

doc. Ing. Jiří HEMERKA, CSc.<sup>1)</sup>  
 Ing. Pavel VYBÍRAL, Ph.D.<sup>1)</sup>  
 Ing. Marek STRUČKA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> ČVUT v Praze, Fakulta strojní,  
 Ústav techniky prostředí  
<sup>2)</sup> Valicare s.r.o.

Recenzent  
 Ing. Vlastislav Poduška

## Vlastnosti průmyslových filtračních materiálů

### Properties of Industrial Filtering Materials

Článek pojednává o problematice průmyslové filtrace plynů, o rozdělení filtračních materiálů, jejich povrchových úpravách, způsobu regenerace, teplotních a chemických odolnostech s ohledem k jejich předpokládanému použití pro filtraci spalin u fluidního spalování biopaliv kyslíkem. Pro objektivnější posouzení výsledků hodnocení chemické odolnosti filtračních materiálů různých výrobců zavádějí autoři porovnávací metodu, založenou na hodnocení odolnosti ekvivalentní pětistupňovou bodovou stupnicí, kde se u jednotlivých stupňů předpokládá rovnoměrné rozdělení poklesu pevnosti v tahu od 0 do 100 %. S použitím této metody autoři hodnotí chemickou odolnost u základních syntetických filtračních materiálů.

**Klíčová slova:** filtrační materiály, průmyslová filtrace, teplotní a chemická odolnost filtračních materiálů

*The paper deals with the issue of industrial gas filtration, the classification of filtering materials, their surface treatments, the methods of regeneration, thermal and chemical resistance with respect to their expected use for the filtration of flue gases from the fluidized-bed oxygen-enhanced combustion of biofuels. For a more objective assessment of the results of the chemical resistance evaluation of filtering materials from different manufacturers, the authors introduce a comparative method based on the evaluation of resistance equivalent to a five-point point scale, where a uniform distribution of tensile strength drop from 0 to 100 % is assumed. The authors evaluate chemical resistance of basic synthetic filtering materials using the method.*

**Keywords:** filtering materials, industrial filtration, thermal and chemical resistance of filtering materials

### ÚVOD

Ze všech odlučovačů dosahují průmyslové filtry díky charakteru závislosti frakční odlučivosti na velikosti částice nejvyšších celkových odlučivosti a tím i nejnižších výstupních koncentrací až pod 1 mg/m<sup>3</sup>. Dominantní postavení mezi filtračními materiály zaujímají filtrační textilie vyráběné z vláken tkaním nebo vpichovací technologií s následnou povrchovou úpravou. Při volbě filtrační textilie je nutno sledovat několik základních hledisek, jako je struktura filtrační vrstvy, mechanické, tepelné, chemické a elektrické vlastnosti textilie.

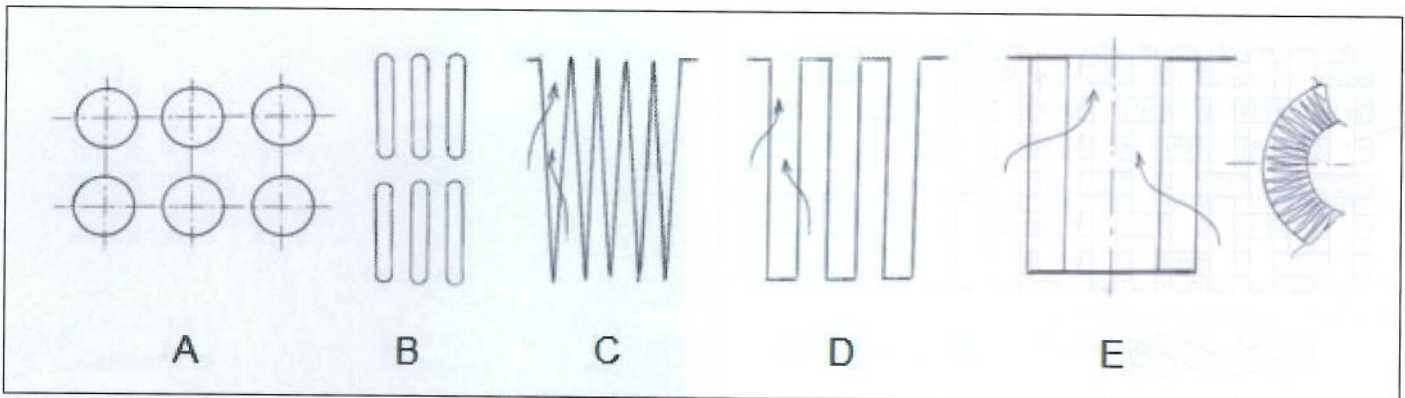
O odlučovacích schopnostech filtrační textilie rozhoduje struktura filtrační vláknité vrstvy (průměry vláken, poréznost, tloušťka vrstvy) a povrchová úprava vrstvy. Odlučovací proces u průmyslové filtrace se skládá ze tří fází. V první fázi se částice odlučují na jednotlivých vlákních čelní části filtrační vrstvy stejnými principy jako u vzduchové filtrace, tj. převážně difuzí, setrvačností a intercepce. Ve střední fázi se částice ve vrstvě převážně odlučují na již odloučených částicích a vzniklými řetězci a plošnými shluky částic dochází k přemostování vláken. V konečné fázi dojde k zaplnění pórů na čelní straně vrstvy a odloučené částice vytvářejí na povrchu vrstvy filtrační koláč v podobě vrstvy odloučených částic, která dále působí jako porézní zrnitá vrstva pro odlučování dalších částic. Významnou roli při vytváření filtračního koláče a zabránění pronikání částic do vláknité vrstvy hraje povrchová úprava vláknité vrstvy. S nárůstem tloušťky filtračního koláče dochází ke zvyšování tlakové ztráty. Po překročení určité tlakové ztráty je nutno vrstvu částic (filtrační koláč) odstranit – hovoříme o regeneraci filtračního materiálu nebo regeneraci filtru.

Regenerace průmyslových filtrů se provádí několika způsoby. Za provozu filtru se nejčastěji používá intenzivní regenerace pulzním profukem, kde se k odstranění filtračního koláče využívá energie tlakového vzduchu. Šetrnější je regenerace zpětným proplachem, kde se část filtru na krátkou dobu odstává a spojením prostoru filtru s atmosférou se do filtru přivede okolní vzduch, který protéká filtračním materiálem v opačném

směru než čištěný plyn při vlastní filtraci. Častou variantou regenerace zpětným proplachem je nasávání vyčištěného plynu z prostoru za filtrem a zpětný proplach vyvolaný pomocným ventilátorem. V odstavkách filtrů lze regeneraci jednoduchých hadicových filtrů zajistit i mechanickým způsobem – podélným nebo příčným kmitáním hadic. Podobný princip regenerace se využívá u akustické regenerace, kde kmitající kovová membrána uvnitř filtru vyvolává silné nízkofrekvenční akustické vlnění a následné změny tlaku vyvolávají vibrace filtrační textilie i filtračního koláče.

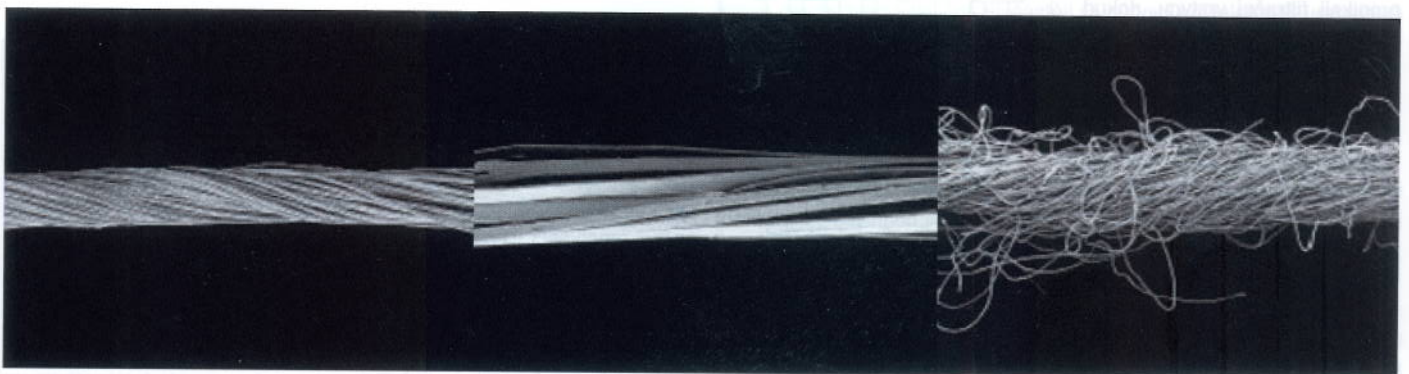
Závažným omezením pro ještě širší uplatnění textilních filtrů v praxi je jejich omezená teplotní a chemická odolnost. Teplotní odolnost materiálů se udává ve stupních Celsia jako trvalá nebo krátkodobá (špičková) odolnost. Chemická odolnost se označuje slovně (vynikající až nedostačující) nebo stupni např. od 1 do 5 podle úbytku pevnosti v tahu filtrační textilie po působení par příslušné látky nebo částic na textili. Hydrolyza značí degradaci materiálu při současném působení vyšších teplot a vyšší vlhkosti. O výsledných odolnostech filtračních materiálů rozhoduje nejen vlastní materiál vláken, ale i případné použití skelné nebo jiné odolnější tkaniny jako nosného prvku pro následné vpichování jemných syntetických vláken. Významnou roli sehrává i kvalita provedení povrchové úpravy.

Důležitou roli u úspěšnosti použití průmyslových filtrů hraje správné dimenzování velikosti filtrační plochy. Zde rozhoduje veličina „měrné zatížení filtrační textilie“, která představuje doporučenou hodnotu měrného průtoku plynu v ustáleném provozním stavu při běžných tlakových ztrátách. Tato hodnota se udává buď v jednotkách [m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h] a pohybuje se v rozmezí hodnot 40 až 120 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h, nebo v jednotkách [m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>min] v rozmezí hodnot 0,7 až 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>min a ve své podstatě vyjadřuje filtrační rychlost. Běžné filtrační rychlosti se tak pohybuji na úrovni 1 ÷ 3 cm/s a konkrétní volba závisí na více okolnostech. Vyšší hodnotu si můžeme dovolit při filtraci suchých a hrubších prachů při nižších teplotách plynu a intenzivnějším způsobu regenerace, naopak nižší hodnoty je nutno volit pro jemné a lepkavé prachy, při vyšších teplotách a méně intenzivní regeneraci textilie.



Obr. 1 Základní filtrační prvky u vláknitých filtračních materiálů: A – dlouhé rukávy (hadice) – hadicový filtr; B – ploché hadice – filtr s plochými hadicemi; C – klín (klínová kapsa) – klínový filtr; D – plochá kapsa – kapsový filtr; E – skládaný filtrační materiál – patronový filtr

Fig. 1 Basic filtering elements from fibrous filtering materials: A – long sleeves (hoses) – hose filter; B – flat hoses – filter with flat hoses; C – wedge (wedge pocket) – wedge filter; D – flat pocket – pocket filter; E – pleated filtering material – cartridge filter



Obr. 2 Multivláknno, fibrilovaný pásek a staplové vlákno [2]

Fig. 2 Multi-fiber yarn, fibrillated tape yarn and staple yarn [2]

Významnou veličinou, která rozhoduje o výši provozních nákladů, je tlaková ztráta filtru. Rozhodující roli zde hraje vlastní tlaková ztráta filtračního materiálu a z toho vyplývá, že ji lze ovlivnit dimenzováním filtru, tj. volbou filtrační rychlosti a způsobem regenerace. Průměrné provozní tlakové ztráty se pohybují v závislosti na druhu provozu v rozmezí 500 až 2500 Pa a představují vyšší nároky na použitý zdroj sání – středotlaký a vysokotlaký ventilátor.

V současné době výrobci filtrů z vláknitých filtračních materiálů používají několik základních filtračních prvků, jejichž název pak určuje i název celého průmyslového filtru (obr. 1).

Cílem této práce je poskytnutí základních informací o rozdělení filtračních materiálů, jejich povrchových úpravách, způsobu regenerace a teplotních a chemických odolnostech s ohledem k jejich předpokládanému použití pro filtraci spalin u fluidního spalování biopaliv kyslíkem v rámci projektu [1].

## VLÁKNITÉ FILTRAČNÍ MATERIÁLY

Vláknité filtrační materiály (filtrační textilie) jsou filtrační materiály vyrobené ze syntetických, minerálních nebo přírodních vláken, a to ve formě tkanin nebo netkaných textilií vyráběných vpichovací technologií.

### Tkané filtrační textilie

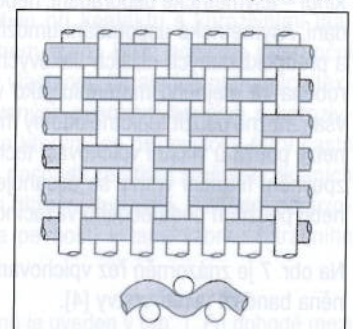
Tkané filtrační textilie se v zásadě skládají ze dvou kolmo na sebe překládaných přízí. Tkané textilie se navrhují podle jejich předpokládaného použití a v závislosti na typu propletení, mezerách mezi vlákny, použitým

materiálu a struktuře příže lze měnit jejich pevnost, tloušťku, roztažnost, pórovitost, trvanlivost [2]. Vlastnosti tkanin jsou závislé na geometrické pravidelnosti tkaniny, protože vlákna nejsou přichycena žádným pevným spojením, ale pouze třením v místě dotyku. Pro výrobu tkanin jsou v zásadě k dispozici čtyři typy přízí. Jedná se o monovláknno, multivláknno, fibrilovaný pásek a staplové vlákno. Pohled na tři poslední typy přízí je na obr. 2.

Systém vazby vláken je základním faktorem, který určuje charakter tkaniny. Nejjednodušší tkaninu tvoří tzv. prostá vazba (*plain weave*), viz obr. 3, kde se dá dosáhnout nejvyšší hustoty vláken a současně nejvyšší odlučivosti. Tato vazba nebývá často využívána, protože filtry mají vysokou tlakovou ztrátu.

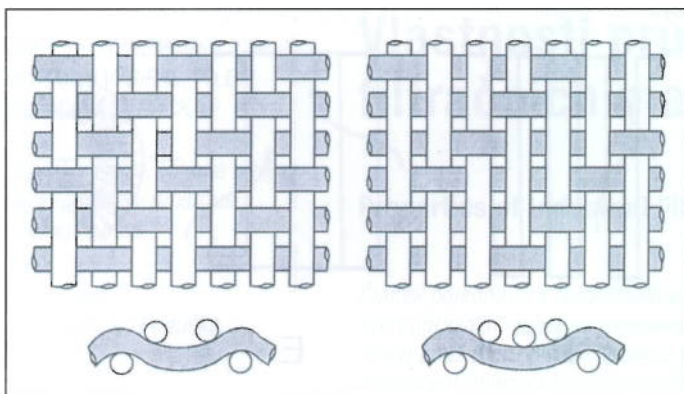
Výhodnější uspořádání vláken ve tkanině se dosahuje u tzv. keprové vazby (*twill weave*) v alternativě 2/1 nebo 3/1, viz obr. 4. U této vazby se nedosahuje takové odlučivosti jako u předcházející vazby, nedochází však k ucpávání filtru.

U saténové vazby je vlákno ve vazbě vedeno přes čtyři příčná vlákna, viz obr. 5. U této vazby se nedosahuje takové odlučivosti jako u keprové vazby, dochází zde ale k neúčinnějšímu odstraňování filtračního koláče při regeneraci [3].



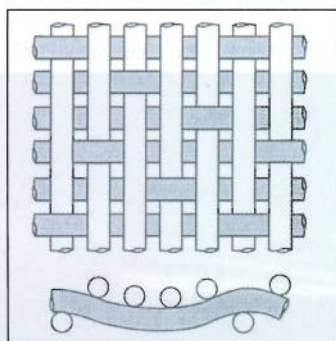
Obr. 3 Prostá vazba vláken [3]

Fig. 3 Plain weave of yarns [3]



Obr. 4 Keprová vazba vláken [3]  
Fig. 4 Twill weave of yarns [3]

Jak je zřejmé z obr. 6, částice pronikají filtrační vrstvou, dokud se nevytvoří filtrační koláč. Pře-  
vážně působením setrvačnosti a intercepce se na čelní straně filtru vytváří porézní vrstva odlou-  
čených částic, na které dochází k dalšímu odlučování. S nárůstem tloušťky filtračního koláče se po-  
stupně zvyšuje tlaková ztráta fil-  
tru a po dosažení předpokládané hodnoty se filtrační koláč odstraní regenerací.



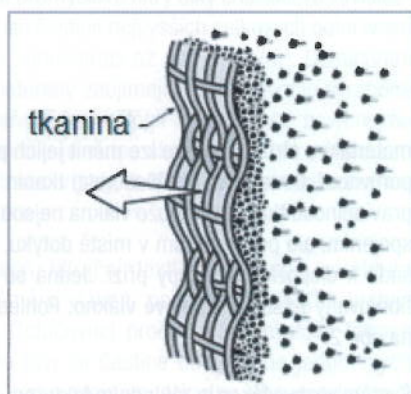
Obr. 5 Saténová vazba vláken [3]  
Fig. 5 Satin weave of yarns [3]

### Netkané filtrační textilie – plsti

Netkané filtrační textilie lze v zásadě rozdělit do dvou základních skupin [4].

První skupinu tvoří filtrační vrstvy, kde samotná vláknitá vrstva je zpevněna na příčným vpichováním vláken do struktury vrstvy.

Druhou skupinu tvoří filtrační vrstvy, kde je vláknitá vrstva zpevněna nosnou tkanou výztuhou – bandáží (*scrim*), která může být umístěna na ru-  
bové straně (*woven bac-  
king*) – asymetrické uspořádání, nebo uvnitř vrstvy – symetrické uspořá-  
dání. Asymetrické uspořádání umožňuje dosáhnout vyšších prodyšností a předpokládaných nižších tlakových ztrát. Tkaná výztuha může být vy-  
robena ze stejného materiálu jako vlastní jemná vlákna, s výhodou je však možno použít teplotně odolný materiál, který s ohledem na křehkost nelze použít v vlastní vpichovací technologii (např. skelná vlákna). Další zpevnění filtrační vrstvy se dosahuje chemickou nebo teplotní úpravou nebo použitím dodatečného vazacího materiálu, např. pryskyřice.



Obr. 6 Princip odlučování částic ve vrstvě odloučených částic  
Fig. 6 Principle of particle separation in a layer of separated particles

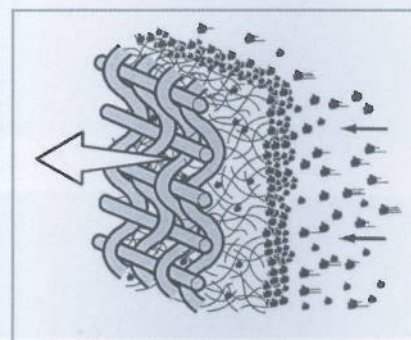
Na obr. 7 je znázorněn řez vpichovanou vláknitou vrstvou, která je zpevněna bandáží uvnitř vrstvy [4].

Schéma filtrace ve vrstvě s vpichovanou textilií a tkanou bandáží na vý-  
stupu je znázorněno na dalším obr. 8.



Obr. 7 Řez filtrační textilie s vpichovanou vláknitou vrstvou  
Fig. 7 Cross section of filtering fabric with needle-felted layer

Jak je z obr. 7 a 8 zřejmé, tloušťka netkané filtrační textilie je několikrát větší než u tkané textilie. Každé náhodně orientované vlákno ve vrstvě působí pro pronikající částice jako překážka a dochází k jejich odloučení zejména setrvačností a intercep-  
cí. Vpichované textilie se proto považují za „tří-  
dimenzionální“ filtrační vrstvy. Objem pórů ve filtrační vrstvě se pohybu-  
je v rozmezí 60 až 90 %.  
U filtrů s regenerací pulz-  
ním profukem se většinou používají netkané filtrační textilie. V závislosti na volbě vhodného materiálu vláken nacházejí tyto filtrační materiály ši-  
roké uplatnění v praxi. V některých případech lze jako vláknitý materiál použít směs různých filtračních vláken a využít tak pozitivních vlastností obou materiálů.



Obr. 8 Schéma filtrace ve vrstvě s vpichovanou textilií a tkanou bandáží na výstupu  
Fig. 8 Scheme of filtration in the needle-felted layer with a woven scrim backing

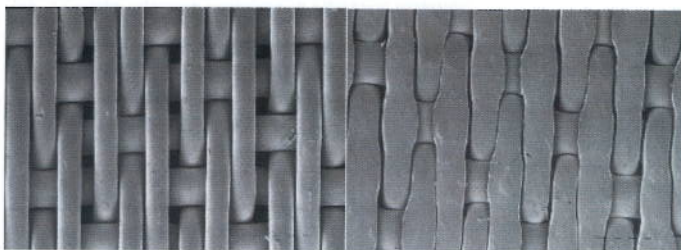
Jak již bylo zmíněno, pro dlouhodobý provoz filtru s přijatelnou tlakovou ztrátou je nutno u filtračních materiálů s vpichovanou textilií zabránit významnějšímu pronikání částic do vláknité vrstvy, tj. zajistit odloučení částic ve vrstvě částic na povrchu filtru – ve filtračním koláči. K tomuto účelu, ale i dalším, slouží povrchová úprava filtrační textilie.

### POVRCHOVÉ ÚPRAVY FILTRAČNÍ TEXTILIE

V současnosti existuje řada povrchových úprav filtračních textilií [2], [3], [4], [5], [6]. Cílem úprav je zabezpečení teplotní stability a modifikace charakteristiky povrchu a tím pak následně zvýšení odlučivosti, zlepšení regenerace a tím snížení tlakové ztráty, zvýšení odolnosti proti působení nepříznivých vlivů a tím prodloužení životnosti, či úprava některých jiných vlastností (např. el. vodivosti).

Nejběžnější povrchové úpravy jsou uvedeny v následujícím přehledu.

**Teplotná stabilizace (heat setting)** – optimální kombinací teploty, doby setrvání a doby chlazení při výrobě se dosáhne minimalizace sraženin ve vláknité struktuře.



Obr. 9 Povrch před a po zažehlení  
Fig. 9 Surface before and after ironing

**Tepelné ošetření povrchu** – mezi hlavní způsoby tepelného ošetřování povrchu patří zažehlování, opalování plamenem, opalování infrazářičem.

Rozlišují se tři hlavní stupně úpravy povrchu – hladký pro lepivé a vlhké prachy, střední jako běžné ošetření a hrubý pro jemné prachy a prachy se špatnou tvorbou filtračního koláče.

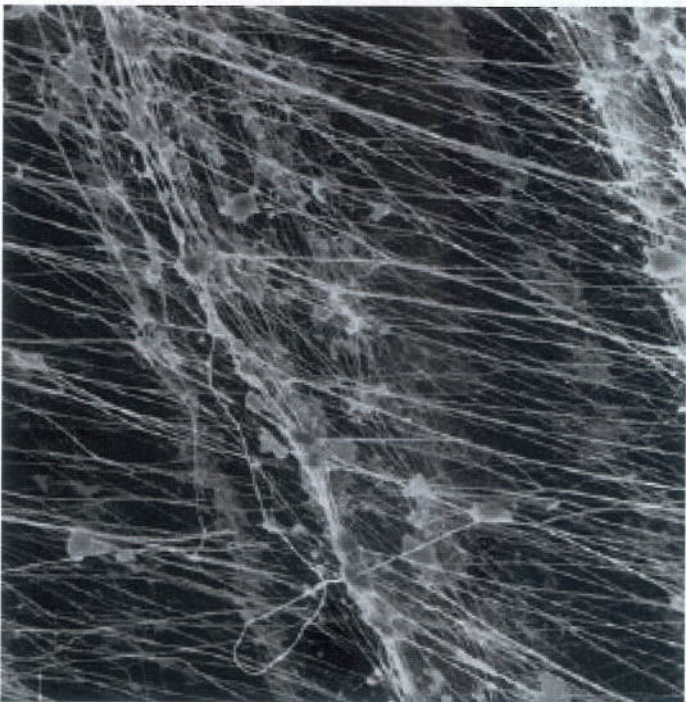
**Zažehlování** nebo též **kalandrování** (*calendring*) je povrchová úprava, při které se textilie stlačuje mezi vyhřívanými otáčejícími se válci a dosahuje se zplošťování průřezu vláken a kompaktnější struktury povrchu, viz obr. 9.

**Opalování plamenem** nebo **infrazářičem** je povrchová úprava, kdy se nerovný chlupatý povrch netkané textilie vyhladí opálením povrchu textilie.

**Ochranná impregnace** se dělí na několik základních způsobů:

**Hydrofobní, odpuzující oleje** – zabraňuje pronikání vlhkosti, resp. mastnoty do struktury vrstvy a zamezuje tak nadměrnému nárůstu filtračního koláče. Vlákná jsou máčena v lázni s vodě odpuzujícími látkami (např. pryskyřicemi). Tato metoda se používá typicky pro polyesterová a akrylová vlákna.

**Ochrana proti kyselinám, zásadám a hydrolyze** – nejčastěji je založena na **povlakování vláken** teflonem (PTFE). Při některých úpravách



Obr. 10 Povlak z PTFE  
Fig. 10 PTFE coating

mohou také mezi vlákny vznikat ještě jemná vlákénka PTFE zvyšující filtrační povrch. Povlakování teflonem se většinou provádí u vysoce teplotně odolných textilií z aramidu, PPS, polyamidu a PTFE, nicméně je možné i u vláken s nižší teplotní odolností, např. PES nebo akrylu. Lze se setkat i s kombinovanou ochranou PTFE a hydrofobní pryskyřice.

**Aktivní hydrofobní úprava** – speciální vodu odpuzující ošetření zlepšující regeneraci a účinnost odlučování.

**Povlakování** – zlepšuje zachytávání prachu na povrchu vrstvy a antiadhezivní povrch významně zlepšuje schopnost regenerace. Chrání proti vysokým teplotám a zvyšuje odolnost materiálu.

**PTFE membrána** – odpuzuje vodu, oleje, působí jako ochrana proti kyselinám a zásadám. Průkopníkem v této oblasti úprav je firma Gore. Na obr. 10 je ukázka povlaku z PTFE vláken.

**Mikroporézni pěnový povlak** – odpuzuje vodu a oleje, zlepšuje odlučování jemných a lepivých prachů. Povlak je vhodný také pro vláknité prachy a prachy tvořící shluky. Nejčastěji se pěnový povlak (např. uretanový) aplikuje na PES a akrylová vlákna.

**Ochrana proti vysokým teplotám** – tkaniny mají povlak z vysoce teplotně odolného materiálu, např. čediče.

**Uhlazení povrchu hřebenem** (*napping*) – použitím kvalitního ocelového hřebene se zdvihnou vlákna na povrchu netkané textilie a zastříhnou na stejnou délku. Úpravou se zvyšuje schopnost zachytu jemných částic, naopak se zhoršuje schopnost regenerace filtračního materiálu.

**Antistatická úprava** – používá se zejména u výbušných prachů nebo u prachů s vysokou vodivostí. Mezi filtrační vlákna se přidávají jemná vodivá vlákna z mědi nebo nerezové oceli.

**Ochrana proti jiskrám** – používá se na ochranu před žhavými částicemi, které se mohou dostat do kontaktu s textilií. Existují různé technologie ochrany, jednou z možností je filtrační vrstva s čelní vrstvičkou zoxidovaných vláken, která zpomaluje hoření, další možností je chemické ošetření povrchu látkami, které negativně působí na reakce hoření.

## NORMALIZACE V OBLASTI PRŮMYSLOVÝCH FILTRŮ

V oblasti vlastností filtračních materiálů pro průmyslovou filtraci existují dvě mezinárodní normy. První EN ISO 16891 byla do naší normalizační struktury začleněna v roce 2016 [7] v původním anglickém jazyce a zabývá se zkušebními metodami pro hodnocení degradace vlastností filtrační textilie, druhá ISO 11057 z roku 2011 [8] se zabývá ověřením odolnosti filtrační textilie při pulzní regeneraci.

### ČSN EN ISO 16891

Norma ČSN EN ISO 16891 uvádí přehled zkušebních metod pro posouzení charakteristických změn textilie při kontaktu s korozivními materiály v tuhém, kapalném a plyném stavu. Blíže popisuje referenční metodu pro hodnocení degradace vlastností filtračních netkaných textilií ze syntetických vláken vystavených působení horkých a korozivních plynů, tedy působení vlivů, se kterými se průmyslové filtry často setkávají. Hlavním cílem normy je posoudit relativní změny fyzikálních vlastností čistých a exponovaných filtračních textilií. Základní posuzovaná fyzikální vlastnost je změna pevnosti v tahu vzorku filtračního materiálu před a po expozici.

Přehled základních korozivních plynů je uveden v tab. 1. Po dohodě mezi zúčastněnými stranami lze jako exponující (zkušební) plyn použít i plyn o jiném složení, např. plyn obsahující zásadité příměsi.

Tab. 1 Přehled složení základních korozivních plynů

Tab. 1 Overview of composition of basic corrosive gases

Exponující plyn	Složení plynu
N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> : 100 % (pouze pro tepelnou expozici)
NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> : 0,1 %; O <sub>2</sub> : 10 %; N <sub>2</sub> : do 100 %
SO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub> : 0,1 %; N <sub>2</sub> : do 100 %
	SO <sub>2</sub> : 0,1 %; vlhkost: 20 %; N <sub>2</sub> : do 100 %
HCl	HCl: 0,2 %; N <sub>2</sub> : do 100 %
	HCl: 0,2 %; vlhkost: 20 %; N <sub>2</sub> : do 100 %
Směsný plyn 1	NO <sub>2</sub> : 0,1 %; SO <sub>2</sub> : 0,1 %; HCl: 0,2 %; O <sub>2</sub> : 10 %; N <sub>2</sub> : do 100 %
Směsný plyn 2	NO <sub>2</sub> : 0,1 %; SO <sub>2</sub> : 0,1 %; HCl: 0,2 %; O <sub>2</sub> : 10 %; vlhkost: 20 %; N <sub>2</sub> : do 100 %

Nedostatkem normy je, že neuvádí škálu hodnocení degradace posuzované fyzikální vlastnosti – poklesu pevnosti v tahu a tím připouští možnost různého číselného či slovního hodnocení stejné změny různými posuzovateli.

### ISO 11057

Norma ISO 11057 se zabývá ověřováním odolnosti filtrační textilie proti pulzní regeneraci. Zkouška probíhá vzduchem a použitým zkušebním prachem je Pural NF, což je obchodní označení krystalické minerální sloučeniny složené z oxidu hlinitého a hydroxidu hlinitého. Střední kubická velikost souboru částic je 4,5 μm, koncentrace prachu 5 g/m<sup>3</sup>. Zkouší se kruhový vzorek filtrační textilie o průměru 140 mm při průtoku vzduchu 1,85 m<sup>3</sup>/h (filtrační rychlost 3,33 cm/s).

Zkouška se skládá z několika fází. První fáze – **příprava vzorku** se skládá ze 30 zatěžovacích cyklů s regenerací tlakovým vzduchem při tlaku 0,5 MPa po dosažení tlakové ztráty 1000 Pa a měřením tlakové ztráty po regeneraci. Následuje fáze **stárnutí**, skládající se z 2500 cyklů regenerace po 20 s a fáze **stabilizace**, skládající se z 10 zatěžovacích cyklů s regenerací tlakovým vzduchem při tlaku 0,5 MPa po dosažení tlakové ztráty 1000 Pa. Čtvrtou fází zkoušky je **měření**, skládající se z minimálně 30 zatěžovacích cyklů s regenerací tlakovým vzduchem při tlaku 0,5 MPa po dosažení tlakové ztráty 1000 Pa, s měřením tlakové ztráty po regeneraci a s celkovou dobou trvání minimálně 2 hod. Pátou, nepovinnou fází je další **měření**, skládající se ze zatěžovacích cyklů po dobu 2 hodin a regenerací po dosažení tlakové ztráty 1800 Pa s měřením tlakové ztráty po regeneraci.

Výsledkem zkoušky je závislost tlakové ztráty po regeneraci v závislosti na čase a další grafické vyjádření časové závislosti měřených veličin.

Podobně jako u předcházející normy neobsahuje tato norma žádné instrukce o hodnocení výsledků zkoušky a předpokládá zkušenosti s praktickým vyhodnocením výsledků zkoušek, tj. rozhodnutí, zda je filtrační textilie odolná vůči pulzní regeneraci, či nikoliv.

## PŘEHLED BĚŽNĚ POUŽÍVANÝCH FILTRAČNÍCH MATERIÁLŮ A JEJICH TEPLOTNÍCH A CHEMICKÝCH ODOLNOSTÍ

V tab. 2 je uveden přehled běžně používaných syntetických filtračních materiálů pro výrobu netkaných textilií a skelná vlákna, používaná pro výrobu tkanin. Kromě chemického názvu vláken je v tabulce uvedena používaná zkratka (zkratky) materiálu a obchodní označení vyráběných textilií.

Tab. 2 Běžně používané materiály pro výrobu filtračních textilií

Tab. 2 Commonly used materials for the production of filtering fabrics

Chemický název	Zkratka	Obchodní název
Akryl (homopolymer)	PAC	Dralon T
Akryl (copolymer)	PAC	Acrylican, Courtelle
Polyester	PE, PES	Dacron, Trevira
Polyolefin	POF(RO)	Trol
Polyvinylchlorid	PVC	Movil, Leavil
Polypropylen	PP, POP	Mekralon, Courlene
Polyakrylonitril (homopolymer)	hom. PAN, DT	Dralom, Ricem, Dolanit
Polyethyltereftalát	PET	
Polyakrylonitril (copolymer)	cop. PAN, AC	Orlon, Dolan
Polyfenylen-sulfid	PPS	Procon, Ryton
Meta-aramid	AR, PMIA, NO, NX	Nomex, Conex
Para-aramid	PA arom.	Kevlar, Twaron
Polyimid	PI, PIC	P84
Polyamid	PA, PAD	Nylon, Perlon
Polyamid-imid	PA-PI, PAI	Kermel
Polytetrafluorethylen	PTFE, TEF	Teflon, Toyoflon, Tyflon Profilen, Rastex
Skleněná vlákna	GL, GF	Fibreglass, Huyglass

Informace o teplotní a chemické odolnosti hlavních syntetických filtračních materiálů u průmyslových netkaných textilií byly získány buď jako informace z webových stránek výrobce, nebo přímo od výrobce na naší e-mailovou žádost. Bohužel někteří výrobci, např. TTL, Fulda, Coral, Nordic Air Filtration, Affco, Sioen, Fuchs a další, odmítli poskytnout informace.

### Teplotní odolnost a cenová úroveň

Informace o teplotní odolnosti syntetických filtračních materiálů byly získány především od firem Donaldson [9], Gutsche [10] a Lydall [11]. Teplotní odolnost se udává jako trvalá a špičková (krátkodobá). Cenová úroveň byla získána od firmy Donaldson [9] a uvádí relativní cenu v porovnání s nejlevnějším PES materiálem. Pro porovnání je kromě základních syntetických materiálů uvedena i teplotní odolnost tkanin ze skleněných vláken.

Jak je z údajů v tab. 3 zřejmé, syntetické filtrační materiály AR, PPS a PI pro výrobu netkaných textilií jsou schopny pokrýt běžný teplotní rozsah na výstupu ze spalovacích zařízení na tuhá paliva s teplotami spalin < 200 °C. Zároveň je zřejmé, že mezi filtračními materiály AR, PPS a PI existují významné cenové rozdíly.

### Chemická odolnost filtračních netkaných textilií ze syntetických vláken

Chemická odolnost filtračního materiálu se vyjadřuje jako odolnost proti působení korozivních plynů – par kyselin, zásad, oxidačních prostředků – a hydrolyzy jako degradace filtračního materiálu při současném působení vyšších teplot a vyšší vlhkosti. Další sledovanou odolností, zejména v souvislosti s používanou povrchovou úpravou PTFE membránou je mechanická odolnost proti abrazi.

Problém v hodnocení spočívá ve skutečnosti, že teplotní a chemické odolnosti a působení vlhkosti se mnohdy vzájemně ovlivňují a hodnotitelé (výrobci) ve svých informačních materiálech o chemické odolnos-

Tab. 3 Teplotní odolnosti syntetických filtračních materiálů  
 Tab. 3 Temperature resistance of synthetic filtering materials

Materiál	Zkratka	Obchodní označení	Teplotní odolnost		Cenová úroveň
			trvalá [°C]	špičková [°C]	
Polypropylen	POP, PP	Meraklon Courlene	90	100 – 110	2 – 2,5
Polyester	PES, PE	Trevira Dacron	135 – 150	150 – 180	1
Polyakrylonitril (hom.)	hom. PAN	Dralon Ricem Dolanit	125 – 130	140 – 150	2,5 – 3
Aramid	AR	Nomex Conex	190 – 200	220 – 250	5
Polyfenylen-sulfid	PPS	Procon Ryton	180 – 190	190 – 230	7
Polyimid	PI, PIC	P84	180 <sup>*)</sup> – 240	245 – 300	10
Polytetrafluorethylen	PTFE	Teflon Toyflon Rastex	240 – 250	280	25
Skleněné vlákno	GL, GF	Fibreglass Huyglass	260	290	5

\*) Pozn.: Uváděná spodní hranice platí pro vlhký plyn

ti neuvádějí bližší podmínky zkoušení. Druhý problém, již zmíněný při stručném výkladu mezinárodních norem, je způsobený tím, že různí hodnotitelé používají různá hodnocení odolnosti filtračního materiálu – pětistupňové, čtyřstupňové a třístupňové – a u jednotlivých hodnocení nejsou známy hranice poklesu pevnosti v tahu u jednotlivých stupňů.

Další faktor, který může být příčinou rozdílů v hodnocení, je použití zpevňující tkané výztuže ve struktuře filtrační netkané textilie. Všechny zmíněné skutečnosti způsobují, že hodnocení chemické odolnosti filtračních materiálů se často liší, a tato skutečnost ztěžuje vzájemné porovnání výsledků hodnocení odolnosti filtračního materiálu různými hodnotiteli.

Při shromažďování informací o chemické odolnosti syntetických filtračních materiálů kromě již uvedených firem Donaldson [9], Gutsche [10] a Lydall [11] poskytly informace o chemické odolnosti firmy Kayser [12], Gore [13] a Testori [14] a BWF Envirotec [15]. Ze zmíněných firem po-

užívají 5stupňové hodnocení odolnosti Donaldson a Kayser, 4stupňové hodnocení firmy Gutsche, Lydall, Gore a Testori a 3stupňové hodnocení firma BWF Envirotec.

U 5stupňového hodnocení se v překladu používá slovní hodnocení odolnosti jako: vynikající, velmi dobré, dobré, snížené, nedostatečné. U 4stupňového hodnocení se používá slovní hodnocení např. podle firmy Gutsche [10] jako odolnost: výborná, dobrá, omezená, špatná; současně firma zavádí i číselné označení odolnosti od 1 (výborná) do 4 (špatná). Jiné 4stupňové slovní hodnocení odolnosti používá firma Gore [13]: vynikající, vysoká, velmi dobrá a slušná (uspokojivá). Firma Testori [14] používá opačné bodové hodnocení od 1 bodu jako špatná odolnost až po 4 body jako vynikající odolnost.

Ve snaze o vzájemné porovnání různých hodnocení a objektivnější posouzení výsledků autoři příspěvku navrhli metodu porovnání, spočívající ve vyjádření hodnocení ekvivalentním 5stupňovým bodovým hodnocením. Podle schématu v tab. 4 se u všech hodnocení předpokládá rovnoměrné rozdělení poklesu pevnosti v tahu od 0 do 100 % a tomu odpovídající rovnoměrné 5stupňové hodnocení odolnosti filtračního materiálu stupni 1 (nejlepší, nejmenší pokles pevnosti v tahu) až 5 (nejhorší, největší pokles pevnosti). Hranice u číselného 4stupňového hodnocení se přepočtu na ekvivalentní 5stupňové hodnocení vynásobením koeficientem 5/4 = 1,25 a hranice u číselného 3stupňového hodnocení se přepočtu na ekvivalentní 5stupňové hodnocení vynásobením koeficientem 5/3 = 1,667. Např. pravá hranice stupně 3 u 4stupňového hodnocení odpovídá hodnocení 3 × 1,25 = 3,75 u ekvivalentního 5stupňového hodnocení a např. pravá hranice stupně 1 u 3stupňového hodnocení odpovídá hodnocení 1,667 u ekvivalentního 5stupňového hodnocení.

Po přepočtu na ekvivalentní 5stupňové hodnocení lze číselně a graficky vzájemně porovnávat různá hodnocení a lze stanovit i bodový rozsah od minimálního do maximálního hodnocení, lze stanovit i vypovídající střední hodnotu číselného hodnocení od 0 do 5. Pro vyjádření středního hodnocení lze s výhodou využít údajů v tab. 5, kde je u jednotlivých více-  
 stupňových hodnocení uvedena střední bodová hodnota u ekvivalentního 5stupňového hodnocení.

V tab. 6 až 12 jsou s použitím metody ekvivalentního 5stupňového hodnocení shrnuty poskytnuté informace o chemické odolnosti základních syntetických filtračních materiálů polyester (PES), polypropylen (POP), polyakrylonitril (PAN), aramid (AR), polyfenylen-sulfid (PPS), polyimid (PI) a polytetrafluorethylen (PTFE). Údaje o chemické odolnosti jsou doplněny o odolnost proti abrazi.

Tab. 4 Vzájemné porovnání vícestupňových hodnocení odolnosti filtračního materiálu  
 Tab. 4 Mutual comparison of multi-stage evaluation of filtering material resistance

Pokles pevnosti v tahu v [%]	20		40		60		80		100	
Odolnost filtr. materiálu	nejvyšší				střední				nejnižší	
Hranice u ekvivalentního 5stupňového bodového hodnocení	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
Hodnocení	5stupňové		2		3		4		5	
	4stupňové		2		3		4			
	3stupňové		2		3		4			

Tab. 5 Střední bodová hodnota hodnocení po přepočtu na ekvivalentní 5stupňové hodnocení  
 Tab. 5 Mean score value after conversion to equivalent 5-grade rating

Hodnocení	5stupňové	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
	4stupňové	0,625	1,875	3,125	4,375	
	3stupňové	0,834	2,5	4,167		

Tab. 6 Porovnání hodnocení odolnosti PES různými hodnotiteli od 0 – nejvyšší do 5 – nejnižší  
 Tab. 6 Comparison of PES resistance ratings by different evaluators from 0 – highest to 5 – lowest

5stupňové ekvivalentní hodnocení		0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
<b>Odolnost proti kyselinám</b> Minimum: 1,25 Maximum: 4,0 Stř. hod.: 2,56	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti zásadám</b> Minimum: 2,0 Maximum: 5,0 Stř. hod.: 3,51	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti oxidličovadlům</b> Minimum: 0 Maximum: 3,33 Stř. hod.: 1,81	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti hydrolyze</b> Minimum: 3,33 Maximum: 5,0 Stř. hod.: 4,38	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	BWF Envirotec										

Tab. 7 Porovnání hodnocení odolnosti POP různými hodnotiteli od 0 – nejvyšší do 5 – nejnižší  
 Tab. 7 Comparison of POP resistance ratings by different evaluators from from 0 – highest to 5 – lowest

5stupňové ekvivalentní hodnocení		0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
<b>Odolnost proti kyselinám</b> Minimum: 0 Maximum: 1,67 Stř. hod.: 0,619	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti zásadám</b> Minimum: 0 Maximum: 1,67 Stř. hod.: 0,619	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti oxidličovadlům</b> Minimum: 1,25 Maximum: 5,0 Stř. hod.: 3,11	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti hydrolyze</b> Minimum: 0 Maximum: 3,75 Stř. hod.: 0,976	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										

Tab. 8 Porovnání hodnocení odolnosti PAN různými hodnotiteli od 0 – nejvyšší do 5 – nejnižší

Tab. 8 Comparison of PAN resistance ratings by different evaluators from 0 – highest to 5 – lowest

5stupňové ekvivalentní hodnocení		0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
<b>Odolnost proti kyselinám</b> Minimum: 1,25 Maximum: 3,33 Stř. hod.: 2,19	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti zásadám</b> Minimum: 1,0 Maximum: 3,75 Stř. hod.: 2,44	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti oxysličovadlům</b> Minimum: 1,0 Maximum: 3,33 Stř. hod.: 2,02	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti hydrolyze</b> Minimum: 0 Maximum: 3,33 Stř. hod.: 1,98	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										

Tab. 9 Porovnání hodnocení odolnosti AR různými hodnotiteli od 0 – nejvyšší do 5 – nejnižší

Tab. 9 Comparison of AR resistance ratings by different evaluators from 0 – highest to 5 – lowest

5stupňové ekvivalentní hodnocení		0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
<b>Odolnost proti kyselinám</b> Minimum: 1,0 Maximum: 5,0 Stř. hod.: 3,10	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti zásadám</b> Minimum: 1,0 Maximum: 5,0 Stř. hod.: 2,42	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
<b>Odolnost proti oxysličovadlům</b> Minimum: 0 Maximum: 3,75 Stř. hod.: 2,00	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
<b>Odolnost proti hydrolyze</b> Minimum: 1,25 Maximum: 5,0 Stř. hod.: 3,15	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
BWF Envirotec											



Tab. 10 Porovnání hodnocení odolnosti PPS různými hodnotiteli od 0 – nejvyšší do 5 – nejnižší

Tab. 10 Comparison of PPS resistance ratings by various evaluators from 0 – highest to 5 – lowest

5stupňové ekvivalentní hodnocení		0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
<b>Odolnost proti kyselinám</b> Minimum: 0 Maximum: 2,5 Stř. hod.: 0,798	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti zásadám</b> Minimum: 0 Maximum: 2,5 Stř. hod.: 0,941	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti oksyličovadlům</b> Minimum: 2,5 Maximum: 5,0 Stř. hod.: 3,88	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti hydrolyze</b> Minimum: 0 Maximum: 3,75 Stř. hod.: 1,15	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										

Tab. 11 Porovnání hodnocení odolnosti PI různými hodnotiteli od 0 – nejvyšší do 5 – nejnižší

Tab. 11 Comparison of PI resistance ratings by various evaluators from 0 – highest to 5 – lowest

5stupňové ekvivalentní hodnocení		0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
<b>Odolnost proti kyselinám</b> Minimum: 1,0 Maximum: 5,0 Stř. hod.: 2,88	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti zásadám</b> Minimum: 1,0 Maximum: 5,0 Stř. hod.: 3,30	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti oksyličovadlům</b> Minimum: 1,0 Maximum: 4,0 Stř. hod.: 2,40	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti hydrolyze</b> Minimum: 1,0 Maximum: 4,0 Stř. hod.: 2,19	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										

Tab. 12 Porovnání hodnocení odolnosti PTFE různými hodnotiteli od 0 – nejvyšší do 5 – nejnižší

Tab. 12 Comparison of PTFE resistance ratings by various evaluators from 0 – highest to 5 – lowest

5stupňové ekvivalentní hodnocení		0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
<b>Odolnost proti kyselinám</b>  Minimum: 0 Maximum: 1,67 Stř. hod.: 0,619	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti zásadám</b>  Minimum: 0 Maximum: 1,67 Stř. hod.: 0,619	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti oksyličovadlům</b>  Minimum: 0 Maximum: 1,67 Stř. hod.: 0,619	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										
<b>Odolnost proti hydrolyze</b>  Minimum: 0 Maximum: 1,67 Stř. hod.: 0,619	Donaldson										
	Kayser										
	Gutsche										
	Lydall										
	Gore										
	Testori										
	BWF Envirotec										

Z grafického porovnání výsledků odolnosti netkaných filtračních textilií z materiálu vláken PES vyplývá střední odolnost proti kyselinám, snížená odolnost proti zásadám, velmi dobrá až střední odolnost proti oksyličovadlům a špatná (nedostatečná) odolnost proti hydrolyze. S výjimkou odolnosti proti hydrolyze existují mezi jednotlivými hodnotiteli větší rozdíly až do cca 2/3 škály ekvivalentního 5stupňového hodnocení (u odolnosti proti oksyličovadlům).

Netkané PES textilie mají vynikající odolnost proti abrazi.

Z porovnání odolnosti vláken POP vyplývá výborná odolnost proti kyselinám a zásadám a s výjimkou údajů od firmy Testori i výborná odolnost proti hydrolyze. U odolnosti proti oksyličovadlům jsou mezi údaji firem významné rozdíly a převládá spíše snížená odolnost. Podobně jako PES, mají i vlákna POP výbornou odolnost proti abrazi.

U materiálu vláken PAN vyplývá u všech odolností i u většiny hodnotitelů velmi dobrá shoda hodnocení – odolnost je střední. Jediné významnější rozdíly byly zjištěny u odolnosti proti hydrolyze, kde podle většiny hodnotitelů je odolnost velmi dobrá až střední, ale u hodnocení firmy Testori je odolnost výborná. Rozsah hodnocení je zde až 2/3 škály ekvivalentního 5stupňového hodnocení.

Vlákna PAN mají velmi dobrou odolnost proti abrazi.

Z grafického hodnocení odolnosti vláken AR vyplývá u všech hodnocení zvýšený rozsah hodnocení až na 4/5 bodové škály a nejistota výsledku jednotlivého hodnocení je tak vysoká. Odolnost vláken AR proti kyselinám tak s výjimkou údajů od firmy Donaldson vychází jako snížená, odol-

nost proti zásadám lze hodnotit jako střední až sníženou, odolnost proti oksyličovadlům jako velmi dobrou až střední a odolnost proti hydrolyze jako střední až sníženou.

Vlákna AR mají velmi dobrou odolnost proti abrazi.

U hodnocení odolnosti vláken PPS dochází s výjimkou odolnosti proti hydrolyze (údaje od firmy Lydall) k dobré shodě hodnocení. Odolnost proti kyselinám i zásadám je výborná až velmi dobrá, odolnost proti hydrolyze výborná až střední, naopak odolnost proti oksyličovadlům je snížená až špatná.

Vlákna PPS mají velmi dobrou odolnost proti abrazi.

Z grafického hodnocení odolnosti vláken PI vyplývá u odolnosti proti kyselinám i zásadám zvýšený rozsah hodnocení až na 4/5 bodové škály a nejistota výsledku jednotlivého hodnocení je tak vysoká. U obou činidel je odolnost střední až snížená. U odolnosti vláken PI proti oksyličovadlům i proti hydrolyze ukazují hodnocení střední odolnost.

Hodnocení odolnosti vláken PTFE proti všem uvedeným účinkům je vynikající a u všech hodnotitelů dochází ke shodě.

Nevýhodou vláken PTFE je jejich snížená odolnost proti abrazi.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem této rešeršní práce je vypracování podkladů pro volbu vhodného filtračního materiálu pro výrobu netkaných filtračních textilií

a jejich předpokládaného použití pro filtraci spalin u fluidního spalování biopaliv kyslíkem v rámci projektu [1].

Přínosem práce je kromě shrnutí výsledků hodnocení chemické odolnosti několika významných výrobců filtračních materiálů vytvoření porovnávací metody, spočívající ve vyjádření hodnocení chemické odolnosti ekvivalentním 5stupňovým bodovým hodnocením, které u jednotlivých stupňů předpokládá rovnoměrné rozdělení poklesu pevnosti v tahu od 0 do 100 %. Tato metoda umožňuje objektivnější posouzení výsledků různých hodnotitelů používajících různé vícestupňové hodnocení – pětistupňové, čtyřstupňové i třístupňové, při různém teplotním zatížení a různé vlhkosti vzduchu a s různým posouzením poklesu pevnosti v tahu u jednotlivých hodnotících stupňů.

S ohledem na složitost hodnocení jednotlivých účinků a jejich vzájemné ovlivňování by filtrační textilie ideálně měla být odzkoušena při předpokládaných podmínkách použití, tj. za reálných provozních podmínek.

Kontakt na autory: [Jiri.Hemerka@fs.cvut.cz](mailto:Jiri.Hemerka@fs.cvut.cz), [Pavel.Vybiral@fs.cvut.cz](mailto:Pavel.Vybiral@fs.cvut.cz)

Poděkování: Tato práce byla podpořena z projektu OP VVV č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/16\_019/0000753 „Centrum výzkumu nízkouhlíkových energetických technologií“.

### Použité zdroje:

- [1] Projekt OP VVV č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/16\_019/0000753 „Centrum výzkumu nízkouhlíkových energetických technologií“.
- [2] HORROCKS, A. R. *Handbook of Technical Textiles*. Cambridge, Woodhead Publishing, 2000. ISBN 978-1-85573-385-5.
- [3] *Fabric Filter Material* [online]. Neundorfer Inc. Dostupné z: <http://www.neundorfer.com/knowledgebase-posts/fabric-filter-material/>
- [4] PURCHAS, D., SUTHERLAND, K. *Handbook of Filter Media*. 2nd Edition. Oxford, Elsevier Science & Technology Books, 2000. ISBN 978-1-85617-375-9.
- [5] DICKENSON, C. *Filters and Filtration Handbook*, 3rd Edition. Oxford, Elsevier Advanced Technology, 1994.
- [6] HUTTEN, I. M. *Handbook of Nonwoven Filter Media*, Elsevier Ltd., 2007.
- [7] ČSN EN ISO 16891. Zkušební metody pro hodnocení degradace vlastností čistitelného filtračního média. Praha. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [8] ISO 11057. Air quality – Test method for filtration characterization of cleanable filter media, 2011. International Organization for Standardization 2011.
- [9] Webové stránky firmy Donaldson Company. Donaldson Filter Media.
- [10] Webové stránky firmy Gutsche GmbH & Co. Gutsche – Textile Engineering.
- [11] Webové stránky firmy Lydall. Industrial Filtration.
- [12] Webové stránky firmy Kayser filtertech GmbH.
- [13] Webové stránky firmy W. L. Gore & Associates, Inc.
- [14] Webové stránky firmy Testori.
- [15] Webové stránky firmy BWF Tec GmbH & Co.
- [16] STRUČKA, M. *Vlastnosti priemyslných filtračných materiálov*. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta strojní, 2017.

### Seminář o čištění potrubí

Na vnitřním povrchu energetických, průmyslových i otopných systémů se během provozu postupně vytvářejí usazeniny a korozní produkty, které působí jako izolant a brání přestupu tepla. Je proto nezbytné se o všechna tato zařízení, především o jejich vnitřní povrchy, postarat pravidelnou údržbou. Udržovat je na hodnotách původních výkonů a prodloužit vhodnými a bezpečnými způsoby jejich životnost.

Univerzálnost a bezpečnost nové generace čistících technologií a prostředků obsahujících nové inhibiční a pasivační látky, umožňuje vyčistit i velmi zanedbané vnitřní povrchy a obnovit povrch do potřebné čistoty až do původního stavu. Speciální bezpečná proplachová metoda se může aplikovat nejen u energetických, ale i u otopných soustav bez nutnosti vstupu do bytů i u dál-

kového vytápění, a to během několika málo hodin připojením proplachovací a čistící soupravy u paty domu. Zároveň s vyčištěním od korozních a minerálních úsad dojde k pasivaci všech vnitřních povrchů, čímž se zamezí tvorbě nových úsad a korozi vnitřních povrchů, ale jen při použití nových čistících prostředků na bázi vhodných inhibičních a pasivačních látek.

Fakulta strojní ČVUT v Praze pořádá pravidelně seminář s touto problematikou s názvem „Připravte se na otopnou sezónu“, kde seznamuje účastníky s novými poznatky v oblasti čištění potrubí.

Zdroj: *Technický týdeník 17/2019*

(VZ)

### Německé větrné elektrárny budou dále od obydlí

Nové větrné elektrárny na německé půdě budou muset být vzdáleny minimálně 1 km od obydlených oblastí. Vládou sestavený klimatický kabinet tak zářijovým opatřením de facto výrazně snížil celkový možný potenciál větrných elektráren v Německu. Německá agentura pro životní prostředí (UBA) v březnu uvedla, že minimální vzdálenost ve výšce 1 km od obydlí by snížila celkový potenciál pevninských větrných elektráren z 80 GW na 43 až 63 GW. Rozhodnutí tedy určitě nepomáhá plnění cílů německé energetické politiky, má ovšem důležitý politický význam. V zemi totiž výrazně přibýlo protestů proti stavbě nových elektráren. Velká část elektráren a větrných parků aktuálně končí před soudem. Výpadek v budování „onshore“ větrných elektráren má do jisté míry nahradit zrychlení výstavby elektráren ve vodách u pobřeží, tedy „offshore“. Cíl instalovaného výkonu pro „offshore“ větrné elektrárny pro rok 2030 se naopak zvýšil z původních 15 GW na 20 GW. Největší překážkou ve splnění (či třeba navýšení) tohoto cíle v tuto chvíli je především nutnost rozšíření sítí v těchto oblastech. Cena instalací v posledních letech poměrně rychle klesá (možná až překvapivě rychle), ale sebelevnější elektrárny nejsou k ničemu, pokud se nepodaří zrychlit budování přípojek do sítě.

Zdroj: *Technický týdeník 20/2019*

(VZ)



## VVI Poradna

Příspěvky a informace uveřejňované v časopisu Vytápění, větrání, instalace mají především naplnit potřeby členů Společnosti pro techniku prostředí.

Časopis připravil pro pravidelné čtenáře novou rubriku s názvem VVI Poradna. <http://www.stpcr.cz/cz/vvi-poradna>

Prostřednictvím formuláře na webových stránkách STP (v sekci časopisu VVI) můžete vznášet dotazy, které se týkají problematiky techniky prostředí.

Nejzajímavější dotazy a odpovědi vybraných odborníků budeme průběžně zveřejňovat v našem časopisu.

Redakce VVI