

Влияние степени предварительного натяжения трикотажного полотна на прочностные характеристики композитов

Авторы: Константинов Д.Ю., Фазулзянов М.Р., Сахбутдинова В.Р., Хабибуллин А.М.

Учреждение: НОЦ «ЦКТ» НИЛ №6, КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, Казань, Россия

Аннотация

В работе представлены результаты экспериментального исследования влияния степени предварительного натяжения трикотажной преформы из стекловолокна на прочностные и упругие характеристики полимерных композиционных материалов (ПКМ). Были изготовлены и испытаны на растяжение три типа образцов: без натяжения, с промежуточным натяжением (удлинение на 20% от исходной длины) и с максимальным натяжением петель. Установлено, что максимальное предварительное натяжение приводит к значительному повышению предела прочности и модуля упругости по сравнению с образцами без натяжения. Показано, что степень ориентации и расправления армирующих нитей в трикотаже является ключевым фактором, определяющим механические свойства конечного композита. Результаты работы имеют важное значение для оптимизации технологических процессов формования ответственных композитных конструкций в авиационной и автомобильной промышленности.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы (ПКМ), трикотажное армирование, предварительное натяжение, преформа из стекловолокна, механические испытания, предел прочности, модуль упругости.

Основные результаты:

1. Анализ объекта исследования – в качестве армирующего материала использовано трикотажное полотно на основе стекловолокна, в качестве матрицы – эпоксидный компаунд «Этал-Инжект SL».

2. Методика эксперимента – разработана методика изготовления образцов ПКМ с тремя различными степенями предварительного натяжения трикотажной преформы (0%, 20%, 40% удлинения). Механические испытания проведены на универсальной машине Instron-5882 с экстензометром.

3. Экспериментальные данные – получены зависимости «напряжение-деформация» для трех серий образцов, рассчитаны ключевые механические характеристики.

4. Анализ результатов – выявлена четкая положительная корреляция между степенью предварительного натяжения и механическими свойствами композита. Максимальное натяжение обеспечило прирост предела прочности на 68,7% и модуля упругости на 43,6%.

5. Объяснение эффекта – повышение свойств обусловлено увеличением степени ориентации и распрямления армирующих волокон в структуре трикотажа при натяжении, что повышает их эффективность в восприятии нагрузки.

6. Практические рекомендации – для достижения максимальных прочностных характеристик трикотажно-армированных ПКМ рекомендовано формование изделий в условиях предварительного натяжения арматурной преформы.

Заключение

Проведенное исследование убедительно доказывает, что степень предварительного натяжения трикотажного стеклополотна является критически важным технологическим параметром, кардинально влияющим на прочностные характеристики композита. Разработанная методика и полученные количественные данные позволяют оптимизировать процессы формования композитных изделий с трикотажным армированием. Результаты работы могут быть применены на предприятиях авиационной, автомобильной и других отраслей промышленности при проектировании и изготовлении легких и прочных силовых конструкций сложной геометрии.

Область применения: авиационная промышленность, автомобилестроение, машиностроение, производство композиционных материалов.

Благодарности: Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского национального исследовательского технического университета имени А. Н. Туполева («ПРИОРИТЕТ-2030»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Хабарова Е.Б. Разработка технологии двухслойных структур кулирного трикотажа из высокомодульных нитей // Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина. 2022. С. 50.
2. Ровинская Л.П. Трикотаж специального назначения: текст лекций. СПб.: СПГУТД, 2015. 34 с.
3. Кербер М.Л. и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технологии: учеб. пособие. – 3-е испр. изд. под ред. Берлина А.А. / М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г.С. Головкин – СПб: ЦОП «Профессионал», 2011. – 560 с.
4. Белозеров Б.П. Свойства, технология переработки и применение пластических масс и композиционных материалов: учеб. пособие / Б.П. Белозеров, В.В. Гузеев, К.Е. Перепёлкин. – Томск: Изд. НТЛ, 2004. – 224 с.
5. Необходимая информация о Трикотажных полотнах. [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие – Электрон. текстовые данные. – Режим доступа: <https://infourok.ru/lekciya-po-discipline-osnovi-materialovedeniya-trikotazhnie-polotna-2935730.html>

Рогожина Е.А. Проектирование конструкции и технологии изготовления носового обтекателя с трикотажным армированием // Магистерская