

УДК 687:339.137

**ИЗМЕНЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ ОДЕЖДЫ  
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ДИНАМИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ\***

**THE CHANGE OF CLOTHS WATERPROOFNESS  
UNDER THE INFLUENCE OF DYNAMIC DEFORMATIONS**

*О.В. МЕТЕЛЕВА, В.В. ТАШЕВ, Е.Н. НИКИФОРОВА*  
*O.V. METELEVA, V.V. TASHEV, E.N. NIKIFOROVA*

(Ивановский государственный политехнический университет)  
(Ivanovo State Polytechnic University)  
E-mail: olmet07@yandex.ru, valojes@gmail.com

*В статье представлены результаты экспериментальных исследований влияния циклических деформаций износа на водонепроницаемость одежды. Установлено, что воздействие деформаций растяжения, изгиба и трения снижает водонепроницаемость ткани и швов в одежде.*

*In the article there are presented the results experimental researchs of the influence round-robin deformations of a wear-out for clothes waterproofness. It is Installed, that the deforming influence of a sprain, a bendability, a friction reduces the fabrics and joints waterproofness in cloths.*

**Ключевые слова:** водонепроницаемость, циклическая деформация, растяжение, изгиб, трение, дождевание, специальная одежда.

**Keywords:** waterproofness, round-robin deformation, sprain, bendability, friction, sprinkling, special cloth.

Наряду с технологическими факторами производства [1...5] на защитные свойства одежды влияют условия ее носки и условия воздействия агрессивных сред. Одна из причин снижения водоупорности швейного изделия – многократно повторяющиеся деформации различного характера, так как для одежды несвойственно статическое состояние. Она постоянно подвергается циклическим деформациям. Измере-

ние водонепроницаемости материалов и швов в динамических условиях позволяет иметь более объективную оценку уровня защиты швейного изделия от воды.

Цель настоящего исследования – оценка степени изменения водонепроницаемости материала и ниточных швов в результате воздействия циклических деформаций растяжения, изгиба и трения, характерных для условий носки одежды.

\* Статья подготовлена в рамках выполнения проектной части госзадания № 11.1898.2014/К.

Объектами исследований в работе являлись:

- текстильные материалы: ткань для спецодежды арт. 3218 с ВО (поверхностная плотность – 360 г/м<sup>2</sup>, основа и уток – ВХ 85 % + ВК 15 %) и ткань плащевая "Скатчгард" арт. 62222 с ВО (поверхностная плотность – 250 г/м<sup>2</sup>, основа – НПЭф, уток – ПрВис);

- ниточные соединения различных конструкций (режим ниточного машинного соединения:  $n_{10} = 3,3$ ; нитки – армированные 44ЛХ-1; игла – 90SPI), выполненные с применением универсального швейного оборудования.

В работе применялись экспериментальные методы исследований с использованием специальных приборов. Условия испытаний выбирали с учетом климатической зоны применения швейного изделия, моделируя условия эксплуатации изделия:

- исследование влияния деформаций изгиба и растяжения осуществляли на приборе ПВД-2 (Ивмашприбор, Россия) методом измерения времени до промокания ткани и швов в условиях действия заданной деформации (скорость испытаний – 2 цикла/с; величина относительной продольной и поперечной деформации –  $\pm 0...14\%$ );

- исследование водонепроницаемости в процессе воздействия деформации трения одновременно с дождеванием внешней поверхности образцов проводили на разработанной дождевальной установке с узлом для осуществления деформации трения и

датчиком для определения момента промокания: скорость истирания – 12 циклов/мин; применяли различные абразивные материалы – основной материал, щетка, сукно; условия воздействия воды – постоянное воздействие дождевания заданной интенсивности в пределах 0...0,10 кг/с: скорость падения воды можно изменять в пределах 0...3 м/с, давление на элементарную пробу – 0...54 Па. Определение водонепроницаемости осуществляли по диаграмме изменения поверхностного электрического сопротивления (ПЭС) внутренней поверхности образцов.

Результаты исследований заключались в следующем.

При отсутствии деформации продолжительность времени до промокания шва зависит от способности ткани поглощать воду и количества соединенных слоев в шве [6]. Утолщенные и уплотненные места соединения имеют более высокую водупорность при гидростатическом давлении, в том числе, если шов располагается под углом к нити основы на деталях. Но это преимущество теряется совершенно при воздействии на швы растягивающих, сжимающих, изгибающих и истирающих деформаций. Из зависимости времени промокания ткани и настрочного шва от амплитуды деформации "растяжение-изгиб" (рис. 1) видно, что в наибольшей степени герметичность швов снижает деформация растяжения, направленная перпендикулярно шву, в наименьшей – деформация изгиба, направленная вдоль шва.

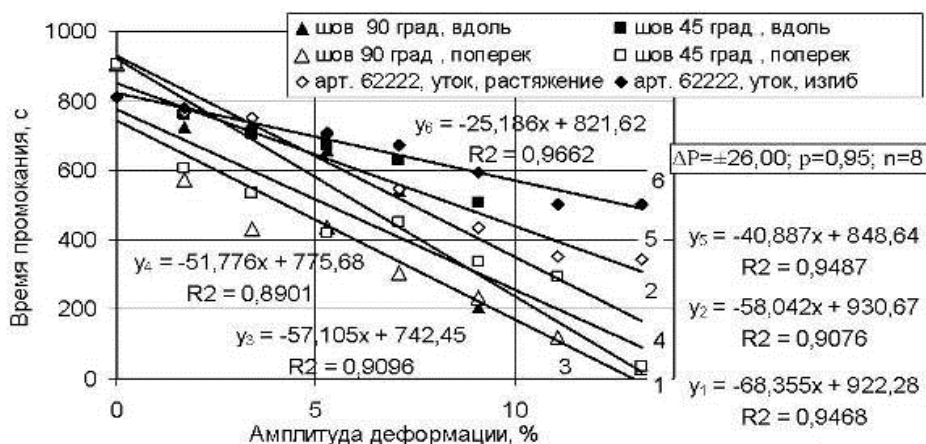


Рис. 1

В деформируемом состоянии швы могут терять способность сопротивляться проникновению воды более чем в 20 раз, в зависимости от характера, направления, величины деформации и конструкции шва. При действии одноосной деформации растяжения или изгиба швы менее герметичны, чем ткань при действии таких же деформаций. Растяжение нитей ткани и расшатывание ее структуры при аналогичном по амплитуде деформировании приводит к потере способности ткани сопротивляться проникновению воды при растяжении и изгибе на 45 %. Установлено, что использование многослойных пакетов на открытой поверхности одежды при возникновении в швах в процессе носки значительных по величине деформаций не обеспечивает достаточной водонепроницаемости изделия в целом – продолжительность времени до промокания негерметизированных швов в 2 раза ниже, чем ткани. Увеличение количества слоев ткани в шве и его уплотнение за счет настрачивания припусков приводят иногда к большему снижению водонепроницаемости. Увеличение времени промокания швов наблюдается только для соединений одновременно нескольких деталей и при условии отсутствия перепада толщины от детали к детали.

Для проектирования одежды в качестве менее проницаемых для воды могут быть рекомендованы решения, предполагающие увеличение количества слоев ткани на поверхностях, испытывающих значительные деформации поперечного растяжения и трения. Однако создание утолщения и неравномерности толщины пакета в зоне соединительного шва с точки зрения уменьшения истираемости поверхности нежелательно.

Действие истирающих нагрузок характерно в большей степени для закрытых от прямого воздействия воды поверхностей одежды. Однако трение – одно из наиболее часто встречающихся эксплуатационных деформаций, разрушающих изделие в процессе носки. Особенно оно опасно для плечевого участка опорной поверхности одежды, поскольку он постоянно открыт для воздействия воды, и этот участок пе-

ресекают ремни и ручки навешиваемых емкостей для переноски снаряжения – рюкзаков, сумок. Действие этого фактора на снижение водонепроницаемости изделия до сих пор было не изучено. Величина давления при трении установлена на основе известных данных по массе переносимых предметов и с учетом его перераспределения по ширине ремней и сумок. Поскольку места утолщений в области швов при действии истирающей нагрузки разрушаются быстрее, чем прилегающие к ним участки тканей, исследованиям времени промокания швов уделено в работе пристальное внимание. Учитывая наибольшую распространенность стачных, настрочных и накладных швов при изготовлении одежды, исследовано влияние трения на продолжительность их промокания при дождевании.

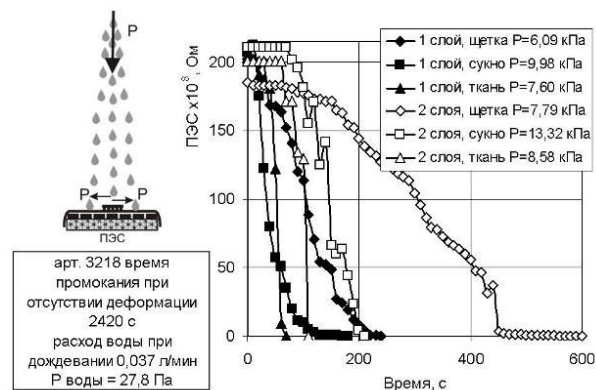


Рис. 2

Исследование влияния трения на продолжительность промокания ткани при дождевании показало, что увеличение количества слоев однозначно приводит к увеличению продолжительности промокания (рис. 2). Для швов вывод не столь однозначен (рис. 3; на рисунках использованы специальные условные обозначения структур исследованных пакетов тканей и швов: цифры до запятой – количество слоев; знак "+" – ниточная соединительная строчка; цифра после запятой – количество слоев в отделочной строчке; цифра в скобке – количество подогнутых слоев в накладном шве).

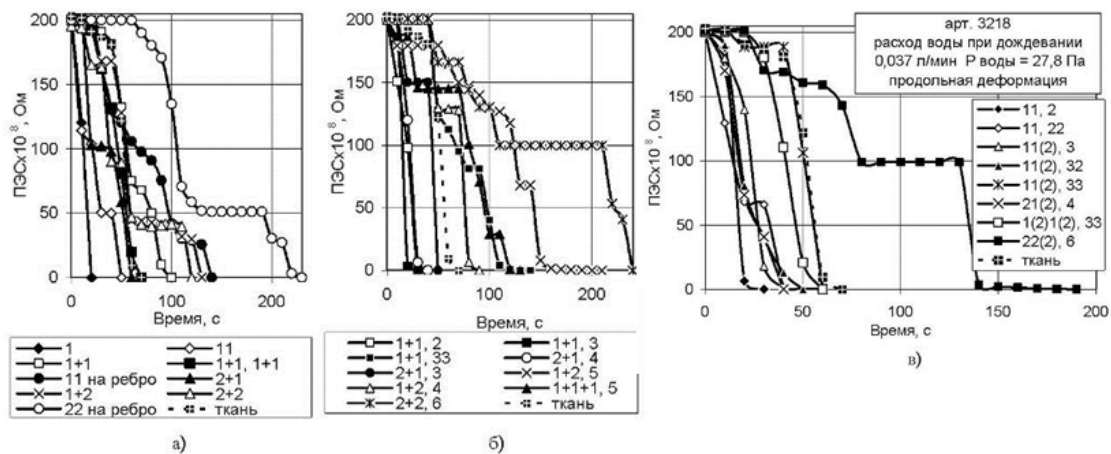


Рис. 3

На полученных экспериментально диаграммах изменения ПЭС всегда представлены три периода разной продолжительности, зависящей от уровня водозащитных свойств и условий испытаний, характеризующих: 1 – неизменность ПЭС во времени – наличие водонепроницаемых свойств; 2 – значительное уменьшение ПЭС во времени (в соответствии с линейной зависимостью) – намокание поверхности материала – постепенное заполнение макропор между волокнами и нитями – начало процесса проникновения воды в элементарную пробу; 3 – ПЭС изменяется в небольших пределах с маленькой скоростью – заполнение объема материала или пакета узла или шва – элементарная проба намокла (рис. 2, 3).

Менее проницаемы для воды только те швы, которые соединяют более двух слоев с направлением припусков в сторону более толстого пакета и с выполнением двух и более строчек – очень редкий конструктивный вариант при изготовлении швейных изделий. Этот факт должен быть учтен при проектировании конструкции соединения и выборе места расположения защитных деталей:

- при создании модели одежды должны быть изучены наиболее характерные профессиональные движения и участки взаимодействия изделия с трущими поверхностями, особенно для открытых воздействию воды узлов и деталей;

- припуски соединительных швов не должны создавать неравномерные по толщине пакеты для швов, испытывающих деформации растяжения, а для швов, испытывающих трение, припуски швов целесообразно направлять в сторону большего по толщине пакета;

- для уплотнения соединений рекомендуется использовать более одной отделочной строчки.

Но достижение максимальной сопротивляемости действию воды и обеспечение меньшего разрушения наиболее подверженных разрушению трением соединительных швов – два аспекта при выполнении проекта модели одежды, взаимопроверяющих друг друга. Это – дилемма, решение которой полностью находится в компетенции конструктора и технолога. Кроме того, увеличение количества отделочных строчек сопряжено с увеличением трудоемкости обработки изделия или с использованием более дорогой специальной двухигольной швейной машины [6].

Таким образом, неизбежное действие на детали и места их соединения различных по величине и характеру деформаций приводит к снижению времени проницаемости для воды. Этот факт должен быть учтен при проектировании конструкции соединения и выборе места расположения защитных деталей. В качестве менее проницаемых для воды могут быть рекомендованы проектные решения, предполагающие увеличение количества слоев ткани

на поверхностях, испытывающих значительные деформации поперечного растяжения и трения. Припуски соединительных швов не должны создавать неравномерные по толщине пакеты для швов, испытывающих деформации растяжения, а для швов, испытывающих трение, припуски швов целесообразно направлять в сторону большего по толщине пакета. Для уплотнения соединений рекомендуется использовать более одной отделочной строчки.

Альтернативой усилиям по выбору рациональных конструктивно-технологических решений с учетом всех уже известных и установленных в результате исследований факторов может быть только дополнительная герметизация мест ниточных соединений [7], [8], а также участков изделий, подверженных максимальному воздействию воды. При этом затраты материалов и времени, связанные с необходимостью проектирования мероприятий по сохранению водозащитного эффекта изделия, исключаются. Проведение операций по локальному повышению водозащитной способности на заданных поверхностях позволяет регулировать уровень качества одежды в соответствии с требованиями.

## ВЫВОДЫ

1. Воздействие значительных по величине эксплуатационных деформаций на детали и места их соединения в одежде всегда приводит к снижению времени их проницаемости для воды.

2. При разработке проектов специальной одежды из тканей с водоотталкивающей отделкой для обеспечения более высокого уровня водозащитных свойств на открытых участках изделия необходимо учитывать специфические особенности его эксплуатации.

3. Повышению и сохранению водозащитного эффекта одежды в зонах, наиболее подверженных деформациям растяжения и трения, способствует увеличение количества слоев, толщины и плотности пакетов, в том числе соединительных швов.

1. Белова И.Ю., Бабашова Е.Е., Веселов В.В. Технологические аспекты обработки изделий из композиционных материалов, содержащих специализированные нанослои металлов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С.90...97.

2. Белова И.Ю., Томин Н.Г. Математические аспекты конструкторско-технологического решения камуфлирующих изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 1. С.114...119.

3. Заботкин Д.Д., Бородина И.А., Королева С.В., Веселов В.В. Разработка и исследование технологии безниточного предохранения срезов от осыпания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 2. С.100...105.

4. Белова И.Ю., Веселов В.В., Горберг Б.Л. Разработка и исследование экранирующих свойств пакета материалов в изделиях специального назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 2. С.72...77.

5. Матвеева Е.В., Метелева О.В. Влияние параметров образования ниточной строчки на миграцию перопуховой смеси в швейных изделиях // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2011, № 1. С.36...39.

6. Белова И.Ю., Веселов В.В. Разработка технологии дифференцированного по свойствам ниточного соединения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С.96...100.

7. Сурикова М.В., Метелева О.В., Коваленко Е.И. Соединение защитных материалов при использовании самоклеющегося пленочного материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С. 101...104.

8. Метелева О.В. Теоретическое обоснование эффективного применения химических материалов при изготовлении защитных швейных изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 4. С. 109...113.

## REFERENCES

1. Belova I.Ju., Babashova E.E., Veselov V.V. Tehnologicheskie aspekty obrabotki izdelij iz kompozicionnyh materialov, soderzhashhih specializirovannye nanosloi metallov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 5. S.90...97.

2. Belova I.Ju., Tomin N.G. Matematicheskie aspekty konstruktorsko-tehnologicheskogo reshenija kamuflirujushhih izdelij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, № 1. S.114...119.

3. Zobotkin D.D., Borodina I.A., Koroleva S.V., Veselov V.V. Razrabotka i issledovanie tehnologii beznitochного predohranenija srezov ot osypanija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, № 2. S.100...105.

4. Belova I.Ju., Veselov V.V., Gorberg B.L. Razrabotka i issledovanie jekranirujushhijh svojstv paketa materialov v izdelijah special'nogo naznachenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 2. S.72...77.

5. Matveeva E.V., Meteleva O.V. Vlijanie parametrov obrazovanija nitochnoj strochki na migraciju peropuhovoj smesi v shvejnyh izdelijah // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2011, № 1. S.36...39.

6. Belova I.Ju., Veselov V.V. Razrabotka tehnologii differencirovannogo po svojstvam nitochnogo soedinenija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, № 1. S.96...100.

7. Surikova M.V., Meteleva O.V., Kovalenko E.I. Soedinenie zashhitnyh materialov pri ispol'zovanii samoklejushhegosja plenochnogo materiala // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 5. S. 101...104.

8. Meteleva O.V. Teoreticheskoe obosnovanie jeffektivnogo primenenija himicheskijh materialov pri izgotovlenii zashhitnyh shvejnyh izdelij // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, № 4. S. 109...113.

Рекомендована кафедрой технологии швейных изделий. Поступила 29.05.15.

---