



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

260724
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
B 01 D 46/00

(22) Přihlášeno 31 03 87
(21) (PV 2727-87.P)

(40) Zveřejněno 16 05 88

(45) Vydáno 15 05 89

(75)

Autor vynálezu

DOUŠEK KAREL ing., MAJER LADISLAV, PRAHA

(54) Způsob zkoušení odlučivosti filtru pro vzdušiny na místě jeho použití

1

2

Způsob řeší zkoušení odlučivosti průmyslového filtru na vzdušiny na místě jeho použití, při kterém se odlučivost zkouší za podmínek blízkých zkouškám u výrobce a jehož opakováním se nezkracuje životnost filtru. Do prostoru před filtr se přidává zkušební polydisperzní aerosol, načež se střídavě z prostoru před filtrem a za filtrem odebírá vzorek vzdušiny s částicemi zkušebního polydisperzního aerosolu. Odebíraný vzorek se přivádí do počítače částic, který sleduje průchod zvolené velikostní frakce částic, shodné u vzorku odebíraného před filtrem i za filtrem. Vzorek odebíraný z prostoru před filtrem se může před vstupem do počítače částic aerosolu zředit.

Vynález se týká způsobu zkoušení odlučivosti průmyslového filtru pro vzdušiny na místě jeho použití.

Nejrozšířenější způsob této zkoušky v zahraničí je nazýván IN-PLACE DOP TEST. Při této zkoušce se do potrubí před filtr přidává zkušební polydisperzní aerosol vzniklý rozprašováním dioktylfthalátu (DOP) pomocí stlačeného vzduchu. Odlučivost O se vypočte ze vztahu:

$$O = 100 - 100 \frac{C_z}{C_p} (\%)$$

kde poměr koncentrací C_z za měřeným filtrem a C_p před ním se změní pomocí nefelometru. Rozdělení velikosti částic zkušební polydisperzního aerosolu je dáno předepsanou konstrukcí generátoru aerosolu a podmínkami jeho práce. Při měření je předepsáno, že zkušební polydisperzní aerosol obsahuje 95 % částic menších než $1,0 \mu\text{m}$ s maximem četnosti částice velikosti kolem $0,5 \mu\text{m}$. Aby bylo možné měřit nefelometrem výstupní koncentraci částic aerosolu za filtrem, je třeba použít koncentraci částic aerosolu před filtrem poměrně vysokou, řádově $100 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Nevýhody zkoušky IN-PLACE DOP TEST spočívají zejména v tom, že u systémů s větším průtokem vzduchu je obtížné dosáhnout poměrně vysoké vstupní koncentrace. Při této vysoké vstupní koncentraci zachyt zkušební polydisperzního aerosolu ve zkoušeném filtru způsobí při opakovaném měření nezanedbatelné zkrácení životnosti filtru. Další nevýhodou je, že při změnách disperzity zkušební polydisperzního aerosolu, například vlivem pracovních podmínek generátoru aerosolu, se i při stejné hmotnostní koncentraci aerosolu mění údaj nefelometru, což snižuje přesnost měření. Přitom poměr koncentrací aerosolu za filtrem a před filtrem, určený nefelometrem, neodpovídá poměru hmotnostních koncentrací vzhledem ke změně disperzity zkušební polydisperzního aerosolu, která je způsobena průchodem filtrem. Navíc je nutno zabezpečit přibližně izokinetický odběr vzorku vzdušiny se zkušebním polydisperzním aerosolem pro možné ovlivnění jeho disperzity při odběru.

V ČSSR se pro zkoušení odlučivosti filtru na místě použití začal používat způsob, při kterém se koncentrace částic aerosolu před filtrem měří nefelometrem a hmotnostní koncentrace částic aerosolu za filtrem se vypočte z křivky zbytku zkušební polydisperzního aerosolu změřené počítacem částic. Při tomto způsobu je zkušební polydisperzní aerosol vyráběn rozprašováním oleje stlačeným vzduchem v generátoru aerosolu Collisonova typu a obsahuje 95 % částic menších než $0,7 \mu\text{m}$. Částice větší než $0,4 \mu\text{m}$, používané k vyhodnocení odlučivosti filtru, tvoří asi 87 % hmotnosti zbytku. Tento způsob

umožňuje použití nízké koncentrace v rozmezí cca 5 až $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Hlavní nevýhody tohoto způsobu zkoušení spočívají v tom, že je nutná delší doba měření při zjišťování křivky zbytku a je nutný dosti rozsáhlý výpočet výsledků. Přitom trvá nutnost přibližně izokinetického odběru vzorku pro možné ovlivnění disperzity zkušební polydisperzního aerosolu. Rovněž při tomto způsobu se při změnách disperzity zkušební polydisperzního aerosolu mění údaj nefelometru a snižuje se tak přesnost měření. Kromě popsaných způsobů se používají i některé další, například měření uraninem s fluorimetrickým vyhodnocením, nebo přirozeným aerosolem značkováným radioaktivní látkou s radiometrickým vyhodnocením. Tyto způsoby se nerozšířily zejména pro dlouhou dobu měření a nároky na vybavení.

Uvedené nevýhody odstraňuje způsob zkoušení odlučivosti filtru pro vzdušiny na místě jeho použití podle vynálezu. Při tomto způsobu se do prostoru před filtr přidává zkušební polydisperzní aerosol, tvořený částicemi o známém tvaru a o známém indexu lomu světla použité rozprašované látky, například kapaliny, načež se vyhodnocuje početní koncentrace zkušební polydisperzního aerosolu v prostoru před i za filtrem. Podstata vynálezu spočívá v tom, že se nasávacím zařízením odebírá vzorek vzdušiny, obsahující částice zkušební polydisperzního aerosolu, střídavě z prostorů před filtrem a za filtrem ve směru proudění vzdušiny, načež se odebraný vzorek vzdušiny přivádí ustálenou průtočnou rychlostí od počítáče částic aerosolu, kde se registruje počet prošlých částic zkušební polydisperzního aerosolu ve vymezeném rozsahu, odpovídajícím sledované velikostní frakci těchto částic. U vzorků odebíraných z prostorů před i za filtrem se sleduje shodná velikostní frakce částic zkušební polydisperzního aerosolu.

Před vlastním zkoušením se nastaví rozsah počítáče částic aerosolu na sledovanou velikostní frakci částic zkušební polydisperzního aerosolu pomocí atestační křivky, která se stanoví použitím nejméně dvou monodisperzních aerosolů, vytvořených z téže rozprašované látky jako zkušební polydisperzní aerosol. Přitom tvar částic je v případě kapalné látky rozprašované jako atestační monodisperzní aerosol nebo zkušební polydisperzní aerosol vždy shodně kulový. Sledovaná velikostní frakce částic zkušební polydisperzního aerosolu se volí s výhodou v rozmezí blízkém velikosti částic monodisperzního aerosolu, kterým se provádí zkoušení filtrů u výrobce, například v rozmezí $0,4$ až $0,5 \mu\text{m}$.

Pro zkoušení odlučivosti vysokoúčinných filtrů pro vzdušiny je poměr početních koncentrací částic zkušební polydisperzního aerosolu před a za zkoušeným filtrem vyso-

ký. Pro řádové přiblížení těchto koncentrací se koncentrace částic zkušební polydisperzního aerosolu ve vzorku vzdušiny odebíraném z prostoru před filtrem před vstupem do počítače částic aerosolu definované sníží, například zařízením na kontinuální zředování aerosolu v nastaveném poměru.

Výhodou způsobu podle vynálezu je zkoušení odlučivosti filtrů pro vzdušiny na místě jejich použití, zajišťující krátkou dobu měření s použitím co nejnižší koncentrace zkušební aerosolu, což přispívá k omezení zachytu během měření, klade minimální nároky na způsob odběru vzorků, snadné vyhodnocení a bližší návaznost výsledků na měření odlučivosti přibližně monodisperzním aerosolem u výrobce filtrů.

Koncentrace zkušební polydisperzního aerosolu před měřením filtrem stačí tak velká, aby bylo možno počítačem částic snadno vyhodnotit početní koncentraci zvolené frakce za měřením filtrem a aby současně koncentrace atmosférického aerosolu byla podstatně menší.

Použití sledované frakce velikostí částic zkušební polydisperzního aerosolu navíc nevyžaduje odběr vzorků izokinetický, ale pouze přibližně stejnou rychlostí.

Způsob určení odlučivosti průmyslových filtrů pro vzdušiny na místě jejich použití podle vynálezu snižuje nároky na dlouhodobou stabilitu generátoru zkušební polydisperzního aerosolu a způsob odběru vzorků vzdušiny před a za zkoušeným filtrem. Zcela minimalizuje zachyt zkušební polydisperzního aerosolu v zkoušeném filtru a umožňuje zkrátit dobu měření i u velkých systémů, řádově na jednotky minut. Odlučivost určená způsobem podle vynálezu je přitom přibližně ekvivalentní výsledkům stanovovaným monodisperzními aerosoly na specializovaných zkušebních výrobců filtračních vložek těchto vzduchových filtrů.

Pro praktické využití způsobu zkoušení odlučivosti filtru pro vzdušiny na místě jeho použití se stanoví výsledná odlučivost ze vztahu:

$$O_F = 100 - 100 \frac{C_{NZ(A-B)}}{C_{NP(A-B)}}$$

kde představuje

O_F odlučivost filtru pro sledovanou velikostní frakci zkušební polydisperzního aerosolu (%)

$C_{NZ(A-B)}$ početní koncentraci částic velikosti A—B za filtrem (m^{-3})

$C_{NP(A-B)}$ početní koncentraci částic velikosti A—B před filtrem (m^{-3})

A dolní mez velikostí částic frakce (μm) a

B horní mez velikostí částic frakce (μm).

Před vlastním zkoušením byl nastaven měřicí rozsah použitého optického počítače částic aerosolu. Vibračním generátorem monodisperzního aerosolu, který produkuje kapičky kapaliny o konstantním průměru, byly

vytvořeny kapičky turbinového oleje dle ČSN 65 6620 o indexu lomu 1,48, rozředěného isopropylalkoholem. Zředění bylo provedeno ve dvou různých koncentracích, jejichž třetí odmocninou násobený konstantní průměr produkovaných kapiček činil požadované dvě hodnoty průměru výsledných částic aerosolu, vzniklých odpařením isopropylalkoholu z kapiček rozředěného oleje. Z kapiček o průměru $20 \mu m$ tak vznikly částice o průměrech $0,4 \mu m$ a $0,5 \mu m$ a na tuto velikost byl nastaven počítač částic aerosolu. Tento čejchovní postup se prováděl 1x ročně a vždy při nesouhlasu měření s jiným počítačem částic nebo po hrubém ořezu s ním či jiné závadě. Vlastnímu zkoušení podle vynálezu byl podroben filtr vložkového typu pro jmenovitý průtok vzdušiny $5100 m^3 \cdot h^{-1}$, osazený třemi filtračními vložkami. Filtr byl umístěn ve zkušební trati s přívodním potrubím před filtrem a s odsávacím potrubím a ventilátorem za filtrem. Zkušební polydisperzní aerosol z téhož oleje jako v první operaci byl vyráběn tlakovzdušným ejetorovým generátorem aerosolu Collisonova typu. Tento aerosol se přiváděl v hmotnostní koncentraci $5 mg \cdot m^{-3}$ do přívodního potrubí o průměru $400 mm$ před filtr. Mezi místem přivádění aerosolu a filtrem se odebíral hákovou sondou zkušební vzorek vzdušiny s aerosolem v množství $30 l \cdot min^{-1}$. Skutečný průtok vzdušiny filtrem byl 5320 metru krychlového $\cdot h^{-1}$. Před přívodem vzorku do počítače částic se koncentrace částic aerosolu ve vzorku vzdušiny odebíraném před filtrem snížila v poměru $1:160$ zařízením na kontinuální zředování aerosolu podle AO 218 979. Po zředění v uvedeném poměru pro přizpůsobení měřicímu rozsahu použitého optického počítače částic byla z údajů tohoto počítače odečtena průměrná početní koncentrace částic frakce $0,4$ až $0,5 \mu m$ o hodnotě

$$C_{NP(0,4-0,5)} = 2,83 \times 10^9 m^{-3}.$$

Poté bylo odběrové zařízení s hákovou sondou a počítačem částic přesunuto k odběrnému místu v odsávacím potrubí za filtrem, kde se odebíral zkušební vzorek vzdušiny s aerosolem stejně jako před filtrem, přičemž se přiváděl do počítače částic přímo bez zředování. Z údajů počítače částic byla odečtena průměrná početní koncentrace částic frakce $0,4$ až $0,5 \mu m$ o hodnotě

$$C_{NZ(0,4-0,5)} = 2,13 \times 10^5 m^{-3}.$$

Z těchto hodnot byla výpočtem stanovena výsledná odlučivost:

$$O_F = 100 - 100 \frac{2,13 \times 10^5}{2,83 \times 10^9} = 100 - 7,5 \times 10^{-3} = 99,993 \%$$

Způsob zkoušení filtrů pro vzdušiny na

místě jejich použití podle vynálezu se uplatní zejména u velkých vysokoúčinných filt-

račních zařízení, například v jaderných elektrárnách.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob zkoušení odlučivosti filtru pro vzdušiny na místě jeho použití, při kterém se do prostoru před filtr přidává zkušební polydisperzní aerosol, tvořený částicemi o známém tvaru a o známém indexu lomu světla použité rozprašované látky, například kapaliny, načež se vyhodnocuje početní koncentrace zkušební polydisperzního aerosolu v prostoru před i za filtrem, vyznačený tím, že se nasávacím zařízením odebírá vzorek vzdušiny, obsahující částice zkušební polydisperzního aerosolu, střídavě z prostorů před filtrem a za filtrem ve směru proudění vzdušiny, načež se odebíraný vzorek přivádí trubicí do počítače částic aerosolu, kde se registruje počet prošlých částic zkušební polydisperzního aerosolu ve vymezeném rozsahu, odpovídajícím sledované velikostní frakci těchto částic, přičemž se sleduje shodná velikostní frakce částic zku-

šební polydisperzního aerosolu u vzorků vzdušiny odebíraných z prostorů před i za filtrem.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že rozsah počítače částic aerosolu, odpovídající sledované velikostní frakci částic zkušební polydisperzního aerosolu, se nastaví před zkoušením pomocí atestační křivky, která se stanoví použitím nejméně dvou monodisperzních aerosolů, vytvořených z téže rozprašované látky jako zkušební polydisperzní aerosol.

3. Způsob podle bodů 1 a 2, vyznačený tím, že koncentrace částic zkušební polydisperzního aerosolu ve vzorku vzdušiny odebíraném z prostoru před filtrem se před vstupem do počítače částic aerosolu definovaně sníží, například zařízením na kontinuální zředování aerosolu, v nastavitelném poměru.