

Влияние на количеството наноразтвор и броя на пранетата на текстилни платове върху сумарния индекс на еднопосочен транспорт

Михаил Панчев

В статията са представени резултатите от изследвания за влиянието на количеството наноразтвор, нанесен върху лицевата страна на текстилни платове за придаване на водо- и маслоотблъскване и броя на изпиранията върху сумарния индекс на еднопосочен транспорт. Чрез използване на оптимален композиционен план са изведени регресионни уравнения, описващи връзката между изследваните фактори и сумарния индекс на еднопосочен влаготранспорт.

Ключови думи: наноразтвор, режим на пране, сумарен индекс на еднопосочен транспорт.

Impact of the nanosolution quantity and the washing cycles on the accumulative one-way transport index of textile fabrics

Mihail Panchev

The article presents the results of studies on the influence of the amount of nanosolution applied on the face of textile fabrics for water and oil repellency and the number of washing cycles on the accumulative one-way transport index. By using an optimum compositional plan, regression equations are derived, describing the relationship between the factors examined and the one-way transport index.

Keywords: nanosolution, washing, accumulative one-way transport index.

Въведение

Текстилните платове, които се използват за работно облекло се подлагат на различни заключителни обработки, за да придобият нови или подобрят съществуващите свойства. Една от най-разпространените обработки е за водо- и маслоотблъскване. Тя се прави с флуоросъдържащи полимери или наноразтвори, съдържащи SiO_2 . Когато се използват полимери, те най-често се нанасят по метода на пълно напояване [1], а при наноразтворите нанасянето става чрез напръскване. При пълно напояване текстилният материал трябва да не пропуска влага както от лицевата, така и от опаковата страна. Когато се използва наноразтвор, нанасянето е едностранно, обикновено от лицевата страна на плата и тогава ефектът на задържане се проявява само от тази страна. Като недостатък на наноразтворите може да се отбележи, че ефектът от обработката с тях е временен. Производителите на тези препарати гарантират дълготрайност на обработката до 20 изпирания [6].

От проведени предишни изследвания бе установено, че с използването на текстилен принтер значително се намалява разходната норма на използвания наноразтвор [2,3]. Това доведе до поставяне на нови задачи, свързани с дълготрайността на обработката. От направените последни изследвания се установи, че при различно количество нанесен наноразтвор придадените свойства се запазват дори и след двацетото изпиране [4]. Това дава основание да се очаква запазване на постигнатия ефект и след повече от 20 пранета.

Целта на разработката е да се установи влиянието на количеството нанесен наноразтвор и броя на изпиранията върху запазването на ефекта, като се изследва сумарният индекс на еднопосочен влаготранспорт.

За постигане на целта се поставят следните задачи:

- Да се извърши контролирано нанасяне на наноразтвор върху избраните платове с текстилен принтер;
- Да се определи промяната на сумарния индекс на еднопосочен влаготранспорт при различното количество нанесен наноразтвор пред провеждане на пранетата;
- Да се изведе математически модел, описващ влиянието на количеството нанесен наноразтвор и броя на пранетата върху сумарния индекс на еднопосочен транспорт, като се използва оптимален композиционен план;
- Да се анализират получените резултати.

Експериментална част

Експериментите се осъществяват на два материала, използвани за работно облекло. Техните характеристики са представени в Таблица 1.

Таблица 1

Характеристики на изследваните тъкани

Материал	Площна маса, g/m ²	Гъстина, н./dm		Състав	Линейна плътност, tex		Сплитка
		P _o	P _v		Tt,o	Tt,v	
Проба 1	220	460	270	П/ПЕ 67/33	28	28	Кепър
Проба 2	220	320	250	П 100%	46	46	Лито

Определянето на началните (референтни) стойности на сумарния индекс на еднопосочен транспорт се осъществява, като от двата вида материал се изрязват по 12 проби. Те се разделят на четири групи, като тези от първа група не се обработват. За останалите групи върху лицевата страна на тъканта се нанася съответно 10, 15, 20 ml/m² наноразтвор.

Нанасянето на наноразтвор за придаване на водо- и маслоотблъскване се извършва с помощта на принтер за печатане на текстилни изделия Texjet plus. След нанасяне на определеното количество емулсия, платовете се оставят да изсъхнат. Сушенето се извършва съгласно БДС EN ISO 6330:2012, точка 10.1.1.

Сумарният индекс на еднопосочен транспорт (R) се определя с уред Moisture Management Tester (MMT) [5] съгласно формулата:

$$R = \frac{A_{bottom} - A_{top}}{t}, [mm^2/s]; \quad (1)$$

Където: A_{bottom} е площта на омокряне на долната повърхност, mm²;

A_{top} – площта на омокряне на горната повърхност, mm²;

t – общото време за изследване на пробата, s.

За извеждане на математически модел, който да описва влиянието на количество на нанесения наноразтвор и на броя на пранетата върху индекса на влаготранспорт са проведени опити, като изследваните фактори са променяни на три нива. Натуралните и кодирани стойности на съответните нива са представени в Таблица 2.

Таблица 2

Натурални и кодирани стойности на изследваните фактори

Нива на факторите	X1 [ml/m ²]	X2 [бр.]	Кодирана стойност
$X_{oi} - J_i$	10	15	-1
$X_{oi} + J_i$	20	25	1
X_{oi}	15	20	0

Където: X1 е количество на нанесения наноразтвор;

X2 – броят на пранета.

След определянето на кодираните стойности и комбинирането им съгласно плана на експеримента се обработват три групи проби от по девет образеца, на които се нанася наноразтвор 10, 15 и 20 ml/m². След това пробите се сушат по указания по-горе стандарт.

Текстилните материали се перат съгласно БДС ISO 6330:2012, на еталонна перална машина тип А1, с режим на пране със следните характеристики:

маса на изпитваните проби 2 kg;
 количество на перилен препарат 20 g;
 температура 40 °C;
 модул на банята М 1:8;
 продължителност на пране t 15 min.

За осигуряване на условията на пране съгласно БДС в пералната машина се добавя още плат, от който са изрязани пробите, до достигане на необходимото количество.

След като платът е изпран, пробите се плакнат съгласно БДС ISO 6330:2012, по следната схема:

Таблица 3

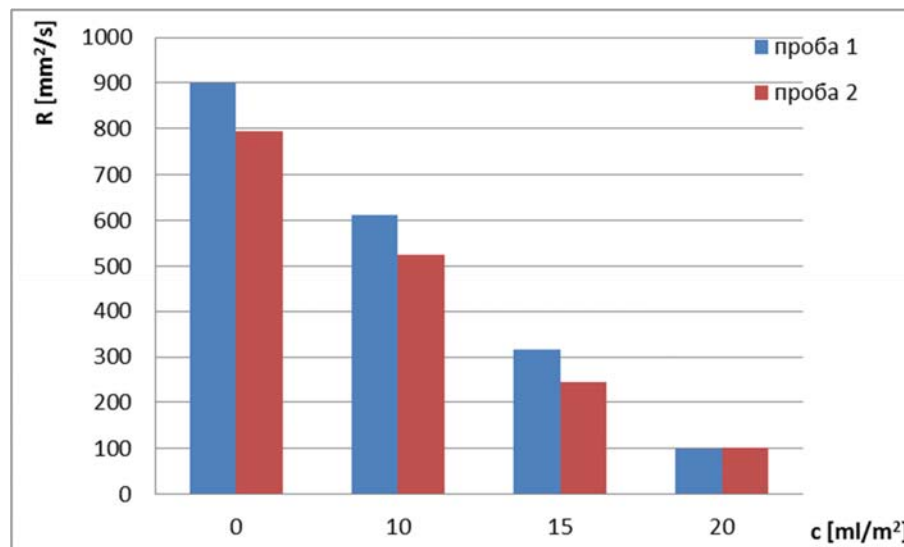
Плакнене на пробите

1- во плакнене			2- ро плакнене			3- то плакнене			4- то плакнене		
М	t [min]	c [min]	М	t [min]	c [min]	М	t [min]	c [min]	М	t [min]	c [min]
1:7	3	--	1:7	3	--	1:7	2	--	1:7	2	5

Където: c е центрофуга.

Резултати

На Фиг. 1 са представени първоначалните стойности на сумарния индекс на еднопосочен транспорт, след обработката с 10, 15, 20 ml/m² наноразтвор. Нулевата стойност е референтна (необработен проби).



Фиг.1. Сумарен индекс на еднопосочен транспорт на пробите преди пране

С нарастване на количеството наноразтвор, използвано за постигане на ефект за водо- и маслоотблъскване, се достига до намаляване на сумарния индекс на еднопосочен транспорт за материал 1 с девет пъти, а за материал 2 – осем пъти, като крайната стойност която се получава и за двете проби е $R = 100 \text{ mm}^2/\text{s}$. Тази стойност отговаря на слабо омокряне и влаготранспорт.

Таблица 4

Резултати от измерванията

Проба 1				Проба 2			
№	X ₁	X ₂	Y	№	X ₁	X ₂	Y
1	-1	-1	459	1	-1	-1	341
2	1	-1	528	2	1	-1	428
3	-1	1	533	3	-1	1	343
4	1	1	537	4	1	1	437
5	1	0	504	5	1	0	404
6	-1	0	422	6	-1	0	322
7	0	1	555	7	0	1	400
8	0	-1	575	8	0	-1	398
9	0	0	494	9	0	0	395

На Таблица 5 са представени коефициентите на регресионното уравнение и проверката за тяхната значимост.

Таблица 5

Регресионни коефициенти и проверка за значимост

Проба 1					
b₀ =	502,77	S ² (b ₀) =	20,55	t _T S(b ₀) =	19,50
b₁ =	25,83	S ² (b ₁) =	6,16	t _T S(b ₁) =	10,68
b ₂ =	10,49	S ² (b ₂) =	6,16	t _T S(b ₂) =	10,68
b ₁₂ =	-16,25	S ² (b ₁₂) =	9,25	t _T S(b ₁₂) =	13,08
b₁₁ =	-44,16	S ² (b ₁₁) =	18,5	t _T S(b ₁₁) =	18,50
b₂₂ =	57,83	S ² (b ₂₂) =	18,5	t _T S(b ₂₂) =	18,50
Проба 2					
b₀ =	385,99	S ² (b ₀) =	13,88	t _T S(b ₀) =	16,03
b₁ =	43,83	S ² (b ₁) =	4,16	t _T S(b ₁) =	8,78
b ₂ =	2,16	S ² (b ₂) =	4,16	t _T S(b ₂) =	8,78
b ₁₂ =	1,75	S ² (b ₁₂) =	6,25	t _T S(b ₁₂) =	10,75
b₁₁ =	-18,49	S ² (b ₁₁) =	12,50	t _T S(b ₁₁) =	15,21
b₂₂ =	17,50	S ² (b ₂₂) =	12,50	t _T S(b ₂₂) =	15,21

Както се вижда в Таблица 5, значими коефициенти са:

$$b_0, b_1, b_{11} \text{ и } b_{22}, \quad (\text{проба 1})$$

$$b_0, b_1, b_{11} \text{ и } b_{22} \quad (\text{проба 2})$$

След отпадане на незначимите коефициенти регресионният модел придобива вида:

$$y = 502,77 + 25,83x_1 - 16,25x_1x_2 - 44,16x_1^2 \quad (\text{проба 1})$$

$$y = 386,00 + 43,83x_1 - 18,50x_1^2 + 17,50x_2^2 \quad (\text{проба 2})$$

Направена е проверка за адекватността на модела по Фишер, при което се установи, че:

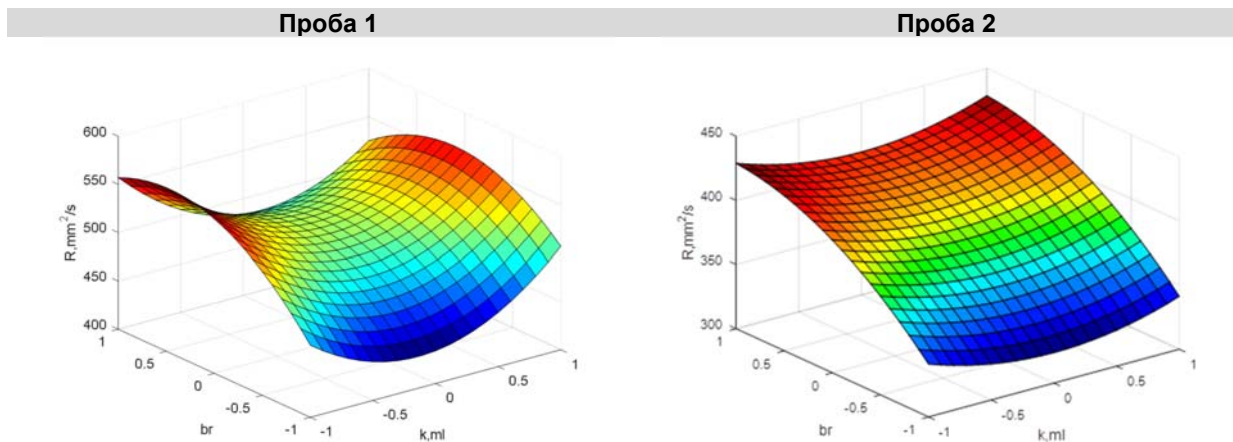
$$F_t = 19,25 > F_r = 13,21 \quad (\text{проба 1})$$

$$F_t = 19,25 > F_r = 17,92 \quad (\text{проба 2})$$

Следователно и двата модела са адекватни.

Графично повърхнината, описвана от двата модела, е представена на Фиг.2. За изчертаването ѝ е използвана програмата MATLAB 2015b.

Представените графики ясно показват, че с нарастване на броя на пранетата предаденият ефект на водо- и маслоотблъскване намалява (нараства сумарният индекс на еднопосочен транспорт). Независимо от това, значителна част от водоотблъскващият ефект се запазва, тъй като индексът не достига до измерените референтни стойности за необработените проби (за материал 1 $R = 900 \text{ mm}^2/\text{s}$ и за материал 2 $R = 800 \text{ mm}^2/\text{s}$).



Фиг.2 Влияние на количеството нанесен наноразтвор и броя на пранетата върху сумарния индекс на еднопосочен влаготранспорт

Също така прави впечатление, че при проба 1 стойностите за еднопосочен транспорт са по-големи от тези на проба 2. Тези резултати биха могли да се обяснят със следните факти:

- В състава на плата на проба 1 има полиестерни влакна. Те са с по-малка водопоглещаша способност от памучните;
- Линейна плътност на преждата, изграждаща тъканта на проба 1, е по-ниска, т.е. имат по-висока специфична повърхност, по която се извършва влаготранспорта;
- Прекръстосването на нишките при сплитка кепър дава възможност осигурява по-големи плавания, които благоприятстват влагопреноса.

Изводи

От проведените експериментални изследвания за установяване на връзката между количеството нанесен наноразтвор върху два вида тъкани за придаване на свойството водо- и маслоотблъскване и броя на изпиранията на текстилни платове могат да се направят следните изводи:

1. Има пряка зависимост между количество нанесен наноразтвор и сумарния индекс на еднопосочен транспорт. При използване на $20 \text{ ml}/\text{m}^2$ наноразтвор $R = 100 \text{ mm}^2/\text{s}$, което отговаря на слаба стойност на омокряне.
2. По-добри показатели относно ефекта на водоотблъскване и по-ниски стойности на сумарния индекс на еднопосочен транспорт се наблюдават при проба 2, с химичен състав от 100% памук.
3. Линейната плътност на преждите и сплитката на тъканта оказват влияние върху индекса на еднопосочен влаготранспорт.
4. И при двата вида материал пранетата оказват силно влияние върху ефекта на обработката, оценен чрез сумарния индекс на еднопосочен влаготранспорт. Независимо от това, дори след 25 пранета защитното покритие не е премахнато напълно. Сумарният индекс на еднопосочен влаготранспорт запазва нива от $400 - 500 \text{ mm}^2/\text{s}$.

Литература

1. Василева. В., Текстилна химия II, ХТМУ – София, 2012.
2. Панчев М., Възможности за придаване на водо- и маслоотблъскване на текстилни материали, XX^{-та} Научна конференция с международно участие ЕМФ' 2015, стр.250-254.
3. Панчев М., Г. Карамфилова, Оценка на ефекта от обработката на текстилни платове с наноразтвор от SiO₂. XXII^{-ра} Научна конференция с международно участие ЕМФ' 2017, стр.118-125.
4. Панчев М., Определяне на дълготрайността на обработката на текстилни платове с наноразтвор от SiO₂. след пране XXIII^{-та} Научна конференция с международно участие ЕМФ' 2018, стр. 377-384.
5. Кръстева Д., Изследване на преноса на вода в хавлиени тъкани с помощта на Moisture Management Tester. XVII^{-та} Научна конференция с международно участие ЕМФ' 2012, стр. 201-208.
6. www.nanopool.bg

гл. ас. д-р Михаил Панчев, ТУ-София, катедра „Текстилна техника“, тел. 02 965 38 80, e-mail: mpanchev@tu-sofia.bg