

УДК 677.072.612.017.428

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЦИКЛОВЫХ РАЗРЫВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕОДНОРОДНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ

И.Л. ВЕРНЯЕВА, И.А. КОРЖЕВА, В.А. КОПНИН

(Костромской государственный технологический университет)

При изготовлении армирующих текстильных материалов для композитов основными физико-механическими свойствами являются: жесткость, прочность, стойкость к эрозионному уносу, термостабильность и термостойкость и др.

Термостойкость и термостабильность определяются в первую очередь материалом, армирующей основой и связующей матрицей. Они должны обеспечить стабильно устойчивое состояние композита при тепловых волнах и тепловых ударах. Поэтому основным компонентом комби-

нированной нити является термостойкий сердечник (углерод, стекло, базальт и др.). Для рассеивания тепла с поверхности работы в состав нити вводят металлическую составляющую (медь, вольфрам и др.). Эрозионный унос можно снизить путем создания прочной связи между матрицей и волокнистым материалом. Это обеспечивается путем повышения адгезионных свойств армирующего материала, за счет ввода дополнительной волокнистой составляющей, обладающей высокой сорбцией к связующему [1].

В представленной работе проводится определение прочностных характеристик текстильных армирующих материалов. Для определения прочности необходимо найти комплексный метод, который выявит не только факторы, определяющие прочность, но и позволит понять механизм разрушения и спрогнозировать на этапе изготовления комбинированной нити и текстильных полотен (трикотажа, ткани) работу композита в реальных условиях.

Углеродные и стеклянные нити относятся к нитям с ярко выраженной анизотропией, а металлические монопилиты к сравнительно однородным и изотропным. При рассмотрении комбинированной нити как единого продукта, свойства ее порой трудно предугадать, а предлагаемые методы теоретического расчета и прогнозирования свойств комбинированных материалов не могут быть применены вследствие их приближенности. Поэтому был выбран экспериментальный метод исследований.

Для моделирования поведения нити в процессе формирования армирующего полотна также определялась жесткость нитей при растяжении в начальной стадии деформирования. С этой целью проводились испытания на растяжение с относительным удлинением образцов комплексной нити до 1%. Для исследования механизма неоднородного разрушения при приложении растягивающей нагрузки вдоль оси нити, была записана диаграмма нагрузка-удлинение.

Испытания осуществлялись на разрывной машине марки 2166P-5, оснащенной устройством акустической эмиссии и тензорезисторным силоизмерителем. Регистрация акустической эмиссии осуществлялась при помощи быстродействующего самописца НЗОЗО-1. Для закрепления нитей применялись захваты с плоскими губками и при растяжении комплексных нитей дополнительно использовались прокладки из микропористой резины. Образцы нитей растягивались с постоянной скоростью в диапазоне 20-200 мм/мин. Влияния скорости в этом диапазоне на механические характеристики нитей не обнаружено.

Испытанию подвергались комбинированные нити различной линейной плотности и состава А1, А2, А3, (стекло-медь) и В1, В2, В3 (углерод-вольфрам). Нить вариантов А представляет собой сердечник из комплексной стеклянной нити и рыхлого волокнистого наполнителя, обкрученная медной проволокой. Данная нить используется для получения фрикционных накладок. Нити вариантов В имеют сердечник из углеродной комплексной нити и нескольких стренг вольфрамовой проволоки, обкрученной хлопчатобумажной пряжей. Нить используется для изготовления трикотажных армирующих полотен специального назначения. Результаты испытаний представлены в табл. 1 (показатели разрывных характеристик при растяжении комбинированных нитей).

Т а б л и ц а 1

Варианты	Линейная плотность, текс	Абсолютная разрывная нагрузка, Н	Относительная разрывная нагрузка, Н/текс	Разрывное удлинение, %
А1	1900	212,1	0,112	5,6
А2	3600	199,5	0,055	6,2
А3	3100	167,2	0,054	6,5
В1	505,6	61,18	0,120	2,02
В2	901,1	69,92	0,078	3,00
В3	1322	90,85	0,069	3,32

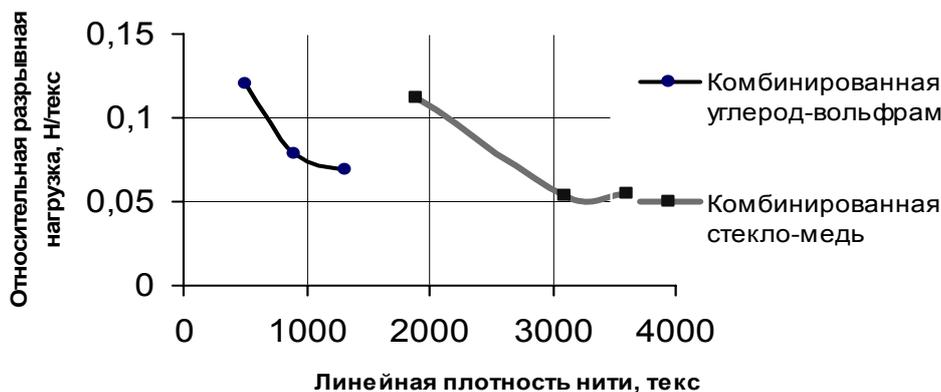


Рис.1 Изменение относительной разрывной нагрузки в зависимости от линейной плотности нити

По результатам испытаний выявлена зависимость относительной разрывной нагрузки от линейной плотности нити (рис. 1).

Разрывные характеристики комбинированной нити зависят от ее линейной плотности. С увеличением последней в 2,6 раза абсолютная нагрузка увеличивается лишь в 1,48 раза, а относительная уменьшается в 1,76. Данный факт объясняется следующим: при изготовлении комбинированной нити крутка обкручивающего компонента остается постоянной, следовательно, с ростом линейной плотности происходит переуплотнение структуры, это приводит к напряженному состоянию и повреждению компонентов нити, а следовательно, к снижению относительной разрывной нагрузки. При наработке комбинированных нитей большой линейной плотности следует учитывать этот факт и рекомендовать снижать крутку обкручивающего компонента при увеличении линейной плотности.

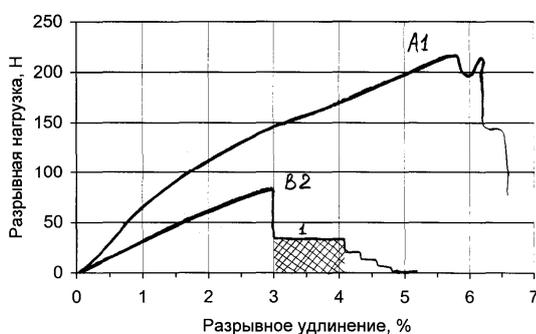


Рис.2. Диаграммы растяжения комбинированных нитей (A1 – стекло-медь, B2 – углерод-вольфрам).

Механизм разрушения комбинированных нитей различной структуры можно проследить по диаграммам нагрузка-удлинение (рис.2). В момент разрыва элементарной нити энергия деформации выделяется в виде импульса отдачи, который передается зажиму и воспринимается датчиком с последующей регистрацией на ленте самопишущего прибора.

Наблюдения и диаграммы свидетельствуют, что потеря прочности комплексными нитями связана с разрывом и растаскиванием пучков волокон. Характер деформации разрыва зависит от структуры комбинированной нити и свойств ее отдельных элементов. Углеродная и стеклянная нити имеют меньшую в сравнении с вольфрамом и медью величину удлинения, чем и объясняется их значительная хрупкость [2].

При разрыве композиции углерод-вольфрам (вариант В) основную нагрузку в составе комбинированной нити, как и предполагалось, воспринимает термостойкий сердечник, углерод. Далее происходит поэлементарное разрушение металлической составляющей, это как уже отмечалось, вызвано различным значением упругой продольной характеристики. На участке 1 диаграммы все стренги вольфрама воспринимают нагрузку, далее происходит их поэлементарное разрушение комбинированной нити.

При растяжении комбинированных нитей варианта А (стекло-медь) наблюдается более равномерное разрушение всей композиции. Это связано с тем, что волок-

нистая составляющая, вводимая для увеличения адгезии, равномерно распределяясь по объему нити [3], создает обжатие стеклоровинга, увеличивая трение и обеспечивая работу одновременно всех элементов нити. Кроме того, наличие указанной составляющей снижает повреждаемость хрупкого сердечника при обкручивании жесткой проволокой, так как оно является «амортизатором» и снижает количество прямых контактов хрупкого сердечника с металлическим составляющим.

По результатам исследования можно сделать выводы:

– прочностные показатели комбинированной нити определяются прочностью термостойкого компонента;

– относительная прочность комбинированной нити падает с увеличением линейной плотности комбинированной нити;

– при наработке комбинированных нитей большой линейной плотности следует

снижать крутку обкручивающего компонента при увеличении линейной плотности в целях предотвращения переуплотнения структуры;

– структура комбинированной нити определяет характер разрушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Композиционные материалы / Под ред. Д.М. Карпинос. – Киев: Наукова думка, 1985.

2. Коржева И.А. Разработка технологии армирующих трикотажных полотен на основе комбинированных нитей для композиционных материалов: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 2001.

3. Верняева И.Л. Создание технологии и оборудования получения комбинированных нитей для безасбестовых фрикционных накладок: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, КГТУ, 1996.

Рекомендована кафедрой МТВМ. Поступила 21.06.2006.