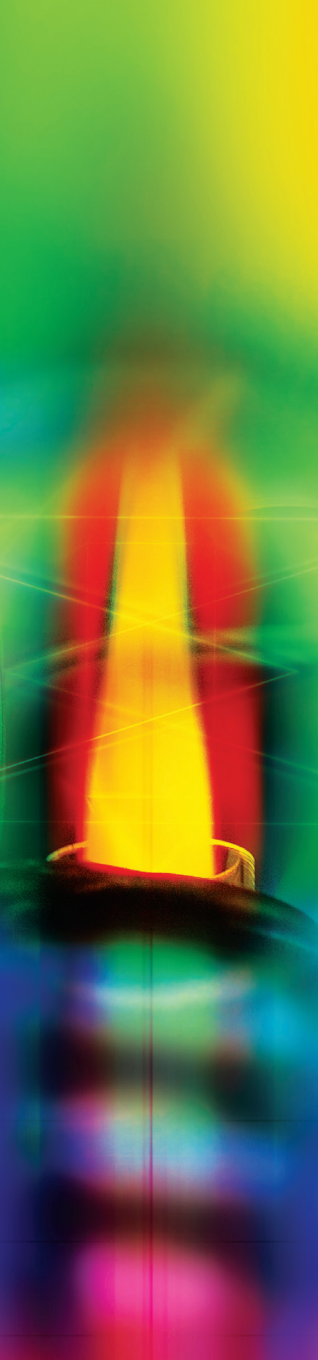




Porovnání plazmových rozhraní analyzátorů ICP-OES: Axiální, Radiální, Duální, MultiView a nově Dual Side-On

Úvod

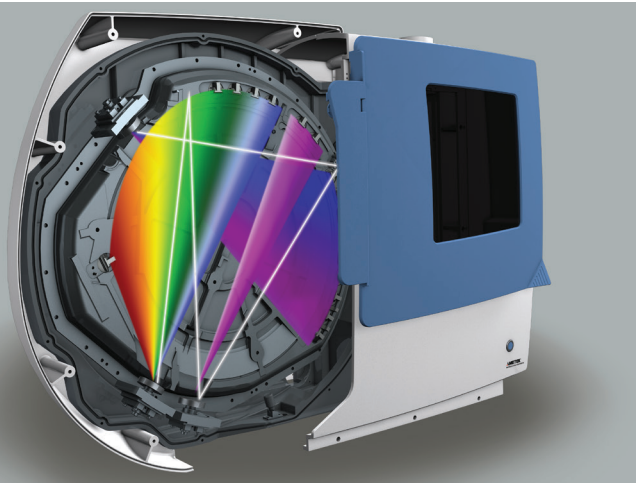
Opticko-emisní spektrometry s induktivně vázanou plazmou (ICP-OES) se staly volbou pro širokou škálu průmyslových, environmentálních a výzkumných odvětví.

Jejich technologie jsou komplexní. Výrobci nabízejí mnoho konkurenčních tvrzení ohledně citlivosti, stability, rychlosti a dalších vlastností každého produktu.

Jeden klíčový rozdíl: jak spektrometry zpracovávají optické pozorování plazmy. Pochopení pojmů jako je axiální pohled, radiální pohled a duální pohled je rozhodující, který přístroj si pořídit pro kterou analýzu. Tato zpráva může pomoci

upřesnit nejasnosti. Stručně definuje různé technologie pozorování plazmy, porovnává jejich silné a slabé stránky a zmiňuje typické aplikace.

Zdůrazňuje také nedávný vývoj v technologii pozorování plazmy, který významně mění rovnici - a může změnit názor uživatelů, kteří si zvolí přístroj.



Vnitřní pohled: rozptýlené světlo,
optický systém odděluje vlnové délky
emitované v plazmě.

Přehled technologii

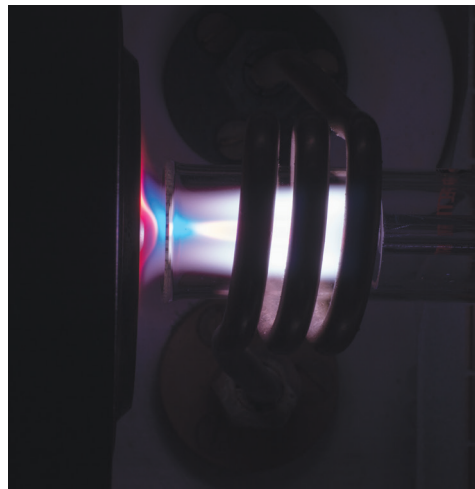
V ICP-OES, kdy je vzorek excitován uvnitř analyzátoru ve vysokoteplotní argonové plazmě, dané spektrální vlnové délky jsou charakteristicky emitované specifickými prvky. Vyzářené světlo dosahující optického systému je rozděleno na jednotlivé vlnové délky pomocí difrakčních mřížek. Poté je světlo přivedeno na detektorové pole, které kvantifikuje intenzitu světla těchto vlnových délek. Tak uživatelé můžou identifikovat a měřit každý prvek ve vzorku.

Tento článek se zaměřuje na typy pohledů do plazmy používané v různých typech spektrometrů ICP-OES.

AXIÁLNÍ POHLED

Axiální pohled sleduje plazmu od začátku do konce v celé ose. V podstatě sleduje všechny jevy v excitačním kanálu.

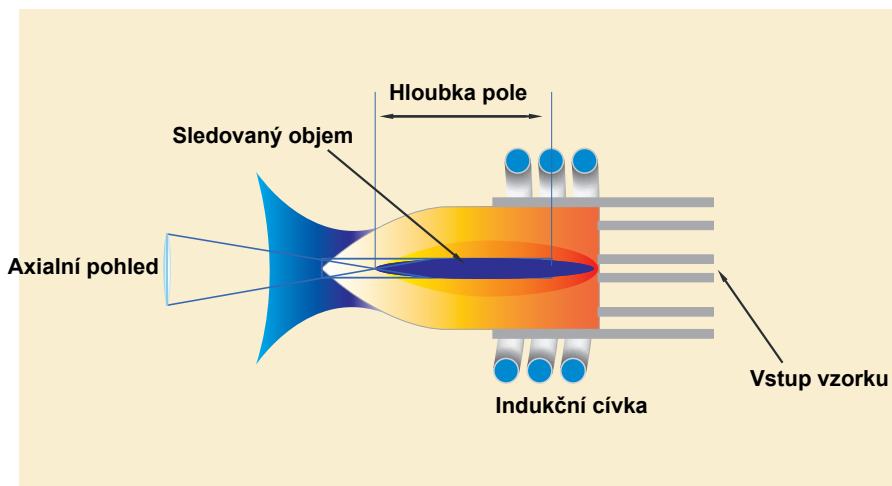
Pozorování se obvykle provádí přes optické rozhraní vedle plazmy. Skrz rozhraní proudí chladicí argonový plyn, který odklání části plazmy z otvoru rozhraní, kterým prochází světlo do optické komory.



Toto řešení axiálního pohledu umožňuje velkému množství světla vstoupit do optického systému, a tak umožňuje zpracování relativně velkého objemu informací. Pro mnoho analýz je to zásadní přínos, který vede k maximální citlivosti při detekci stopových prvků.

Nicméně všechno toto světlo může obsahovat více než jsou emise požadovaných prvků. Může také zahrnovat emise pozadí. Světlo může být ovlivněno interferencí matic, jako je efekt snadno ionizovaného prvku (Easily Ionized Element - EIE). To může snížit analytickou přesnost. Příklad: v environmentálních vzorcích mohou ovlivnit měření alkalických prvků jako je lithium, sodík a draslík, jakožto i prvků alkalických zemin jako je hořčík nebo vápník.

Nakonec axiální pohled může pracovat s horizontálně umístěným plazmovým hořákem. To může zvýšit výzvy při měření vzorků s velkým množstvím celkových rozpuštěných pevných látek (Total Dissolved Solids - TDS) nebo organických roztoků.



Sledování celé délky plazmy:
axiální pozorování plazmy.

Kdy použít axiální pohled

Axiální pohled se nejlépe používá, když požadujete nejvyšší možnou citlivost, spíše než nejlepší přesnost. Jejich nejpřednější aktivum: nejnižší možné limity detekce pomocí ICP-OES.

Až do nedávných let byla tato výhoda často rozhodující. Limity detekce v axiálním pohledu často překonávaly radiální pohled až 10x (Viz níže: "Radiální pohled"). Mnoho analýz stopových prvků v průmyslu, výzkumu či akademické oblasti bylo možné provést pouze pomocí spektrometrů s axiálním pohledem.

Nicméně uživatelé, kteří chtějí nahradit jejich starší modely s axiálním pohledem zjistí, že výkon novějších modelů s radiálním pohledem se výrazně zlepšil. Výkon axiálního pohledu se však zlepšuje pouze postupně. Dnešní limity detekce pro axiální pohled jsou možná 2x - 3x nižší než (a tedy stále o něco lepší než) detekční limity pro radiální pohled.

Taky axiální pohled vyrovnává jejich jednu silnou vlastnost s klíčovou slabostí. Jejich nižší stabilita a tolerance matrice ve srovnání s radiálním pohledem se stává méně vhodná pro vzorky s vysokým TDS nebo organické vzorky.

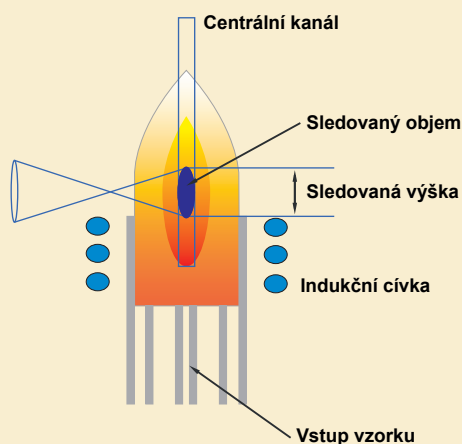
A nakonec přístroje s axiálním pohledem vyžadují složitější konstrukci, která zvyšuje náklady na údržbu, čištění a další náklady.

Typické použití axiálního pohledu

Pokud je rozhodující nejnižší možný dosažený limit detekce, zvolte analyzátor s axiálním pohledem. Toto je oblíbené u uživatelů provádějící určité environmentální či průmyslové analýzy.

Příklady aplikací:

- Stopové kovy ve vodě (environmentální)
- Stopové kovy v jiných druzích materiálů (pro chemické, kovové nebo farmaceutické průmysly atd.)
- Stopové kovy v odpadních vodách a jiných vodách



Sledování pouze části plazmy:
radiální pozorování plazmy.

RADIÁLNÍ POHLED

Radiální pohled sleduje plazmu skrz. Vidí pouze relativně úzký průřez světla z celé délky excitačního kanálu.

Při zpracování menšího objemu světla, nemůže radiální systém odpovídat citlivosti axiálního systému při detekci stopových prvků.

Nicméně celkové pozorování menšího objemu světla radiálním pohledem taky snižuje nebo eliminuje určité emise pozadí a matricové interference. (Jeho vyšší tolerance vůči výzvám matrice je také kvůli použití vertikálně umístěnému plazmovému hořáku). Takže trpí méně než axiální systémy a obvykle nabízí vyšší analytickou přesnost.

Kdy použít radiální pohled

V zásadě radiální pohled upřednostňuje přesnost před citlivostí. I když nemůže dosáhnout velmi nízkých detekčních limitů jako axiální nebo duální systémy (viz níže: "duální pohled"), dnešní nejlepší radiální systémy značně zúžily mezeru.



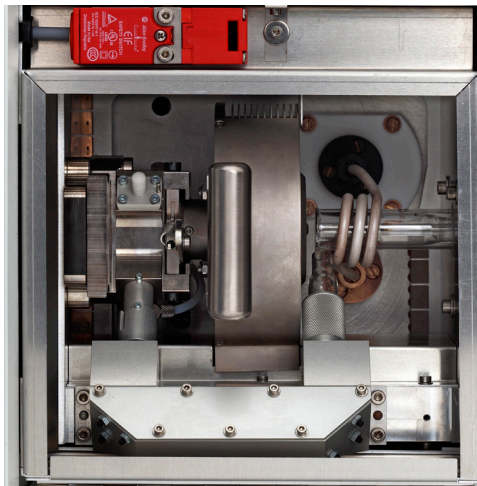
Uživatelé preferují radiální systémy, když hledají vyšší stabilitu a zejména vyšší toleranci vůči matrici než systémy axiální nebo duální. Radiální systémy jsou taky jednodušší a robustnější. Vyžadují menší údržbu a čištění než jejich protějšky.

Typické použití radiálního pohledu

Přístroje s radiálním pohledem jsou obvykle voleny pro analýzy vzorků s nejtěžšími matricemi. Nejlepší modely poskytují dobrý výkon pro prvkové koncentrace vyšší než ppb (parts per bilion) do ppm (parts per milion). Jsou oblíbené u uživatelů provádějící environmentální analýzy, jakož i širokou škálu průmyslových zkoušek.

Příklad aplikací:

- Zasolené roztoky
- S vysokým TDS
- Kovy v olejích
- Organické roztoky



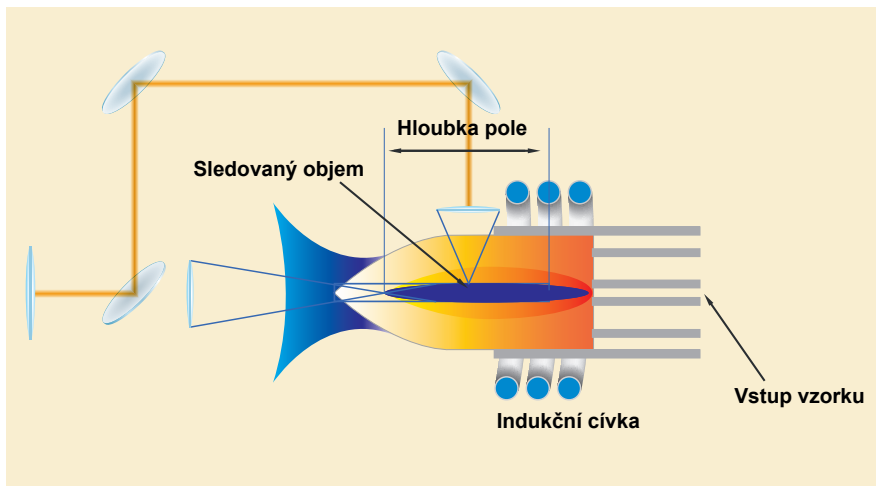
DUÁLNÍ POHLED

Duální systémy jsou navrženy tak, aby poskytovaly výhody obou pohledů, jak radiálního, tak axiálního pozorování plazmy. Nicméně téměř všechny současné modely musí udělat kompromis a upřednostnit jeden nebo druhý pohled.

Podrobnosti o sestavení se u hlavních výrobců liší. Dnes se analyzátoři ICP-OES s duálním pohledem dělí do dvou hlavních kategorií:

Axiálně optimalizovaný duální pohled

Tyto systémy poskytují přímé axiální pozorování plazmy, zatímco využívají periskopy nebo jiné prostředky k dosažení přídavného radiálního pohledu. Nabízejí tak plnou citlivost axiálního pohledu. Protože však s každým dalším odrazem může dojít ke ztrátě až 15% analyzovatelného světla, je jejich radiální pohled poněkud ohrožen. Tam, kde by emise pozadí nebo interference matrice mohly ovlivnit vyhrazený axiální systém, mohou tyto modely - postupně nebo současně, v závislosti na prodejci - zmírnit tyto účinky svým radiálním pohledem. Tento režim poskytuje určitou přesnost vyhrazeného radiálního systému a zároveň snižuje nebo vylučuje maticové efekty.



Radiálně optimalizovaný duální pohled

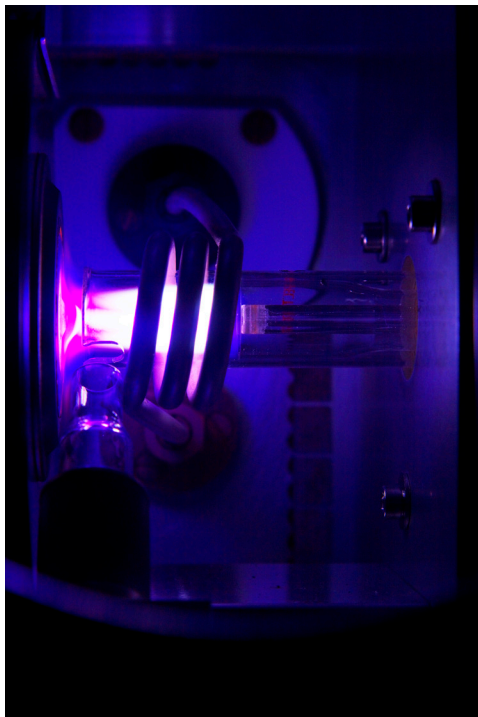
Tyto systémy upřednostňují radiální pozorování. Mohou poskytovat plnou přesnost v radiálním pohledu s minimální emisí pozadí nebo interferencí matrice. Jejich axiální režim může také poskytovat dobrou, ale ne výjimečnou citlivost.

Vertikální hořák s duálním pohledem

Například jeden výrobce nabízí systém s vertikálním plazmovým hořákem a přímým radiálním pohledem plus axiální pohled dodávaný prostřednictvím několika zrcadel v periskopové optice namontované těsně nad plazmou. Tento přístup může dokonce poskytnout současné pozorování plazmy axiálně i radiálně v jediném měření. Specializovaný interferenční filtr umožňuje uživateli „blokovat“ vlnové délky nad nebo pod 500 nanometrů (nm), v závislosti na vzorku.

Konstrukce má několik výhod. Může eliminovat EIE efekt a poskytovat dostatečnou citlivost k měření poměrně nízkých hladin určitých náročných prvků, jako jsou toxické kovy (olovo, kadmium, rtuť, chrom atd.).

Vždy optimalizované pro jeden
nebo druhý pohled:
duální pozorování plazmy.



Nicméně další tři odrazy v periskopu výrazně snižují propustnost světla. Toto ohrožuje hlavní funkci axiálního pohledu: citlivost. Snižená propustnost světla v rozsahu 200 nm a žádná pod 185 nm. Tedy tento přístroj s duálním pohledem a vertikálním hořákem nemůže dosáhnout tak výjimečné citlivosti posledního modelu analyzátoru se skutečně nekompromisním axiálním pohledem.

Taky tento systém nemůže vždy eliminovat všechny nechtěné rozsahy vlnových délek. Tak emise pozadí a interference mohou dále degradovat analýzy.

A nakonec umístění axiálního rozhraní těsně nad plazmu může způsobit další problémy. Zejména u vzorků obsahujících vysoké TDS nebo organické materiály může proud argonu z rozhraní "foukat" kontaminanty zpátky do plazmy a tím zamezit přesné analýze. A vysoké tepelné namáhání na tomto rozhraní může způsobit větší opotřebení součástí, což vyžaduje častější údržbu a výměnu.

Kdy použít duální pohled

Laboratoře, které pravidelně provádějí analýzy vyžadující vysokou přesnost, jakož i laboratoře, které potřebují analyzovat matrice vzorků, kde matricové efekty (např. EIE) negativně ovlivňují výsledek pro určité prvky (např. alkálie), obvykle vybírají ICP-OES analyzátor s duálním pohledem. To zahrnuje uživatele, kteří často zpracovávají vzorky pokrývající širokou škálu aplikací nebo kteří si mohou být jistí, s čím se mohou setkat. Tyto přístroje jsou oblíbené u uživatelů provádějící akademický výzkum a taky u těch, kteří provádějí průmyslové analýzy.

Analyzátor s duálním pohledem mají o něco vyšší cenu než modely s pouze axiálním nebo radiálním pohledem (které mají tendenci sdílet podobné ceny.) Jsou to taky relativně komplikované zařízení, které vyžadují poměrně vysoký stupeň údržby a čištění.

Typické použití duálního pohledu

Opět platí, že designy s duálním pohledem odrážejí klady a zápory jejich základních technologií. Modely optimalizované pro axiální sledování plazmy se vyznačují velmi vysokou citlivostí. Modely optimalizované pro radiální sledování plazmy poskytují největší přesnost, ale menší citlivost.

Příklady aplikací pro axiálně optimalizovaný duální pohled:

- Stopové kovy ve vodě (environmentální)
- Stopové kovy v dalších materiálech (pro chemikálie, kovy, léčiva atd.)
- Stopové kovy v odpadních vodách a jiných vodách

Příklady aplikací pro radiálně optimalizovaný duální pohled:

- Zasolené roztoky
- S vysokým TDS
- Kovy v olejích
- Organické roztoky

Duální pohled: ne pro každého

Někteří prodejci doporučují duální modely většině nebo všem svým zákazníkům bez ohledu na aplikaci. To může být chyba.

Nejprve si pamatujte, že téměř všechny duální pohledy sdílejí zaujatost vůči výkonu axiálního nebo radiálního pohledu. Pouze jeden pohled může využít přímou světelnou cestu, druhý je kompromis.

Modely s duálním pohledem optimalizované pro axiální pohled využívají periskopy nebo jiné optické podsystémy pro získání radiálního světla. Objem sledované plazmy plus množství zachyceného světla - a výsledné detekční limity a přesnost - jsou vždy menší než ty, kterých dosahuje vyhrazený systém s úplným radiálním pohledem.

Samozřejmě pro duální systémy optimalizované pro radiální pohled platí opačná omezení.

Laboratoře by měly pečlivě posoudit své předpokládané aplikační profily se svým dodavatelem spektrometrů. Počet laboratoří, které se často setkávají s neočekávanými nebo neznámými vzorky, je relativně malý. Uživatelé také mohou najít u velké většiny vzorků k analýze jejich jasně definované měřicí parametry pro axiální nebo radiální pohledu. V těchto případech může speciální přístroj poskytnout nejlepší možnou shodu.

Pro laboratoře, které často zpracovávají vzorky pokrývající širokou škálu aplikací a pro ty, kteří si nemohou být jisti, s čím se mohou setkat, mohou být spektrometry s duálním pohledem vhodnou volbou. Uživatelé by si měli být vědomi jejich výhod, ale taky jejich omezení.

ZA NEDOSTATEK DUÁLNÍHO POHLEDU

MULTIVIEW

Jeden docela nedávný přístup přesahuje téměř všechny nevýhody duálního pohledu.

Technologie MultiView je dostupná v jedné verzi špičkového analyzátoru řady SPECTRO ARCOS. Je to jediný ICP-OES přístroj, který nabízí oba pohledy do plazmy bez zkreslení nebo kompromisů.



1) Jednoduše odebrat radiální hořák a rozhraní



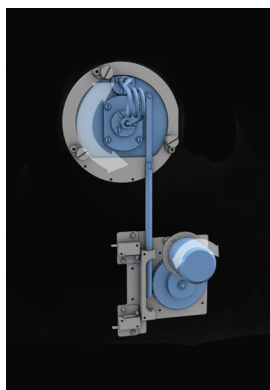
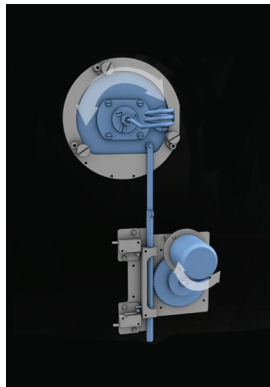
2) Otočit indukční cívku do požadované horizontální polohy



3) Nainstalovat axiální hořák a rozhraní



4) Znova zapojit vnašecí systém



MultiView: Mechanické přepínání dvou plnohodnotných pohledů.

Sekvenční přístup MultiView eliminuje použití přídavných zrcadel nebo periskopů. Místo toho může uživatel, který typicky používá radiální režim, například měřit vzorek, který potřebuje extrémní citlivost, jednoduše posunout směr plazmového hořáku do axiální pozice. Toto relativně jednoduché mechanické přepnutí trvá kolem 90 sekund.

Tento jediný přístroj může nabídnout akademickým vědcům, environmentálním laboratorům a průmyslovým uživatelům plně radiální přesnost a plně axiální citlivost, jakož i bezkonkurenční přesnost, dynamický rozsah a kompatibilitu s matricemi. Je to ekvivalent nákupu dvou specializovaných, plně optimalizovaných analyzátorů v jednom.

Příklad aplikací pro MultiView zahrnuje následující:

- Stopové kovy ve vodě (environmentální)
- Stopové kovy v dalších materiálech (pro chemikálie, kovy, léčiva atd.)
- Stopové kovy v odpadních vodách a jiných vodách
- Zasolené roztoky
- S vysokým TDS
- Kovy v olejích
- Organické roztoky

DUAL SIDE-ON INTERFACE (DSOI)

“Duální” pozorování plazmy obvykle znamená nabízení obou pohledů, jak radiálního, tak i axiálního. Avšak s novou SPECTRO DSOI technologií se jedná o jediný pohled - ale ten, který se skutečně zdvojnásobil.

Tento návrh je představen v novém analyzátoru střední třídy SPECTROGREEN, který je optimalizován pro environmentální analýzy. Používá vertikální plazmový hořák, pozorovaný skrz nové palety technologii přímého radiálního pozorování.

V DSOI systému optické rozhraní na jedné straně plazmy zachycuje množství vyzařovaného světla, které je normální pro radiální pohled a dopravuje ho do optického systému. Ale konkávní zrcadlo druhého rozhraní na druhé straně zachycuje další emisní světlo. Toto extra světlo - a přídavné spektrální informace - se taky odráží do optiky.

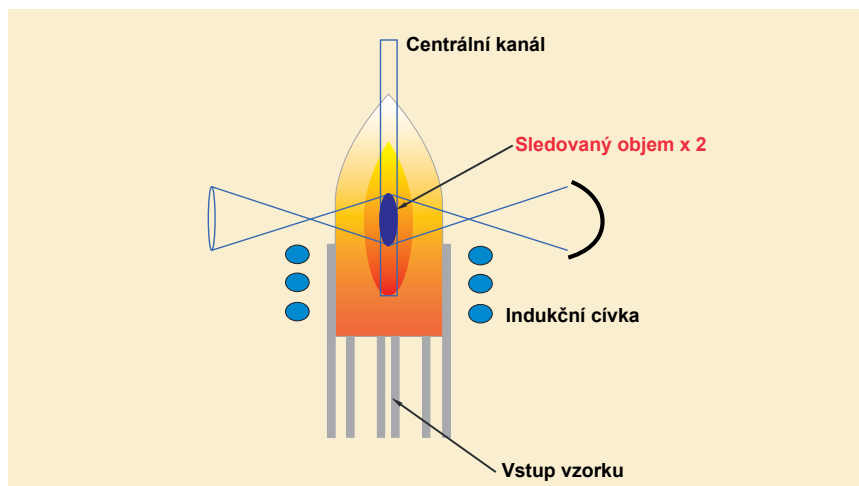
Světlo vyzářené v obou směrech tedy dosahuje optického systému pomocí jediného dodatečného odrazu. Výsledek: v porovnání s konvenčními analyzátory radiálního pohledu je citlivost systému pro většinu prvků účinně zdvojnásobena. To obecně zvyšuje citlivost v průměru dvakrát. Alkalické prvky, jako je Na a K jsou ještě vylepšeny 5x - 10x.

Analyzátor používající DSOI snadno dosahuje citlivosti duálních systémů s vertikálním hořákem. (oba mohou dosáhnout výše než poloviny citlivosti specializovaného přístroje s axiálním pozorováním.) A kde tyto systémy používají periskopy s více odrazovými povrchy - každý přidává větší ztrátu světla a tím snižuje citlivost - DSOI systém má pouze jedno zrcadlo pro minimální ztráty. A nakonec, kde tyto jiné systémy umístí axiální rozhraní těsně nad ultra horkou plazmu a tedy mohou trpět vyšší úrovní kontaminací a tepelného stresu, DSOI systém zůstává bez těchto komplikací.

Technologie DSOI navíc poskytuje vysokou stabilitu a volnost od maticových efektů, protože “vylučuje” části plazmy náchylné k interferenci. Také poskytuje vysokou toleranci matrice a vysoký lineární dynamický rozsah.

Tato konstrukce celkově umožňuje optimalizovanou kombinaci rychlosti analýzy, robustnosti, provozuschopnosti, snadnosti použití a konkurenčních provozních nákladů. Příklady aplikací pro DSOI systémy spektrometry, jako je SPECTROGREEN, zahrnují širokou škálu rutinních analýz v následujících oblastech:

- Environmentální
- Bezpečnost spotřebního zboží
- Léčiva
- Chemický/Petrochemický
- Potraviny
- Analýza stopových prvků ve vzorcích s vyšší matricí



Technologie Dual Side-On Interface nabízí jediný pohled, který je efektivně zdvojnásoben.

Závěr

Uvažujete o nákupu nového ICP-OES analyzátoru? Ujistěte se, že váš zástupce spektrometru přesně ví, jaké prvky očekáváte, že budou zpracovány pro vaši přesnou aplikaci nebo aplikace.

Společně můžete určit, zda se pro očekávané analytické úkoly nejlépe hodí model s axiálním, radiálním, duálním, Multi-View nebo DSOI rozhraním.



www.spectro.com

GERMANY

SPECTRO Analytical Instruments GmbH
Boschstrasse 10
D-47533 Kleve
Tel: +49.2821.892.0
Fax: +49.2821.892.2202
spectro.sales@ametek.com

U.S.A.

SPECTRO Analytical Instruments Inc.
91 McKee Drive Mahwah, NJ 07430
Tel: +1.800.548.5809
+1.201.642.3000
Fax: +1.201.642.3091
spectro-usa.sales@ametek.com

ČESKÁ REPUBLIKA

SPECTRO CS, s.r.o.
Rudná 1361/51
700 30 Ostrava - Zábřeh
Tel: +420 596 762 840
Fax: +420 596 762 849
info@spectro.cz
www.spectro.cz

Subsidiaries: ► **FRANCE**: Tel +33.1.3068.8970, Fax +33.1.3068.8999, spectro-france.sales@ametek.com, ► **GREAT BRITAIN**: Tel +44.1162.462.950, Fax +44.1162.740.160, spectro-uk.sales@ametek.com, ► **INDIA**: Tel +91.22.6196 8200, Fax +91.22.2836 3613, sales.spectroindia@ametek.com, ► **ITALY**: Tel +39.02.94693.1, Fax +39.02.94693.650, spectro-italy.sales@ametek.com, ► **JAPAN**: Tel +81.3.6809.2405, Fax +81.3.6809.2410, spectro-japan.info@ametek.co.jp, ► **SOUTH AFRICA**: Tel +27.11.979.4241, Fax +27.11.979.3564, spectro-za.sales@ametek.com,

SPECTRO operates worldwide and is present in more than 50 countries. For SPECTRO near you, please visit www.spectro.com/worldwide
© 2019 AMETEK Inc., all rights reserved, subject to technical modifications • B-19, Rev. 1 • Photos: SPECTRO, Adobe Stock
Registered trademarks of SPECTRO Analytical Instruments GmbH •  **SPECTRO**: USA (3,645,267); EU (005673694); "SPECTRO": EU (009693763); "SPECTRO ARCOS": USA (3,451,924); EU (005326566); Japan (5085474); China (5931712); "SPECTROGREEN": EU (017931732)