

стигают значений соответствующих характеристик стали, обработанной по серийному режиму (закалка от 860°C + отпуск при $t = 560^\circ\text{C}$). При этом характеристики сопротивления малым пластическим деформациям ($\sigma_{\text{пл}}$ и $\sigma_{0,2}$) примерно на 15% выше, чем после обработки стали по серийной технологии.

Анализ электронно-микроскопических исследований показывает, что в стали 38ХНЗМФА, подвергнутой деформационному отпуску при последующем нагреве до высоких температур отпуска сохраняется в основном пакетное строение α -фазы с мелкодисперсными выделениями карбидов вытянутой формы. В то время как после серийной обработки, наблюдается большое количество участков рекристаллизованной α -фазы.

Литература

1. Металловедение и термическая обработка стали. В 3 т. – М. Т. 2 / Бернштейн М.Л., Рахштадт А.Г.: Металлургия, 1983 - 368 с.
2. Современные направления стабилизации прочности и долговечности в машиностроительной продукции / Зинченко В.М., Маневский С.Е., Прохорова А.И.: Технология металлов, 2012. № 10 - с. 12 – 18.
3. Деформационное упрочнение закаленных конструкционных сталей / Васильева А.Г.: М. Машиностроение, 1981 – 232 с.
4. Перераспределение углерода при деформации закаленной конструкционной стали / Корнет Е.В., Иванов Ю.Ф., Коновалов С.В., Громов В.Е.: Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2009. № 1 - с. 101 – 105.
5. Закаленная конструкционная сталь: структура и механизмы упрочнения / Иванов Ю.Ф., Корнет Е.В., Громов В.Е.: Новокузнецк. Изд-во СибГИУ, 2010 – 173 с.

Производство и переработка современных композитных материалов

Хашем Манафи Шейдан,

Университет машиностроения

8(925) 877-11-64, hashemmanafi@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена современным композитным материалам. В статье содержится информация о различных технологиях их производства, а так же о механической и термической переработки композитных материалов.

Ключевые слова: композиты, углеродное волокно, препрег, переработка композитов

Современные композитные материалы используются для создания многих конструктивных деталей в инженерных работах. Главная причина - это их привлекательные характеристики, такие как: легкий вес, высокая прочность, высокая жесткость, хорошее сопротивление усталости, а также высокая коррозионная стойкость, при этом изготовление деталей со сложной геометрией при использовании меньшего количества компонентов дает возможность производителям снизить стоимость детали по сравнению с другими аналогами создаваемыми из металлов. Прежде чем перейти к главным аспектам изготовления и разных технологиях использующиеся для производства композитов, уместно рассказать о конструктивных композитных изделиях, которые были изготовлены по этим методам.

Композитные изделия производятся посредством различных технологий. Наилучший процесс производства для конкретного изделия зависит от выбранного типа волокна и типа матрицы, требований по качеству а также от формы изделия. Все эти факторы должны учитываться в начале процесса разработки деталей или конструкций.

Особенностью практически всех производственных процессов является то, что в конечном результате изделие состоит из слоев. Толщина каждого слоя, как правило, колеблется от 0,125 мм (0,005") для препрегов аэрокосмической отрасли до нескольких миллиметров для рулонных тканей (примерно 0,25"). Это значит, что изделия обычно состоят из большого количества слоев, которые направлены по разным углам для получения необходимых свойств конструкции.



Рисунок 1. Примеры изделий произведенных из разных композитных материалов

В процессе ручной формовки (рисунок 2), волокна укладываются на поверхности оснастки вручную, а затем пропитываются смолой. Ручная формовка широко применяется при создании больших конструкций, таких как корпуса малых судов. Несмотря на относительную дешевизну данного процесса, конечные изделия получаемые данным, способом могут сильно различаться по качеству. Невозможность точного контролирования соотношения количества волокон и смолы, приводит к тому, что детали, полученные из одной и той же оснастки, будут отличаться по механическим свойствам.

При вакуумной формовке препрега (рисунок 3) жгуты или ткани пропитаны оптимальным количеством смолы перед укладкой на оснастку. Препреги обычно используются в высококачественных компонентах для аэрокосмической промышленности.

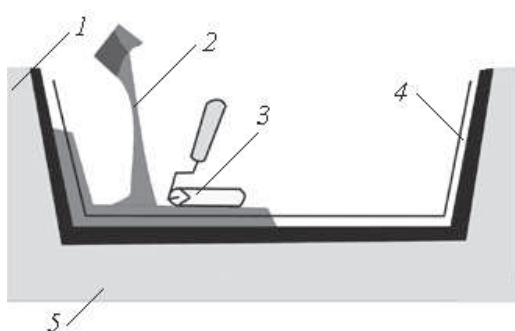


Рисунок 2. Процесс ручной формовки: 1 – слой гелькоута; 2 – смола; 3 – валик; 4 – стекломат; 5 – форма

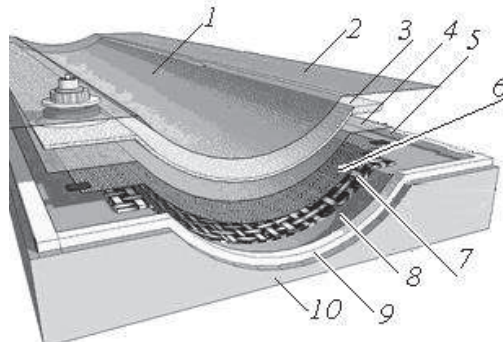


Рисунок 3. Вакуумная формовка препрега: 1 – вакуумный штуцер; 2 – вакуумная пленка; 3 – дренаж; 4 – разделительная пленка; 5 – липкая лента; 6 – жертвенная ткань; 7 – препрег; 8 – разделитель; 9 – герметизирующий жгут; 10 – оснастка

В результате этого процесса изделия получаются одинаковыми по качеству. Для достижения такого результата используют сложную систему нанесения смолы с последующим запеканием в автоклаве при высокой температуре и давлении. Тем не менее изготовление деталей из препрега является трудоемким процессом и может быть автоматизировано только для небольших простых изделий.

Формовка под давлением (рисунок 4) является процессом, при котором предварительно пропитанный набор слоев волокон, штампуются при помощи мощного пресса, тем самым предавая форму детали. Этот метод часто применяется при изготовлении высококачественных изделий, таких как шлемы или велосипедные рамы.

За счет точно совпадающих половинок штампа, точность размеров и механические свойства изделия очень высоки. Однако необходимость доработки детали после штамповки означает, что такой метод крайне дорог.

Процесс вакуумной инфузии (рисунок 5) или инъекции (ВИ) - это технология изготовления композитного материала, которая использует силу вакуумного давления для ввода смолы в ламинат.

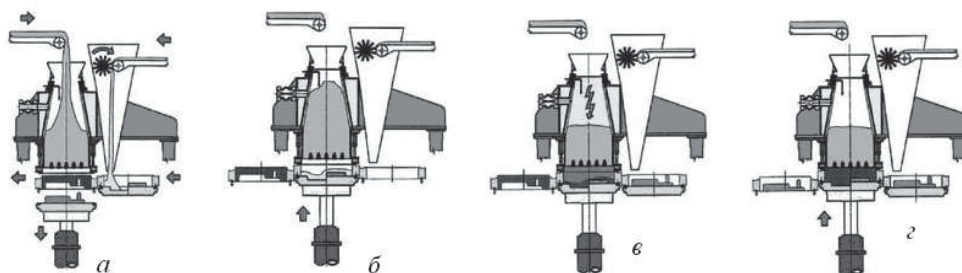


Рисунок 4. Формовка под давлением: а – извлечение (загрузка) предзаполнение; б – поднятие до уровня выстрела; в – выстреливание; г – прессование

Эта технология используется для изготовления деталей из стеклопластика и углепластика. Размеры детали могут быть от небольших с площадью поверхности менее 1 кв.м. до крупных деталей. Технология рекомендуется к использованию при изготовлении единичных деталей или малых тиражей. Суть метода заключается в следующем: материалы будущего композита выкладываются в сухом виде в оснастку, затем накладывается вакуум до ввода смолы. Как только достигается полный вакуум, смола засасывается в ламинат по специальным трубкам. В процессе используется набор вспомогательных материалов и инструментов.

Метод намотки волокон (рисунок 6) позволяет создавать ориентированную структуру наполнителя в изделиях с учетом их формы и особенностей эксплуатации. Использование в качестве наполнителей жгутов, лент, нитей обеспечивает максимальную прочность изделий. К тому же такие наполнители наиболее дешевы.

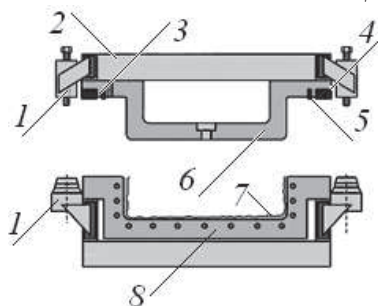


Рисунок 5. Вакуумная инфузия: 1 – комплект зажимов; 2 – жесткая рама; 3 – выпускной порт; 4 – дополнительный уплотнитель; 5 – основной уплотнитель; 6 – задняя часть остатка; 7 – армирующий пакет; 8 – подогреваемая часть матрицы

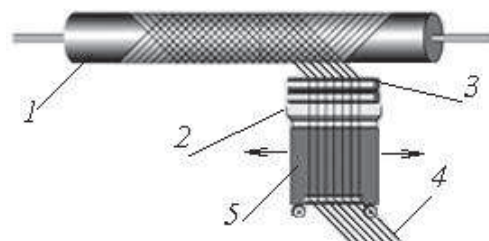


Рисунок 6. Метод намотки волокон: 1 – вращающийся сердечник; 2 – ванна со смолой; 3 – натяжные валики; 4 – волокна; 5 – тележка

Метод намотки волокном - сравнительно простой процесс, в котором армирующий материал в виде непрерывного ровинга (жгута) или нити (пряжи) наматывается на вращающуюся оправку. Специальные механизмы, которые перемещаются со скоростью, синхронизированной с вращением оправки, контролируют угол намотки и расположение армирующего материала. Его можно обертывать вокруг оправки в виде прилегающих друг к другу полос или по какому-то повторяющемуся рисунку до полного покрытия поверхности оправки. Последовательные слои наносятся под одним и тем же или под разными углами намотки, пока не будет набрана нужная толщина. Угол намотки может изменяться от очень малого (продольного), до большого (окружного), т. е. около 90 относительно оси оправки, включая любые углы спирали в этом интервале. Связующим для армирующего материала служит термоактивная смола.

Метод автоматизированной укладки композитных нитей основан на укладке композитных волокон с помощью пятикоординатного станка с ЧПУ. Это позволяет быстро и точно изготавливать сложные поверхности, такие как крупные компоненты фюзеляжа вертолета.

Конечно, подобное оборудование стоит очень дорого, примерно один миллион долларов США. Количество способов укладки настолько велико, что с развитием технологий автоматизированных разработок для оптимизации конструкции композитных изделий, увеличатся их полезность в будущем.

Технологии вторичной переработки композитных материалов разделяются на механические и термические. К первым относится дробление отходов и смешение их с органической или неорганической матрицей для восстановления. Вторая технология предполагает разделение отходов композитов на органические и неорганические компоненты с помощью термического разложения для их дальнейшего применения. Используется тепло, выделяющееся при сжигании; также используются нефтеподобные продукты термического разложения, которые могут служить топливом; утилизируются и армирующие элементы.

Из-за присутствия второго компонента, в частности армирующей фазы, переработка таких материалов, как композиты, сложнее переработки монофазных материалов. Например, неармированные термопласты, как правило, повсеместно и легко подвергаются первичной и вторичной переработкам. Однако утилизация композитов с термопластичной матрицей является намного более сложной задачей, поскольку приходится держать под контролем не только матрицу, но и армирующую среду, и границы раздела между средами. Композиты с терморезистивными матрицами часто идут в третичную и четвертичную переработки.

Выводы и рекомендации

Проанализировав технологии изготовления и переработки композитных материалов можно сделать следующие выводы.

Итоговая цена и качество изделий зависят от двух факторов: выбор композитного материала и применяемая технология производства.

Не смотря на все технологические достижения в сфере композитных материалов, до сих пор присутствуют некоторые сложности по их переработки

Необходимость проведения исследований новых типов композитных материалов и технологий для производства этих материалов, которые позволят снизить стоимость и повысить качество изделий.

Необходим поиск новых типов смол в химической промышленности для улучшения процессов переработки композитных материалов.

Литература

1. Практикум по технологии переработки и испытаниям полимеров и композиционных материалов. / Заикин А.И.: КолосС 2011 – с. 191.
2. Технология получения и переработки литевых полимерных композиционных материалов конструкционного назначения на основе матриц различной природы / Теряева Т.Н.: дисс. На соиск. уч. степ. докт. техн. наук: Кемерово, 2011 – с. 245.
3. Материаловедение / Черепашин А.А.: Москва, изд. Акажемия, 2012.- с. 253.
4. Технология обработки материалов / Черепашин А.А.: Москва, изд. Акажемия, 2012.- с. 266.

К вопросу о взаимосвязи износостойкости с параметрами качества поверхностного слоя деталей после механической обработки

к.т.н. Сутягин А.Н.

РГАТУ им. П.А. Соловьева, г. Рыбинск
8 (4855) 222-091, sutyagin_an@list.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по определению взаимосвязи интенсивности изнашивания сопрягаемых деталей машин с параметрами качества поверхностного слоя, обеспечиваемыми выбором соответствующих технологических условий механической обработки.

Ключевые слова: интенсивность изнашивания, поверхностный слой, параметры качества поверхностного слоя, накопленная энергия