

Все молочные коктейли обладают антиоксидантной активностью («Простоквашино» > «Большая кружка» > «Чудо» > «Окей» > «Данисимо» > «Белый город»), на значения которой могли оказать влияние количество белка в молочной основе, присутствие карагинана и термическая обработка молока.

Список использованной литературы

1. Шидловская, В. П. Антиоксиданты молока и их роль в оценке его качества / В. П. Шидловская, Е. А. Юрова // Молоч. пром-сть. – 2010. – № 2. – С. 24–26.
2. Нилова, Л. П. Роль растительного сырья в формировании потребительских свойств ферментированных молочных напитков / Л. П. Нилова, С. М. Малютенкова, Е. Э. Флоринская // Изв. С.-Петерб. гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 44. – С. 81–86.
3. Нилова, Л. П. Формирование антиоксидантных свойств молочных составных напитков / Л. П. Нилова, В. В. Иванова, С. М. Малютенкова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2020. – Т. 9, № 4 (52). – С. 103–106.
4. Нилова, Л. П. Потребительские риски и барьеры интернет-торговли сетевыми ритейлерами в сегменте e-grocery / Л. П. Нилова, С. М. Малютенкова, В. Р. Тверской // Междунар. науч. журн. – 2019. – № 6. – С. 60–65.
5. Балакирева, Ю. В. Влияние промышленных режимов пастеризации на интегральную антиоксидантную и витаминную активности коровьего молока / Ю. В. Балакирева, Ф. Ю. Ахмадуллина, А. А. Лапин // Бутлер. сообщения. – 2010. – Т. 19, № 2. – С. 19–25.

УДК 677.017.8

Д. К. Панкевич (dashapan@mail.ru),
канд. техн. наук, доцент
Витебский государственный
технологический университет
г. Витебск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СВОЙСТВА МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Статья посвящена исследованию влияния пониженной температуры на показатели свойств мембранных материалов типа softshell при моделировании эксплуатации. В результате эксперимента установлено, что пониженная температура по-разному влияет на их водонепроницаемость, прочность и паропроницаемость. Наименее стабилен показатель водонепроницаемости, который для образцов с несбалансированной структурой за 20 000 циклов изгиба при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ влажности воздуха 80% снижается до нуля.

The article is devoted to the study of the effect of low temperature on the properties of membrane materials like “soft-shell” in the simulation of operation. As a result of the experiment, it was found that a lowered temperature has a different effect on their waterproofness, strength and vapor permeability. The least stable indicator of waterproofness, which for samples with an unbalanced structure for 20,000 bending cycles at a temperature of $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and an air humidity of 80% decreases to zero.

Ключевые слова: одежда; мембрана; структура; моделирование эксплуатации; водонепроницаемость; прочность; паропроницаемость.

Key words: clothing; membrane; structure; simulation of operation; waterproofness; strength; vapor permeability.

Производство композиционных материалов является приоритетным направлением развития текстильной промышленности. Все шире становится ассортимент современной одежды, изготовленной из таких материалов. Большой популярностью пользуются изделия из мембранных материалов, поскольку они обладают ценными потребительскими свойствами: воздухо- и водонепроницаемостью наряду с паропроницаемостью, легкостью, прочностью, износостойкостью. Легкие и комфортные ветро-водозащитные спортивные костюмы, демисезонные и зимние непродуваемые, непромокаемые, паропроницаемые, прочные и легкие комбинезоны и куртки из мембранных материалов стали обоснованно престижными предметами одежды. Однако в процессе эксплуатации свойства мембранных материалов изменяются. Стабильность свойств материалов одежды в условиях эксплуатации важна как для потребителя, так и для производителя. Ведь радость от комфортного пребывания на открытом воздухе при любой погоде и репутацию торговой марки нельзя купить, их можно только осознанно и скрупулезно

создавать. Например, подбирать пакет материалов одежды, учитывая изменение свойств материалов в условиях эксплуатации. Поэтому исследование свойств мембранных материалов в условиях, моделирующих эксплуатационные, является актуальной научной задачей и позволяет заранее предположить способность материала сохранять ценные свойства для обеспечения надежности и долговечности одежды. Чтобы определить степень стабильности свойств в процессе эксплуатации, материалы подвергают моделированию эксплуатационных нагрузок, измеряя уровень наиболее важных показателей свойств до и после воздействий. Особенно важны такие исследования для новых малоизученных материалов.

Цель работы – анализ влияния пониженной температуры на водонепроницаемость, прочность и паропроницаемость мембранных материалов для одежды при моделировании эксплуатации.

Исследование посвящено водонепроницаемым композиционным текстильным материалам с мембраной или, для краткости, мембранным материалам (ММ). В состав исследуемых ММ входят текстильные слои и расположенная между ними полимерная мембрана, способная пропускать пары влаги, но препятствовать проникновению воды и потока воздуха. Область применения изучаемых материалов – производство бытовой и спортивной водо- ветрозащитной «дышащей» одежды. Пример одежды из ММ, разработанной и изготовленной в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» (УО «ВГТУ») из исследуемых материалов, представлен на рисунке 1. Изделия предназначены для занятий зимними видами спорта на открытом воздухе при температуре воздуха до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 1 – Комбинезон и куртка из материалов типа «softshell»

Водонепроницаемые композиционные текстильные материалы с мембраной различаются по составу и структуре текстильных и полимерных слоев, по способу скрепления слоев между собой. В данной работе изучены свойства трехслойных ММ средней ценовой категории, встречающиеся на рынке под общим названием softshell. Они содержат в структуре полиэфирные трикотажные полотна различных переплетений, полиуретановую мембрану и тканые полиэфирные слои преимущественно полотняного переплетения, склеенные между собой связующим. Мембраны в исследуемых образцах двух видов – однокомпонентные гидрофобные микропористые и комбинированные, содержащие соединенные между собой микропористый толстый гидрофобный слой и непористый

монолитный гидрофильный тонкий слой. Зачастую ММ типа softshell с изнаночной стороны содержат ворсовое полотно. Такая концепция композиционного материала позволяет в одном слое одежды реализовать кроме водонепроницаемости и ветрозащиты еще и теплозащитные свойства.

Характеристика исследуемых образцов представлена в таблице 1. Для удобства восприятия в таблице введены следующие обозначения: тканый текстильный слой – «Тк»; трикотажный текстильный слой – «ТР», ворсовый – «ТРв»; микропористая мембрана – «м»; комбинированная мембрана – «к». Слои материалов пронумерованы, начиная с лицевого. Толщину слоев определяли толщиномером индикаторным ТР-10-60 с пределом допускаемой погрешности 0,01 мм на участке вблизи кромки материала, где слои композита не склеены.

Таблица 1 – Характеристика образцов

Номер образца	Обозначение сочетания слоев	Общая толщина, мм	Толщина, мм			Поверхностная плотность, г/м ²
			1-го слоя	2-го слоя	3-го слоя	
1	ТР/м/ТР	0,62	0,24	0,02	0,38	274
2	Тк/м/ТРв	0,68	0,22	0,06	0,48	239
3	Тк/м/ТРв	1,05	0,32	0,08	0,65	338
4	Тк/м/ТРв	1,10	0,35	0,05	0,71	336
5	Тк/м/ТРв	1,08	0,34	0,06	0,78	349
6	ТР/к/ТР	0,60	0,32	0,07	0,22	239
7	ТР/к/ТР	0,61	0,41	0,09	0,21	235
8	ТР/м/ТРв	1,02	0,30	0,03	0,72	312
9	Тк/м/ТРв	0,68	0,21	0,05	0,45	265

Суть эксперимента заключается в определении показателей свойств ММ (паропроницаемости, разрывной нагрузки, водонепроницаемости), моделировании циклического изгиба при создании определенных климатических условий в течение определенного времени, повторном определении и оценке изменения уровня свойств ММ после снятия нагрузки. Методика выполнения исследований подробно изложена в источнике [1].

Свойства материалов были исследованы в лаборатории кафедры «Техническое регулирование и товароведение» УО «ВГТУ» по стандартным методикам. Кондиционирование материалов перед испытаниями проводили по СТБ ISO 139-2008 «Материалы текстильные. Стандартные атмосферные условия для кондиционирования и испытаний». Паропроницаемость определяли в изотермических условиях согласно ГОСТ 22900-78 «Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения паропроницаемости и влагопоглощения» по ускоренному методу; водонепроницаемость – по ГОСТ 413-91 (ИСО 1420-87) «Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение водонепроницаемости» по методу Б1; разрывную нагрузку – по ГОСТ 30303-95 «Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве».

В качестве основных средств для проведения исследований поверхностной плотности и относительной паропроницаемости использовали лабораторные электронные весы РА 214 С («ОНАУС Corporation», США). Установленные стандартом климатические условия моделировали в климатической камере УТН-408-40-1Р («Tuantaо», Китай). Показатель относительной паропроницаемости рассчитывали как процент убыли влаги из стаканчика, закрытого образцом, от убыли влаги из открытого стаканчика с водой.

Для исследования водонепроницаемости использовали портативный прибор с измерительной ячейкой малого диаметра, разработанный на кафедре «Техническое регулирование и товароведение» УО «ВГТУ» (пат. 10690 Республика Беларусь, МПК G 01N 15/08). Испытания проводили при скорости повышения давления воды (0,1 ± 0,02) МПа/мин, подавая воду на лицевую сторону материала.

Разрывную нагрузку определяли на разрывной машине Electronic Universal Testing Machine TIME WDW-20E (Китай). Зажимная длина образцов составила 40 мм (ввиду малого размера образца, используемого для моделирования эксплуатационных нагрузок), скорость опускания нижнего зажима – 100 мм/мин. Усилия прилагали в направлении петельного столбика или нити основы лицевой стороны материала.

Моделирование эксплуатационных нагрузок в условиях пониженных температур проводили на установке для испытания эластичных полимерных материалов (пат. 12574 Республика Беларусь, МПК G 01N 3/20), разработанной коллективом авторов кафедры «Техническое регулирование и товароведение» УО «ВГТУ» и собранной внутри климатической камеры УТН-408-40-1Р.

Испытывали по девять элементарных проб каждого образца для того, чтобы в дальнейшем провести исследования паропроницаемости (на трех элементарных пробах), разрывной нагрузки (на трех элементарных пробах) и водонепроницаемости (на трех элементарных пробах) после одновременного воздействия на образцы пониженной температуры воздуха и многоциклового изгиба.

Для моделирования эксплуатации образцы размером 50 × 90 мм располагали в зажимах рабочего блока установки, как показано на рисунке 2, после этого включали установку и проверяли правильность закрепления образцов. При правильной заправке материал образца формирует бегущую складку, концы зажимов не упираются в материал, а направляют складку, не натягивая и не деформируя образец.

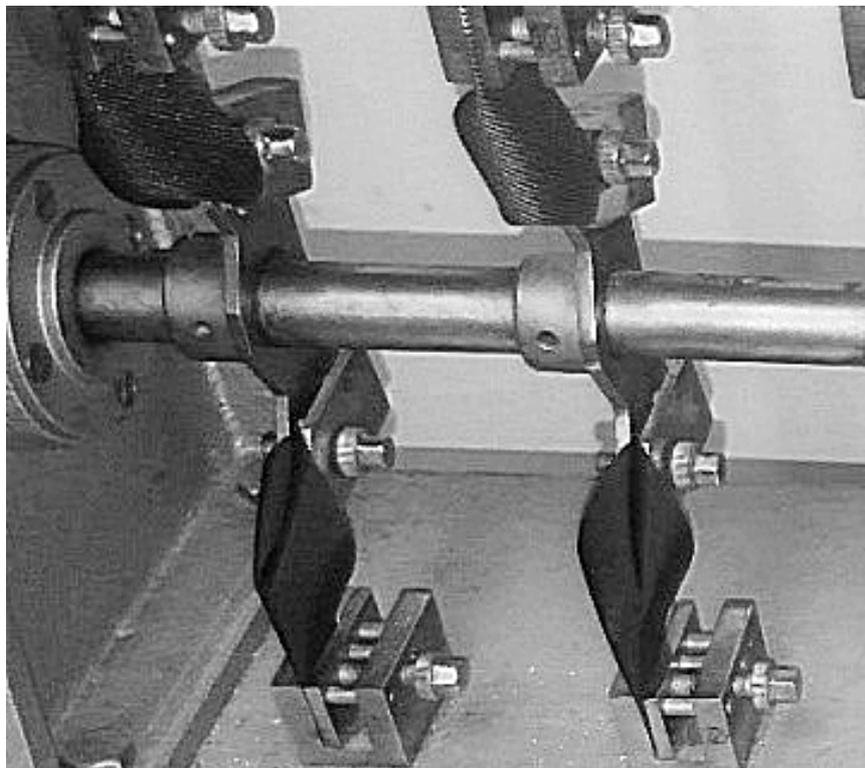


Рисунок 2 – Фото образцов в зажимах рабочего блока установки

При моделировании эксплуатации в климатической камере задавали температуру $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (наиболее «экстремальную» для ношения изделий из материалов типа softshell) и влажность воздуха 80% (среднегодовая влажность воздуха в Беларуси составляет 80% [2; 3]). По достижении заданных параметров включали установку. Испытание заканчивали по истечении времени, обеспечивающего 20 000 циклов изгиба образцов. Количество циклов воздействия приняли по аналогии с испытаниями искусственных кож на хладоизгибостойкость [4] и прочность на изгиб [5]. Скорость воздействия устанавливали (120 ± 5) циклов в минуту.

Результаты исследования свойств материалов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний образцов до и после моделирования эксплуатации

Номер образца	Относительная паропроницаемость, %		Водонепроницаемость, МПа		Разрывная нагрузка, кН	
	до	после	до	после	до	после
1	29,4	29,7	0,2	0,14	0,45	0,44
2	17,1	17,0	0,16	0	0,31	0,32
3	16,6	17,5	0,2	0	0,38	0,4
4	16,7	16,3	0,2	0	0,32	0,33
5	17,6	19,9	0,4	0	0,33	0,36
6	34,8	29,4	0,38	0,18	0,47	0,46
7	27,8	23,3	0,5	0,3	0,41	0,40
8	37,1	31,6	0,2	0,16	0,19	0,18
9	18,2	18,8	0,18	0	0,57	0,59

Как видно по данным в таблице 2, показатели относительной паропроницаемости и разрывной нагрузки до и после воздействий для всех исследуемых материалов изменяются незначительно. Характер этого изменения бессистемный, скорее всего имеет место колебание средней величины в пределах ошибки опыта.

Показатель водонепроницаемости реагирует на моделируемые воздействия более чутко. Пять образцов из девяти утратили водонепроницаемость и стали пропускать воду под давлением. Анализ данных таблицы 1 позволяет установить, что все эти образцы (2–5 и 9) имеют ворсовую изнаночную сторону, поэтому слои композита неоднородны по толщине: лицевой слой тонкий, а изнаночный слой практически в два раза толще. Отличительной особенностью этих образцов является то, что лицевой слой у них тканый, а изнаночный – трикотажный. Вероятно, такой дисбаланс структуры вызывает разрушение тонкого мембранного слоя при моделируемых воздействиях, когда имеет место знакопеременный многоциклового изгиб, а пониженная температура воздуха способствует увеличению жесткости полимера мембраны и нитей текстильных слоев.

Интересно, что среди образцов, водонепроницаемость которых после моделирования эксплуатации снизилась, но не исчезла, есть один образец (8), также имеющий ворсовый изнаночный слой. В отличие от остальных ворсовых образцов у него значительно тоньше мембранный полимерный микропористый слой (0,03 мм против 0,05–0,08 мм), и оба текстильных слоя трикотажные. Образцы 6 и 7, содержащие комбинированный мембранный слой, выдержали испытание со снижением уровня водонепроницаемости почти на 50% от первоначального. Лучше других сохранили уровень водонепроницаемости образцы 1 и 8, содержащие в структуре микропористую однокомпонентную мембрану малой толщины и трикотажные текстильные слои.

Анализ результатов исследования показал, что пониженная температура по-разному влияет на водонепроницаемость, прочность и паропроницаемость мембранных материалов типа softshell при моделировании эксплуатации. Прочность и паропроницаемость исследуемых материалов в диапазоне исследования 20 000 циклов воздействий при температуре –10 °С влажности воздуха 80% практически стабильны, а водонепроницаемость значительно снижается, в некоторых случаях до нуля.

Список использованной литературы

1. **Панкевич, Д. К.** Методика исследования водонепроницаемости мембранных материалов при моделировании условий эксплуатации / Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин, Е. И. Ивашко // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов : материалы 7-й междунар. науч.-техн. конф. и выставки. – Могилев, 2020. – С. 139–145.
2. **Среднегодовые** температуры Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://yandex.by/>. – Дата доступа : 01.05.2021.
3. **Отчет** о температурных перепадах и влажности Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа : <https://pogoda.by/>. – Дата доступа : 01.05.2021.
4. **Кожа** искусственная. Метод определения морозостойкости в динамических условиях : ГОСТ 20876-75. – Введ. 01.01.77. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 6 с.
5. **Кожа.** Определение прочности на изгиб : ГОСТ ISO 5402-1-2014 = ISO 5402-1:2011. – Введ. 01.01.16. – М. : Стандартиформ, 2015. – Ч. 1: Метод с применением флексометра. – 8 с.