

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ И ОБУВИ

*Панкевич Д.К., к.т.н., доц., Аленицкая В.А., студ.*

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

Реферат. В статье показана недостаточность методической базы исследования водозащитных свойств материалов, имеющих высокий уровень водонепроницаемости. Предложена новая методика определения характера промокания материалов, основанная на методе электродинамической аналогии. Новая методика позволяет определить различные стадии намочания материалов, что дает исчерпывающую информацию о способности материалов противостоять воздействию на них воды в условиях, приближенных к эксплуатационным. Изложены результаты исследования водозащитных свойств мембранных материалов для одежды, выявлено, что намочание материалов начинается при воздействии на них малых значений гидростатического давления, а через некоторое время носчик уже ощущает дискомфорт.

Ключевые слова: мембранные материалы, водонепроницаемость, промокание, методика.

Высокий уровень водозащитных свойств материалов для одежды принято характеризовать показателем водонепроницаемости. Водонепроницаемость согласно ГОСТ 413-91 «Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение водонепроницаемости» – это свойство материала не пропускать через себя воду под давлением. Данный показатель измеряется в миллиметрах водяного столба или в Паскалях.

Мембранные материалы являются обладателями наивысших значений показателя водонепроницаемости среди материалов легкой промышленности, в среднем от 10 000 Па (около 1 020 мм. вод. ст.) до 180 000 Па (около 18 355 мм. вод. ст.) и это далеко не предел. Экспериментальные исследования, опубликованные в 2018 году Джоном Вильямсом, показали, что для защиты от разного вида и интенсивности осадков необходима водонепроницаемость материалов для изготовления одежды третьего слоя от 300 мм вод. ст., до 20 000 мм вод. ст. [1].

Отечественные и зарубежные методики определения водонепроницаемости основаны на применении приборов, позволяющих подавать на лицевую сторону исследуемого материала гидростатическое давление. Исследователь наблюдает изнаночную сторону образца через открытую испытательную ячейку, ожидая появления капель воды. В зависимости от методики испытания при наблюдении первой или третьей капли испытание прекращают и регистрируют значение максимального гидростатического давления, выдерживаемого материалом без промокания. Однако уровень водонепроницаемости мембранных материалов настолько высок, что они раньше рвутся, чем промокают. Зажимное устройство подобных приборов не обеспечивает горизонтального положения материала при испытании, материал при повышении давления выпучивается, его структура нарушается, образуются микротрещины и разрывы водозащитного слоя.

Эти недостатки устранены с помощью нового прибора, разработанного кафедрой техническое регулирование и товароведение [2]. Прибор позволяет проводить испытания на образцах малого размера без прогиба и проскальзывания образца за счет закрытой испытательной ячейки и автоматической регистрации проникания воды через образец сигнализатором.

При подключении в электрическую цепь прибора амперметра, можно проводить исследование интенсивности промокания материала, регистрируя силу тока, проходящего через увлажняющийся при определенном гидростатическом давлении материал. Такое использование прибора позволяет устанавливать время промокания материала при воздействии на него заданного гидростатического давления. Ведь фронт воды, двигаясь под давлением сквозь структуру материала, может достигать изнаночной стороны материала не сразу, может распространяться не только по порам, но и капиллярно по волокнам материала при значительно более низких величинах гидростатического давления. В этом случае изнаночная сторона материала увлажняется, охлаждая и увлажняя весь пакет материалов под ним, и носчик ощущает дискомфорт. Вот почему для проектирования водозащитной одежды и обуви важно понимать, когда именно начинается промокание мембранного материала и как этот процесс протекает во времени.

Для определения характеристик процесса промокания материалов для одежды и обуви с помощью нового прибора разработана методика. Необходимо заранее загерметизировать образцы с помощью специального герметика. Загерметизированные участки представляют собой ограниченные кольцом герметика шириной 1 см круглые площадки точечной пробы диаметром 3,15 см, совпадающие по площади с датчиком воды прибора. Датчик воды – металлизированная пластина крышки прибора – срабатывает при малейшем изменении влажности изнаночной стороны образца. До полного высыхания герметика должно пройти не менее 24 часов. Элементарные пробы нумеруют с изнаночной стороны материала ручкой.

Перед началом испытания прибор необходимо подключить к сети 220 V либо проверить напряжение батареек, оно должно составлять не менее 1 V. В рабочую область измерительной ячейки прибора заливают воду, материал располагают лицевой стороной к воде и зажимают крышкой с помощью ручки. Вращением ручки регулировки давления повышают гидростатическое давление в измерительной ячейке, отслеживая по манометру скорость нарастания давления.

Гидростатическое давление повышается по особым правилам. Эксперимент начинают с давления 0,04 МПа, далее повышают на 0,02 МПа каждую минуту. Повышение давления прекращается, если регистрируется слабый световой сигнал или же до давления 0,2 МПа, что соответствует градации «сильный шторм» согласно источнику [1].

Гидростатическое давление воды воздействует на материал, а датчик воды оповещает о моменте появления воды на обратной стороне материала, сопровождая его звуковым и световым сигналом индикатора, встроенного в стойку прибора. Эксперимент заканчивают, когда сигнализатор издает громкий звук. Если за час звуковой сигнал не прозвучал, эксперимент заканчивают, и считается, что образец не проницаем для воды при данном уровне гидростатического давления.

В протокол испытаний установленной формы записывается значение гидростатического давления, при котором возникли первые признаки промокания материала, и время регистрации четырех видов сигналов – тусклый свет, яркий свет, тихий звук и громкий звук. При загорании светового индикатора в испытуемых образцах начинается процесс промокания, а при громком звуке на изнаночной поверхности образца после извлечения его из прибора наблюдаются мелкие капли.

В результате многочисленных экспериментов были установлены следующие стадии намокания материала:

1) начало насыщения материала влагой – соответствует возникновению в сети тока силой 0,1 мА. На ощупь с изнаночной стороны материала не определяется. На приборе слабый световой сигнал;

2) полное насыщение материала влагой – соответствует возникновению в сети тока силой 0,15 мА. На ощупь определяется как едва заметное охлаждение изнаночной стороны материала. На приборе яркий световой сигнал;

3) начало сквозного промокания – соответствует возникновению в сети тока силой 0,2 мА. На ощупь определяется как заметное охлаждение изнаночной стороны материала. Прибор издает слабый писк;

4) сквозное промокание – соответствует возникновению в сети тока силой 0,25 мА. На ощупь определяется как влажность, визуализируется появление капель воды. Соответствует появлению 1-й капли при традиционном испытании. Прибор издает резкий и громкий звук.

Апробацию методики проводили на двух точечных пробах мембранных материалов различных структур. Выполняли испытание 10 герметизированных по контуру элементарных проб каждого образца. Характеристика объектов исследования представлена в таблице 1. Результаты испытания представлены на графиках, построенных по средним значениям времени достижения каждой из выявленных стадий промокания, на рисунке 1.

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Номер образца	Характеристика структуры материала	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Водонепроницаемость по ГОСТ 413-91, МПа
1	Верхний лицевой слой – ткань комбинированного (сочетание полотняного переплетения и уточного репса) переплетения, нижний – полимерная микропористая гидрофильная пленка	180	0,16
2	Верхний лицевой слой – ткань полотняного переплетения, нижний – полимерная микропористая гидрофобная пленка	133	0,12

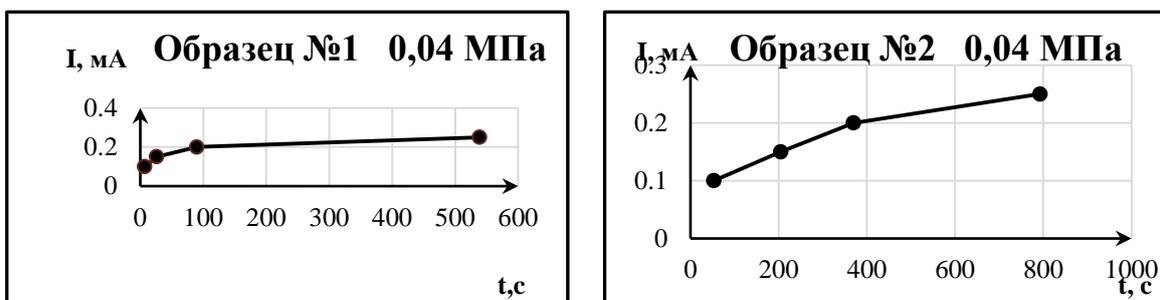


Рисунок 1 – Зависимость силы тока от времени воздействия гидростатического давления

Анализ графиков показывает, что исследуемые материалы начинают промокать при воздействии гидростатического давления 0,04 МПа (что составляет около 400 мм. вод. столба и соответствует градации «морозящий дождь» [1]). Из таблицы 1 находим, что значение водонепроницаемости, определяемое по ГОСТ 413-91, у этих образцов в три – четыре раза выше.

На графиках видно, что процесс промокания не является равномерным. Причем, у материалов различной структуры время стадий намокания сильно различается. Так, у материала с гидрофильной мембраной (образец №1) самым долгим оказался этап сквозного промокания, причем все это время насыщение материала водой уже будет ощутимо для носчика.

У образца с гидрофобной мембраной (образец №2) другой характер намокания: примерно половину времени промокание будет мало ощутимым для носчика, однако через 800 секунд этот материал промокает насквозь при давлении, значительно меньшем, чем зарегистрировано по стандартной методике. Дело в том, что стандартом не регламентируется скорость повышения давления, а требуется только, чтобы она была постоянной.

Таким образом, данный прибор и методика позволяют более точно по сравнению с визуальной регистрацией идентифицировать различные стадии проникания воды сквозь материал. Это позволяет получить исчерпывающую информацию о способности материалов противостоять воздействию на них воды в условиях, приближенных к эксплуатационным.

#### Список использованных источников

1. Williams, J. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing. Elsevier : Woodhead Publishing Ltd, 2018. – 590 p.
2. Патент № 12855 Республика Беларусь, МПК G01N3/20. Прибор для определения водозащитных свойств материалов методом гидростатического давления: № и 20210283; заявл. 15.10.2021; опублик. 30.04.2022 / А. Н. Буркин, Д. К. Панкевич, Е. И. Ивашко, А. А. Терентьев. – 2 с. : ил.

УДК 67.017

## ОЦЕНКА ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУР

**Панкевич Д.К., к.т.н., доц., Мойсейчик А.Ю., студ.**

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

*Реферат. В статье изложены результаты исследования и оценки теплозащитных свойств мембранных материалов двухслойной и трехслойной структур при пониженной температуре наружного воздуха. Исследование структуры выполнено методом микроскопии, определение суммарного теплового сопротивления – методом нестационарного теплового режима. Показано, что среди изученных объектов исследования мембранные материалы трехслойной структуры, имеющие с изнаночной стороны подворсовку или содержащие полотна с комбинированным переплетением,*