

Оценка на ефекта от обработката на текстилни платове с наноразтвор от SiO₂

Михаил Панчев, Габриела Карамфилова

В статията са представени резултатите от изследвания на текстилни платове, предназначени за работно облекло, преди и след контролирано нанасяне на различно количество емулсия от наноразтвор на SiO₂. Ефектът върху обработените материали е оценен чрез скоростта на омокряне, влагоразпространение, водо- и маслоотблъскване.

Ключови думи: наноразтвор, текстилно печатане, скорост на омокряне, влагоразпространение, водо- и маслоотблъскване

Evaluation of the effect caused by treatment of textile fabrics with a nanoparticle solution of SiO₂

Mihail Panchev, Gabriela Karamfilova

The paper presents results from a study on textile fabrics for working clothes before and after controlled dosing of nanoparticle emulsion of SiO₂. The effect is assessed by measuring the rate of wetting, the moisture management properties, and the water and oil repellence.

Keywords: nanoparticle solution, textile printing, rate of wetting, moisture management properties, water and oil repellence

Въведение

В страните от Европейския съюз действа директива, която налага правила за поддържане на реда и дисциплината, безопасните условия на труд, а също и удобството на служителите, които прекарват по-голяма част от времето си на работното място. Това в значителна степен може да се постигне и с въвеждането на униформено и/или работно облекло.

Към работното облекло се поставят изисквания както за неговата конструкция, форма и степен на прилягане, неговата естетика, актуалност и съответствие на модните тенденции, така и по отношение на неговата защитна функция, свързана със създаването на бариера към околната среда. То трябва да притежава свойства като водо- и маслоотблъскване, влагопренос и т.н.

В областта на специалните методи за облагородяване и апретиране все още стои проблемът за намаляване на степента на замърсяване, регулиране на хидрофобността и влагопреноса, както и придаването на свойства, които текстилните материали преди обработката не са притежавали, т. нар. функционализиране.

Класическият метод на обработка за намаляване степента на замърсяване се извършва с флуоркарбонови полимери от първо до трето поколение и флуоросъдържаща полимерна дисперсия. Като основен недостатък на конвенционалните флуоркарбонови полимери е ниската перманентност на постигнатия ефект и задължителната топлинна обработка след пране. Образованата в условията на термофиксиране плътна и с висока степен на подреденост структура от перфлуорни фрагменти в условията на пране се нарушава, което налага реорганизирането ѝ след сушене (процесът е известен като реактивиране) [1]. Друг недостатък на флуоркарбоновите полимери е, че при някои от тях е установена токсичност и те се акумулират в тъканите на растения, животни и хора. Затова през 2001 г. повечето фирми производители на флуоркарбонови полимери спират производството им.

С навлизането на нанотехнологиите, и особено прилагането им в текстилното облагородяване, стана възможно с нанасянето на един слой върху текстилните платове да се комбинират няколко специални обработки, които подобряват физико-химичните и физико-механични им свойства. Най-често се използват комбинации, които придават на платовете т. нар. "лотос ефект" на незамърсяемост, водо- и маслоотблъскване.

В повечето изследвания нанасянето на емулсия от наноразтвор се извършва ръчно по метода на напръскване [3,4] или чрез метода на пълно напояване. Когато се използва метода на пълно напояване, разходната норма за обработка се покачва, а от друга страна - обработеният плат има водо- и маслоотблъскващи свойства както от лицевата, така и от опаковата страна, което го прави неподходящ за изработването на облекла.

При ръчно нанасяне на емулсията от наноразтвор чрез метода на напръскване могат да възникнат проблеми, свързани с неравномерно му разпределение върху текстилния материал. Това налага да се търсят решения за контрол върху количеството нанесена емулсия.

Целта на настоящото изследване е да се установи възможността за използване на текстилен принтер за контролирано нанасяне на емулсия от 2% наноразтвор на SiO_2 за придаване на водо- и маслоотблъскване върху текстилни материали, предназначени за работно облекло.

За постигане на целта се поставят следните задачи:

- Да се подберат платове за работно облекло, с които да се проведе експеримента;
- Да се извърши контролирано нанасяне на наноразтвор върху избраните платове с текстилен принтер;
- Да се определи поведението на капките от субстанциите, включени в Tchibo test;
- Да се определи скоростта на омокряне и влагоразпространение на пробите;
- Да се анализират получените резултати.

Експериментална част

За провеждането на експеримента са избрани шест тъкани, използвани за работно облекло с различни сплитки, площни маси, гъстини и линейна плътност на основните и вътъчните нишки. Характеристиките на тъканите са представени в Табл. 1.

Таблица 1

Характеристики на изследваните тъкани

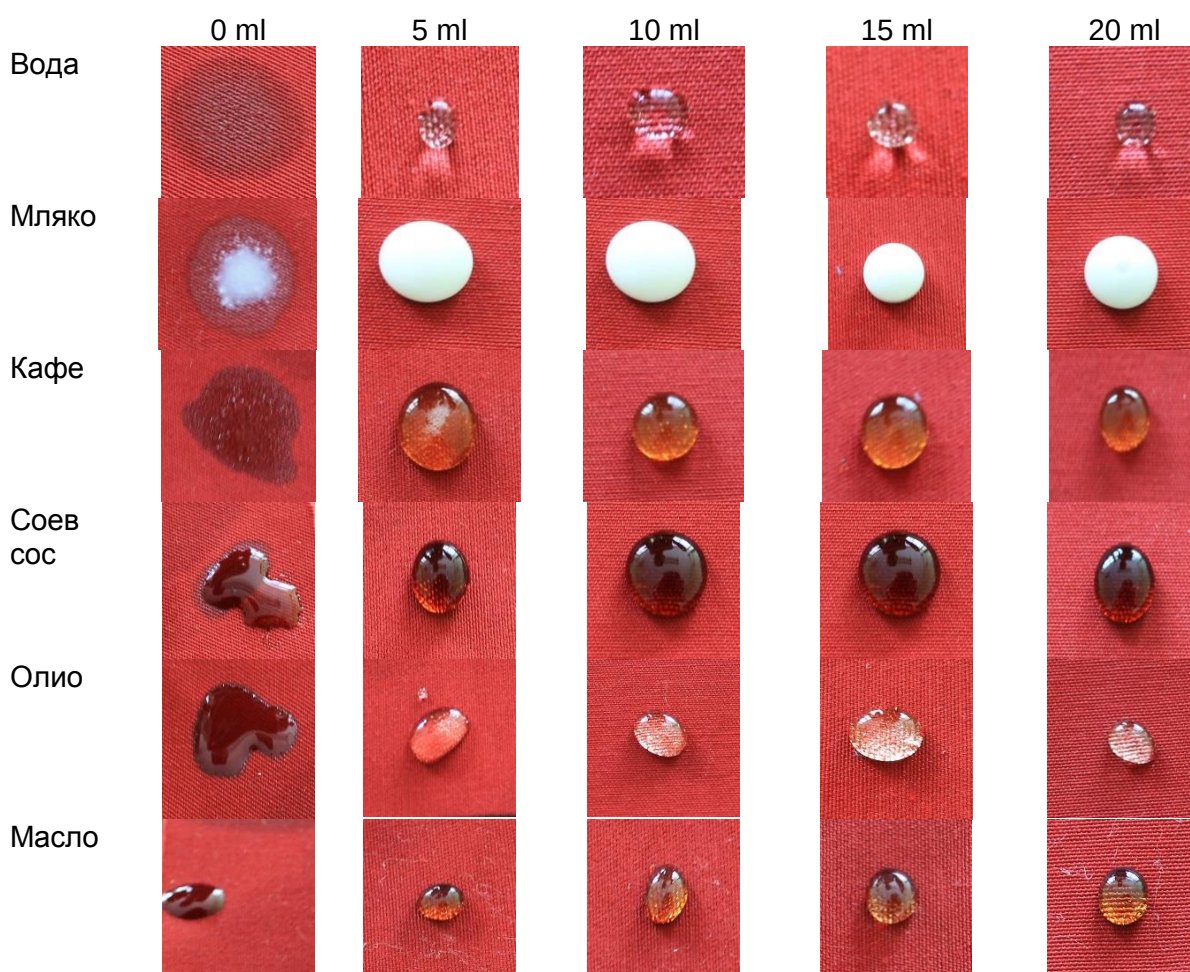
Материал	Площна маса, g/m^2	Гъстина, н./dm		Състав	Линейна плътност, tex		Сплитка
		Р _о	Р _в		Tt,о	Tt,в	
1. Бял	283	440	260	П/ПЕ 67/33	44	44	Кепър
2. Червен	219	460	270	П/ПЕ 67/33	28	28	Кепър
3. Зелен	200	480	220	П/ПЕ 67/33	28	28	Кепър
4. Син	220	320	250	П 100%	46	46	Лито
5. Светлолилав	234	760	260	П 100%	16	50	Панама
6. Тъмнолилав	174	480	360	П 100%	16	32	Кепър

Обработката на платовете за водо- и маслоотблъскване се извършва на принтер за печатане на текстилни изделия Texjet plus на фирма Polyprint. Емулсия от 2% наноразтвор на SiO_2 се зарежда в една от касетите за мастило. Управлението на принтера се извършва със специализиран софтуер. Програмата има опция да се регулира количеството на подаваното мастило (в нашия случай емулсия). Последователно се задава количеството наноразтвор, което отговаря на 5, 10, 15 и 20 ml/m^2 . След нанасяне на определеното количество емулсия платове се оставят да престоят 24 часа на стайна температура, за да

изсъхнат. Условията, при които е проведено сушенето, са: температура на въздуха – 26°C и относителна влажност - 60%.

Установяването на ефекта на водо- и маслоотблъскване се извършва чрез Tchibo test, при който се нанася капка от течности с различно повърхностно напрежение, като се използва вода, прясно мляко, горещо кафе, соев сос, слънчогледово олио и машинно масло.

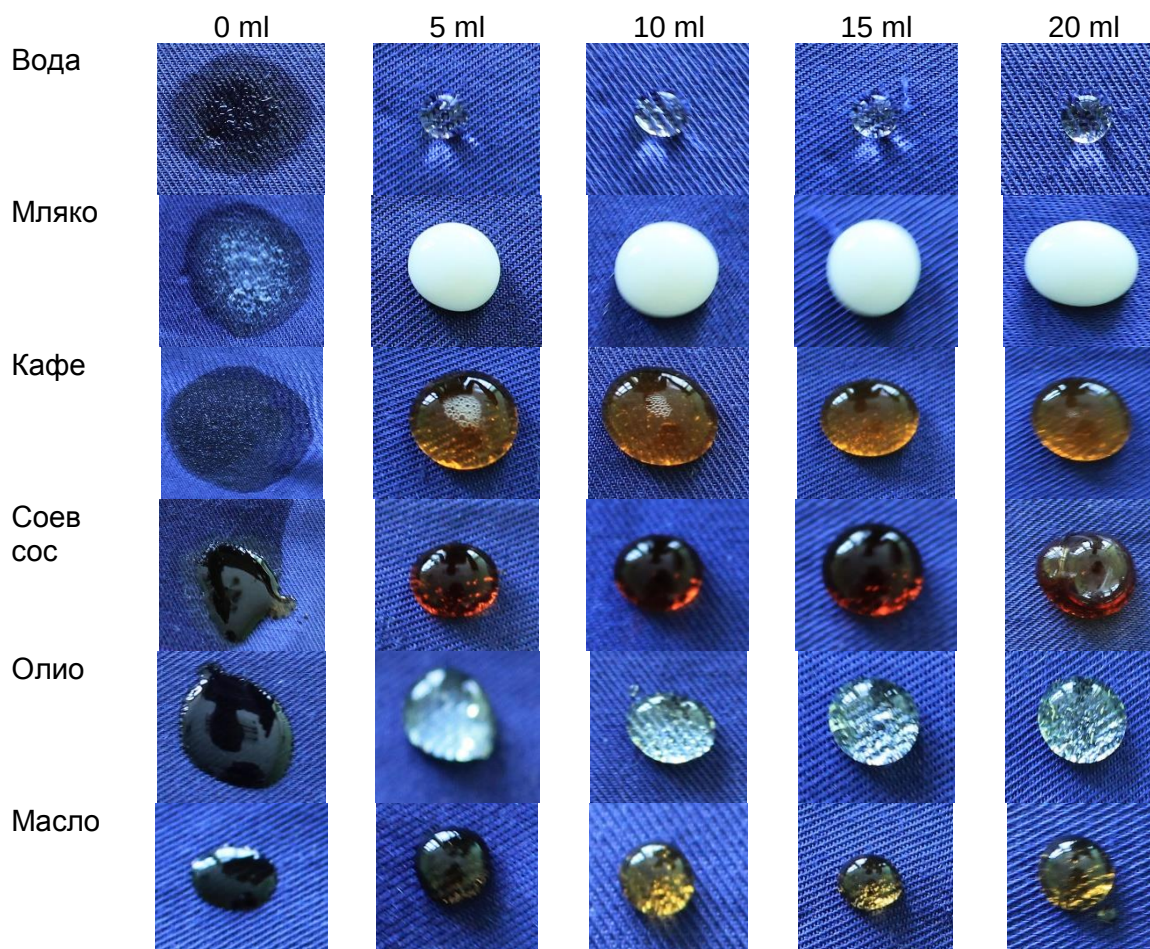
На Фиг. 1 и Фиг. 2 са представени резултатите за два от изследваните материали. Избрани са материали с различен химичен състав. Поведението на другите материали е идентично. Независимо от количеството нанесено емулсия и вида на материала (П/ПЕ или П), капката се оформя като „перла“. Това дава основание да се приеме, че желаният ефект е постигнат.



Фиг. 1 Поведение на капките от субстанциите, включени в Tchibo test, при състав на плата П/ПЕ 67/33

Чрез използването на контролирано нанасяне на емулсията с помощта на текстилен принтер се постига намаляване на разходната норма до 5 ml/m², което е десет пъти по-малко от заложената от производителя норма за ръчно напръскване от 50 ml/m².

За допълнителна оценка на ефективността на обработката са определени скоростта на омокряне и влагоразпространение с помощта на уред ММТ [2]. За целта от всеки вид материал се приготвят по три проби с размери 8 x 8 cm и различно количество на нанесената емулсия.



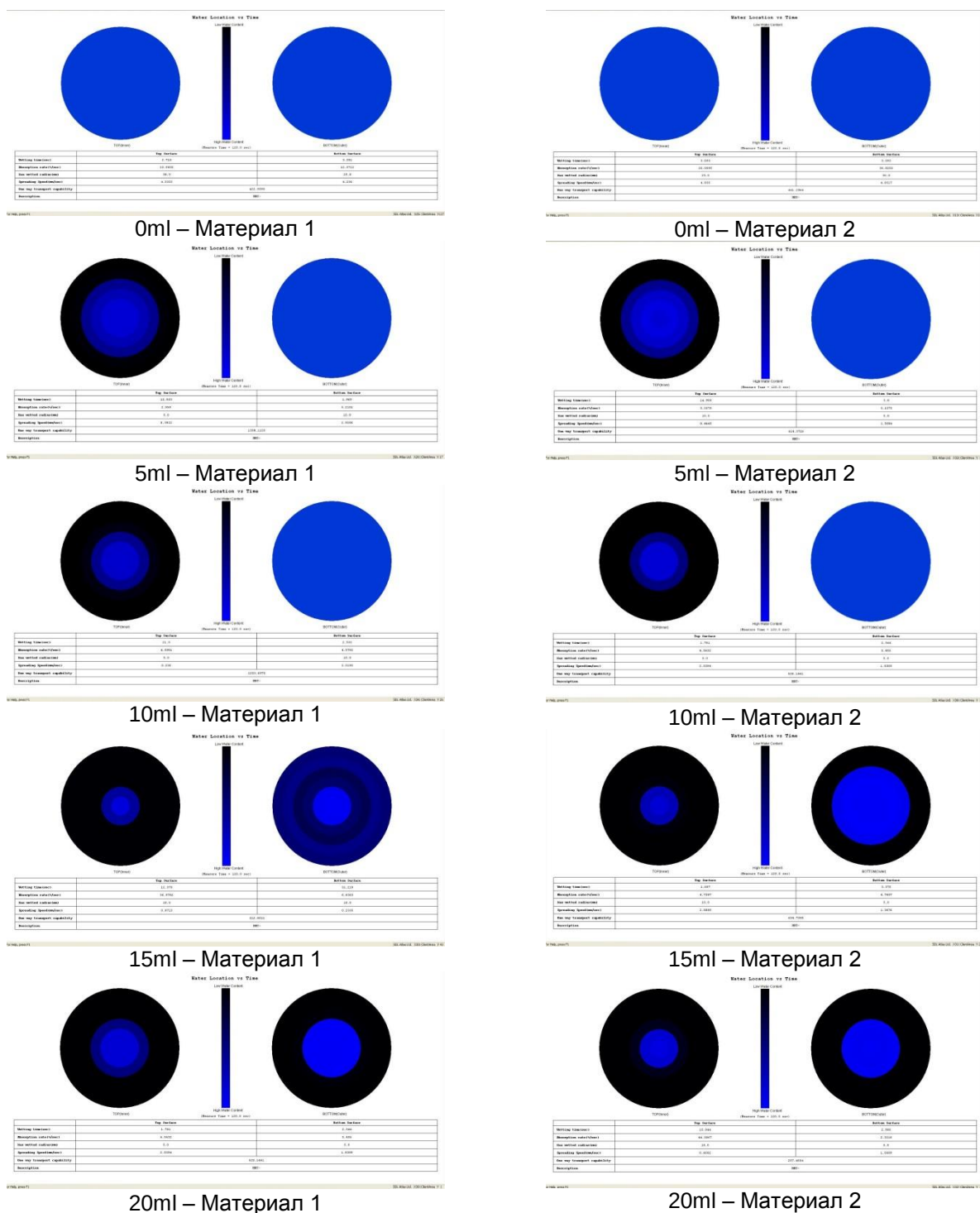
Фиг. 2 Поведение на капките от субстанциите, включени в Tchibo test, при състав на плата 100% П

На Фиг. 3 са представени резултатите за радиуса на омокряне на същите два плата, за които е направен Tchibo test. Вляво на всяка фигура са представени резултатите за омокрянето на горната повърхност (върху която е извършено накапването), а вдясно – на долната повърхност (след преминаването на водата през структурата на тъканата).

Ясно се вижда, че при необработените проби радиусът на омокряне е много голям – на практика е омокрена цялата измервателна площ. С увеличаване на количеството нанесен разтвор радиусът на омокряне намалява. Тенденцията е по-силно изразена за горната повърхност. Радиусът на омокряне на долната повърхност започва да намалява рязко при количество на нанесения разтвор над 10 ml/m^2 . Причината е преминаването на определена част от емулсията през тъканта, достигайки до опаковата страна.

Характеристиките за скорост на омокряне и влагопренос за шестте изследвани тъкани са обобщени в Табл. 2÷5.

Вижда се, че времето да омокряне на горната повърхност WTT рязко се увеличава с нарастване на количеството нанесена емулсия, като при необработените проби средното време за омокряне на 6-те проби е 2,6 s а при обработка с 20 ml/m^2 достига 59 s, т.е. нараства средно 20 пъти. Този факт доказва отново ефективността на проведената обработка (Фиг.4). Подобна тенденция се наблюдава и за долната повърхност – от 3,6 s времето за омокряне WTB нараства до 54 s. Получените резултати потвърждават изводите, направени за изменението на радиуса на омокряне, а именно, че при нанасяне на повече от 10 ml/m^2 се получава преминаване на емулсията от другата страна на плата, съпроводено с получаване на водоотблъскващ ефект и върху опаковата повърхност.



Фиг. 3 Определяне на радиуса на омокряне

Потвърждение на получения ефект се получава и от измерените стойности на скоростта на влагоразпространение на горната TAR и долната BAR повърхност. С увеличаване на количеството нанесен разтвор скоростта намалява – първоначално за горната, а над 10 ml/m² - и за долната повърхност.

По-голямото количество нанесена емулсия води и до значимо намаляване на влагопреносните свойства на тъканите, като при необработени тъкани обобщеният индекс на влаготранспорт има стойност 0,6, а при обработени с 20 ml/m^2 е два пъти по-малък (0,3).

На Фиг. 4 е представено изменението на времето за омокряне на горната повърхност на плата при различно количество нанесен наноразтвор.

Таблица 2

Средни стойности на характеристиките на тридименсионален пренос на вода при 0 ml/m^2

проба	WTT (s)	WTB (s)	TAR (%/s)	BAR (%/s)	TWRRadius (mm)	BWRRadius (mm)	TSS (mm/s)	BSS (mm/s)	R (%)	OMMC (-)
1	2,81	3,09	14,83	13,32	29,51	25,89	5,33	5,07	311,25	0,61
2	3,09	3,09	16,09	12,36	26,98	29,65	4,83	4,85	318,72	0,62
3	2,81	3,20	18,55	13,42	27,11	30	5,16	5,21	300,58	0,64
4	2,87	7,15	18,09	12,45	28,33	22,66	5,63	3,81	289,94	0,59
5	2,51	2,79	17,65	12,58	27,96	27,13	5,45	3,84	312,57	0,47
6	1,59	1,94	16,33	13,84	28,53	29,47	4,29	2,72	297,45	0,59

Таблица 3

Средни стойности на характеристиките на тридименсионален пренос на вода при 5 ml/m^2

проба	WTT (s)	WTB (s)	TAR (%/s)	BAR (%/s)	TWRRadius (mm)	BWRRadius (mm)	TSS (mm/s)	BSS (mm/s)	R (%)	OMMC (-)
1	14,34	2,96	4,85	13,50	10,21	28,54	0,74	5,56	498,54	0,51
2	15,26	2,532	4,59	14,57	5,58	23,69	0,83	6,01	453,63	0,58
3	13,06	2,437	3,00	13,25	5,69	27,54	0,79	5,83	367,14	0,57
4	10,56	2,36	2,98	12,58	8,57	26,54	0,87	5,87	474,52	0,69
5	9,79	3,14	3,58	13,69	9,47	27,89	0,91	6,01	499,25	0,72
6	11,12	2,73	4,18	17,25	5,69	26,51	0,84	7,04	301,07	0,84

Таблица 4

Средни стойности на характеристиките на тридименсионален пренос на вода при 10 ml/m^2

проба	WTT (s)	WTB (s)	TAR (%/s)	BAR (%/s)	TWRRadius (mm)	BWRRadius (mm)	TSS (mm/s)	BSS (mm/s)	R (%)	OMMC (-)
1	24,28	3,33	5,82	14,47	5,14	29,29	0,33	6,23	316,59	0,5
2	24,81	3,19	9,63	13,59	3,74	28,74	0,51	5,12	414,344	0,6
3	22,71	3,56	5,80	15,04	5,92	27,28	0,72	5,24	317,25	0,56
4	22,57	4,25	6,58	14,73	4,67	29,45	0,89	4,54	318,56	0,68
5	23,96	3,14	7,24	14,54	5,18	28,94	0,69	5,36	219,21	0,72
6	24,58	3,87	8,19	13,97	6,09	29,31	0,73	4,98	217,56	0,59

Таблица 5

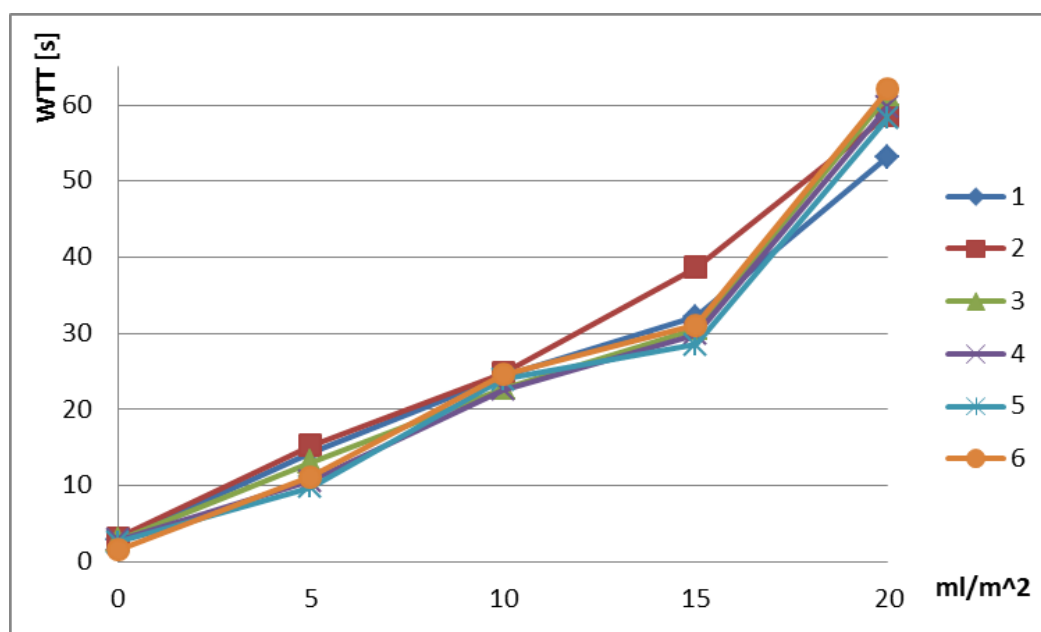
Средни стойности на характеристиките на тридименсионален пренос на вода при 15 ml/m²

проба	WTT (s)	WTB (s)	TAR (%/s)	BAR (%/s)	TWRadiu (mm)	BWRadiu (mm)	TSS (mm/s)	BSS (mm/s)	R (%)	OMMC (-)
1	32,15	34,78	4,91	3,01	5,31	10,24	0,24	0,14	544,64	0,41
2	38,65	37,68	5,98	3,95	5,23	9,74	0,26	0,64	694,38	0,32
3	30,62	32,2	5,72	3,14	4,69	10,51	0,24	0,32	588,47	0,41
4	29,87	35,84	4,52	3,87	5,14	11,54	0,21	0,26	601,85	0,32
5	28,53	33,65	4,87	3,14	4,98	12,09	0,47	0,54	625,31	0,33
6	31,08	30,87	4,92	3,22	5,74	11,12	0,32	0,25	684,12	0,34

Таблица 6

Средни стойности на характеристиките на тридименсионален пренос на вода при 20 ml

проба	WTT (s)	WTB (s)	TAR (%/s)	BAR (%/s)	TWRadiu (mm)	BWRadiu (mm)	TSS (mm/s)	BSS (mm/s)	R (%)	OMMC (-)
1	53,18	54,87	3,91	3,5201	3,53	5,32	0,14	0,11	944,44	0,31
2	58,65	57,68	4,98	3,05	4,63	4,57	0,16	0,34	894,88	0,42
3	61,35	62,25	4,72	3,34	2,99	5,65	0,14	0,22	888,37	0,31
4	59,78	55,48	3,52	3,47	3,54	5,75	0,11	0,16	901,65	0,22
5	58,35	63,56	3,87	3,54	5,38	6, 59	0,27	0,24	925,91	0,23
6	62,08	31,78	3,92	3,42	3,84	5,72	0,12	0,15	984,82	0,34



Фиг. 4 Изменение на времето за омокряне на горната повърхност на плата при различно количество нанесен наноразтвор

Изводи

От проведените експериментални изследвания могат да се направят следните изводи:

1. За нанасяне на емулсия от наноразтвор на SiO_2 може да бъде използван текстилен принтер. Това позволява прецизно нанасяне и дозиране на количеството емулсия.
2. С използването на текстилен принтер се намалява разходът на емулсия от 50 ml/m^2 до 5 ml/m^2 , като се запазва ефектът на водо- и маслоотблъскване.
3. За работни облекла се препоръчва количеството нанесена емулсия да е в границите $5\div 10 \text{ ml/m}^2$, тъй като се получава задоволителен резултат по отношение на водо- и маслоотблъскващите свойства, без ефектът да се проявява и върху опаковата страна, която контактува с кожата на работника.
4. Чрез намаляване на разходната норма се намалява и себестойността на проведената обработка, като в зависимост от количеството нанесена емулсия тя варира от 0,50 до 2 лв./ m^2 , съотв. при количество нанесен разтвор 5 ml/m^2 и 20 ml/m^2 .

Литература

1. Василева, В., Багрила и текстилни спомагателни средства, ХТМУ, София, 2002.
2. Кръстева, Д., Текстилни изпитвания и анализ, ТУ-София, С., 2012.
3. Незнакова М., И. Рахнев, Придаване на ефект на намалена замърсяемост на тъкани „Деним“, предназначени за работно облекло, Текстил и облекло, 9, 2011, стр. 251-257.
4. Незнакова М., Придаване на специални свойства на площни изделия от 100% вълна, Текстил и облекло, 12, 2010, стр. 350-355.

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

Габриела Карамфилова, студент в ТУ-София, катедра „Текстилна техника“, e-mail: g.karamfilova@gmail.com