

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»

6–10 сентября 2021 г.

Томск, Россия

DOI: 10.17223/978-5-907442-03-0-2021-155

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ
ПРИ ОСЕВОМ РАСТЯЖЕНИИ НА ПОВЕРХНОСТИ КОМПОЗИТА С
ПРЕДНАПРЯЖЕННОЙ УГЛЕРОДНОЙ ЛЕНТОЙ**

¹Пляскин А.С., ¹Клопотов А.А., ¹Устинов А.М., ¹Абзаев Ю.А., ¹Буньков В.Е.,
²Потекаев А.И., ¹Власов Ю.А.

¹*Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск*

²*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск*

Появление композитов на основе углепластиковой ткани привело к бурному её практическому применению во многих отраслях современной техники (аэрокосмической, автомобильной, строительной и др.). Перспективным направлением является усиление существующих строительных конструкций предварительно напряженным углекомпозитом [1]. Детальное изучение напряженного и деформированного состояния на поверхности углекомпозитов в условиях упругости и пластичности необходимо для проведения расчетов строительных конструкций и прогнозирования и их долговечности. Важное место в исследовании распределений деформационных полей на поверхности углекомпозитов занимают экспериментальные исследования. Для анализа напряженно-деформированных состояний на поверхности углекомпозитов необходимы данные, которые можно получить экспериментальные данных при помощи метода корреляции цифровых изображений с использованием оптической системы Vic-3D [2].

Целью данной работы являются исследования на мезо- и макромасштабном уровнях деформационных полей при одноосном растяжении на поверхности углекомпозитов методом корреляции цифровых изображений.

Для исследования был использован углекомпозит, который представляет собой ткань полотняного плетения, где нити основы – углеродные пряжи шириной около 4 – 5 мм, а нити утка – клеящие термониты вплетённые с шагом 10 мм. Матрица композита – высокопрочное двухкомпонентное эпоксидное связующее. Используемый на производстве ленты тип плетения относится к полотняной и изгибает пряжи углеволокна в виде волн [3].

Для испытаний были изготовлены две серии из углекомпозитов. Первая серия образцов углекомпозита были изготовлены без преднапряжения и выполнены формованием на ровное основание. Вторая серия образцов была изготовлена при помощи стенда, на котором проводили предварительное преднапряжение углеродной ленты предварительным натяжением армирующего материала в виде однонаправленной углеродной ленты. В результате такое изготовление позволило выпрямить углеродные пряжи, которые огибают клеящие термониты утка. Полученное преднапряженное состояние способствовало предотвращению снижению напряжений в композите при релаксации (расправлении ткани, проскальзывании на опоре или затяжки). В результате изготовленные таким образом образцы из углекомпозита при предварительном натяжении армирующего материала в виде однонаправленной углеродной ленты, позволило выпрямить углеродные пряжи, которые огибают клеящие термониты утка.

Деформационные воздействия растяжением на образцы проводили на испытательной машине «INSTRON 3386». Скорость перемещения активного захвата машины постоянная и равна $0,0025 \text{ с}^{-1}$.

Эволюцию деформационных полей при испытаниях фиксировали при помощи оптической измерительной системы VIC-3D [2,3]. Исследование деформации при помощи этой измерительной системы проводили на базе экстензометра, установленного в пределах рабочей части исследуемого образца от верхнего до нижнего зажима испытательной машины.

На рис. 1 представлены спекл-картины распределений вертикальных относительных деформаций ε_{yy} на поверхности исходного образца и на поверхности преднапряженного образца при одноосном растяжении. На спекл-картинах поверхности исходного образца

видно, что очаги пластического деформирования при деформации растяжением образуются периодически расположенные очаги локальных деформаций с размерами порядка $4 \div 6$ мм, что соответствует размерам плетения углеродной ленты (рис. 1а, 1б).

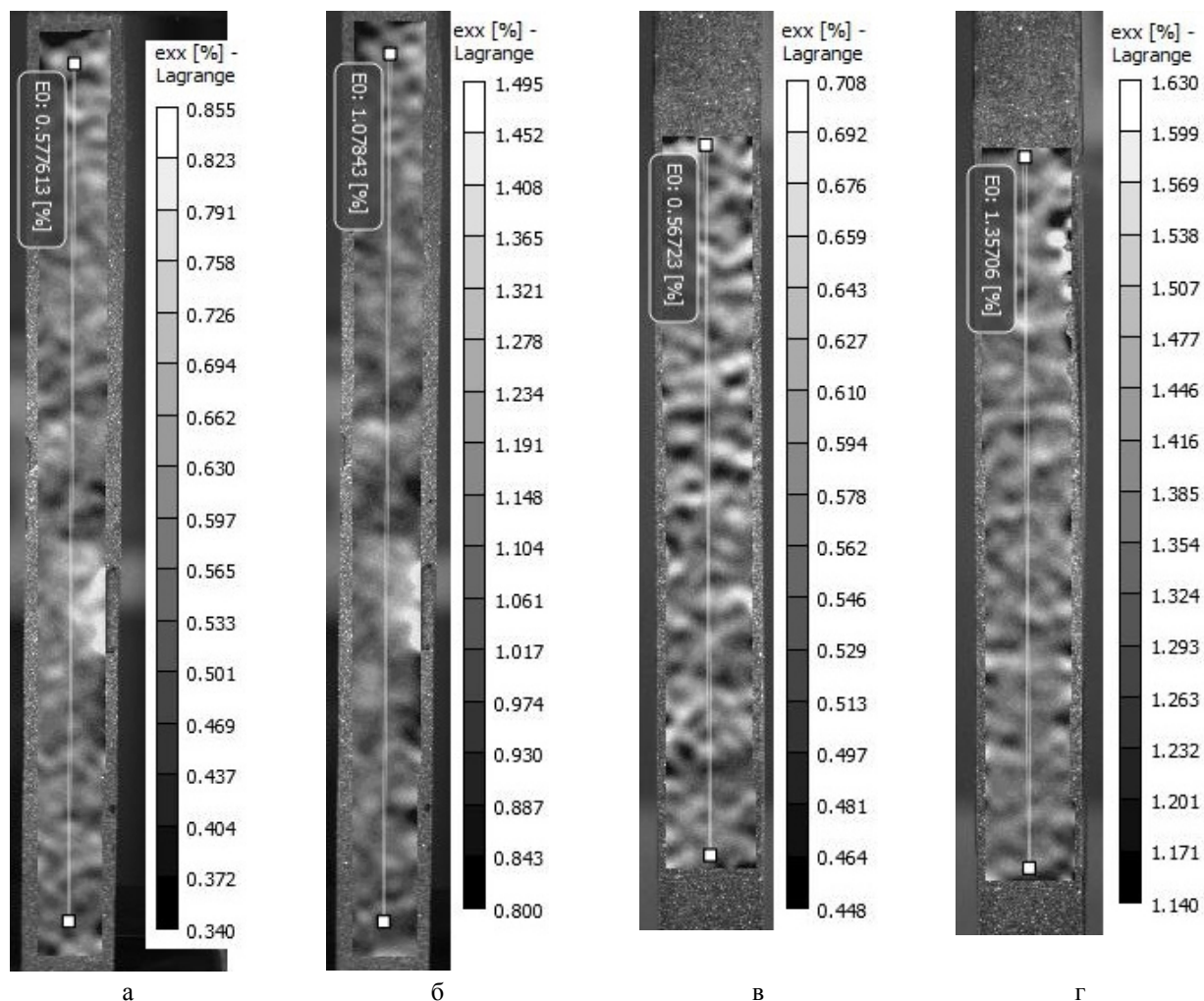


Рис. 1. Спекл-картины распределений вертикальных относительных деформаций ε_{YY} на поверхности исходного образца (а, б) из композита и преднапряженного образца (в, г) при разных усредненных деформациях по рабочему полю образцов: $\varepsilon_{YY} = 0.577\%$ (а); $\varepsilon_{YY} = 1.078\%$ (б); $\varepsilon_{YY} = 0.567\%$ (в) и $\varepsilon_{YY} = 1.037\%$ (г)

На спекл-картинах на поверхности образца углекомпозита с преднапряжением при деформации растяжение уже не приводит к образованию периодически расположенных локальных очагов деформаций, как это было установлено на не напряженном образце (рис. 1в, 1г).

Было установлено, что применение преднапряжения углеродных лент в процессе формования композита приводит к снижению концентрации напряжений по поверхности образца на $\sim 22\%$, что в свою очередь увеличивает прочность на $\sim 38\%$, деформативность на $\sim 25\%$ и модуль упругости на $\sim 10\%$.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерств науки и высшего образования РФ (номер проекта FEMN-2020-0004).

1. Hosseini A., Michels J., Izadi M., Ghafoori E. A comparative study between Fe-SMA and CFRP reinforcements for prestressed strengthening of metallic structures//Construction and Building Materials. 2019. № 226. P. 976–992.
2. Sutton M.A., Orteu J.J., Schreier H. Image Correlation for Shape, Motion and Deformation Measurements. – University of South Carolina, Columbia, SC, USA. 2009. 364 p.
3. Устинов А.М., Клопотов А.А. и др. Экспериментальное исследование напряженно-деформированного состояния поверхностных слоев углепластика при осевом растяжении методом корреляции цифровых изображений// Известия Алтайского государственного университета. – № 1 (99). 2018. С. 58 – 63.