

Лаки и компаунды

Пожалуй, одни из самых важных и наиболее часто применяемых в радиоэлектронике веществ — это лаки и компаунды. В их число входят гетинакс, стеклотекстолит, защитные покрытия для печатных плат, пропитка обмоток электрических машин и трансформаторов, лакоткань и другие изоляционные материалы на основе ткани, высоковольтные муфты и ответственные радиотехнические узлы, залитые компаундом. Словом, всего не перечислишь — настолько широка сфера применения лаков и компаундов.

Определения

Лаки электроизоляционные представляют собой коллоидные растворы лаковой основы, образующие после удаления растворителя пленку, обладающую электроизоляционными свойствами.

Лаковая основа — пленкообразующая часть лака, состоящая из битумов, высыхающих растительных масел, природных или синтетических смол, эфиров целлюлозы, а также их композиций.

Растворители — летучие жидкости, применяемые для растворения лаковых основ и улетучивающиеся в процессе образования пленки. Растворителями лаковой основы могут служить алифатические и ароматические углеводороды, спирты, сложные и простые эфиры, кетоны, хлорированные углеводороды, скипидар и т. п., а также их смеси.

Сиккативы — вещества, ускоряющие процесс высыхания растительных масел и лаков. К ним относятся соли жирных смоляных или нафтеновых кислот таких металлов, как кобальт, марганец, свинец и др.

Пластификаторы — вещества, придающие эластичность и ударную прочность лаковой пленке, например, касторовое масло, дибутилфталат, трикрезилфосфат и др.

Отвердители — соединения, с помощью которых происходит отверждение пленки лака из некоторых синтетических смол (малеиновый и фталевый ангидрид, полиэтиленполиамин и др.).

Инициаторы и ускорители — вещества, ускоряющие процесс образования полимера, например, перекись бензоила, диметиланилин и др.

Ингибиторы — соединения, препятствующие преждевременному загустеванию (желатинизации) лака. К ним относятся гидрохинон, хинпидрон и др.

Эмали электроизоляционные представляют собой пигментированные лаки. В качестве пигментов применяются высокодисперсные неорганические вещества. Пигменты повышают твердость и механическую прочность лаковой пленки, теплопроводность, дугоустойчивость, а также придают ей определенный цвет и укрывистость. К ним могут быть отнесены литопон, двуокись титана, железный сурик и др.

В последнее время разработаны вещества, не содержащие летучих раство-

рителей и содержащие 100% пленкообразующих веществ, называемые компаундами, в чем собственно и есть их принципиальное отличие от лаков. *Компаунды электроизоляционные* представляют собой материалы, не содержащие растворителей, находящиеся в момент их применения (при нормальной или повышенной температуре) в жидком состоянии и твердеющие после охлаждения или в результате происходящих в них химических процессов.

Вещества, которые входят в состав компаундов, в основном, те же, из которых состоит лаковая основа электроизоляционных лаков. Кроме того, в состав компаундов, также как и лаков, могут входить дополнительные вещества, перечисленные ниже.

Активные разбавители — вещества, понижающие вязкость компаунда, не удаляющиеся при сушке и вступающие в реакцию взаимодействия с другими компонентами, образуя твердую лаковую пленку (стирол, жидкий полиэфир и др.).

Пластификаторы, отвердители, инициаторы и ингибиторы — назначение их то же, что и в лаках.

Наполнители — неорганические и органические порошкообразные или волокнистые материалы, которые вводятся в компаунд с целью уменьшения усадки, улучшения теплопроводности, уменьшения температурного коэффициента расширения, а также снижения стоимости. К ним относятся пылевидный кварц, тальк, слюдяная пыль, древесная мука, асбестовое и стеклянное волокно и ряд других.

Свойства и назначение лаков и компаундов

Электроизоляционные лаки и компаунды находят широкое применение в производстве электрических машин, турбо- и гидрогенераторов, аппаратов, трансформаторов, распределительных устройств, высокочастотной техники, приборов, в электроизоляционной и кабельной технике. К лакам и компаундам предъявляются разнообразные требования как конструктивного, так и технологического свойства.

Электроизоляционные лаки и компаунды, как диэлектрики, согласно существующей классификации принадлежат к группе твердых электроизоляционных

материалов, так как в процессе выполнения ими функций диэлектриков в электротехнических конструкциях они находятся в твердом состоянии в виде лаковых пленок или герметизирующих составов.

В некоторых случаях, когда электрическая машина работает при небольших электрических нагрузках, но в условиях высокой влажности, к лаку предъявляются требования высокой влагостойкости. В других случаях, когда машина работает в условиях больших механических усилий, к лаку предъявляются требования высокой цементирующей способности и стойкости к температуре. Для электрических машин, работающих при высоких напряжениях, к лаку или компаунду предъявляются требования сохранения своих диэлектрических свойств при повышенных напряжениях.

Иногда к лаку предъявляются требования особой эластичности и стойкости к истиранию, например для лаков, предназначенных для производства эмальпроводов.

Лак или компаунд не может обладать всем комплексом требуемых свойств, которые предъявляются к нему в разных случаях. Отсюда возникает необходимость создания большой номенклатуры разнообразных лаков и компаундов, обладающих разными физико-электрическими свойствами для различных областей их применения. Выбор электроизоляционных лаков или компаундов для той или иной конструкции необходимо основывать на четких технических требованиях, вытекающих из данной конструкции и условий, в которых она будет работать. Физические и электрические характеристики лаков и компаундов, определяющие их основные свойства, изложены в соответствующих ГОСТах и технических условиях (ТУ).

К лакам и компаундам предъявляются также требования длительного сохранения своих исходных физических и электрических характеристик в процессе эксплуатации. Нагревостойкость изоляции, в том числе и полимерных материалов (лаков и компаундов), входящих в состав любого комплекса изоляции электрической машины или аппарата, является одним из основных свойств.

Согласно ГОСТ 8865-70 все изоляционные материалы, в том числе лаки и компаунды, делятся на семь классов нагревостойкости (табл. 1).

Класс нагревостойкости определяется способностью данного материала сохранять свои физические и электрические свойства в процессе длительной эксплуатации при допустимой для него рабочей температуре.

При длительном воздействии повышенной температуры происходит старение изоляционных материалов, в основном, связующих (лаков и компаундов), а также других органических материалов: бумаги, ткани, целлюлозы.

Таблица 1

Класс стойкости	Y	A	E	B	F	H	C
Стойкость материала, °C	90	105	120	130	155	180	>180

Изоляция постепенно теряет свои первоначальные физико-электрические, химические и механические свойства и в результате выходит из строя. Этот процесс носит название деполимеризации с выделением летучих продуктов распада.

Синтетические высокомолекулярные соединения (полимеры) имеют более высокие физические и электрические свойства по сравнению с природными полимерами, поэтому область их применения в электротехнической промышленности расширяется. К таким свойствам относятся, прежде всего, нагревостойкость и влагостойкость. Комплексом этих свойств обладает большинство синтетических полимеров, поэтому задачи, которые ранее при использовании природных полимеров для конструкторов были неразрешимыми, теперь находят свое решение.

Разработано большое количество синтетических смол, обладающих комплексом требуемых ценных свойств. К таким смолам относятся полиэфирные, эпоксидные, полиуретановые, полиамидные и ряд других. Значительно расширилось производство высоконагревостойких полиорганосилоксановых соединений, обладающих ценными свойствами более длительного, по сравнению с другими полимерами, сохранения своих исходных показателей при эксплуатации.

Классификация и назначение электроизоляционных лаков и компаундов

Электроизоляционные лаки по своему назначению и выполняемым функциям в электротехнических конструкциях могут быть разделены на три основные группы: пропиточные, покровные и клеящие.

Пропиточные лаки предназначаются для пропитки изоляции обмоток электрических машин и аппаратов, а также для пропитки различных электроизоляционных волокнистых материалов (бумага, ткани, стеклоткани, пряжа, шнуры, электрокартон, дерево, фибра и др.).

Покровные лаки предназначаются для покрытия предварительно пропитанных обмоток электрических машин и аппаратов, а также для внешней защитной отделки различных электроизоляционных деталей и металлических узлов и деталей. К покровным лакам относятся также эмальлаки, предназначенные для лакировки листов электротехнической стали в расслоенных магнитопроводах, а также эмальлаки, применяемые в кабельной промышленности для производства эмалированных проводов.

Особую группу покровных лаков составляют полупроводящие лаки, которые представляют собой пигментированные сажей или графитом лаки (или эмали) и обладают повышенной удельной проводимостью.

Клеящие лаки предназначаются для склеивания различных изоляционных материалов (листочков слюды, бумаги, картона и т. п.) и деталей.

Приведенное выше разделение электроизоляционных лаков на группы по их назначению и выполняемым функциям является в значительной степени условным, так как один и тот же лак в некоторых случаях может служить и в качестве пропиточного (например, лак при изготовлении пропитанных бумаг или тканей), и в качестве клеящего (при изготовлении слоистых пластиков из этой бумаги или ткани), так как он склеивает между собой отдельные слои бумаги или ткани.

По способу сушки электроизоляционные лаки делятся на лаки воздушной (холодной) сушки и лаки печной (горячей) сушки.

Лаки воздушной сушки способны высыхать и образовывать пленки требуемого качества при температуре воздуха около 20°C. При этом процессе образование пленки в некоторых случаях происходит только при удалении летучего растворителя.

В тех случаях, когда в лаковой основе содержится растительное масло в композиции со смолами или битумами, процесс образования пленки заключается не только в удалении летучих растворителей, но и в окислительных и полимеризационных процессах, происходящих в лаковой основе после удаления растворителя. В этом случае процесс высыхания лака длится 24 часа и более.

К лакам воздушной сушки относятся также лаки на основе некоторых синтетических смол, которые способны давать твердую лаковую пленку при введении соответствующих отвердителей холодного отверждения.

Лаки печной, или горячей, сушки для образования лаковой пленки с оптимальными характеристиками требуют высокой температуры сушки (100°C и выше). В этих случаях в лаковой основе, содержащей растительное масло в композиции со смолами или битумами или композиции различных термореактивных синтетических смол, происходят реакции окисления, полимеризации или поликонденсации. К лакам печной сушки могут быть отнесены независимо от химического состава их основы лаки, содержащие высококипящие растворители, медленно улетучивающиеся при нормальной температуре.

По химическому составу лаковой основы (пленкообразующей) все электроизоляционные лаки делятся на три основных группы: масляные (маслосодержащие), смоляные, эфироцеллюлозные.

Масляные лаки состоят из растительных высыхающих масел (или смеси высыхающих с полувсыхающими) и натуральных или синтетических смол или битумов. В состав этих лаков вводятся также сиккативы. Из высыхающих масел чаще всего применяются льняное, тунговое, ойтисиковое или их смеси. В некоторых лаках часть высыхающих масел заменяется полувсыхающими (подсолнечное, хлопковое).

Растворителями этой группы лаков являются алифатические углеводороды (керосин, уайт-спирит), ароматические (толуол, ксилол, сольвент) или их смеси, а также скипидар.

К группе масляных относятся следующие виды лаков:

- масляно-битумные, представляющие собой композиции растительных масел с природными битумами, называемыми также асфальтами и асфальтитами, или искусственными нефтяными битумами. Для ускорения сушки добавляется сиккатив;
 - масляно-канифольные лаки, получаемые путем сплавления высыхающих растительных масел с различными препаратами, содержащими канифоль (резинат кальция, глицериновый эфир канифоли или аддукт). Для ускорения сушки добавляется сиккатив;
 - масляно-алкидные лаки, представляющие собой продукты реакции поликонденсации многоатомных спиртов с многоосновными кислотами и растительными маслами или жирными кислотами. В состав некоторых масляно-алкидных лаков входит канифоль. К ним относится группа глифталемасляных лаков на основе глицерина и фталевого ангидрида с растительным маслом, пентафталевые лаки на основе пентаэретрита и фталевого ангидрида и др.;
 - к лакам на основе маслорастворимых фенолов и крезолоформальдегидных смол в композиции с растительным маслом относятся лаки на основе 100% фенолоформальдегидных смол, крезольно-масляные, оксидифенилформальдегидные, лаки на искусственных копалах и др.
- К группе смоляных лаков относится большая номенклатура лаков, изготавливаемых на основе синтетических смол:
- лаки фенолоформальдегидные, представляющие собой растворы феноло- или крезолоформальдегидных смол в растворителе (обычно в этиловом спирте); водные феноло- и крезолоформальдегидные лаки, не содержащие спирта;
 - лаки на основе полиэфирных (алкидных) смол, представляющие собой растворы продуктов поликонденсации многоатомных спиртов и многоосновных кислот; сюда относятся глифталевые лаки, растворы глифталевой немодифицированной смолы в спиртотолуольной смеси, лаки на

- лаки эпоксидные, представляющие собой растворы эпоксидной смолы с отвердителем и различными добавками (пластификаторами, ускорителями и др.) в органических растворителях;
- лаки на основе полиуретановых смол, представляющие собой композиции из гидроксилсодержащих полиэфиров и изоцианатов в растворителях;
- лаки кремнийорганические, получаемые на основе высокополимерных органических соединений кремния (полиорганосилоксанов) в органических растворителях;
- лаки на основе производных винила, представляющие собой растворы синтетических смол (поливинилхлорида, полистирола, поливинилацетата) в органических растворителях;
- лаки на основе натуральных смол или битумов, куда могут быть отнесены шеллачные, копаловые, канифольные и битумные лаки.

Эфиrhoцеллюлозные лаки представляют собой растворы различных эфиров целлюлозы (нитроцеллюлозы, этилцеллюлозы и т. п.) с добавкой пластификаторов в смеси растворителей, таких как сложные эфиры, спирты, кетоны и ароматические углеводороды. Эта группа лаков, по сравнению с предыдущими группами, находит ограниченное применение в электротехнической промышленности.

Классификация электроизоляционных компаундов

Электроизоляционные компаунды по своему назначению и выполняемым функциям в электротехнических конструкциях делятся на следующие группы: пропиточные, заливочные и обмазочные.

Пропиточные компаунды предназначаются для пропитки электротехнических изделий или их узлов и деталей. К пропиточным компаундам также могут быть отнесены:

- пропиточные термореактивные составы компаундов без растворителей, которые в последнее время получили довольно широкое распространение для пропитки изоляции обмоток электрических машин и аппаратов;
- пропиточные кабельные массы, которые служат для пропитки бумажной изоляции силовых кабелей.

Заливочные компаунды предназначаются для заливки различных электротехнических изделий или их узлов и деталей. Они широко применяются в электромашиностроении, для заливки мест соединений выводных концов обмотки с подводным кабелем; в аппаратостроении — для заливки катушек различных аппаратов и приборов; в производстве трансформаторов — для получения литой изоляции в трансформаторах тока и напряжения. К заливочным компаундам относятся также

кабельные массы, применяемые для заливки муфт силовых кабелей.

Обмазочные компаунды (покровные) составляют особую группу пастообразных материалов, отверждающихся после их нанесения. Обмазочные компаунды предназначаются для покрытия (обмазки) электротехнических изделий или их узлов и деталей. К обмазочным компаундам относятся также изоляционные замазки, применяемые для выравнивания неровностей и заполнения промежутков при изготовлении различных электротехнических конструкций.

Электроизоляционные компаунды по отношению их к нагреванию разделяют на две группы: термопластичные и термореактивные.

Термопластичные компаунды — твердые при нормальной температуре составы. При нагревании компаунды размягчаются, становятся пластичными с переходом в жидкое состояние; при охлаждении снова затвердевают. Переходы из твердого состояния в жидкое могут повторяться многократно, при этом компаунд не теряет своей способности к расплавлению. Эти компаунды состоят, главным образом, из нефтяных битумов, иногда в сочетании с растительными или минеральными маслами и натуральными смолами (канифолью). К группе термопластичных компаундов относятся также некоторые термопластичные полимеры (полиамиды и др.).

Термореактивные компаунды — это составы жидкие в момент их применения и затвердевающие в результате происходящих в них химических реакций. Термореактивные компаунды представляют собой композицию, состоящую из синтетических материалов, которые способны затвердевать лишь в присутствии отвердителя или катализатора, они переходят в высокомолекулярные вещества трехмерной структуры и становятся твердыми, неплавкими и нерастворимыми в обычных растворителях.

По способу отверждения (сушки) термореактивные компаунды разделяют на компаунды горячего и холодного отверждения.

Компаундам горячего отверждения, состоящим из синтетических смол, различных добавок и от-

вердителей горячего отверждения, требуется для отверждения специальная термическая обработка.

Компаундам холодного отверждения, состоящим из смол, различных добавок и отвердителей холодного отверждения, для перехода в твердое, неплавкое и нерастворимое состояние не требуется термическая обработка.

По химическому составу электроизоляционные компаунды разделяют на два вида:

- компаунды на основе композиций из нефтяных битумов, растительных или минеральных масел и канифоли;
- компаунды на основе синтетических смол.

Компаунды на основе битумов представляют собой сплавы различных нефтяных битумов; в некоторых случаях добавляют растительное (льняное) или минеральное масло и канифоль.

Компаунды на основе синтетических смол, в зависимости от применяемой смолы, разделяют на следующие виды: полиэфирные на основе полиэфирных ненасыщенных смол; эпоксидные на основе эпоксидных смол; эпоксидно-полиэфирные на основе их композиций; полиуретановые; метакриловые; кремнийорганические и прочие на основе различных композиций синтетических смол и полимеров.

Александр Воробьев,
alex@hit.mldnet.com



www.platan.ru

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ
ВАШЕГО УСПЕХА

www.platan.ru

• ВИРТУАЛЬНЫЙ МАГАЗИН РЕАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Наш сайт предоставляет широкие возможности оформления заявок на поставку электронных компонентов:

- Вы можете разместить заявку на требуемые компоненты и отслеживать ее прохождение на всех этапах. Очень удобный интерфейс и абсолютная безопасность!
- Воспользуйтесь нашей удобной системой приема заявок на компоненты, которые находятся на складе или на которые можно разместить заказ.
- С нашего сайта Вы можете скачать нашу базу в формате EXCEL, проставить нужное Вам количество компонентов и отправить этот файл по нашему адресу.

ВСЕ ЗАЯВКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ, ОБРАБАТЫВАЮТСЯ В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ.

• НОВОСТИ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ, СТАТЬИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Новые поступления на склад ПЛАТАН, новости от мировых производителей. Подробная техническая документация на поставляемые компоненты, статьи и книги по электронной тематике. Бесплатное программное обеспечение.













121351, Москва, ул. Ивана Франко, д. 40, к. 1, стр. 2
тел./факс: (095) 73-75-999

Почта: 121351, Москва, а/я 100
E-mail: ir@platan.ru