

Управление образования администрации Озерского городского округа
Челябинской области

Муниципальное бюджетное учреждение
дополнительного образования
«Станция юных техников»



Материалы в изготовлении моделей (Методическое пособие - 2 часть)

Составил педагог дополнительного
образования Думенек В. Л.

г. Озерск
2019 г.

Методическое пособие - предназначено для обучающихся авиамодельного объединения 4 года обучения при изучении темы «Кордовые модели самолётов класса F2A, C».

Цель: познакомить обучающихся со свойствами материалов, используемых для постройки моделей.

Введение

Кроме широко известных традиционных материалов, как дерево, фанера, в моделизме применяют композитные материалы с самими современными составляющими. Некоторые модели не могли бы вообще существовать без применения в их конструкции выклеек из стекло-угле материалов. Применение композитных материалов позволяет значительно повысить прочность моделей, снизить их вес, упростить и ускорить процесс изготовления. Кроме этого такая технология позволяет тиражировать абсолютно одинаковые детали или модели в большом количестве. Для всех этих работ применяют основные материалы: это эпоксидные смолы, стекло и углеткани.

Стеклоткань

Стеклоткань бывает разной толщины, плотности и структуры плетения. Одним из параметров ткани есть ее структура переплетения. Самая простая и недорогая ткань имеет сетчатое (полотняное) переплетение. Такая ткань подходит для изготовления плоских с небольшой выпуклостью деталей. Стеклоткань с более сложным диагональным (саржевым) переплетением нитей обладает свойством вытягиваться и прекрасно ложится в сложных объемных формах не образуя складок. Такая ткань имеет и более высокие прочностные характеристики. Вес ткани указывают в граммах на квадратный метр. К примеру для изготовления фюзеляжей моделей применяют саржевую ткань 163 г/м². Ткань поставляется в рулонах шириной ок. 1 метра.

Стекловолокно получают путем вытягивания тонких волокон (нитей) толщиной 3-100 мк из расплавленного стекла. Впервые технология получения стекловолокна была разработана в Германии в конце 19 столетия. В таком виде стеклянное волокно не ломается и становится достаточно эластичным, что позволяет изготавливать из него нити и ткань. Стеклоткань обладает достаточно высокой прочностью, а если ее пропитать эпоксидной смолой, то получится прочный и эластичный композитный материал-стелопластик.

Преимущество такой технологии заключается в том, что, выкладывая (ламинируя) в специальной форме (матрице) стеклоткань, пропитанную смолой, после затвердения, можно получать сложные по форме и красивые изделия. Понятно, что для моделизма это нужная технология позволяющая изготавливать корпуса, фюзеляжи, пропеллеры, лопасти и даже целые модели.

Углепластик

Углепластик — это композиционный многослойный материал, представляющий собой полотно из углеродных волокон в оболочке из терморезистивных полимерных (чаще эпоксидных) смол, Carbon-fiber-reinforced polymer.

Международное наименование Carbon — это углерод, из которого и получают карбоновые волокна carbon fiber.

Но в настоящее время к карбонам относят все композитные материалы, в которых несущей основой являются углеродные волокна, а вот связующее может быть разным. Карбон и углепластик объединились в один термин, привнеся путаницу в головы потребителей. То есть карбон или углепластик — это одно и то же.

Это инновационный материал, высокая стоимость которого обусловлена трудоемким технологическим процессом и большой долей ручного труда при этом. По мере совершенствования и автоматизации процессов изготовления цена карбона будет снижаться. Для примера: стоимость 1 кг стали — менее 1 доллара, 1 кг карбона европейского производства стоит около 20 долларов. Удешевление возможно только за счет полной автоматизации процесса.

Карбон

Карбон (carbon) – это прочный и легкий композитный материал, получаемый путем переплетения тонких нитей графита и резины. Ориентированные под индивидуальным углом нити затем скрепляются эпоксидными смолами и формуются в листы. Продукт относится к разряду так называемых композитных материалов, к классу углепластиков, который объединяет в себе несколько тысяч разных рецептов. Все эти материалы имеют одну особенность – основой их наполнения являются углеродные(графитные) частицы, волокна и чешуйки.

Применять карбон можно очень во многих отраслях, в частности он используется в строение корабельных мачт, лопастей вертолётa и других изделий, где необходима высокая прочность. В автостроение, как некоторые считают, он еще не получил широкого распространения, но это только в силу своей дороговизны.

Как и любой другой материал, карбон тоже не лишен своих плюсов и минусов. К главным достоинствам карбона относятся его вес (на 20-40% легче применяемой в автомобилестроении листовой стали), не уступающая металлам прочность. Кстати, именно благодаря малому весу этот композитный материал активно используется при создании формульных болидов и в космической технике. В авиамоделизме из карбона изготавливают детали для гоночных и скоростных моделей: фюзеляжи, крылья, стабилизаторы и т.д.

Гибкость углеродного полотна, возможность его удобного раскроя и резки, последующей пропитки эпоксидной смолой позволяют формировать карбоновые изделия любой формы и размеров, в том числе и самостоятельно. Полученные заготовки можно шлифовать, полировать, красить и наносить флексопечать.

Технические характеристики и свойства карбона

Популярность углепластика объясняется его уникальными эксплуатационными характеристиками, которые получаются в результате сочетания в одном композите совершенно разных по своим свойствам материалов — углеродного полотна в качестве несущей основы и эпоксидных компаундов в качестве связующего.



Армирующий элемент, общий для всех видов углепластика — углеродные волокна толщиной 0,005-0,010 мм, которые прекрасно работают на растяжение, но имеют низкую прочность на изгиб, то есть они анизотропны, прочны только в одном направлении, поэтому их использование оправдано только в виде полотна.



Дополнительно армирование может проводиться каучуком, придающим серый оттенок карбону.

Карбон или углепластик характеризуются высокой прочностью, износостойкостью, жёсткостью и малой, по сравнению со сталью, массой. Его плотность — от 1450 кг/м³ до 2000 кг/м³. Технические характеристики углеволокна можно посмотреть в сравнительной таблице плотности, температуры плавления и прочностных характеристик.

Кевлар

Арамидное волокно было разработано в 60-х годах компанией DuPont под торговой маркой Kevlar. В итоге кевларом стали называть почти все прочные полиамидные волокна.

- Прочность на разрыв волокна — 250-600 кг/мм²,
- Плотность — 1400-1500кг/м³.

Полотно прекрасно справляется с динамическими нагрузками. Успешно противостоит ударам, термостойкое и относится к трудногорючим материалам.

Еще один элемент, используемый для армирования вместе с углеродными нитями — кевлар. Это те самые желтые нити, которые можно видеть в некоторых разновидностях углепластика. Некоторые недобросовестные производители выдают за кевлар цветное стекловолокно, окрашенные волокна вискозы, полиэтилена, адгезия которых со смолами гораздо хуже, чем у углепластика, да и прочность на разрыв в разы меньше.

Кевлар—это американская торговая марка класса полимеров арамидов, родственных полиамидам, лавсанам. Это название уже стало нарицательным для всех волокон этого класса. Армирование повышает сопротивление изгибающим нагрузкам, поэтому его широко используют в комбинации с углепластиком.



Технические характеристики и свойства

Технические характеристики и свойства кевлара по истине уникальны. Основной особенностью считается высокая механическая прочность. При этом масса и плотность сравнительно низкие.

Кевлар — это материал с уникальной устойчивостью к растяжению и со способностью к самотушению. При этом он не горит и не плавится. Только при температуре выше 430 градусов начинает разлагаться. В результате воздействия высоких температур, не сразу, а по прошествии определенного времени, начинает терять свою прочность.

К органическим растворителям и коррозии имеет устойчивость, отличается высоким модулем упругости. Под воздействием низких температур не только не ухудшается, а наоборот становится крепче. Устойчив к порезам и обладает низкой удельной электропроводностью.

Эпоксидные модифицированные смолы

Эпоксидная смола – сложное химическое соединение, образованное на основе олигомеров, содержащих эпоксидные группы. При соединении с аминами или кислотами происходит реакция полимеризации, в результате которой образуются сшитые полимеры. Основным химическим элементом в основе эпоксидки является эпихлоргидрин. При поликонденсации его с бисфенолом-А получается смола.

Добавки способны повышать не только прочность и твердость смолы. Пластификаторы (касторовое масло) делают застывшую смолу эластичной и упругой. Данные свойства востребованы в условиях вибраций и периодически меняющихся нагрузок. Количество наполнителя диктуется конкретными характеристиками, которые нужно получить.

Модифицированная эпоксидка, то есть, смола с наполнителями, изготовителем определяется, как материал для конкретных работ: заливки пола, пропитки, художественных работ, изготовления бижутерии.

К модифицированным смолам относятся материалы, у которых те или иные характеристики изменены путем введения различных добавок. Промышленное применение полимеров требует высоких показателей прочности, термоустойчивости, эластичности или клеевых свойств. Для модифицированных свойств также определены маркировки, согласно ГОСТ или ТУ.

- **КДА-2.** Данная марка используется в качестве связующего элемента в углепластиках или стеклопластиках, но, благодаря высокой адгезии, смола может служить клеевым составом. Возможно проведение заливочных работ, однако материал вызывает интерес только в плане создания электроизоляционной прослойки.
- **К-02Т.** Высокая степень текучести позволяет пропитывать волокна намоточных изделий. Смола К-02Т добавляется с целью их цементации.
- **ЭЗ-111.** Применяется исключительно в электротехнических изделиях. Примером может служить герметизация трансформаторов или заливка электродеталей.
- **УН-562 и УП-599.** Модели отличаются наличием в составе пластификатора, который повышает их эластичность. Используются в заливочных работах, особенно в местах, подверженных вибрационным нагрузкам.
- **К-153, К-115, К-176, К-201.** Серия эпоксидных смол повышенной плотности. Они выступают в качестве герметика во многих отраслях промышленности.

- **КДА** известен потребителям, как двухкомпонентный эпоксидный клей.



Характеристики полимера

В чистом виде эпоксидная смола напоминает стекло с тем лишь отличием, что она имеет желтоватый оттенок. По консистенции основной компонент смолы похож на свежий мед. В зависимости от состава олигомера цвет эпоксидки может быть более темным и даже оранжевым. Введение наполнителей сказывается и на внешнем виде полимера. Он приобретает различные оттенки: белый, серый, коричневый и черный. Если говорить о пигментных веществах и колерах, то современные технологии позволили получить целую гамму цветов.

Как было сказано выше, эпоксидная смола инертна к активным веществам, в том числе и галогенам. Разрушиться отвержденный полимер может только под действием концентрированных кислот. Щелочи остаются для смолы абсолютно безвредными. Перечень материалов, с которыми «работает» эпоксидка, достаточно объемный. Приведем примеры лишь некоторых из них:

- древесина;
- металл;
- керамика;
- фаянс;
- кожа;
- резина.

Различные виды эпоксидной смолы дают разные результаты, касающиеся свойств клевого шва или отвержденной массы. В качестве примера технических характеристик материала можно рассмотреть самую популярную марку полимера – ЭД-20.

Ее плотность составляет 1,2 кг/м³. Прочность на деформации измеряется единицами давления. Так, для деформации растяжения прочность составляет 40-90 МПа, для изгиба – 80-140 МПа, для сжатия – 100-200 МПа. Важной характеристикой является температура отверждения и время полной полимеризации. Эти параметры необходимо учитывать, подбирая материал для конкретных видов работ. Смола ЭД-20 полимеризуется за 1,5 часа при температуре 20°С градусов.

Смолы специального назначения

В более жестких условиях обычные смолы применять нельзя. Для различных целей создаются материалы специального назначения. В принципе, это те же модифицированные смолы, только их отдельные характеристики повышены в несколько раз.

- **ЭА.** Можно использовать для заливки напольных покрытий в производственных помещениях. Такой состав востребован в строительстве. Смолой разбавляют конструкционные связующие компоненты.
- **УП-610.** Входит в состав сверхпрочных стеклопластиков.
- **УП-643.** Усовершенствованная модель, повышающая теплостойкость и химическую стойкость стеклопластиков.
- **ЭХД.** Хлорсодержащая смола, ее высокие показатели прочности, теплостойкости, огнеупорности и влагостойкости вводят материал в разряд универсальных компаундов.
- **УП-631.** Применима в сфере обеспечения пожарной безопасности. Самозатухающие свойства востребованы при монтаже огнезащитных пропиток.

Список литературы:

Эпоксидные смолы и отвердители. Машинский Л. 1995 г.

Журнал «**Компоненты и технологии**». Воробьев А. Серия статей по полимерным смолам. 2005г.

Ли Х., Невилл К. **Справочное руководство по эпоксидным смолам.** 2015г

Интернет ресурсы.

Содержание:

| | |
|---|--------|
| 1. Введение..... | 2 стр. |
| 2. Стеклоткань..... | 2 стр. |
| 3. Углепластик..... | 3 стр. |
| 4. Карбон..... | 3 стр. |
| 5. Кевлар..... | 4 стр. |
| 6. Эпоксидные модифицированные смолы..... | 6 стр. |
| 7. Смолы специального назначения..... | 8 стр. |
| 8. Список литературы..... | 8 стр. |