

Kontaminacija, filtracija in standardizacija na področju fluidne tehnike

Gospod Cristoph Peuchot je direktor Inštituta za filtracijo in tehnike separacije (Institute of Filtration and Techniques of Separation) v Agenu, Francija. Njihova glavna dejavnost je testiranje filtrov za tekočine in kontrola kontaminacije sistemov. Več o tem smo se z njim pogovarjali v intervjuju za revijo Ventil.



g. Christophe Peuchot

Ventil: Prosil bi vas, da na kratko opišete glavne dejavnosti vašega podjetja.

C. Peuchot: IFTS je ekipa 30 inženirjev in tehnikov, specializiranih za tehnike separacije trdnih delcev in tekočin SLS (solid-liquid separation), kot so filtriranje, usedanje, centrifugiranje, flotacija in membranska separacija ter za predobdelavo suspenzij in kontrolo kontaminacije s trdnimi delci. Industriji ponuja verodostojne storitve analiziranja tekočin in delcev, testiranja filtrov, validacijo in kalibracijo instrumentov za merjenje kontaminacije, tehnične študije, raziskave in razvoj, izobraževanje in svetovanje. Izdeluje in prodaja tudi opremo za testiranje. IFTS je neprofitna organizacija, ki poleg pogodbenih storitev razvija tehnološke aktivnosti, opravlja znanstvene ekspertize, širi znanje, raziskuje in razvija nove testne metode in standarde.

Ventil: Kakšne so vaše osebne zadovoljitve?

C. Peuchot: Sem generalni direktor testnega in raziskovalnega središča, ki se letno povečuje za približno 10 % ter ima več kot 300 strank v 25 državah po vsem svetu. Poleg tega sem sekretar pred kratkim ustanovljenega francoskega združenja za separacijo delcev iz tekočin, profesionalne organizacije znanstvenikov, proizvajalcev, dobaviteljev in uporabnikov opreme in izdelkov za separacijo trdnih delcev in tekočin. Sem tudi podpredsednik agencije za inovacije v regiji Aquitaine in član upravnega in znanstvenega odbora ameriškega združenja za filtriranje (American Filtration Society).

Ventil: Ali ste vključeni tudi v standardizacijo s področja vaše dejavnosti?

C. Peuchot: Osnovel in vodil sem več skupin za standardizacijo na nacionalnem (6 AFNOR komitejev) in evropskem (CEN TC 164/WG9&13) nivoju. Na svetovnem nivoju pa sem trenutno projektni vodja za revizijo ali načrtovanje desetih ISO-standarov, ki se nanašajo na kontrolo kontaminacije fluidov in fluidnih sistemov kot tudi na metode testiranja filtrov za fluidno tehniko (ISO TC131/SC6), avtomobilsko (ISO TC22/SC5&7, TC70/SC7) in letalsko industrijo (TC20/SC10).

Ventil: Na mednarodni konferenci Fluidna tehnika 2009 v Mariboru ste predstavili zanimiv prispevek o novih

standardih s področja kontaminacije fluidnotehničnih sistemov. Kakšno je glavno sporočilo?

C. Peuchot: Spodbujam načrtovanje industrijskih standardov kot orodja za poenostavitev in razjasnitev dialoga in tehničnih izmenjav med partnerji na določenem področju, sredstev za izboljšano varnost, zanesljivost in lastnosti izdelkov ter načina za hitrejši ekonomski razvoj in pridobivanje novih poslov. Na vedno bolj odprtem tržišču potrebujejo potrošniki, tako posamezniki kot industrijski, splošno priznane reference, ki jim omogočajo primerjavo izdelkov in potrditev, da ti resnično izpolnjujejo njihove potrebe. Ker sem več kot 20 let vključen v testiranja filtrov, vem, da v odsotnosti standardnih metod lahko uporabim določene testne pogoje, tako da bo določen filter na videz dvakrat bolj učinkovit kot pri drugačnih pogojih.

Poznano je, da so kontaminanti odgovorni za številne okvare ali krajšo življenjsko dobo vseh hidravličnih in na splošno vseh fluidnih sistemov. Delci se prenašajo z ene na drugo komponento, pri čemer so nekatere zelo občutljive na prisotnost delcev v fluidu. Seveda je današnje tržišče mesto protislovnih interesov: končni uporabniki želijo čim bolj zanesljive in ekonomske sisteme, medtem ko si proizvajalci komponent želijo, da bi te redno menjali. Če se tržišče zani- ma za kontaminacijo, nastaja potre-

ba po dobri praksi vzorčenja, analiz, izražanju stopnje kontaminacije ali metodah za merjenje lastnosti filtrov. V nasprotnem primeru so standardi nekoristni, saj v nobenem primeru niso obvezujoči.

Revizija obstoječih standardov je smotrna, kadar se razvijajo bodisi tehnologija testiranih izdelkov ali pa testne metode in oprema. Ustvarjanje novih standardov pa je običajno posledica izražanja novih zahtev tržišča. Primer je osnutek nove serije standardov, ki se nanašajo na čistost komponent in sistemov. Veliki končni uporabniki so spoznali, da samo dobra filtracija ni dovolj za zagotovitev zanesljivega obratovanja in dolge življenjske dobe. Kadar trdi in veliki delci izvirajo iz postopka obdelave, sestave, transporta in skladiščenja, potem bodo ti kontaminanti pri montaži komponente, na primer cevi, ki je vgrajena za filtrom (celo najbolj učinkovitim) in pred proporcionalnim ventilom, poškodovali ventil. Zaradi tega so se zahteve po začetni čistosti pojavile v vedno več specifikacijah. Pokazala se je potreba po izdelavi standardov za uskladitev besednjaka, merilnih metod in izražanja stopnje čistosti komponent, tako da lahko vsak izrazi svoje potrebe na način, razumljiv vsem ostalim.

Ventil: Ali poteka revizija ali dopolnitev kakega starejšega standarda na področju kontaminacije sistemov fluidne tehnike? Pogrešate kak standard s tega področja?

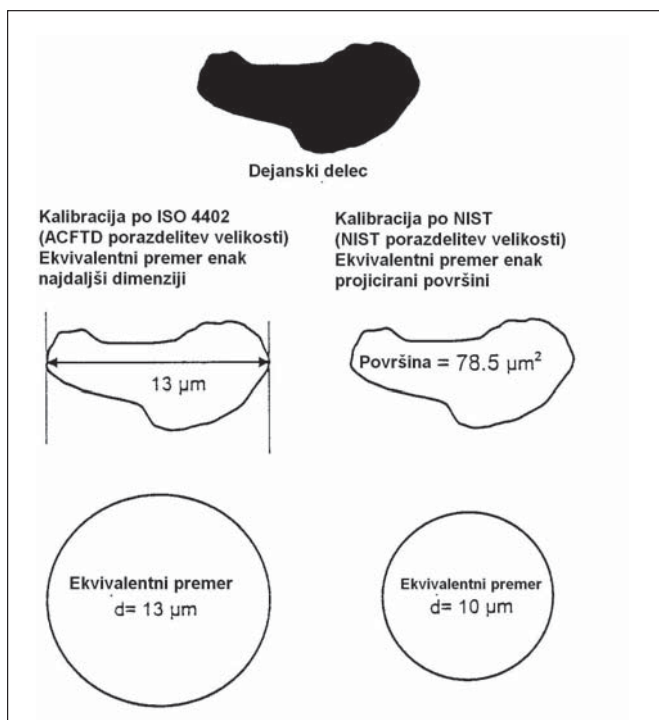
C. Peuchot: Da, resnično poteka revizija mnogih standardov in ustvarjanje novih. ISO TC131/SC6 vodi delo treh delovnih skupin, ki pokrivajo "vzorčenje in analizo kontaminacije ter poročanje" (WG1 – delovna skupina 1), "oceno filtrov in separatorjev" (WG2 – delovna skupina 2) in "čistost komponent in sistemov" (WG3 – delovna skupina 3). Bilo bi preobsežno in dolgočasno, če bi opisal ali celo samo navedel seznam vseh trenutno nastajajočih ali revidiranih standardov. Omenjene delovne skupine so zelo aktivne in vzporedno izvajajo več projektov. V nadaljevanju opozarjam samo na glavne.

Delovna skupina 1 dela na osmih projektih, pri čemer je glavni povezan z nadzorom kontaminacije (ISO 21018), uporabo (ISO 11500) in kalibracijo (ISO 11171, ISO 11943) števec delcev in vzorčenjem fluidov (ISO 4021). Števci delcev omogočajo analize kontaminacije fluidov, vendar tudi testiranje učinkovitosti filtrov. Delovna skupina 2 ima odprtih šest nalog, večinoma na področju

ocene lastnosti filtrov (učinkovitost in kapaciteta po ISO 16889, ISO 23369) in njihova mehanska odpornost (ISO 2941, ISO 12829). Delovna skupina 3 snuje ali revidira dokumente, povezane z metodami meritve čistosti komponent (ISO 18413, ISO 18409) in sistemov (ISO 16431), izražanjem stopnje čistosti komponent (ISO 21017) in teoretično povezavo med stopnjo čistosti delov, komponent, podsestavov, sistemov in vgrajenim fluidom (ISO TR 10686).

Ventil: V preteklih letih je bilo nekaj sprememb standardov za določanje stopnje čistosti olja (novi standard SAE AS 4059, nova metoda kalibracije avtomatskih števec delcev). Kaj lahko pričakujemo v bližnji prihodnosti? Še več sprememb?

C. Peuchot: Metode za določanje stopnje čistosti fluidov se v resnici niso spremenile, temveč le izboljšale na osnovi nove opreme in znanja. Gre za mikroskopsko štetje delcev po usedanju na filtrsko membrano. Uporaba programske opreme za analize slike je znatno izboljšala in poenostavila to metodo. Na ta način je bil ustrezno revidiran standard ISO 4407. Tudi standard ISO 11500, ki se nanaša na uporabo APC (automatic



Slika 2. Razlika med staro in novo metodo kalibriranja avtomatskih števec delcev

particle counter – avtomatski števec delcev), je bil revidiran, tako da vključuje nova priporočila o redčenju in pripravi vzorca. Standardi za podajanje stopnje čistosti fluidov so se razvili zaradi nove metode kalibracije APC, definirane v ISO 11171. Če povzamem: pred štiridesetimi leti je bila edina tehnika analize kontaminacije tekočine mikroskopsko štetje, ki ga je opravljal laboratorijski tehnik. Tedaj je bila kot velikost delca upoštevana njegova najdaljša dimenzija. Ko so se na trgu pojavili APC na osnovi blokade svetlobe, je bila metoda njihove kalibracije določena v ISO 4402. Zajemala je pripravo suspenzije kremenovega prahu (ACFTD – Air Cleaner Fine Test Dust) v koncentraciji 1 mg/L, ki je tekla skozi senzor števca delcev, in določitev praga, tako da je za vsako velikost kazal število, podano v ISO 4402. Števila je določal laboratorijski tehnik z uporabo mikroskopa, tako da je preštel in razvrstil delce večje od 10 µm po njihovi najdaljši dimenziji ter opravil ekstrapolacijo navzdol do 1 µm. Ni potrebno omeniti, da so bila ta števila napačna in da niso bila reprezentativna za vsako serijo ACFTD prahu, razen za uporabljeno. Kakorkoli že, vsi laboratoriji so pri uporabi APC ravnali po tem vzorcu. V 90-ih



Slika 3. *Inštitut za filtracijo in tehnike separacije, Agen, Francija*

letih je dobavitelj prahu ACFTD prenehal z njegovo izdelavo, drug dobavitelj pa je ponudil drugačen kremenov prah, izdelan po drugačnem proizvodnem procesu ter novo metodo merjenja velikosti delcev: razlika prevodnosti namesto loma laserskih žarkov. Specifikacija tega prahu je bila zapisana v ISO 12103-1 stopnja A1. Druga sprememba je bila izdelava nove suspenzije (ne več prahu) za kalibracijo APC. To je na prošnjo organizacije ISO opravila ameriška nacionalna organizacija NIST (National Institute for Standards and Technology). V tem primeru uporabljajo elektronski mikroskop za štetje delcev in njihovo razvrstitev glede na ekvivalentno projicirano površino (to pomeni, da je površina kroga, ki nastane s projekcijo krogle določenega premera na ravnino, enaka površini sence, ki nastane s projekcijo delca na ravnino pri osvetlitvi s svetlobnim žarkom), kar prikazuje *slika 2*.

NIST poleg tega potrjuje število delcev posamezne velikosti v enoti volumna za vsako serijo suspenzije.

Vse te spremembe pojasnjujejo, zakaj izmerjena porazdelitev delcev po velikosti v isti tekočini pred in po spremembi načina kalibriranja ni bila enaka, kar je pomenilo, da so bile odgovarjajoče stopnje čistosti po ISO 4406 in NAS 1638 različne. Da bi premostili spremembo načina kalibriranja in dosegli enako stopnjo čistosti iste tekočine, so se eksperti ISO po dolgih in globokih diskusijah odločili za sprejem novih velikostnih razredov v standardih ISO 4406 in NAS 1638. Ameriška letalska industrija je to priložnost leta 2000 izkoristila za opustitev standarda NAS 1638 in zasnovo novega, označenega SAE AS 4059. Ta standard se nanaša tako

na velikosti starega standarda NAS (to je 5, 15, 25, 50, 100 in >100) kot na velikosti novega (to je 6, 14, 21, 38, 70 in >70). Ker so te nove velikosti izmerili z uporabo APC, kalibriranih po novi metodi in z novimi certificiranimi suspenzijami SRM2806, so se v ISO odločili za uporabo simbola $\mu\text{m}(\text{c})$ in ohranitev simbola μm , ko so delci določeni z mikroskopom.

Seveda so te resnično kompleksne spremembe zmedle celotno svetovno skupnost, ki se ukvarja s kontrolo kontaminacije. Toda spremembe so bile neizogibne in potrebne. Kolikor poznam delo organizacije ISO in razprave ekspertov, naj v naslednjih letih ne bi bilo drugih sprememb. Izjema je morda letalska industrija, kjer bo novi standard ISO 11218 nadomestil nacionalni ameriški standard AS 4059 in poleg tradicionalne stopnje NAS dopuščal podajanje celotne kode za stopnjo čistosti.

Ventil: *Je bila sprememba metode kalibracije avtomatskih števec delcev resnično potrebna ali je v ozadju le interes proizvajalcev instrumentov za povečanje prodaje? Kljub zadnjim standardom za določanje stopnje čistosti se še vedno najpogosteje navaja prejšnji NAS 1638. Kaj je po vašem mnenju razlog za to?*

C. Peuchot: Morda kak proizvajalec vidi svojo priložnost v novih standardih. Toda sam sem, kot neodvisen strokovnjak, specializiran za štetje in analizo velikosti delcev za potrebe številnih strank, pri delu z velikimi končnimi uporabniki in vsakodnevnimi multiposovnimi testi učinkovitosti filtrov vedno močno kritiziral metodo ISO 4402. Ne morem se proglašati za strokovnjaka in je brez sramu podpirati. Menim, da danes delamo kot profesionalci. Razlog

za sklicevanje na NAS 1638 je verjetno v tem, da novi standardi niso dovolj pojasnjeni, njihova uporaba pa zadosti pospeševana. Premalo člankov in predavanj je bilo objavljenih in predstavljenih v strokovnih revijah in na konferencah. Drugi razlog bi bil lahko, da specialisti za fluidno tehniko in kontrolo kontaminacije želijo poznati porazdelitev kontaminantov po velikosti, se pravi vedeti, koliko delcev je prisotnih v posameznem območju velikosti. To pa je prav tisto, kar je v primeru standarda NAS 1638 potrebno izmeriti, pa tudi če kot rezultat podamo samo najslabšo izmerjeno stopnjo čistosti. Standard ISO 4406 zahteva le štetje delcev večjih od 5 in 15 μm (ali 4, 6, 14 $\mu\text{m}(\text{c})$), kar nam ne pove vsega o kontaminaciji. V resnici imata pri standardu ISO 4406 na primer 300 μm in 16 μm delec enako pomembnost: oba sta večja od 15 μm , toda njun učinek je seveda različen. Ta želja končnih uporabnikov, da bi poznali popolno porazdelitev glede na ISO 11218 (enakovreden NAS 1638), pojasnjuje, zakaj ima ISO TC20/SC10 poleg stopnje čistosti standardizirane tudi kode čistosti.

Ventil: *V zadnjih letih poleg prenosnih avtomatskih števec delcev vse pogosteje srečujemo on-line avtomatske števe delcev. Bo šel razvoj v to smer? Kako je z zanesljivostjo on-line števec delcev v primerjavi s prenosnimi ali laboratorijskimi instrumenti?*

C. Peuchot: Razmere so postale zapletene in nejasne. Natančno štetje delcev lahko izvedemo le v laboratorijskem okolju, to je večinoma brez električnih шумov in vibracij, bodisi posredno s stekleničnim analizatorjem ali z neposredno meritvijo. Z uporabo enakega principa detekcije delcev, to je z blokado svetlobe, je mogoče zgraditi enostavnejše instrumente. Toda njihova enostavnost onemogoča natančno štetje delcev v določenem volumnu. Lahko zaznajo spremembe v koncentraciji in velikosti delcev in javijo spremembo stopnje čistosti. Morali bi jih imenovati monitorji kontaminacije kot oznanja naslov standarda ISO 21018. Nekateri strokovnjaki se pritožujejo nad tržno situacijo, kjer prodajalci begajo končne uporabnike s prodajanjem instrumentov kot števec delcev, čeprav

so le monitorji kontaminacije. Da naredimo razloček, prve lahko kalibriramo po ISO 11171, medtem ko drugih ne moremo. Všeč mi je tudi razlaga, da so števci delcev le instrumenti, uporabni za primerjavo števila delcev pred multipasovnim filtrskim testnim pultom in za njim. Ostali so monitorji kontaminacije, čeprav podajajo število delcev.

Toda vsi instrumenti so korektni in odgovarjajo potrebam trga. Zahteva je, da na trgu ne sme biti zmede. Prodajanje »števcev delcev« za okoli 1000 €, medtem ko instrumenti uporabni na multipasovnih testnih pultih niso dostopni za manj kot 15.000 €, ni sprejemljivo.

Ventil: Poznano je, da je poleg stopnje čistosti hidravlične tekočine za nemoteno obratovanje opreme pomembna tudi stopnja čistosti vsake komponente. Kateri del običajno prispeva več k skupni kontaminaciji – hidravlična tekočina ali hidravlične komponente?

C. Peuchot: Splošnega odgovora na to vprašanje ni. Vsekakor je relativna

stopnja čistosti tekočine in komponent dejansko odvisna od dobavitelja. Obstajata obe možnosti: kvaliteten postopek izdelave in montaže privede do čistega praznega sistema, katerega potem v slabih pogojih napolnimo z umazano tekočino, ki onesnaži celoten sistem ali ravno obratno. Vsekakor velja, da je lažje filtrirati tekočino na nizko stopnjo kontaminacije in jo shraniti v dobrih pogojih kot izdelati čiste komponente, še zlasti, kadar so te velike in/ali zapletene.

Ventil: Na trgu je množična ponudba različne filtrske opreme. Kako lahko povprečen uporabnik izbere ustrezen filter za svoje potrebe? Kaj mora vedeti, da bo lahko izbral primeren filter?

C. Peuchot: Poznati mora potrebno stopnjo čistosti tekočine v sistemu. Ta določa potrebno finost in učinkovitost filtra, merjeno v standardnih pogojih, ki zagotavljajo minimalno primerljivost dobaviteljev. Nadalje mora poznati razpoložljiv tlak in pretok. Od tega so odvisni velikost filtra, dolžina filtrirnega cikla in interval menjave filtrskih elementov, kar je povezano s kapaciteto filtra, to je količino kon-

taminantov, ki jih filter lahko zadrži, preden doseže razliko tlaka Δp , nad katero njegova učinkovitost ni več zagotovljena. Te tri parametre merimo v multipasovnem testu po standardu ISO 16889. Proizvajalci bi morali navajati te podatke na standardni način, da bi bila možna primerjava. Kadar se pretok sistema pogosto menja, kar vedno negativno vpliva na učinkovitost, mora uporabnik zahtevati rezultate testov učinkovitosti in kapacitete, opravljene v skladu s standardom ISO 23369.

Optimalni filter je tisti, ki zagotavlja potrebno stopnjo čistosti ves čas njegove življenjske dobe, najnižji Δp in najvišjo kapaciteto. Lahko omenim, da v nasprotju s trditvami nekaterih dobaviteljev, ni tehničnega tveganja niti za filter niti za sistem, kadar uporabimo prevelik filter. Nižji pretok lahko le izboljša učinkovitost.

Ventil: Gospod Peuchot, najlepša hvala za izčrpne odgovore, ki bodo nam in našim bralcem pomagali pri nadaljnjem delu na področju kontrole in obvladovanja kontaminacije.

Mag. Milan Kambič
Olma, d. d., Ljubljana

Znanstvene in strokovne prireditve

■ 7th Internationales Fluidtechnisches Kolloquium – 7th IFK – Sedmi mednarodni kolokvij o fluidni tehniki

22.–24. 03. 2010
Aachen, ZRN

Organizator:
Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen

Tematika:
– stacionarna hidravlika

- avtomatizacija in regulacija na vozilih
- tribologija
- delovni fluidi
- simulacija
- pnevmatika

Informacije:

- kontaktna oseba: dipl. inž. S. Fritz
- Institut für Fluidtechnische Antriebe und Steuerungen, Steinbachstraße 53, D 52074 Aachen, BRD;
- tel.: + 49(0) 241-8027522, e-pošta: general@ifk2010.de, internet: www.ifk2010.de

nadaljevanje na str. 555

