

В производстве современных электрических машин и аппаратов основное применение нашли терморезистивные пропиточные составы, которые при нагреве твердеют в результате сшивания молекул. После отверждения при высокой температуре (160-200°C) они приобретают стабильные электрические и механические свойства, мало изменяющиеся при нагревании. Они не имеют недостатков битумных компаундов (вытекание при повышенных температурах, необходимость производить пропитку при высоких температурах, старящих изоляцию).

Ранее других были разработаны полиэфирные компаунды, являющиеся растворами насыщенной полиэфирной смолы (продукт поликонденсации гликолей или многоатомных спиртов с насыщенными двухосновными кислотами или ангидридами в жидком мономере винилового или акрилового типа) с содержанием инициаторов и других добавок. При нагревании жидкий полиэфирный компаунд твердеет без выделения побочных продуктов.

Низкая вязкость этих компаундов при 20°C позволяет применять их в качестве пропитки.

Полиэфирные компаунды КП-18, КП-34, КП-50, КП-101-103 и ЭМП-2 представляют собой композиции из олигоэфиракрилатов и полиэфирных (КП-18, КП-50), кремнийорганических (КП-34) или модифицированных эпоксидных (КП-101-103, ЭМП-2) смол с различными добавками; не содержат легколетучих компонентов. Они применяются с инициаторами полимеризации – перекисями бензоила и дикумила. Преимуществом перекиси дикумила является повышенная жизнеспособность компаундов.

Почти все упомянутые полиэфирные компаунды образуют твердые продукты полимеризации, поэтому они не рекомендуются для пропитки обмоток из эмалированных проводов с диаметром менее 0,1 мм. Применение компаундов КП-18 и КП-50 является исключением, оно возможно для проводов более тонких сечений, но в отличие от КП-50 компаунд КП-18 менее влаго- и нагревостоек. Технологическими преимуществами компаундов КП-34 и КП-50 являются пониженная вязкость и повышенный срок хранения с введенным инициатором. Это важно при пропитке обмоток методом погружения. Компаунды КП-101 и КП-103 предназначены в основном для пропитки струйным методом, при котором желательна повышенная вязкость и пониженный срок хранения (с инициатором – перекисью бензоила), из-за малых рабочих объемов компаунда.

Полиэфирные модифицированные компаунды типа БИД (БИД-9127, БИД-9158, БИД-9127Э, БИД-9147) широкого распространения не получили из-за наличия в них токсичного стирола и неподготовленности промышленности к применению этих компаундов в силу их специфических свойств.

Из выше перечисленных компаундов наилучшими свойствами обладает БИД-9127. Это состав жесткого типа; предназначен для пропитки струйным способом и пропитки погружением обмоток двигателей, трансформаторов, дросселей классов В, F, H. Пропиточный компаунд обладает высокими электрическими свойствами, влаго-, масло-, химо- и тропикостойкостью, имеет низкую усадку при отверждении, стоек к термоударам, не расстрескивается в процессе длительного термического старения при температурах до 250°C, быстро отверждается при температурах (120-140)°C в относительно толстых слоях без пузырей, трещин и других дефектов. Состав обладает хорошей совместимостью с эмалированными проводами, низкой вязкостью и высокой пропиточной способностью, хорошо удерживается в обмотках до отверждения.

Компаунд БИД-9127 нашел применение в качестве связующего при изготовлении профильного стеклопластика марки СПП-БИД.

Кремнийорганические компаунды обладают рядом преимуществ: высокая нагревостойкость, высокие электроизоляционные свойства, сохраняющиеся до (250-260)°C, низкая влагопоглощаемость, технологичность, малая токсичность.

Компаунды К-67 и К-67Ф горячего отверждения состоят из олиговинилсилоксанов, отверждаемых в присутствии перекиси дикумила. В исходном состоянии они имеют большую вязкость, которая резко снижается при нагревании. При (60-90)°C вязкость незначительно увеличивается в течение длительного времени. При температуре выше 90°C вязкость быстро нарастает, и при 120°C компаунд переходит в гелеобразное состояние.

В настоящее время, в ряде случаев, решается задача исключения из электроизоляционных материалов и пропиточных составов кремнийорганических соединений. Это связано с тем, что при эксплуатации электрических машин кремнийорганические связующие доотверждаются и при этом выделяют низкомолекулярные продукты. В машинах постоянного тока это приводит к оседанию их на коллекторе, что вызывает искрение.

Олигоэфиримидные компаунды (запатентованная торговая марка ЭЛПЛАСТ®) представляют собой модифицированный различными соединениями ненасыщенный олигоэфир. В качестве имидобразующего используют тетрагидрофталевоый ангидрид или его метильное производное. В качестве многоатомных спиртов используют диэтиленгликоль (Элпласт-155ИД) и трис-гидроокситилизоционурат (Элпласт-180ИД, Элпласт-220ИД). Полученный олигоэфир разбавляют в олигоэфиракрилате ТГМ-3 (диметакриловый эфир триэтиленгликоля).

Для пропитки низковольтных электрических машин, например, тяговых двигателей, электродвигателей общепромышленного назначения с высотами осей вращения до 355 мм, тропикостойких и взрывозащищенных электродвигателей, трансформаторов, дросселей и других намоточных изделий широко используют полиэфиримидные компаунды Элпласт®155 ИД, Элпласт®180 ИД и Элпласт®220 ИД. Основа компаундов представляет собой ненасыщенный олигоэфир, который в зависимости от типа компаунда модифицируют различными соединениями. Компаунды Элпласт®155 ИД, Элпласт®180 ИД в зависимости от типа применяемого отвердителя изготавливаются двух типов - тип А и тип Б. Компаунд типа А используется для пропитки методом погружения или вакуумнагнетательным методом. Компаунд типа Б используется для пропитки капельным (струйным) методом.

Компаунды Элпласт-155ИД хорошо совместимы со слюдяной изоляцией и могут применяться в сочетании с непропитанными лентами (ПСДК, ПСДКТ) или эмальпроводами ПЭТ-180, -200, ПЭТ-имид, ПНЭТ-имид для пропитки выпных обмоток в системах изоляции класса Н. Компаунд стоек к токовым и термическим перегрузкам, кратковременно выдерживает перегревы до 220-240 °С.

Компаунд Элпласт® 180 ИД предназначен для пропитки методом вакуум-нагнетания или погружения обмоток электрических машин класса нагревостойкости Н любых габаритов и любых общепромышленных, климатических и специальных исполнений. Диапазон нагревостойкости компаунда, определенный по ГОСТ 27710-88, при коэффициенте вариации не менее 1,1 % составляет 195/216/214 °С. Компаунд, в частности, может быть использован в системах изоляции в сочетании с непропитанными лентами с повышенным слюдяным барьером марок ЛСНЭ и ЛСНЭ-пл, с традиционными лентами марок ЛСКН-160ТТ, ЛСКН -135 и новыми лентами Элизтерм® 155 Тпл, Элизтерм 180® -ТТ, Элизтерм 180® -ТПМ, полупропитанными лентами марок Элпор® -155 ТПл, -180 Т, -180 ТПМ.

Компаунд Элпласт® 180 ИД может изготавливаться с использованием винилтолуола или стирола в качестве активных разбавителей. Свойства этих компаундов сопоставимы с известными зарубежными аналогами.

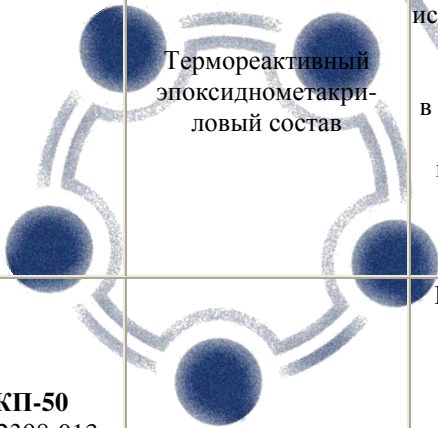
Для пропитки систем изоляции класса нагревостойкости С, в частности, обмоток двигателей погружных насосов, используют компаунд Элпласт® 220 ИД.

Главными достоинствами компаундов серии Элпласт® являются высокая механическая прочность обмоток и низкое значение $tg \delta$ при повышенных температурах. Это обусловлено низким содержанием функциональных групп после отверждения.

Компаунды Элпласт® обладают высокими электрическими свойствами и вязкостью, близкой к вязкости пропиточных лаков. Компаунды имеют меньшую цементирующую способность в сравнении с эпоксидными компаундами, что позволяет производить ремонт узлов тягового электродвигателя без больших энергетических затрат. Одно из основных достоинств компаундов на основе олигоэфиримидов – это короткое время желатинизации, что уменьшает вытекание компаунда из пропитываемых узлов во время их термообработки по сравнению с вытеканием при пропитке эпоксидными компаундами и пропиточными лаками.

Максимальная эффективность Компаундов серии Элпласт® достигается при вакуумнагнетательном способе пропитки катушек и моноблоков электрических машин.

Для пропитки высоковольтных систем изоляции (свыше 6,3 кВ) используют эпоксидный компаунд ПК-11. Ввиду ограниченного срока хранения компаунд, как правило, готовят непосредственно перед употреблением. Время хранения компаунда несколько возрастает при его обновлении свежеприготовленным составом, а также путем охлаждения его в процессе хранения.

Марка компаунда	Химическая структура	Назначение и отличительные свойства	Класс нагревостойкости по ГОСТ 8865-93	Температура и время желатинизации*	Гарантийный срок хранения
КП-34 ТУ 16-504.014-77	Полиэфир модифицированный полиорганосилоксаном	Пропитка обмоток электрических машин, трансформаторов, в том числе влагостойкого и тропического исполнения с волокнистой и эмалево-стекловолокнистой изоляцией. Высокая цементирующая способность обуславливает применение для вращающихся обмоток, подверженных большим центробежным усилиям. Рекомендуется для пропитки на автоматических струйных (капельных) установках. Комплектуется сиккативом и отвердителем	F	125±5°C, 30 мин	Зимнее время-6 мес.. Апрель-Сентябрь- 4 месяца
КП-103 ТУ16-504.011-76	Термореактивный эпоксиднометакриловый состав	Пропитка обмоток электрических машин и аппаратов влагостойкого исполнения. Пропитка струйным методом Поставка в комплекте: инициатор - паста перекиси бензоила - 3% к массе компаунда; ускоритель ЖК-1 или ЖКСМ-2% к массе компаунда	F	155±2°C, 15 мин	Зимнее время-6 мес.. Апрель-Сентябрь- 3 месяца. С введенным инициатором - 10 суток
КП-50 ТУ 2398-013-20939239-2003		Пропитка и заливка обмоток электрических машин и аппаратов, изготовленных в обще климатическом исполнении с применением проводов с эмалевой и волокнистой изоляцией. Возможно применение для пропитки эмалевых проводов с диаметром менее 0,1 мм	F	125±5°C, 30-60 мин	12 месяцев без инициатора, 30 дней с введенным инициатором (паста перекиси бензоила)
ПК-11 ТУ 2257-042-50157126-2003	Однородная смесь эпоксидной диановой смолы и изометилтетрагидрофта левого ангидрида (ИМТГФА).	Пропитка обмоток высоковольтных электрических машин вакуум-нагнетательным методом. Однокомпонентный.	F	160±2°C 480 мин	6 месяцев
ЭЛПЛАСТ® – 155 ИД ТУ 2257-101-05758799-2003	Раствор ненасыщенного олигоэфиримида и целевых добавок в олигоэфиракрилате.	Пропитка обмоток электрических машин и тяговых электродвигателей изготовленных с применением проводов с эмалевой и стекловолокнистой изоляцией, а также изоляции на основе слюдяных лент.	F	130±2°C 30 мин	12 месяцев (без введенного инициатора). 6 месяцев (с введенным инициатором тип А)
ЭЛПЛАСТ® – 180 ИД	Раствор ненасыщенного Олигоэфиримидизо-	Пропитка обмоток электрических машин и	H	150±2°C 30 мин	12 месяцев (без

ТУ 2257-068-05758799-2002	цианурата и целевых добавок в олигоэфиракрилате.	тяговых электродвигателей изготовленных с применением проводов с эмалевой и стекловолокнистой изоляцией, а также изоляции на основе слюдяных лент			введенного инициатора).
ЭПЛАСТ® – 220 ИД ТУ 2257-082-05758799-2007	Раствор ненасыщенного Олигоэфиримидизоцианурата и целевых добавок в олигоэфиракрилате.	Пропитка обмоток электрических машин, погружных насосов и тяговых электродвигателей изготовленных с применением проводов с эмалевой и стекловолокнистой изоляцией, а также изоляции на основе слюдяных лент	С	150±2°С 30 мин	12 месяцев (без введенного инициатора). 6 месяцев (с введенным инициатором тип А)
*Данный параметр не означает полное время отверждения компаунда и образование монолитной структуры. Для ее образования требуется правильный подбор режимов и температур пропитки.					

