

УДК 539.2

Ласковнев А. П.¹, Маркевич М. И.¹, Анисович А. Г.², Журавлева В. И.³, Подшивалов Ю. В.⁴

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ СМЕСОВОЙ ТКАНИ И ЦИРКОНИЯ, ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

¹Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск, Беларусь

²Институт прикладной физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь

³Военная академия Республики Беларусь, Минск, Беларусь

⁴Республиканский центр полярных исследований, Минск, Беларусь

Проведено исследование морфологии поверхности композиционного материала на основе смесовой ткани 07С11-КВ (Моготекс) с покрытием циркония после пребывания в Антарктиде. Показано, что после испытаний в климатических условиях Антарктиды (3 месяца непрерывного нахождения в естественных условиях антарктического лета 2022 г.) изменяется структура композиционного материала.

Выживание человека в экстремальных условиях зависит от надлежащей одежды, изготовленной из различных материалов. Поэтому разработка одежды для использования в экстремальных условиях является важной и актуальной задачей. В зависимости от климатических условий и условий эксплуатации специальной одежды для конкретных групп людей функциональные свойства материалов также расширяются. Новые технологии оказывают влияние на уровень требований к материалам [1-7]. Если эти материалы соответствуют требованиям окружающей среды (низкие температуры, высокая скорость ветра, высокая влажность и др.), то с природными трудностями можно справиться [8,9].

Целью работы являлось исследование морфологии поверхности смесовой ткани 07С11-КВ с покрытием циркония после воздействия климатических условий Антарктиды.

Ткань 07С11-КВ применяется в широком диапазоне положительных и отрицательных температур, она формоустойчива, мягкая и пластичная, хорошо драпируется. Состав сырья ткани: полиэфир - 67%, вискоза – 33%. Ткань имеет полотняное переплетение.

Покрyтия циркония осаждались на ткань в вакууме с использованием источника стационарной металлической плазмы, работающего в режиме сепарации. Процесс проводился путем чередования периодов работы источника плазмы (1 минута) и паузы для охлаждения ткани (1 минута) [10]. Предварительно перед формированием покрытий поверхность ткани обрабатывалась высокоэнергетическими ионами аргона для удаления органических загрязнений в течение 15 минут при следующих параметрах: давление аргона в вакуумной камере порядка $3,7 \times 10^{-2}$ Па, ускоряющее напряжение 2000 В, ионный ток 20 мА [10]. Образцы разработанного композиционного материала находились в течение 3 летних месяцев 2022 года в условиях Антарктиды. Максимальная скорость ветра составляла 28 м/с, максимальная влажность составляла 99%.

Следует отметить, что данный класс композиционных тканых материалов не является достаточно изученным.

На полимерную основу ткани оказывают влияние УФ – лучи. Энергия излучения в ближней УФ-части спектра достаточна для разрыва ковалентных связей С-Н, С-С, С-О. Кроме того, в полимерах всегда имеются примеси и аномалии в структуре, которые, как правило, поглощают свет и инициируют деструкцию, образование катион-радикала с возрастающей реакционной способностью. Действие агрессивных сред (ветра, влажности) приводит к ослаблению прочностных связей между тканью и наносимым покрытием. Также следует отметить, что покрытие циркония изменяется, происходит его окисление.

В начале окисление обусловлено реакцией ионов циркония с ионами кислорода. Ионы кислорода образуются вследствие адсорбции и затем диссоциации молекул воды на поверхности покрытия. В последующем адсорбция и диссоциация молекул воды происходит уже на

Секция 4. Прикладные проблемы физики конденсированного состояния

поверхности оксидной пленки, проникновение ионов кислорода происходит по анионным вакансиям оксидной пленки к границе раздела и увеличивает толщину оксида. Все эти приведенные факторы, имеющиеся в Антарктиде, так изменяют структуру композиционного материала.

На рисунке 1 представлена морфология данного материала после пребывания в Антарктиде при различных увеличениях.

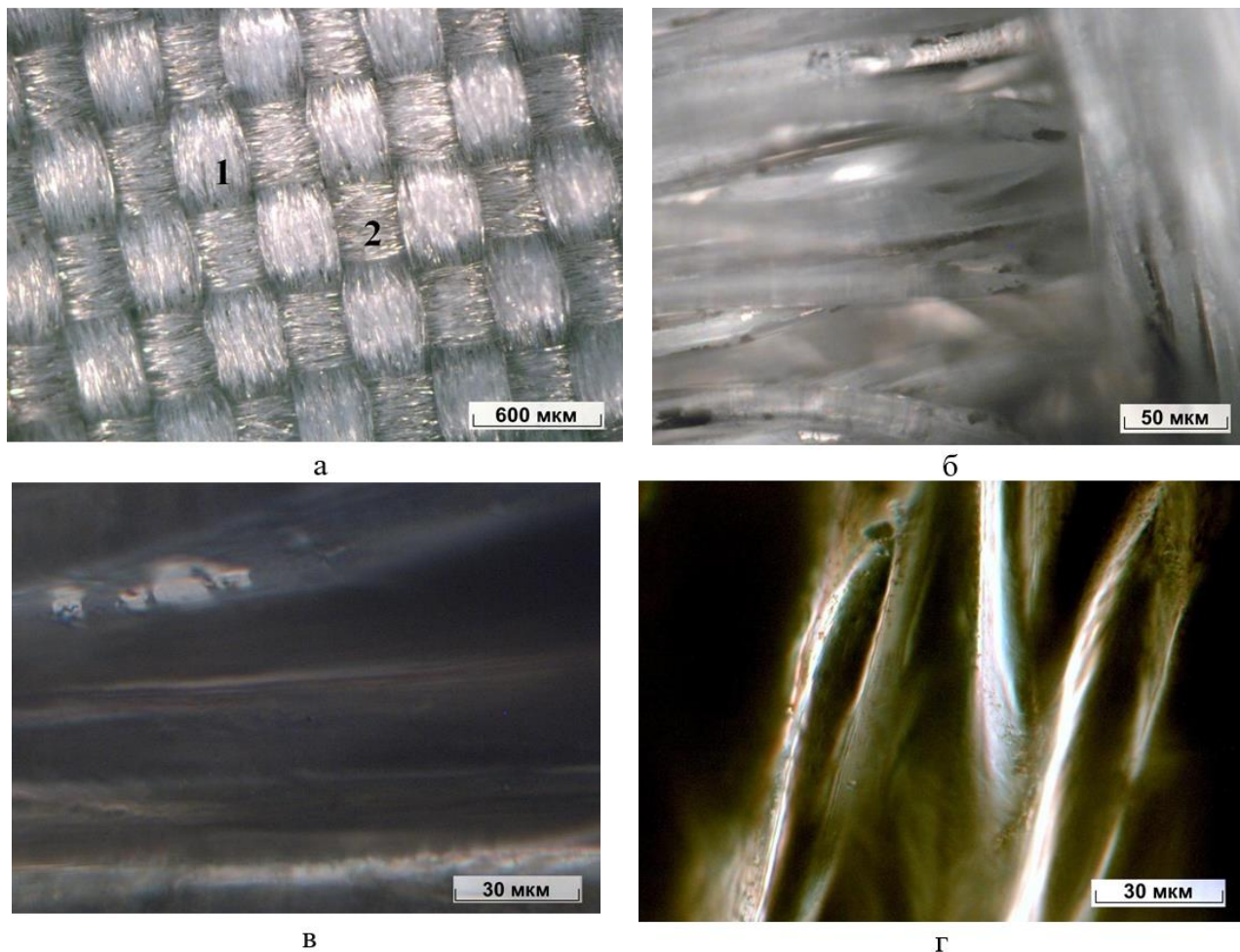


Рисунок 1 – морфология материала после пребывания в Антарктиде при различных увеличениях (а-в) и волокно с покрытием циркония в исходном состоянии (г)

На рисунке 1а представлено полотняное переплетение смесовой ткани (основа композиционного материала), которое придает ей прочность и повышенную жесткость. Под воздействием условий Антарктиды на выступающих участках (позиция 1) ткани наблюдается практически полное удаление покрытия; некоторые его остатки сохраняются на участках, лежащих ниже (позиция 2). Компактность плетения при этом сохраняется. При большем увеличении изображение в темном поле позволяет видеть, что основная масса волокон лишена покрытия (рисунок 1б), фрагменты которого сохраняются на отдельных участках (рисунок 1в). На поверхности присутствуют загрязнения, возможно, техногенного характера. На рисунке 1г для сравнения показаны филаменты ткани с покрытием в исходном состоянии.

Диагностирована морфология поверхности композиционного материала на основе смесовой ткани 07С11-КВ (Моготекс) с покрытием циркония после пребывания в Антарктиде.

Показано, что после испытаний в климатических условиях Антарктиды (3 месяца непрерывного нахождения в естественных условиях) изменяется структура композиционного материала, покрытие устраняется с поверхности практически полностью.

Список литературы

1. Роговина, С.З. Композиционные материалы на основе синтетических полимеров, армированных волокнами природного происхождения /С. З. Роговина, Э. В. Прут, А. А. Берлин // Высокомолекулярные соединения (серия А). 2019. Т.61, № 4. С. 291 - 315.
2. Донецкий, К. И. Применение натуральных волокон при изготовлении полимерных композиционных материалов / К. И. Донецкий, А. В. Хрульков // Труды ВИАМ. 2015. № 2. С. 50 - 55.
3. Liu, J. Advances in sustainable thermosetting resins: From renewable feedstock to high performance and recyclability / J. Liu, Sh. Wang, Yu. Peng, J. Zhu, W. Zhao, X. Liu // Progress in Polymer Science. 2021. Vol. 113. P. 101353.
4. Zhang, Q. Bio-based polyesters: Recent progress and future prospects / Q. Zhang, M. Song, Y. Xu, W. Wang, Z. Wang, L. Zhang // Progress in Polymer Science. 2021. Vol. 120. P. 101430.
5. Liu, J. Study on thermal degradation and combustion behavior of flame retardant unsaturated polyester resin modified with a reactive phosphorus containing monomer / Y. Lin, B. Yu, X. Jin, L. Song, Y. Hu // RCS Advances. 2016. Vol. 6. P. 9633 - 49642.
6. Bamane, P. B. Replacement of traditional unsaturated acid by bio-based itaconic acid in the preparation of isophthalic acid-based un-saturated polyester resin / P. B. Bamane, K. K. Wadgaonkar, S. U. Chambhare, L. B. Mehta, R. N. Jagtap // Progress in Organic Coatings. 2020. Vol. 147. P. 105743.
7. Zaghoul, M.Y.M. Developments in polyester composite materials - An in-depth review on natural fibres and nano fillers / M.Y.M. Zaghoul, M.M.Y. Zaghoul, M.M.Y. Zaghoul // Composite Structures. 2021. Vol. 278. P. 114698.
8. Маркевич, М.И. Воздействие импульсного лазерного излучения на базальтовую ткань / М. И. Маркевич, Д. В. Жигулин, В. И. Журавлева, В. Ф. Стельмах, А. М. Чапланов // Полимерные материалы и технологии.-2018.-Т.4.-№3.-с.59-63.
9. Адашкевич, С.В. Морфология поверхности и магниторезонансное поглощение энергии СВЧ пенопластом, обработанного импульсным лазерным излучением /С. В. Адашкевич, М. И. Маркевич, А. Н. Малышко, В. И. Журавлева, В. И., В. Ф. Стельмах, А. М. Чапланов // Полимерные материалы и технологии. - 2018.-Т.4.-№1.-с.59-63
10. Анисович, А. Г. Морфология поверхности, магниторезонансные и антистатические свойства ткани с углеродным покрытием, модифицированным кластерами металлов / А. Г. Анисович, И. П. Акула, А. П. Ласковнев, М. И. Маркевич, Н. М. Чекан //Литье и металлургия. -2020.-№3.-с.79-83.