



ANALYZÁTOR SPECIFICKÉHO POVRCHU A VELIKOSTI PÓRŮ BET

BELSORP MINI X

microtrac.com/cz/produkty/mereni-adsorpce-plynu/distribuce-povrchu-a-velikosti-poru/belsorp-mini-x/

BELSORP MINI X

ANALYZÁTOR SPECIFICKÉHO POVRCHU A VELIKOSTI PÓRŮ BET

Pro jednoduchou, rychlou a vysoce přesnou charakterizaci porézních materiálů

Opakovatelnost na světové úrovni. Vynikající vlastnosti přístroje BELSORP MINI X společnosti Microtrac vedou k opakovatelnosti na světové úrovni a k výraznému zkrácení doby měření. MINI X je vybaven až 4 porty pro měření vzorků a novými funkcemi s vysokou propustností včetně ovládání více zařízení.

BELSORP MINI X je pečlivě navržen tak, aby měřil specifický povrch, distribuci velikosti pórů a objem pórů s mimořádnou přesností. Je vybaven speciálními tlakovými senzory na každém portu pro měření vzorku a vyhrazeným portem pro tlak nasycených par, což umožňuje zcela nezávislá simultánní měření.

Nový měřicí software zvyšuje produktivitu uživatele tím, že zjednodušuje postupy měření pomocí pokynů krok za krokem v softwaru, zobrazuje průběh měření a odesílá výsledky měření e-mailem. V závislosti na průchodnosti vzorku jsou nabízeny modely A se 3 a 4 porty.

Nový analytický software (BELMASTER™) navíc umožňuje strukturní hodnocení širšího spektra materiálů než dosud.



SOUČASNÉ MĚŘENÍ VÍCE VZORKŮ

Současně lze měřit až 4 vzorky, což umožňuje výrazně zkrátit dobu měření více vzorků.

BELSORP MINI X

ÚROVEŇ REPRODUKOVATELNOSTI NA SVĚTOVÉ ÚROVNI

- Až čtyři nezávislé měřicí porty a jeden vyhrazený port pro měření tlaku nasycených par
- Nejmenší a nejlehčí na světě
- Bezkonkurenční reprodukovatelnost díky patentovanému systému AFSM™
- Měření izotermy adsorpce plynu a NET adsorpce pomocí AFSM™2 bez potřeby He-plynu
- Více metod měření: vysoce přesné měření, měření více vzorků a rychlé režimy měření BET
- Vyhrazený snímač tlaku pro každý port
- Současné ovládání až 20 měřících portů prostřednictvím ovládání více zařízení (5 jednotek)
- Krátká doba měření s optimalizací dávkování plynu (GDO)
- IoT: monitorování procesů prostřednictvím systému e-mailových oznámení
- Volitelná analýza mikropórů metodou molekulární sondy
- Volitelná shoda s FDA 21 CFR Part 11

BELSORP MINI X

KLÍČOVÉ FUNKCE

Specifický povrch BET od 0,01 m²/g ~ (N₂) a distribuce velikosti pórů od 0,7 ~ 500 nm (možnost: 0,35 ~ 500 nm metodou molekulární sondy).

SOUČASNÉ MĚŘENÍ VÍCE VZORKŮ

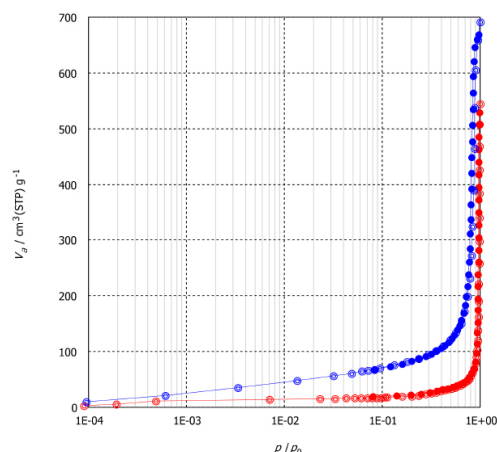
Současne lze měřit až 4 vzorky, což umožňuje výrazně zkrátit dobu měření více vzorků.

VÍCE MOŽNOSTÍ MĚŘENÍ

Tento přístroj spojuje vysoce přesná měření s několika vysoce výkonnými režimy (např. režim Quick BET, optimalizace dávkování plynu). Lze jej flexibilně používat v závislosti na potřebách zákazníka, zatímco integrované pokyny krok za krokem usnadňují používání i nezkušeným uživatelům.

SNADNÉ POUŽITÍ

BELSORP MINI X je plně automatický měřicí systém, který umožňuje uživateli snadno nastavit podmínky měření pomocí jednoduchého režimu. Podrobné konfigurace měření mohou zkušenější uživatelé nastavit v režimu Professional.

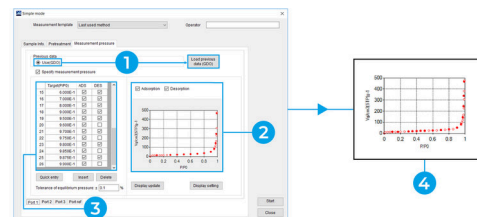


BELSORP MINI X

METODY MĚŘENÍ

OPTIMALIZACE DÁVKOVÁNÍ PLYNU (GDO)

Jednoduchý režim zahrnuje možnost Optimalizace dávkování plynu (GDO), která automaticky vypočítá optimální množství dávkovaného plynu na základě výsledků předchozích měření. Pomocí této funkce lze spolehlivě získat požadované hodnoty měření a výrazně zkrátit dobu měření.



INOVATIVNÍ MĚŘENÍ VE VOLNÉM PROSTORU PRO NEJVYŠŠÍ PŘESNOST (AFSM™)

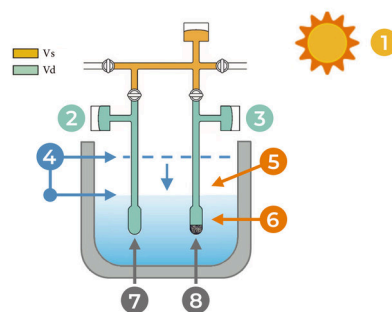
S AFSM™ již není nutná kontrola hladiny kapalného chladiva (např. kapalného dusíku nebo argonu). Místo toho jsme použili naši průkopnickou metodu kontinuálního měření ve volném prostoru, patentovanou metodu pokročilého měření ve volném prostoru (AFSM™).

Tato metoda dosáhla nejvyšší reprodukovatelnosti díky použití referenční cely (prázdňá cely pro vzorek; stejný typ cely pro vzorek používaný k měření), která sleduje sekundové změny volného prostoru. Protože změna volného prostoru je v obou celách stejná (stejně podmínky prostředí), lze změnu volného prostoru průběžně sledovat pomocí změny tlaku v referenční celi.

Lze zohlednit kolísání volného prostoru způsobené faktory prostředí:

- | změny hladiny LN_2
- | změny teploty / tlaku atmosféry
- | změny teploty chladicí kapaliny v důsledku rozpouštění kyslíku

Díky této technice lze zohlednit faktory prostředí, které se dříve nebraly v úvahu.

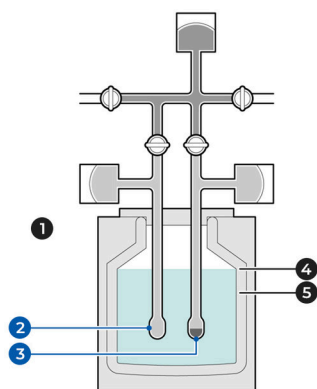


BELSORP MINI X

MĚŘENÍ BEZ HELIA A PŘEDÚPRAVA

MĚŘENÍ ADSORPCE BEZ POUŽITÍ PLYNNÉHO HELIA (AFSM™2)

V prvním kroku se provede měření volného prostoru pro prázdnou vzorkovací celu a prázdnou referenční celu s adsorpčním plynem při příslušné adsorpční teplotě. Poté lze adsorpční měření provést s využitím obou buněk bez použití plynného helia. Jelikož jsou změny volného prostoru pro obě buňky stejné, lze za stejných podmínek měření získat výsledky měření za kratší dobu. Není třeba udržovat konstantní hladinu kapaliny chladicího média mezi měřením bez vzorku a měřením adsorpce volného prostoru.



KOMPAKTNÍ A LEHKÝ

Úplnou optimalizací a racionalizací materiálů se nám podařilo snížit velikost a hmotnost zařízení.

VOLITELNÁ PŘEDBĚŽNÁ ÚPRAVA VZORKŮ NA MĚŘICÍM PORTU

Pro přesné měření adsorpce je nutná předběžná úprava vzorků. Předúprava se obvykle provádí působením vakua za tepla, aby se z povrchu materiálu odstranily molekuly adsorbovaného plynu a/nebo vody, aniž by se ovlivnila struktura vzorku. Lze ji provádět externě pomocí BELPREP VAC II nebo VAC III, nebo přímo na měřicím portu BELSORP MINI X pomocí ohřívače. Tím se vyhneme přenosu citlivých vzorků.

ANALÝZA DAT

Analytický software BELMASTER umožňuje zobrazit adsorpční / desorpční izotermy, vyhodnotit specifické povrchy metodou BET a objemy pórů metodou t-plot nebo αS . Dále je možné provádět analýzu mezopórů metodami DH a BJH, analýzu mikropórů metodami HK nebo SF a volitelně analýzu GCMC / NLDFT.

DALŠÍ FUNKCE SYSTÉMU BELCONTROL

- | Překrývání adsorpčních / desorpčních izoterem a porovnávání dat mezi porty během měření
- | Všechny tlaky, teploty a ovládání ventilů uložené v datech o trendech
- | Funkce kontroly systému pro diagnostiku stavu přístroje
- | E-mailové oznámení stavu měření a výsledků
- | Interaktivní program v japonštině nebo angličtině
- | Rozsáhlá nápověda včetně pokynů krok za krokem

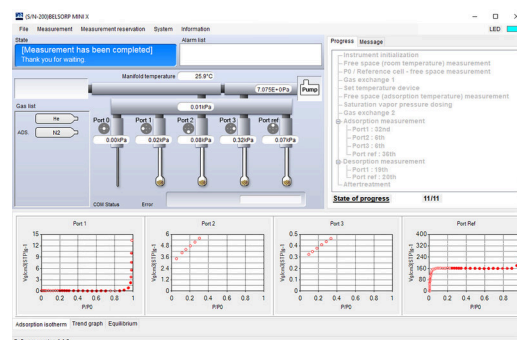
BELSORP MINI X

BELCONTROL: NOVÝ OPERAČNÍ SOFTWARE

Všestrannost zařízení BELSORP doplňuje intuitivní a uživatelsky přívětivý software BELCONTROL. Uživatelé krok za krokem provede procesem analýzy: nastavením podmínek, provedením měření, naplněním lázně kapalným dusíkem nebo jiné lázně, výměnou plynové láhve a odplyněním. Software zpřístupňuje přístroj i nezkušeným uživatelům.

Pro nezkušené uživatele nebo měření neznámých vzorků vyžaduje BELCONTROL pouze základní informace o vzorku (název, hmotnost atd.), podmínky předúpravy (pokud není prováděna externě) a rozsah měření.

Profesionální režim umožňuje podrobnou kontrolu konfigurace a nastavení měření: nastavení dávkování, kritéria rovnováhy, možnost testu těsnosti a další. To umožňuje uživateli plně přizpůsobit analýzu vzorku svým potřebám.



Funkce	Dostupnost	BELCONTROL
Rychlý BET	ano	Vícebodový povrch BET za méně než 20 minut
Měření bez hélia	ano	AFSM™2 umožňuje měření bez helia s bezkonkurenční přesností
Adsorpční kinetika	volitelná	Měření rychlosti adsorpce pro difúzní analýzu

PROVOZNÍ SOFTWARE

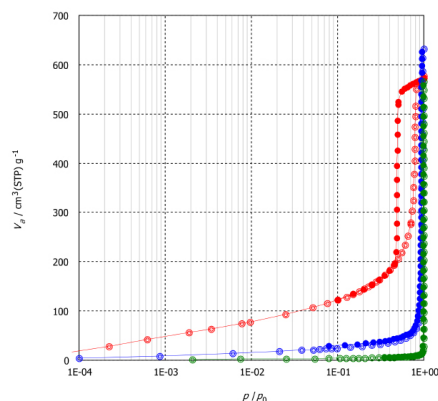
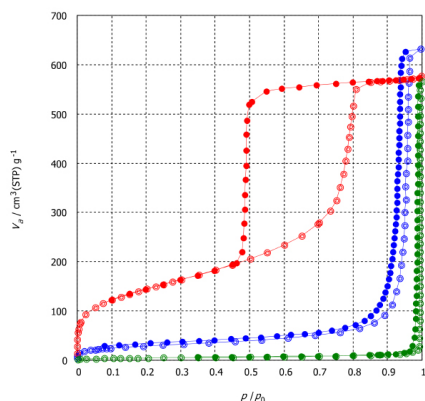
Software klade nejvyšší důraz na zjednodušení obsluhy. Pokyny krok za krokem provázejí uživatele měřením, výměnou plynové lahve a proplachováním rozdělovače. Jednoduchý režim vyžaduje informace o vzorku, podmínky předběžné úpravy a rozsah měření; profesionální režim nabízí podrobné možnosti nastavení. Při srovnatelném předchozím měření může funkce GDO zkrátit dobu měření.

VÍCE INFORMACÍ → microtrac.com/cz/produkty/mereni-adsorpce-plynu/software/belcontrol/

MĚŘENÍ ADSORPCE PLYNŮ

VYHODNOCOVACÍ SOFTWARE BELMASTER

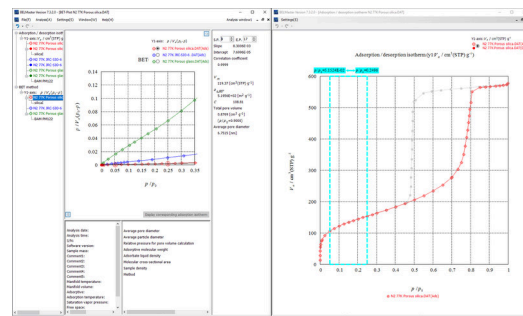
Sorpční izoterma je vztah mezi adsorbovaným množstvím na adsorbentu a rovnovážným tlakem adsorbovaného plynu při konstantní teplotě. Izoterma sorpce plynu poskytuje informace o specifickém povrchu, distribuci velikosti pórů a objemu pórů měřeného materiálu.



Specifický povrch (SSA) označuje přístupnou plochu povrchu vzorku a má velký význam při adsorpci, heterogenní katalýze a reakcích na povrchu. Lze jej vypočítat podle normy ISO 9277 metodou BET nebo Langmuirovou metodou. Zvolte správný rozsah tlaku (vícebodový BET) nebo bod měření (jednobodový BET) a plocha povrchu se vypočítá automaticky. BELMASTER podporuje výpočet podle normy ISO 9277, příloha C, doporučený pro mikroporézní materiály.

BELSORP MINI X umožňuje měřit vzorky s malou plochou povrchu s nejvyšší přesností bez kryptonového plynu. Rychlý režim BET dovoluje získat specifické plochy povrchu BET čtyř vzorků za přibližně 15 minut. Lze získat rozdělení velikosti pórů od 0,7 do 500 nm (volitelně 0,35 nm).

BELMASTER disponuje knihovnou 59 jader pro plyny včetně N₂, Ar a CO₂. Metody QSDFT, NLDFT a GCMC umožňují analýzu s ohledem na povrchové vlastnosti a tvar pórů zeolitů, mezoporézních materiálů a aktivního uhlí.



NEJvyšší PŘESNOST PŘI NEJnižších PLOCHÁCH

AFSM™

Patentovaná metoda pokročilého měření ve volném prostoru AFSM™ používá referenční celu ke sledování změn objemu volného prostoru a dosažení nejvyšší reprodukovatelnosti. Pro kontrolu přesnosti měření malých celkových ploch se používá certifikovaný referenční materiál CRM-170 (neporézní alfa-korund; certifikovaná hodnota specifického povrchu dusíku BET: $1,05 \pm 0,05 \text{ m}^2/\text{g}$). Přestože se celková plocha zmenšuje z přibližně 2 m^2 na méně než $0,4 \text{ m}^2$, výsledné specifické plochy BET zůstávají téměř totožné.

Vzorek	Ads.	Celková plocha [m^2]	Množství [g]	SSA-BET [m^2/g]	C-konstanta
BCR-170_1	N_2	~2	~1,94	1,03	114
BCR-170_2	N_2	~1	~1,12	1,02	143
BCR-170_3	N_2	~0,7	~0,75	1,03	101
BCR-170_4	N_2	~0,4	~0,38	1,02	50

*Korelační koeficient 0,9995 nebo vyšší

BELSORP MINI X

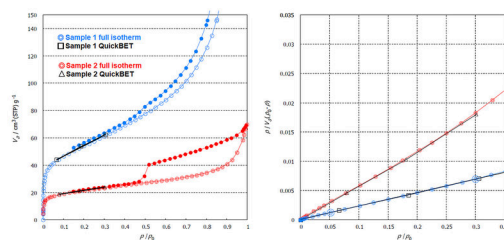
REŽIM QUICK BET

Rychlý režim BET maximalizuje průchodnost vzorku: tři adsorpční body BET čtyř vzorků lze změřit za přibližně 15 minut (nutná hustota vzorku). Dříve určený volný prostor vzorkovací cely lze znovu použít pro další rychlá měření BET; alternativně se určí přímo během měření.

Vzorek	Vícebodový standardní	Vícebodový Quick-BET	Jednobodový standardní	Jednobodový Quick-BET
1	189,9	190,5	188,1	190,3
2	75,7	77,4	74,7	75,7

BET-SA v m^2/g ; N_2 . Vícebodový BET v rozmezí p/p_0 0,05–0,30, jednobodový BET při p/p_0 0,20.

Výsledky vícebodového i jednobodového měření Quick-BET jsou plně srovnatelné se standardním režimem, při výrazně kratší době měření.



BELSORP MINI X

PRINCIP FUNKCE

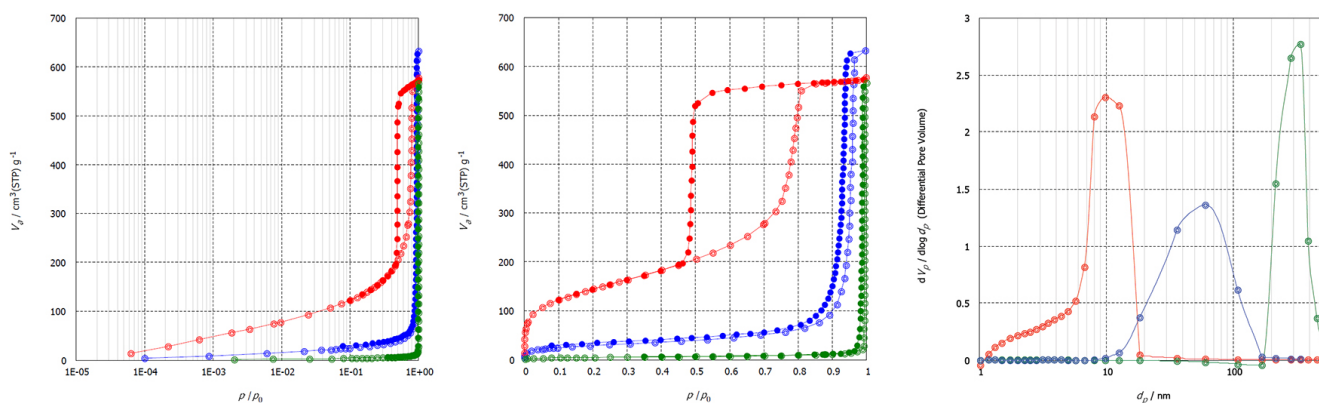
ANALÝZA DISTRIBUCE VELIKOSTI PÓRŮ METODOU NLDFT A GCMC

Klasickými metodami pro stanovení distribuce velikosti pórů jsou metoda INNES (štěrbinové póry) a metody BJH, DH, CI (válcové póry), které hodnotí mezopóry na základě kapilární kondenzace. Metody HK, SF a CY slouží k hodnocení mikropórů. Nové metody NLDFT a GCMC umožňují analýzu v širším rozsahu od mikropórů po mezo- a makropóry, jak uvádí norma ISO 15901-2.

Teorie	Interakce povrchu a plynu	Adsorbát	Rozsah velikosti pórů
BJH, CI, DH, INNES	Kelvinova rovnice (povrchové napětí a kontaktní úhel)	Hustota kapaliny	> 2 nm; mezo- a makropóry
HK, SF, CY	Lennard-Jonesův potenciál (interakční a odpuzivá síla)	Hustota kapaliny	0,4–2 nm; mikropóry
NLDFT, GCMC	Statistický termodynamický model		0,35–500 nm; celé rozmezí pórů

Microtrac poskytuje metody hodnocení adsorpce N₂ (77,4 K), Ar (87,3 K) a CO₂ (298 K). Jádra NLDFT / GCMC používají modely štěrbinových, válcových a klecových pórů s povrchovými atomy uhlíku a oxidů kovů. BELMASTER umožňuje snadno porovnat experimentální a simulované izotermy; simulovaná izoterma slouží jako základ pro výpočet distribuce velikosti pórů.

Příklad výpočtu distribuce velikosti pórů metodou BJH:



BELSORP MINI X je vybaven snímači tlaku 1000 torrů; izoterma začíná přibližně při $p/p_0 = 1 \times 10^{-4}$. Volitelně: 0,35 nm metodou molekulární sondy.

BELSORP MINI X

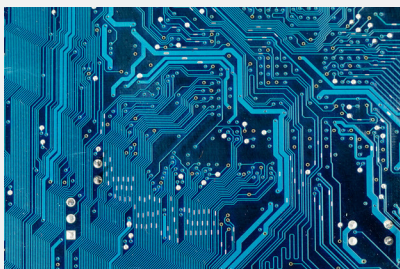
TYPICKÉ APLIKACE

Analyzátory společnosti Microtrac pro měření specifického povrchu BET a distribuce velikosti pórů se používají v různých oblastech. Patří mezi ně katalyzátory, baterie, vlákna, polymerní materiály, zeolity, palivové články, chemikálie, pigmenty, kosmetika, MOF/PCP, magnetické prášky, separační membrány, filtry, tonery, cement, keramika, polovodiče a mnoho dalších.



ENERGETICKÉ A PORÉZNÍ MATERIÁLY

- | bateriový materiál
- | katalyzátory
- | zeolit
- | keramika
- | uhlík



PRŮMYSLOVÉ MATERIÁLY

- | elektronické součástky
- | palivové články
- | toner
- | cement
- | medicína / farmaceutika



SPECIÁLNÍ MATERIÁLY

- | křemen
- | MOF / PCP
- | pigmenty
- | kosmetika
- | ... a mnoho dalších!

NAJDĚTE SVOU APLIKACI

Chcete-li najít nejlepší řešení pro vaše potřeby charakterizace částic, navštivte naši aplikační databázi.

APLIKAČNÍ DATABÁZE → microtrac.com/cz/aplikace/aplikacni-databaze/

BELSORP MINI X

PŘÍSLUŠENSTVÍ A VOLITELNÉ DOPLŇKY

**STANDARDNÍ SPOTŘEBNÍ ZBOŽÍ**

Standardní spotřební materiál zahrnuje vzorkovací cely, plnicí tyčinky, filtry, O-kroužky, uzávěry a vážicí plošiny. K dispozici jsou také různé velikosti vzorkovacích cel, rychlotěsnění a další volitelný spotřební materiál.

**VODNÍ LÁZEŇ**

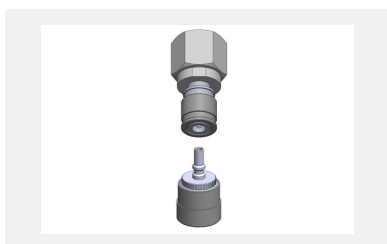
Vodní lázeň pro měření teplot od $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je zapotřebí chlazené / vyhřívané oběhové čerpadlo.

**OHŘÍVAČ**

Předúprava vzorku z $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $550\text{ }^{\circ}\text{C}$. Díky této možnosti lze vzorky předupravit přímo na měřicím portu. Po procesu předúpravy není nutné přenášet vzorkovací celu (např. u citlivých vzorků).

**PŘEPÍNAČ PLYNU**

Pomocí přepínače plynů lze připojit až 4 adsorpční jednotky současně (1 × hélium + 4 × adsorpční jednotky).

**MĚŘICÍ SYSTÉM AIRGUARD**

Měřicí systém AirGuard umožňuje přesnou analýzu povrchové plochy BET a rozložení velikosti pórů, přičemž chrání citlivé vzorky před vlhkostí a kyslíkem. Díky jednoduché instalaci jedním dotykem zajišťuje vysoce přesná měření bez prodlužování doby analýzy. Lze jej nainstalovat i na stávající systémy BELSORP.

BELSORP MINI X

TECHNICKÉ ÚDAJE

Princip měření	Objemová metoda + AFSM™
Adsorpční plyn	Dusík (N ₂), argon (Ar), metan (CH ₄), etan (C ₂ H ₆), oxid uhličitý (CO ₂), vodík (H ₂), n-butan (n-C ₄ H ₁₀), izobutan (izo-C ₄ H ₁₀) a další nekorozivní plyny
Plynové porty	2 porty (max. 5 portů)
Počet měření (režim vysoké přesnosti)	Max. 4 porty současně (3 porty v režimu vysoké přesnosti)
Rozsah měření (povrch)	0,01 m ² /g a více (N ₂), v závislosti na hustotě vzorku
Rozdělení velikosti pórů (průměr)	0,7–500 nm, možnost: 0,35 nm metodou molekulární sondy
Nízkotlaká izoterma	p/p ₀ = 10 ⁻⁴ (N ₂ @ 77 K, Ar @ 87 K)
Převodník tlaku	133 kPa (1000 Torr) × 6 jednotek
Vakuový měřič / pumpa	Rotační čerpadlo
Trubice na vzorky	Standardní trubice, cca 1,8 cm ³ (volitelně: 5 cm ³)
Dewarova nádoba	Objem: 2 l; doba udržení: 30 h
Ohřívač předúpravy	50–450 °C (4 porty)
Vodní lázeň	-10 až 80 °C (4 porty)
Software pro analýzu BELMaster™ 7	Adsorpční izoterma, specifický povrch BET typu I (ISO 9277), automatická analýza BET, specifický povrch Langmuir, metoda BJH, DH, CI, INNES
Software pro analýzu BELMaster™ 7 – pokračování	t-plot, NLDFT / GCMC (OP BELSim™), metoda MP, Dubinin-Astakhovova metoda, molekulární sonda, as-plot
Rozměry (Š × V × H)	280 × 650 × 465 mm (bez vakuové pumpy a počítače)
Váha (hlavní část)	38 kg (bez vakuové pumpy a PC)
Užité vybavení – plyn	He, N ₂ (čistota 99,999 % nebo vyšší), 0,1 ± 0,02 MPa, spoj: 1/8" Swagelok; výfuk: výfukový otvor rotační pumpy, Ø 11 mm
Užité vybavení – elektrický pohon	Jednofázový, AC 100~240 V (50 / 60 Hz) / 10 A (včetně R.P.), 50 / 60 Hz
Certifikát CE	ano
Doporučený monitor	Monitory s rozlišením Full HD

BELSORP MINI X

KONTAKT →

microtrac.com/cz/contact-services/general-request/?prefilltext=contact_form.request&product=602

ŽÁDOST O NABÍDKU →

microtrac.com/cz/contact-services/quote-request-form/?prefilltext=contact_form.quote_request&product=602



MICROTRAC
a **VERDER** company

microtrac.com/cz/produkty/mereni-adsorpce-plynu/distribuce-povrchu-a-velikosti-poru/belsorp-mini-x/

© Microtrac – microtrac.com / Obsah může podléhat změnám nebo opravám