

**Rozvoj lidských zdrojů TUL pro zvyšování relevance,
kvality a přístupu ke vzdělání v podmínkách Průmyslu 4.0**

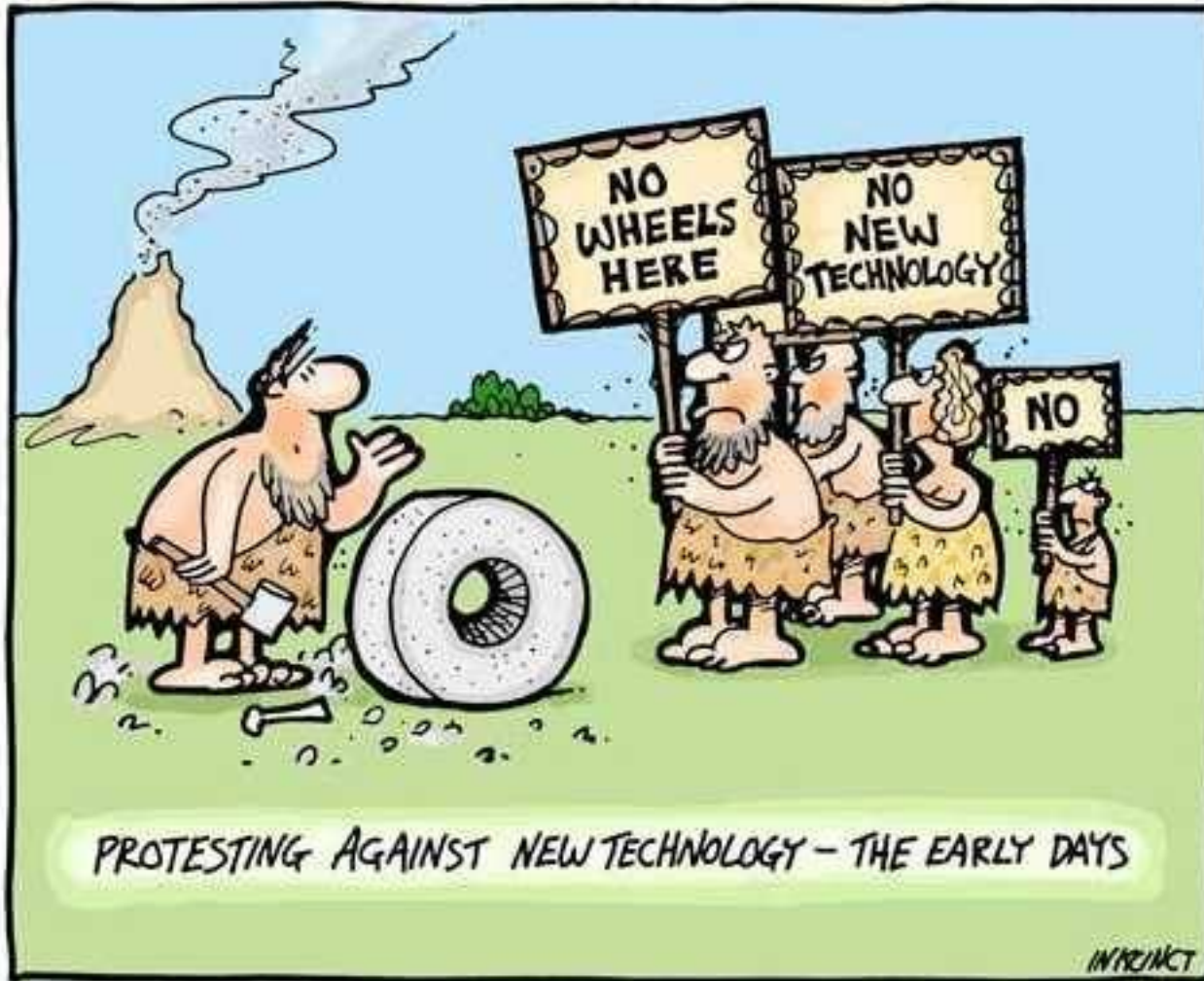
Finální úpravy textilií V

Lektor: doc. Ing. Martina Viková, Ph.D.
doc. Ing. Michal Vik, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



PROTESTING AGAINST NEW TECHNOLOGY - THE EARLY DAYS

4/06 2007-346 © INKCINCT Cartoons www.inkcinct.com.au

Nehořlavá úprava I



Nehořlavá úprava II

- Hořlavost textilií - nebezpečná pro uživatele
- Chování textilií a textilních výrobků při požárech
- Rozšíření požáru
- Velké nebezpečí - tvorba plynu a kouře při hoření textilie → potenciální vznik oxidu uhelnatého a dalších nebezpečných plynů



Fáze hoření

□ Reakce do zapálení (vznícení)

- Dochází k uvolňování mezimolekulárních vazeb. Tyto procesy probíhají mezi **T_g** a **T_m** (teplotou skelného přechodu a teplotou tání)
- Při dalším zvyšování teploty dochází k **depolymeraci**, k degradaci nadmolekulárního řetězce – **pyrolýze**, kdy vznikají tuhé, kapalné a plynné složky (Čím je vyšší rychlost pyrolýzy, tím rychleji nastane zapálení a hoření)

□ Zapálení

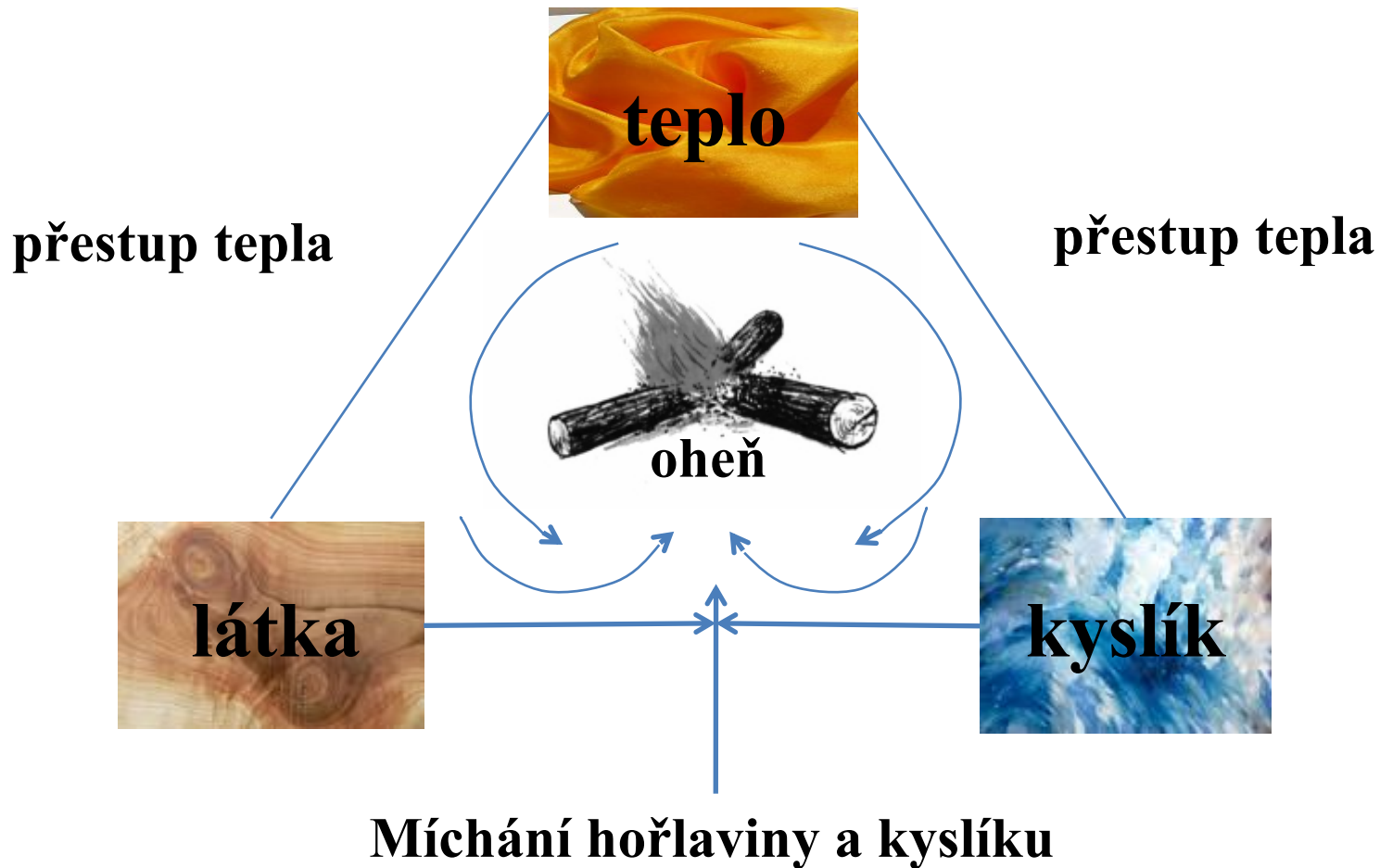
- Zapálení vnějším zápalným zdrojem zápalnou teplotou **T_z** a samozapálením.
- Při dosažení teploty samozapálení **T_z** se zapalují hořlavé plyny zplodin pyrolýzy.

□ Hoření

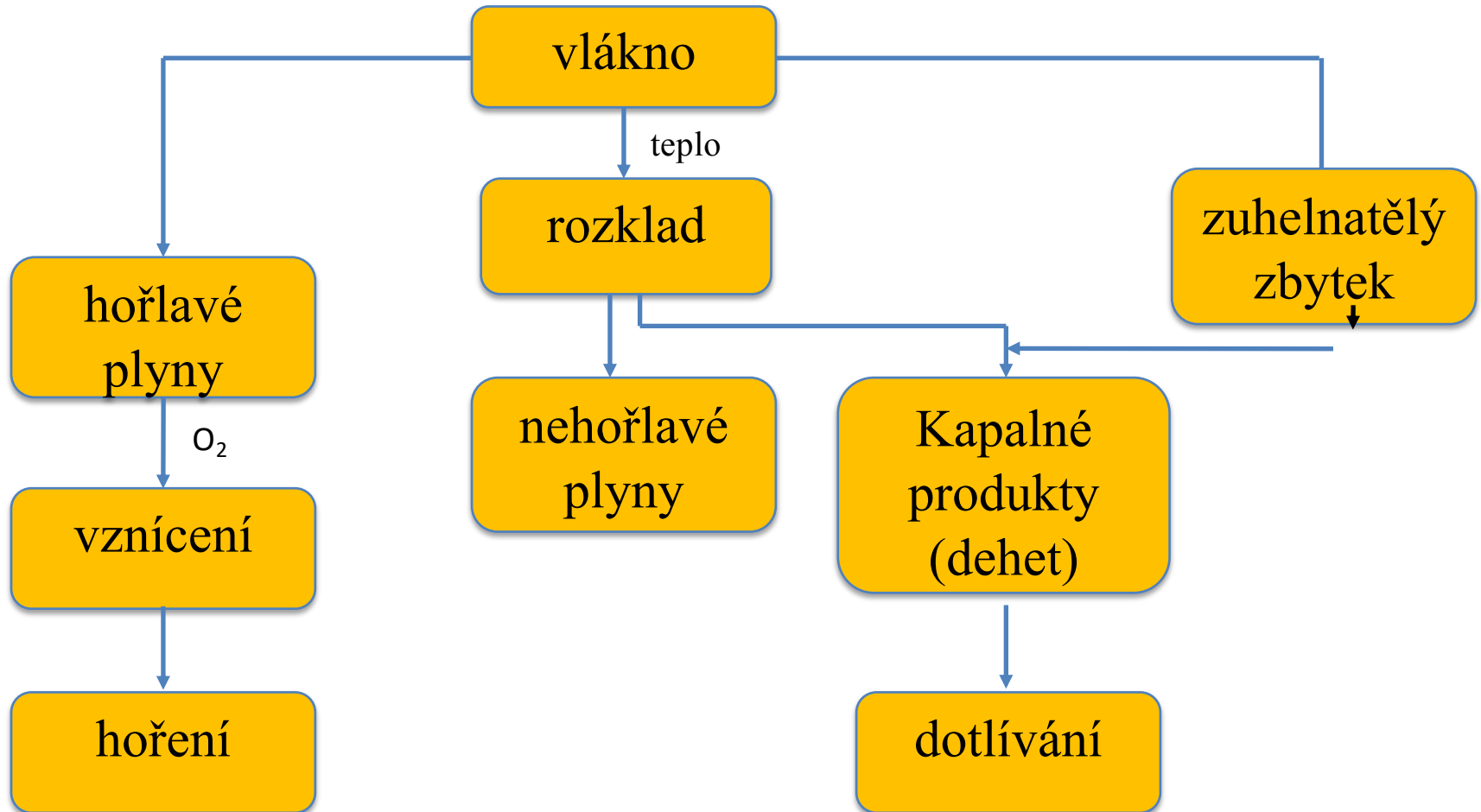
- exotermní pochod – dochází k vyvíjení tepelné energie a světelného záření
- Když je množství energie vzniklé spalováním plyných zplodin pyrolýzy větší než energie potřebná k pyrolýze vláknenného materiálu, plamen, který vznikl zapálením, hoří i po oddálení zápalného zdroje

Proces hoření

je podmíněn existencí tří základních složek:



Důsledky vývoje tepla pro běžná textilní vlákna



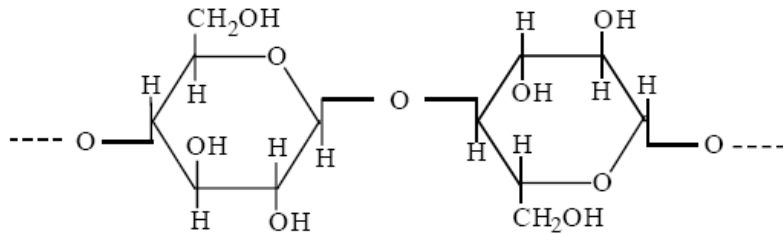
Limitní kyslíkové číslo – LKČ (LOI)

- Údaje o hořlavosti materiálů a účinnosti nehořlavých úprav
- Vyjádření nejnižší koncentrace kyslíku ve směsi s dusíkem (%)
- Nízká hodnota LKČ – materiál hoří
- Materiály s hodnotou LKČ nad 25 – těžce hořlavé
- Materiály s hodnotou LKČ pod 20 – lehce hořlavé

$$\text{LKČ} = \frac{[\text{O}_2]}{[\text{N}_2] + [\text{O}_2]} \cdot 100 [\%]$$

Vlákno	LKČ %
Vlna	25 %
Bavlna	19 %
Viskóza	20 %
PES	21 %
PAD 6	20 %
Nomex	30 %
Kevlar	29 %

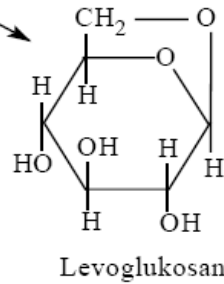
Charakteristiky hoření II



strukturní jednotka celulozy

$T_p = 350\text{ }^\circ\text{C}$

uhlík
+
 H_2O



Levoglukosan

nízkomolekulární hořlavé produkty

Celulóza

Cel - OH

C + H₂O

Levoglukosan

Nízkomolekulární hořlavé produkty

Do 200 °C nastává nepatrná depolymerace, mezi 200-300 °C nastává pyrolýza, od 350 °C může dojít k hoření, od 400 °C dochází k samovznícení.

Retardéry hoření

- Na povrchovou úpravu textilních materiálů
- Mechanismus – závisí na vlastnostech upraveného materiálu a na termických vlastnostech retardéru
- Rozdílné chování při vystavení účinkům zápalného zdroje → přesná klasifikace retardérů
- Koncentrace retardérů - zajištění požadovaného stupně nehořlavosti



Teorie retardace hoření polymerů

- **Teorie vrstvy** - ochranný film na povrchu polymeru
- **Teorie ochlazování** - odčerpávání energie ze zóny hoření
- **Teorie plynová** - vznik nehořlavých plynů a par

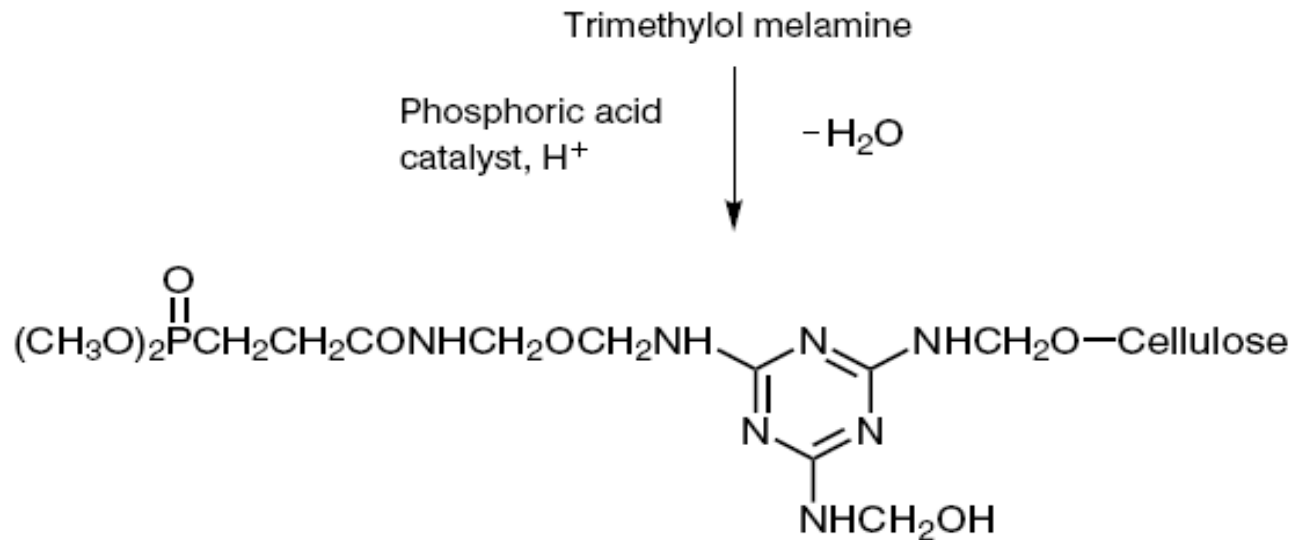
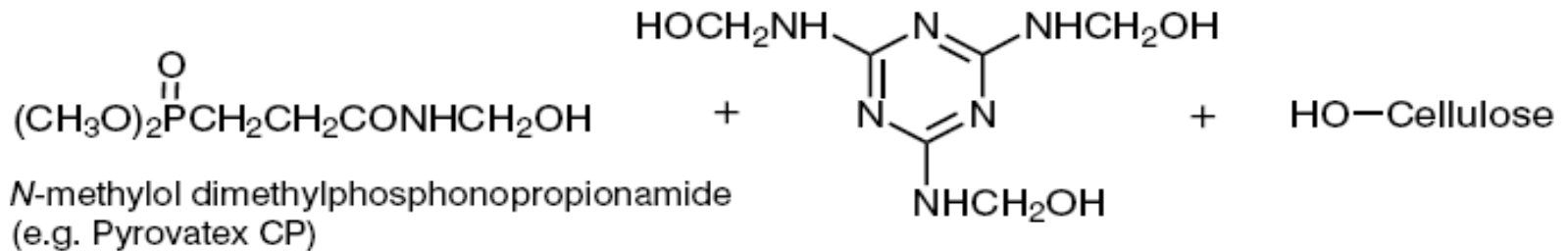
Nehořlavé úpravy I

Úpravy	Skupiny nehoř.úprav	výhody	nevýhody
Úprava Ignis 2	- netrvalá nehoř.úprav	- velmi dobrý nehořlavý efekt, bez dožehu	- stálost v praní
Úprava Mofos	- polotrvalá nehoř.úprav	- výborný nehořlavý efekt, bez dožehu	- ztráta pevnosti při trhu upravené textilie asi o 30 - 40%
Úprava KJ	- trvalá nehoř.úprav	- dobrý nehořlavý efekt s místním dožehem - je stálá v praní	- není stálá v chemickém čištění

Nehořlavé úpravy II

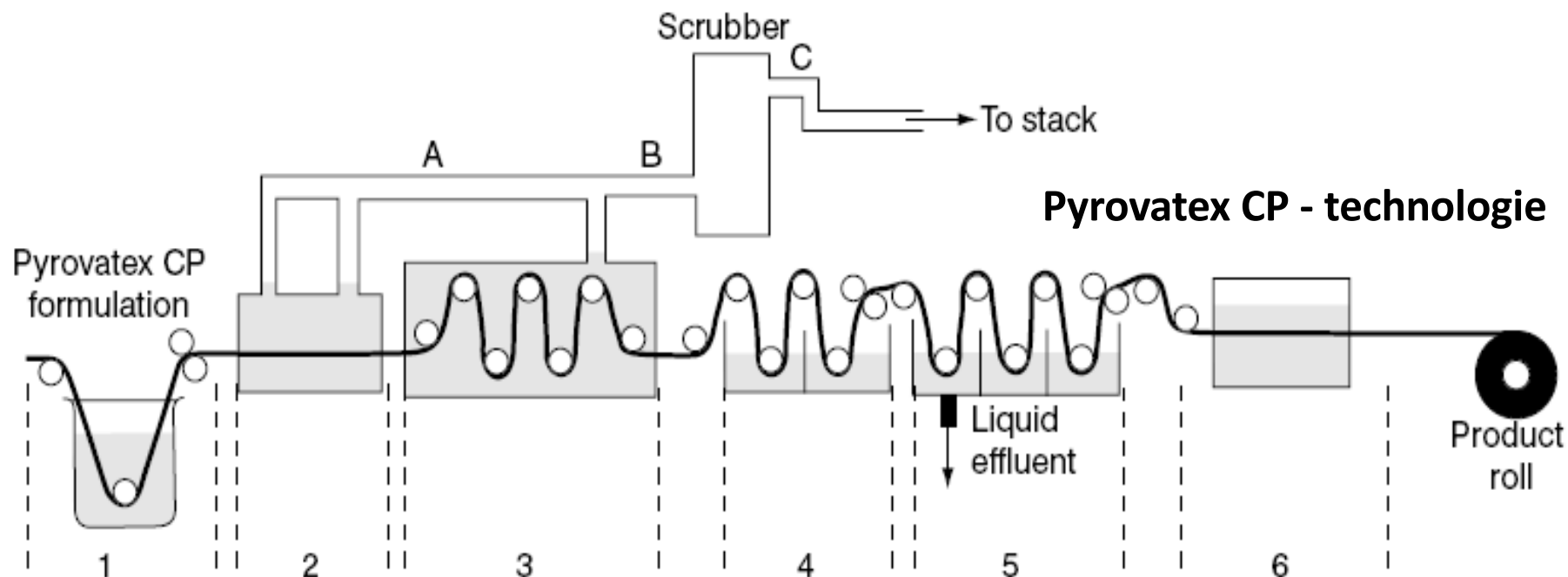
Úpravy	Skupiny nehoř.úprav	výhody	nevýhody
Úprava Pyrofix	- trvalá nehoř.úprav	- poskytuje nehořlavý efekt s místním dožehem, bez ztráty pevnosti tkaniny	-negativní ovlivnění omaku -snížení prodyšnosti a v mnohých případech ztráta barevného odstínu
Úprava PROBAN	- trvalá nehoř.úprav	- samovolně se sháší a nedochází k následnému žhnutí nebo doutnání. - nesráží se, -netaví ani v ní nevznikají otvory, kterými by plamen mohl pronikat. - nedochází k tvorbě roztavené hmoty, která by mohla přilnout k pokožce člověka. -není zdraví škodlivý ani nedráždí normální zdravou nealergickou pokožku	

Nehořlavé úpravy III



Pyrovatex CP

Nehořlavé úpravy IV



Pyrovatex CP - technologie

- 1 Application of formulation by pad mangle or foam
- 2 Drying in stenter oven at 130 °C
- 3 Curing in baker at 150 °C (4.5 min) or stenter at 170 °C (1 min)
- 4 Neutralising in caustic soda (NaOH) or soda ash (Na₂CO₃) bath at 40–50 °C
- 5 Counter-current water washing in series of baths at 50–60 °C
- 6 Drying in stenter oven or over steam-heated cans at 110 °C

Nehořlavé úpravy V

Suggested recipes

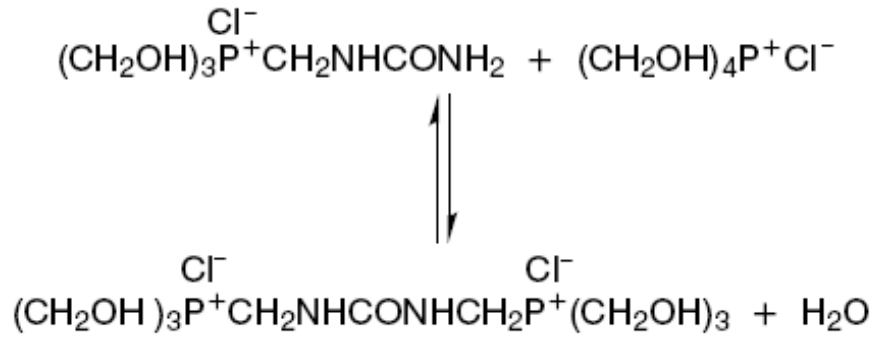
1) Flame retardant work wear CO/PES 85/15 and 100 % CO

400–450	g/l	PYROVATEX[®] CP NEW
60–80	g/l	KNITTEX[®] CHN
30–60	g/l	ULTRATEX[®] FSA NEW or TURPEX[®] ACN NEW
22–25	g/l	phosphoric acid 80 %
5	ml/l	INVADINE[®] PBN

2) Flame retardant, oil and water repellent work wear CO/aramid 65/35

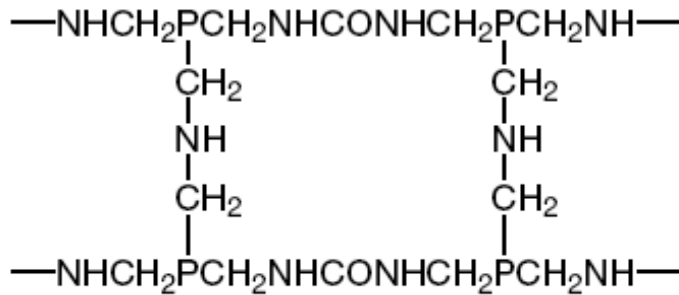
300–400	g/l	PYROVATEX[®] CP NEW
50–80	g/l	KNITTEX[®] CHN
20–40	g/l	TURPEX[®] ACN NEW
20	g/l	phosphoric acid 80 %
60	g/l	OLEOPHOBOL[®] S
5	ml/l	INVADINE[®] PBN

Nehořlavé úpravy VI

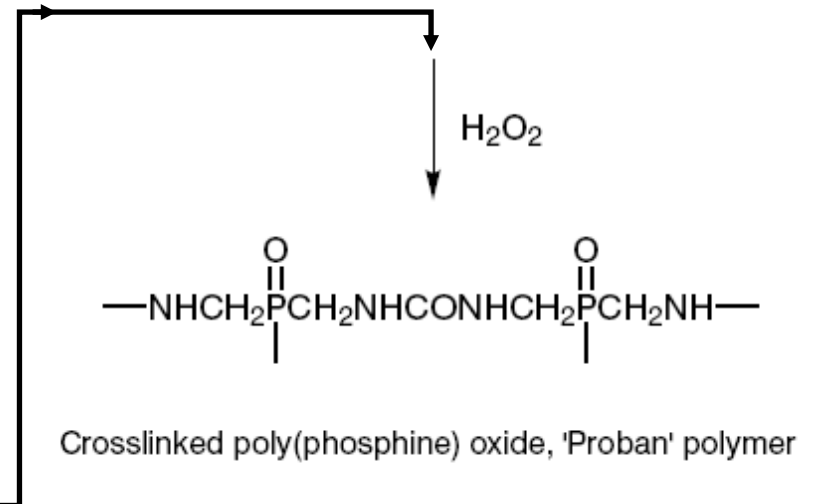
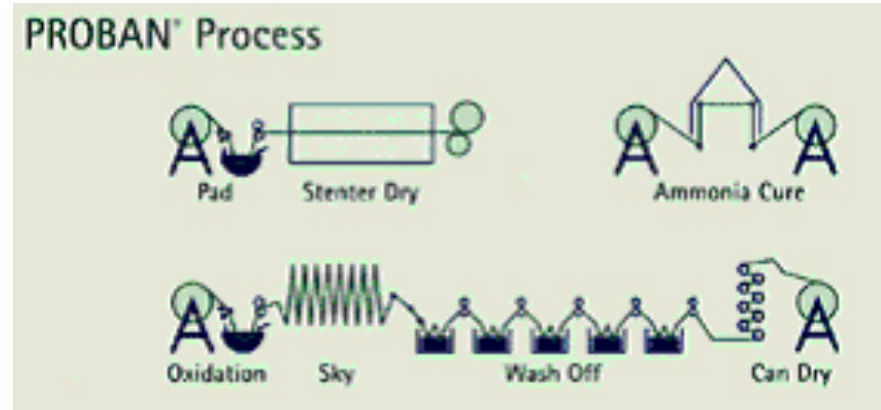


Equilibrium precondensate of THPC and urea

Pad-dry
NH₃-cure



Crosslinked poly(phosphine)

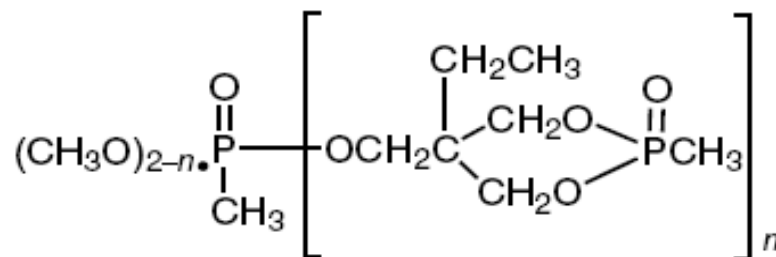


Retardace hoření syntetických vláken

Trade name	Chemical constitution/comments
------------	--------------------------------

Rhodia, formerly Albright and Wilson:

Antiblaze CU/CT



$n = 1$; cyclic oligomeric phosphonate;
pad-dry(110–135 °C)–cure(185–200 °C)

Primary use: polyester

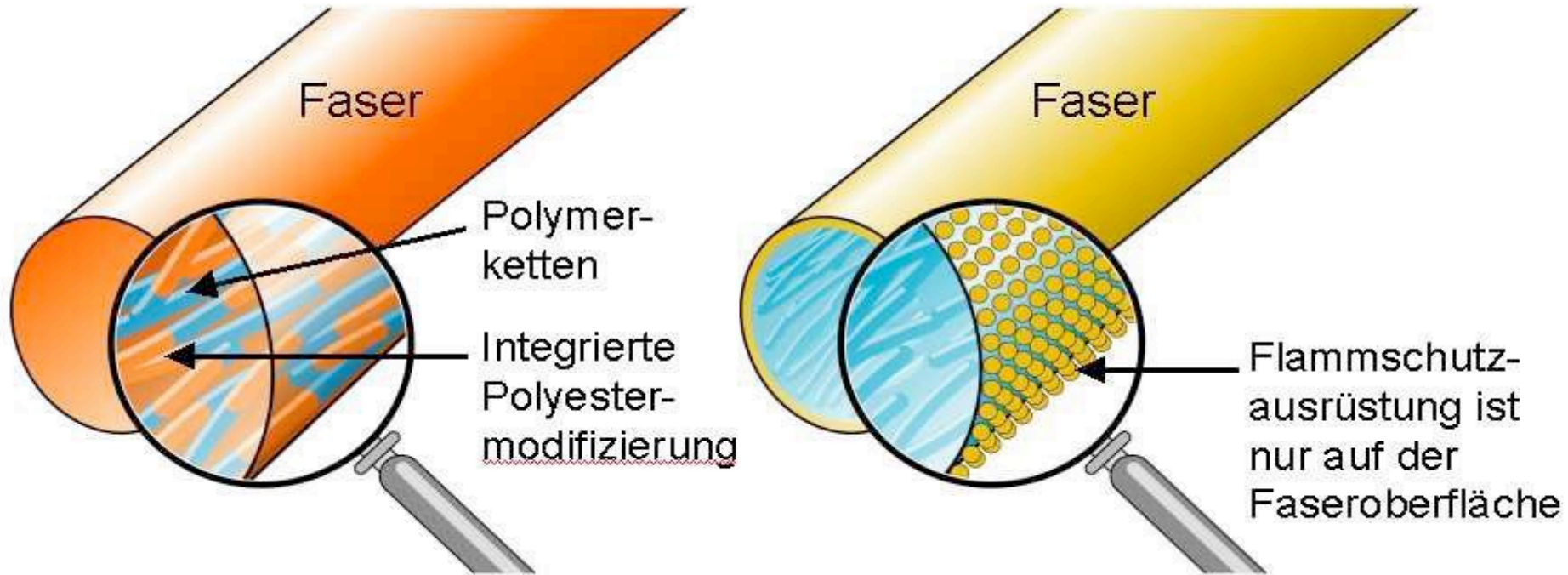
Secondary uses: polyamide, polypropylene

Thor:

Aflammit PE
Aflammit NY

As above for Antiblaze CU, polyester
Organic nitrogen and sulphur compound
(probably a thiourea derivative) and a reactive
crosslinking compound; polyamide.
Cure at 150–170 °C for 45–60 s.

PES se sníženou hořlavostí

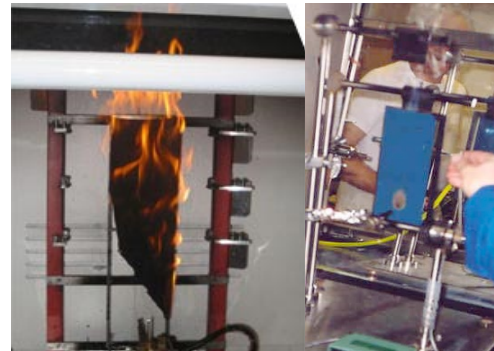


Metody zkoušení hořlavosti

□ Podle toho, v jaké oblasti je textilie použita, existují z cela odlišné podmínky při zapálení a hoření.

□ **Jsou známa 4 geometrická uspořádání vzorků v prostoru:**

- Vodorovné (metoda H),
- Svislé (metoda V)
- Šikmé
- Obloukové



□ **Po stránce uspořádání způsobů zapálení rozeznáváme:**

- Zapálení na hraně
- Zapálení plošné

Metoda s vodorovným (horizontálním) uložením vzorku

- Šíření plamene nejpomalejší, dobrá reprodukovatelnost, zapálení na hraně
- zapálí definovaným plamenem po dobu 30s a měří se doba hoření, dožeh a zuhelnatělá plocha

Metoda se šikmým uložením vzorku

- Vzorek se zapaluje nejčastěji pod úhlem 45° nebo 60°
- Jednoduchost provedení, nízká spotřeba materiálu a dobrá reprodukovatelnost

Oblouková metoda

- Vzorek je upnutý v půlobloukovém držáku se na jednom konci vystaví plameni hořáku
- Na stupnici se odečítá úhel, do kterého zkouška prohořela a doba hoření

Metoda limitního kyslíkového čísla LOI

- Založena na principu změny koncentrace kyslíku ve směsi kyslík – dusík, která proudí konstantní rychlostí okolo hořícího vzorku umístěného ve skleněném válci.
- Vzorek se shora zapálí hořákem a hledá se minimální koncentrace kyslíku ve směsi $O_2 + N_2$, která je třeba k tomu, aby vzorek hořel.
- Taková směs plynů pak určuje LOI a je mírou hořlavosti daného materiálu

Legislativa týkající se zkoušení hořlavosti I

☐ **Tabletový test**

- dle normy BS 6307, důležitá vodorovná poloha pokládaného materiálu
- K testování se používá **methenaminová tableta**, která se umístí do středu testovaného materiálu a lehkým dotykem zápalky se zapálí, nechá se vyhořet, následuje **měření maximálního průměru vyhořelé plochy**

☐ **Maticový test**

- dle normy BS 4790, spočívá v zahřátí nerezové **matice M16**, která se přiloží na určitý povrch zkoušeného materiálu. Měří se **doba prohoření a největší poloměr vlivu zapálení do místa přiložené matice**.
- Hodnocení testu spočívá v měření času:
 - Doba od okamžiku přiložení matice do zhasnutí plamene.
 - Doba pokračujícího žhnutí nebo doutnání. Po skončení časových intervalů se měří poloměr kruhu, který je zasažen

Legislativa týkající se zkoušení hořlavosti II

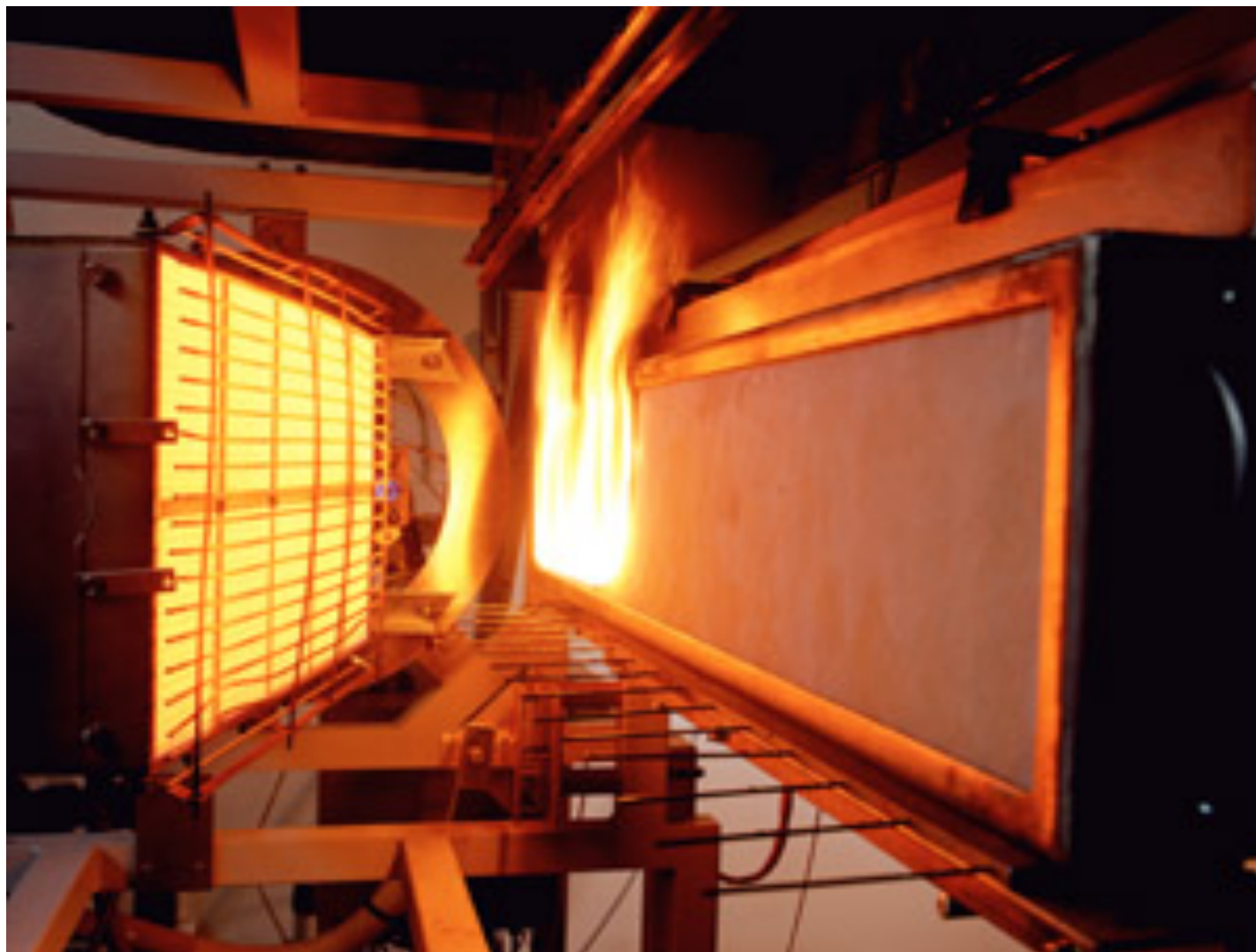
☐ Cigaretový test

- stanovení hořlavosti bytových textilií a provádí se dle normy BS 5852. **Informativnímu zkoušení hořlavosti.**
- Zdroj je definován jako běžně dostupná cigareta. Před vlastním testováním musí být cigareta klimatizována a označena ve vzdálenosti 5 mm a 55 mm od konce, kde bude zapálena. Poté se přikládá na zkoušený vzorek a **zaznamenává se čas prohořelé označené oblasti.** Po ukončení zkoušky se 60 minut sleduje, zda nezačne progresivní doutnání.

☐ Zápalkový test

- k **informativnímu zkoušení hořlavosti** a provádí se dle ČSN 80 0824.
- Zkušební vzorek se upne do stojanu ve svislé poloze. Zapaluje se běžnou **dřevěnou zápalkou**, která se nechá hořet přibližně do jedné třetiny délky. **Zápalka se drží ve vodorovné poloze ve vzdálenosti 10 mm pod dolním okrajem vzorku.** Expozice plamene musí být dostatečná přibližně do shoření dvou třetin shoření zápalky. Začne – li vzorek hořet, zápalka se oddálí. Délka zuhelnatění je dána rozdílem mezi délkou původního vzorku a hodnotou délky od začátku neporušeného konce vzorku až k místu úplného zuhelnatění.

Radiant panel



Antistatická úprava

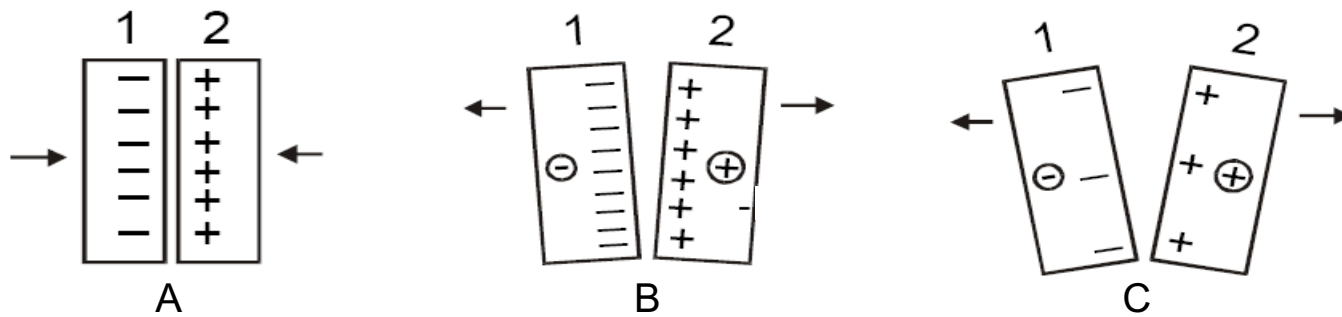


Antistatická úprava slouží k odstranění nežádoucích účinků elektrostatického náboje syntetických vláken, která se nabíjejí elektrostatickou elektřinou při výrobě i nošení tkanin a pletenin.

Elektrostatický náboj způsobuje nežádoucí přilnavost a špinivost. Tato úprava se provádí antistatickými chemickými přípravky, které působí dočasně nebo trvale.

Vznik elektrostatického náboje a jeho potlačení I

Relativně jednoduchá a prakticky ověřená je teorie vycházející z Helmholtzovy teorie elektrické dvojvrstvy. Při těsném kontaktu dvou těles dochází na jejich rozhraní k přestupu elektronů, který závisí na přestupní energii elektronů. Elektronů putují z látky s malou výstupní energií elektronů k látce s velkou výstupní energií elektronů a nabíjejí ji negativně.

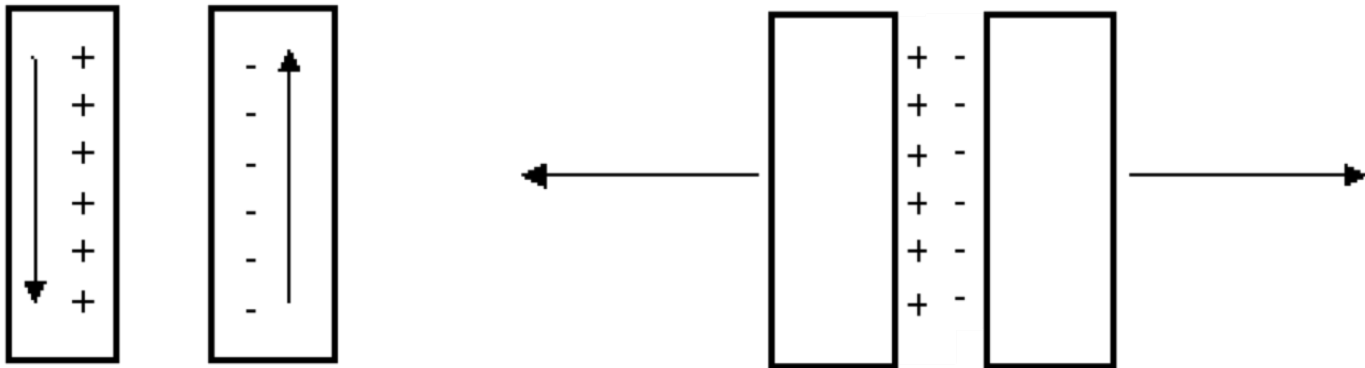


Na obr. A je výstupní energie elektronů tělesa 2 menší než tělesa 1, takže elektrony vystupují z tělesa 2 na těleso 1, čímž se těleso 2 na rozhraní nabíjí kladně a těleso 1 záporně. S tím je spojen vznik *elektrické dvojvrstvy*.

Ve druhé fázi se od sebe tělesa oddělují, přičemž dochází k růstu napětí (B).

V dalším průběhu oddalování těles dochází k vyrovnání náboje mezi nabitými vrstvami výbojem jiskrou. K takovému efektu dojde např. při svlékání prádla ze syntetických vláken (C).

Vznik elektrostatického náboje a jeho potlačení II



Vybíjecí čas :

$$\tau = R \cdot C$$

R . . . elektrický odpor

C . . . kapacita

Zpětný tok náboje při dělení:

$$Q = \tau \cdot U/R$$

U . . . elektrické napětí

Q . . . náboj

Vznik elektrostatického náboje a jeho potlačení III

Jak je patrné z předchozího výkladu, je vznik elektrostatického náboje závislý na výstupní energii elektronů uvažované textilie. Proto snížení sklonu k nabíjení dvou oddělujících se částí textilií by teoreticky bylo možno dosáhnout tehdy, kdyby rozdíl ve výstupní energii elektronů obou těles byl co nejmenší.

Tento princip nevede k žádoucímu účinku, neboť výstupní energie elektronů silně závisí na okolním prostředí, teplotě, vlhkosti, nečistotách apod.

SOUHRN

Při vysokých rychlostech dělení (krátké vybíjecí časy) nebo vysokých odporech dochází ke značnému nabíjení – malé vyrovnávání náboje

K nabíjení tedy dochází tehdy, když jedno těleso vykazuje vysoký odpor

Vznik elektrostatického náboje a jeho potlačení IV

Proto pro potlačení elektrizace textilií je vhodnější druhá metoda a to *snížení elektrického odporu*. Nabíjení povrchu tělesa souvisí též s jeho povrchovým elektrickým odporem. Při vysokých povrchových odporech dochází jen k nepatrnému vyrovnávání náboje, tedy ke značnému nabíjení. Naopak při nízkých povrchových odporech je tendence k vyrovnávání náboje vysoká a nabíjení je nepatrné.

Povrchový odpor textilie je velmi závislý na vlhkosti vzduchu a obsahu vlhkosti v textilii a s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu a s obsahem vlhkosti ve vláknech klesá.

Povrchový odpor – závisí na vlhkosti vzduchu a obsahu vlhkosti v textilii, s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu z 30 do 90% klesá o několik řádů.

Povrchový odpor vs. antistatické vlastnosti:

$10^6 - 10^7 \Omega$. . . výborné

$10^8 - 10^9 \Omega$. . . dobré

$10^{11} - 10^{13} \Omega$. . nevyhovující

Povrchový odpor

Povrchové odpory vláken

	odpor Ω	vlhkost %
VI	10^7	12
Ba	10^8	8
PAD	10^{12}	4
PAN	10^{14}	1
PES	10^{13}	0,4
PP	10^{15}	0,2

Mezi odporem a obsahem vlhkosti platí nepřímá úměrnost!

Postupy antistatická úpravy

- *Zvýšení elektrické vodivosti povrchu*
- *Změna výstupní práce elektronů a elektronové afinity povrchu*
- *Snížení koeficientu tření*

Tyto požadavky splňují do značné míry povrchově aktivní látky anionaktivní, kationaktivní, neionogenní nebo amfoterní povahy – vytvářejí orientovanou molekulární vrstvu

Přípravky pro dočasnou antistatickou úpravu I

- **anorganické a organické soli**
(používají se zřídka, obvykle jako synergická součást dalších prostředků)
- **polyalkoholy a polyethylenglykoly**
(samostatně nebo společně s tenzidy)
- **polyelektrolyty**
(převážně soli polystyrensulfony a polyakrylové kyseliny, dále polymerizáty esterů kyseliny akrylové nebo metakrylové s oxethylovaným ethanolaminem)
- **tenzidy všeho druhu**

Přípravky pro dočasnou antistatickou úpravu II

Tenzidy představují daleko nejvýznamnější a nejpočetnější skupinu antistatik s dočasnou účinností.

Výběr tenzidu popř. jejich kombinací jako komponent do preparací musí být proveden s ohledem na druh vláken.

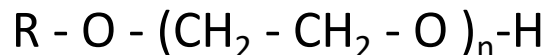
Např. účinné kombinace pro PAD vlákna mohou zcela selhat u PAN vláken.

Nejčastější typy tenzidů používaných jako antistatika

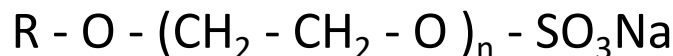
1/ alkylsulfáty



2/ oxethylované alifatické alkoholy

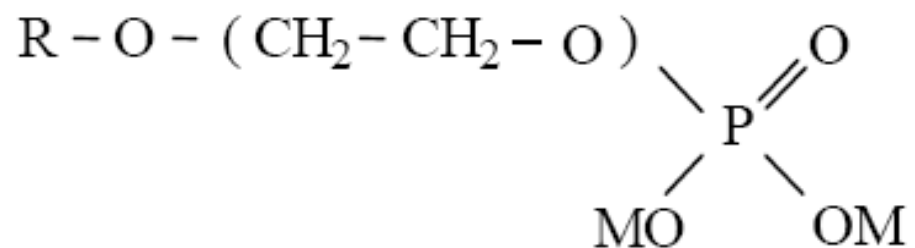


3/ soli sulfatovaných a oxethylovaných alifatických alkoholů



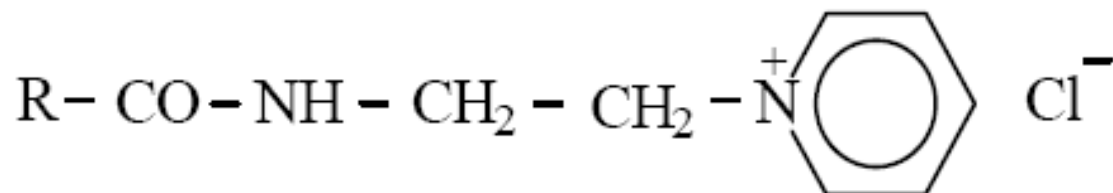
Přípravky pro dočasnou antistatickou úpravu III

4/ alkylfosfáty



M je alkalický kov
nebo ethanolamin

5/ kvarterní amoniové soli



Přípravky pro dočasnou antistatickou úpravu IV

Nevýhodou všech těchto přípravků je, že poskytují úpravu nestálou v prání. Řeší tedy úplně problémy statického náboje přímo v textilním provozu během výroby, ale v žádném případě nemohou seriozně vyřešit problémy zákazníka při používání hotového výrobku.

Aplikace těchto přípravků je jednoduchá. Potřebné množství přípravku se rozpustí ve vodě, obvykle v koncentraci 1-5 g.l⁻¹ a zboží se zpracuje v této lázni při teplotě 30-50 °C buď vytahovacím či klocovacím způsobem nebo postřikem a zasuší se.

Trvalá antistatická úprava I

- [?] chemickou modifikací vláknotvorného polymeru nebo zpracováním antistatika do hmoty vlákna
- [?] chemickou modifikací povrchu vláken (plazmatické a radiační úpravy)
- [?] nanesením antistaticky účinných substancí, které chemicky reagují s vláknem
- [?] vytvořením nerozpustných, antistaticky účinných filmů na povrchu vlákna

Trvalá antistatická úprava II

Všechny používané postupy spočívají na vytvoření nerozpustné vrstvy na vláknu, kterou je možné vytvořit:

- Nanesením polymerních produktů na vlákna a jejich fixaci – dobré stálosti v praní, menší v organických rozpouštědlech
- Prostorovým zesítním zbobtnalých substancí za vzniku vodivých filmů – dobré stálosti v praní i chemickém čištění

Prostorové zesítnění zbobtnalých substancí :

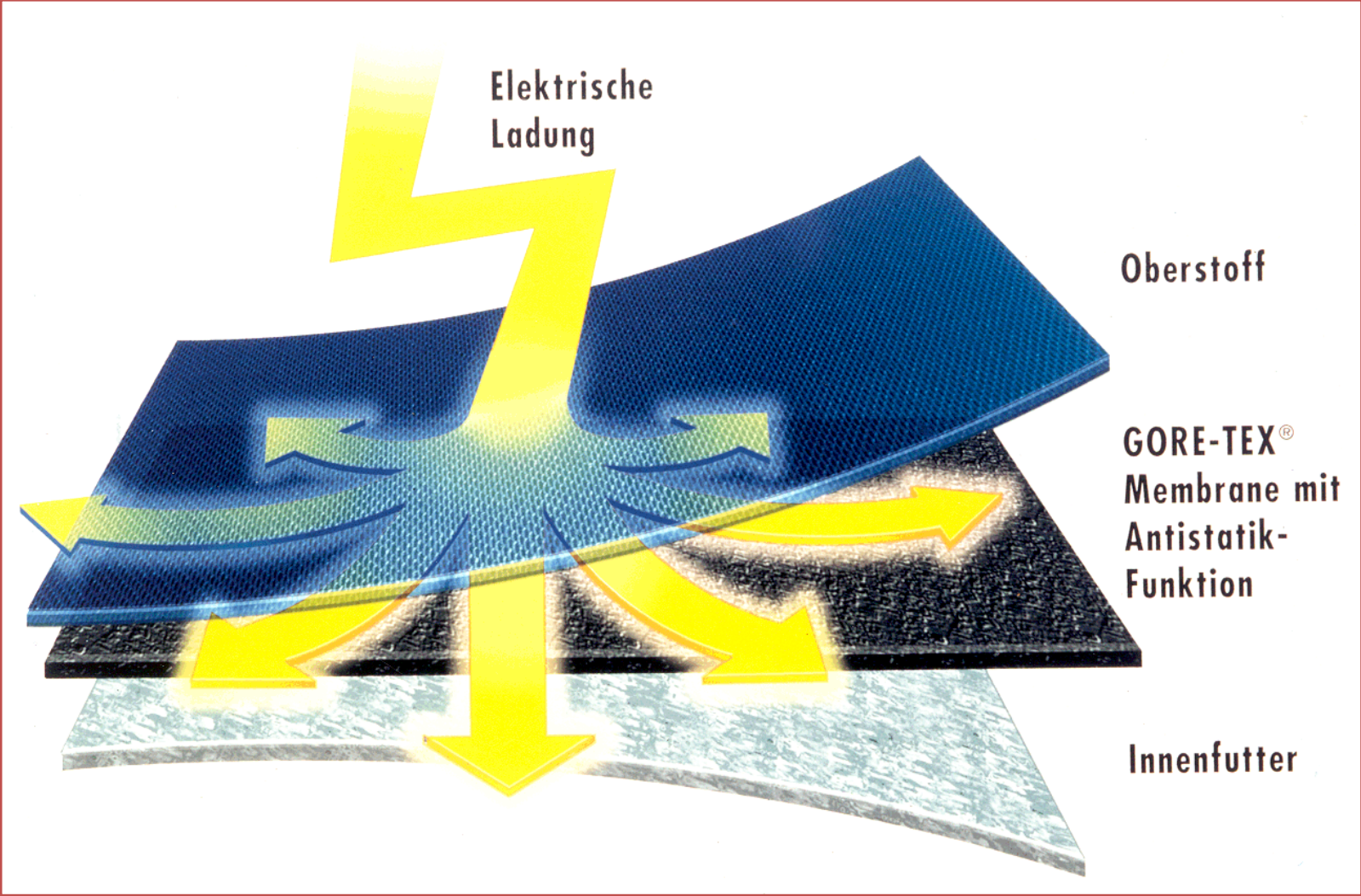
Polymerizace polyglykolesterů kyseliny akrylové na vlákně

Esterifikace polyakrylové kyseliny polyglykoly

Reakce polyglykoldiaminů s polyepoxydy

Síťování polyglykolů a jejich derivátů

Gore-tex: Antistatic



Měření antistatických parametrů

