

УДК 677.017  
DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_5\_18

**АНАЛИЗ РЫНКА МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ИЗ ГИДРОФОБНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ВЕРХНЕЙ ОДЕЖДЫ**

**MARKET ANALYSIS OF MEMBRANE MATERIALS MADE  
OF HYDROPHOBIC POLYMER FIBERS FOR OUTERWEAR**

*Э.А. ХАММАТОВА, Р.Ф. ГАЙНУТДИНОВ*

*E.A. KHAMMATOVA, R.F. GAINUTDINOV*

**(Казанский национальный исследовательский технологический университет)**

**(Kazan National Research Technological University)**

E-mail: elm.kzn@mail.ru

*В данной статье представлен расширенный анализ мембранных материалов из гидрофобных полимерных волокон для одежды, проведены исследования максимальных характеристик альтернативных материалов, приведен обзор состояния мембранной индустрии, показаны актуальные науч-*

*ные достижения в производстве мембран, а также перспективы их дальнейшего развития в отраслях промышленности Российской Федерации.*

*This article presents an extended analysis of membrane materials made of hydrophobic polymer fibers for clothing, studies of the maximum characteristics of alternative materials are conducted, an overview of the state of the membrane industry is given, current scientific achievements in the production of membranes are shown, as well as prospects for their further development in the industries of the Russian Federation.*

**Ключевые слова:** мембрана, покрытие, текстильный материал, лицевой слой свойства, водоупорность и паропроницаемость, одежда.

**Keywords:** membrane, coating, textile material, face layer properties, water resistance and vapor permeability, clothing.

Российская мембранная наука продолжает занимать лидирующие позиции в мире. Благодаря многолетней государственной поддержке, к концу 2000-х годов удалось создать производство различных типов мембран. Мембрана – это всего лишь часть сложной конструкции мембранного материала, ее рабочий слой, где на квадратный дюйм приходится порядка 9 млрд. пор, каждая из которых в 20 тысяч раз меньше, чем капля воды, но в 700 раз больше, чем молекула пара [1].

Для изготовления мембран используются синтетические полимеры, в частности:

- полиуретан - PU (мембрана Toray),
- политетрафторэтилен или тефлон - ePTFE (мембрана Gore-Tex, eVENT),
- сополимеры полиэстера и простых полиэфиров (мембрана Sympatex).

Мембранный материал из гидрофобных полимерных волокон – одно из актуальных изобретений человечества. Мембранные материалы, обладающие водоупорностью, паропроницаемостью с сочетанием высоких барьерных свойств, а также дышащими свойствами являются наиболее передовыми материалами с технической точки зрения [2].

На сегодняшний день значительная часть мембранных материалов на отечественном рынке являются продуктами импортного производства. Импортозамещение в этой сфере происходит медленно. Однако благодаря программе поддержки

Минпромторга РФ уже появились ниши, где российские мембранные материалы утвердились практически стопроцентно. В первую очередь в сфере легкой промышленности, а также в промышленных областях – при очистке воды, переработке промышленных отходов, биотехнологии, медицине, строительстве и др. [3].

Текстильные мембранные материалы выходят на еще более высокий уровень технического развития и их получают с помощью технологии ламинирования гидрофобными веществами [4]. Современные мембранные материалы, применяемые в экипировке, способны транспортировать сквозь себя пары воды, оставаясь при этом непроницаемыми для воды в жидкой форме [5].

Рассмотрим ассортимент водонепроницаемых мембранных материалов из гидрофобных полимерных волокон, обладающих водоупорностью и паропроницаемостью с сочетанием высоких барьерных свойств.

*Gore-Tex* – тончайшая микропористая мембрана, состоящая из вспененного политетрафторэтилена (ПТФЭ), или тефлон, крайне гидрофобное вещество, что позволяет мембране дополнительно после внешнего слоя ткани отталкивать воду.

По-разному комбинируя лицевой слой, мембрану и подкладку, используя разные материалы для лицевого слоя и подкладки, добавляя или не добавляя теплоизоляцию, а также меняя крой и дизайн, можно влиять на характеристики готовой вещи: показатели водонепроницаемости и "дышимос-

ти", износостойкость, прочность, эластичность, вес, компактность и др. Этим обусловлено разнообразие технологий Gore-Tex [6].

Мембранные материалы класса Gore-Tex могут гарантировать водостойкость при любом объеме осадков и в течение продолжительного времени и обычно обладают водостойкостью от 23000 до 28000 мм водяного столба. Это один из самых высоких показателей в индустрии одежды для открытого воздуха. Для сравнения, среднее значение, с которым сталкиваются в реальных условиях – 15000 мм водяного столба. Проведем анализ одного из них.

*Gore-Tex Pro* – является одним из наиболее технологичных и современных примеров мембранного материала для наиболее экстремальных погодных условий, который состоит из сэндвича – нескольких слоев ПТФЭ, что позволило добиться значительного увеличения показателей паропрооницаемости при традиционно высоком для тканей Gore-Tex уровне влагозащиты.

Ткани с мембранами Gore-Tex тестируются по методике RET (Resistance of Evaporation of a Textile), которая определяет, насколько материал сопротивляется транспорту водяного пара. Чем ниже значение RET, тем выше дышащие способности мембраны. Установлено, что все изделия Gore-Tex "хорошо дышащие" RET <13.

*eVent* – единственная в мире гидрофобная микропористая мембрана, состоящая из гидрофобного материала на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) с интегрированной олеофобной защитой. Благодаря олеофобной обработке волокон, слагающих мембрану, поры мембраны остаются открытыми постоянно. Такие мембраны обладают множеством микроскопических отверстий, размер которых не позволяет каплям воды проникнуть внутрь, но при этом он достаточно велик, чтобы пропускать отдельные молекулы водяного пара при испарении [7].

В настоящее время среди материалов eVent выделяются три группы мембранных тканей:

- waterproof – водонепроницаемые ткани;

- windproof – ветрозащитные ткани;
- professional – ткани для профессионального использования.

eVent – это целая серия водонепроницаемых тканей с показателями влагостойкости в пределах от 10 000 до 30 000 мм водяного столба. Важно также отметить, что мембрана eVent эффективно выводит влагу, в том числе и при отрицательной температуре и невысокой влажности. Технологические детали придания ПТФЭ-основе защитных олеофобных свойств держатся производителем в секрете.

Следует отметить, что в качестве слабых сторон мембранных материалов eVent часто указывают возможно меньшую износостойкость и долговечность.

Главным преимуществом мембраны eVent являются непревзойденные дышащие свойства при необходимо высоком уровне влагозащиты. Паропроницаемость (определяемая по методу перевернутой чаши JIS L 1099 B2) составляет от 10 000 до 30 000 г/м<sup>2</sup>/24 ч.

В производстве мембраны eVent используется технология Direct Venting, прямой вентиляции. Благодаря этому необходимость защищать мембрану от выделений с поверхности кожи (масел, соли и прочего) с помощью дополнительного полиуретанового покрытия волокон отпадает, в отличие от комбинированных мембран, таких как современные версии Gore-Tex.

*NeoShell* – является одним из наиболее интересных примеров поровых мембран от компании "Polartec". В отличие от классических поровых мембран, которые производятся при помощи многократного растяжения нагретого политетрафторэтилена (ПТФЭ) или гидрофильного полиуретана (PU), NeoShell – электроспиннинговая мембрана, которая создается из тончайших полиуретановых волокон, формирующихся в единый массив с помощью электромагнитного поля. Такая технология позволяет добиться большего, а главное – контролируемого расстояния между волокнами мембраны, что позволяет обеспечить двусторонний воздухообмен. Как следствие – лучшая паропроницаемость, особенно ощути-

мая в условиях нагрузок высокой интенсивности и помогающая избежать перегрева организма пользователя [8].

NeoShell обладает относительно невысокими показателями водостойкости (10 000 мм водяного столба) и по заверению "Polartec", этого достаточно, чтобы считать ткань водонепроницаемой. Результаты теста на паропроницаемость составляют до 33 000 г/м<sup>2</sup>/24ч, что превышает значения почти всех мембранных материалов на рынке.

*Pertex Shield* представляет из себя плотную нейлоновую ткань с поровой полиуретановой мембраной-покрытием, обеспечивающим высокую водостойкость и дышащие свойства. Обладает высокой прочностью при малом весе. Нередко применяется для усиления подверженных истиранию зон сверхлегкой влагозащитной одежды (куртка Montane Grand Tour).

*Pertex Shield* позиционируется как мембранный материал для высокой активности на свежем воздухе. Гидрофильная PU-мембрана толщиной порядка 7 мкм обеспечивает высокий уровень динамической паропроницаемости, и чем больше потоотделение, тем быстрее работает мембрана.

Группа материалов *Pertex Shield* принципиально отличается от других тканей *Pertex* наличием в своей конструкции климатической полиуретановой мембраны. Таким образом, группу *Pertex Shield* логичнее называть не тканями, а мембранными сэндвичами, состоящими из слоев ткани и мембраны.

По тесту показатель водостойкости ткани составляет около 25000 мм водяного столба, а паропроницаемость до 20000 г/м<sup>2</sup>/24ч. Ткань отличается очень низким весом, компактна в упаковке и мягка на ощупь.

*Dermizax* – классическая версия беспорового мембранного материала на основе полиуретана. Один из самых успешных способов применения беспоровых полиуретановых мембранных ламинатов – мембраны *Dermizax* японской компании "Toray".

Мембрана *Dermizax* изготавливается из гидрофильного материала, который дей-

ствует благодаря перемещению в ней частиц на молекулярном уровне (диффузии) в отличие от пористых мембран и мембран комбинированного типа. Это позволяет получить множество преимуществ, прежде всего – полную водоупорность до 20000 г/м<sup>2</sup>/24ч, высокую паропроницаемость до 18000 г/м<sup>2</sup>/24ч, долговечность и неприхотливость в использовании [9].

Неоспоримым преимуществом мембранных материалов подобного типа является эластичность – мембрана *Dermizax* способна растягиваться на 200% собственной длины, что часто является определяющим при выборе одежды для аутдора.

Важным свойством материалов *Dermizax* является то, что их паропроницаемость повышается с повышением температуры тела, что позволяет эффективно предохранять тело от перегрева. Обеспечивает долговечную защиту от внешних воздействий в самых разных условиях. Сейчас *Dermizax* – это целая линейка материалов.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в самом общем смысле, наиболее надежной функцией свойств мембраны можно считать ее стоимость. Следует иметь в виду, что стоимость собственно изделия и ткани – не всегда адекватно связаны напрямую. Подавляющее большинство используемых в наши дни мембранных материалов, порой даже бюджетного класса, обеспечивают высокую водостойкость "с запасом". Важнее их "дышащие" свойства, а также крой готовой одежды, применяемая в ней лицевая ткань, фурнитура и пр.

Производители с историей, обладающие значительными техническими мощностями, уделяют много внимания тестам материалов, что не может не сказываться на производительности мембранных тканей. Например, Gore-Tex – наверняка, надежный вариант для широкого круга условий, в этом сомневаться не приходится.

При выборе одежды для использования в суровых погодных условиях – особенно если речь идет о повышенной влажности и не слишком низких температурах – стоит,

конечно, отталкиваться от Gore-Tex Pro. Ткань не только обеспечивает максимальную защиту от воды и эффективно отводит влагу, но и отлично защищена от порезов и истирания.

Что касается беспоровых мембран, не рекомендовали бы использовать их при интенсивных нагрузках, особенно если речь идет о полиуретановых мембранах среднего уровня. Уровень паропроницаемости у таких пока недостаточно высок. Однако они отлично подойдут в качестве легкой одежды для плохой погоды, которая проводит основное время в рюкзаке.

При выборе повседневной одежды с функцией защиты от плохой погоды стоит в большей степени отталкиваться от максимально высокой паропроницаемости материала, поскольку подвергнуть одежду длительному воздействию дождя и снега в городских условиях не всегда получается. Поэтому хорошую рекомендацию от производителей одежды получили мембранные материалы Gore-Tex, eVent и Polartec NeoShell.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Производство мембранной ткани. [Электронный ресурс] / Режим доступа: / <https://www.mercury-tex.ru/images/COVID19-27.05.20.pdf>.
2. О мембранах с любовью [Электронный ресурс] / Режим доступа: / [www.splav.ru](http://www.splav.ru) / (Дата обращения: 24.07.2021).
3. На рынке мембран и мембранных модулей [Электронный ресурс] / Режим доступа: / [https://aqua-therm.ru/articles/articles\\_27.html/](https://aqua-therm.ru/articles/articles_27.html/) (Дата обращения: 25.07.2021).
4. Многослойные ламинированные пленки [Электронный ресурс] / Режим доступа: / <https://e-plastic.ru/specialistam/extrusion/mnogosloynnye-laminirovannye-plenki/> (Дата обращения: 26.07.2021).
5. *Логинова Е.А., Климова Н.А., Бешшапошников В.И.* Анализ и систематизация ассортимента мембранных тканей для одежды // VI Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020). – РГУ им. А.Н. Косыгина, М., 20 октября 2020 г. С. 46...49.
6. Строение и принцип работы мембраны Gore-Tex [Электронный ресурс] / Режим доступа: / <https://sport-marafon.ru/article/biblioteka-tekhnologiy/pro-membrany-gore-tex-istoriya-tekhnologii-vidy/> (Дата обращения: 26.07.2021).
7. Мембраны eVent. Обзор мембранных технологий eVent fabrics® [Электронный ресурс] Режим

доступа: <https://sport-marafon.ru/article/biblioteka-tekhnologiy/pro-membrany-gore-tex-istoriya-tekhnologii-vidy/> (Дата обращения: 28.07.2021).

8. Мембраны и ткани. Самая "дышащая" мембрана - Polartec® NeoShell [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://baskcompany.ru/info/stati/membrani-i-tkani/polartec\\_neoshell.html/](https://baskcompany.ru/info/stati/membrani-i-tkani/polartec_neoshell.html/) (Дата обращения: 30.07.2021).

9. Про мембранные материалы Dermizax [Электронный ресурс] / Режим доступа: / <https://sport-marafon.ru/article/biblioteka-tekhnologiy/pro-membrannye-materialy-dermizax/> (Дата обращения: 02.08.2021).

#### REFERENCES

1. Proizvodstvo membrannoy tkani. [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: / <https://www.mercury-tex.ru/images/COVID19-27.05.20.pdf>.
2. O membranakh s lyubov'yu [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: / [www.splav.ru](http://www.splav.ru) / (Data obrashcheniya: 24.07.2021).
3. Na rynke membran i membrannykh moduley [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: / [https://aqua-therm.ru/articles/articles\\_27.html/](https://aqua-therm.ru/articles/articles_27.html/) (Data obrashcheniya: 25.07.2021).
4. Mnogosloynnye laminirovannye plenki [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: / <https://e-plastic.ru/specialistam/extrusion/mnogosloynnye-laminirovannye-plenki/> (Data obrashcheniya: 26.07.2021).
5. Loginova E.A., Klimova N.A., Beshshaposhnikova V.I. Analiz i sistematizatsiya assortimenta membrannykh tkaney dlya odezhdy // VI Mezhdunar. nauchn.-tekh. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2020). – RGU im. A.N. Kosygina, M., 20 oktyabrya 2020 g. S. 46...49.
6. Stroenie i printsip raboty membrany Gore-Tex [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: / <https://sport-marafon.ru/article/biblioteka-tekhnologiy/pro-membrany-gore-tex-istoriya-tekhnologii-vidy/> (Data obrashcheniya: 26.07.2021).
7. Membrany eVent. Obzor membrannykh tekhnologiy eVent fabrics® [Elektronnyy resurs] Rezhim dostupa: <https://sport-marafon.ru/article/biblioteka-tekhnologiy/pro-membrany-gore-tex-istoriya-tekhnologii-vidy/> (Data obrashcheniya: 28.07.2021).
8. Membrany i tkani. Samaya "dyshashchaya" membrana - Polartec® NeoShell [Elektronnyy resurs] Rezhim dostupa: [https://baskcompany.ru/info/stati/membrani-i-tkani/polartec\\_neoshell.html/](https://baskcompany.ru/info/stati/membrani-i-tkani/polartec_neoshell.html/) (Data obrashcheniya: 30.07.2021).
9. Pro membrannye materialy Dermizax [Elektronnyy resurs] / Rezhim dostupa: / <https://sport-marafon.ru/article/biblioteka-tekhnologiy/pro-membrannye-materialy-dermizax/> (Data obrashcheniya: 02.08.2021).

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 13.08.21.