

Введение Для изготовления слоистых пластиков электроизоляционного назначения наибольшее предпочтение отдают эпоксидным связующим [1, 2]. К материалам данного класса, в частности к стеклопластикам и стеклотекстолитам, предъявляются такие требования, как высокая механическая прочность, стабильность электроизоляционных свойств, а так же высокие термо- и огнестойкость [ГОСТ 25500-82]. Поверхность листов должна быть гладкой, без газовых пузырей и посторонних включений, так как электрическая прочность весьма чувствительна к неоднородностям структуры материала. В связи с этим использование эпоксидных олигомеров, как правило, связано с применением растворителей и разбавителей для снижения вязкости композиций. Это приводит к ухудшению свойств композита, а так же экологичности производства, т.к. при использовании летучих жидкостей повышается риск пожароопасности и загрязнения воздушной среды токсинами. В связи с этим проблема создания низковязких эпоксидных связующих для слоистых пластиков без использования растворителей является весьма актуальной. Экспериментальная часть В данной работе изучено влияние фосфорорганических модификаторов на прочностные и электроизоляционные характеристики эпоксидных олигомеров марок ЭД-24, ЭД-22, ЭД-20, ЭД-18 [ГОСТ 10587-84]. В качестве модификаторов был использован ряд глицидиловых эфиров кислот фосфора (V), различающихся как по функциональности (моно-, ди-, триглицидиловые эфиры), так и по структуре (глицидилфосфаты и глицидилфосфонаты). Исследуемые фосфорорганические соединения – низковязкие, нелетучие вещества без цвета и запаха. Наличие активного а-окисного цикла в молекуле глицидиловых эфиров кислот фосфора позволяет использовать данные соединения в качестве активных модифицирующих добавок в композициях на основе промышленных диановых эпоксидных смол. Композиции отверждали ароматическими аминными отвердителями - 4,4'-диаминодифенилметан (4,4'-ДАДФМ), 3,3'-дихлор, 4,4'-диаминодифенилметан ("диамет-х") и м-фенилендиамин (МФДА). Отверждение модифицированных композиций проводили по ступенчатому механизму в интервале температур 90 – 150оС. Обсуждение результатов Разработанные композиции являются низковязкими, технологичными, с хорошей смачивающей способностью. Отмечено, что добавление даже небольших количеств модификаторов приводит к резкому снижению вязкости и межфазного натяжения на высокоэнергетических поверхностях подложек. Отмеченные эффекты в большей степени проявляются в составах, содержащих глицидилфосфаты. Введение глицидиловых эфиров кислот фосфора в эпоксидную композицию приводит к снижению температуры отверждения и времени гелеобразования. Композиции имеют усадку при отверждении не более 0,5%. Модификация двух- и трехфункциональными соединениями в пределах совместимости компонентов (до 20% масс. модификаторов) приводит к повышению температуры

стеклования. В таблице приведены основные физико-механические и электроизоляционные характеристики разработанных композиций. Анализ полученных данных показал, что повышение прочностных и адгезионных характеристик зависит как от концентрации, так и от структуры модификатора. При изучении влияния фосфорорганических модификаторов на прочностные свойства композиций установлено, что двух- и трехфункциональные соединения повышают прочность на сжатие и на изгиб приблизительно в 2 раза, что связано с увеличением плотности сшивки полимера. Таблица 1 - Свойства эпоксидных фосфорсодержащих композиций

Показатель	Состав композиций ЭД-20 (80%)	ЭД-20 (80%) диглицидил-оксиметил-фосфат (20%)	ЭД-20 (80%) диглицидил-метилфосфонат (20%)
Температура стеклования, °C	150	165	165
Разрушающее напряжение, МПа при изгибе	120	190	190
при сжатии	110	185	185
Ударная вязкость · 10 ³ , Нм/м ²	1,3	1,6	1,5
Адгезия к стекловолкну, МПа	41,8	46,1	46,3
Электрическая прочность, кВ/мм	25	27	26
Тангенс угла диэлектрических потерь при 1000 Гц	0,02	0,03	0,04
Диэлектрическая проницаемость при 1000 Гц (20°C)	4,3	4,4	4,8
Кислородный индекс, %	23	31,8	39,8

Исследуемые фосфорсодержащие модификаторы проявляют антипирлирующее действие, которое зависит от концентрации и структуры модификатора. Все исследуемые композиции относятся к самозатухающим. Наибольшие значения кислородного индекса имеют композиции, модифицированные фосфонатами в количестве 20% мас. Таким образом, разработанные композиции обладают высокими прочностными, электроизоляционными свойствами, пониженной горючестью, высокой теплостойкостью и могут быть использованы в качестве связующих для слоистых электроизоляционных пластиков.