



Научна конференция на ЕМФ 2014
ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ
ЕНЕРГОМАШИНОСТРОИТЕЛЕН ФАКУЛТЕТ

СБОРНИК ДОКЛАДИ
ХІХ НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ
ЕМФ 2014



Том II

ХИДРОАЕРОДИНАМИКА, ХИДРО- И ПНЕВМОТЕХНИКА
ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИИ ЗА ОБЛЕКЛО И ТЕКСТИЛ

енергия • екология • комфорт • самочувствие

14 - 17 септември 2014 г.
Почивна база на Технически университет - София
гр. Созопол



Научна конференция на ЕМФ 2014
ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
ЕНЕРГОМАШИНОСТРОИТЕЛЕН ФАКУЛТЕТ

СБОРНИК ДОКЛАДИ
ХІХ НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ
ЕМФ 2014

Том II
ХИДРОАЕРОДИНАМИКА, ХИДРО- И ПНЕВМОТЕХНИКА
ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИИ ЗА ОБЛЕКЛО И ТЕКСТИЛ

енергия • екология • комфорт • самочувствие

14 – 17 септември 2014 г.
Почивна база на Технически университет – София
гр. Созопол



**PROCEEDINGS
of the**

**XIX National Scientific Conference with International Participation
FPEPM 2014**

Vol. II

**FLUID MECHANICS, FLUID MACHINES, HYDRAULICS AND PNEUMATICS
CLOTHING AND TEXTILES: DESIGN AND TECHNOLOGIES**

energy • ecology • comfort • self-confidence

14th – 17th September 2014, Sozopol, Bulgaria

ДОКЛАДИ

секция „Хидроаеродинамика, хидро-и пневмотехника”

1. Антонов Ив. Уравнения за движение на турбулентни течения	9
2. Величкова Р. Върху разпределението на скоростта при полуограничена струя по въртяща се повърхност	13
3. Дуков Ив., Д. Ташева Числено (CFD) моделиране на обтичането на сферично тяло в цилиндрична тръба	21
4. Stoyanov V., M. Uzunova, Ang. Terziev Numerical modeling of smoke and hazards distribution in confined underground garages	27
5. Ivanov M., P. Stankov, D. Markov, I. Simova Modified procedure for assessment of the indoor environment impact over productivity and performance of student in laboratory conditions	35
6. Николов К. Замърсяване на атмосферата от антропогенни и природни феномени	42
7. Марков К. Изследване на горски пожари, като елемент от глобалната система за превенция и ограничаване щетите от тях	49
8. Гражданов К. Въведение в теорията на пожарите, възникващи при моторните превозни средства	54
9. S. Darakchiev, T. Petrova, N. Vakiieva-Bancheva, R. Popov Gas flow distribution study in columns with modern random packing and maldistribution using different indices	62
10. Обретенов В. Изследване на вертикална вятърна турбина със сдвоени работни лопатки	69
11. Цалов Цв., В. Обретенов, К. Ангелов, Ст. Марешки Изследване на моделни работни колела за водна турбина	76
12. Бекриев Огн., К. Кирилов Стенд за моделни изпитвания на вентилатори	82
13. Агонцев Ем., В. Върбанов, Ив. Василев Стенд за експериментално изследване на действието на турбина с колебаещи се лопатки	88

14. Върбанов В., Ем. Агонцев Хидравлична турбина с колебаещи се лопатки	91
15. Чакъров Т. Енергийна ефективност на компресорите в пречиствателна станция за отпадни води „Кубратово“	95
16. Чакъров Т. Възможности за повишаване на енергийната ефективност на компресорите в пречиствателна станция за отпадни води „Кубратово“	102
17. Ангелов Ил., Ал. Митов Сравнителен анализ на резултатите получени от идентификацията на хидравлична задвижваща система с цифрово управление	110
18. Ангелов Ил., Н. Станчев Съвременни тенденции в развитието, приложението и експлоатацията на електрохидравличните задвижващи системи с обемно регулиране на скоростта на изпълнителните органи	119
19. Ангелов Ил. Методика за изследване на надежността на хидравлични машини и хидравлични елементи	126
20. Василев В. Анализ и синтез на система за управление на пневматичен балансър	134
21. Попов Г., У. Мхана, Огн. Алипиев, Ив. Николаев Изследване на неравномерността на дебита на зъбни помпи с несиметрично еволвентно зацепване	140

секция „Дизайн и технологии за облекло и текстил“

	1. Германова-Кръстева Д. Влагопренос в структурата на нетъкани текстилни материали	146
91	2. Германова-Кръстева Д. Влагопренос в гладки еднолицеви плетени структури	154
35	3. Германова-Кръстева Д. Влагопренос в памучни тъкани за блузи и ризи	164
32	4. Георгиева Ел., Р. Ангелова, Хр. Конова Изследване на преноса на влага при тъкани за връхни облекла за защита от студ	170
10	5. Тодоров Н., М. Незнакомова Сравнителен анализ на пропускливостта на текстилни материали с различна структура	178
19	6. Стоянов Б. Определяне на оптималните параметри на изтеглителен апарат ВР-ІМ на рингова предачна машина	186
26	7. Софронова Д., Яв. Софронов, Хр. Гендов Разработване на софтуер за управление на двигателите и сензорната система на стенд за двумерно многоциклово натоварване	193
34	8. Панчев М. Печатане върху вискозна и полиестерна тъкан с директни мастила за целулоза	203
40	9. Конова Хр., Р. Ангелова Изследване върху възпламеняемостта и поведението при горене на плоски изделия за автомобилни седалки	208
	10. Петров Хр. Проектиране на базова конструкция и модел на мъжки гащеризон	217
	11. Атанасова Р. Изследване на взаимовръзките между конструкция и технологии в облеклото	225
	12. Александров С., Кр. Друмев, Д. Ангелов Изследване на херметизацията на защитни тъкани и бодов шев	231
	13. Германова-Кръстева Д., Д. Господинова Разработване на симулационен модел за производство на дамска права пола	236
	14. Германова-Кръстева Д., М. Мойнова Нормиране на труда при работа на бродировъчни автомати	245
	15. Милушева П. Организация на труда при седящи, седящо-стоящи и стоящи работни места	256
	16. Милушева П. Ергономичност на работните места в шивашката промишленост	262

Сравнителен анализ на пропускливостта на текстилни материали с различна структура

Николай Тодоров, Маргарита Незнакомова

С работата се прави опит за разработване на методика за количествено измерване на измененията в пропускливостта на различни носители на електроовлакнени нановлакна. Изследвани са две групи текстилни материали - нетъкан текстил от 100% ПП получен по метода Spunbond и тъкани от 100%П, П/ПА – 85/15, П/ПЕТ – 50/50, П/ПЕТ – 67/33. Разработената и доказана проста методика за изследване на паропропускливостта позволява обективно определяне на измененията в модифицирани материали

Ключови думи: паропропускливост, медицински текстил, нановлакна

Comparative measurement of the permeability of textile materials with different structure

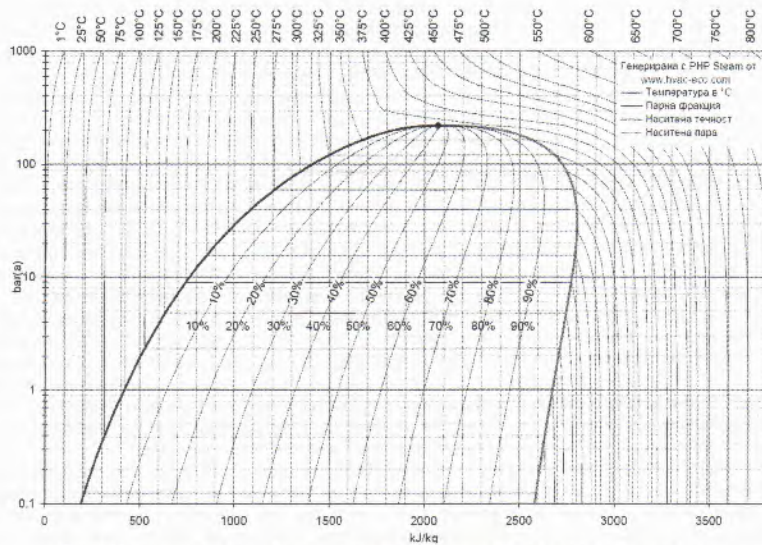
Nikolay Todorov, Margarita Neznakomova

Current investigation attempts to develop a methodology to quantify the changes in the permeability in various pads for electrospinning. Two different groups of textile materials were used – 100% PP spunbonded nonwovens and wovens of 100%Co, Co/PA – 85/15, Co/PET – 50/50, Co/PET – 67/33. The developed and demonstrated simple methodology for studying the vapor permeability allows objective determination of changes in modified materials

Увод:

Основен критерий, който характеризира хигиенните, антибактериалните свойства на материала и в голяма степен определя комфорта в експлоатационни условия на текстилните материали е тяхната пропускливост спрямо пари и въздух. Тези физични свойства оказват пряко влияние върху терморегулацията на човешкото тяло, когато се касае за облекло, а също така и върху скоростта на регенерация на кожата след изгаряния и инфекции при рани с използване на медицински пластири.

Преминаването от течно в газообразно агрегатно състояние на веществата, се съпровожда от парообразуване. Този процес започва при всяка температура под точката на кипене, ако течността се намира в контакт с безнапорни среди. На повърхността на течността се образува наситен с пари въздушен слой с температура, като тази на повърхността ѝ, поради неравномерно осцилиращи водни молекули. Ако относителната влажност на въздуха над граничния слой е под 100%, започва процес на изпаряване. Съгласно молекулно-кинетичната теория, поради топлинното движение при всяка температура има достатъчно бързи молекули, които преодоляват кохезионните сили и се откъсват от граничната повърхност на течността. Това води до намаляване на средната кинетична енергия на молекулите, които остават във обема ѝ, т.е. температурата на течността се понижава. За да се поддържа температурата на изпарение постоянна, трябва да ѝ се предаде известно количество топлина, която се нарича топлина на изпарение. Тази топлина се изразходва за извършване на работа за откъсване на молекулите от повърхността и за работа свързана с увеличаване на обема на веществото при прехода от течно в газообразно състояние [1]. На фиг.1 е показана връзката между налягането на водните пари и енталпията на системата.



Фиг.1 Номограми даващи зависимостта налягане – енталпия на водна пара

Преминаването на парите през текстилен материал, се извършва през структурните пори и чрез дифузията им в самите влакна, когато те са хидрофилни. Процесът зависи от градиента на налягане на водните пари от двете страни на материала [2].

Въздухопропускливостта зависи също от порестостта и структурата на изделията. Разликата в стойностите на двата параметъра е в размера на молекулите и агломератите, които преминават през свободния обем на материала. Съгласно литературната справка, стойностите на двата параметъра зависят и от хидрофилността на влакната и вида на облагородителните обработки (избелване, багрене, промазване, заключително апретиране и др.). Промените които настъпват в структурата на материала, могат да намалят до 20% въздухо- и паропропускливостта на плетива от 100% памук, вискоза, лиоцел и полиестер и структура на гладка еднолицева плетка при линейна плътност на преждата 12-20 tex [3]. Установено е също, че състоянието на околната среда също е фактор, който оказва влияние върху потока на парите – това са температура на въздуха, относителна влажност на средата и скорост на вятъра. В зависимост от тези фактори, съществуват различни методи и апарати за определяне на паропропускливостта [4].

Форт(Fourt) и Харис(Harris) [5] в свое изследване установяват, че пропускането на пари през тъканите, освен от вида на влакната зависи също от дебелината и плътността им (гъстина по основа и втък при процеса на тъкане). Водните пари преминават преди всичко през структурните пори, а не чрез дифузия във влакното. Райнард(Rainard) [6] показва теоретично и експериментално, че вътрешната пропускливост на текстилния материал, зависи от количеството и геометрията на порите. Бейкър(Backer) [7] в свое изследване потвърждава тези изводи и показва, че въздухо/газ-пропускливостта зависи от дебелината на плата, размера и броя пори на единица площ. Когато анализът се извършва с НТМ от хидрофобни влакна, обемността и ориентацията на влакната в него, оказват най-голямо влияние върху паропропускливостта [8, 9].

Други две изследвания предлагат теоретични експериментални модели за предсказване на паропропускливостта на текстилни материали. Получените аналитични резултати на първия модел [10] показват, че паропропускливостта на перфорирана метална плоскост, симулираща тъкан, е функция на дебелината на плоскостта, броя на дупките на единица площ и техния диаметър. Този модел предполага еднаквост на диаметъра на дупките в сечението на плоскостта и това, че дифузията в плътната част на плоскостта, симулираща преждите в тъканта е 0. Другият модел [11] разглежда тъканта, като комбинация от въздух и влакна и калкулира поотделно паросъпротивлението на въздушната и на текстилната среда.

Изследванията върху нетъкани текстилни материали са значително по-малко, поради голямото разнообразие на технологиите, по които се получават и съответно разликите в морфологията на изделието. Нетъканият текстилен материал се отличава с неравномерност на разпределение на влакната в обема му, следователно неравномерно разпределение на порите и техния размер. Моделирането на тези структури се усложнява допълнително и от това, че характера на самите пори е много различен и зависи от метода по който изделието се получава. Поради тази причина, се прилагат предимно експериментални методи за измерване на измененията които настъпват след модификация на един и същ материал.

Нетъкани материали получени директно от стопилка, по метода Spunbond намират широко приложение в медицината за маски, постелки, превързочни материали и др. Поради високата си структурна порестост, те биха могли да бъдат успешно използвани и като подложки за биоактивни, лесноразградими нановлакна. Това би позволило създаването на нов вид превързочни материали, с участие на слой от електроовлажнени нановлакна, които да ускорят регенерацията на кожата след изгаряния или инфекции при рани.

Настоящото изследване има за цел да разработи методика, която да позволи измерване на промяната в пропускливостта на използваните за носители на слоя електроовлажнени нановлакна (НТМ и тъкан) с различна площна маса. За целта е предложена проста методика за определяне на паропропускливостта, като се търси корелация със стандартизиран метод за определяне на въздухопропускливост.

Експериментална част:

Използвани са нетъкани материали от 100% ПП (хидрофобни влакна) с различна площна маса, получени по метода Spunbond и тъкани от 100%П, П/ПА – 85/15, П/ПЕТ – 50/50, П/ПЕТ – 67/33 (смес хидрофилни/хидрофобни влакна).

В настоящото проучване са използвани НТМ с площна маса: 10 g/m², 12 g/m², 14 g/m², 17 g/m², 30 g/m², 40 g/m², 50 g/m², 65 g/m² и тъкани с площна маса: 195 g/m², 245 g/m². Използваните Spunbond материали в диапазона 10 - 17 g/m² са претърпели термофиксация с рифелован валак, а останалите 30 - 65 g/m² са преминали през заключителна обработка от рифелован, пробиващ валак без нагряване [12].

Тъканите, по данни на производителя са с различна гъстина по основа и вътък, показани в Таблица 1.

Таблица 1

Параметри на тъканите

Материал	Гъстина по основа, н/10см	Гъстина по вътък, н/10см
Тъкан 100%П, 245 g/m ²	410	225
Тъкан П/ПА - 85/15, 195 g/m ²	410	210
Тъкан П/ПЕТ – 50/50, 195 g/m ²	344	205
Тъкан П/ПЕТ – 67/33, 195 g/m ²	360	230

С помощта на електронен дебеломер SCHMIDT DM2000Т е измерена тяхната дебелина. На Таблица 2 е представен планът за провеждане на изследването.

Таблица 2

Кодиране на изследваните материали

Материал	Обработка	Кодиране
Spunbond 10 g/m ²	термофиксация	SP10
Spunbond 12 g/m ²	термофиксация	SP12
Spunbond 14 g/m ²	термофиксация	SP14
Spunbond 17 g/m ²	термофиксация	SP17
Spunbond 30 g/m ²	пробиване	SP30
Spunbond 40 g/m ²	пробиване	SP40
Spunbond 50 g/m ²	пробиване	SP50
Spunbond 65 g/m ²	пробиване	SP65
Тъкан 100%П, 245 g/m ²	облагородяване	B1
Тъкан П/ПА - 85/15, 195 g/m ²	облагородяване	B2
Тъкан П/ПЕТ - 50/50, 195 g/m ²	облагородяване	B3
Тъкан П/ПЕТ - 67/33, 195 g/m ²	облагородяване	B4

Въздухопропускливостта на текстилните материали е изследвана на уред Metrimprex FF-12 при налягане от 2мм воден стълб за нетъканите материали и при 12мм за тъканите. Изпитванията са извършени съгласно БДС EN ISO 9237:1999 [13], при отчетена влажност на околната среда от 77%.

Съществуват два често използвани метода за определяне на паропропускливостта на текстилни материали – ASTM E96 [14] и ISO 11092 [15]. Изпитването чрез тези методи изисква специална апаратура и много време. Разработеният метод за изследване е опростен и може да се използва за предварително определяне на промените, които настъпват в площния материал след определена модификация, включително след нанасяне на слой от електроовлакнени нановлакна и служи за експресна ориентация за това в каква посока трябва да се развие експерименталната работа.

Последователността и начина на работа с разработената методика за изследване на паропропускливостта на материалите са следните:

В силициево-борова колба от 250cm³ се сипват 150g. дестилирана вода, измерена тегловно на текстилна везна Sartorius Acculab Atilon. Текстилната проба се поставя върху колбата, като изпитваната площ е 21,8 cm² и се уплътнява към гърлото. Измерва се общото тегло на системата колба-вода-проба-уплътнение, след което се поставя на нагревателен котлон след достигане на постоянна температурна стойност от 695K. Поради плътното уплътнение, кондензираните пари ще образуват капки, които ще се върнат обратно във водата и така няма да има неотчетена, тегловна загуба. Известно е, че когато концентрацията на непреминалите пари в изпитвания текстилен материал превиши нивото на насищане, възниква процес на кондензация [16]. След 15 мин кипене, се измерва тегловно отново цялата система - колба-вода-проба-уплътнение, което отчита промяната на теглото или количеството пара преминала през пробата. Паропропускливостта се изчислява по формули (1) и (2).

$$m = W_1 - W_2, [g]$$

(1)

където:

 m – пропуснатото количество вода през пробата, [g] W_1 – тегло на системата в началото на опита, [g] W_2 – тегло на системата в края на опита, [g]

$$WVTR = \frac{m}{A \cdot T}, \left[\frac{g}{cm^2 \cdot s} \right] \quad (2)$$

където:

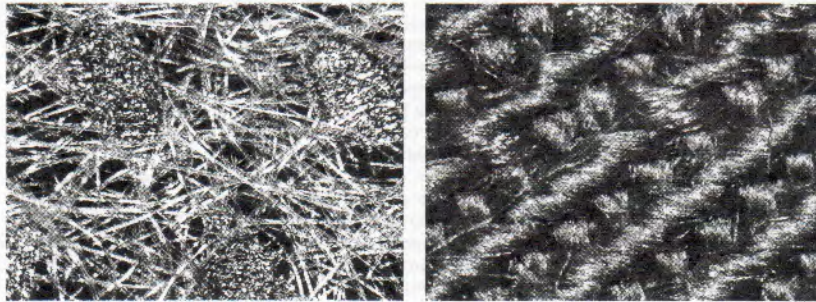
$WVTR$ (Water vapour transmission rate) – паропропускливост, $\left[\frac{g}{cm^2 \cdot s} \right]$

A – площ на изпитваната проба, $[cm^2]$

T – време за изпитване, $[s]$

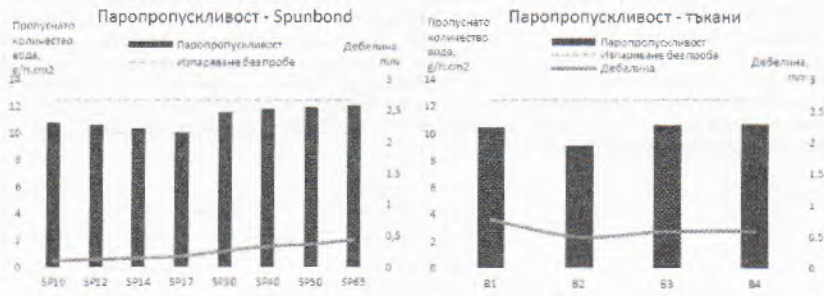
Анализ на получените резултати:

Използването на текстилни материали в медицината при случаи на изгаряне и инфекции при рани, изисква те да притежават специфични, физични свойства. Нивото на пропускане на въздух и пари и респективно задържането им е от изключително значение за регенерацията на кожата. На фиг. 2 а, б са показани микроскопски снимки на използваните в настоящото изследване, два типа структури. Ясно се забелязва разликата в морфологията и съответно порестостта им. При материалите, получени по метода Spunbond, структурата е високопореста, с хаотично разпределение на влакната, което допринася и за неравномерността по дебелина, площна маса и свободен обем. Тъканите материали от своя страна се характеризират със значително повишена равномерност по всички критерий.



Фиг. 2 а, б Структура на изпитваните Spunbond (термофиксирани) и тъкани

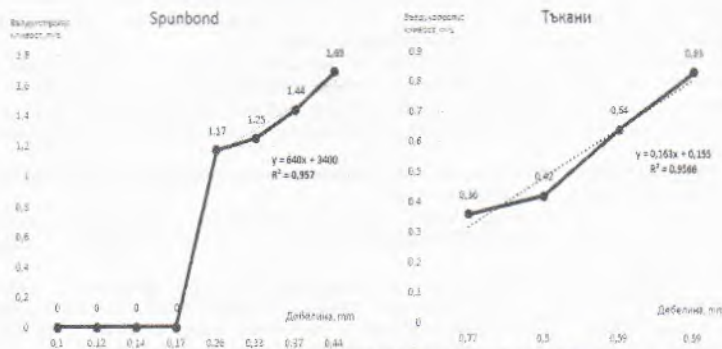
Молекулите на водата в газообразно състояние (пари) се характеризират със значително по-висока кинетична енергия, респ. честота на вибрация и липса на межумолекулни връзки. Тези фактори правят възможно преминаването на парата и през най-малките структурни пори. На фиг. 3 а, б е показана паропропускливостта на двата типа използвани структури. При Spunbond материалите, с повишаване на дебелината респ. площната маса от 10 g/m^2 до 17 g/m^2 се забелязва логичното понижение на отчетеното количество преминали водни пари. В диапазона $30 \text{ g/m}^2 - 65 \text{ g/m}^2$ прави впечатление, че пропуснатото количество водни пари се увеличава. Това може да бъде обяснено с факта, че с повишаването на площната маса в този диапазон, пробиващият, рифелован валеж, увеличава големината и броя на единица площ пори възникнали в резултат на заключителната обработка.



Фиг. 3 а, б Паропропускливост на Spunbond и тъкани

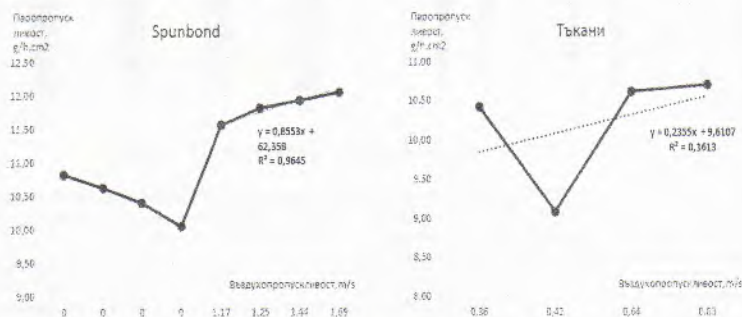
При тъканите, които са облагородени по един и същ начин се забелязва, че въпреки високата площна маса при проба „В1“, количеството на пропуснати пари, е съпоставимо с това на материалите с по-малка площна маса. Това може да бъде обяснено със състава на преждата от която те са изградени. Тъканта е от 100% памук, което обуславя известна дифузия на парите във влакната. Намалената паропропускливост при проба „В2“ (П/ПА - 85/15, 195 g/m²) би могла да се обясни разлика в микро-влажността в обема на материала спрямо тази на другите две проби тъкан заради различното участие на памук и синтетични влакна. Висока микро-влажност в структурата, води до кондензация т.е. капки които се връщат обратно в системата и по този начин парите не преминават през пробата. Установява се възможността на методиката да реагира, към промени както във вида, така и в количеството от определен тип влакна.

Съпротивлението на въздух на Spunbond материалите с площна маса в диапазона 10 g/m² – 17 g/m² бе отчетено, като нула. Това се обяснява с малката дебелина и покривна площ на тези проби, съответно високата порестост и неравномерност. При пробите 30 g/m² – 65 g/m² се забелязва нарастване на въздухопропускливостта, сходно с това при паропропускливостта. При тъканите се наблюдава разлика във въздухопропускливостта при „В2-В4“ въпреки еднаквата им площна маса. Това се дължи на разликите в гъстините по основа/вътък: В2: 410/210; В3: 344/205; В4: 360/230.



Фиг. 4 а, б Въздухопропускливост на Spunbond и тъкани

Измерената по предлаганата методика паропропускливост е съпоставена с отчетената по стандартизиран метод въздухопропускливост. Графично резултатът е показан на фиг. 5 а, б. Поради разликата в наляганията на парите и въздуха по време на изпитванията, както и разликата в размера на частиците от преминаващ флуид – газ/пара, разработената методика реагира при изследване на Spunbond изделия с площна маса под 17 g/m^2 . За тънки изделия под тази стойност, в случая от 10 до 17 g/m^2 , въздухопропускливостта не може да бъде определена (фиг 5а).



Фиг. 5 а, б Корелация между въздухо- и паропропускливостта

Тази чувствителност на методиката дава възможност при измерване на промените в паропропускливостта след нанасяне на слой от нановлакна, да бъде анализирано влиянието на промените в процеса електроовлажняване (параметри в камерата, добавки, вид носител) върху вида, порестостта и качеството на нанослоя. Това дава възможност да се изследват в дълбочина свойствата на разработваните многослойни изделия.

Получените данни за въздухо- и паропропускливост са обработени статистически, като са представени графично средните стойности на измерванията.

Заклучение:

В заключение може да се каже, че е разработена методика, която може да бъде използвана за предварителен, експресен анализ на промените които се извършват в текстилните плоски изделия след тяхната модификация.

Тази методика реагира на промяната на площната маса, по същия начин както стандартизирания метод за определяне на въздухопропускливостта, но може да бъде използвана и за нетъкани текстилни материали с маса на единица площ под 17 g/m^2 , каквито са носителите на биоактивни нановлакна, в пластирите за регенерация след изгаряне или операции.

С увеличаването на площната маса пропорционално се понижават и двата изследвани параметъра - въздухо- и паропропускливост.

Установява се влиянието на благородителните обработки, структурата и гъстината, както и вида на влакната (хидрофилни/хидрофобни) от които е изградено площното изделие.

При изследване на НТМ могат да бъдат определени не само промените в свободния обем на влакната, да се даде приблизителен размер на порите (по разликата в обема на капката водна пара и газовата частица), но и да се определи влиянието на вида на модификация. В случая заключителната термофиксация е с рифелован валеж.

Направена е съпоставка между въздухо-, паропропускливостта и площната маса на нетъканите материали.

Благодарности:

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от договор № 142ПД0034-02.

Използвана литература:

1. Изпарение и кипене на течности. Уравнение на Клапейрон-Клаузиус. Available from: www.chem-bg.com.
2. J.Y. Hu, Y.L., K.W. Yeung, Water vapor transfer, 2013.
3. Cubric, I.S., Z. Skenderi, and G. Havenith, Impact of raw material, yarn and fabric parameters, and finishing on water vapor resistance. *Textile Research Journal*, 2013. 83(12): p. 1215-1228.
4. Jianhua, H. and C. Yubo, Effects of Air Temperature, Relative Humidity, and Wind Speed on Water Vapor Transmission Rate of Fabrics. *Textile Research Journal*, 2009. 80(5): p. 422-428.
5. L. Fourt, M.H., Diffusion of water vapor through textiles. *Textile Research Journal*, 1947. 17: p. 256-263.
6. LW, R., Air permeability of fabrics. *Textile Research Journal*, 1946. 16: p. 473-480.
7. Backer, S., The relationship between the structural geometry of the textile fabric and its physical properties. *Textile Research Journal*, 1948. 18: p. 650-658.
8. Lee, S. and S.K. Obendorf, Statistical modeling of water vapor transport through woven fabrics. *Textile Research Journal*, 2012. 82(3): p. 211-219.
9. SS Woo, I.S., RL Baker, Heat and moisture transfer through nonwoven fabrics. *Textile Research Journal*, 1994. 64: p. 190-197.
10. M. Whelan, E.M., A. Goodings, The diffusion of water vapor through laminate with particular reference to textile fabrics. *Textile Research Journal*, 1955. 25: p. 197-223.
11. Weiner, L., The relationship of moisture vapor transmission to the structure of textile fabrics. *Textile Chemists and Colorists*, 1970. 2: p. 378-385.
12. Hosun, L., A review of Spun Bond Process. *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*, 2010. 6(3).
13. БДС EN ISO 9237:1999 Определяне въздухопропускливостта на платове.
14. ASTM E96/E96M Standart Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials.
15. ISO 11092 Measurement of Thermal and Water Vapour Resistance Under Steadystate Conditions (Sweating Guarded Hotplate Test).
16. Fukazawa, T., et al., Experiment and Analysis of Combined Heat and Water Vapor Transfer Through Clothes with Condensation. *Textile Research Journal*, 2003. 73(9): p. 774-780.