TECHNICKÁ SPECIFIKACE

veřejné zakázky s názvem

„CATRIN – Online plynový chromatograf“

Online plynový chromatografický systém s průtočným fotokatalytickým reaktorem pro analýzu produktů CO_2 redukce

Níže uvedené požadavky představují minimální technické parametry požadované Zadavatelem. Dodavatel může nabídnout technicky rovnocenné nebo kvalitativně lepší řešení, pokud bude prokazatelně splňovat požadovanou funkci, kompatibilitu a účel využití zařízení. Specifikace je formulována funkčně a aplikačně, zejména pro online analýzu plynných produktů průtočných foto-/elektro-/katalytických experimentů zaměřených na redukci CO_2 a související reakce energeticky relevantních molekul.

Technická specifikace předmětu veřejné zakázky

Sestava musí obsahovat níže uvedené součásti a musí splňovat následující minimální požadavky Zadavatele:

- Analytické vybavení:
  - Plynový chromatograf určený pro online/semi-kontinuální analýzu plynných produktů průtočných katalytických a fotokatalytických reakcí, zejména redukce CO_2.
  - Chromatograf musí být minimálně dvoukanálový a musí umožňovat současné nebo sekvenčně automatizované stanovení hlavních reakčních produktů a vedlejších produktů vznikajících při CO_2 redukci, zejména H_2, CO, CH_4 a C_2 uhlovodíků; systém musí být technicky připraven také pro analýzu dalších lehkých uhlovodíků minimálně do rozsahu C_3, pokud jsou separovatelné v dané metodě.
  - Sestava musí obsahovat minimálně jeden detektor tepelné vodivosti (TCD) pro stanovení vodíku a dalších permanentních plynů a minimálně jeden plamenoionizační detektor (FID) pro stanovení uhlovodíků a uhlíkatých produktů.
  - Součástí systému FID musí být metanizér nebo technicky ekvivalentní konverzní jednotka umožňující citlivé stanovení CO a případně CO_2 pomocí FID po katalytické konverzi na CH_4.
  - Systém musí umožňovat kvantitativní analýzu nejméně těchto složek relevantních pro CO_2 redukci: H_2, CO, CH_4, CO_2 a C_2Hx produkty, zejména C_2H_4/C_2H_6; požadována je možnost rozšíření metody o C_3 uhlovodíky.

- Chromatograf musí být vybaven vhodnými kolonami, dávkovacími smyčkami, ventily a plynovými cestami pro analýzu plynných vzorků z průtočného reaktoru bez nutnosti manuálního odběru vzorku.
- Dávkovací ventily pro analýzu plynů musí být umístěny ve vyhřívaném termostatu nebo jiném teplotně stabilizovaném prostoru. Pomocné ventily pro bypass, heart-cut, zpětný proplach nebo ekvivalentní zkrácení analytického cyklu musí umožnit zvýšení četnosti dávkování a minimalizaci paměťových efektů.
- Průtok dávkovací smyčkou musí být monitorován v průběhu analytické sekvence nebo musí být zajištěn jiný ekvivalentní způsob kontroly reprezentativnosti odebraného vzorku.
- V režimu online analýzy průtočné foto-/katalytické reakce musí systém umožnit periodickou analýzu výstupních plynů z reaktoru. Interval mezi dvěma po sobě následujícími analýzami základního souboru produktů H_2/CO/CH_4/C_2Hx nesmí být delší než 5 minut; kratší interval je přípustný
- Systém musí být kompatibilní s nosnými a reakčními plyny používanými při výzkumu CO_2 redukce a souvisejících reakcí, minimálně He nebo Ar, N_2, H_2, CO_2 a kalibrační směsi obsahující analyzované produkty v inertním plynu.
- Součástí dodávky musí být příslušný počítač, akviziční a vyhodnocovací software pro GC analýzy, nezbytné komunikační rozhraní, kabeláž a základní sada instalačního materiálu potřebného pro uvedení zařízení do provozu.

- Průtočný reaktor a odběr vzorku:

  - Součástí dodávky musí být průtočný reaktor určený pro fotokatalytické, termokatalytické nebo foto-/termokatalytické experimenty v plynné fázi.
  - Reaktor musí být vyroben z chemicky odolných materiálů kompatibilních s CO_2, H_2, inertními plyny a běžnými plynnými produkty CO_2 redukce; části vystavené reakční atmosféře musí být minimálně z nerezové oceli třídy SS304 nebo technicky ekvivalentního materiálu.
  - Vnitřní prostor reaktoru musí umožňovat vložení planárních nebo membránových vzorků minimálně v rozsahu 50 × 50 × 1 mm až 100 × 100 × 1,5 mm, případně držáku umožňujícího bezpečné a reprodukovatelné uchycení těchto vzorků.
  - Reaktor musí být vybaven optickými průzory pro přívod záření do reakční zóny. Spektrální propustnost průzorů musí pokrývat minimálně rozsah 250-2000 nm nebo musí být dodáno rovnocenné řešení umožňující ozařování UV, viditelným a blízkým infračerveným zářením podle charakteru experimentu.
  - Reaktor musí obsahovat vstupy pro nosný, inertní a reakční plyn, minimálně pro CO_2, H_2, N_2, Ar/He a kalibrační směsi, a výstup pro kontinuální odvod produktů do analytického systému.
  - Reaktor musí být vybaven měřením a/nebo řízením tlaku a průtoku tak, aby bylo možné reprodukovat podmínky online analýzy a vypočítat konverzi, selektivitu, výtěžek a rychlost tvorby produktů.
  - Součástí řešení musí být plynotěsný odběr plynného vzorku z výstupu reaktoru do GC, včetně kapilárního odběru, vyhřívaných nebo inertizovaných plynových cest tam, kde je to nezbytné pro omezení kondenzace, adsorpce nebo zpoždění analytické odezvy.
  - Reaktorový systém musí umožnit bezpečné propojení s vakuovou komorou nebo nízkotlakou odběrovou částí, pokud je použita pro pulzní dávkování, odběr vzorku, stabilizaci průtoku nebo propojení s analytikou.
  - Těsnost reaktoru a plynových cest musí být testována minimálně na úroveň 1×10^{-5} cc/sec/atm He nebo lepší, případně musí být doložen ekvivalentní test těsnosti odpovídající danému tlakovému režimu zařízení.

- Vakuová část, ventily a řízení plynů:
    - Sestava musí obsahovat vakuovou komoru nebo odběrovou komoru s příslušenstvím, čerpacím systémem a napojením na plynové cesty, pokud je tato část nezbytná pro funkci online odběru vzorku a řízení reaktorového systému.
    - Vakuová/odběrová část musí být vybavena vhodnými přírubami, ventily a měřením tlaku pro bezpečné a reprodukovatelné provozování zařízení.
    - Čerpací systém musí být navržen jako bezolejový nebo ekvivalentně čistý tak, aby nedocházelo ke kontaminaci plynových cest a analyzovaných produktů; součástí dodávky musí být primární vývěva a případně turbomolekulární vývěva, pokud ji zvolená technická koncepce vyžaduje.
    - Pokud je součástí systému pulzní ventil, musí mít nízkou netěsnost a rychlou odezvu vhodnou pro pulzní dávkování nebo odběr vzorku; požadovaná netěsnost ventilu musí být 1×10^{-7} cc/sec/atm He nebo lepší a reakční doba ventilu musí být kratší než 2 ms, pokud je takový ventil použit jako součást vakuového odběru.
    - Systém musí obsahovat regulátory průtoku pro plnění reaktoru, řízení průtoků a inertizaci plynových cest. Regulátory mohou být kalibrovány na N_2 s možností přepočtu pro jiné plyny pomocí korekčních faktorů, pokud je tím zajištěna požadovaná přesnost experimentu.
    - Součástí dodávky musí být management provozních plynů, zejména redukční stanice, redukční ventily pro kalibrační plyny a automatická nebo manuální přepínací stanice pro nosný plyn, pokud je nutná pro nepřerušovaný provoz systému.
    - Systém musí umožnit bezpečný provoz s vodíkem používaným jako plyn pro FID/metanizér nebo jako reakční plyn; pokud je vodík generován interně, generátor musí poskytovat čistotu nejméně 99,9999 % a průtok dostatečný pro provoz GC detekce, minimálně 300 ml/min.

- Řídicí a vyhodnocovací software:
    - Sestava musí obsahovat kompletní software pro řízení experimentu a akvizici dat, který umožní ovládání GC, reaktoru, průtoků, tlaků, ventilů, světelného zdroje nebo externího spínacího signálu a souvisejících hardwarových prvků z jednoho uživatelského rozhraní nebo z integrovaného řídicího systému.
    - Software musí umožnit definici experimentální metody včetně přípravy reaktoru, stabilizace průtoku a tlaku, spuštění ozařování nebo externího zařízení, periodického odběru vzorku, spuštění GC analýzy, vyhodnocení chromatogramů a exportu výsledků.
    - Software musí umožňovat dlouhodobé online sledování reakce v čase, včetně ukládání chromatogramů, integračních dat, vypočtených koncentrací, průtoků, tlaků, teplot a stavových veličin experimentu.
    - Software musí umožnit export dat v běžně použitelných formátech, minimálně CSV/XLSX nebo obdobném textovém formátu, a tisk nebo uložení výstupních protokolů.
    - Software musí umožňovat auditní záznam dat a nastavení experimentu, včetně časové osy kroků metody, změn podmínek a výsledků analýz, tak aby bylo možné zpětně rekonstruovat průběh experimentu.
    - Software musí být kompatibilní s aktuálně podporovaným operačním systémem, minimálně Windows 11 nebo ekvivalentním prostředím dodaným výrobcem.
    - Řídicí systém musí být rozšiřitelný o budoucí prvky experimentální sestavy, např. jiný typ reaktoru, světelný zdroj, potenciostat, monochromátor, impedanční jednotku, další tlakové/průtokové měření nebo další vstupně-výstupní kanály.

- Hardware, instalace a dokumentace:
    - Součástí dodávky musí být řídicí hardware pro komunikaci s jednotlivými prvky zařízení, zejména převodníky, datové akviziční moduly, komunikační rozhraní (např. RS232/RS485, USB…), řídicí skříň, kabeláž a bezpečnostní prvky nezbytné pro provoz.
    - Součástí dodávky musí být technická dokumentace reaktorové části nebo ekvivalentní konstrukční dokumentace umožňující servis, údržbu a bezpečné používání zařízení.
    - Součástí dodávky musí být instalace, zprovoznění, základní ověření funkčnosti zařízení a zaškolení obsluhy v rozsahu nezbytném pro bezpečné provádění online GC analýz plynných produktů CO_2 redukce.
    - Dodavatel musí dodat uživatelskou dokumentaci k GC, reaktoru, plynovým cestám, řídicímu software, bezpečnostním prvkům a základním servisním postupům.
    - Dodavatel musí při instalaci provést ověření základní funkčnosti systému na reprezentativní kalibrační směsi nebo jiném vhodném testu, zejména ověření detekce H_2, CO, CH_4 a alespoň jednoho C_2 produktu nebo ekvivalentního uhlovodíku.