

5. Шин, И. Г. Повышение эффективности волокноотделительной машины абразивоструйной обработкой зубьев дисков пильного диска / И. Г. Шин, З. А. Шодмонкулов, Н. К. Искандарова, Б. М. Касимов // Вестник машиностроения. – Москва : 2021, № 10. – С. 66–69.
6. Тимошенко, С. П. Теория упругости / С. П. Тимошенко, Дж. Гудьер – М : Наука, 1979. – 560 с.

УДК 677.074.1

## НОВЫЕ ТКАНИ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

*Левакова Н.М., к.т.н., Сафонов П.Е., к.т.н., Силина Т.В.*

*ООО «ТЕКС-ЦЕНТР»,*

*г. Москва, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** аэрокосмическая промышленность, синтетические нити, сепарационные и армирующие ткани.

**Реферат.** На фоне разнообразия сфер применения все текстильные материалы для аэрокосмической промышленности должны отвечать требованию минимизации поверхностной плотности, что способствует снижению расхода топлива, увеличению длительности полета при существенной экономии денежных средств. В рамках реализуемого проекта разработаны облегченные структуры сепарационных и армирующих тканей для экранно-вакуумной теплоизоляции космических аппаратов. Для изготовления тканей облегченных структур с поверхностной плотностью от 3 до 25 г/м<sup>2</sup> предложено использовать комплексные или монопнити на основе полиэфира, полиимида или арамида, при этом разработаны технологические параметры изготовления тканей с минимальной поверхностной плотностью на челночных и рапирных станках.

Аэрокосмическая отрасль является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей, для нормального функционирования и развития которой требуется целый спектр новых материалов, в том числе на текстильной основе, с заданными эксплуатационными свойствами.

Разработка новых и совершенствование существующих структур технических тканей с заданными эксплуатационными свойствами, находящихся применение в различных элементах, узлах и конструкциях аэрокосмической техники начинается с выбора волокнистого состава будущей ткани.

На данный момент для создания тканей технического и специального назначения нашли применение высокопрочные, высокомодульные, огне- и термостойкие комплексные синтетические нити, например пара- и метараamidные, полиимидные, фторсодержащие нити, нити из жидкокристаллических полимеров, а также нити из сверхвысокомолекулярного полиэтилена и другие нити, обладающие целым рядом уникальных свойств, таких как высокие значения модуля упругости и удельной прочности при растяжении, способность сохранять механические характеристики в широком диапазоне температур, химическая стойкость и т. д. [1, 2, 3].

При этом свойства ткани определяются не просто свойствами нитей, из которых она изготовлена, но и параметрами ее строения (переплетением, степенью фиксации и изгиба нитей в ткани, и т.д.), а также условиями механических процессов текстильной переработки нитей (натяжение и деформация нитей при формировании ткани) [4, 5].

Сотрудниками компании ООО «ТЕКС-ЦЕНТР» под конкретные требования Заказчиков разработана целая серия тканей, нашедших применение в аэрокосмической промышленности:

- ткани для спасательных парашютных систем;
- ткани для внешней оболочки космических скафандров и других специальных костюмов;
- армирующие и сепарационные для экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ) космических аппаратов (КА);
- армирующие ткани для газодержащих оболочек;
- ткани для самосмазывающихся подшипников авиационной техники;
- ткани для звукопоглощающих конструкций авиационных двигателей;
- ткани для обтяжки крыльев и хвостового оперения легкомоторных самолетов.

Особое место в линейке разработанных материалов занимают сверхоблегченные сепарационные ткани для экранно-вакуумной теплоизоляции.

ЭВТИ выпускается в виде многослойного материала (пакета), состоящего из чередующихся слоев облегченной синтетической ткани и металлизированной полимерной пленки. Многослойный материал обеспечивает защиту космических аппаратов и их бортового оборудования от резкого перепада температур и других внешних факторов, в том числе повышенной радиации.

В качестве сепарационной ткани между слоями пленки может быть использована ткань из полиэфирных (или более термостойких) нитей с поверхностной плотностью 3 г/м<sup>2</sup>. При этом с целью снижения подвижности нитей в ткани в процессе ее производства и дальнейшей эксплуатации целесообразно использовать полотняное или перевивочное переплетение [6].

На рисунке 1 представлены снимки структурного элемента ткани полотняного и перевивочного переплетений, очевидно, что использование перевивочного переплетения позволяет обеспечить большую степень закрепления нитей в ткани (устойчивость к раздвижке).



Рисунок 1 – Структурный элемент ткани полотняного (а) и перевивочного (б) переплетения на базе арамидных нитей 3,3 текс

Другим видом ЭВТИ являются комбинированные тканепленочные материалы, получаемые дублированием или склеиванием армирующей ткани с полимерной пленкой. Армирующие ткани могут выпускаться на основе комплексных нитей или моноплетей из полиэфира, полиэфирэфиркетона, параарамиды или полиимида. Поверхностная плотность армирующих тканей для дублирования с пленочными материалами может варьироваться от 3 до 25 г/м<sup>2</sup>.

Для изготовления тканей с заданной минимальной поверхностной плотностью предложено использовать челночные и рапирные ткацкие станки.

На рисунке 2 представлены осциллограммы, характеризующие изменение натяжения основы за несколько циклов тканеформирования на станке с гибкими рапирами. Измерения производились по глубине заправочной линии станка, тензодатчик устанавливался в зонах: 1) между навоем и скалом; 2) между скалом и ценовыми прутками; 3) после ценовых прутков в задней части зева. Для исследований выбрана полиэфирная сепарационная ткань из комплексных нитей 5,0 текс с поверхностной плотностью 15 г/м<sup>2</sup>.

Установлено, что средний уровень натяжения основы фактически не изменяется по глубине заправки станка, однако при движении нити от точки схода с навоя до зоны ремизного прибора начинает сказываться разнотянутость ветвей зева, т. е. натяжение при формировании основных и уточных перекрытий неодинаково.

Так как в рассматриваемом случае скало находилось на 40 мм ниже уровня опушки ткани, то натяжение/деформация в нижней части зева больше, чем в верхней. Натяжение в нижней части зева составляет 28 сН, а в верхней 17–18 сН.

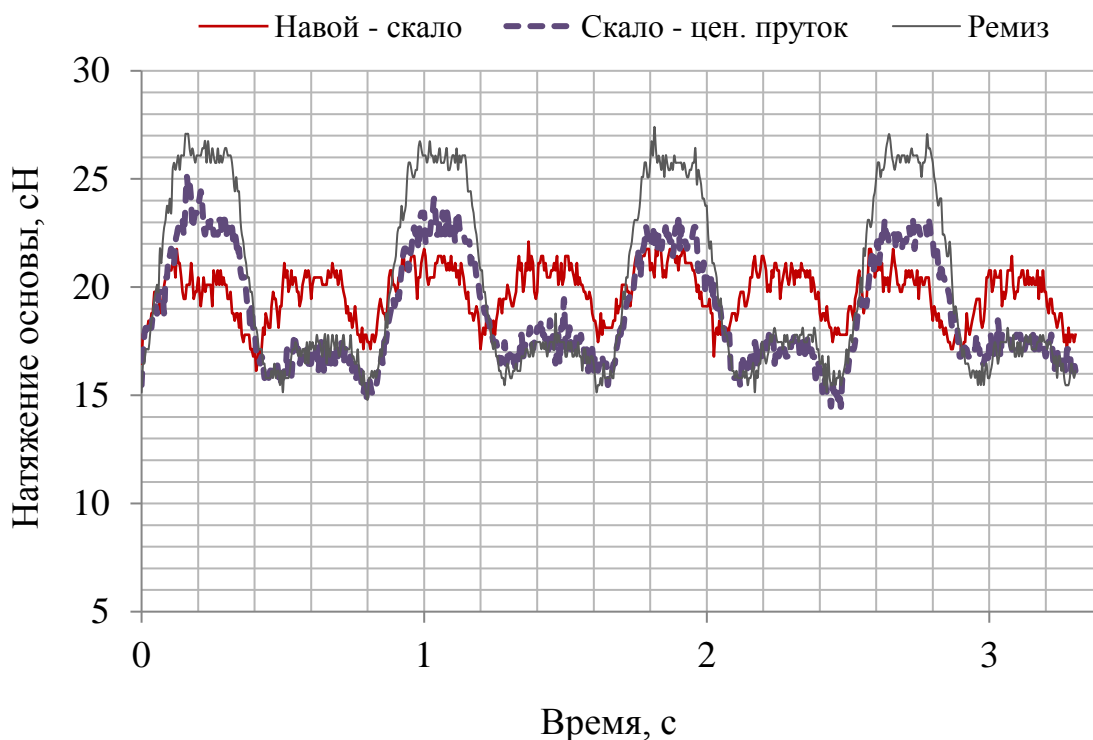


Рисунок 2 – Натяжение основы (нить ПЭ 5,0 текс) на станке с гибкими рапирами по глубине заправочной линии

Список использованных источников:

1. Михайлин, Ю. А. Волокнистые полимерные композиционные материалы в технике / Ю. А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2013. – 720 с.
2. Михайлин, Ю. А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. 2-е изд. / Ю. А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2013. – 822 с.
3. Safonov, P. E., Levakova, N. M., Yukhin, S. S. and Bulanova, M. E. Manufacture of Parachute Fabric with Specified Air Permeability from Aramid Yarns on Shuttleless Looms. *Fibre Chemistry*, Vol. 48, No. 4, pp. 322–328, November, 2016. (doi:10.1007/s10692-017-9790-1).
4. Николаев, С. Д. Методы и средства исследования технологических процессов в ткачестве / С. Д. Николаев, А. А. Мартынова, С. С. Юхин, Н. А. Власова. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2003. – 336 с.
5. Safonov, P. E., Levakova, N. M. and Yukhin, S. S. Evaluation of the Industrial Processability of High-Strength and High-Modulus Yarns in Weaving, Taking into Account Abrasion Resistance. *Fibre Chemistry*, Vol. 47, No. 5, pp. 397–402, January, 2016. (doi:10.1007/s10692-016-9701-x).
6. Сафонов, П. Е. Разработка облегченных структур тканей полотняного и перевивочного переплетения из полиимидных и параарамидных нитей / П. Е. Сафонов, Н. М. Левакова, С. С. Юхин // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – Издание Ивановского государственного политехнического университета. Текстильный институт, 2015. – № 2 (356). – С. 69–73.