

МИНИСТЕРСТВО НА ОТБРАНАТА НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

**Многокомпонентни нанокompозити  
за индивидуалния защитен пакет  
на съвременния войник**

*Стадий И - ВС 2.03:1982. Договор УД-12-35/2005 г.*

**ТТЗ I “Многофункционална тъкан на база  
нанокompозити”**

**ТТЗ II “Индивидуално устройство за пиене на вода на  
основа нанокатализатор”**

**ХИМИКОТЕХНОЛОГИЧЕН И МЕТАЛУРГИЧЕН УНИВЕРСИТЕТ**

**ЦЛ “НАТО-ТЕХНОЛОГИИ ЗА ОТБРАНАТА”**



## **ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКО ЗАДАНИЕ I:**

*“МНОГОФУНКЦИОНАЛНА ТЪКАН  
НА БАЗА НАНОКОМПОЗИТИ”*

Стадий “Идеен проект”

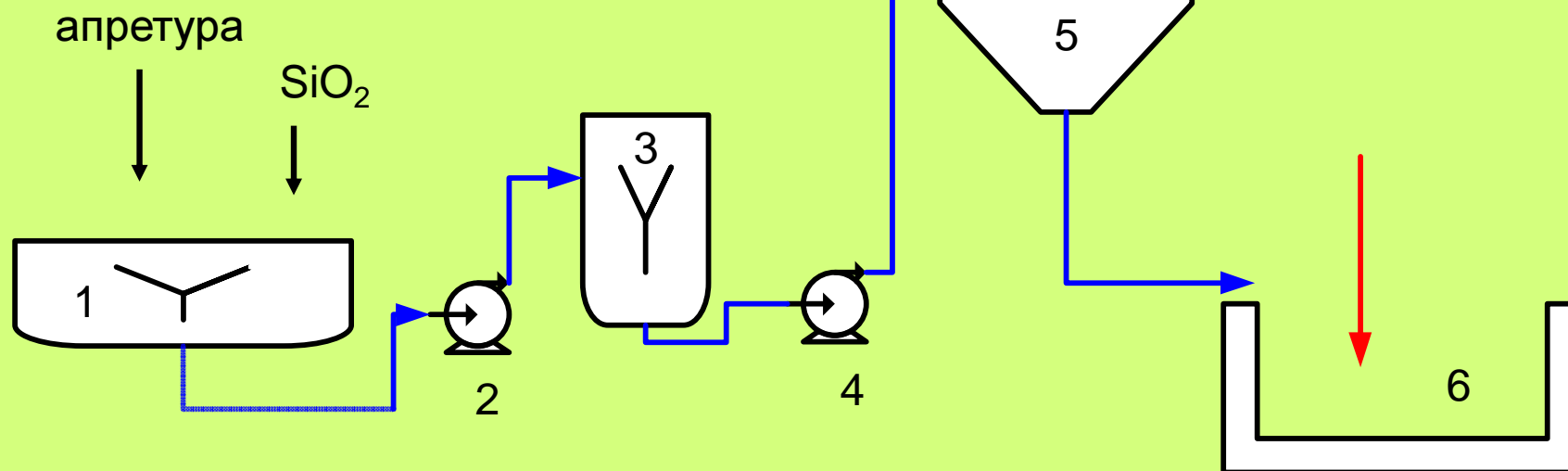
## **Възможности за реализиране на нанокompозитите в технологичния процес**



Внедряването на нанокompозити в тъканите позволява да се подобрят редица техни физико-механични свойства: здравина на късане, якост на опън, устойчивост на претриване, хидрофобиране (водоотблъскване), свиваемост при пране и др.

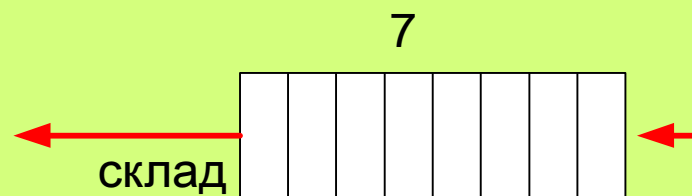
Експериментирани и анализирани бяха възможностите за внедряване на нанокompозитите в различните етапи на технологичния процес в производството на плата: багрене на грунд, багрене, термозолиране и хидрофобиране.

Най-удачно в технологично отношение е внасянето на нанокompозитите при хидрофобизирането на плата чрез апретурната смес, чието нанасяне е заключителната технологична операция. С това решение се удовлетворяват изискванията на ТТЗ.

# СХЕМА НА ТЕХНОЛОГИЧНОТО ОБОРУДВАНЕ



- Ултразвукова вана (1)
- Зъбни помпи (2, 4)
- Смесителен съд (3)
- Напорен съд (5)
- Вана на машината за апретиране (6)
- Машина за фиксиране (7)
- Апретура 
- Плат за раници 





**Експерименти с различни апретиращи състави.**

***Състав на избраната апретура:***

- Емулсия на база мастна модифицирана смола 60.0 ml
- Флуоркарбонова смола 60.0 ml
- Полиуретанова емулсия 15.0 ml
- Аминохидрохлорид 9.0 ml
- Меламинформалдехид 8.3 ml
- Мокрител 5.0 ml
- $\text{CH}_3\text{COOH}$  (оцетна киселина) 1.0 ml

## Нанодисперсни материали

Изследванията показваха, че най-добри резултати се получават при внедряването на наночастици от силициев нитрид ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) и силициев оксид ( $\text{SiO}_2$ ).

### **Силициев нитрид $\text{Si}_3\text{N}_4$ :**

- Смес на  $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$  и  $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$  със специфичната повърхност от 90 до  $250 \text{ m}^2/\text{g}$

Електронно-микроскопският анализ показва размер на частиците в интервала 10 - 60 nm.

### **Силициев диоксид ( $\text{SiO}_2$ ).**

- Специфичната повърхност от 100 до  $400 \text{ m}^2/\text{g}$

Електронно-микроскопският анализ показва размер на частиците в интервала 10 - 80 nm.

# Плат за раници “Alme 3”

<b>СЪСТАВ:</b>	<b><u>Основа:</u> 33% памук, 67% полиестер</b>
	<b><u>Вътък:</u> 33% памук, 67% полиестер</b>
<b>ТЕКСТИЛ:</b>	<b><u>Основа:</u> 65 x 2</b>
	<b><u>Вътък:</u> 65 x 2</b>
<b>ПЛЪТНОСТ:</b>	<b><u>Основа:</u> 162</b>
	<b><u>Вътък:</u> 114</b>
<b>ШИРИНА:</b>	<b>150 cm</b>
<b>ТЕГЛО:</b>	<b>430 g/m<sup>2</sup></b>

# Технологична процедура

- Хомогенизиране на апретурната смес;
- Регулиране на рН в интервала от 4 до 5 (оцетната киселина);
- Внасяне в апретурата на 0.5 % (тегловни) от един от двата нанокompозита;
- Хомогенизиране на суспензията с ултразвук (в ултразвукова вана) в продължение на 1 час;
- Потапяне на пробата в суспензията (30 секунди);
- Изцеждане и валиране (гумени валци);
- Сушене при 120 °С (2 минути).
- Фиксиране на апретурата (180 °С, 1 минута).



## Сравнение на параметрите, зададени по ТТЗ с получените на двете серии опитни образци ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ (54N) и $\text{SiO}_2$ (54O))

№	Параметър	Дименсия	ТТЗ	$\text{N}_4\text{Si}_3$ (54N)	$\text{SiO}_2$ (54O)	Стандарт
1	Якост/Здравина на опън (основа)	(N)	1950	2240	2220	ISO 13934:2002
2	Якост/Здравина на опън (вътък)	(N)	1450	1550	1590	ISO 13934:2002
3	Устойчивост на протриване	Загуба в тегло (%)	1.33	0,63	0,31	БДС 9588-82
4	Маса на обработения материал	(g/m <sup>2</sup> )	380(400) повишение ≤ 5%	450(453) повишение 2,75 %	450(454) повишение 0,83 %	EN 12127:2000
5	Хидрофобиране (водоотблъскване)	m H <sub>2</sub> O- стълб	150	210	210	EN 20811:1996
6	Свиваемост при пране- 60 °C (основа)	(%)	≤ 3	0	0	ISO 6330:2002
7	Свиваемост при пране 60 °C (вътък)	(%)	≤ 2	2	0,2	ISO 6330:2002

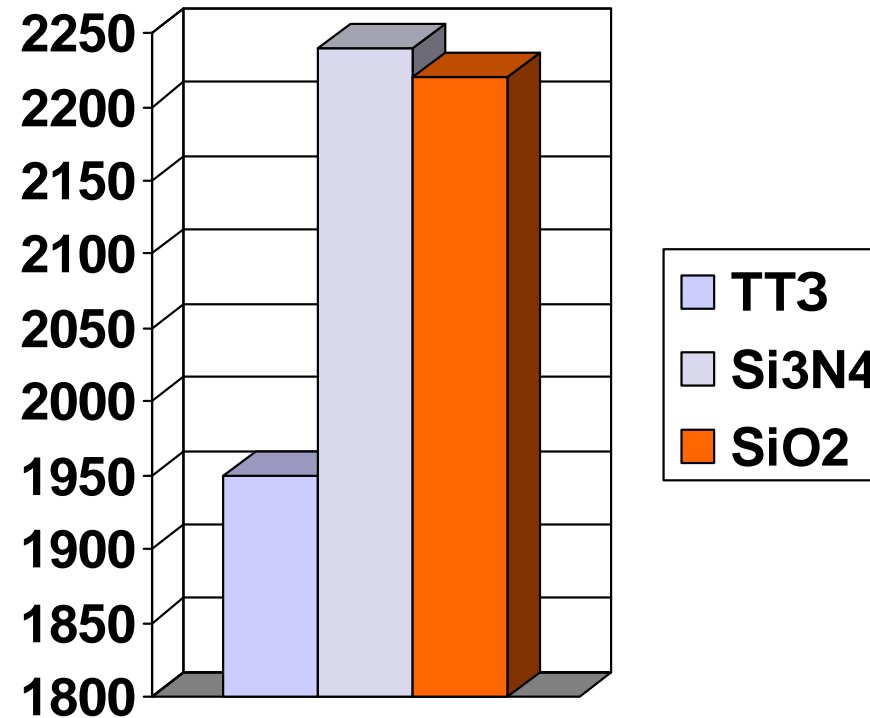
№	Параметър	Дименсия	ТТЗ	$N_4Si_3$ (54N)	$SiO_2$ (54O)	Стандарт
8	Защитна мощност по капки, аерозоли, пари, БОВ	(min)	30	Не са получени все още резултати	Не са получени все още резултати	
9	Изисквания за негоримост		Изходният плат гори	Изходният плат гори	Изходния плат гори	Европейска норма <i>ISO 6941:2000</i>
10	Цветови характеристики		Да не променят цветовите характеристики	цветовите характеристики не се променят	цветовите характеристики не се променят	
1-A	Здравина на Късане/ Раздиране (основа)	(N)	100	220	111	<i>EN 13934-1:1996</i>
2-A	Здравина на Късане/Раздиране (вътък)	(N)	90	155	109	<i>EN 13934-1:1996</i>

## Корекции на изписването на стандартите в отчета

<b>Параметър:</b>	<b>ТТЗ:</b>	<b>Отчет (текст/таблици ):</b>	<b>ще се поправи на:</b>
<b>Здравина на опън</b>	БДС EN ISO 13934-1 : 2002	ISO 13934	БДС EN ISO 13934-1 : 2002
<b>Устойчивост на протриване (по метода на Martindale)</b>	БДС EN ISO 12947-2 (образци 1000/500 mm) , които не не могат да бъдат изработени в полупромишлени условия)	БДС 9588-82 (използван е този метод защото изисква значително по- малки образци)	БДС EN ISO 12947- 2:2002
<b>Хидрофобира не</b>	БДС EN ISO 20811 : 1996	EN 20811 : 1996	БДС EN ISO 20811 : 1996
<b>Негоримост</b>	БДС EN ISO 6941 : 2000	ISO 6941 : 2000	БДС EN ISO 6941 : 2000
<b>Здравина на късане</b>	Няма такава изискване	EN13934-1: 1996	БДС EN ISO 13934-1 : 2002
<b>Свиваемост при пране</b>	Не е посочен стандарт	ISO 6330 : 2002	БДС EN ISO 6330 : 2003
<b>Маса на обработения материал</b>	Не е посочен стандарт	EN 12127 : 2000	БДС EN ISO 12127 : 2000

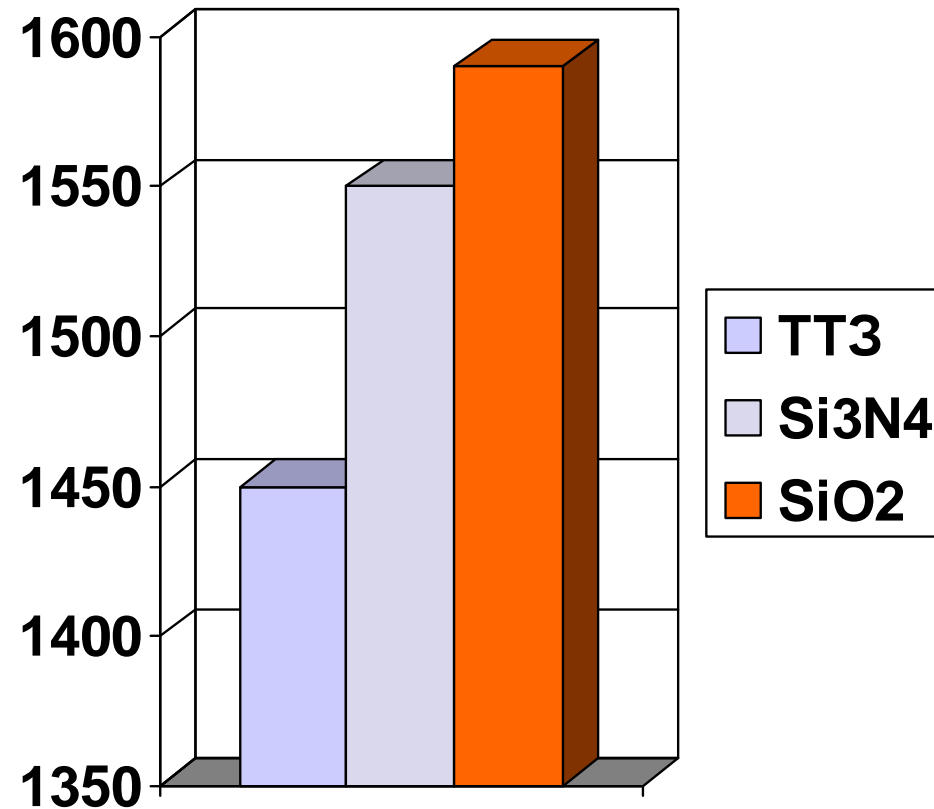
# Анализ на резултатите

**Якост/здравина  
на опън (основа)  
(N)  
*ISO 13934:2002***



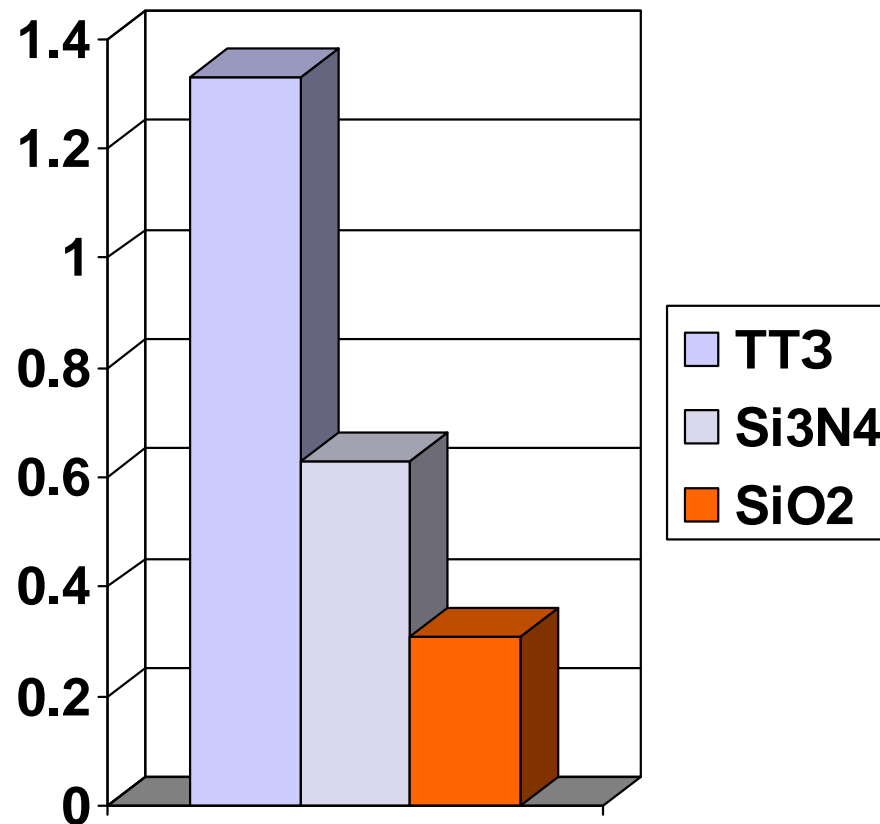
## Анализ на резултатите

Якост/здравина  
на опън (вътък)  
(N)  
*ISO 13934:2002*



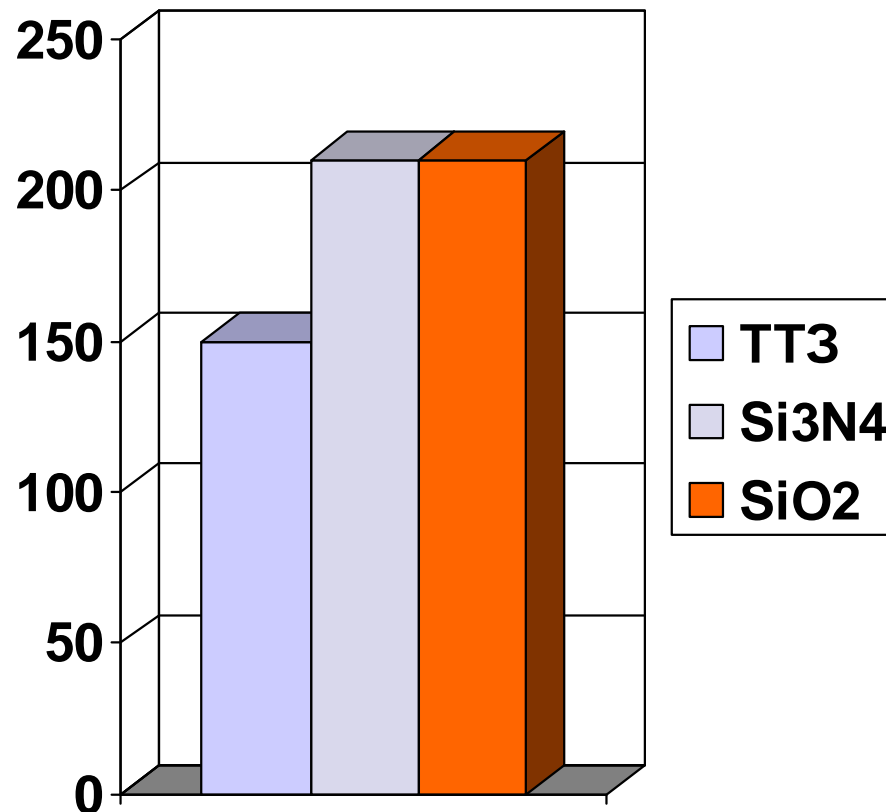
# Анализ на резултатите

Устойчивост на  
претриване  
(%)  
*БДС 9588-82*



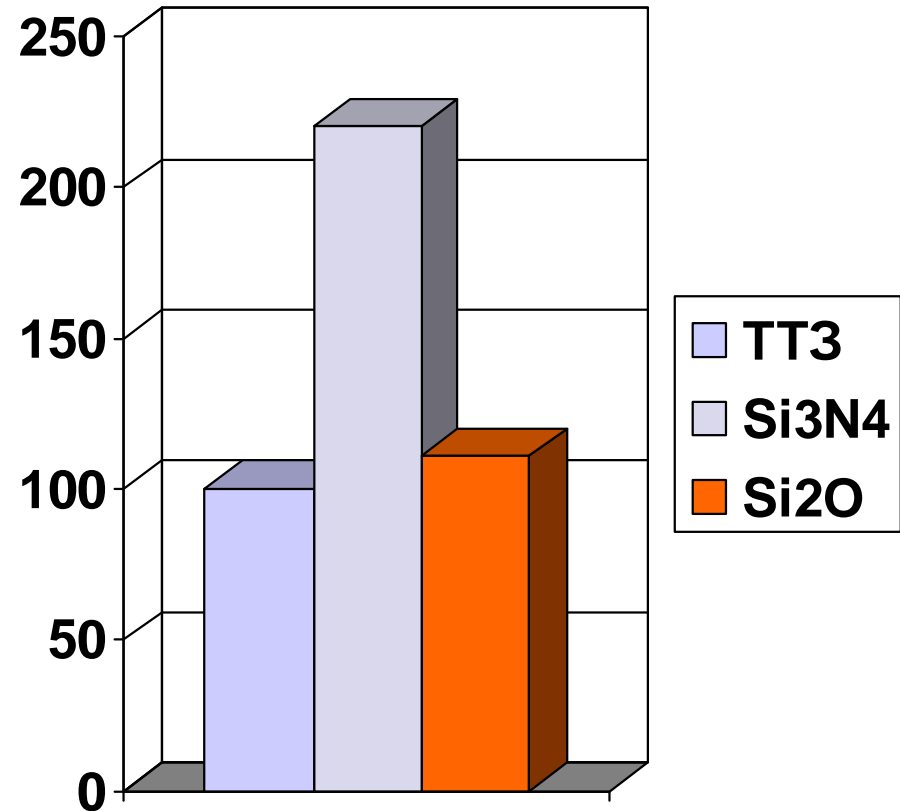
# Анализ на резултатите

Хидрофобиране  
(m H<sub>2</sub>O-стълб)  
*EN 20811:1996*



# Предложение за включване в ТТЗ

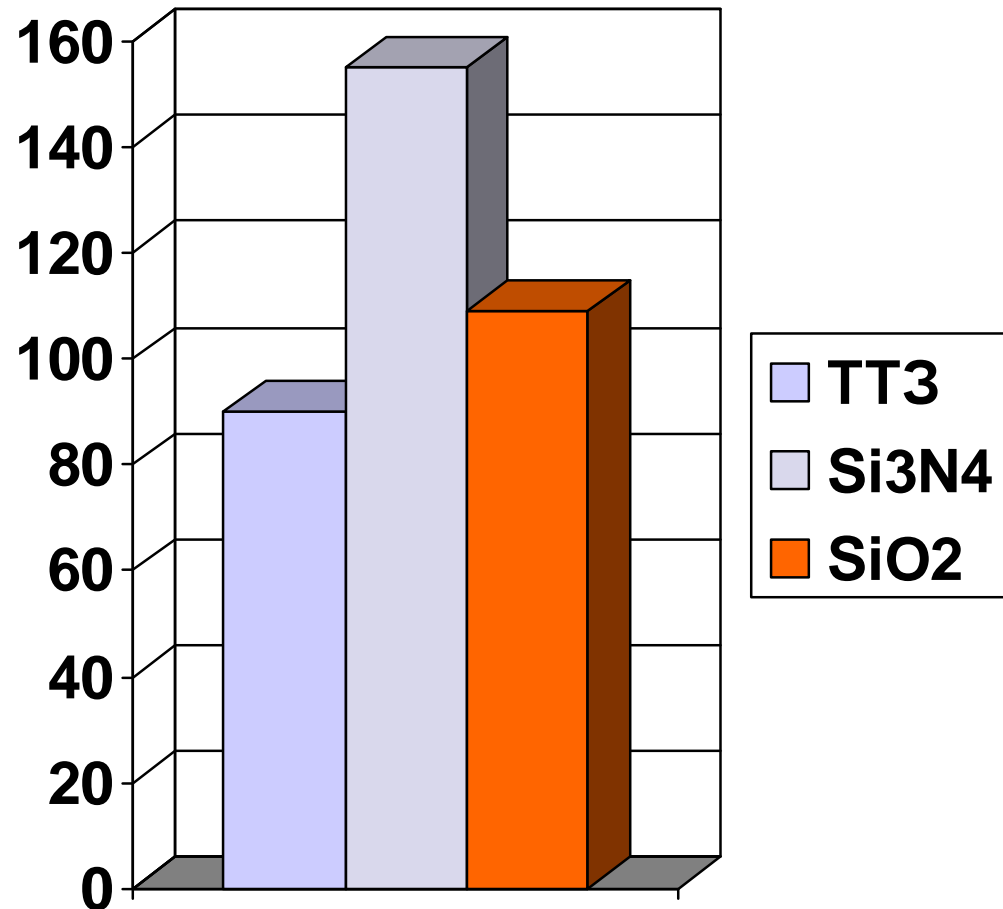
Здравина на  
късане/раздиране  
по основа  
(N)  
*EN 13934-1:1996*





# Предложение за включване в ТТЗ

Здравина на  
късане/раздиране  
ПО ВЪТЪК  
(N)  
*EN 13934-1:1996*



## Технологичен и технико-икономически анализ

Внасянето на нанокompозит чрез апретурата е напълно осъществим технологичен процес. Необходимо е разбъркване с ултразвук, при което се осигурява отличното диспергиране на внесените наноразмерни прахове от  $\text{Si}_3\text{N}_4$  и от  $\text{SiO}_2$ .

Направеният икономически анализ показва, че внасянето на нанодисперсия  $\text{Si}_3\text{N}_4$  (**Вариант I**) ще повиши цената на произвеждания плат с 0,89 лева на  $\text{m}^2$ , а на нанодисперсия  $\text{SiO}_2$  (**Вариант II**) с 0,76 лева на  $\text{m}^2$ .

# Избор на оптимален вариант

- От икономическа гледна точка двата варианта са напълно съпоставими;
- При Вариант II (нанодисперсен  $\text{SiO}_2$ ) нанокмпозитът се получава по по-достъпна технология;
- Въз основа на проведените изследвания, смятаме за оптимален Вариант II (нанодисперсен  $\text{SiO}_2$ ) на идейния проект.

# Предложения за промени в ТТЗ

- По т. 5.1.1.3. "Маса на окончателно обработения материал": **било** "не по голяма от  $400 \text{ g/cm}^2$ ", да **стане** "не повече от 5% над масата на основният плат";

*Обосновка:* има различни по тегло платове за военната екипировка.

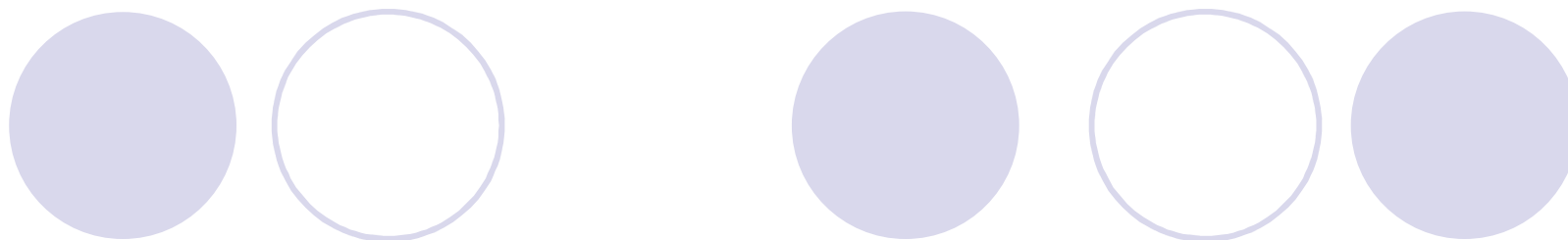
- По т. 5.1.3. Изискването за негоримост да **отпадне изцяло**;

*Обосновка:* Заявеният от МО плат за военна екипировка е горим;

- Да се въведе нова т. 5.1.1.6 Механичната здравина на късане / раздиране по БДС EN ISO 13 934-1

по основа –не по малко от 100 N;


по вътък-не по малка от 90 N.



Благодаря за  
вниманието

# Изисквания на военния стандарт, стадий «Идеен проект»

1. Изясняване на основните принципи на работа и възможните варианти на технически решения. Анализ и избиране на вариантите, които най-пълна удовлетворяват изискванията на ТТЗ.
2. Научно-изследователски и опитно конструкторски работи, потвърждаващи възможността за осъществяване избраните варианти на идейните решения.
3. Разработване на идеен проект в най-малко два варианта. Изработване, изследване и изпитване на макети и модели на изделието и неговите съставни части с цел да се обоснове изпълнимостта на идейния проект. Технологически и технико-икономически анализ на предлаганите варианти на идейния проект.



Опитните образци бяха анализирани в специализираните лаборатории на Текстилното предприятие “МАК”-АД, Габрово.

Анализите бяха провеждани в съответствие с действащите национални и международни стандарти.