

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ



Композитные материалы, или, как их принято называть, композиты, произвели революцию во многих отраслях промышленности и стали популярными в высокотехнологичных изделиях, которые должны характеризоваться малым весом, но одновременно и высокой стойкостью к механическим нагрузкам. Ожидаемые экономические выгоды в таких высокотехнологичных проектах, как разработки в области военной и космической техники, связаны, в первую очередь, с легкими, стойкими к воздействию высоких температур композитными материалами, позволяющими снизить вес конечных изделий, эксплуатационные расходы и расход горючего.

Современная авиация, как военная, так и гражданская, была бы значительно менее эффективной без композитных материалов. Фактически требования именно этой отрасли промышленности для материалов (которые, с одной стороны, должны быть легкими, а с другой стороны – достаточно прочными) и были главной направляющей силой в их раз-

работке и развитии. Сейчас является общепринятым, чтобы крылья самолетов, их хвостовое оперение, пропеллеры, лопатки турбин двигателей были выполнены из современных композитных материалов. Это же касается и большей части их внутренней структуры и частей фюзеляжа. Корпуса некоторых небольших летательных аппаратов уже полностью выполнены из композитных материалов. В больших коммерческих самолетах из таких материалов, как правило, выполнены крылья, хвостовое оперение и панели корпуса.

Композитные разъемы для внутренних подключений, поставляемые на рынок в соответствии с его запросами и требованиями потребителей, успешно заменяют собой прежние разъемы, которые изготавливали из латуни, никеля, алюминия, бронзы или нержавеющей стали. Разъемы из композитных материалов идеально подходят для использования в условиях окружающей среды, где требуется стойкость к высоким температурам и выполнение требований по электромагнитной совместимости. При их



использовании практически не выделяются токсичные газообразные продукты и, в частности, что особенно важно, галогены. Композитные материалы более прочны, чем сталь, они обеспечивают высокую коррозионную стойкость, имеют более высокую надежность и долговечность и при этом обладают еще и существенно меньшим весом, чем их выполненные из стали аналоги.

Производство композитных материалов

Композиты состоят из нескольких отдельных материалов. Цель создания композитного материала – создать некую новую субстанцию, которая комбинирует свойства ее составляющих частей наиболее выгодным способом. В композитных материалах имеется две составляющие: матрица (связующее) и армирующие элементы (наполнители). Для создания композитного материала требуется наличие, по крайней мере, одного составляющего каждого вида. Для матрицы большинство современных композиционных материалов используют термопластичные или терморезистивные пластмассы (также называемые смолами). Пластмассы – это полимеры, которые скрепляют армирующие элементы, и именно они помогают задать нужные физические свойства конечного продукта.

Термопластичные пластмассы характеризуются тем, что они тверды при низких температурах, но размягчаются при нагревании. Хотя они используются реже, чем терморезистивные пластмассы, они в действительности имеют некоторые преимущества, например большую вязкость разрушения, продолжительный срок годности в виде сырья, возможность повторной переработки. Использование термопластичных пластмасс более безопасно и менее загрязняет рабочее место, потому что при подготовке их к непосредственному использованию нет необходимости в органических растворителях для их затвердевания.

Реактопласты, или терморезистивные пластмассы, в исходном виде находятся в жидком состоянии, но затвердевают и становятся твердыми (вулканизируются) после их нагревания. Процесс затвердевания необратим, таким образом, эти материалы уже не становятся мягкими под воздействием высоких температур. Когда пластмассовая матрица усилена, например, стекловолокнами, реактопласты успешно противостоят износу и воздействию агрессивных химикатов, они являются весьма долговечными даже в условиях крайне неблагоприятной окружающей среды. Такие материалы обеспечивают как гибкость конструкции, так и высокую электрическую прочность.

Если классифицировать композиты по материалу матрицы, то различают: композиты-реактопласты, композиты с использованием коротких (рубленых) волокон и реактопласты с длинными волокнами или усиленные волокнами. Наиболее известные материалы для таких матриц: полиэфир (полиэстер), эпоксидные смолы, фенолформальдегиды, полиимиды, полиамиды и полипропилен. Керамика, углерод и металлы также используются как матрицы для некоторых очень специфических применений. Например, керамика используется в случае, когда материал подвергается воздействию очень высоких температур, а углерод используется для изделий, которые подвержены трению и износу.

Полимеры используются не только в качестве материала для матрицы, они также используются и в качестве хорошо зарекомендовавших себя армирующих материалов для усиления композитов. Например, кевлар – полимерное волокно



Серия Deutsch ACT представляет собой высокопроизводительные композитные разъемы, выполненные в соответствии со стандартом MIL-DTL-38999.

Производительность любого разъема складывается из производительности его составных частей. Использование композитных материалов в серии ACT увеличило прочность корпуса разъема и фиксирующего резьбового механизма, в результате чего количество возможных циклов сочленений достигло 1500. Также применение композитных материалов повысило стойкость разъемов к коррозии (2000 часов в условиях солевого тумана). Кроме того, в конструкции данной серии разъемов предусмотрены фиксаторы, которые благоприятно влияют на производительность и продолжительность жизненного цикла соединителя.

- Максимальное количество контактов: 128.
- Максимальный ток на контакт: 46 А.
- Диапазон рабочих температур: $-65...+200$ °С.
- Сопротивление коррозии: 2000 часов в условиях солевого тумана.
- Сопротивление изоляции: 5000 МОм при 25 °С.
- Механическая прочность: 1500 циклов сочленения.
- Соответствие стандарту MIL-DTL-38999.



Композитные разъемы Sabritec относятся к круглым фильтрующим разъемам и выпускаются по стандарту MIL-DTL-38999. Применение композитных материалов позволяет соединителям этой серии иметь высокую коррозионную стойкость до 2000 часов в условиях солевого тумана и иметь количество возможных циклов сочленения 1500 циклов. Эти разъемы идеально подходят для систем управления питанием, оборудования обработки видеосигнала, а также военных истребителей.

- Максимальное количество контактов: 128.
- Диапазон рабочих температур: от -55 °С до $+180$ °С.
- Сопротивление коррозии: 2000 часов в условиях солевого тумана.
- Механическая прочность: 1500 циклов сочленения.
- Соответствие стандарту MIL-DTL-38999.
- Доступна функция подавления помех.

По вопросам применения, заказов образцов и приобретения обращайтесь в компанию PT Electronics, elmeh@ptelectronics.ru

но, которое является очень прочным и добавляет в композитный материал жесткость в сочетании с вязкостью. Хотя стекловолокна – наиболее часто употребляемый вариант армирования, в композитах может также быть использовано армирование элементами из металла в виде арматуры, усиливающие другие металлы, как, например, в металло-матричных композитных материалах (ММС). По сравнению с композитами на основе полимерных матриц, ММС являются более стойкими к воспламенению и могут работать в более широком диапазоне температур, не гигроскопичны, имеют более высокую электропроводность и удельную теплопроводность, они стойки к воздействию радиационного облучения и не выделяют токсичные газы. Однако они, как правило, более дороги, чем заменяемые ими аналоги, и используются там, где их более высокие технические характеристики и свойства могут оправдать увеличение стоимости. На сегодня эти материалы наиболее часто находят применение в узлах самолетов и космических системах.

Прочность и устойчивость к повышенным температурам – наиболее важные характеристики в полимерах, используемых для высокотехнологических приложений. Изделия, предназначенные для коммерческих и военных космических приложений, должны быть изготовлены с использова-

нием так называемых специальных конструкционных пластмасс (в англоязычной технической литературе – «engineering plastics») или других специализированных высокотемпературных полимеров. Конструкционные пластмассы типа полиэфиримида (PEI), полифталамида (PPA), полифениленсульфида (PPS) и полиэстеримида (Polyamide-imide – PAI) разработаны и предназначены именно для использования в условиях повышенной рабочей температуры. Смолы типа полиэфирэфиркетона (PEEK) и различные жидкокристаллические полимеры (LCP) также способны противостоять чрезвычайно высоким температурам. Эти современные высокотехнологичные пластики также удовлетворяют требованиям по выделению токсичных газов и устойчивы к воспламенению.

Преимущества использования композиционных материалов

Мы зависим от композиционных материалов в целом ряде моментов нашей повседневной жизни. Композитные материалы на основе стекловолокна были разработаны еще в конце 40-х годов прошлого столетия, они являются первыми современными композитными материалами и до сих пор находят широкое применение. В общем объеме выпу-

Все увеличивающееся количество производителей композитных материалов и рост их предложений на рынке позволяют потребителям выбирать нужный материал с учетом целого ряда их преимуществ, таких как:

- Композиты невероятно легки и поэтому находят все большее применение в системах внутренних подключений (разъемы), для которых малый вес является определяющим. Для большинства таких приложений типичное снижение веса при использовании композитов по сравнению с алюминием составляет приблизительно 40 %, и 80 % по сравнению с деталями из латуни и нержавеющей стали.
- Композитные материалы чрезвычайно прочны. Как пример, высокопрочные композиты, структурированные волокном, широко используются в бронезилетах. Благодаря высокой прочности таких композитных материалов солдаты хорошо защищены от осколков и пуль.
- Композиты являются очень стойкими к агрессивным химическим реагентам,

они никогда не будут ржаветь или разъедаться. Это как раз то, почему морская индустрия была одной из первых, которая приняла их для использования.

- Полимерные пластики менее подвержены механическому резонансу, поэтому детали с резьбовыми соединениями, выполненные из таких материалов, с меньшей долей вероятности ослабятся и отвинтятся при воздействии ударов и сильной вибрации.
- Некоторые композиты не электропроводны. Это важно, потому что часто композитные материалы необходимы там, где нужна прочность и высокие электроизоляционные свойства.
- Композиты могут ослаблять магнитные поля, уменьшать влияние магнитных полей на коррозию и заглушать так называемую «акустическую подпись», то есть характерное для каждого устройства акустическое излучение, что является весьма важным свойством при разработке изделий, для которых важна малая вероятность их обнаружения.



скаемых на текущее время композитных материалов материалы на основе стекловолокна занимают примерно 65%. Вы можете использовать изделия, сделанные из стекловолоконного композитного материала, даже не подозревая этого. Детали из композитов будут разрушаться под напряжением со значительно меньшей степенью вероятности, чем детали из металла. Небольшая трещина в металлической детали может развиться в катастрофическую, причем очень быстро и с очень серьезными последствиями. Волокнистые материалы в своей сложной композитной структуре могут распределить внутреннее напряжение и заблокировать расширение небольших трещин.

Нагрузка в любом композите распределяется по его волокнам, именно волокна несут всю нагрузку, поэтому их тип, количество, ориентация и линейность определяют их эффективность. Стекловолоконные композиты используются для приложений, в которых одновременно требуются жесткость, высокие электроизоляционные свойства и абразивная стойкость. Углеродные волокна в композиционных материалах используются для приложений, требующих высокой прочности и жесткости. Матрица из смолы в композите, распределенная между волокнами, предохраняет их и удерживает волокна в их правильной локализации и ориентации. Тип смолы матрицы определяет ее абсорбционные свойства, как к воде (гигроскопичность), так и к химическим соединениям, механические свойства при высоких температурах, прочность на сжатие и механическую жесткость. Кроме того, тип смолы определяет метод изготовления конечного изделия и его стоимость относительно альтернативных типов смол и методов изготовления.

Использование композитов в оборонной и авиационной промышленности



Самое главное из всех преимуществ композитных материалов – их прочность и жесткость, объединенные с малым удельным весом. Наиболее трудно конструировать сложные детали из композитов, которые используют в своих целях перечисленные свойства, но при этом должны выполнять необходимые требования по геометрическим размерам, установке и функциональному использованию. Но, выбирая соответствующую комбинацию армирующего материала и материала матрицы, производители могут обеспечить все

необходимые характеристики изделия, которые будут соответствовать требованиям как для его конкретной конструкции, так и для специфической цели его использования.

Электрические соединители, которые применяются для подачи питания и передачи данных в изделиях, предназначенных для использования в вооруженных силах и космической технике, постоянно уменьшаются в размерах и весе. Многие военные заказчики ищут меньшие по габаритам, более легкие и более гибкие решения, которые соответствуют жестким промышленным требованиям по прочности и долговечности. Недавние разработки в области конструктивных решений и материалов позволили совершить скачок в технологии производства и исполнения соединителей, которые обеспечивают как их высокие технические характеристики, так и необходимые требования по защите окружающей среды.

Композиты – это основа многих современных проектов в области развития устройств с минимально заметным действием. Одним из них являются беспилотные летательные аппараты (БЛА). Композитные материалы весьма активно использовались в их конструкции, результатом чего стала возможность их обнаружения только лишь с близкого расстояния.

Композиты обеспечивают высокую долговечность и жесткость, благодаря чему они являются подходящими материалами для систем, которые используются в авионике. Эти материалы дают уменьшение веса, высокую прочность и эксплуатационную устойчивость, что значительно превышает аналогичные характеристики многих металлов и некомпозитных терморезистивных материалов.

Особое состояние окружающей среды в космосе требует и особых узлов, которые могут использоваться в условиях космического пространства, кроме того, они должны отвечать требованиям по отсутствию выделения токсичных газов и быть изготовленными из немагнитных материалов. Композиты на основе углерода – основной материал в современных ракетносителях и тепловых экранах многоразовых космических кораблей. Они также широко используются в отражателях антенн, траверсах космического корабля, в переходниках к отсеку полезного груза, межблочных конструкциях и тепловых экранах многоразовых космических кораблей.

Несомненный факт, что композитные материалы все чаще разрабатываются под специфические требования к системам внутренних подключений, несмотря на усложнение как их конструкции, так и производственного процесса их изготовления, эти материалы благодаря своим свойствам стоят того, чтобы их использовать. Камень преткновения при использовании композитов – обычно их стоимость. Хотя сами производственные процессы изготовления, когда используются композитные материалы, часто более эффективны, однако само сырье – дорого. Конечно, композиты никогда не смогут полностью заменить традиционные материалы, такие, например, как сталь, однако существенные преимущества композитов дают реальную экономию средств, уменьшая расход горючего и экономя на обслуживании системы в целом, увеличивают срок службы для большого количества изделий оборонного и космического назначения. Без сомнения, мы должны знать обо всех возможностях, которые композиты могут нам дать.

По материалам сайта www.connectorsupplier.com

