



ANALYZÁTOR KATALYZÁTORU

BELCAT II

S BELCAT II získate prístup k najmodernejšej charakterizácii katalyzátorov. Výkon pevných katalyzátorov ovplyvňujú špecifické povrchové vlastnosti, pričom faktory ako povaha a distribúcia aktívnych miest, kyslosť, zásaditosť, redoxné správanie, elektronová štruktúra a morfológia povrchu zohrávajú kľúčovú úlohu pri určovaní katalytickej aktivity, selektivity a stability.

BELCAT II poskytuje presnú analýzu rýchlosti disperzie kovov, povrchovej plochy kovov a priemernej veľkosti častíc pre katalyzátory na báze drahých kovov, čo pomáha výskumným pracovníkom zlepšovať výkon katalyzátorov a zároveň znižovať náklady. Okrem merania špecifických povrchových plôch (BET) a adsorpčnej kinetiky určuje BELCAT II adsorpčnú kapacitu pomocou analýzy prielomových kriviek. Tieto údaje sú nevyhnutné pre vývoj inovatívnych adsorbentných materiálov. Ako komplexný analyzátor katalyzátorov kombinuje všetky funkcie v jednom zariadení a ponúka širokú použiteľnosť a rozsiahle možnosti prispôsobenia na podporu rôznych cieľov výskumu a vývoja.



VŠETKO V JEDNOM, PLNE AUTOMATICKÝ A VIACÚČELOVÝ ANALYZÁTOR

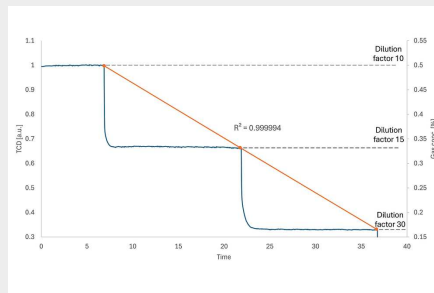
PREČO BELCAT II

?

Objavte vynikajúce schopnosti prístroja BELCAT II. Nižšie je uvedený zoznam jeho kľúčových funkcií, ktoré sú navrhnuté tak, aby poskytovali komplexnú a spoľahlivú analýzu katalyzátorov a zároveň ponúkali flexibilitu pre rôzne požiadavky v oblasti výskumu a vývoja.

Viacúčelové dávkovanie plynov

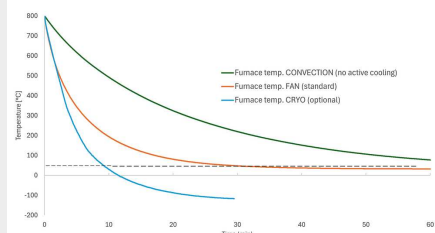
Integrovaný viacanálový rozvod plynov umožňuje súčasné pripojenie až ôsmich rôznych plynov – vrátane dvoch korozívnych typov –, ktoré sú vnútorne distribuované po celom systéme. Tento inteligentný dizajn podporuje softvérovo riadené miešanie, čo umožňuje presné vytváranie prispôsobených zmesí plynov priamo v jednotke. Tieto zmesi sa dajú použiť pri predúprave vzoriek, analýze, pulzných slučkových operáciách a automatickej kalibrácii. Vďaka eliminácii potreby vopred namiešaných plynov a minimalizácii externého potrubia systém zvyšuje efektívnosť pracovného postupu, znižuje prevádzkové náklady a výrazne znižuje riziko úniku.



BELCAT II (viacúčelový)

Alternatívne prístroje (jednoúčelové)

Prípravné plyny	1. He, 2. N ₂ , 3. Ar, 4. H ₂	5 plynových vedení: 1. He, 2. N ₂ , 3. O ₂ / He, 4. H ₂ / Ar, 5. O ₂ / He
Analýza (smyčka) plynov	5. CO, 6. O ₂ , 7. N ₂ O, 8. NH ₃	5 plynových vedení: 1. H ₂ , 2. CO, 3. NH ₃ / H ₂ , 4. O ₂ , 5. N ₂ O
Nosné plyny	1. He, 2. N ₂ , 3. Ar	Tri plynové zmesi: 1. He, 2. N ₂ , 3. Ar
Celkom	8 potrubí na prívod plynov potrebných na prípravu rovnakých zmesí plynov	Je potrebných 13 plynových potrubí



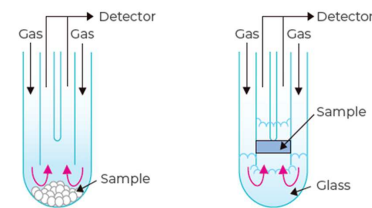
Vynikajúca regulácia teploty

Vyskúšajte rýchle zahrievanie a chladenie s kompaktnou deliteľnou pecou navrhnutou pre vysoký výkon. Rýchlosť ohrevu dosahuje až 110 °C/min od 50 do 500 °C alebo 80 °C/min od 50 do 1000 °C, pričom maximálna prevádzková teplota je 1100 °C. Integrované chladenie s ventilátorom skracuje dĺžku cyklu a znižuje teplotu z 400 na 50 °C za pouhých 30 minút. To zvyšuje priepustnosť vzoriek a minimalizuje prestoje. Pre pokročilé aplikácie pri teplotách pod okolitou teplotou ponúka voliteľné kryogénne príslušenstvo CATCryo II výnimočné chladenie až na -120 °C. Stanovuje nové štandardy v oblasti regulácie teploty, keď dokáže ochladiť z 800 na 30 °C za pouhých 10 minút, čím otvára nové možnosti v oblasti výskumu adsorpcie, charakterizácie materiálov a experimentov s presnou reguláciou.



Vynikajúce bezpečnostné opatrenia

Je vybavený automaticky zamykateľnými bezpečnostnými dvierkami, ochranou proti prehriatiu, automatickým vypínaním, integrovanými alarmami a voliteľnou detekciou plynu, čo zaručuje najvyššiu úroveň prevádzkovej bezpečnosti. Dodávaná zeolitová past – na odstraňovanie vlhkosti počas experimentov s TPR – eliminuje potrebu kvapalného dusíka.



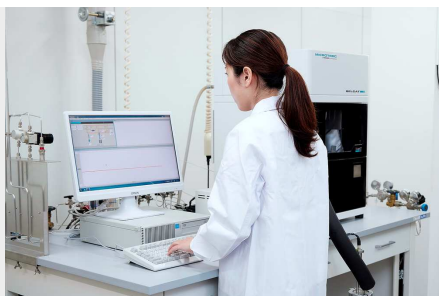
Konštrukcia s trojitou vzorkovacou komorou

Špičková konštrukcia zaisťuje efektívne predohrev plynu a maximalizuje priepustnosť pre náročné pracovné postupy. Valcovitý tvar rúrky uľahčuje manipuláciu a zvyšuje bezpečnosť, pretože je bez napätia a menej náchylný na poškodenie.



Modulárna konštrukcia s možnosťou rozšírenia

Konštrukcia pripravená na budúcnosť umožňuje rozšírenie priamo v teréne podľa potreby. Jej rozširovateľná architektúra podporuje hladkú integráciu jednotky na dávkovanie pár, externého modulu na miešanie plynov a kryogénnych voliteľných komponentov pre vylepšené adsorpčné štúdie a urýchlené chladenie.

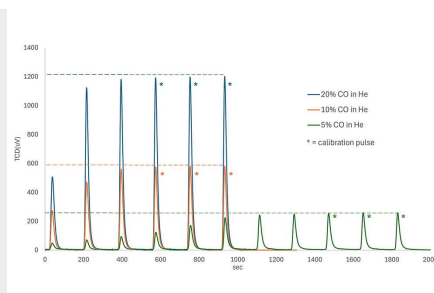
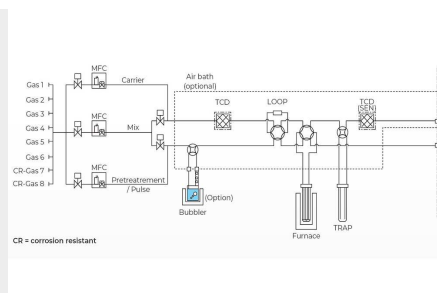


Nastavenie univerzálnych meracích podmienok Režim sekvenčného merania umožňuje plynulé kombinovanie termochemických metód a krokov testovania katalyzátorov v rámci jedného pracovného postupu.



Kompaktná konštrukcia prístroja s malými rozmermi

Kompaktná a efektívna konštrukcia (š 500 x h 500 mm) sa ľahko zmestí do každej laboratória.



Navrhnuté pre presnosť

Špecializovaný prístroj navrhnutý špeciálne pre pulznú chemisorpčnú analýzu a metódy s programovateľnou teplotou, ktorý sa vyznačuje minimalizovaným mŕtvym objemom pre výnimočnú presnosť. Je vybavený teplotne riadeným vysoko výkonným detektorom tepelnej vodivosti (TCD) a pokročilými obvodmi, ktoré poskytujú bezkonkurenčný pomer signálu k šumu pre najcitlivejšie merania.

Pulzná chemisorpcia s absolútnou istotou

Vďaka kalibrovanému objemu a špeciálnym senzorom tlaku a teploty každá dávka prekonáva očakávania. Integrovaný systém miešania plynov dodáva na požiadanie prispôsobené zmesi plynov, čím sa eliminuje potreba ďalších vstrekovacích slučiek a zabezpečuje plynulý a efektívny pracovný postup.

ANALYZÁTOR KATALYZÁTORU BELCAT II

MOŽNOSTI



Dávkovacia jednotka pre páry

Skladá sa z jednotky vzduchového termostatu, nádoby na sýtenie plynmi, ohrievača a kondenzátora. Kondenzátor odstraňuje prebytočnú paru. Dvojstupňový proces zabezpečuje presné dávkovanie pary v stabilných koncentráciách.

Externá jednotka na miešanie plynov

Umožňuje zmiešavanie troch alebo viacerých plynov. Jedna jednotka môže mať až šesť potrubí. Je vhodná pre korozívne plyny.

Nízkoteplotná elektrická pec / CATCryo II

Pomocou rozprašovania kvapalného dusíka je možné nepretržite regulovať teplotu vzorky od -120 °C. Chladiaci výkon je vylepšený vďaka optimálnej vnútornej štruktúre a spotreba kvapalného dusíka je výrazne znížená.

Online analyzátor plynov / BELMASS II

Systémový kvadrupólový hmotnostný spektrometer BELMASS II je možné prepojiť so softvérom BELCAT

II. V kombinácii so softvérom BELCAT II je možné merať viacero zložiek plynov s vysokou kvantitatívnou presnosťou. Ideálny pre náročné experimenty, vrátane katalytických reakcií.

Merací systém AIRGUARD

Funkčné materiály môžu reagovať s vlhkosťou a kyslíkom vo vzduchu, čo vedie k štrukturálnym zmenám a potenciálne k tvorbe korozívnych plynov. Nové riešenie AIRGUARD – vyvinuté spoločnosťou Microtrac – umožňuje bezpečnú manipuláciu so vzorkami bez kontaktu so vzduchom.

Hodnotenie separačných vlastností zmesi plynov

Pre aplikácie DAC, CCUS a CCS umožňuje systém meranie priepustných kriviek s viacerými plynnými zložkami, ako sú CO₂ a H₂O, ktoré je možné analyzovať pomocou vysoko stabilných a opakovateľných senzorových detektorov.

Možnosti:

- Sondy CO₂
- Sondy CO₂ / H₂O

ANALYZÁTOR KATALYZÁTORU BELCAT II

TYPICKÉ APLIKÁCIE



katalyzátory



batériový materiál



cement

- | batériový materiál
- | CCUS
- | uhlík
- | zeolit

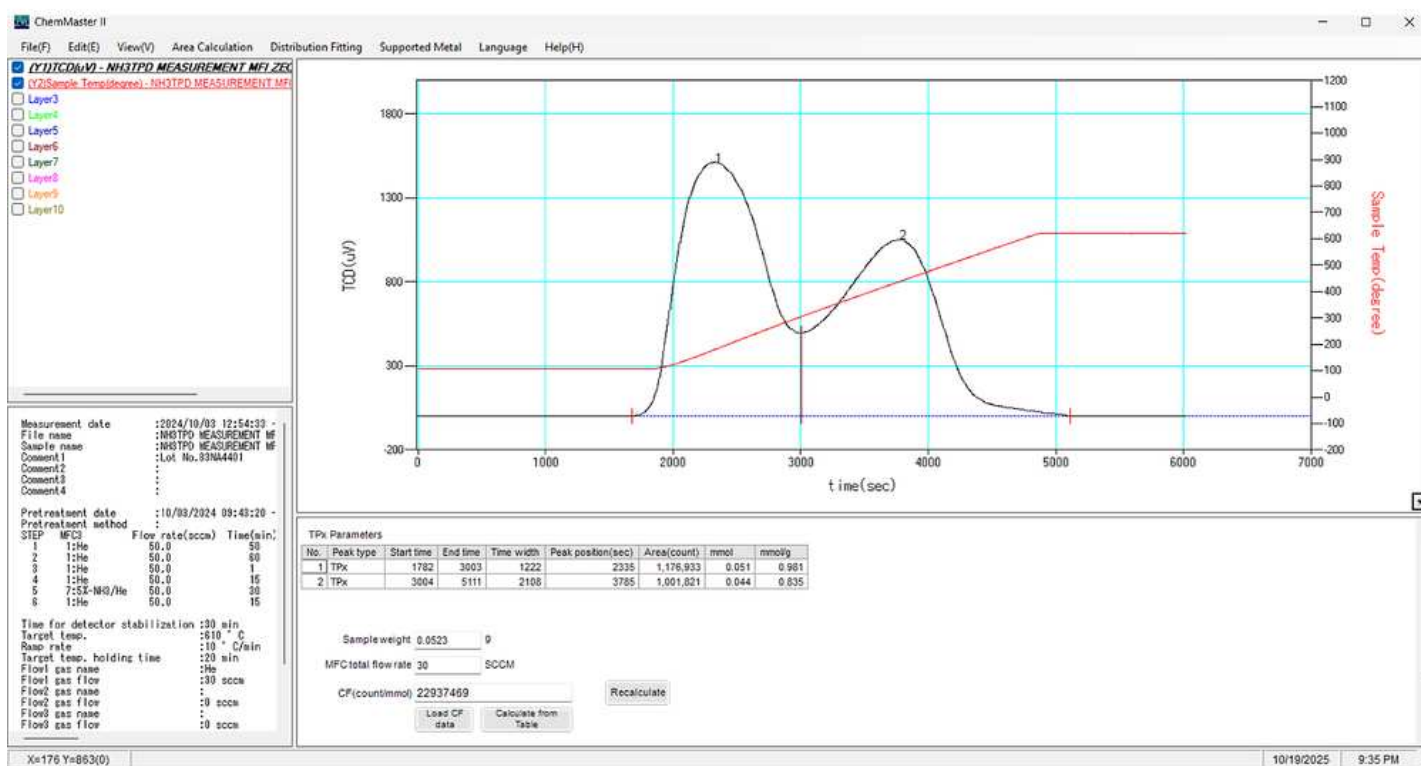
- | cement
- | keramika
- | Palivové články
- | separacia plynu

- | MOF / PCP
 - | petrochemia
- ... a mnoho ďalších!

ANALYZÁTOR KATALYZÁTORU BELCAT II

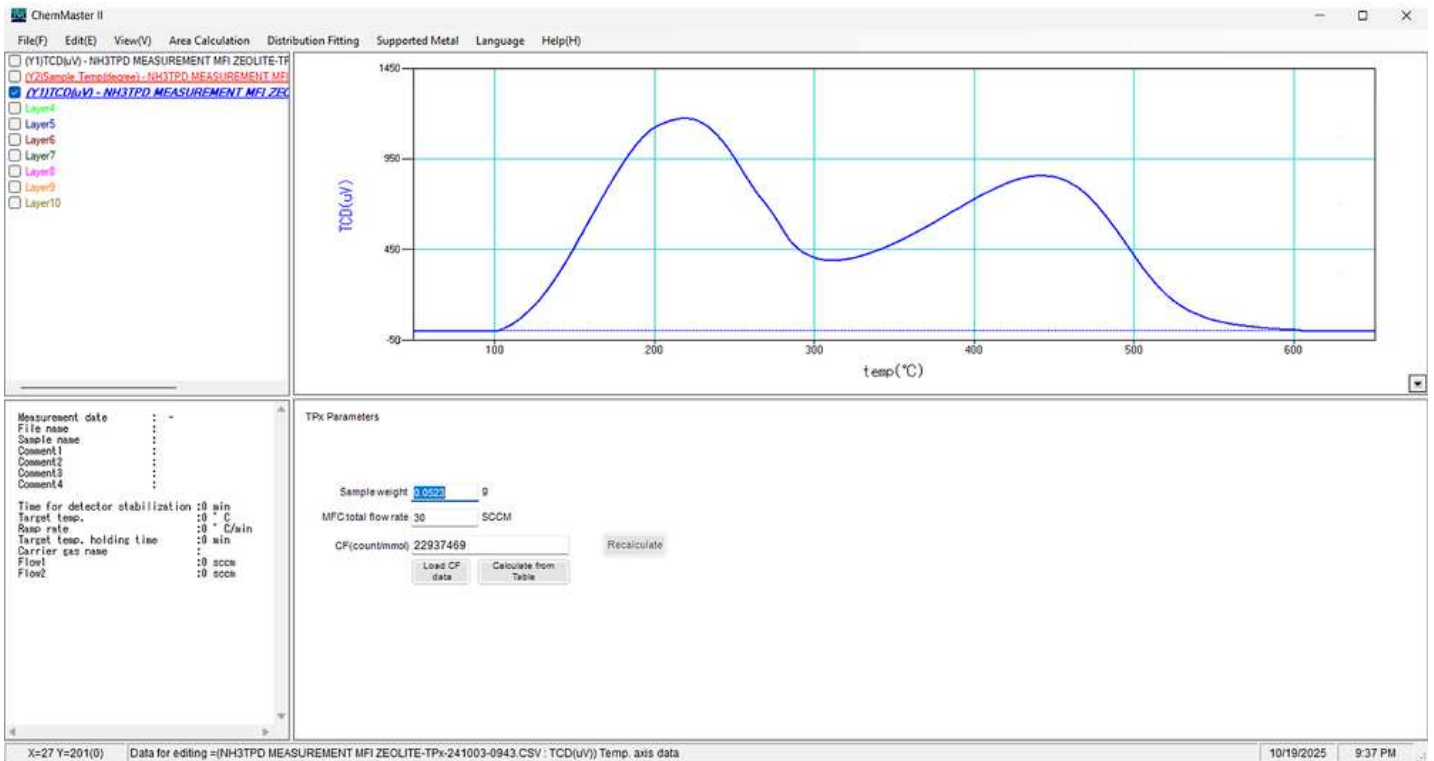
PRÍKLADY MERANIA

NH₃-TPD výsledky merania zeolitu typu MFI



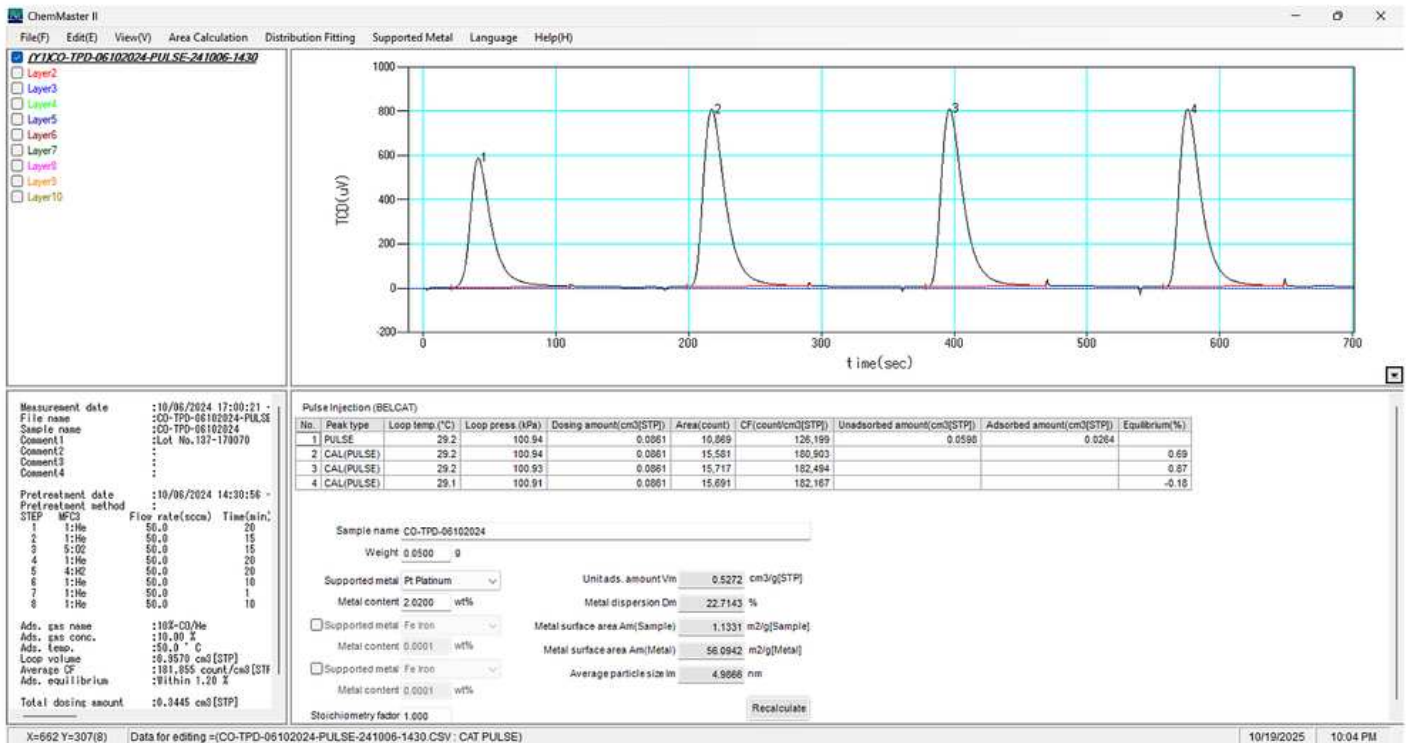
Desorbované množstvo 0,835 mmol/g (2 = hodnota píku H); teplota píku 440 °C

NH₃-TPD výsledky merania zeolitu typu MFI



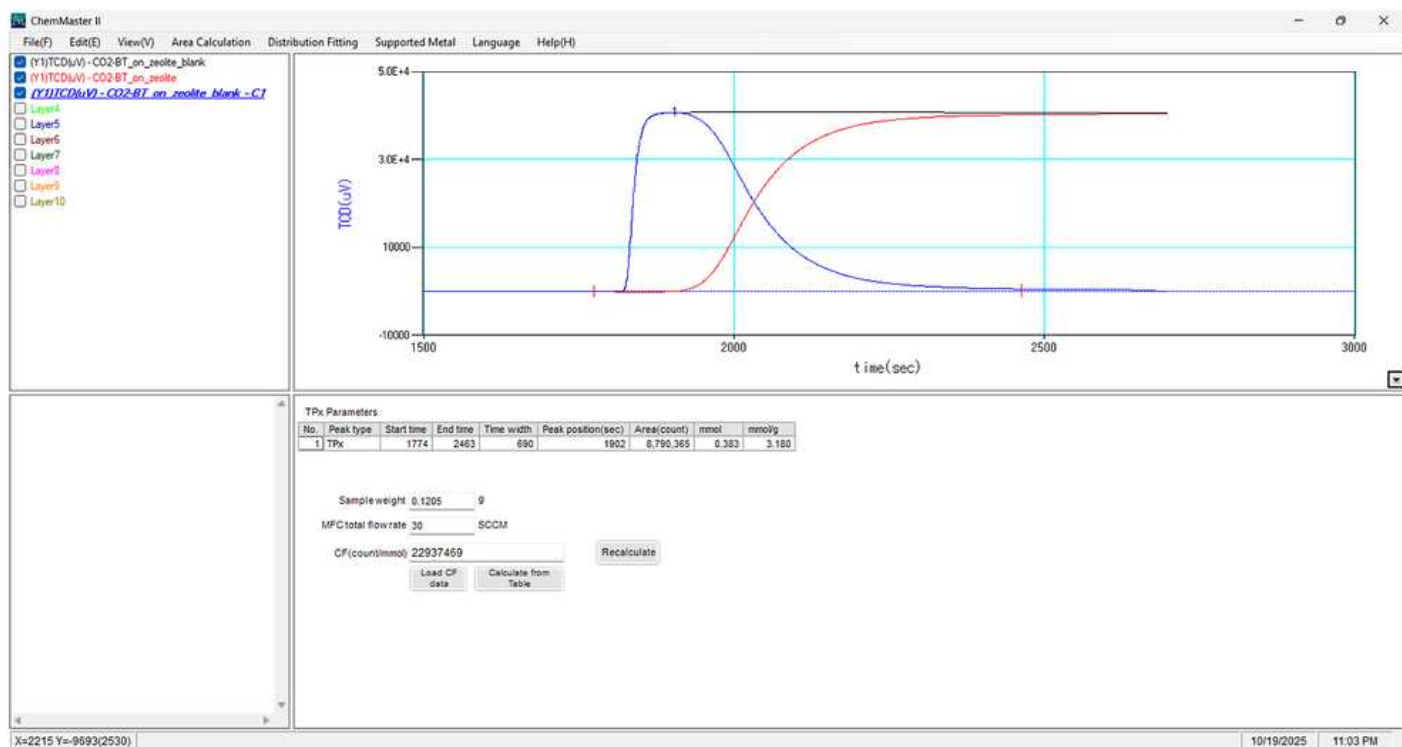
Pohodlný prevod časovo závislých údajov na profily závislé od teploty

Miera disperzie kovu Pt/Al₂O₃ pomocou impulzov CO



Desorbované množstvo: 0,527 cm³/g, miera disperzie kovu: 22,7 %, povrchová plocha kovu: 1,13 m²/g, veľkosť častíc kovu: 4,99 nm. Plne automatická korekcia základnej línie a integrácia impulzov pre jednoduché vyhodnotenie údajov.

Meranie adsorpčnej priepustnej krivky CO₂



Množstvo adsorbovaného CO₂: 3,18 mmol/g. Meranie slepého vzorku (čierna farba), adsorpčný experiment s prielomom (červená farba) a vypočítané rozdiely vyjadrené ako množstvo adsorbovaného CO₂ (modrá farba). Kombinácia s prístrojom BELMASS II umožňuje viac zložkovú analýzu s prielomom.

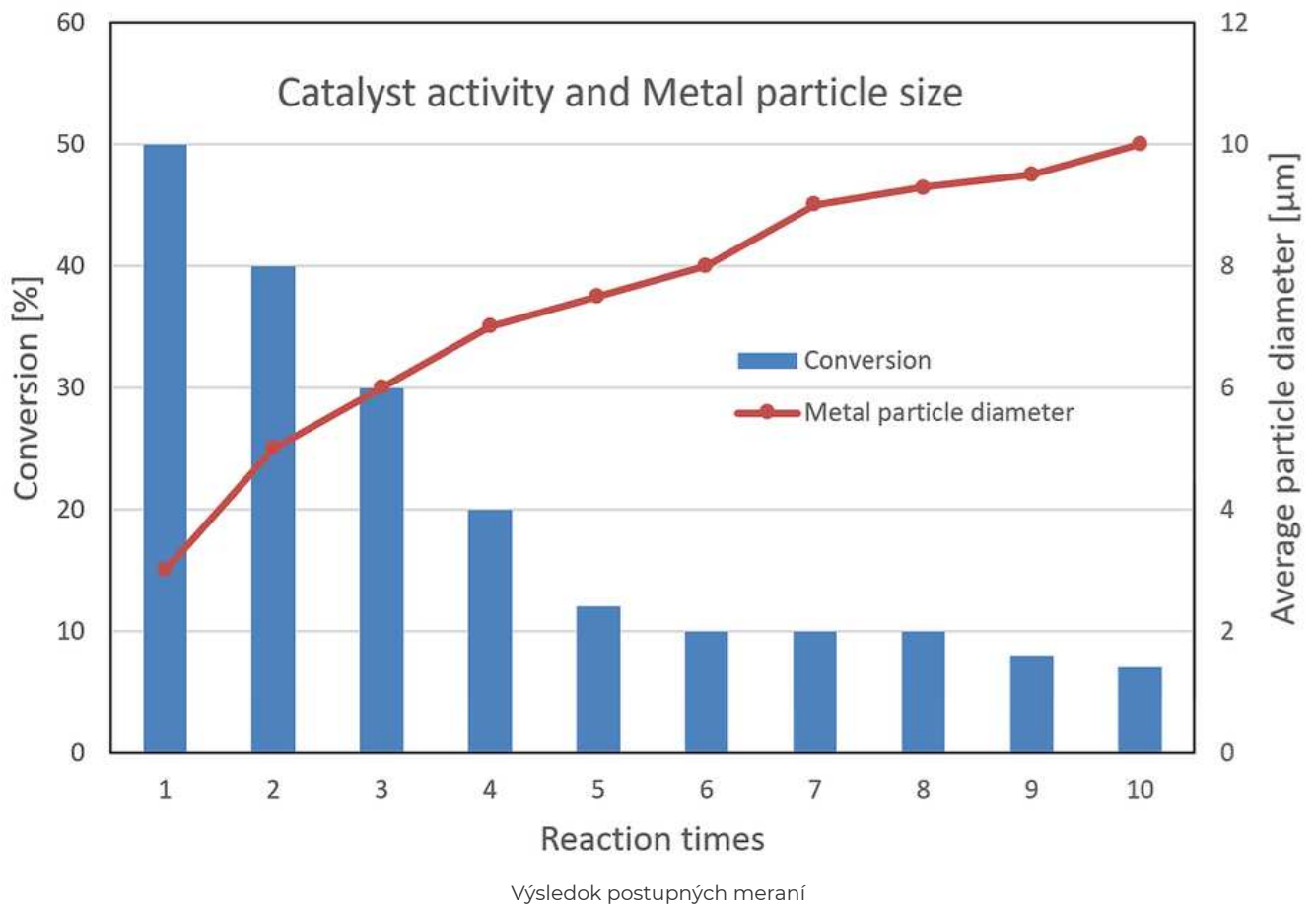
ANALYZÁTOR KATALYZÁTORU BELCAT II
SOFTWARE

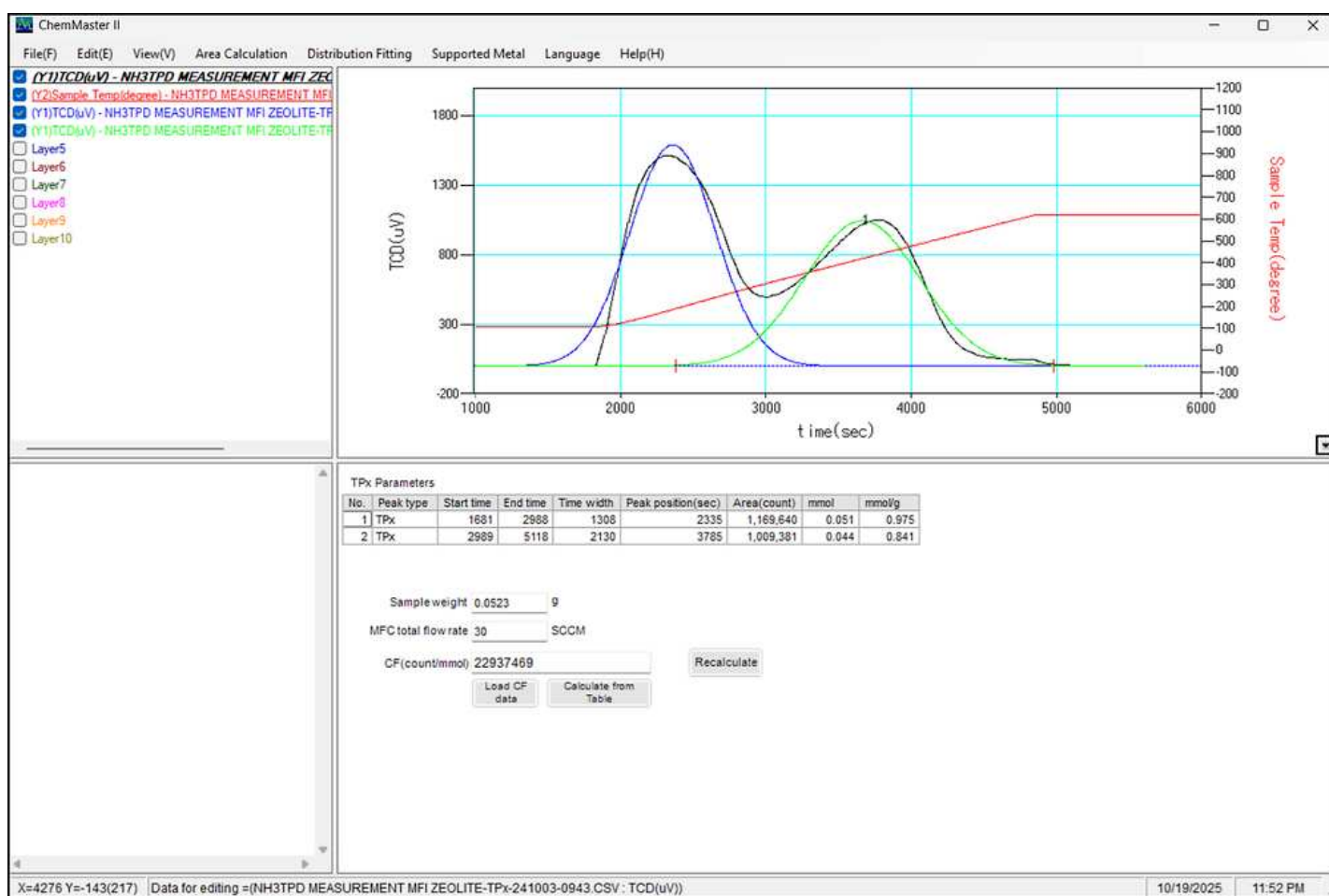
Tento intuitívny softvér ponúka množstvo výkonných funkcií, ktoré zvyšujú produktivitu obsluhy. Pokročilá platforma BELCAT II, zdokonaľovaná v priebehu mnohých rokov, umožňuje jednoduché vykonávanie zložitých meraní a zároveň zabezpečuje spoľahlivé a reprodukovateľné výsledky vďaka rade sofistikovaných funkcií.

- | Softvér na meranie s jednoduchou obsluhou
- | Automatické nastavenie nulového bodu
- | Režim postupného merania
- | Vysoká spoľahlivosť vďaka programovateľnej viacbodovej kalibrácii
- | Softvér na analýzu priebehu signálu
- | Prepojovací softvér BELMASS II (voliteľné príslušenstvo)
- | Funkcia analýzy pulznej chemisorpcie

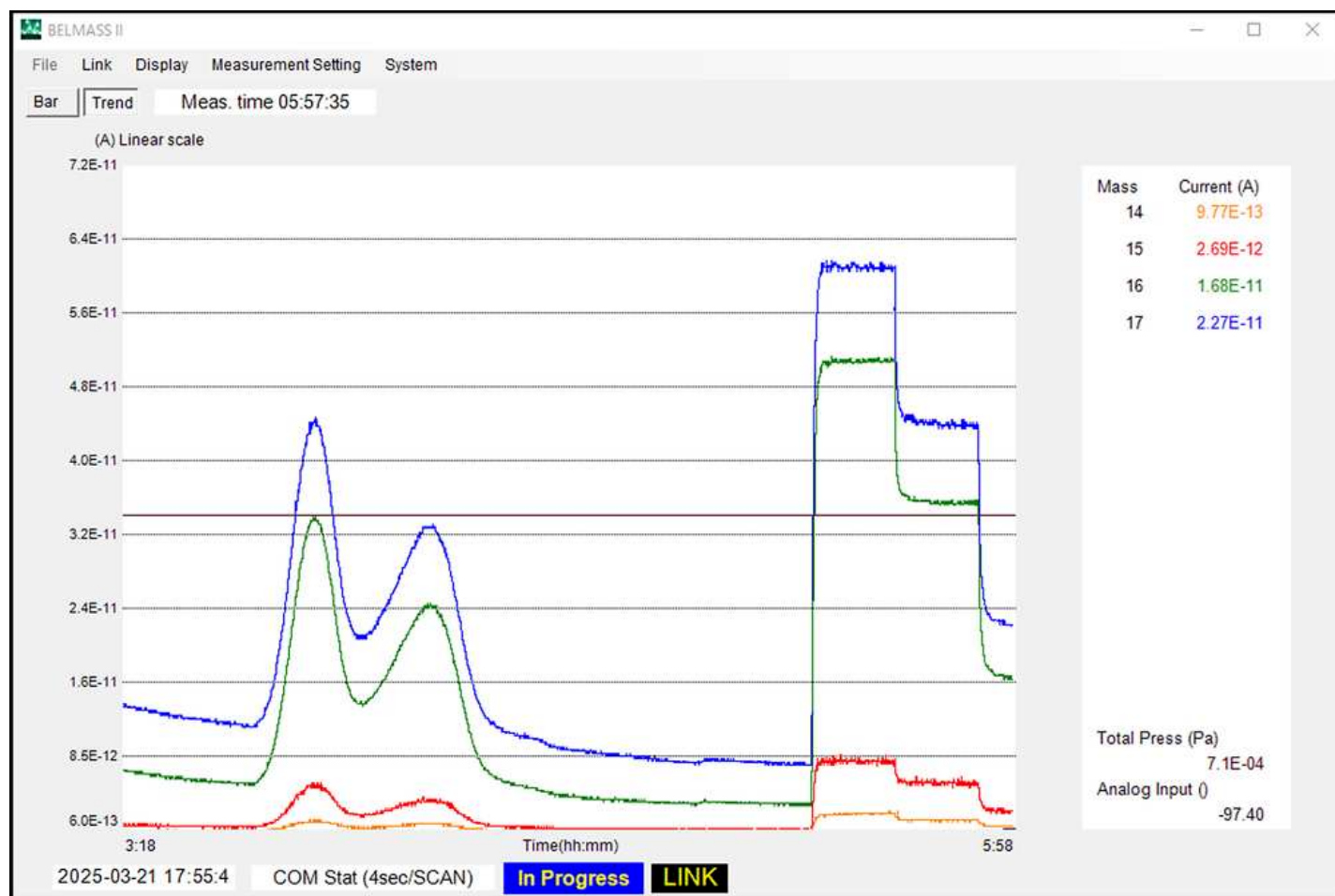


BELCAT II Zobrazenie merania





Zobrazenie dekonvolúcie priebehu signálu



BELMASS II zobrazenie merania

ANALYZÁTOR KATALYZÁTORU BELCAT II

SOFTWARE SPECIFICATIONS

Meracie funkcie – jednoduché operácie

Špeciálne záložky pre štandardné analýzy (TPR, TPD, TPO a BET) umožňujú jednoduché programovanie a monitorovanie prevádzkového stavu, grafov TCD, teploty a prietokov v reálnom čase.

Automatické nastavenie nulového bodu TCD

Automatické nastavenie nulového bodu TCD zabezpečuje konzistentné základné hodnoty pre spoľahlivé porovnávanie údajov a presné nepretržité merania s rôznymi nosnými plynmi.

Režim sekvenčného merania

Sekvenčný režim merania automatizuje

charakterizáciu katalyzátora vykonaním série nezávislých meraní v definovanom poradí, čo umožňuje systematickú analýzu bez zásahu používateľa.

Vysoko spoľahlivá automatická viacbodová kalibrácia

Automatická viacbodová kalibrácia sa vykonáva po meraniach TPD alebo TPR pomocou prístroja MFC na generovanie rôznych koncentrácií plynu.

Softvér na analýzu vlnových priebehov

Analytický softvér umožňuje jednoduché vyhodnotenie údajov pomocou automatického výpočtu plochy píku, prekryvania spektier na účely porovnania, dekonvolúcie vlnového priebehu na oddelenie pík a ďalších analytických nástrojov na pohodlné spracovanie.

ANALYZÁTOR KATALYZÁTORU BELCAT II

ZÁKLADNÉ POJMY CHARAKTERIZÁCIE KATALYZÁTOROV

Meranie pulzov

Miera disperzie kovu je kľúčovým parametrom v heterogénnej katalýze. Vyjadruje pomer atómov kovu, ktoré sú vystavené na povrchu katalyzátora, voči celkovému počtu prítomných atómov kovu (často vyjadrený v percentách). Disperziu kovu je možné vypočítať pomocou pulznej chemisorpcie s použitím plynov, ako je CO alebo H₂, ktoré sa selektívne chemisorbujú na povrchu kovu. Toho sa dosiahne nepretržitým pulzovaním stanoveného množstva plynu do vzorky, kým sa nedosiahne nasýtenie. Pulzné meranie určuje chemisorbované množstvo na základe nasýtených pík ako referencie. Rozdiel v plochách pík medzi nenасыteným a nasýteným stavom udáva adsorbované množstvo. Miera disperzie kovu je nevyhnutná pre hodnotenie, optimalizáciu a pochopenie výkonu a životnosti katalyzátorov na báze kovov.

Meranie teplotne programovanej desorpcie (TPD)

Táto metóda je známa na skúmanie chemických adsorpčných vlastností na pevných povrchoch a je všeobecne reprezentovaná spektrom s koncentráciou desorbovaného plynu ako súradnicou Y a teplotou ako súradnicou X. Pri postupnom zvyšovaní teploty vzorky a detekcii desorbovaného plynu je možné určiť množstvo a silu energeticky odlišných adsorpčných miest. Zvyčajne sa NH₃-TPD používa na hodnotenie kyslých miest pevných kyslých katalyzátorov, zatiaľ čo CO₂-TPD sa bežne používa na hodnotenie zásaditých miest pevných

zásaditých katalyzátorov; okrem toho sa CO-TPD a často aj H₂-TPD používajú na charakterizáciu aktívnych kovových centier.

TP-oxidácia (TPO) / TPR-redukcia (TPR) a TP-reakcia (TPX)

TPR, TPO, TPX a TPSR sú výkonné techniky na analýzu reaktivity pevných katalyzátorov. Tieto metódy zahŕňajú postupné zvyšovanie teploty vzorky pri súčasnom sledovaní spotreby reaktantov alebo tvorby produktov – zvyčajne sa zaznamenávajú do grafu s teplotou na osi X a intenzitou signálu na osi Y. Tento prístup umožňuje nepretržité sledovanie redoxného správania a dynamiky reakcie, čím odhaľuje kľúčové vlastnosti, ako je redukčná teplota, oxidačný potenciál a reakčné kroky. Najmä TPSR umožňuje priame skúmanie povrchových reakcií v reaktívnych zmesiach plynov, čo poskytuje pohľad na reakčné mechanizmy a medziprodukty. Medzi bežné aplikácie týchto techník patria oxidačné/hydrogenačné reakcie, chemické premeny a reformovacie procesy.

Techniky s programovanou teplotou

- | Redukcia s programovanou teplotou (TPR): Charakterizácia redukovateľnosti a interakcie oxidov kovov a katalyzátorov na nosiči pri teplotných rampách s redukčnými plynmi.
- | Teplotne programovaná oxidácia (TPO): Hodnotenie oxidačných stavov, usadzovania koksu a reaktivity prostredníctvom programovaného vystavenia oxidačným plynom.
- | Teplotne programovaná reakcia (TPX): Štúdium katalytických reakcií pri rôznych teplotných programoch s cieľom simulovať prevádzkové podmienky.
- | Teplotne programované povrchové reakcie (TPSR): Umožňuje presné sledovanie katalytických povrchových reakcií v závislosti od teploty a poskytuje cenné informácie o reakčných mechanizmoch, aktivite katalyzátora a selektívnosti prostredníctvom integrovanej analýzy plynov v reálnom čase.

Teplotne programovaná redukcia (TPR)

Teplotne programovaná oxidácia (TPO)

Meranie adsorpčnej priebehovej krivky

Priebehová krivka opisuje koncentráciu adsorbátu prechádzajúceho adsorpčnou kolónou v priebehu času. Ide o nevyhnutný nástroj na pochopenie toho, ako adsorbent zachytáva jednu alebo viac zložiek zo zmesi plynov

pri prechode kolónou.

1. Počiatočná fáza: Adsorbent účinne zachytáva adsorbát a koncentrácia zostávajúceho adsorbátu je nízka.
2. Bod prelomu: Koncentrácia adsorbátu v odtoku začne výrazne stúpať, čo naznačuje, že adsorbent sa stáva nasýteným a menej účinným pri zachytávaní adsorbátu.
3. Rovnovážna fáza: Koncentrácia adsorbátu v odtoku sa vyrovná koncentrácii v prívode, akonáhle sa adsorbent stane plne nasýteným.

Analýza merného povrchu metódou BET

Merný povrch, definovaný ako celkový povrch na jednotku suchej hmotnosti tuhej látky, je dôležitým parametrom pri charakterizácii katalyzátorov. Je možné ho stanoviť pomocou metódy BET, ktorá meria množstvo plynu (napr. dusíka) desorbovaného po ochladení vzorky na teplotu kvapalného dusíka pod prúdom adsorpčného plynu zriedeného héliom a následnom návrate na izbovú teplotu. Táto metóda je použiteľná nielen pre pevné katalyzátory, ale aj pre rôzne práškové vzorky, ako sú adsorbenty.

ANALYZÁTOR KATALYZÁTORU BELCAT II

TECHNICKÉ ÚDAJE

Metóda merania	Metóda dynamického toku
Detektor	Polodifúzny 4-prvkový detektor tepelnej vodivosti typu (TCD)
Meracie / predúpravné porty	1
Použiteľné plyny	On, Ar, N ₂ , O ₂ , H ₂ , CO, CO ₂ , NH ₃ , N ₂ O, NO, atď ...
Plynové prípojky: Celkom	8
Plynové prípojky: Potrubie nosného plynu	3 z 8 (nekoróziivzdorné potrubie)
Plynové prípojky: Zmiešavacie potrubie	8 z 8 (vrátane 2 potrubí odolných voči korózii)
Plynové prípojky: Predúprava / impulzné potrubie	8 z 8 (vrátane 2 potrubí odolných voči korózii)
Regulátor hmotnostného prietoku: Potrubie nosného plynu	F.S. 100 sccm
Regulátor hmotnostného prietoku: Zmiešavacie potrubie	F.S. 30 sccm
Regulátor hmotnostného prietoku: Predúprava / pulzné potrubie	F.S. 100 sccm
Elektrická pec	Maximálna teplota: 1 200 °C (1 100 °C pre bežné použitie) Rýchle chladenie: 30 min (400→50 °C) Kryochladzovanie: 10 min (800→30 °C) CATCryo II: až do -120 °C Rýchlosť ohrevu: 110 °C/min (50 až 500 °C) / 80 °C/min (50 až 1 000 °C)
Vstrekovanie pary (voliteľné)	H ₂ O, CH ₃ OH, C ₂ H ₅ OH, toluén, benzén atď. ...
Rozmery (Š x V x H), hmotnosť	500 x 750 x 500 mm, 80 kg
Požiadavka: Plyn	Merací plyn: 0,1 MPa (pretlak) Stlačený vzduch: 0,45 až 0,55 M Pa (pretlak); Spoj: 1/8" Swagelok pripojenie
Požiadavka: Napájanie	Jednofázový, AC110 / 220V
Certifikát CE	áno
Para (voliteľné): Teplotný rozsah	Bublínkovácia fľaša: Pyrex, 100 cm ³ , 3 až 100 °C, regulácia teploty Peltierovým článkom

CATCryo II (voliteľný): Metóda regulácie teploty

Sprej LN₂ + ohrievač

CATCryo II (voliteľný): Teplotný rozsah

Teplotný rozsah: -120 ~ 1200 °C (1 100 °C pre bežné používanie)

CATCryo II (voliteľný): Objem zásobníka LN₂

10 l

Externá jednotka na miešanie plynov (voliteľná): Plynový port

1 ~ 3 (rozšíriteľné na maximálne 3 MFC)
Spoj: 1/8-palcové pripojenie Swagelok

Externá jednotka na miešanie plynov (voliteľná): Regulátor hmotnostného prietoku

F.S.: 30 sccm (0,6 ~ 30 sccm (N₂))
Iba MFC odolné voči korózii.

www.microtrac.com/belcat-ii