

Анализ существующих методик количественной оценки миграции перо-пухового утеплителя в объемном композиционном материале

В данной статье рассматриваются существующие методики оценки миграции перо-пухового утеплителя в объемных композиционных материалах. Предложена новая методика, которая более точно имитирует деформацию одежды во время ее эксплуатации и позволяет сократить временные затраты на проведение испытания в лабораторных условиях.

Ключевые слова: перо-пуховой утеплитель (ППУ), объемный композиционный материал, миграция.

Современная одежда, защищающая человека от воздействия низких температур, зачастую представляет собой композиционный материал, одним из компонентов которого является объемный перо-пуховой наполнитель. Эффективность и работоспособность композиционного материала зависят от правильного выбора исходных компонентов и технологии их совмещения, призванной обеспечить прочную связь между компонентами при сохранении их первоначальных характеристик [1].

Композиционный материал (композит, КМ) – искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов с четкой границей раздела между ними [2].

Всем известно, что в процессе эксплуатации швейных изделий волокна мигрируют из структуры объемного утеплителя, проникая сквозь ткани верха и подкладки на наружную поверхность. Мигрировавшие на поверхность одежды волокна утеплителя ухудшают ее внешний вид, причем иногда до такой степени, что дальнейшее использование этой одежды становится невозможным.

В настоящее время научная мысль предлагает несколько способов определения интенсивности миграции перо-пухового утеплителя:

- ГОСТ 26464-85. Полотна нетканые. Метод определения миграции волокон. Прибор для определения миграции волокон ОИМ-1 (Рисунок 1). Пакет одежды 350 х 210 мм получает многократное возвратно-поступательное движение, имитируя условия носки одежды [3]. Недостатки: длительность времени испытания, предназначен для испытания только нетканых полотен, не точно воспроизводит естественные виды деформации.

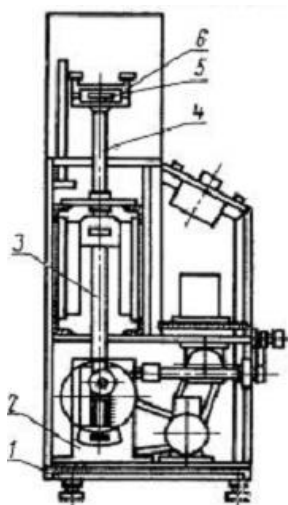


Рисунок 1 – Прибор ОИМ-1:

1- корпус, 2 – привод, 3 - шатун, 4 – шток, 5 – оправа, 6 – зажим.

- ГОСТ Р ЕН 12132-1-2011. Изделия перо-пуховые. Метод испытания перо- и/или пухопроницаемости тканей. Часть 1. Имитация процесса эксплуатации изделий. Из ткани, предназначенной для испытаний, изготавливают подушку 170 х 120 мм, которую наполняют перо-пуховой массой. Подушку закрепляют в приборе (Рисунок 2) и подвергают заданному числу трущих воздействий (2700 оборотов диска прибора в течение 20 минут) [4]. Частота вращения диска соответствует средней скорости смещения центра тяжести человека при ходьбе. Недостатки: 20 минут – недостаточный промежуток времени для оценки пухопроницаемости ткани; осуществляется оценка образцов, отобранных только вдоль основных нитей ткани; отсутствуют критерии оценки результата испытания; в процессе

естественной эксплуатации ткань (композиционный пакет) подвергается трущим воздействиям о саму себя, в испытании воспроизведению такого воздействия препятствует полиэтиленовый мешок; методика испытания позволяет испытать только один образец ткани, для испытания большего количества образцов, включая образцы подкладочной ткани, требуется больше времени.

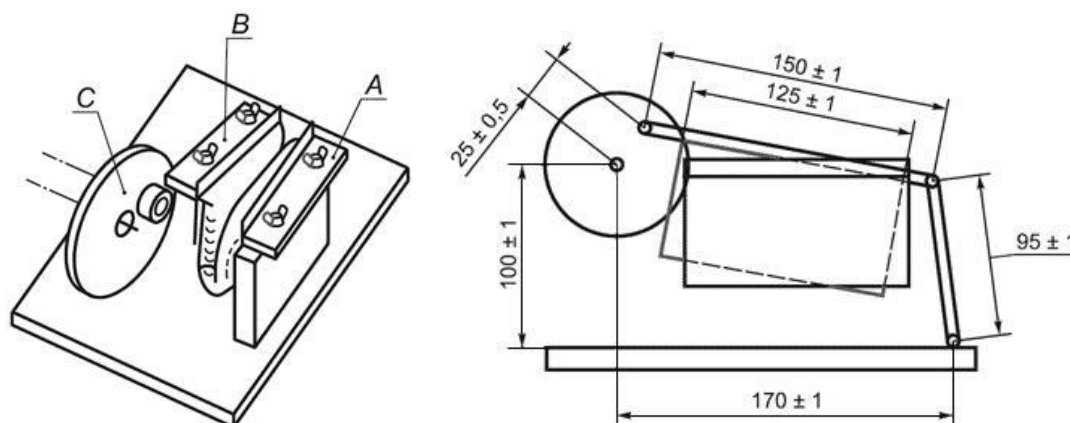


Рисунок 2:

А – зажим, закрепляемый на основании; В – зажим, прикрепляемый к диску; С - диск.

- ГОСТ Р ЕН 12132-2-2011. Изделия перо-пуховые. Метод испытания перо- и/или пухопроницаемости тканей. Часть. 2. Испытание сжатием. Из ткани, предназначенной для испытания перо- и/или пухопроницаемости, изготавливают подушку цилиндрической формы (валик), которую наполняют определенным количеством пера, пуха или их смеси. Размеры развертки боковой поверхности валика – 210 x 476 мм. Валик помещают на наклонную плоскость прибора (Рисунок 3) - на пластину толкателя, оснащенную тремя штифтами. При включении прибора толкатель перемещает валик вверх по наклонной плоскости к неподвижной пластине, оснащенной одним штифтом. В результате происходит сжатие валика между штифтами обеих пластин. При обратном движении толкателя валик скатывается за ним вниз по наклонной плоскости и вновь принимает исходную форму. Процесс повторяют заданное число циклов [5]. Недостатки: маленькая площадь и

деформация сжатия образца; несоответствие задаваемых видов деформации деформациям, которые испытывают участки одежды в процессе эксплуатации.

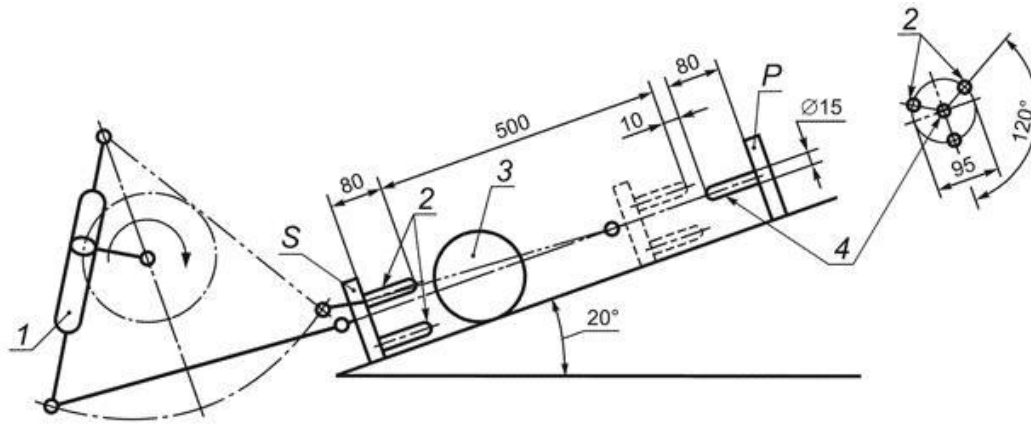
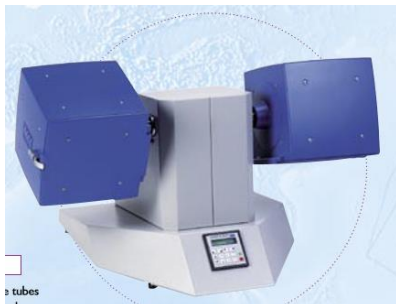


Рисунок 3:

1 - кривошипный механизм; 2 - три штифта толкателя; 3 - валик; 4 - неподвижный штифт; S - нижняя пластина; P - верхняя пластина.

- ГОСТ Р 12.4.236-2011. Прибор ящичного типа (Рисунок 4). Испытуемые пробы в виде рукава с сердечником из резиновой или латексной трубки хаотически перемещаются внутри вращающегося куба, стороны которого оклеены пробковыми пластинами. В процессе испытания пакет материалов претерпевает воздействия разнонаправленных усилий [6]. Недостаток: несоответствие задаваемых видов деформации деформациям, которые испытывают участки одежды в процессе эксплуатации; трудоемкость процесса заготовки и крепления образцов на трубки.



а)

б)

Рисунок 4

- Методика НПО «Комплекс». Перо-пухопроницаемость материала оценивается по количеству элементов ППУ, проникшего через 1 дм² материала при многократном циклическом сжатии пробной подушки [7] (Рисунок 5). Недостатки: большой расход перо-пухового утеплителя для изготовления образца; несоответствие заданной деформации образца, большая потеря частиц пера и пуха, проникших через ткань.

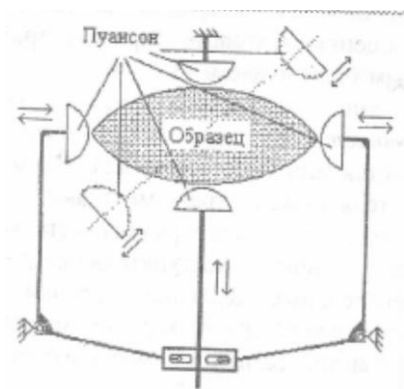


Рисунок 5

- Методика УкрНИИТП. Сферическая головка прибора, падая под действием собственного веса, ударяет пробу по центру (Рисунок 6). Проба имеет форму квадратной подушки [8]. Недостатки: большой расход перо-пухового утеплителя для изготовления образца, неравномерное распределение деформации образца, отсутствует трущее воздействие на образец.

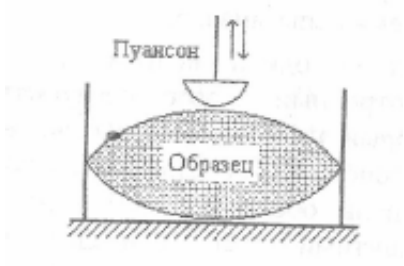


Рисунок 6

- Прибор МОУ-1 для определения интенсивности миграции составляющих ППУ через материалы оболочки. Образец имеет форму цилиндра, высота которого равна 0,04 м, а диаметр основания – 0,1 м. Нижняя часть образца закрепляется на платформе прибора МОУ-1 (Рисунок

7), верхняя крепится на оправке нитью. Оправка сжимает ячейку, периодически совершая возвратно-поступательные движения [9].
 Недостаток: Однотипное воздействие на композиционный материал, высокая вероятность проникновения ППУ через проколы, совершенные иглой при фиксации образца на оправке нитью.

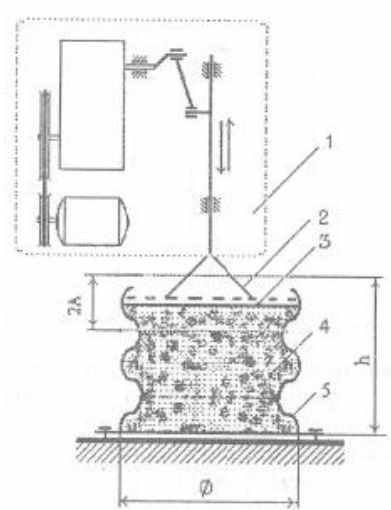


Рисунок 7 - МОУ-1:

1- привод; 2- оправка; 3- исследуемый материал; 4- утеплитель; 5- боковая поверхность ячейки.

- Прибор для определения миграции перо-пухового наполнителя (Рисунок 8). Деформация происходит за счет переворачивания и удара о столик образца [10]. Недостаток: несоответствие задаваемых видов деформации деформациям, которые испытывают участки одежды в процессе носки, вероятность разрушения материала и ниток при взаимодействии с абразивом.

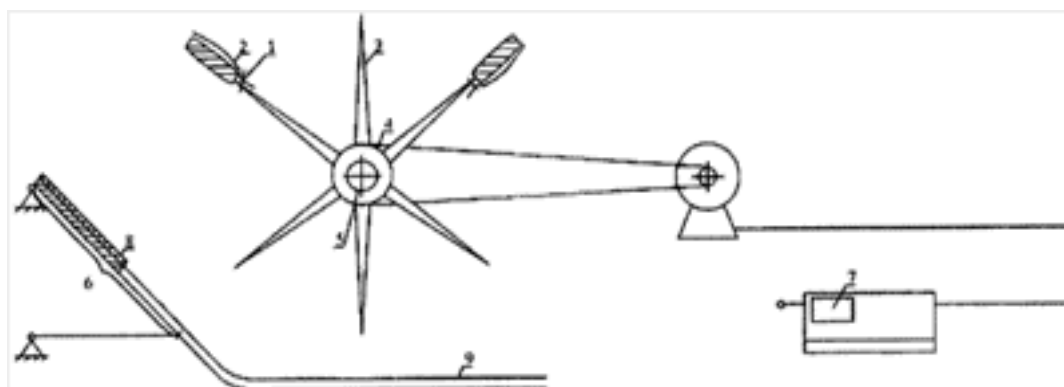


Рисунок 8:

1 – зажим; 2 - съемная эластичная пластина; 3 крестовина, 4 - лопасть, 5 – ось; 6 - опорный столик; 7 - счетчик количества оборотов крестовины, являющийся средством контроля количества абразивных (ударных) воздействий; 8 – абразив; 9 - флокированная ткань.

- Прибор для определения миграции перо-пухового утеплителя через швы (Рисунок 9). Изготавливаются образцы пакетов с надстрочным посередине образца швом. Образец подвергается механической деформации ударного воздействия, химической чистке и бытовой стирке [11]. Недостаток: однотипная деформация образца.

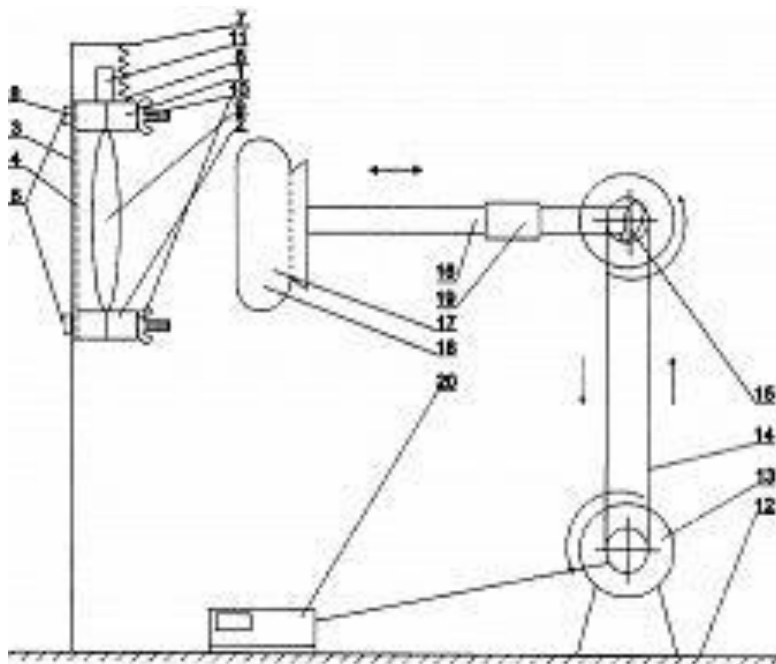


Рисунок 9:

1, 2 – зажимы, 3- стойка, 4 – бархатная ткань, 5 – болты, 6 – пружина, 7 – стойка, 8 – паз, 9 – образец, 10 – гайки, 11 – груз предварительного натяжения, 12 – опорный столик, 13 – электродвигатель, 14 – клиноременная передача, 15 – эксцентрик, 16 – направляющая, 17 – толкатель, 18 – бархатная ткань, 19 - регулирующая гайка, 20 – счетчик.

В ходе натурных исследований, было выявлено, что теплозащитный пакет подвергается двум типам механического воздействия: деформации сжатия и деформации одновременного сжатия и сдвига [9]. Причем, чаще всего встречаются деформации второго типа. Представленные методики оценки миграции перо-пухового наполнителя не дают точных результатов, так как имитируют только один вид механического воздействия на теплозащитный пакет, и, следовательно, требуют доработки, что является основанием разработки более совершенной методики определения миграции ППУ в композиционном материале. Предлагается использовать прибор Crumpleflex Tester компании SDL Atlas, представленный на рисунке 10.

Данный прибор предназначен для подготовки образцов для последующего испытания водопроницаемости тканей со специальным покрытием при сминании и сгибании. Конструктивное решение Crumpleflex Tester позволяет адаптировать его для оценки миграции ППУ.



Рисунок 10 - Crumpleflex Tester

В прибор Crumpleflex Tester входит 4 пары головок. Цилиндр, изготовленный из объемного пакета, помещают между двумя головками и закрепляют (Рисунок 11). Четыре головки зафиксированы, четыре –

совершают возвратно-поступательные движения вдоль своей оси, что заставляет испытуемый образец ткани сжиматься в длину. В то же время в процессе движения головка смещается вокруг своей оси на 90 градусов. Это заставляет ткань скручиваться. Прибор тестирует свернутую в трубку и скрученную на 90 градусов ткань, которая в процессе испытания дополнительно переменнно растягивается и сжимается, имитируя движения человека. Исследуемый материал крепится на головки с помощью хомутов или клипс.

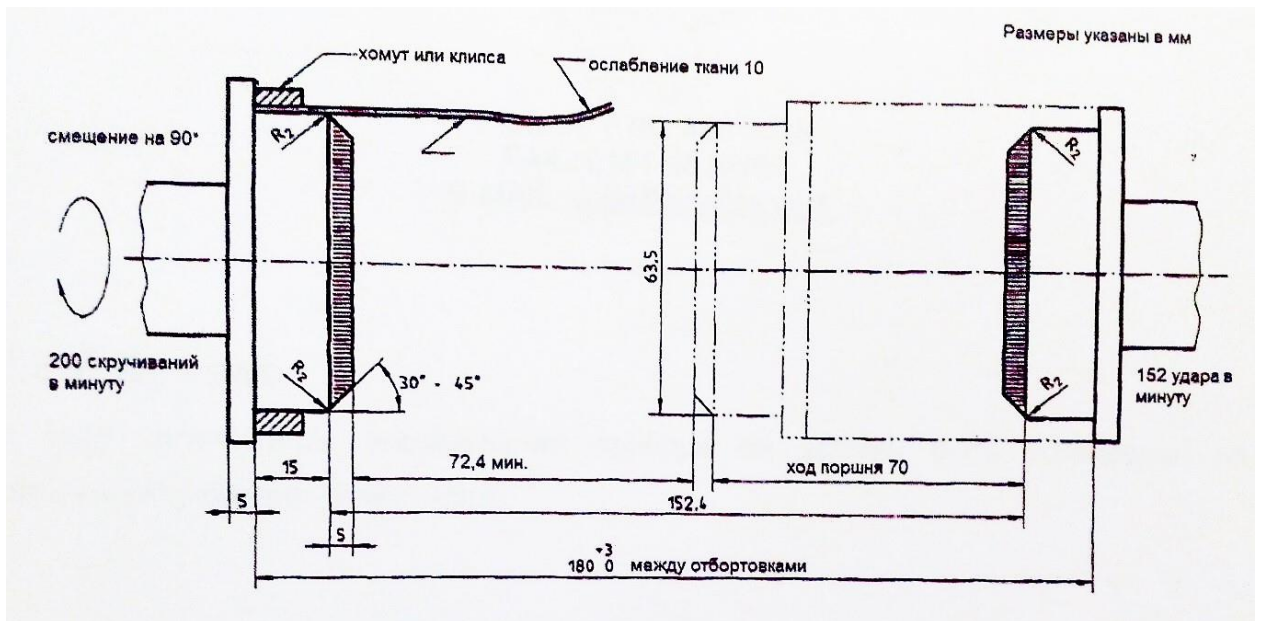


Рисунок 11

На рисунке 11 представлена схема движения головки: слева зафиксированная головка, справа – на расстоянии 180 мм установлена подвижная головка, которая в процессе испытания с помощью привода перемещается навстречу головке слева на 70 мм. Одновременно с возвратно-поступательным движением головка справа совершает вращательное движение на 90 градусов. За одну минуту головка производит 152 возвратно-поступательных движения и 200 вращений на 90 градусов.

Для исследования интенсивности миграции перо-пухового утеплителя на приборе Crumpleflex Tester подготавливается образец пакета исследуемого композиционного материала и сшивается в виде цилиндра. Длина

образующей цилиндра равна 190 мм, диаметр основания - 64 мм, припуск на шов – 5 мм.

В развертке образцы материала верха и подкладочной ткани имеют форму прямоугольника с размерами 220x190 мм (Рисунок 12). Данный размер образца уже включает в себя припуск на шов. Образцы материала верха и подкладочной ткани следует стачать вдоль длинных сторон прямоугольника, затем равномерно распределить ППУ между материалами, отступив 5 мм от края коротких сторон прямоугольника, свернуть получившийся пакет в форме трубки и стачать подкладочную тканью наверх вдоль открытой (короткой) стороны прямоугольника. Получившуюся заготовку вывернуть так, чтобы шов оказался на внутренней стороне трубки, а ткань верха – была снаружи. Строчки должны соответствовать требованиям стандарта к данному изделию [12]. Образец исследуемого композиционного материала готов к испытанию.

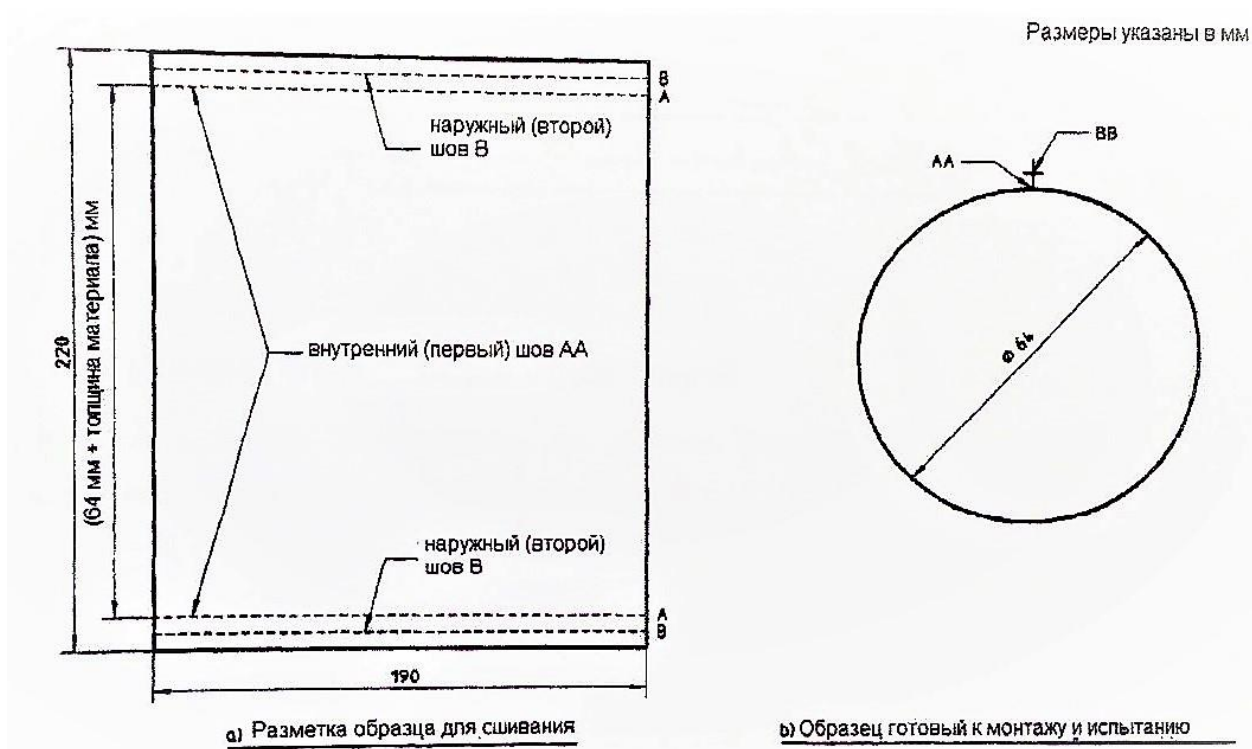


Рисунок 12

Необходимо отобрать как минимум по 2 образца пакета по основе и по утку. Образцы следует вырезать таким образом, чтобы нити основы и утка у

соседних образцов не повторялись, рекомендуется диагональная раскладка образцов. Необходимо отступить не менее 150 мм от кромки ткани при выкраивании образцов (Рисунок 13).

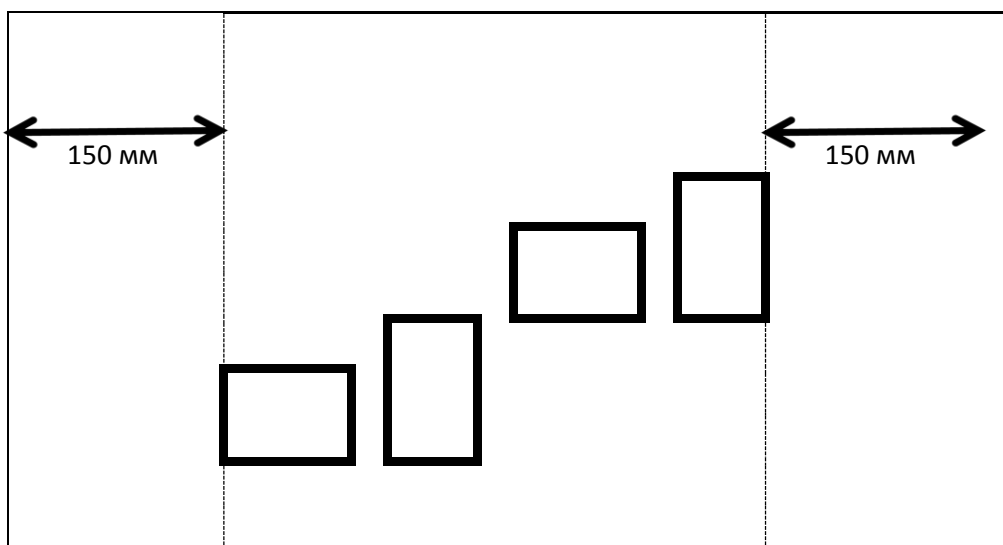


Рисунок 13

В основаниях цилиндр теплозащитного пакета крепится на головки с помощью хомутов или клипс. С помощью счетчика циклов возвратно-поступательных движений выставляется необходимое число циклов, которое зависит от предъявляемых требований к данному материалу заказчиком, и, как правило, составляет не менее 1000 циклов.

Crumpleflex Tester имеет прозрачную крышку из плексигласа толщиной 6 мм, закрывающую все образцы во время испытания, что защищает человека от случайного вдыхания разлетающихся частиц. Прибор оснащен системой автоматической остановки при открытии крышки, предотвращая травмоопасную ситуацию при работе с движущимися частями машины.

Во избежание потери выступивших на поверхность материала элементов утеплителя рекомендуется перед установкой образца композиционного материала в оборудование поместить его в полиэтиленовый мешок.

По истечении испытания образец аккуратно извлекается из оборудования, разрезается вдоль шва, и осуществляется визуальная оценка результатов испытания (Таблица 1):

Таблица 1

Общее количество мигрировавших и выступивших на поверхность ткани элементов ППУ	Оценка (баллы)
0	5
1-5	4
6-11	3
12-22	2
23+	1

В случае если один или два образца покажут значительно худший результат по сравнению с другими, необходимо подготовить дополнительные образцы и провести исследование повторно, затем дать оценку миграции ППУ вновь испытанным образцам, в протоколе испытания необходимо указать свои наблюдения. Оценивать следует как ткань верха, так и подкладочную ткань.

С помощью разработанной методики для оценки миграции ППС проведены исследования ткани для специальной одежды, защищающей от пониженных температур. В качестве материала верха были исследованы ткани ветро- и водозащитные, в качестве подкладочного материала – рипстоп. Образцы пакета по основе и по утку, подготовленные согласно предложенной методике, подвергались испытанию в течение 10000 циклов (возвратно-поступательных движения). Результаты испытания представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Условное обозначение материала	Волокнистый состав материала	Вид отделки	Поверхностная плотность, г/м ²	Количество мигрировавших и выступивших на поверхность ткани элементов ППУ			
				образцы по основе		образцы по утку	
				Обр. 1	Обр. 2	Обр. 1	Обр. 2
Ткань верха 1	Полиамид + Эластан	Покрытие силиконом,	160,7	0	0	0	0

		фтороуглев одородом					
Ткань верха 2	Полиамид	Покрытие силиконом, фтороуглев одородом	89,4	0	0	0	0
Ткань верха 3	Полиамид	Мембрана ePTFE	105	0	0	0	0
Ткань верха 4	Полиамид	Мембрана ePTFE	125	0	0	0	0
Подкладочная ткань	Полиамид	Каландрова ние	52	2	1	2	2

Исследуемая площадь образца с учетом припусков на швы и области образца, скрытой под зажимом на головке, равна 306,6 см². Из результатов испытания видно, что все ткани верха и подкладочная ткань обладают высокой ППУ резистивностью, что соответствует требованиям ГОСТ Р 12.4.236-2011 [6].

Данная методика может быть также предварительным этапом перед проведением других испытаний, на результат которых может повлиять интенсивность миграции перо-пухового наполнителя. Так, дополнительно можно исследовать предел прочности на разрыв и при раздирании, воздухопроницаемость и гигроскопичность, водоупорность и водоотталкиваемость. Также возможно исследовать влияние процесса стирки на интенсивность миграции ППУ.

Методика оценки миграции перо-пухового наполнителя на приборе Crumpleflex Tester имеет ряд достоинств по сравнению с другими известными методиками:

- Значительно экономит время, позволяя оценить весь объемный композиционный пакет сразу, а не отдельно его составляющие (ткань верха и подкладочную ткань), при этом оборудование позволяет испытывать одновременно 4 образца пакета.
- Crumpleflex Tester имитирует условия ношения одежды, наиболее приближенные к натурным.
- Применяется образец достаточного размера, чтобы объективно оценить его пухопроницаемость.

- Небольшой расход ППУ для изготовления пакета-образца.
- Крепежные детали оборудования не препятствуют свободному выходу элементов утеплителя.
- Отсутствует вероятность разрушения целостности образца во время испытания.
- Потеря выступивших на поверхность материала элементов утеплителя невозможна за счет его покрытия полиэтиленовым мешком.
- Эксплуатация оборудования Crumpleflex Tester является безопасной для человека.

Литература:

1. Бекмурзаев, Т.Л. Разработка методики комплексного проектирования объемных композиционных материалов для швейных изделий: дис. ... канд.техн.наук:05.19.04/Бекмурзаев Тамерлан Лемаевич-Шахты, - 2009.- 210 с.
2. Определение композиционного материала. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru>.
3. ГОСТ 26464-85. Полотна нетканые. Метод определения миграции волокон. - Введ. 1987-01-01. - 7 с.
4. ГОСТ Р ЕН 12132-1-2011. Изделия перо-пуховые. Метод испытания перо- и/или пухопроницаемости тканей. Часть 1. Имитация процесса эксплуатации изделий. - Введ. 2013-01-01. – 9 с.
5. ГОСТ Р ЕН 12132-2-2011. Изделия перо-пуховые. Метод испытания перо- и/или пухопроницаемости тканей. Часть. 2. Испытание сжатием. - Введ. 2013-01-01. – 8 с.
6. ГОСТ Р 12.4.236-2011 ССБТ. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования. - Введ. 2011-12-01. – 51 с.
7. Методика определения перо-пухопроницаемости тканей на приборе НПО «Комплекс», М.,1986.
8. Способ оценки перо-пухопроницаемости тканей : ЭИ/ ЦБНТИ Минлегпрома УССР. – К. 1985.
9. Бекмурзаев Л.А. Проектирование изделий с объемными материалами: Монография. – Шахты: ЮРГУЭС, 2001. – 195 с.
10. Пат. 113009 Российская Федерация, МПК G01N33/36. Прибор для определения миграции пухоперового наполнителя-утеплителя / Ефимова О.Г., Жафярова Г.Т., Профьева А.В., Ковалевский А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ивановская государственная текстильная академия. - №2011125676/15; заявл. 22.06.2011; опубл. 27.01.2012, Бюл. № 3. – 1 с.: ил.

11. Пат. 2497113 Российская Федерация, МПК G01N33/36. Способ оценки миграции пухо-перовой смеси и устройство для его осуществления / Горбачева М.В., Березина М.А., Дьяконова Е.В., Метелева О.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ивановская государственная текстильная академия. - № 2012130503/15, заявл. 17.07.2012; опубл. 27.10.2013, Бюл. №30. – 18 с.: ил.

12. ГОСТ 12807-2003 Изделия швейные. Классификация стежков, строчек и швов (Разделы 1-4, Приложение 1). - Введ. 2006-01-01. – 98 с.