

Analýza fyzikálnych vlastností látkových filtrov

Slavomír Drevko¹, Jozef Mačala a Tomáš Bakalár

The analysis of physical properties of filter cloth

This contribution deals with a measurement of physical properties of filter textiles. When comparing INOFIL PES-1 and FINET PES-1 filter textiles, the filter textile FINET PES-1 was found to provide better results than the filter textile INOFIL PES-1 in four studied parameters out of five: thickness, surface weight, solidity and permeability. INOFIL PES-1 had better results only in one parameter – tensility. As to the duration of the functional use of the filter textiles in operation, FINET PES-1 shows better results – approximately 655 hours.

Key words: filter textile, thickness, surface weight, solidity, permeability, tensility.

Úvod

Príspevok pojednáva o fyzikálnych vlastnostiach látkových filtrov a o ich zmenách, ktoré nastávajú po ich zavedení do prevádzky a následnej filtrácii vzdušiny, konkrétne v SMZ, a.s., Jelšava a je súhrnom výsledkov pozorovaní a skúmaní na Technickej univerzite v Liberci (Textilná fakulta, Katedra textilných materiálov), pod vedením Ing. Vladimíra Kovačiča. V článku sú uvedené postupy meraní a namerané výsledky je možné využiť pre rozhodovanie zodpovedných osôb v SMZ, a.s., Jelšava o zavedení tej-ktorej filtračnej textílie do prevádzky za účelom zvýšenia kvality filtrácie a z toho vyplývajúceho dodržiavania emisných limitov stanovených normami Európskej únie. Hlavným, teda určujúcim parametrom, ktorým by sa zodpovedné osoby mali riadiť je priedušnosť, ktorá podstatnou mierou určuje kvalitu filtrácie a následne aj dodržiavanie emisných limitov.

Fyzikálne vlastnosti čistých (nepoužitých) látkových filtrov

Hlavnými parametrami, ktoré určujú kvalitu filtračných textílií sú hrúbka, plošná hmotnosť, pevnosť, ťažnosť, priedušnosť a tepelná odolnosť. Hodnoty, ktoré sú uvedené v tab. 1., boli získané z meraní čistých (slepých) vzoriek. Tepelná odolnosť nebola skúmaná v dôsledku nefunkčnosti meracieho prístroja. Tieto hodnoty sú uvádzané v technických listoch, ktoré dodávajú výrobcovia spolu s filtračnými textíliami [5].

Tab. 1. Kvalitatívne parametre filtračných materiálov [6]
Tab. 1. Qualitative parameters of filter materials

Druh filtra	Hrúbka [mm]	Plošná hmotnosť [g.m ⁻²]	Pevnosť dĺžka [N]	Pevnosť šírka [N]	Ťažnosť dĺžka [%]	Ťažnosť šírka [%]	Priedušnosť pri 200 Pa [mm.s ⁻¹]	Tepelná odolnosť [°C]
INOFIL PES-1	2,28	630	870	1700	80	70	580	150
FINET PES-1	1,9	530	600	800	50	50	300	150

Meranie fyzikálnych vlastností použitých látkových filtrov

Merania boli uskutočnené na dvoch filtračných materiáloch: INOFIL PES-1 a FINET PES-1. Skratka PES znamená, že obidva látkové filtre boli vyrobené zo 100 % polyesteru. INOFIL PES-1 je netkaná filtračná textília a FINET PES-1 je vpichovaná filtračná textília s podkladovou tkaninou, ktorá je na vstupnej strane tepelne upravená. Oba látkové filtre boli zavedené do prevádzky v SMZ, a.s., Jelšava. Filtračná textília INOFIL PES-1 bola v prevádzke 4 536 hodín a filtračná textília FINET PES-1 až 5 191 hodín. Už tieto údaje naznačujú, že filtračná textília FINET PES-1 má vyššiu kvalitu, ale či je to ozaj tak, bolo treba dokázať až ďalšími meraniami [5, 8].

¹ Ing. Slavomír Drevko, doc. Ing. Jozef Mačala, CSc., Ing. Tomáš Bakalár, TU v Košiciach, F BERG, Katedra mineralurgie a environmentálnych technológií, Park Komenského 19, 043 84 Košice, Slovensko, drevko@orangedmail.sk, jozef.macala@tuke.sk, tomas.bakalar@tuke.sk

(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 29. 9. 2005)

Meranie hrúbky



Merania boli uskutočnené na prístroji AUTOMATIC COMPRESSION TESTER KES-FB3, obr. 1. Merania boli realizované podľa bývalých noriem ČSN 80 0844 a ST SEV 997-78, ktoré boli nahradené normou ČSN EN ISO 5084.

Obr. 1. Merací prístroj AUTOMATIC COMPRESSION TESTER KES-FB3 [7]

Fig. 1. Measuring instrument AUTOMATIC COMPRESSION TESTER KES-FB3

Postup merania

Pripravených bolo 10 ks štvorcov s rozmermi 10 x 10 cm z dvoch rozdielnych použitých filtračných materiálov – 5 ks FINET PES-1 a 5 ks INOFIL PES-1. Pripravené (mechanicky očistené) vzorky filtračných textílií boli umiestnené do meracieho prístroja a stlačením tlačidla štart na prístrojovej doske sa valec s meracou čeľusťou (plocha čeľuste = 1 000 mm²) zosunul smerom nadol, takže medzi podložkou a čeľusťou ostala meraná vzorka textílie. Po dotyku posuvnej čeľuste s textíliou a jej pritlačení na pevnú podložnú čeľusť, merací prístroj vyvinul tlak 1 kPa, ktorý bol na začiatku merania zadaný podľa normy ČSN EN ISO 5084. Nasledoval časový úsek $t = 30$ s, počas ktorého merací prístroj zmeral presnú hrúbku textílie s presnosťou na dve desatinné miesta. Toto meranie bolo opakované na každej vzorke na štyroch miestach. Keďže bolo k dispozícii 5 vzoriek z oboch materiálov, uskutočnených bolo spolu 40 meraní. Z výsledných meraní bol vypočítaný aritmetický priemer ako štatisticky najpravdepodobnejšia hodnota hrúbky textílie, viď tab. 2. [3].

Tab. 2. Hodnoty merania hrúbky filtračných materiálov INOFIL a FINET
Tab. 2. Values of thickness of filter textiles INOFIL and FINET

vzorka	INOFIL PES-1				FINET PES-1			
	merania hrúbky [mm]				merania hrúbky [mm]			
	1	2	3	4	1	2	3	4
č.1	3,80	3,77	3,80	3,77	2,68	2,71	2,76	2,74
č.2	3,42	3,42	3,64	3,62	2,73	2,69	2,72	2,68
č.3	3,56	3,66	3,73	3,63	2,69	2,70	2,70	2,70
č.4	3,46	3,51	3,77	3,70	2,67	2,70	2,73	2,72
č.5	3,66	3,56	3,81	3,57	2,75	2,74	2,73	2,71
aritmetický priemer	3,64				2,71			

Z výsledkov vyplýva, že hrúbka látkového filtra INOFIL PES-1 sa v priemere zvýšila o 1,36 mm a hrúbka látkového filtra FINET PES-1 sa v priemere zvýšila o 0,81 mm. To znamená, že v látkovom filtri INOFIL PES-1, ako aj na jeho povrchu, zostalo aj po mechanickom očistení väčšie množstvo zachyteného magnezitového slinku a zároveň došlo k výraznejšej zmene štruktúry vlákien, ako pri vzorke látkového filtra FINET PES-1. Týmto meraním bolo dokázané, že v prípade filtračnej textílie FINET PES-1 dochádza mechanickým očistením ku kvalitnejšej regenerácii textílie.



Meranie plošnej hmotnosti

Merania boli uskutočnené na digitálnych váhach SBC 51, ktoré majú triedu presnosti II, merací rozsah max. 4100 g, pracovný rozsah 0,5 – 3200 g a rozlíšenie 0,01 g, viď obr. 2.

Obr. 2. Laboratórne váhy SBC 51 [7]
Fig. 2. Laboratory scale SBC 51

Postup merania

Pripravených bolo 10 ks štvorcov s rozmermi 10 x 10 cm [1dm²] z dvoch rozdielnych použitých filtračných materiálov (FINET PES-1 a INOFIL PES-1) – 5 ks FINET a 5 ks INOFIL. Vzorky bolo potrebné mechanicky očistiť, čo znamená, že bolo treba oškrabať prichytenú vrstvu prachu, ktorá vytvárala na tkanine filtračný koláč, ručne a mechanicky oklepať vzorky a povysávať ich po oboch stranách. Takto upravené vzorky boli postupne ukladané na digitálne váhy a zisťovaná ich hmotnosť podľa normy ČSN 80 0845. Výsledné navážené hmotnosti boli potom prerátané na plošné hmotnosti, ktoré sú udávané v g.m⁻² a výpočtom aritmetického priemeru bola stanovená štatisticky najpravdepodobnejšia hodnota plošnej hmotnosti filtračných textílií, vid' tab. 3. [2].

Tab. 3. Hodnoty merania plošnej hmotnosti filtračných materiálov INOFIL a FINET
Tab. 3. Values of surface weight of filter textiles INOFIL and FINET

vzorka	INOFIL PES-1				FINET PES-1			
	merania plošnej hmotnosti [g.m ⁻²]				merania plošnej hmotnosti [g.m ⁻²]			
	1	2	3	4	1	2	3	4
č.1	701,3	701,5	701,7	701,5	592,4	592,5	592,5	592,8
č.2	718,1	717,8	717,8	718	606,4	606	605,9	605,9
č.3	712,8	712,9	712,9	712,9	599,5	598,7	598,6	598,7
č.4	710,7	710,4	710,5	710,6	603	603,1	603,1	603,5
č.5	728,3	728,4	728,4	728,5	606,8	606,9	607,5	607,3
aritmetický priemer	714,25				601,55			

Z výsledkov vyplýva, že plošná hmotnosť látkového filtra INOFIL PES-1 sa v priemere zvýšila o 84,25 g.m⁻² a plošná hmotnosť látkového filtra FINET PES-1 sa v priemere zvýšila o 71,55 g.m⁻². To znamená, že v látkovom filtri INOFIL PES-1, ako aj na jeho povrchu, zostalo aj po mechanickom očistení väčšie množstvo zachyteného magnezitového slinku, ako pri vzorke látkového filtra FINET PES-1. Tieto merania dokázali, že v prípade filtračnej textílie FINET PES-1 dochádza mechanickým očistením ku kvalitnejšej regenerácii textílie.

Meranie pevnosti a ťažnosti



Merania boli uskutočnené na univerzálnom trhacom stroji INSTRON 4411, ktorý je určený na zisťovanie mechanických vlastností plošných textílií, vid' obr. 3. Tento prístroj má spätný rýchloposun 600 mm.min⁻¹ so zabudovanou spomaľovacou funkciou, rozsah rýchlosti 0,5 až 500 mm.min⁻¹, maximálnu dráhu 1 067 mm, šírku pracovného priestoru 250 mm a maximálne zaťaženie 5 kN (500 kg).

Obr. 3. Univerzálny trhací stroj INSTRON 4411 [7]
Fig. 3. Universal ripper machine INSTRON 4411

Postup merania

Tieto merania boli realizované podľa normy ČSN 80 0812. Meraniam predchádzala príprava vzoriek. Filtračné textílie boli nastrihané na rozmery 5 x 30 cm. Pripravených bolo 5 vzoriek FINET PES-1 pozdĺžne, 5 vzoriek FINET PES-1 priečne, 5 vzoriek INOFIL PES-1 pozdĺžne a 5 vzoriek INOFIL PES-1 priečne. Vzorky boli mechanicky dôkladne očistené a postupne upínané do trhacieho stroja, buď pozdĺžne, alebo priečne. Keďže bol trhací stroj napojený na počítač, výsledky meraní sa automaticky zobrazovali na monitore spolu s grafickým priebehom meraní. Spolu bolo teda uskutočnených 10 meraní pevnosti a ťažnosti pozdĺžne a rovnaký počet meraní pevnosti a ťažnosti priečne. Z nameraných údajov bol vypočítaný aritmetický priemer, ako štatisticky najpravdepodobnejšia hodnota pevnosti a ťažnosti (pozdĺžne a priečne) filtračných materiálov, vid' tab. 4. [1].

Z výsledkov vyplýva, že pevnosť látkového filtra INOFIL PES-1 sa pri pozdĺžnom meraní znížila v priemere o 11,15 N a pri priečnom meraní sa pevnosť znížila v priemere dokonca až o 495,99 N. Naproti tomu merania pevnosti látkového filtra FINET PES-1 ukázali, že pevnosť textílie pozdĺžne síce poklesla o 120,82 N, ale pevnosť textílie priečne vzrástla až o 273,9 N. Tento výsledok potvrdil, že filtračná textília FINET PES-1 si udržiava aj po filtrácii v prevádzke a následnej regenerácii vyššiu kvalitu pevnosti

ako filtračná textília INOFIL PES-1. Výsledky meraní ťažnosti ukázali, že ťažnosť látkového filtra INOFIL PES-1 sa pri pozdĺžnom meraní mierne znížila, a to o 6,06 % a naopak pri priečnom meraní mierne zvýšila, a to o 1,78 %. Naproti tomu ťažnosť látkového filtra FINET PES-1 pri pozdĺžnom meraní poklesla o 24,93 % a ťažnosť pri priečnom meraní poklesla o 13,4 %. Výsledky merania ťažnosti filtračných textílií INOFIL PES-1 a FINET PES-1 v tomto prípade ukázali, že látkový filter INOFIL PES-1 si udržiava po filtrácii v prevádzke a následnej regenerácii vyššiu kvalitu, čo sa týka ťažnosti, ako látkový filter FINET PES-1.

Tab. 4. Hodnoty merania pevnosti a ťažnosti filtračných materiálov
Tab. 4. Solidity values and tensility of filter textiles

vzorka	INOFIL PES-1				FINET PES-1			
	pevnosť [N]		ťažnosť [%]		pevnosť [N]		ťažnosť [%]	
	pozdĺžne	priečne	pozdĺžne	priečne	pozdĺžne	priečne	pozdĺžne	priečne
č.1	818	1187	72,54	70,3	451,92	1179,21	22,97	37,7
č.2	810,44	1230,28	71,57	74,12	432,1	1073,08	24,09	37,68
č.3	885,49	1170,73	75,3	71,39	461,88	1041,46	26,84	35,09
č.4	871,68	1215,24	72,21	71,54	596,16	989,93	27,65	35,14
č.5	908,63	1216,78	78,08	71,53	453,85	1085,81	23,81	37,4
aritmetický priemer	858,85	1204,01	73,94	71,78	479,18	1073,9	25,07	36,6

Meranie priedušnosti



Tieto merania boli uskutočnené na prístroji SDL M021S, ktorý je určený na meranie priedušnosti textilných materiálov. Rozsah merania objemu prietoku vzduchu je $0,05 - 400 \text{ ml.s}^{-1}$ a rozsah nastaviteľného tlaku je v rozmedzí $100 \text{ Pa} - 2 \text{ kPa}$, viď obr. 4.

Obr. 4. Prístroj na meranie priedušnosti SDL M021S [7]
Fig. 4. Apparatus for permeability measure SDL M021S

Postup merania

Tieto merania boli vykonané podľa normy ČSN EN ISO 9237. Nastrihaných bolo 10 ks štvorcov s rozmermi $10 \times 10 \text{ cm}$ z dvoch rozdielnych filtračných materiálov 5 ks FINET PES-1 a 5 ks INOFIL PES-1. Pripravené (mechanicky očistené) vzorky filtračných textílií boli umiestnené do meracieho prístroja a na prístroji bol nastavený tlak 200 Pa , aby bolo možné namerané výsledky porovnať s výsledkami uvedenými v tab. 1. Keďže bolo k dispozícii 5 vzoriek z oboch materiálov, uskutočnených bolo spolu 10 meraní. Namerané výsledky boli v jednotkách $\text{l cm}^2.\text{hod}^{-1}$, takže ich bolo treba prerátať na jednotky mm.s^{-1} . Z výsledných meraní bol stanovený aritmetický priemer, ako štatisticky najpravdepodobnejšia hodnota priedušnosti textílií, viď tab. 5. [4].

Tab. 5. Hodnoty merania priedušnosti filtračných materiálov
Tab. 5. Permeability values of filter textiles

Vzorka	INOFIL PES-1	FINET PES-1
	priedušnosť pri 200 Pa [mm.s^{-1}]	priedušnosť pri 200 Pa [mm.s^{-1}]
č.1	486,15	355
č.2	813,97	305
č.3	805,62	302,5
č.4	458,37	315
č.5	847,29	262,5
aritmetický priemer	682,28	308

Z výsledkov vyplýva, že priedušnosť pri tlaku 200 Pa u látkového filtra INOFIL PES-1 sa v priemere zvýšila o $102,28 \text{ mm.s}^{-1}$ a priedušnosť u látkového filtra FINET PES-1 sa v priemere zvýšila len o 8 mm.s^{-1} . Aj toto meranie dokázalo, že látkový filter FINET PES-1 si udržiava po filtrácii v prevádzke a následnej regenerácii vyššiu kvalitu, čo sa týka priedušnosti, ako látkový filter INOFIL PES-1.

Záver

Príspevok pojednáva o meraniach fyzikálnych vlastností filtračných textílií. Z nameraných výsledkov vyplýva záver, že z porovnávaných dvoch látkových filtrov INOFIL PES-1 a FINET PES-1, dosahuje filtračná textília typu FINET PES-1 v štyroch sledovaných parametroch z piatich lepšie výsledky ako filtračná textília typu INOFIL PES-1. Konkrétne sa jedná o tieto parametre: hrúbka, plošná hmotnosť, pevnosť pozdĺžna a priečna a priedušnosť. Len v jednom parametri mal látkový filter INOFIL PES-1 lepšie výsledky, a to pri ťažnosti. Aj čo sa týka dĺžky trvania funkčného používania filtračných textílií v prevádzke, je na tom lepšie FINET PES-1, jedná sa o dobu približne 655 hodín. Preto odporúčame SMZ, a.s., Jelšava používanie filtračných textílií typu FINET PES-1. Prostredníctvom týchto látkových filtrov môže závod kvalitnejšie filtrovať škodlivú vzdušninu obsahujúcu častice magnezitového slinku, dosahovať predpísané emisné limity stanovené Európskou úniou a v konečnom dôsledku aj ušetriť finančné prostriedky.

Literatúra - References

- [1] ČSN 80 0812 Plošné textilie. *Zjišťování pevnosti v tahu a těžnosti.*
- [2] ČSN 80 0845 Plošné textilie. *Stanovení ukazatelů hmotnosti.*
- [3] ČSN EN ISO 5084 (ČSN 80 0844) Zkoušky pro netkané textilie. *Tloušťka.*
- [4] ČSN EN ISO 9237 Zkoušky pro netkané textilie. *Prodyšnost.*
- [5] Interné materiály firmy FILTEX SK s.r.o. Košice
- [6] Interné materiály firmy ILD s.r.o. Košice.
- [7] www.ft.vslib.cz
- [8] www.filtex.sk