаторы. Все эти вещества перемешивают с порошкообразной полихлорвиниловой смолой и полученную смесь пропускают несколько раз между нагретыми стальными вальцами. В результате такой переработки получают гибкий, эластичный материал - полихлорвиниловый пластикат в виде лент толщиной от 0,8 до 1,5 мм и шириной до 400 ммв рулонах, а также в виде крошки (гранул).

Листовой пластикат изготовляют в листах толщиной от 1 до 5 мми площадью 600 х 100 м2.

Основные характеристики полихлорвинилового пластиката: плотность - 1,3÷1,6 г/см3; температура разложения: 200 ÷ 220 °С; морозостойкость: - 40 ÷ 50 °С; водопоглощение: 0,3 ÷ 0,6%; удельное объемное сопротивление ρυ = 109 ÷ 1014Ом\*см; диэлектрическая поницаемость ε =4,5 ÷7,0; электрическая прочность Епр = 10 ÷ 20 МВ/м.

Полихлорвиниловый пластикат широко применяется в качестве основной изоляции монтажных и установочных проводов (см. рис. ), а также для изготовления защитных оболочек — шлангов для кабелей (см. рис. ). Полихлорвиниловый пластикат обычно окрашен в черный, синий, желтый, красный и другие цвета. Красители вводятся в пластикат с целью защиты материала от светового старения, а также для распознавания проводов при монтаже. Полихлорвиниловый пластикат без красителей — прозрачный материал с желтоватым оттенком. Из полихлорвинилового пластиката изготовляют гибкие изоляционные трубки и липкую изоляционную ленту. Характерной особенностью поливинилхлоридных материалов является то, что, будучи вынесены из пламени, они прекращают свое горение.

**Полиэтилен** - твердый, непрозрачный материал белого или светлосерого цвета, несколько жирные на ощупь. Полиэтилен получают из газа этилена (посредством его полимеризации при высоком, среднем и низком давлении, соответственно различают полиэтилены высокого давления (ВД), среднего давления (СД) и низкого давления (НД)). Полиэтилены НД иСД отличаются от полиэтилена ВД несколько большей плотностью, повышеной механической прочностью и большей жесткостью, но они менее устойчивы к тепловому старениию по сравнению с полиэтиленом ВД. Полиэтилены – термопластичные материалы. Они поступают на заводы в виде гранул. Изделия получают методом литья под давлением, горячим прессованием и методом экструзии. Метод экструзии применяют при нанесении полиэтиленовой изоляции на провода, а также при изготовлении изоляционных шлангов и трубок. Из более твердых сортов полиэтилена (СД, НД) изготовляют негибкие изоляционные изделия: каркасы катушек, планты и др. Из полиэтилена ВД получают электроизоляционные полупрозрачные пленки толщиной от 30 до 200 мкм и шириной от 1 до 1.5 м. Основным недостатком полиэтилена ВД является невысокая теплостойкость (55-60 град.С.) и склонность к растрескиванию при повышенных механических нагрузках. Изделия из полиэтилена могут быть сварены между собой.

Основные характеристики полиэтилена: удельное объемное сопротивление ρυ = 1016Ом\*см; диэлектрическая поницаемость ε = 2,3; электрическая прочность Епр = 20 ÷ 30 МВ/м.

**Органическое стекло** - представляет собой высокополимерный термопластичный, прозрачный материал, легко окрашивается в разные цвета. Выпускается в виде листов толщиной от 0.8 до 24 мм. Исходным материалом служит жидкое вещество - метилметакрилат. Устойчиво к кислотам, маслу, бензину, щелочам. Поддается всем формам механической обработки. Из органического стекла изготовляют различные электроизоляционные и конструкционные изделия. Детали из органического стекла легко склеивается дихлорэтановым клеем.

Под действием электрической дуги органическое стекло выделяет большое количество газов (СО, Н2 и др.), которые способны гасить электрическую дугу, поэтому органическое стекло применяется в защитных высоковольтных разрядниках, дугогасительных камерах.

Основные характеристики органического стекла: плотность - 1,18÷1,2 г/см3; морозостойкость: - 50 ÷ 60 °С; водопоглощение: 0,1 ÷ 0,3 %; удельное объемное сопротивление ρυ = 1012 ÷ 1014Ом\*см; диэлектрическая поницаемость ε =3,5 ÷3,8; электрическая прочность Епр = 20 ÷ 25 МВ/м.

**СЛОИСТЫЕ ПЛАСТМАССЫ**

**Гетинакс** - листовой, слоистый материал, в котором наполнителем являются листы пропиточной бумаги толщиной 0.10 – 0.12 мм пропитанных бакелитовым лаком под давлением. Изготовляется в виде листов и досок толщиной от 0,2 до 50мм следующих марок: I, II, III, IV, V и др. для работы в электрооборудовании промышленной частоты (50 Гц) и марок: VI, VII, VIII для работы на высокой частоте. Гетинакс марки V отличается повышеной электрической прочностью, гетинакс марок III и IV имеет повышенную стойкость к влаге, а гетинакс марок I и II обладает повышеной механической прочностью. Гетинакс используется для изготовления различного рода плоских электроизоляционных деталей и оснований. Легко подвергается механической обработке: режется, пилится, сверлится. Тонколистовой гетинакс хорошо штампуется.

Основные характеристики гетинакса: плотность - 1,35÷1,45 г/см3; объемное удельное сопротивление ρυ = 1010 ÷ 1013Ом\*см; диэлектрическая поницаемость ε =5,0 ÷8,0; электрическая прочность Епр = 12 ÷ 35 МВ/м.

**Текстолит** – отличается от гетинакса тем, что наполнителем в нем является хлопчатобумажная ткань. Текстолит выпускается марки А, Б, Г на основе бязи, миткаля и марки ВЧ (для высоких частот) на шифоне. В листах от 0.5 до 50мм. Применение такое же что и у гетинакса.

Основные характеристики текстолита: плотность - 1,3÷1,4 г/см3; объемное удельное сопротивление ρυ = 109 ÷ 1011Ом\*см; диэлектрическая поницаемость ε = 6 ÷ 7; электрическая прочность Епр = 10 ÷ 15 МВ/м.

**Стеклотекстолит** - отличается от текстолита тем, что наполнителем в нем является электроизоляционная бесщелочная стеклянная ткань. Он обладает повышенной влагостойкостью и нагревостойкостью и лучшими электрическими и механическими характеристиками по сравнению с текстолитом и гетинаксом, но хуже обрабатывается. Стеклотекстолит изготавливается на основе бесщелочных стеклянных тканей со связующим фенолформальдегидной смолой СТЭФ и СТЭФ 1 на смеси эпоксидной и кремнеорганических смол. Выпускают толщиной от 0.5 до 30 мм в листах. рименяется для различного рода изоляционных деталей.

Основные характеристики стеклотекстолита: плотность - 1,6÷1,8 г/см3; объемное удельное сопротивление ρυ = 109 ÷ 1014Ом\*см; диэлектрическая поницаемость ε =5 ÷ 8; электрическая прочность Епр = 14 ÷ 25 МВ/м.