

ODBORNÉ VZDĚLÁVÁNÍ ÚŘEDNÍKŮ
PRO VÝKON STÁTNÍ SPRÁVY
OCHRANY OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

Spalování paliv - Kotle

Ing. Jan Andreovský Ph.D.



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- Obecně filtrace – použití
 - Provozy zpracovatelské (výroba dřeva, asphalt atd)
 - **Energetika (plnění limitů)**
 - Hutní průmysl (plnění limitů)
 - Spalování odpadů (plnění limitů)
 - Cementárny (plnění limitů, součást výrobního procesu)
 - Další
- Podstata funkce látkových filtrů
 - Jedná se o odloučení částic ve filtrační vrstvě, která je tvořena nejčastěji vláknitou vrstvou (případně porézní nebo zrnitou).
 - Větší částice neprojdou tkaninou a zachytí se na jejím povrchu → vznik tzv. filtračního koláče který sám o sobě tvoří filtrační vrstvu.
 - V energetice je nezbytná regenerace filtru z důvodů vysokých koncentrací prachu a rychlého zanesení. Používá se např. zpětný tok, tlakové pulzy, otřepy apod.

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- Rozhodující parametry pro kvalitu a životnost látkové filtrace:
 - Teplota
 - Chemické složení (přítomnost kyselých složek)
 - Fyzikální vlastnosti (aerodynamické poměry atd.)
 - Granulometrie (vstupní, výstupní)
 - Správnost provedení opěrných košů a navazujících technologií odvodu popílku.
 - V případě, že je to možné analyzují se vzorky, obvyklé provozní stavy a stávající filtrační materiály.
- Základní vlastnosti filtračních materiálů:
 - Struktura, pórovitost, jemnost, pevnost, tvárnost, tažnost, odolnost proti teplotnímu a chemickému namáhání
- Provozní vlastnosti filtračních materiálů:
 - Prodyšnost, měrné zatížení filtrační tkaniny, odlučivost, jímavost.

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- Provozní vlastnosti, specifické parametry filtračních materiálů:
 - Prodyšnost – parametr, který vyjadřuje měrný průtok textilií při tlakové ztrátě 200 Pa. U vpichovaných textilií cca $100 - 1000 \text{ l.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.
 - Měrné zatížení filtrační tkaniny – což je doporučená hodnota ustáleného měrného průtoku plynu textilií při běžných tlakových ztrátách ($\text{m}^3.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Tlaková ztráta je v průběhu času proměnná.
 - Odlučivost – rozdíl mezi vstupní (x) a výstupní (y) koncentrací vztažený ke vstupní koncentraci (x). $\eta = (x - y) / (x)$. V průběhu času roste společně s tlakovou ztrátou až do fyzického porušení.
 - Jímavost – množství prachu, které pojme jednotková plocha filtru při maximální tlakové ztrátě.
 - Obvyklé provozní ztráty látkových filtrů se pohybují v rozsahu cca 800 – 1500 Pa, maxima pro spouštění regenerace je v úrovni cca 2000Pa. Celková tlaková ztráta filtru je složena ze ztráty filtračního materiálu a ze ztráty konstrukčního provedení (tj. kanály, usměrňovače apod).
 - Filtrační rychlosti jsou cca $1 - 2 \text{ cm.s}^{-1}$, což představuje poměr mezi průtokem plynu a plochou filtru.

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- Provozní vlastnosti, specifické parametry filtračních materiálů:
 - Obtížné je použití látkových filtrů na lepivých druzích prachů. Filtrace lepivých prachů se řeší pomocí olejofobní úpravy což je většinou impregnace PTFE. Impregnace PTFE výrazně zlepšuje účinnost regenerace a mimo olejofobní účinky vykazuje i hydrofobní vlastnosti.
 - Přesto pro aplikace lepivých prachů (např. spalování mazutu) jsou rozsáhlejší provozní zkušenosti s elektrodlučovači než s tkaninovými filtry.
 - *Při specifických požadavcích na antistatické vlastnosti, které jsou obvyklé u výbušných prachu (většinou před vstupem do spalování), se používají filtrační materiály s přídavkem nerezových vodivých vláken. Dosahuje se povrchových odporů nižších než $1 \cdot 10^6 \Omega$.*

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- Provozní vlastnosti - Změna tlakové ztráty filtru se zanášením:
 - Nainstalovaný filtr prochází nejdříve tzv. zaprášením – tj. vytvoří se filtrační koláč na látkovém filtru. Filtr je na své počáteční tlakové ztrátě.
 - Po vytvoření filtračního koláče začíná filtr plnit správně svojí funkci s počáteční tlakovou ztrátou.
 - V průběhu pracovního procesu dochází k zanášení filtru prachem, částice se usazují na vláknech a na již odloučených částicích, kde vytvářejí shluky nebo řetězce. S postupným zanášením se mění struktura a poréznost vláknité vrstvy až do maximální tlakové ztráty. Pak přichází regenerace.
 - V průběhu životnosti filtru i při zapojení regenerace dochází k pozvolnému zanášení filtru, zvyšuje se filtrační rychlost a zvyšuje se tlaková ztráta až do porušení (protržení filtru). Vlivem zvýšené filtrační rychlosti se při dosažení určitého maxima zhoršuje odlučivost a to v důsledku poklesu difuzní účinku odlučování a z důvodů odskoku již odloučených částic.
 - Dílčí indikace životního cyklu látkového filtru může být pomocí zvýšené četnosti regenerace, dlouhodobě zhoršené odlučivosti (resp. výstupní koncentraci TZL), dlouhodobě vyšší tlakové ztrátě. V případě vícesekčních modulů lze přistoupit k ověření jednotlivých modulů.

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- Materiály pro filtraci spalin
 - Textilie vyrobené tzv. vpichováním plsti (nejedná se tedy o tkané textílie). Na podkladovou textilií se nanáší volná vlákna, nebo směs různých druhů vláken. Nanášení probíhá z jedné i obou stran.
 - Vpichování probíhá s různou frekvencí vpichů, různými druhy jehel. Proces je realizován strojně.
 - Následně prochází textilie termofixací a povrchovou úpravou. Např. jednostranné opálení nebo zahlazení, impregnace postřikem nebo hloubkovou lázní apod.
 - Přímá funkčnost filtračního elementu (mimo aerodynamické poměry) je závislá na typu vlákna z kterého je vyrobena. Vlastnost vlákna je ovlivněna podmínkami nasazení.
 - V současnosti se využívají nejvíce polymerová vlákna:
 - Polypropylen/PP – do 90°C. Odolnost proti chemikáliím a hydrolýze tzn. využití v chemickém a agresivním prostředí. Vadí silná oxidace.
 - Polzacrylnitril/PAN – vyšší tepelná a chem. odolnost, vyšší pevnosti. Nasazení se zvýšenou vlhkostí tzn. odprášení kotlů, předúprava paliva, mlýnice atd.

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- Materiály pro filtraci spalin
 - Polyester/PES - základní odprášení sil, transportních cest atd. Nízká cena.
 - Polyphenylensulfid/PPS – částečná alternativa PTFE. Odolnost vůči zásadám a kyselinám. Rostoucí teplota zvyšuje oxidaci. Kotle, určité druhy spaloven.
 - Meta – Aramid/ M-AR – Dobrá efektivita separace prachu. Teploty 140 až 200°C s vlhkostí nad 10% způsobují významnou plošnou degradaci materiálu. Vyhotovují se s ochranou proti kyselým složkám a hydrolýze. Hutní průmysl.
 - Polyimid PI/P84 – dobrá chemická odolnost, ohrožení při vysoké alkalické vlhkosti. Velká filtrační plocha a účinnost filtrace. Odprášení kotlů, cementářské pece, spalovny.
 - Polytetrafluoroethylen/ PTFE – vysoká tepelná a chemická stabilita. Vysoká plošná hmotnost vláken. Po koncové povrchové úpravě vysoká filtrační efektivita. Kotle (bez netrualizace), chem. procesy atd.

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- Materiály pro filtraci spalin
 - Tkanina ze skleněného vlákna / GL – jako tkaná textilie. Filtraci zlepšuje nalaminovaná membrána (např. Gore – Tex). Do 260°C. Cementárny a hutní průmysl, spalovny.
 - Směs vláken /Multitex – v podstatě směs uvedených materiálů, která zajistí požadované vlastnosti při vhodnější cenové úrovni. Rozdíl mezi dvěma druhy 1m² filtračního materiálu činí i 40EUR.

Mater.	PP	PAN	PES	PPS	M-AR	GL	P84	PTFE
Prac. Teplota	90	125	140	180	200	260	240	260
Přetížitelná teplota	100	140	150	200	240	280	260	280
Miner. kyseliny	+++	++	++	+++	++	++	++	+++
Org. kyseliny	+++	+++	++	+++	++	++	+++	+++
Zásady	+++	++	+	+++	++	+	++	+++
Ox. prostředky	+	++	++	+	+++	+++	++	+++
Org. rozpouš.	++	+++	+++	++	++	+++	++	+++
Hydrolýza	+++	+++	++	+++	+	+++	++	+++

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

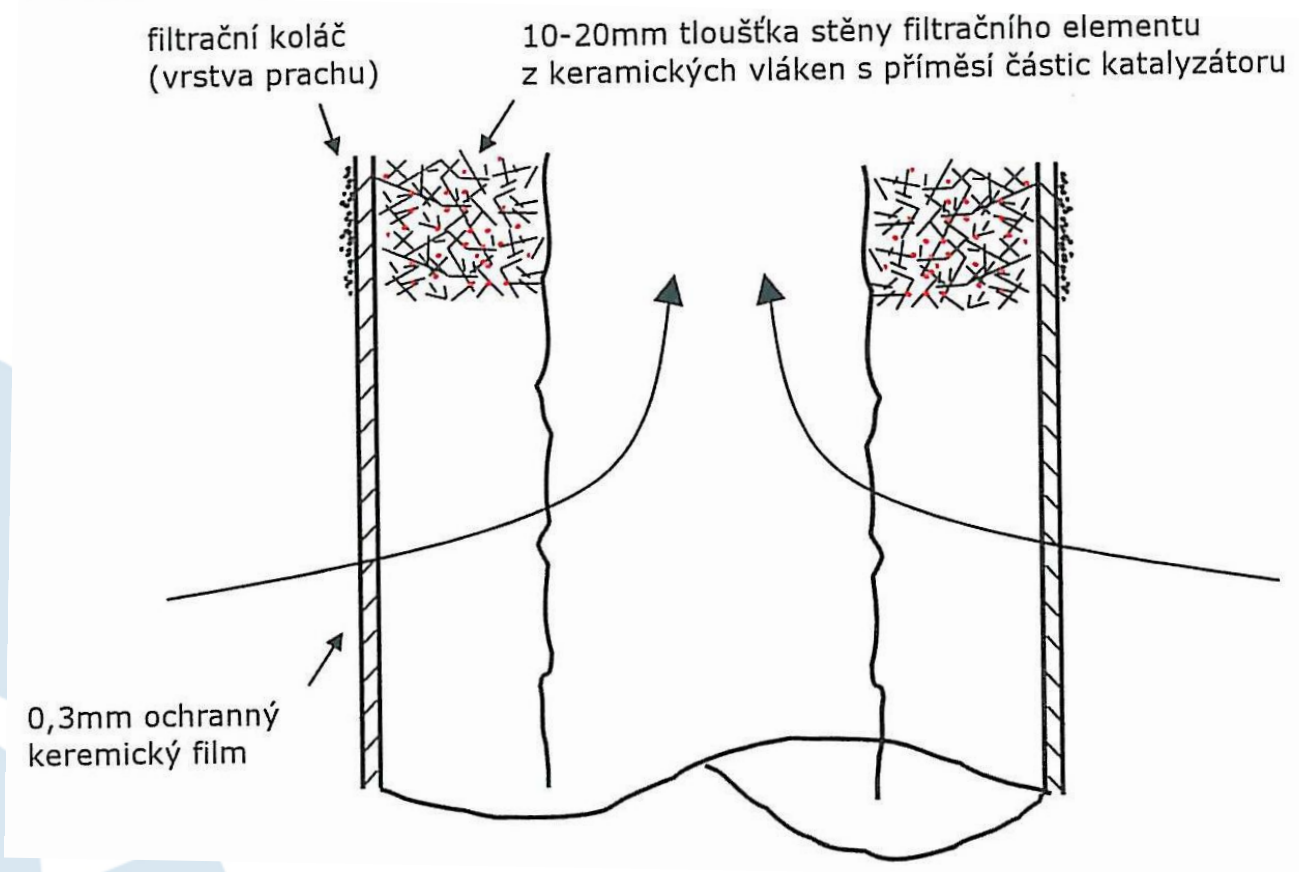
- U speciálních aplikací je vhodné kontrolovat těsnosti filtračních hadic, pomocí fluorescenčních prášků a výbojek. Zjišťuje se poškození před najetím provozu.
- Výhodnější použití ve spalovnách a vysokých teplotách. Snížení Dioxin a NOx.
- Nezbytné pulzní oklepy, setřásání tzv. regenerace.
- Vývoj:
 - Filtrační elementy s membránou PTFE, v některých případech dosahované koncentrace výstupu až 1 mg/Nm^3 . Membrána zachycuje částice až do $5 \text{ }\mu\text{m}$ při vysokých teplotách. Je nutné laminovat a nanáší se na podkladové textilie.
 - Dvoustupňové filtrace (především spalovny) – ovlivnění doby setrvání, častý nástrík redukčních činidel a aditiv.
 - odloučení tuhých částí např. na povrchu PTFE membrány
 - následně chemická reakce při průchodu vláknennou vrstvou – rozklad dioxinů, furanů na prvky které budou dále odlučovány.
 - V některých případech je využívána tzv. 4D filtrace – filtrační patrona obsahuje plst', keramický porézní materiál a části katalyzátoru. Na filtru probíhá proces odprášení, neutralizace kyselých složek (s aditivem), katalitický rozklad dioxinů a furanů, a redukce Nox (nástrík redukčního činidla). Nasazeno např. SPORTEN (EVECO Brno).

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)



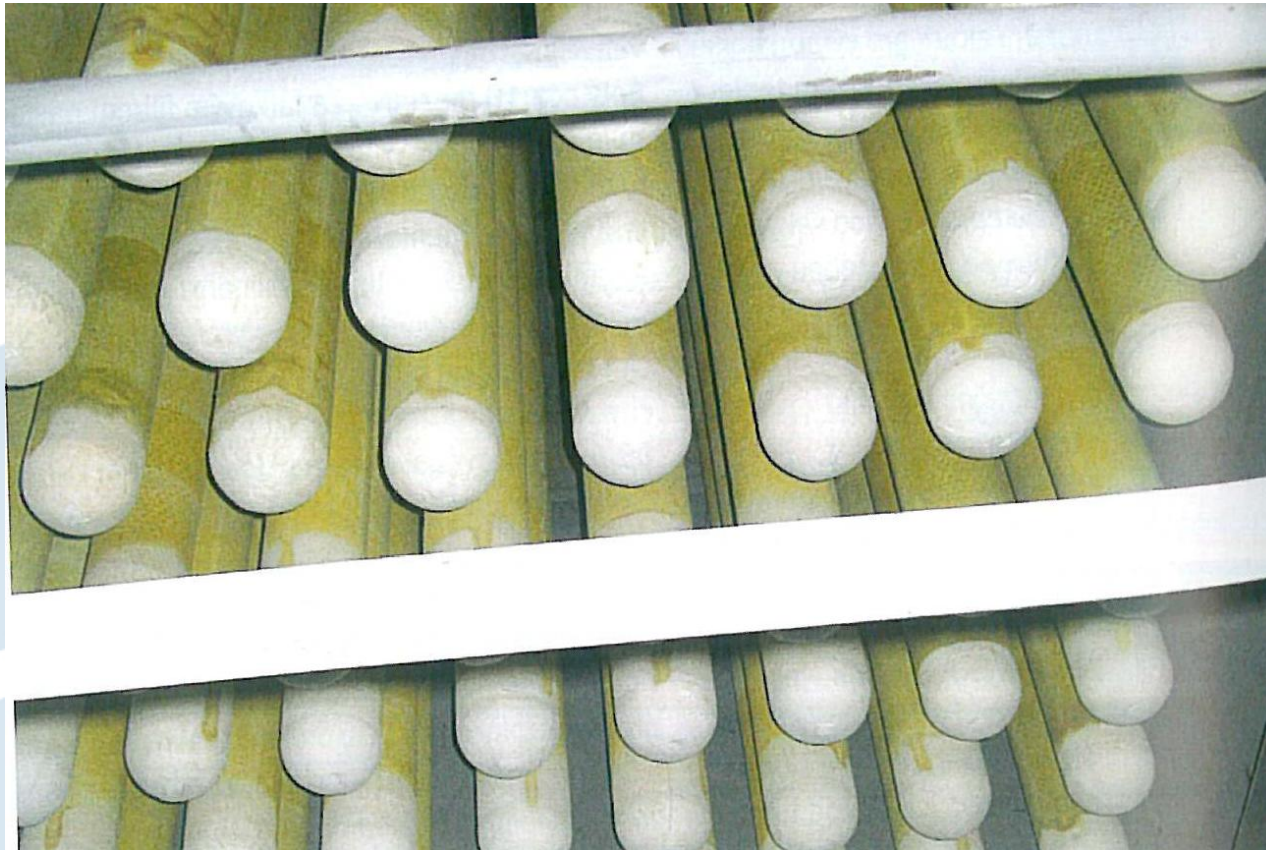
Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- Schématické znázornění 4D filtru



Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- 4D filtru



Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- Vybrané příklady – realizace (odlučivost nad 99%)

Použití	Materiál	Dosažený výstup - TZL	Filtrační plocha	Teploty	Průtok spalin
		mg/Nm ³	m ²	°C	m ³ /h
Fluidní kotel - ČU	PPS	< 30	3 870	140 - 170	250 000
Fluidní kotel – biomasa. PSV	PPS	XXX	4 132	150 - 160	272 000
Fluidní kotel - HU	PPS	< 50	4 736	130 – 160	260 000

Kotle – Modernizace a možné zlepšení filtrace (snížení emisí TZL)

- **Diskuze**
 - Rozhodující parametry pro dobu použití látkového filtru a jeho nasazení

