

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА  
ЭКОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КОЖИ**

**RESEARCH OF PROPERTIES AND DETERMINATION OF COMPOSITION OF  
ECOMATERIALS BASED ON PLANT LEATHER**

*С.В. КУДРИНСКИЙ, И.Н. ТЮРИН, Т.А. КУРОЧКИНА,  
С.Ш. ТАШПУЛАТОВ, В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ*

*S.V. KUDRINSKY, I.N. TYURIN, T.A. KUROCHKINA,  
S.Sh. TASHPULATOV, V.S. BELGORODSKY*

**(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)**

**(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),  
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan)**

E-mail: kudrinskiyserg@gmail.com

*В данной работе представлены результаты исследования и сравнения свойств растительных кож, изготовленных из мексиканских кактусов, с образцом из натуральной кожи. Выбраны и исследованы наиболее важные показатели качества, такие как воздухопроницаемость и разрывная нагрузка. При сравнительном анализе результатов исследования установлено, что большинство показателей разрывной нагрузки, воздухопроницаемости растительной кожи соответствуют показателям натуральной кожи. Исследуемые материалы растительной кожи являются частично биоразлагаемыми и имеют технические характеристики, необходимые для легкой, кожаной, мебельной и автомобильной промышленности. На основании результатов исследования и сделанных выводов можно рекомендовать экокожу из мексиканских кактусов производителям текстильной промышленности.*

*This paper presents the results of a study and comparison of the properties of vegan leather made from Mexican cactus with a sample from animal leather. The most important quality indicators, such as air permeability and breaking load, have been selected and investigated. According to the results of a comparative analysis of the research results, it was found that most of the indicators of breaking load, air permeability of vegan leather from cactus correspond to those of natural leather. The studied materials of vegan leather are partially biodegradable and have the technical characteristics required for the light, leather, furniture and automotive industries. Based on the results of the study and the conclusions made, it is possible to recommend eco-leather from Mexican cactus to manufacturers of the textile industry.*

**Ключевые слова:** веганская кожа, растительная кожа, полиуретан, инфракрасная спектроскопия, воздухопроницаемость, разрывная нагрузка, кактус нопаль, поливинилхлорид, экоматериалы, устойчивая мода.

**Keywords: vegan leather, plant leather, polyurethane, infrared spectroscopy, breathability, breaking load, nopal cactus, polyvinyl chloride, eco-materials, sustainable fashion.**

### Введение

В последнее время экоматериалы конкурируют, а порой и превосходят по определенным свойствам материалы природного происхождения [1]. Яркий представитель экоматериалов на основе растительного сырья, продукт, изобретенный двумя предпринимателями из Мексики Адриан Лопес Веларде и Марте Казарез [2], веганская кожа из кактуса нопаль. Изобретатели утверждают, что кожа из него получается прочной, эластичной, "дышащей" и долговечной.

Растительная экокожа позволяет изготавливать изделия различного назначения: от повседневного назначения, до специального и спортивного назначения (например, спортивная обувь [3]). Проектирование изделий из растительной кожи требует наличия информации о свойствах и составе материала для управления и прогнозирования.

### Методы

Целью данной работы является исследование свойств и определение состава данной растительной кожи, а также анализ и сравнение их с кожей животного происхождения. Выбраны пять образцов растительной экокожи, различной толщины и цвето-

вой гаммы (образцы №1...5) и один образец из натуральной кожи (образец №6) (табл.1).

Образцы представляют собой многослойный композиционный материал, изготовленный путем пропитки текстильной основы [4]. Произведена предварительная подготовка образцов снятием верхнего слоя растительных кож. Определение состава материала произведено методом ИК НПВО на FTIR микроскопе Nicolet iN10 (Thermo Scientific, USA). В спектральной области 675...4000 см<sup>-1</sup> исследованы поверхности образцов. Спектры получены на германиевом кристалле в режиме НПВО путем накопления 128 сканирований с разрешением 4 см<sup>-1</sup>. Спектры обработаны при помощи программного обеспечения Omnic 9 (Thermo Scientific, USA): трансформация в режим оптической плотности с автоматической коррекцией базовой линии.

### Результаты и их обсуждение

В настоящее время наиболее распространены два способа производства искусственных кож – это использование растворов и дисперсий полиуретана и поливинилхлорида [5]. На рис. 1...4 представлены результаты исследования образца №1.

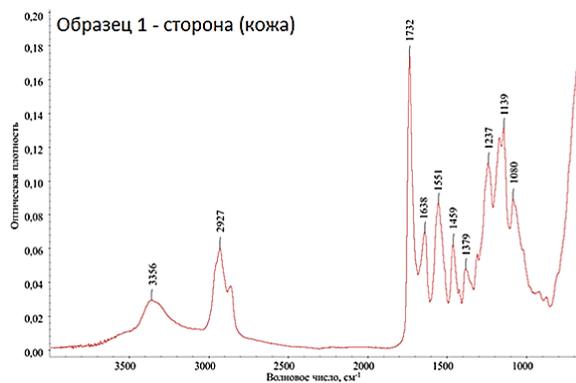


Рис. 1

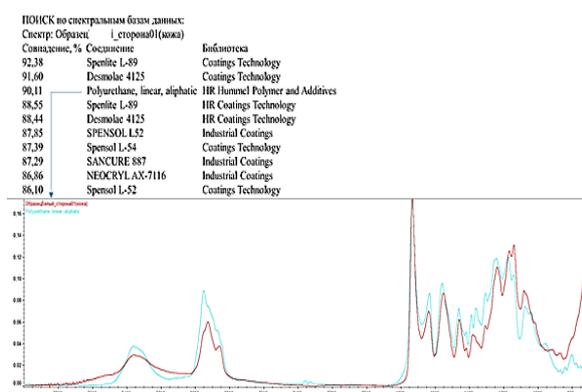


Рис. 2

На рис. 1 и рис. 2 представлены спектры образца №1 материала искусственной кожи верхнего (кожеподобного) слоя и их сравнение с библиотечными спектрами. На

рис. 3 и рис. 4 представлены спектры образца №1 материала искусственной кожи нижнего (тканевого) слоя и их сравнение с библиотечными спектрами. Анализ пока-

зал, что лицевая сторона образца №1 преимущественно изготовлена на основе полиуретана, изнаночная (тканевая) сторона изготовлена на основе хлопковых волокон.

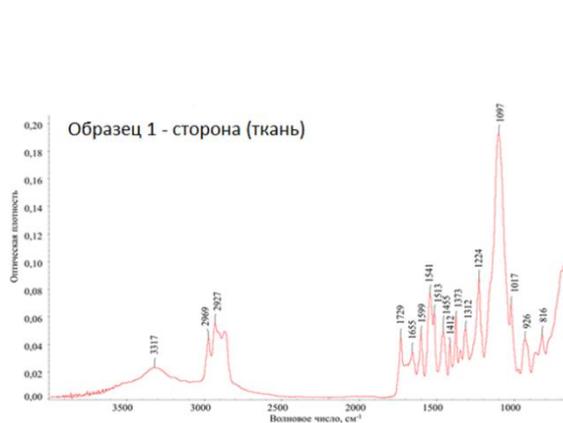


Рис. 3

На основании полученных результатов, можно сделать заключение о преобладании органических соединений в составе растительных кож. Наличие в образцах №1, 4 можно объяснить композиционной составляющей данных материалов, а также качеством снятия верхнего слоя исходных материалов при предварительной подготовке.

Т а б л и ц а 1

№ образца	Вывод о преимущественном составе образца	
	Лицевая сторона	Изнаночная сторона
1	полиуретан	хлопок
2	органические соединения	хлопок
3	органические соединения	полиамид
4	полиуретан	хлопок
5	органические соединения	хлопок
6	органические соединения	органические соединения

Одними из наиболее важных характеристик, с гигиенической точки зрения, являются воздухопроницаемость и пористость кож [6]. Пористость обеспечивает отвод испарений человеческого тела и тем самым способствует хорошему самочувствию человека [7].

На основе проведенных исследований физико-химических свойств образцов растительных и натуральных кож составлена сравнительная таблица получившихся выводов о составе образцов (табл.1).

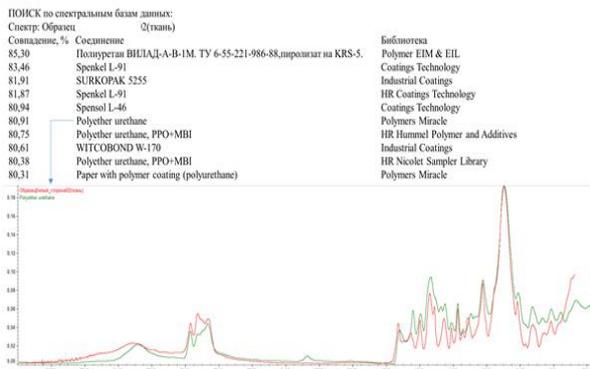


Рис. 4

Воздухопроницаемость кож связана с диффузионными и сорбционными процессами, происходящими в коже. Воздухопроницаемость натуральной кожи может варьироваться в достаточно широком диапазоне и зависит от вида кожевенного сырья, его плотности, топографического участка и способа получения [8], [9].

Характер покрытия кож, наличие в нем сквозных пор и их количество являются важными факторами, определяющими воздухопроницаемость кожи. Встречаются кожи с лицевым покрытием, совершенно не пропускающим воздух. Воздухопроницаемость верхних хромовых кож с казеиновым покрытием колеблется от 40 до 690 куб. см/кв. см·ч, кожи с нитратцеллюлозным покрытием практически не воздухопроницаемы, воздухопроницаемость подошвенных кож комбинированного дубления от 80 до 120 куб.см/кв.см·ч. Воздухопроницаемость кож в связи с нитроцеллюлозным и акриловым покрытиями снижается в 8...10 раз.

Воздухопроницаемость кожи зависит, прежде всего, от толщины и пористости. Из тонких шкур рыхлого строения обычно получают кожу с высокой воздухопроницаемостью.

Воздухопроницаемость обуславливается наличием сквозных пор в коже. С умень-

шением ее толщины растет и ее воздухопроницаемость. Более плотные кожи имеют меньшую воздухопроницаемость.

Воздухопроницаемость кож зависит от микроструктуры кожи: строения ее слоев, угла наклона пучков волокон кожи к горизонтали, компактность их укладки, степени рыхления пучков на волокна, толщины (полноты пучков волокон) сетчатого слоя кожи.

Воздухопроницаемость экокожи бывает в десятки раз выше любой натуральной кожи [10], [11].

На основании воздухопроницаемости кожи можно судить о ее теплоизоляционной способности [12], [13].

Т а б л и ц а 2

Номер образца	Толщина, мм	Воздухопроницаемость, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> *мин	Разрывная нагрузка, Н
1	0,7	0,175	430
2	1,0	0,145	553
3	1,9	0,085	736
4	1,1	0,153	480
5	1,1	0,145	500
6	0,95	0,145	450

Точное определение свойств воздухопроницаемости и распределение по поверхности образца требует проведения математического моделирования физической модели структуры образца [14], в основе которого лежит слой композиционного нетканого материала. Воздухопроницаемость определялась на приборе FF-12/A (Венгрия). Важной эксплуатационной характеристикой любого материала является сопротивление разрыву [15], а именно, разрывная нагрузка, которая определялась на приборе Instron® 6800. В табл. 2 представлены характеристики образцов и результаты испытаний.

## ВЫВОДЫ

Полученные результаты исследования показали, что искусственная кожа (на основе экоматериала) по некоторым показателям превосходит натуральную кожу. К тому же материал частично биоразлагае-

мый и имеет технические характеристики, необходимые для легкой, кожевенной, мебельной и автомобильной промышленности. Благодаря своей гибкости, воздухопроницаемости и долговечности (срок службы не менее 10 лет) кожа из кактуса способна заменить материалы из животных и синтетические аналоги, которые не являются экологически чистыми. На основании результатов исследования и сделанных выводов можно рекомендовать экокожу из мексиканских кактусов производителям текстильной промышленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Никитина Л.Л., Гаврилова О.Е. Обзор развития и состояния производства искусственных кож для изделий легкой промышленности // Вестник технолог. ун-та. – 2013. Т. 16, № 21. С.184...187.
2. Meyer M., Dietrich S., Schulz H., Mondschein A. Comparison of the Technical Performance of Leather, Artificial Leather, and Trendy Alternatives. Coatings.– 2021; 11(2):226. <https://doi.org/10.3390/coatings11020226>
3. Tyurin I.N., Getmantseva V.V., Andreeva E.G., Belgorodsky V.S. On the influence of the compression items sporting destination on the human condition // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2018, № 6. P. 131..140.
4. Satsumoto Y., Piao S. Effects of shoe fit and moisture permeability of a leather shoe on shoe microclimate and air exchange // J. Ergon. – 2016, 6, 1...7.
5. Евсюкова Н.В., Коваленко Г.М., Бокова Е.С. Исследование полиуретановых водных дисперсий марки Аквапол® для производства искусственных кож // Пластические массы. – 2021;(5-6). 36...39.
6. ГОСТ 8973–87. Кожа искусственная. Метод определения воздухопроницаемости. Введ. 01.01.1979. 6 с.
7. Gulbiniene, A.; Jankauskaite, V.; Kondratas, A. Investigation of the water vapour transfer properties of textile laminates for footwear linings. Fibres Text. East. Eur. – 2011, 19, 86.
8. ГОСТ Р ИСО 9237–99. Материалы текстильные. Метод определения воздухопроницаемости. Введ. 01.01.2001. 7 с.
9. Sureshkumar P.S.; Thanikaivelan P.; Phebe K.; Krishnaraj K.; Jagadeeswaran R.; Chandrasekaran B. Investigations on structural, mechanical, and thermal properties of pineapple leaf fiber-based fabrics and cow softy leathers: An approach toward making amalgamated leather products // J. Nat. Fibers. – 2012, 9, 37...50.
10. Гаврилова О.Е., Никитина Л.Л. Применение перспективных полимерных материалов в легкой промышленности для повышения качества изде-

лий// Вестник технолог. ун-та. – 2013. Т. 17, № 18. С.96...99.

11. Катаева О.В., Ерасина И.В. Анализ современных технологий производства искусственных мягких кож// Вестник технолог. ун-та. – 2013. Т. 15, № 6. С.107...108.

12. Tyurin I.N., Getmantseva V.V., Andreeva E.G. Analysis of innovative technologies of thermoregulating textile materials//Fibre Chemistry. – 2018. V. 50, № 1. С. 1...9.

13. Давыдов А.Ф., Кудринский С.В. Определение коэффициента теплопередачи конвективного тепла огнестойких тканей // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018, № 3. С. 38...40.

14. Тюрин И.Н., Яковлев А.М., Андреева Е.Г., Ташпулатов С.Ш., Белгородский В.С. Численное моделирование компрессионного воздействия фильтрующей полумаски на мягкие ткани человека // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 6. С. 179...183.

15. Таласпаева А.А., Жилисбаева Р.О., Ташпулатов С.Ш. Исследование прочностных характеристик нетканых образцов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 5. С.126...128.

#### REFERENCES

1. Nikitina L. L., Gavrilova O.E. Review of the development and state of production of artificial leather for light industry products // Bulletin of technological university. - 2013. Vol. 16, No. 21. С.184 ... 187.

2. Meyer M, Dietrich S, Schulz H, Mondschein A. Comparison of the Technical Performance of Leather, Artificial Leather, and Trendy Alternatives. Coatings. 2021; 11 (2): 226. <https://doi.org/10.3390/coatings11020226>

3. Tyurin I.N., Getmantseva V.V., Andreeva E.G., Belgorodsky V.S. On the influence of the compression items sporting destination on the human condition // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2018, 378, No. 6. P. 131..140.

4. Satsumoto, Y .; Piao, S. Effects of shoe fit and moisture permeability of a leather shoe on shoe microclimate and air exchange. J. Ergon. 2016, 6, 1-7.

5. Evsyukova N.V., Kovalenko G.M., Bokova E.S. Study of polyurethane aqueous dispersions of the Aquapol® brand for the production of artificial leather. Plastics. 2021; (5-6): 36-39.

6. GOST 8973 - 87 "Artificial leather. Method for determining air permeability ". Enter. 01/01/1979. 6 pp.

7. Gulbiniene, A .; Jankauskaite, V .; Kondratas, A. Investigation of the water vapor transfer properties of textile laminates for footwear linings // Fibers Text. East. Eur. – 2011, 19, 86.

8. GOST R ISO 9237-99. Textile materials. Method for determining air permeability. Enter. 01.01.2001.

9. Sureshkumar, P.S.; Thanikaivelan, P .; Phebe, K .; Krishnaraj, K .; Jagadeeswaran, R .; Chandrasekaran, B. Investigations on structural, mechanical, and thermal properties of pineapple leaf fiber-based fabrics and cow softy leathers: An approach toward making amalgamated leather products // J. Nat. Fibers. – 2012, 9, 37-50.

10. Gavrilova O.E., Nikitina L.L. Application of promising polymer materials in light industry to improve the quality of products // Bulletin of Technological University. - 2013. Т. 17, No. 18. P.96 ... 99.

11. Kataeva O.V., Erasina I.V. Analysis of modern technologies for the production of art soft leather // Bulletin of Technological University. - 2013. Т. 15, No. 6. P.107 ... 108.

12. Tyurin I.N., Getmantseva V.V., Andreeva E.G. Analysis of innovative technologies of thermoregulating textile materials // Fiber Chemistry. – 2018. Vol. 50, No.1. P. 1-9.

13. Davydov A.F., Kudrinsky S.V. Determination of the heat transfer coefficient of convective heat of fire-resistant fabrics // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti., 2018. No. 3 (375). S. 38-40.

14. Tyurin I.N., Yakovlev A.M., Andreeva E.G., Tashpulatov S.Sh., Belgorodsky V.S. Numerical simulation of the compression effect of a filtering half-mask on human soft tissues // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2020. No. 6 (390). pp. 179-183.

15. Talaspayeva A.A., Zhilisbaeva R.O., Tashpulatov S.Sh. Investigation of the strength characteristics of nonwoven samples // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2017. No. 5 (371). pp. 126-128.

Рекомендована кафедрой энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности РГУ имени А.Н. Косыгина. Поступила 25.04.22.