

G4 ICARUS již v základním provedení obsahuje technologie pro minimalizaci požadavků na údržbu (patentovaný reverzní tok plynů). Nyní ale navíc obsahuje nové pneumatické zařízení, které spolehlivě po každém měření automaticky odstraňuje nečistoty a vedlejší produkty spalování (Obr 2).

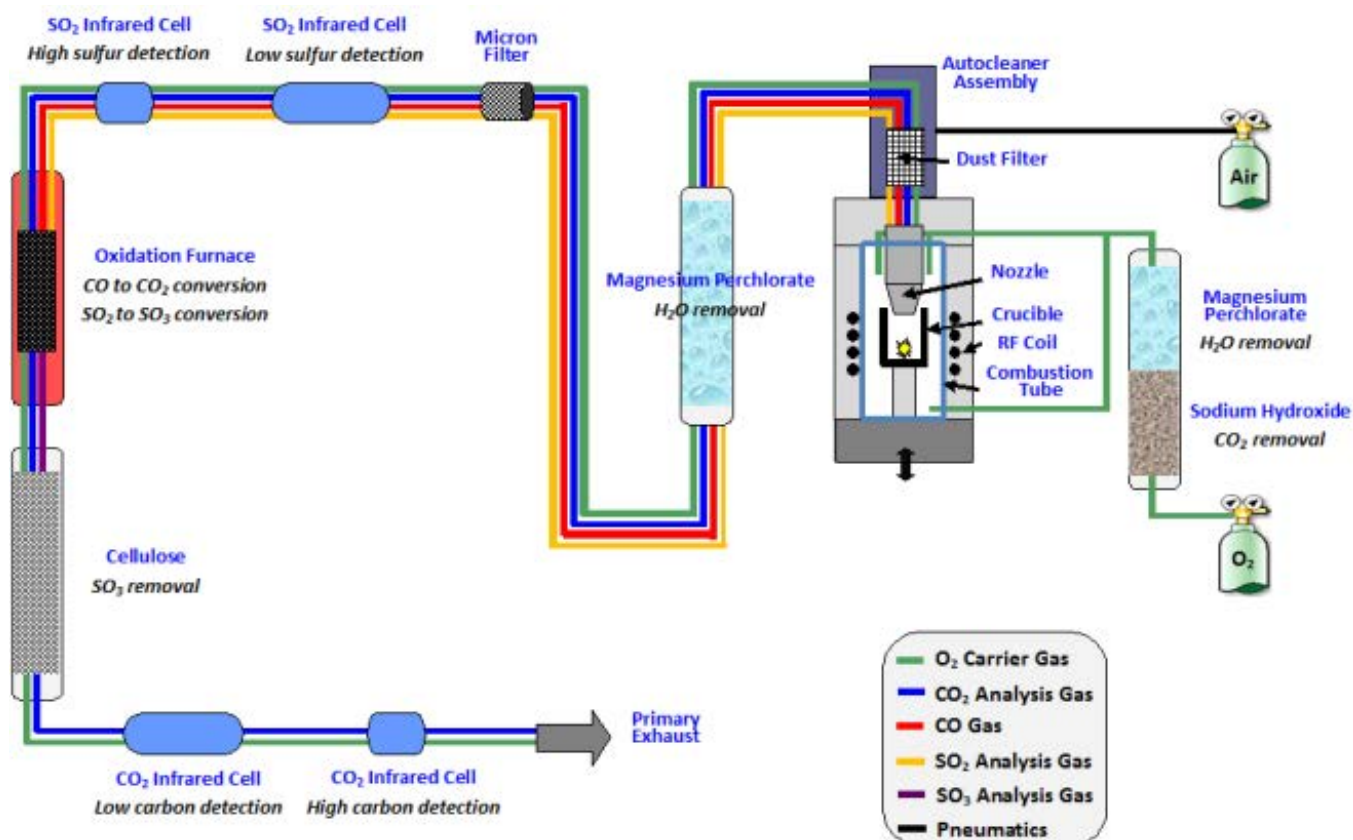
PRINCIP STANOVENÍ UHLÍKU A SÍRY

Blokové schéma s principem analyzátoru **G4 ICARUS CS HF** je uvedeno níže na obr 3. Důležitější otázka však je: „Na jakém principu a jak funguje nový systém automatického čištění?“.

Analyzátor **G4 ICARUS** spaluje vzorek, čímž vznikají plynné fáze zájmových prvků, které jsou následně měřeny infračervenými detektory a přepočteny na přesné hmotnostní koncentrace uhlíku a síry. Na rozdíl od starších typů analyzátorů má **G4 ICARUS** řadu unikátních nových funkcí.



Obr 2. Analyzátor **G4 ICARUS CS HF** pro stanovení uhlíku a síry s modulem automatického čištění.



Obr 3. Blokový diagram znázorňující primární komponenty a tok plynů v **G4 ICARUS CS HF**

Proces spalování

Analyzátor **G4 ICARUS** používá vysokofrekvenční (HF – High Frequency) indukční pec pro rapidní spalování pevných vzorků. Vzorek, typicky o hmotnosti do 1g (v závislosti na aplikaci), je analyzován přímo. Je možné analyzovat i prach, piny, třísky, úlomky, drť, špony a mnoho dalších typů vzorků a to bez předchozí úpravy. Přesně zvážený vzorek je umístěn do keramického kelímku společně s akcelerátorem, který zlepšuje reakci s elektromagnetickým polem HF cívky. Akcelerátor je nezbytné použít pro dosažení optimální interakce elektromagnetického pole a předání dostatečné energie pro dosažení úplného roztavení vzorku. Akcelerátory se vybírají dle typu vzorku. Nejčastějšími akcelerátory jsou: wolfram, měď, ocel a cín. Díky akcelerátorům je možné provádět analýzy celé řady materiálů. Tab. 2 obsahuje seznam pro jednotlivé typy aplikaci s doporučenými akcelerátory.

Tab 2. Stručný výčet z několika možných aplikací pro **G4 ICARUS** a jejich doporučených akcelerátorů. Pro další aplikace nás prosím kontaktujte.

Material	Sample Mass [g]*	Accelerator**
Steel	0.500	1 scp W
Stainless Steel	0.500	1 scp W
Copper / alloys	0.250 – 0.500	1 scp W
Brass / bronze	0.250 – 0.500	1 scp W
Aluminum	Varies	1 scp W
Carbides (W/Si)	0.100 – 0.25	1scp W + 2scps Cu
FeSi	0.100 – 0.200	1scp W + Sn + 1scp Fe
FeCr	0.250 – 0.500	2 scps W
Slag	0.200	1scp W + Sn + 1scp Fe
Cement	0.100 – 0.150	1 scp W
Oxides / Sulfides	0.005 – 0.050	1scp W + Sn + 1scp Fe
Ceramics	Varies	1scp W + Sn + 1scp Fe

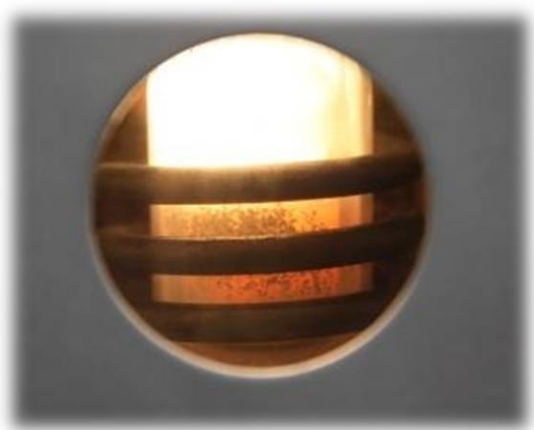
*Typická hodnota. Může být snížena, pokud je obsah uhlíku nebo síry nadměrně vysoký.

**1 scp W = ~1.5g wolframu; 1 scp Cu = ~0.8g mědi;
1 scp Fe = ~1g oceli; 1 scp Sn = ~0.4g cínu

V průběhu spalování se do spalovací komory pod tlakem přivádí kyslík (O₂), čímž se v peci vytvoří ideální atmosféra pro dokonalé spálení vzorku. Vzorek s akcelerátorem tak dosáhne teploty přes 1 500°C, čímž se spálí a uvolní veškerý uhlík a síra ve formě sloučenin CO₂ a SO₂. Současně může vzniknout malé množství CO a to v závislosti na koncentraci uhlíku v měřeném vzorku. Tyto uvolněné plynné složky jsou ve všech klíčových částech blokovém diagramu (Obr. 3) barevně odlišeny.

Pozorovací okénko

Jedním z unikátních doplňků analyzátoru **G4 ICARUS** je pozorovací okénko na přední straně přístroje. Tento užitečný doplněk (Obr. 4) umožňuje snadné vizuální kontrolování průběhu spalování v reálném čase. Ještě důležitější je, že přímo v průběhu spalování je vidět stav spalovací trubice.

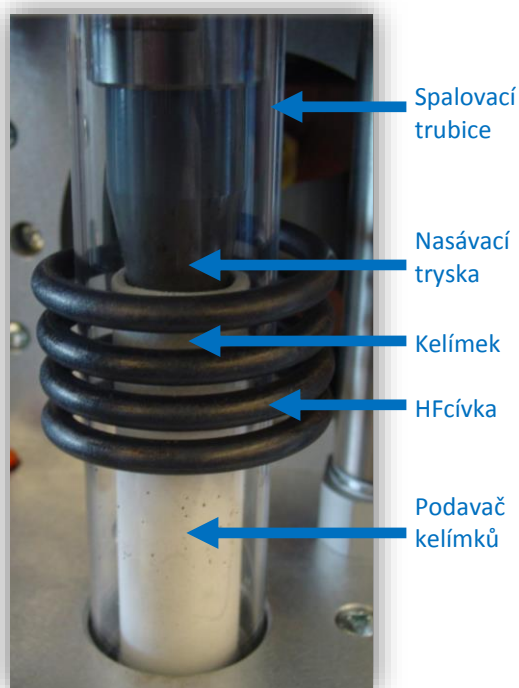


Obr 4. Pozorovací okénko na přední straně analyzátoru **G4 ICARUS**.

Nasávací tryska

Uvolněné plyny jsou po spálení vzorku transportovány ze spalovací pece do detekčního systému (Obr. 3). Transportní mechanismus použitý u analyzátoru **G4 ICARUS HF** poskytuje řadu hmatatelných uživatelských výhod. Využitím vysokého tlaku ve spalovací peci

a využitím pozice nasávací trysky přímo nad keramickým kelímkem jsou uvolněné plyny efektivně nasávány z pece a to při minimálním ředění kyslíkem. Komponenty tvořící novou konstrukci pece jsou zobrazeny na Obr. 5. Obzvláště si všimněte blízkosti nasávací trysky a jejího mírného „ponoření“ do keramického kelímku, což prakticky 100% zamezuje rozstříku vzorku na spalovací trubici.



*Obr 5. Pec analyzátoru **G4 ICARUS HF** používající nový patentovaný reverzní tok plynu – nasávání místo tryskání.*

U tradičních starších systémů s tryskáním kyslíku do keramického kelímku dochází k destruktivnímu nanášení vedlejších produktů spalování přímo na spalovací trubici, což redukuje její životnost. U nového patentovaného designu jsou ale VEŠKERÉ produkty nasáty přímo do nasávací trysky. Uživatel tak u nového patentovaného systému získává lepší analytické výsledky a zejména výrazně vyšší životnost spalovací trubice. Současně tento nový koncept zcela eliminuje možnost ucpaní trysky. Navíc je efektivita přenosu plynu u analyzátoru **G4 ICARUS** výrazně zvýšena, což zkracuje čas analýzy a zvyšuje citlivost analyzátoru.

Automatické čištění

K úspěšnému originálnímu konceptu spalovacího analyzátoru G4 ICARUS byl nedávno přidán modul automatického čištění (obr. 6), který efektivně a zcela spolehlivě odstraňuje vedlejší produkty spalování. Toto zařízení, které šetří čas a náklady je založeno na pneumaticky ovládaném pístu s integrovanými komponentami, které efektivně vyčistí prostor spalovací pece a nasávací trysku včetně prachového filtru (“Dust Filter” Obr 3). Čištění je provedeno automaticky po dokončení každé analýzy (trvá jednotky vteřin).

Jednou z výhod tohoto konceptu je to, kde se shromažďují vedlejší produkty spalování: prach je v průběhu procesu čištění plně automaticky setřen ze stěn prachového filtru a rozstříknuté a napařené kovové částice jsou odstraněny z nasávací trysky pomocí čepele umístěné na pístu čistícího mechanismu. Toto vše podpořené krátkým pulzem stlačeného kyslíku nasměruje po dokončení analýzy veškerý prach, nečistoty a částice zpět do kelímku! Již tedy není zapotřebí žádných kartáčů, které by čistily spalovací trubici, již není třeba žádného vysavače, který by byl hlučný a potřeboval výměnu sáčků/filtrů a generoval zbytečný hluk. Efektivita, se kterou jsou vedlejší produkty spalování zcela automaticky a spolehlivě odstraněny umožňuje u G4 ICARUS provádět běžně až 1 000 analýz bez potřeby jakékoliv údržby analyzátoru! Následná údržba po 1 000 měřeních pak obnáší jen velmi jednoduchou demontáž a opětovnou montáž čistícího mechanismu, čímž je dosaženo dalších až 1 000 analýz opětovně bez jakékoliv údržby a čištění. Modul automatického čištění standardní součástí všech dodávaných analyzátorů **G4 ICARUS HF Series 2**.

Toky plynů a čištění plynů

Tok spalin opouští prostor spalovací pece, tak jak je znázorněno na Obr. 3 a je vysušen pomocí reagentu (chloristan hořečnatý). Sušení je důležité proto, aby zbytková vlhkost v kombinaci s SO₂ nevytvářela kyselinu sírovou. Vznik kyseliny by vedl jak ke snížení citlivosti / schopnosti detekce síry.



Obr 6. Nový modul automatického čištění analyzátoru G4 ICARUS.

Pro zajištění zcela reprodukovatelného procesu spalování je analyzátor vybaven přesnými regulačními komponentami s digitální zpětnou vazbou (není obsaženo v obr 3.). Tyto rovněž zajišťují monitoring a opakovatelnost transportu vzniklých spalin mezi jednotlivými analýzami. Analyzátor rovněž obsahuje funkci detekce nežádoucích netěsností systému, tzv. „leak check“, který je k dispozici v ovládacím SW.

DETEKCE v Series 2

Očištěný a vysušený proud spalin skládající se z O_2 , CO_2 , SO_2 a případně malého množství CO je po vysušení připraven pro kvantifikaci. Kvantifikace v analyzátoru G4 ICARUS je dosaženo použitím vysoce selektivních a stabilních **Non-Dispersive Infrared Detektoru (NDIR)** pro uhlík a **Non-Dispersive UV detektoru** pro síru.

Plyny jsou nejprve vedeny přes infračervené detektory, které selektivně stanovují pouze obsah SO_2 . Jakmile proud plynu opustí tyto detektory, je dále směřován do vyhřívané oxidační pece s oxidačním reagentem ($PtSiO_2$). Tato pec provede katalýzu CO na CO_2 a ve stejný moment převede již dříve detekovaný SO_2 na SO_3 . Protože je množství uhlíku stanovováno selektivním CO_2 IR detektorem, je tato konverze CO na CO_2 důležitá pro maximální reprezentativnost stanovení celkového uhlíku. Následně je proud plynu směřován do trubice s celulózou, kde je SO_3 zachyceno. Proud plynu nyní tedy obsahuje jen O_2 , CO_2 .

Celková doba jedné analýzy na analyzátoru G4 ICARUS CS HF je typicky 40 vteřin v závislosti na aplikaci a množství vzorku.

Výhody řešení

Spolu s již uvedenými výhodami přináší nový koncept analyzátoru G4 ICARUS CS HF následující:

- Výrazně nižší spotřebu nosného plynu (kyslíku) jelikož v době mimo měření se žádný nespotřebovává.
- Nižší celkové provozní náklady díky nižší spotřebě materiálu (např. spalovací trubice, speciální kartáče na čištění atd).
- Snížení celkové hmotnosti a tzv. mrtvého objemu
- Zvýšená přesnost a citlivost analýzy
- Akreditovatelná a plošně uznávaná metoda.

Ukázka výkonnosti

Nyní byly popsány základní vlastnosti a výhody analyzátoru G4 ICARUS CS HF a to včetně nového modulu pro automatické čištění. Firma BAS Rudice má k dispozici převáděcí analyzátor, na kterém Vám bude prakticky demonstrována výkonnost, přesnosti a použitelnost přímo pro Vaši aplikaci. V případě zájmu o bližší informace, analýzu Vašich vzorků, praktickou ukázkou analyzátoru nebo doprovodné informace nás prosím kontaktujte na bas@bas.cz nebo na tel +420 541 126 090.