

## Список использованной литературы

1. Михайлова, Л. В. Экспертные исследования потребительских свойств обуви кожаной / Л. В. Михайлова, Т. Ю. Петрова // Управление ассортиментом, качеством и конкурентоспособностью в глобальной экономике : сб. ст. Междунар. заоч. науч.-практ. конф., 1 июня 2015 г. – Чебоксары : ЧКИ РУК, 2015. – С. 75–78.
2. Михайлова, Л. В. Значение оценки конкурентоспособности кожаной обуви в консалтинговой деятельности / Л. В. Михайлова // Безопасность и качество товаров : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. / под ред. С. А. Богатырева. – Саратов : Буква, 2015. – С. 71–73.
3. Михайлова, Л. В. Анализ дефектов обуви кожаной, выявленных в результате товароведной экспертизы / Л. В. Михайлова, А. А. Чебослаева, Ю. Ю. Аристархова // Теоретические и прикладные аспекты химической науки, товарной экспертизы и образования : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 25–26 апр. 2013 г. – Чебоксары : ПЕГАС, 2013. – С. 259.

УДК 677.017.885

**Д. К. Панкевич** (dashapan@mail.ru),  
аспирант

*Витебский государственный  
технологический университет  
г. Витебск, Республика Беларусь*

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОЙ И ПРИБОРНОЙ БАЗЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ

Композиционные слоистые материалы используются для производства водозащитной одежды и характеризуются редким сочетанием защитных и гигиенических свойств. Оценка эксплуатационных свойств таких материалов невозможна при использовании существующей методической, нормативной и приборной базы. В статье представлена методика оценки эксплуатационных свойств водонепроницаемых композиционных слоистых материалов, основанная на изучении изменчивости их структуры и свойств в эксплуатации. Представлена нормативная и усовершенствованная приборная база для реализации методики.

Composite laminated materials are used to manufacture waterproof clothing and are characterized by a rare combination of protective and hygienic properties. Evaluation of the operating properties of such materials is not possible when using existing methodological, normative and instrument base. The article presents the method of estimation of operational properties of waterproof composite laminates based on studying the variability of their structure and properties in operation. Provided the normative instrument and an improved framework for the implementation of the methodology.

*Ключевые слова:* композиционные материалы; водонепроницаемость; одежда; эксплуатационные свойства; методика; прибор; экспериментальная носка.

*Keywords:* composite materials; waterproof; clothing; operating properties; technique; device; an experimental wear.

Композиционные слоистые материалы (КСМ), содержащие в своей структуре мембранный слой, обладают высоким уровнем водозащитных свойств. Способность таких материалов обеспечивать нормальное тепловое состояние организма человека в неблагоприятных погодных условиях за счет водонепроницаемости и паропроницаемости мембранного слоя определяет возрастающий спрос на одежду из них. Основные особенности КСМ обусловлены составом, химической природой и строением слоев, способом получения слоистой структуры. Наиболее популярны и широко представлены на рынке КСМ с полиэфирными текстильными слоями и полиэфируретановой мембраной, которая, в зависимости от наличия модифицирующих добавок, может проявлять гидрофильность или гидрофобность. По морфологии мембранного слоя принято разделять губчатые или корпускулярные пористые структуры и монолитные беспоровые. На рисунке 1 представлены микрофотографии срезов КСМ различных структур с делением на классификационные типы. Разделение КСМ на типы 2L, 2,5L и 3L принято в англоязычной литературе и характеризует количество слоев композита (layer).

В результате обобщения опыта работы отечественных текстильных и швейных предприятий выявлено, что водозащитные КСМ относят к плащевым и курточным из синтетических нитей с пленочным покрытием. Стандартные показатели качества плащевых материалов не соответствуют свойствам КСМ по номенклатуре и нормативным значениям. Согласно современным исследованиям в области оценки качества водозащитных КСМ определяющими показате-

лями подавляющее большинство авторов называют паропроницаемость и водонепроницаемость. Однако для плащевых материалов паропроницаемость не входит в перечень контролируемых показателей качества, а норма для водонепроницаемости (700 мм в. ст.) на порядок ниже среднего значения водонепроницаемости КСМ (10 000 мм в. ст.) [1].

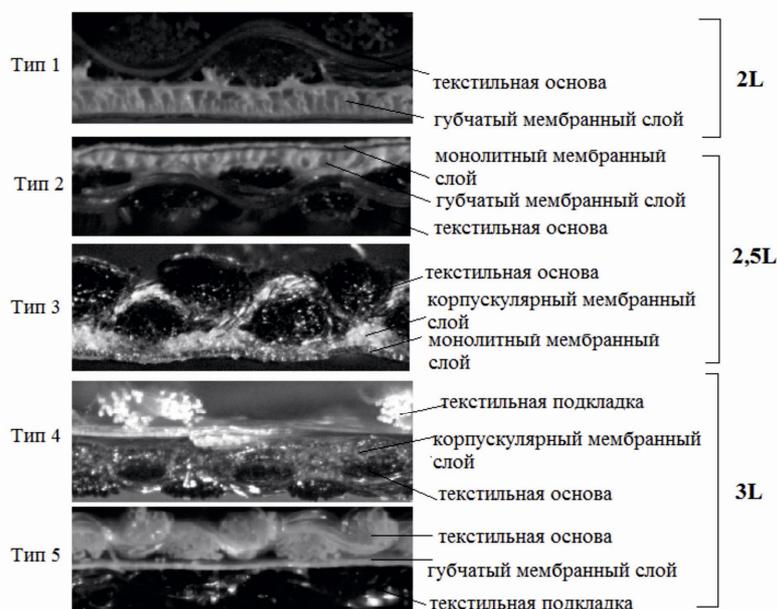


Рисунок 1 – Микрофотографии срезов КСМ различных структур

Сравнительный анализ эксплуатационных свойств КСМ и нормативных значений показателей свойств плащевых материалов по ГОСТ 28486 «Ткани плащевые и курточные из синтетических нитей. Общие технические условия» показал, что КСМ обладают более высокими значениями разрывной нагрузки (в 2 раза превышающей нормативный показатель для плащевых материалов), раздирающей нагрузки (превышающей в 3 раза) и водонепроницаемости (превышающей в 10 и более раз). Таким образом, оценивать качество водозащитных КСМ, пользуясь имеющейся нормативной базой для плащевых и курточных тканей, нецелесообразно.

Несостоятельность нормативной базы в вопросе оценки эксплуатационных свойств КСМ усугубляется недостатками приборной базы определения водонепроницаемости. К недостаткам существующих приборов для определения водонепроницаемости относятся следующие:

- значительная масса (минимальная – 5,9 кг) и габариты;
- визуальная регистрация проникновения воды через образец;
- разрушение материала в процессе испытания за счет выпучивания образца в отверстиях кольцевых зажимов, возможность проскальзывания и повреждения материала в зажимном устройстве при высоком давлении;
- небольшой диапазон давления (до 10 000 мм в. ст.).

С целью совершенствования приборной базы оценки водонепроницаемости сотрудниками кафедры «Стандартизация» Витебского государственного технологического университета разработан портативный прибор весом 1,2 кг. Прибор позволяет автоматически регистрировать проникновение воды через материал, осуществлять неразрушающий контроль водонепроницаемости материалов без вырезания и выпучивания образца, проводить испытания в диапазоне давлений до 40 000 мм в. ст. Испытания разработанным прибором могут проводиться вне условий лаборатории не только на куске материала, но и на участке готового изделия, что позволяет использовать прибор для исследования показателя водонепроницаемости материала в динамике эксплуатации [2].

Анализ условий эксплуатации водозащитных КСМ для одежды позволил выявить механический и физико-химический виды износа, которым они подвергаются. Для выявления наиболее значимого фактора износа было предпринято исследование влияния механического и физико-химического износа на уровень водонепроницаемости и структуру КСМ. Изменения в структуре КСМ фиксировались методом микроскопического макроструктурного анализа по изменению толщины, пористости, целостности слоев.

Исследование изменчивости уровня водонепроницаемости КСМ под действием механических факторов проводилось с применением разработанного сотрудниками кафедры «Стандартизация» Витебского государственного технологического университета прибора для моделирования эксплуатационных нагрузок. Разработанный прибор и методика испытания обеспечивают оценку эксплуатационных свойств материалов в динамике многоцикловых механических нагрузений (изгиба, растяжения, сжатия, кручения) [3].

Установлено, что водонепроницаемость КСМ изменяется после многоцикловых нагрузений. Показано, что зависимость водонепроницаемости КСМ от количества циклов нагружения неодинакова для материалов, выработанных различными способами и характеризующихся различной структурой.

Установлено, что после 150 000 циклов нагружений исходная водонепроницаемость снижается следующим образом:

- у двухслойных КСМ типа 1 в среднем на 30% по полиномиальному закону снижение водонепроницаемости начинается не сразу, а с опозданием, но постепенно интенсивность этого процесса нарастает с ростом числа циклов нагружений;

- у 2,5-слойных КСМ типа 2 и 3 в среднем на 45% по полиномиальному закону снижение водонепроницаемости происходит в начале воздействия быстро, а с ростом числа циклов интенсивность этого процесса уменьшается;

- у трехслойных КСМ типа 4 и 5 в среднем на 60% по экспоненциальному закону водонепроницаемость быстро достигает низких значений и стабилизируется к концу испытания.

Проведенный микроскопический анализ структуры КСМ после многоцикловых воздействий позволил сделать следующие выводы:

- более высокую устойчивость водонепроницаемости к многоцикловым нагрузениям в диапазоне исследования от 0 до 150 000 циклов проявляют КСМ с губчатым мембранным гидрофобным слоем толщиной более 35 мкм; увеличение толщины мембранного слоя приводит к меньшему снижению уровня водонепроницаемости после многоцикловых механических нагрузок;

- КСМ, содержащие корпускулярный гидрофобный мембранный слой, проявляют невысокую устойчивость структуры к многоцикловому изгибу, кручению и растяжению, быстро теряя уровень водонепроницаемости за счет отрыва и смещения корпускул внутри слоев композита;

- трехслойные КСМ, содержащие губчатый мембранный слой толщиной менее 16 мкм, соединенный с текстильными слоями точечно нанесенным связующим, при многоцикловом нагружении теряют способность выдерживать высокое гидростатическое давление за счет разрушения мембраны вблизи этих точечных образований;

- водонепроницаемость КСМ, содержащих монолитный гидрофильный мембранный слой, более стабильна при многоцикловых нагрузениях в случае его комбинации с губчатым гидрофобным слоем, нежели с корпускулярным.

В процессе эксплуатации одежда подвергается стиркам. Влияние стирок на водонепроницаемость КСМ исследовалось по ГОСТ ИСО 6330-2011 «Материалы текстильные. Методы домашней стирки и сушки для испытаний» (режим стирки – 8А, режим сушки – В). В результате исследования воздействия стирок на водонепроницаемость КСМ выявлено, что для двухслойных КСМ типа 1 влияние физико-химических факторов износа (стирка) на водонепроницаемость более весомо, чем механических (многоцикловые нагрузки). Водонепроницаемость материалов типа 1 после 20 стирок снижается в среднем на 75%.

Для 2,5-слойных КСМ типов 2 и 3 механические воздействия приводят к более ощутимому снижению водонепроницаемости. Снижение водонепроницаемости после 20 стирок для материалов типа 2 и 3 составляет в среднем 25%.

КСМ, состоящие из трех слоев, реагируют в среднем одинаково на различные виды эксплуатационных воздействий, теряя в среднем 65% первоначальной водонепроницаемости после 20 стирок.

Проведенные исследования влияния структуры на стабильность уровня водонепроницаемости КСМ в процессе эксплуатации обусловили методологический подход к оценке эксплуатационных свойств КСМ различных структур (в зависимости от структуры КСМ и преобладающего в процессе эксплуатации воздействия тот или иной показатель будет приоритетным).

Разработанная методика определения набора и весомости показателей эксплуатационных свойств КСМ на основе анализа условий эксплуатации одежды из указанных материалов изложена в источнике [4]. Для реализации методики установлены показатели свойств КСМ, отражающие способность материалов обеспечивать защиту от воды и физиологический комфорт под действием факторов среды и назначения. Результат представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Эксплуатационные факторы и соответствующие им показатели свойств КСМ

Фактор	Свойство материала	Показатель свойства
Смачивание	Способность материала скатывать капли воды, попавшие на его поверхность в процессе дождевания	Водоотталкивание
Гидростатическое давление	Способность материала не пропускать воду при определенном давлении	Водонепроницаемость
Гидростатический удар		
Многократный изгиб, кручение	Способность материала противостоять действию факторов изнашивания, сохраняя свои начальные эксплуатационные показатели в заданных пределах	Разрывная нагрузка, износостойкость (снижение исходных водонепроницаемости, разрывной нагрузки и водоотталкивания после многоцикловых нагрузок)
Растяжение		
Сжатие		
Трение		
Температура и влажность пододежного пространства	Способность материала пропускать водяные пары из среды с повышенной влажностью воздуха в среду с меньшей влажностью	Паропроницаемость
Растворы синтетических моющих средств	Способность материалов сохранять свойства после стирки	Снижение исходных водонепроницаемости, паропроницаемости, разрывной нагрузки и водоотталкивания после заданного количества стирок

Одной из решаемых задач был подбор таких методов и средств, которые были бы доступны для применения в Республике Беларусь и соответствовали требованиям межгосударственных стандартов, а также обеспечивали бы преемственность испытаний за счет сопоставимых размеров образцов. В таблице 2 представлена информация о нормативной и приборной базе разработанной методики оценки эксплуатационных свойств КСМ.

Материалы перед испытанием выдерживают в развернутом виде не менее 24 ч в климатических условиях по СТБ ИСО 139-2008 «Материалы текстильные. Стандартные атмосферные условия для кондиционирования и испытаний».

Таблица 2 – Методы и средства оценки эксплуатационных свойств КСМ

Показатель свойства	Метод и средство
Водоотталкивание	ГОСТ 30292-96 (ИСО 4920-81) «Полотна текстильные. Метод испытания дождеванием», прибор ES-3 (Венгрия)
Водонепроницаемость	ГОСТ 413-91 (ИСО 1420-87) «Ткани с резиновым и пластмассовым покрытием. Определение водонепроницаемости», разработанный прибор для определения водонепроницаемости (патент 10690 Республики Беларусь)
Паропроницаемость	ГОСТ 22900-78 «Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения паропроницаемости и влагопоглощения», климатическая камера, нагревательный прибор со стаканчиками, весы лабораторные
Разрывная нагрузка	ГОСТ 30303-95 «Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве», разрывная машина РТ-250-М2
Снижение уровня водонепроницаемости, разрывной нагрузки и водоотталкивания после многоцикловых нагрузок	Разработанная методика моделирования многоциклового изгиба, растяжения и кручения, разработанный прибор для моделирования эксплуатационных воздействий (патент 10745 Республики Беларусь)
Снижение уровня водонепроницаемости разрывной нагрузки и водоотталкивания после стирок	ГОСТ ИСО 6330-2011 «Материалы текстильные. Методы домашней стирки и сушки для испытаний» (режим стирки – 8А, режим сушки – В), стиральная машина барабанного типа

Методика оценки эксплуатационных свойств КСМ была апробирована при разработке модели спортивной экипировки байдарочника и каноиста на этапе конфекционирования материалов. Внешний вид экипировки представлен на рисунке 2.

Экспериментальную носку партии изделий проводили по договору с Витебской областной ДЮСШ профсоюзов по гребле на байдарках и каноэ «Альбатрос». В проведении носки принимала участие группа из 10 спортсменов в возрасте 15–17 лет. Экипировка использовалась в течение полутора лет тренировок на открытой воде. График тренировок байдарочников пре-

дусматривает занятия греблей 4 раза в неделю по 2 ч при любой погоде в период, когда водоем не покрыт льдом.



Рисунок 2 – Спортсмен-байдарочник в экипировке из КСМ

Анализ результатов лабораторных испытаний и экспериментальной носки показал, что уровень водонепроницаемости КСМ снижается в процессе эксплуатации с такой же скоростью и по такому же закону, как и в процессе лабораторного моделирования эксплуатационных воздействий с учетом влияния периодических стирок.

Разработанная методика оценки эксплуатационных свойств КСМ послужила теоретической базой для обоснования выбора водозащитных КСМ при проектировании моделей спортивной одежды на ЗАО ОПТФ «Світанак» (г. Орша). Материал, выбранный для изготовления моделей экипировки, отличается повышенным уровнем эксплуатационных свойств в соответствии с рассчитанным по разработанной методике комплексным показателем. Изготовленная экипировка получила положительные отзывы и используется в тренировочном процессе Витебской областной ДЮСШ профсоюзов по гребле на байдарках и каноэ «Альбатрос».

Внедрены в производство швейных предприятий Республики Беларусь модели, конструкторско-технологическая документация и рекомендации по конфекционированию водонепроницаемых материалов и режимам их обработки. От внедрения может быть получен экономический эффект. Это позволит удовлетворить растущий спрос на спортивную водозащитную одежду за счет качественных и надежных в эксплуатации изделий отечественного производства. Экономический и социальный эффекты от применения разработанной методики обусловлен прибылью от выпуска высококачественной продукции с заданными эксплуатационными свойствами и развитием идей политики импортозамещения.

#### Список использованной литературы:

1. **Horrocks, A. R.** Anand Handbook of technical textiles / A. R. Horrocks. – USA : CRC Press LLC, 2000. – 574 p.
2. **Прибор** для определения водонепроницаемости материалов методом гидростатического давления : пат. 10690 Респ. Беларусь, МПК G 01N 15/08 / Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин, Р. С. Петрова, В. Д. Борозна. – № u 20150006 ; заявл. 05.01.15 ; опубл. 30.06.15 // Афіцыйны бюл. – 2015. – № 3. – С. 156.
3. **Прибор** для испытания материалов для одежды и обуви : пат. 10745 Респ. Беларусь, МПК G 01N 3/20 / Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин, Р. С. Петрова, В. Д. Борозна, Ю. М. Кукушкина, Е. В. Бондарева, О. А. Петрова-Буркина. – № u 20140288 ; заявл. 01.08.14 ; опубл. 30.08.15 // Афіцыйны бюл. – 2015. – № 4. – С. 143.
4. **Панкевич, Д. К.** Методика оценки качества водонепроницаемых композиционных слоистых материалов для одежды / Д. К. Панкевич // Вестн. Витеб. гос. технолог. ун-та . – 2016. – № 1 (30). – С. 40–48.