

УДК 677.074.168.6

**РАЗРАБОТКА ОБЛЕГЧЕННЫХ СТРУКТУР ТКАНЕЙ  
ПОЛОТНЯНОГО И ПЕРЕВИВОЧНОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ  
ИЗ ПОЛИИМИДНЫХ И ПАРААРАМИДНЫХ НИТЕЙ**

**DEVELOPMENT OF LIGHTWEIGHT STRUCTURES  
OF FABRICS OF PLAIN AND LENO MADE  
OF POLYIMIDE AND PARA-ARAMID THREADS**

*П.Е. САФОНОВ, Н.М. ЛЕВАКОВА, С.С. ЮХИН*  
*P.E.SAFONOV, N.M. LEVAKOVA, S.S. YUKHIN*

(ООО «ТЕКС-ЦЕНТР»,  
Московский государственный университет дизайна и технологии)  
(ООО "ТЕХ-CENTER",  
Moscow State University of Design and Tachnology)  
E-mail: info@teks-centre.ru, office@msta.ac.ru

*Проведенные исследования доказывают возможность изготовления облегченных структур сепарационных и армирующих тканей из высокопрочных и высокомодульных нитей с поверхностной плотностью 3...8 г/м<sup>2</sup> на модифицированном ткацком станке СТБ-2-180ШЛ. Полученные ткани могут быть использованы для изготовления экранно-вакуумной теплоизоляции космических аппаратов.*

*The carried out researches prove possibility of manufacturing of lightweight structures separation and reinforcement fabrics of high-strength and high-modulus threads with surface density 3...8 g/m<sup>2</sup> on a modified weaving looms STB-2-180SHL. The received fabrics can be used to make screen-vacuum thermal protection of spacecraft.*

**Ключевые слова:** высокопрочные и высокомодульные комплексные нити, облегченные ткани перевивочного и полотняного переплетения, поверхностная плотность.

**Keywords:** high-strength and high-modulus complex threads, lightweight fabric Leno and plain weave, surface density.

Для создания материалов технического и специального назначения в настоящее время широкое распространение получили термостойкие, высокопрочные и высокомодульные комплексные нити, например параарамидные и полиимидные. Данные нити обладают целым рядом уникальных свойств, таких как высокое значение удельной прочности при растяжении, способность сохранять механические характеристики в широком диапазоне температур, и химическая стойкость [1...3]. При этом предельная температура длительной эксплуатации параарамидных нитей составляет 250...300°C, температура разложения 450...550°C, а полиимидных нитей 270...320°C и 420...450°C соответственно [4].

Объектом данного исследования являются армирующие и сепарационные ткани облегченных структур на основе термостойких, высокопрочных и высокомодульных параарамидных и полиимидных нитей, предназначенные для изготовления экранно-вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ) космических аппаратов.

Удовлетворить экстремальным требованиям при эксплуатации ЭВТИ способны ткани на основе термостойких, высокопрочных и высокомодульных параарамидных нитей *Руслан* (спПАБИ), *Армалон* (ПФТА) и/или полиимидных нитей *Аримид*. На основании обзора патентов [5], [6] были сформулированы основные требования, предъявляемые к сепарационным и армирующим тканям, используемым для производства ЭВТИ.

1. Повышение надежности изделия в условиях эксплуатации космического аппарата. Достигается при изготовлении ткани из высокопрочных и высокомодульных нитей, арамидных и/или аримидных. При этом особое внимание должно уделяться вопросам сохранения свойств нитей в процессе текстильной переработки.

2. Уменьшение веса ткани. Уменьшение веса ткани до значений 3...8 г/м<sup>2</sup> возможно при изготовлении их перевивочным переплетением из нитей малой линейной плотности.

3. Уменьшение пылевосотделения ткани. Достигается благодаря шадящему режиму переработки высокопрочных и вы-

сокомодульных комплексных нитей, что должно исключить разрушение отдельных филаментов комплексных нитей. Для снижения пылевосотделения ткани также целесообразно использовать монопнити.

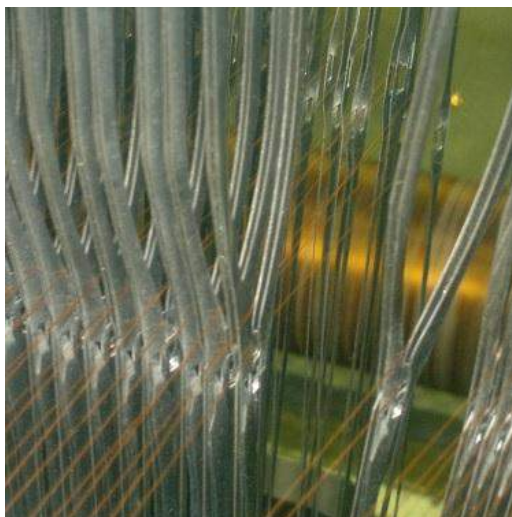
4. Обеспечение антистатических свойств ткани. Достигается путем введения в структуру ткани электропроводящих нитей, например, мишурных или металлизированных нитей с определенным шагом по основе и утку.

В рамках проводимого исследования рассмотрены вопросы, относящиеся к изучению явления снижения свойств нитей в процессе ткачества и разработке шадящего режима переработки комплексных нитей, что должно способствовать снижению их повреждаемости, а также вопрос о снижении поверхностной плотности тканей для ЭВТИ.

Уменьшение веса ткани сопровождается значительными сложностями, связанными с увеличением степени подвижности систем нитей. Это приводит к раздвижке ткани в процессе намотки на вальцы и товарный валик. Увеличенная подвижность нитей в ткани также осложняет работу с ней при изготовлении ЭВТИ, что может привести к увеличению количества брака. Возможным выходом из сложившейся ситуации является изготовление ткани перевивочным переплетением, особенности строения которого исключают подвижность нитей утка относительно основы.

Преимущество перевивочного переплетения по отношению к полотняному заключается в том, что оно обеспечивает устойчивую форму и размер отверстия, это позволяет сократить количество нитей основы и утка на единицу длины и тем самым добиться минимально возможной поверхностной плотности материала.

В данной работе для изготовления ткани перевивочного переплетения в условиях производства ООО "ТЕКС-ЦЕНТР" был модифицирован станок СТБ-2-180ШЛ с использованием ремизных рам и галев специальной конструкции. На рис. 1 представлены фотографии перевивочных галев, установленных на станке СТБ-2-180ШЛ в момент заступа (рис. 1-а) и в момент образования зева (рис. 1-б).



а)

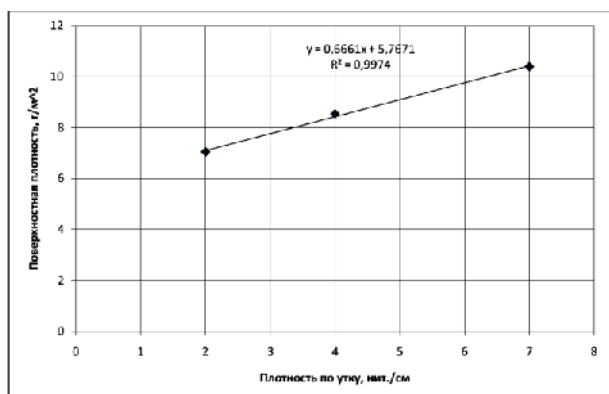


б)

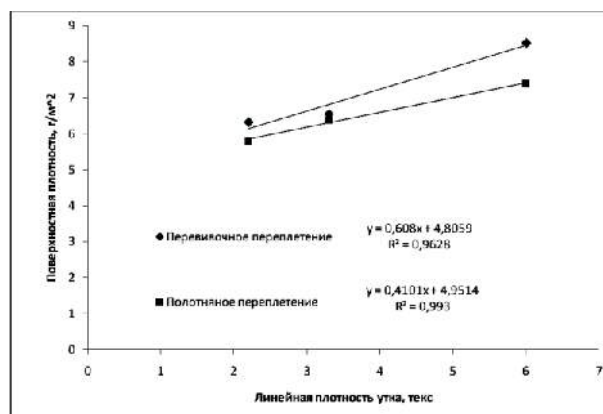
Рис. 1

На модифицированном станке СТБ-2-180ШЛ были изготовлены ткани из параарамидных нитей поверхностной плотностью 2,4...3 г/м<sup>2</sup> и ткани из арамидных нитей поверхностной плотностью 6,5...8,5 г/м<sup>2</sup>. Для тканей перевивочного переплетения из полиимидных нитей *Аримид*

установлена зависимость поверхностной плотности от плотности по утку (рис. 2-а). Также получены зависимости поверхностной плотности тканей полотняного и перевивочного переплетений от линейной плотности нитей утка, при плотности ткани по основе и утку 4 нити/см (рис. 2-б).



а)



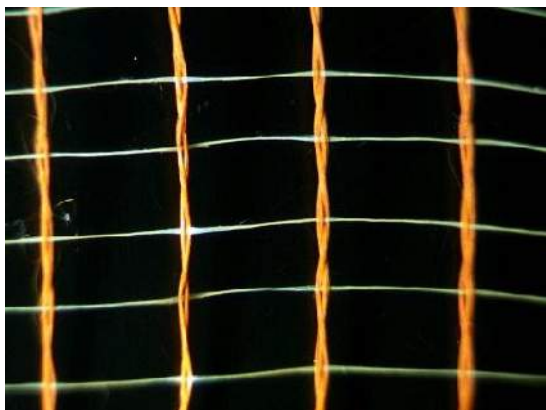
б)

Рис. 2

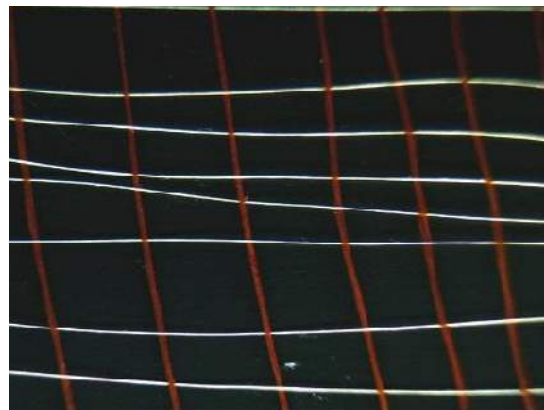
Как видно из данных рис. 2, все зависимости имеют линейный характер. При этом установлено, что при прочих равных условиях (плотность нитей в ткани по основе и утку, линейная плотность нитей) ткани полотняного переплетения имеют поверхностную плотность в среднем на 8% меньше, чем ткани перевивочного переплетения. Это объясняется большей уработкой нитей основы в структуре ткани перевивочного переплетения, что можно

считать недостатком данного вида переплетения.

Однако, как было сказано выше, при создании облегченных структур тканей только перевивочное переплетение позволяет изготовить ткани из параарамидных и полиимидных нитей, устойчивые к раздвижке систем нитей, что и проиллюстрировано на рис. 3 (а – перевивочное переплетение; б – полотняное переплетение).



а)



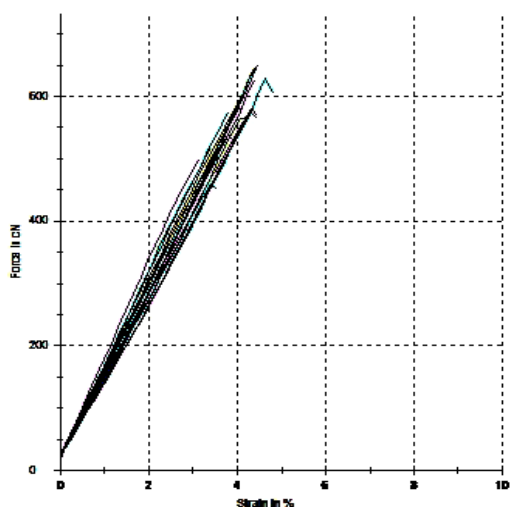
б)

Рис. 3

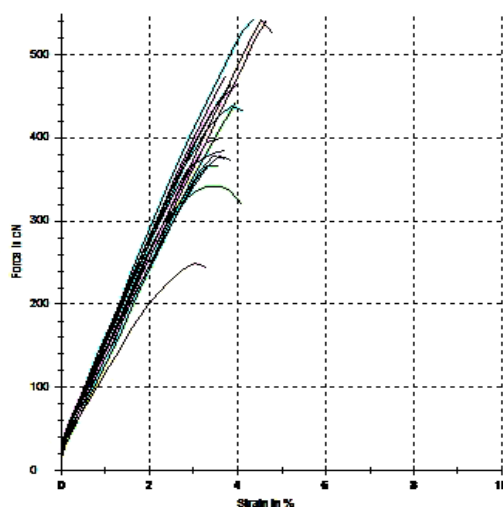
При изготовлении тканей из высокопрочных и высокомодульных комплексных нитей необходимо обращать внимание на то, что данные нити значительно снижают свойства в процессе текстильной переработки. В работах [7], [8] было установлено, что в процессе снования и ткачества арамидные нити *Руслан* значительно снижают такие показатели свойств, как разрывная нагрузка, удлинение при разрыве и удельная работа разрыва, что в свою очередь может негативно отразиться на эксплуатационных свойствах тканей. Разрывная нагрузка нитей основы, в зависимости от переплетения ткани, может в процессе снования и ткачества сократиться от 10 до 35%, а показатель работы разрыва нитей основы сокращается от 20 до 50%.

На снижение свойств высокопрочных и высокомодульных комплексных нитей в значительной мере оказывает влияние степень изгиба в ткани [4], что особенно актуально для тканей перевивочного переплетения, характеризующихся значительным изгибом нитей основы.

При исследовании свойств нитей было установлено, что в процессе изготовления ткани перевивочного переплетения из арамидных нитей 3,3 текс происходит снижение разрывной нагрузки основы на 27%, а при изготовлении ткани полотняным переплетением лишь на 3,7%. На рис. 4 для сравнения представлены диаграммы разрыва арамидных нитей основы 3,3 текс из ткани полотняного (рис. 4-а) и перевивочного переплетения (рис. 4-б).



а)



б)

Рис. 4

Установлено, что при изготовлении ткани перевивочным переплетением из арамидных нитей 11,1...15,4 текс происходит снижение разрывной нагрузки основы на 9,5...12,7%, удлинения – на 12,5...14,8% и работы разрыва – на 19,2...22,2%. А при изготовлении ткани полотняным переплетением нити основы снижают разрывную нагрузку на 5,3%, удлинение – на 5,5% и работу разрыва – на 9,4%, что свидетельствует о гораздо более напряженных условиях при изготовлении ткани перевивочного переплетения.

Таким образом, в качестве мероприятий по снижению повреждаемости высокопрочных и высокомодульных комплексных нитей при изготовлении тканей перевивочного переплетения предлагается: наносить специальные текстильно-вспомогательные вещества на стадии перемотки и/или снования нитей, способствующие сохранению отдельных филанментов и снижающие коэффициент трения нити, а также использовать гарнитуру (глазки галев и зубья берда) с профилем, исключая значительные перегибы нити.

## ВЫВОДЫ

1. Сформулированы основные требования, предъявляемые к армирующим и сепарационным тканям, используемым для производства экранно-вакуумной теплоизоляции.

2. На модифицированном станке СТБ-2-180ШЛ изготовлены образцы тканей перевивочного переплетения из термостойких, высокопрочных и высокомодульных нитей поверхностной плотности от 2,4 до 8,5 г/м<sup>2</sup>, устойчивых к раздвижке.

3. Установлено, что при изготовлении ткани перевивочного переплетения комплексные нити значительно снижают механические показатели свойств, что обусловлено значительной степенью изгиба нитей при формировании ткани.

4. Сделан вывод о целесообразности разработки щадящего режима изготовления облегченных тканей перевивочного переплетения из термостойких, высокопрочных и высокомодульных нитей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Любин Дж. / Пер. с англ. Геллера А.Б., Гельмонта М.М. / Под ред. Геллера Б. Э. Справочник по композиционным материалам: В 2-х кн. Кн. 1. – М.: Машиностроение, 1988.
2. Тканые конструкционные композиты: Пер. с англ. / Под ред. Т.-В. Чу и Ф. Ко. – М.: Мир, 1991.
3. Адрова Н.А., Бессонов М.М., Лайус Л.А., Рудаков А.П. Полиимиды – новый класс термостойких полимеров. – Л.: Наука, 1968.
4. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. – СПб.: Научные основы и технологии, 2009.
5. Патент РФ номер RU 2397926 С2. Экранно-вакуумная теплоизоляция космического аппарата с внешним комбинированным покрытием. 24.06.2008.
6. Патент РФ номер RU 2344972. Экранно-вакуумная теплоизоляция космического аппарата. 15.03.2007.
7. Сафонов П.Е., Левакова Н.М., Юхин С.С., Буланова М.Е. Разработка рациональных структур мягкой баллистической защиты на основе арамидных нитей Руслан // Вопросы оборонной техники. Серия 15. Композиционные неметаллические материалы в машиностроении. – М.: ФГУП "НТЦ "Информтехника", 2013, Вып. 3(170) – 4(171). С.27...33.
8. Сафонов П.Е. Разработка оптимальных технологических параметров изготовления арамидных тканей технического назначения: Дис.... канд. техн. наук. – М.: МГУДТ, 2013.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных изделий. Поступила 15.12.14.