

УДК 677.072.612.017.428

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ТЕКСТИЛЬНЫМ АРМИРУЮЩИМ НАПОЛНИТЕЛЯМ

И.Л. Верняева, И.А. Коржева

В работе проведён анализ и классификация требований к текстильным армирующим наполнителям в зависимости от условий эксплуатации готовых композиционных изделий. Определены основные требования, предъявляемые к углеродно-вольфрамовым армирующим трикотажным полотнам для разрушающихся термо- и эрозионно стойких композитов. Сформулированы основные задачи, которые необходимо выполнить при создании новых армирующих материалов.

Процесс проектирования и создания деталей из анизотропных волокнистых композитов существенно отличается от процесса проектирования изделий с использованием традиционных материалов. В данном случае учитывается конструкционная анизотропия, при которой должно быть обеспечено совмещение поля сопротивления материала с полем нагружения, за счёт ориентации наполнителя в слоях композита. Текстильные полотна (ткани, трикотаж и др.) из термостойких нитей в сочетании с тугоплавкой проволокой в настоящее время наиболее востребованы для армирования термо- и эрозионно стойких разрушающихся композитов. В большинстве случаев свойства органических, высокомодульных, углеродных, металлических волокон и нитей, используемых для указанных целей, отличаются от свойств традиционного текстильного сырья. Для их переработки требуется создание новых технологий и режимов. Необходимо определить технологические возможности совместной переработки термостойких нитей в сочетании с тугоплавким металлом в текстильное полотно, а также определить возможную структуру и свойства материала с учётом особенностей исходного сырья.

Опираясь на накопленный опыт в исследованиях структур армирующих трикотажных наполнителей для композитов специального назначения [1, 2], авторами настоящей работы были определены основные требования, предъявляемые к армирующим материалам в зависимости от условий эксплуатации готовых изделий. Результаты исследований представлены в таблице.

Из анализа можно сделать вывод, что основных требований к трикотажным наполнителям достаточно много и что некоторые из них противоречат друг другу. Так, одно из основных требований – толщина (её рекомендуют увеличивать для уменьшения расслоения пластиков при эрозионном ударе) [3] находится в противоречии с требованием мелкопористости структуры. Для повышения толщины трикотажа, помимо плотности вязания, необходимо повышать линейную плотность перерабатываемой нити, а для мелкопористой структуры необходимо её понижать. Для получения оптимальных прочностных показателей пластиков необходимо получить трикотаж с максимальным объёмным заполнением, т.е. с низким модулем петли, но такой трикотаж плохо растягивается и

трудно принимает заданную форму, плохо пропитывается связующим. Кроме того, исследование процессов переработки термостойких нитей на трикотажных машинах показало, что объёмное заполнение трикотажа ограничивается процессом петлеобразования, поскольку нижний предел длины петли ограничен размерами рабочих органов, а верхний предел толщины перерабатываемой нити ограничен ниточным промежутком на машине. Требование максимального объёмного заполнения противоречит требованиям максимальных разрывных характеристик трикотажа, т.к. с увеличением плотности трикотажа его разрывные характеристики падают, особенно у хрупких термостойких нитей [4]. Существует и ещё ряд противоречий в требованиях к трикотажным наполнителям, перечислять которые нет смысла. Необходимо найти режимы работы трикотажного оборудования (напряжение, плотность вязания, величину оттяжки и др.), обеспечивающие требуемые свойства трикотажных наполнителей из комбинированных нитей.

Следует отметить, что в зависимости от назначения композиционных изделий и условий эксплуатации конструкций из них, требования могут быть разнообразны, а каждое предприятие, работающее в данной отрасли, имея свою технологию и оборудование, предъявляет индивидуальные требования к композитам.

Так как углеродно-вольфрамовые трикотажные полотна будут использоваться для армирования разрушающихся термо- и эрозионно стойких композитов, заказчиком определены требования к композиту, а именно устойчивость к тепловому и механическому удару и устойчивость работы при вихревом потоке газа. Поэтому при разработке трикотажных полотен, основываясь на экспериментальных и теоретических данных, авторами работы были определены основные свойства армирующих трикотажных полотен, которые обеспечивают предъявляемые заказчиком требования.

1. Устойчивость к тепловому удару. Определяется общей термостойкостью армирующего наполнителя и равномерным распределением тепла при относительно низкой теплопроводности. В материале это обеспечивается наличием термостойкого сырья с добавками тугоплавкой проволоки, а также структурой наполнителя, которая должна обеспечить минимальное количество теплопроводных мостов.

Таблица

Требования к наполнителям в зависимости от условий эксплуатации пластиковых изделий

Условия эксплуатации пластиковых изделий и требования к летательным аппаратам	Требования к пластикам и изделиям	Средства обеспечения требуемых свойств пластиков	Требования к наполнителю (трикотажу)	Средства обеспечения требуемых свойств наполнителя (трикотажа)
Устойчивость к тепловому удару	Термостойкость. Низкая теплопроводность	Химический состав наполнителя и связующего. Структура наполнителя	Термостойкость. Минимальное количество теплопроводных мостов	Химический состав наполнителя. Дробление внутренней структуры полотна, мелкопористость структуры.
Устойчивость к механическому удару	Жёсткость конструкции. Сопротивление растягивающим усилиям, изгибу. Упругость на сжатие, растяжение, изгиб	Повышение толщины пакета. Введение армирующего элемента. Механическая прочность наполнителя, определённое процентное соотношение наполнителя и связующего. Высокая адгезия наполнителя к связующему. Структура наполнителя. Механическая прочность соединений	Прочность на растяжение и сжатие. Наличие демпфирующих элементов. Высокопрочные швы	Ориентация элементов петельной структуры. Высокое объёмное заполнение. Вид переплетения. Присутствие материалов, увеличивающих адгезию
Устойчивость работы при вихревом потоке газов	Устойчивость на эрозионный унос. Равномерность эрозии	Мелкозернистая структура. Монолитность или минимальная слоистость. Равномерность структуры по всем показателям	Мелкопористое строение. Повышенная толщина. Низкая растяжимость. Швы встык	Низкий модуль петли. Применение тонких нитей. Многослойность. Ориентация элементов петельной структуры и высокая объёмная плотность
Устойчивость формы поверхности и высокие аэродинамические свойства	Длительное сохранение сложной заданной формы изделий	Сложная форма наполнителя. Уравновешенность структуры	Цельновязаная форма изделий или достаточная ширина полотна. Уравновешенность структурных элементов (незакручивающийся малорастяжимый трикотаж)	Обтяжка заготовки без складок и разряжений. Использование переплетений с уравновешенной структурой (ластик, фанг)
Обеспечение надёжности управления и скрытности полёта	Радиопрозрачность	Химический состав компонентов пластика	Радиопрозрачность	Химический состав наполнителя
Облегчённость конструкции	Пониженная плотность	Минимальное количество секций и сопряжений, оптимальная плотность	Технологичность при изготовлении пластиков, оптимальное объёмное заполнение	Высокая пропитываемость. Достаточная растяжимость для хорошего облегания. Незакручиваемость, нераспускаемость

2. Устойчивость к механическому удару. Обеспечивается механической прочностью наполнителя на растяжение и сжатие и ориентацией петельной структуры.

3. Устойчивость работы при вихревом потоке газа. Обеспечивается мелкопористой и равномерной структурой наполнителя, что позволяет уменьшить эрозионный унос.

Таким образом, анализ взаимосвязи свойств армирующих наполнителей и готовых композиционных материалов показал, что создание новых структур, а особенно трикотажных, требует индивидуального подхода. Алгоритм решения поставленной задачи следующий.

- Выявить основные требования в зависимости от назначения композиционных изделий и условий эксплуатации конструкций из них.

- Исследовать зависимость свойств готового армирующего полотна от свойств и структуры исходного сырья. В случае использования многокомпонентных нитей эта задача усложняется, т.к. на свойства будут влиять и процентный состав, и «совместимость» компонентов.
- Исследовать влияние технологического процесса получения полотна на свойства и изменение свойств исходных нитей (прочность, жесткость и др.). Это позволит выявить оптимально возможные технологические режимы.
- Исследовать свойства готовых армирующих полотен, определяющие высокие показатели композиционных материалов.

ВЫВОДЫ:

1. В зависимости, от назначения композиционных изделий, технологии их получения и условий эксплуатации в каждом конкретном случае должны предъявляться индивидуальные требования к армирующей основе для изготовления композитов.

2. Авторами предложен алгоритм разработки структуры и технологии волокнистых наполнителей, который может быть использован при создании новых текстильных армирующих полотен и комбинированных нитей различной структуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Композиционные материалы : справочник / сост. В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1990.
2. Наполнители для полимерных композиционных материалов : справ. пособие / под ред. Г. С. Каца и Д. В. Милевски. – М. : Химия, 1981.
3. Рудой Б.Л. Композиты / Б. Л. Рудой. – М. : Московский рабочий, 1976.
4. Коржева И.А. Влияние технологического процесса вязания на разрывные характеристики комбинированной нити / И. А. Коржева // Научные труды молодых ученых КГТУ. Ч.1 (Секции I–VII). – Кострома, 2006. – Вып. 7. – С. 189.

I.A. Vernyaeva, I.A. Korzheva

DEMAND ANALYSIS OF TEXTILE REINFORCING FILLERS