

НАНОРАЗМЕРНИ ЧАСТИЦИ ОТЛОЖЕНИ ВЪРХУ АРАМИДНИ ВЛАКНА

Петя Генчева

Минно-геоложки университет „Св. Ив. Рилски“, София 1700, Студентки град, p.gench@gmail.com

РЕЗЮМЕ. Изследвана е негорима тъкан на основата на арамид, подходяща за защитна екипировка на работещите в минно-добивното дело. Системата от арамидни влакна е подходяща защита при високи температури, разтопен метал и механични натоварвания. Апретурната обработка с нано-размерен силициев диоксид се прилага с цел подобряване на физико-механичните характеристики на тъканта. Направено е изпитване за здравина съгласно методика към стандарт БДС EU ISO 13934 1: 2013. Сканираща електронна микроскопия, установява наличие на отложени нано размерни силициеви частици върху арамидните влакна.

Ключови думи: наноемулсии, силициев диоксид, арамидни влакна

NANOSIZED PARTICLES APPLY TO ARAMID FIBERS

Petia Gencheva

University of Mining and Geology, Sofia 1700, Student Town, Bulgaria, p.gench@gmail.com

ABSTRACT. Examined non-flammable fabrics based on aramid suitable protective equipment for workers in the mining case. The system of aramid fibers is adequate protection at high temperatures, molten metal and mechanical loads. Finish treatment with the nano-emulsion based on silicon dioxide is applied in order to improve the physical and mechanical characteristics of the fabric. Testing is made for incombustibility, and strength is performed according to BDS EU ISO 13934 1: 2013. Scanning electron microscopy, detected nano-sized silicon particles on aramid fibers.

Keywords: nanoemulsions, silica, aramid fibers

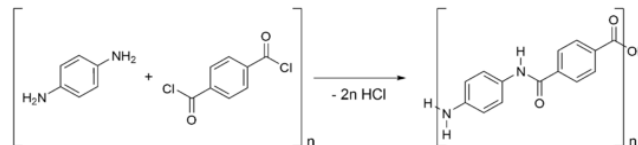
Въведение

Необходимостта от олекотени, качествени дрехи и екипировка с добри защитни и експлоатационни свойства за работещите в миннодобивната индустрия, налага въвеждането на високотехнологични науки каквито са нанотехнологиите (Vissokov, 2003). Чрез управление на материята на нанониво могат да се модифицират и създадат нови свойства (Slavova, A., и др. 2009).

Внедряването на нанотехнологиите е с цел да се подобрят показатели като механичната здравина, устойчивост на изтриване, стареене, химични реагенти, водоустойчивост, парапропускливост, негоримост и др. Материал подходящ за изработване на олекотени защитни облекла е тъкан на основата на арамидни влакна с тривиалното название (Kevlar). Kevlar е синтезиран е от разтвор на мономерите 1,4-фенилен-диамин (пара-фенилдиамин) и терефталойл хлорид фиг. 1.

Открит е по случайност в лабораторията на фирмата „DuPont“ от американска химичка от полски произход Стефани Кволек през 1964-65 г. Постепенно, технологията на производство на кевлар търпи развитие през 1965 г., а в началото на 1970 г. започва търговското производство на

материала. Той е патентован през 1974 г. и понастоящем има много широко приложение в различни сфери.



Фиг. 1. Kevlar синтезиран в разтвор от мономерите 1,4-фенилен-диамин (пара-фенилдиамин) и терефталойл хлорид.

Финишната обработка на текстилните материали позволява придаване на нови свойства на материята в последния стадии на обработване. Импрегнирането на различни тъкани и нетъкани текстилни структури, при което се използват различни свързващи вещества за производство на материали с различни характеристики. Съвременната химическа промишленост предлага широка гама от продукти за свързване - фенолформалдехидни, меламинаформалдехидни, епоксидни, каучукови и други еластомери, осигуряващи добра адхезия и здравина. Те могат да бъдат както реактопласти, така и термопласти.

Техническите характеристики на композиционните материали се определят, освен от текстилната съставляваща, но

до голяма степен и от свързващото вещество. В повечето случай това е смес от полимерни продукти и смоли, осигуряващи специфични свойства, като динамична остатъчна деформация, здравина, гъвкавост, балистична устойчивост и т.н. в зависимост от предявените изисквания към крайния продукт.

В настоящия труд е използвана материя на основата на арамидни влакна, която е ипрегнирана с разтвор на поливинил алкохол и наноразмерни частици от силициев диоксид. Свърхмалкият размер на частиците и омрежаващата способност на импрегниращия материал водят до уякчаване на текстила и прецизно внедряване на наочастиците в арамидната матрица.

Резултати и обсъждане

Обработване на арамидна тъкан с наноемулсия

Използваната арамидна тъкан тип "Style 363", с площ на маса 180 g/m², здравина на нишка 200 cN/tex, гъстина 120/120 нишки/см. Материята е импрегнирана с два различни по състав разтвора, с цел да се проследи влиянието върху здравината и промяната на теглото.

Образците са разделени в две групи, като едната е обработена с 10 % воден разтвор на поливинил алкохол (PVA) и 10 мас. ч. % CH₃COOH, с цел ацетилиране на поливинил алкохола. Втората група проби са обработени с разтвори на 10 мас. ч. % воден разтвор на поливинил алкохол (PVA) и 10 мас. ч. % CH₃COOH и 1g SiO₂, с размер на частиците Dpart=18nm Scn=210m²/g.

Добавянето на ледена оцетна киселина е с цел подпомагане на омрежаването и придаване на еластичност на материята. Приготвените разтвори се нанасят на повърхността на образци от тъканта "Style 363", по метода на класическата мокра апретура. Течността и наличните в един от разтворите наноразмерни частици проникват, между влакната и успява да изпълни микрокухините на материята, изсушаването е при стайна температура.

Изпитване за здравината

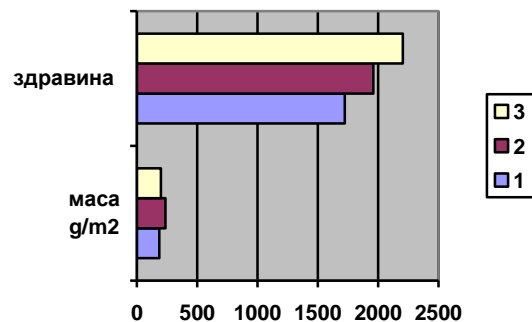
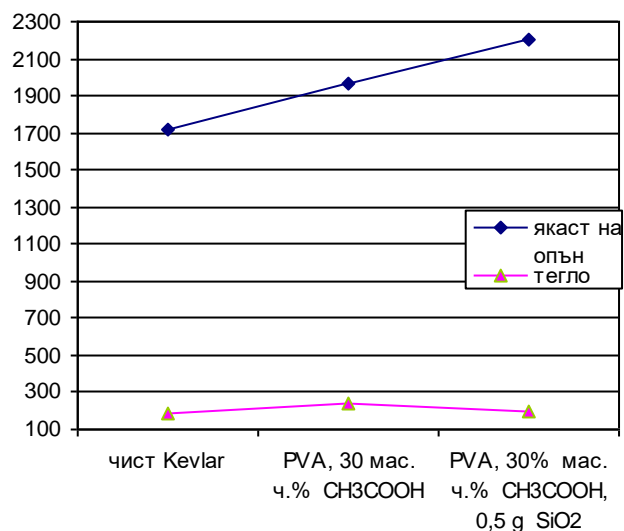
Механичните изпитвания за сила и разтегливост при опън (по основа и вътък) бяха проведени чрез динамометър WPM „Шопер“, в съответствие утвърдена методика към стандарт БДС EN ISO 13934-1. "Текстил. Свойства при опън на платове. Част 1: Определяне на максималната сила и разтегливост при максимална сила чрез използване на STRIP метод", а измерване на масата е съгласно БДС EN 12127 "Текстил. Платове. Определяне масата на единица площ, чрез използване на малки проби". Резултатите от изпитванията за описани в Таблица 1,

Таблица 1

Физико-механични и показатели на арамидните материали

Номер на изследването	Варианти композиционни материали	Якост на опън, [N]	Маса, [g/m ²]
1	Чист Kevlar	1723	187,5
2	PVA, 10 мас. ч.% CH ₃ COOH	1961	238
3	PVA, 10% мас. ч.% CH ₃ COOH, 0,5 g SiO ₂	2206	199

Графичната закономерност между здравината и масата на изпитваните образци е предствена на фигура 2.



Фиг. 2. Графично представяне на зависимостта на силата при опън (N) от теглата на арамидни влакна, отбработени с различни по състав разтвори.

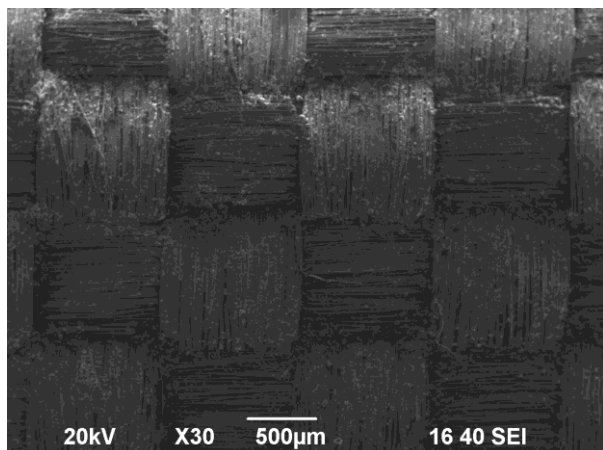
Физико-механичните изпитвания доказват, че импрегнирането на кевлара с двата разтвора, повишава здравината на материята, като материята обработена с наноразмерни силициеви частици е с най-висока здравина и същевременно се наблюдава понижаване на масата.

Изпитвания за паропропускливост

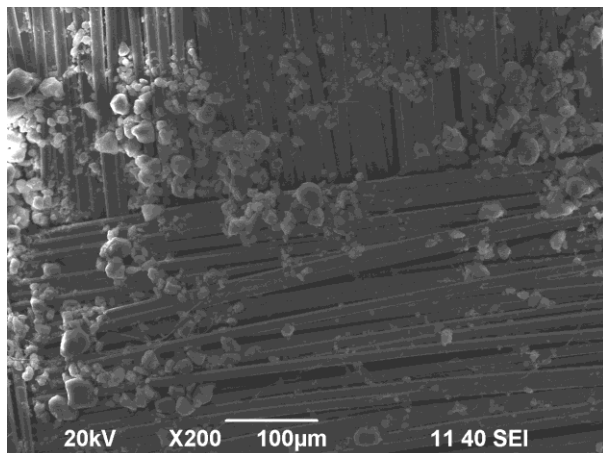
Паропропускливостта се изпитва съгласно утвърдена методика за изпитване по стандарт БДС 6783 т.8. "Кожа изкуствена на текстилна основа." Отчетените стойности за необработен Kevlar изследван за паропропускливост е $p=7,8\text{mg}/\text{cm}^2\text{h}$, Kevlar обработен с 10 % разтвор на поливинил алкохол 10 ml CH_3COOH и 1g SiO_2 отчетената стойност за паропропускливостта е $p=3,3\text{mg}/\text{cm}^2\text{h}$.

Морфологията и елементния състав

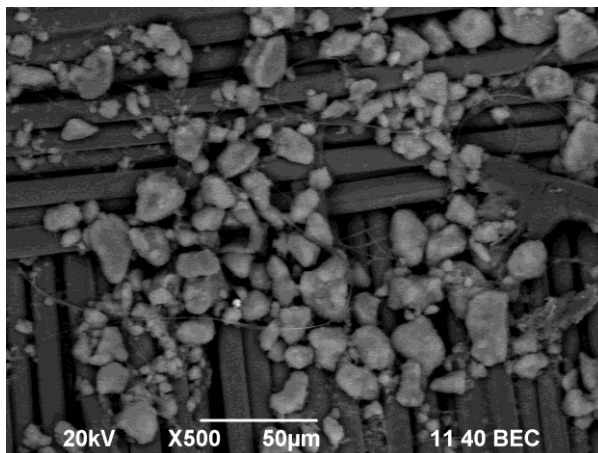
Морфологията и елементния състав на образците третиран с нано емулсия са изследвани с помощта на сканираща електронна микроскопия и рентенов енергийно-дисперсивен елементен анализ (сканиращ електронен микроскоп JEOL JSM 6390 и INCA Oxford твърдотелен детектор за характеристично рентгеново лъчение). Използвани са изображения получени във вторични електрони (морфология на отложените частици и дебелина на нишките). На фиг.3 е представено изображение в обратно разсеяни електрони, което е полуколичествен анализ, на който отложените частици се виждат като по-светли обекти. Наблюдава се високо съдържание на въглерод (C), уловени са и известни количества кислород, азот и значителни количества силици. Така детектираните елементи доказват отложени нано частици на повърхността на арамидните влакна.



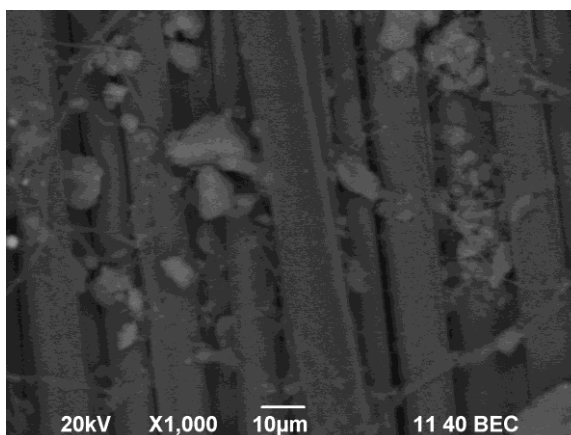
Фиг. 3. Сканираща електронна микроскопия на образец от Kevlar с отложен частици от SiO_2 при увеличение $\times 30$ и $500\ \mu\text{m}$



Фиг. 4. Сканираща електронна микроскопия на образец от Kevlar с отложен върху него нано размерни частици от SiO_2 при увеличение $\times 200$ и $100\ \mu\text{m}$



Фиг. 5. Сканираща електронна микроскопия на образец от Kevlar с отложен върху него нано размерни частици от SiO_2 при увеличение $\times 500$ и $50\ \mu\text{m}$



Фиг. 6. Сканираща електронна микроскопия на образец от Kevlar с отложен върху него нано размерни частици от SiO_2 при увеличение $\times 1000$ и $10\ \mu\text{m}$

На фигури 3,4,5 и 6 ясно се виждат (като светли обекти) отложени в клъстелни групи силициеви частици, омержени от импрегниращия разтвор. Наблюдава се промяна в морфологията на влакната, като импрегнираната тъкан е с изразена плътност и гладкост на влакната в сравнение с необработената материя, което доказва образуването на непрекъснат филм, проникнал в микропукнатините на арамидните влакна.

Изводи

В резултат на проведените експерименти и получени резултати, могат да се направят следните изводи:

- Нанасянето на покритие от поливинил алкохол образува устойчив филм върху арамидните влакна, което е свързано с изглаждане на структурата, чрез изпълване на микропукнатините на материята, същевременно материята придобива повишена здравина в сравнение с необработения материал.

- Импрегнирането на арамидната тъкан с разтвор на поливинил алкохол съдържащ наноразмерен силициев диоксид повишава с приблизително 20% здравината на материята,

като същевременно се понижава теглото, което спомага за цялостно олекотяване на защитното облекло.

- Проведените изпитвания за паропропускливост, доказват, че импрегнирания материал притежава сравнително добра дишаемост и паропропускливост в сравнение с необработения кевлар.

Така импрегнираната кевларена матрица е подходяща за конструиране на защитна екипировка на работещите в минна подложени на върхови натоварвания.

Литература

Vissokov, G., Nanoscience and nanotechnology research directions in Chemical Industries, Bulgarian Chemistry and Industry, 2003, 74, 1, p. 1-14.

Slavova, A., Chr. Karagyozov, J. Ulrich, B. Bogdanov, 2009, Synthesis of Nano-sized Nickel Particles in Reverse Microemulsion System, and Their Use for Preparation of Partially Nano-structured Catalyst Systems, International Review of Chemical Engineering, 1, 4, p. 324 -328.

<http://www.dupont.com/products-and-services/fabrics-fibers-nonwovens/fibers/brands/kevlar.html>

Статията е препоръчана за публикуване от кат. "Химия".