

CWD

Série měřicích přístrojů pro kalorimetrii



- měření Wobbeho čísla a poměrné hustoty
- přímé stanovení reakčního tepla
- výpočet dolní a horní výhřevnosti
- použití ve výbušném prostředí
- atest pro kalibrované měření
- integrovaný počítač pro ovládání a vyhodnocování



Vlastnosti plynu a řada přístrojů CWD

Vlastnosti plynu, Wobbeho číslo

Zemní plyn a jiné hořlavé plyny získaly velký význam jako palivo v průmyslových procesech. Podle svého původu se silně liší chemickým složením i chováním při hoření. Tyto „(spalovací) vlastnosti plynu“ popisují charakteristiky jako výhřevnost, spalné teplo a Wobbeho číslo (viz text v rámečku).

Vzhledem k rostoucí diverzifikaci zdrojů zemního plynu se spotřebitelům stále častěji dodává zemní plyn s kolísavými spalovacími vlastnostmi, a tím i různým chováním při hoření. Jestliže má spotřebitel termicky citlivé procesy či hořáky, musí se vlastnosti dodávaného plynu kontrolovat a podle potřeby upravovat pomocí kondicionování na požadovanou hodnotu. Jinak by byla ohrožena funkce hořáku a následujícího procesu, a tím kvalita produktu. Typickým příkladem jsou procesy ve sklářství nebo v metalurgii. Stejný efekt vzniká rostoucím používáním bioplynu a biometanu nebo procesních plynů (generátorové plyny) jako topných plynů.

Řada kalorimetrů CWD

Ke zvládnutí kolísavých spalovacích vlastností plynu při dodávání tepla pro procesy je nutná vhodná měřicí technika, jakou již dlouhá desetiletí nabízí firma UNION Instruments se svojí obsáhlou řadou přístrojů CWD.

CWD je zkratkou anglických pojmů **C**alorimetry, **W**obbe-Index a **S**pecific **D**ensity a označuje modulárně navrženou sérii přístrojů k určování kalorimetrických hodnot v plynech podle pracovních listů DVGW: G260 a G262.

Obr. 1 podává přehled různých variant CWD s širokou oblastí použití včetně kalibrovaného měření (Custody Transfer, CT) a zjišťovaných parametrů. Měří se Wobbeho číslo a poměrná hustota plynu, z nich se vypočítává výhřevnost a spalné teplo.

Podrobnosti o konstrukci přístrojů najdete na straně 4, technická data na straně 6.

Série přístrojů CWD	oblast použití			zvláštní výhody		výsledek měření	
	zemní plyn biometan zkapalněný plyn	low gas vysokopecní plyn koksárenský plyn smíšené plyny	high gas rafinérský plyn smíšené plyny	výbušné prostředí třída I od. II	kaibrované měření	měřené veličiny	vypočítané veličiny
CWD2005	☺	☺	☺			Wobbeho číslo poměrná hustota	výhřevnost spalné teplo
CWD2005-CT	☺				☺		
CWD2005-DP	☺		☺	☺			
CWD2005-PLUS	☺		☺				
W2005	☺	☺	☺			Wobbeho číslo	výhřevnost spalné teplo (konstantní hustota)

CT: Custody Transfer DP: Direct Purge

Obr. 1

Výhřevnost (Net Calorific Value): Při spalování plynu maximální využitelné množství tepla bez kondenzace vodní páry ve spalínách.

Dřívější označení: „dolní výhřevnost“

Spalné teplo (Gross Calorific Value): Při spalování plynu maximální využitelné množství tepla s kondenzací vodní páry ve spalínách.

Dřívější označení: „horní výhřevnost“

Wobbeho číslo (Wobbe Index, jednotka kWh/m³): index pro záměnnost topných plynů při daném tepelném zatížení hořáku. Důležité při používání topných plynů s proměnlivým složením v jednom hořáku. Topné plyny různého složení mají při stejném Wobbeho čísle a stejném tlaku v hořáku přibližně stejný obsah tepla.

Wobbeho číslo – přímé nebo nepřímé stanovení

Wobbeho číslo

Wobbeho číslo plynu je upravená hodnota výhřevnosti (viz vzorec 1) a slouží jako ukazatel záměnnosti topných plynů v hořácích. Plyny různého chemického složení, avšak se stejným Wobbeho číslem mají stejné zatížení hořáku a lze je navzájem zaměňovat bez ohrožení hořáku. Pro bezpečný a efektivní provoz spalovacího zařízení je proto nutné nepřetržitě zjišťovat Wobbeho číslo před vstupem topného plynu do hořáku. To lze provádět přímou nebo nepřímou metodou.

Přímé stanovení (princip CWD)

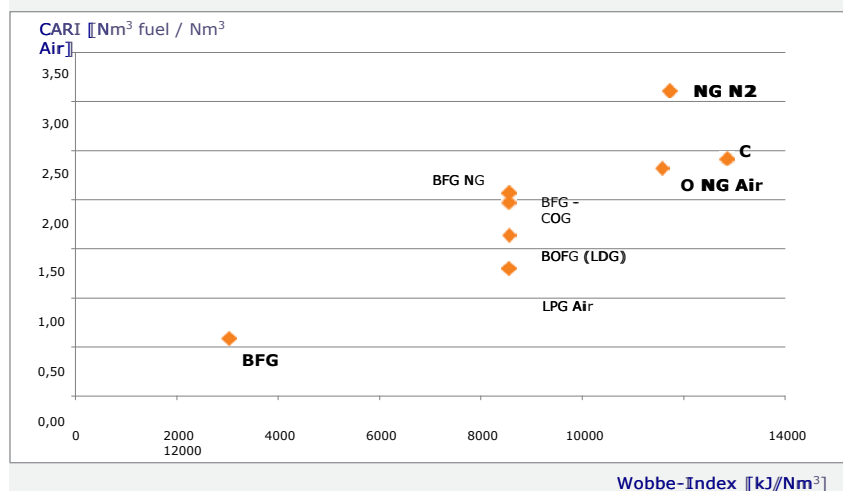
Přístroje ze série CWD využívají ke stanovení Wobbeho čísla přímou metodu měření: určuje se přímo průběžným (kontinuálním) měřením energie vznikající při spalování definovaného proudu plynu. Mimoto se měří poměrná hustota, takže lze vypočítat výhřevnost. Na žádném místě není zapotřebí korelační funkce.

Při spalování se zaznamenávají i neznámé nebo neočekávané složky plynu a při měření se zohledňují. To je velmi důležité při rychle kolísajícím složení plynu, např. u zbytkových plynů z chemických procesů nebo u náhradních plynů v ocelářství.

Nepřímé stanovení

Mnoho měřicích přístrojů nezjišťuje přímo Wobbeho číslo, nýbrž měří zbytkový kyslík, který v plynu zůstane po nadstechiometrickém katalytickém spalování. Z této nepřímé hodnoty změřené pomocí analýzy plynu se nejprve zjistí potřeba vzduchu pro spalování a po její korektuře veličina CARI (**C**ombustion **A**ir **R**equirement **I**ndex). Z CARI (vzorec 2) se nakonec pomocí korelační funkce vypočítá Wobbeho číslo.

Přesnost dosažitelná při této metodě závisí na úplnosti spalování, ovlivněné použitým katalyzátorem, a na přesnosti, s jakou použítá korelační funkce zobrazí příslušný případ (tzn. aktuální směs plynů). Výzkumy v ocelářském průmyslu ukázaly, že při použití tzv. náhradních plynů nelze vyloučit zdroje chyb, protože často používané směsi plynů leží mimo typické korelační křivky. Tuto situaci ukazuje obr. 2: pro typické plyny používané v ocelářství není žádná jednoznačná korelace mezi Wobbeho číslem a CARI. Zobrazeny jsou mj. tyto plyny (resp. jejich směsi):



NG Natural Gas
BFG Blast Furnace Gas
BOFG Basic Oxygen Furnace Gas
LPG Liquefied Petroleum Gas
LDG Linz Donawitz Gas
COG Coke Oven Gas

Obr. 2: Nelineární korelace mezi CARI a Wobbeho číslem (ocelářský průmysl)

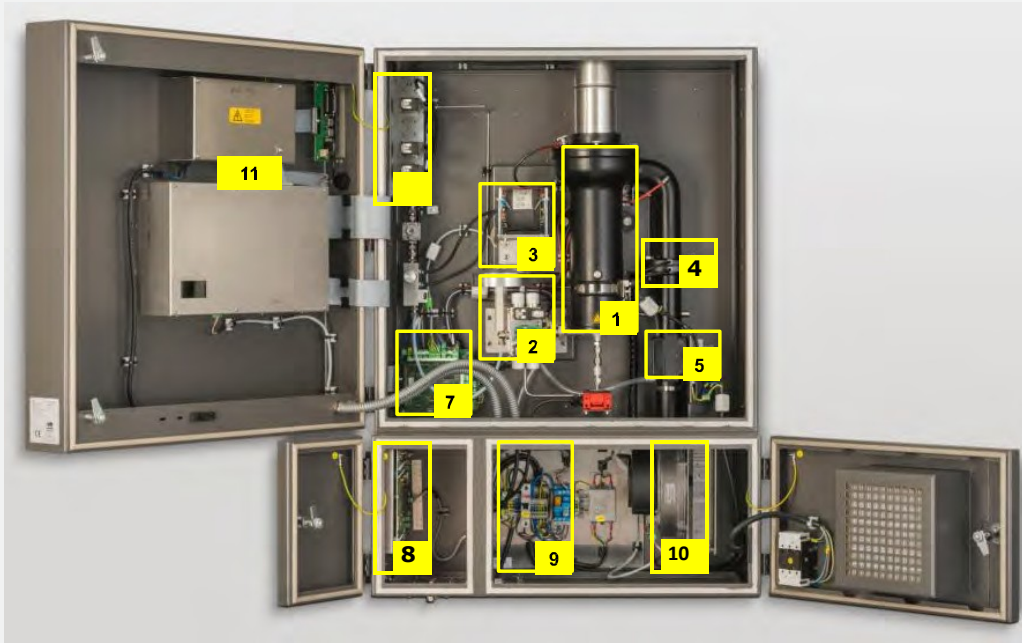
Wobbeho číslo

$$\sqrt{\frac{\text{výhřevnost}}{\text{poměrná hustota}}} \quad (1)$$

CARI

$$\sqrt{\frac{\text{potřeba vzduchu}}{\text{poměrná hustota}}} \quad (2)$$

Konstrukce a funkce přístrojů



Obr. 3: Konstrukce přístroje CWD

V **měřicí komoře s hořákem (1)** se spaluje měřený plyn. Detekce plamenu se provádí podle energie uvolněné při úspěšném zapálení. Pro stanovení tohoto množství energie se přímo v proudu spalin měří velmi robustními termočlánci zvýšení teploty. To umožňuje velmi rychlé měření kolísající výhřevnosti měřeného plynu.

Nízkotlaké dávkování plynu (2) poskytuje uživateli řadu výhod:

- Vstupní tlak pouhých 25 – 35 mbar v mnoha případech umožňuje vynechání čerpadla ke zvyšování tlaku. Tak odpadá jednak možný zdroj chyb, protože při kompresi plynů nasycených párou (např. kotelní plyny) vznikají kondenzáty, což může negativně ovlivnit následující měření. V přístrojích CWD se tento vliv cíleně snižuje nízkým vstupním tlakem.
- Dávkovací technologie v CWD dovoluje provádět měření s malými proudy plynu od 10 l/h. Díky tomu je možné spalovat všechny měřený plyn. Uživateli tak odpadají jindy vznikající problémy s likvidací plynu.

- Pro přesné měření Wobbeho čísla se musí dávkování provádět s velkou přesností. V přístrojích CWD se provádí pomocí systému tvořeného regulátorem tlaku a tryskou: přesný redukční ventil systému UNION Instruments je nezávislý na teplotě a konstantně reguluje tlakový rozdíl 4 mbar. Rozsah měření se stanoví plynovou tryskou o průměru 0,4–1,5 mm.

Akustické **měření hustoty (3)** se provádí v bypassu hlavního proudu měřeného plynu. Umožňuje dostatečný rozsah měření relativní hustoty 0,2 až 2,2.

Měření vzduchu (4) se provádí měřicí clonou a přesným snímačem rozdílu tlaku.

Napojení plynu (6) se provádí pomocí ventilového bloku, kterým se reguluje přívod měřeného a kalibračního plynu k analyzátoru. U úředně kalibrovaných variant přístroje se používá ovládání „Block and Bleed“ se zvýšenou bezpečností.

Ostatní konstrukční skupiny na obr. 3:

- (5) automatické zapalování
- (7) sběr dat
- (8) vstup/výstup
- (9) el. napájení
- (10) ventilátor
- (11) elektronika/napájecí část

Akustické měření hustoty plynů

Piezoelektrický efekt přeměňuje mechanické deformace na elektrické signály a naopak.

Jednou z řady možných aplikací je akustické měření hustoty plynů se zvláště velkým lineárním rozsahem měření (relativní hustota 0.0 až 2.0). **Piezokeramické prvky, použité v přístrojích CWD**, jsou potažené zlatem, a tedy velice odolné proti korozi. Měření se provádí v bypassu s velmi malým průtokem plynu (1-4 l/h), a tedy s velmi nízkým rizikem znečištění. Vysoká přesnost měření umožňuje přepočítání Wobbeho čísla na spalné teplo i při úředně kalibrovaných měřeních pro zemní plyn.

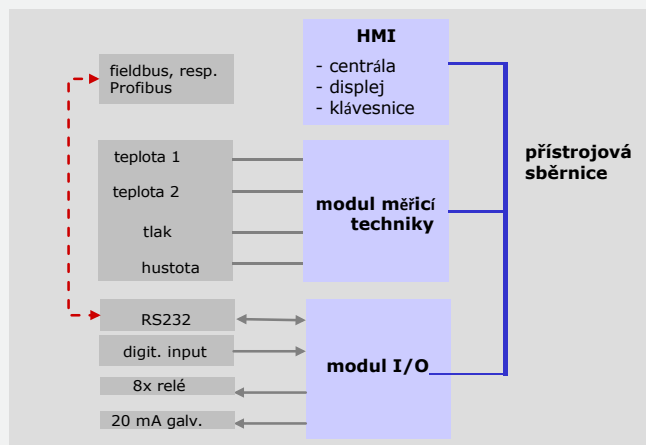
Ovládání (hardware a software)

Ovládání a obsluha

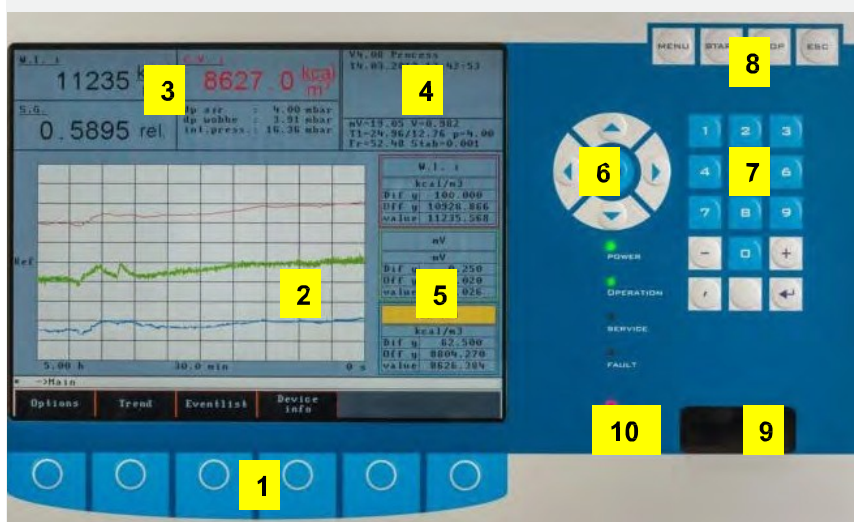
Obslužná jednotka HMI (Human Machine Interface) zahrnuje komponenty centrálního ovládání, displej a klávesnici a je spojená přístrojovou sběrnicí se dvěma moduly (obr. 4): modul měřící techniky shromažďuje naměřená data, modul vstup/výstup (I/O) zajišťuje externí komunikaci. Jednotky obslužného rozhraní ukazují obr. 5.

Software

je založený na operačním systému reálného času. Je strukturovaný do menu s několika úrovněmi, které jsou přístupné pomocí příslušných tlačítek.



Obr. 4: Funkční schéma CWD



Obr. 5: Obslužné a indikační pole CWD (Human Machine Interface)

- 1: tlačítka menu (softkeys)
- 2: aktuální naměřená data (grafické zobrazení)
- 3: aktuální naměřená data (numerické zobrazení, s rozměrem)
- 4: informační pole (datum, čas, interní provozní data, ...)
- 5: zobrazení trendů
- 6: poziční tlačítka
- 7: zadávací tlačítka
- 8: start/stop
- 9: okno hořáku (ke sledování plamene)
- 10: LED indikace stavu

Fieldbus

Označení sériových sběrnicových systémů pro automatizaci výroby a procesů, kterými se „field device“ zařízení jako snímače, měřící přístroje a aktory (jako „slaves“) spojují s ovládacími a řídicími systémy (jako „master“). Přes sběrnici probíhá obousměrná komunikace mezi systémy pro digitální výměnu dat. Celosvětově nejúspěšnější sběrnicí je Profibus. Sběrnice fieldbus stále častěji nahrazují konvenční technologii 4-20 mA.

CWD – technická data

	CWD2005	CWD2005-CT	CWD2005-DB	CWD2005-PLUS	W2005
váha [kg]	54	54	54	54	54
rozměry (BxHxT) [cm]	72 x 102 x 33,7				
ochrana IP	IP 50				
klasifikace pro výbuš. prostředí	nemá	nemá	tř. I, od., 2	nemá	nemá
umístění	bezpečná zóna	bezpečná zóna	zóna 2	bezpečná zóna	bezpečná zóna
provozní teplota	5° 40° C				
vstupy procesní plyn	max. 2	1	1	max. 2	max. 2
vstupy kalibrační plyn	max. 2	1	1	max. 2	max. 2
atesty (volitelně)	SGS (NRTL akreditovaný)				
el. napájení	240 VDC 50 Hz / 240 VAC 60 Hz / 110 VAC 60 Hz				
max. příkon	200 VA				
teplota skladování	0° 60° C				
atest CSA (volitelně)	()				
rozhraní	4-20mA, RS232, kontakty s relé, Ethernet (TCP/IP), Profibus-DP, Modbus-TCP, Modbus-RTU, Profinet IO				

rozsah měření / přesnosti / množství plynu

rozsah MJ / m ³	druh plynu	přesnost Wobbeho čísla [±% MBE] / množství plynu l/h ¹				
0 15	fakulový plyn	3,0 / 40	–	3,0 / 40	–	3,0 / 40
3,5 6	vysokopecní plyn	3,0 / 170	–	–	–	3,0 / 170
4,5 9	konvertorový plyn	1,5 / 140	–	–	–	1,5 / 140
5 10	smíšený plyn	2,0 / 140	–	–	–	2,0 / 140
15 30	koksárenský plyn	1,5 / 60	–	1,5 / 60	1,5 / 60	1,5 / 60
25 35	bioplyn	1,5 / 70	–	1,5 / 70	1,5 / 70	1,5 / 70
25 50	rafinérský plyn	1,5 / 25	–	1,5 / 25	1,5 / 25	1,5 / 25
30 48	zemní plyn	1,5 / 25	1,0 / 25	1,0 / 25	1,0 / 25	1,5 / 25
40 90	LPG zkapalněný plyn	1,5 / 15	–	1,5 / 15	1,5 / 15	1,5 / 15

Obr. 6: Technická data přístrojů CWD

Ethernet

Označení komunikační technologie pro výměnu dat mezi přístroji v síti se zvláště vysokým přenosovým výkonem. V podobě „Industrial Ethernet“ je Ethernet v průmyslovém provedení obecně akceptovaným standardem pro ovládání a propojení řídicí techniky na vyšších úrovních. Ethernet má široké použití především v kombinaci s jinými protokoly ve formě ethernetových řešení, např. PROFINET nebo Modbus TCP. Zejména PROFINET je jak Industrial Ethernet, tak i stoprocentní Ethernet, a proto se hodí pro všechny průmyslové aplikace a mimoto i k používání všech webových služeb a nástrojů.

CWD – použití

Použití přístrojů CWD je velmi rozmanité, jak pokud jde o měřené plyny, tak i technologické procesy (odvětví) a aplikace v soustavách zařízení. Jejich přehled najdete na obr. 7. Zvláštní varianty přístrojů CWD umožňují použití v provozech s povinným kalibrováním nebo ve výbušném prostředí.

Provoz s povinným kalibrováním

Zákony o kalibrování předepisují, že v obchodním styku (při nákupu a prodeji měřitelného zboží) musí být měřicí přístroje kalibrovány. Zde hovoříme o provozu s povinným kalibrováním (Custody Transfer).

Zvláštní význam to má v olejářském a plynařském průmyslu vzhledem k ohromným proudům látek a energií, které se zde pohybují a dodávají od provozovatele k provozovateli či od dodavatele k odběrateli. Tato povinná kalibrace platí i pro kalorimetry pro měření spalného tepla plynů.

Kalorimetr CWD2005 CT od firmy UNION Instruments byl v roce 2009 schválen jako kalibrované měřidlo spalného tepla v obchodním styku. Lze ho používat pro všechny plyny dle Pracovního listu G260/262 DVGW (Deutscher Verband der Gas- und Wasserwirtschaft) ke kalibrování určování spalného tepla v rozsahu 8,4 – 13,1 kWh/Nm³. Kalibrovat lze měření upraveného bioplynu včetně zkapalněných kondicionovaných plynů.

Použití ve výbušném prostředí

Při použití kalorimetrů v olejářském a plynařském průmyslu se instalace často provádí v prostředí s nebezpečím výbuchu. To vyžaduje od přístrojové techniky zvláštní bezpečnostní opatření a příslušná úřední povolení.

Verze CWD2005-DP (Direct Purge) je koncipovaná odpovídajícím způsobem a atestovaná podle NEC500 (USA) pro třídu 1, od. 2. Skříň je vybavená proplachováním stlačeným vzduchem (typ Z) a bezpečnostním vypínačem.



Obr. 8: CWD pro výbušné prostředí

Série přístrojů CWD pro měření Wobbeho čísla Typické oblasti použití		
druh plynu	odvětví	použití
bioplyn biometan	úprava a kondicionování	měření surového bioplynu
		úprava na biometan
		kondicionování biometanu
zemní plyn	těžba distribuce používání zemního plynu	kondicionování
		energetické měření (kalibrované)
		měření kvality
		měření spalného tepla
		směšovací zařízení na zemní plyn/zkapalněný plyn/vzduch
		měření na hořácích: sklářský průmysl
		měření na hořácích: ocelářský průmysl
		měření na plynových turbínách
generátorové a procesní plyny	ocelářský průmysl rafinerie	válcovny
		aglomerační zařízení
		ohřívače vzduchu
		elektrárny
		vápenky
		spalovací zařízení

Obr. 7: Oblasti použití

CWD používané při výrobě floatovaného skla

Výroba floatovaného skla je kontinuální proces. Skelná tavenina se při 1100 °C přivádí do lázně z tekutého cínu, kde lehčí sklo plave na hladině (float). Optimální spalovací podmínky a konstantní teplota této lázně jsou rozhodující pro stále stejně vysokou kvalitu skla. Obsah energie v topném plynu, přednostně zemního, však během času kolísá. Průběžným zjišťováním energetického obsahu pomocí CWD a jeho příslušným vyrovnáváním pomocí vhodných příměsí se dosahuje konstantní teploty plamene a stabilních spalovacích podmínek.

UNION Instruments

Podnik, marketing, podpora

UNION Instruments je německý podnik založený v roce 1919 se sídlem v Karlsruhe a dalším provozem v Lübecku. Jeho aktivity charakterizuje vysoká rychlost inovací, soustředí se na měřicí technologie pro plyny v procesním průmyslu v oblasti kalorimetrie (energetický obsah plynů) a analýzu (složení) plynů.

Díky prodejním aktivitám ve 20 zemích vykazuje UNION Instruments širokou a stále rostoucí přítomnost na trhu. Vedle evropských zemí je prioritou Čína a USA s vysokými tržními podíly v relevantních segmentech. Odbyt zajišťují převážně distributoři. S využitím moderních komunikačních prostředků a díky ochotě intenzivně cestovat však zájemci po celém světě mají k dispozici i odborné znalosti německých specialistů.

Poradenství před pořízením

Modulární konstrukce přístrojové techniky UNION umožňuje vybavovat ji specificky podle použití. K plnému využití tohoto potenciálu je vhodné ujasnit si před pořízením přesné zadání: UNION Instruments má proto kvalifikované specialisty s dlouholetými praktickými zkušenostmi.

Podpora po pořízení

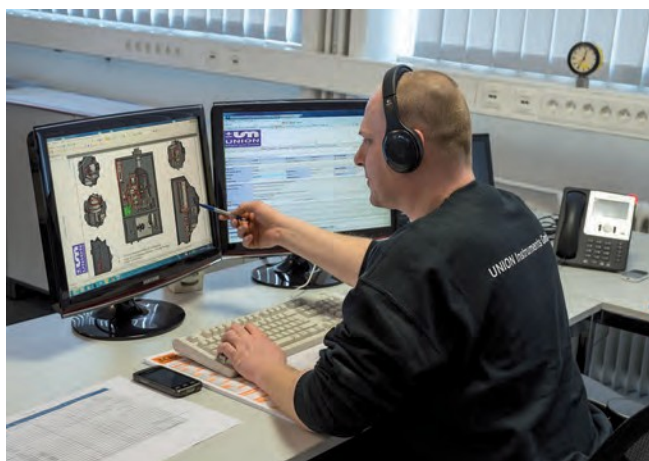
Ani ta nejlepší přístrojová technika se během doby provozu neobejde bez kvalifikovaného servisu. UNION Instruments zde nabízí odstupňovaný koncept:

- servis na místě poskytovaný dobře vyškolenými regionálními technikami. Okruh takto vybavených zemí se neustále rozšiřuje.
- servis z provozoven v Německu, prováděný technikami připravenými na cesty po celém světě. Takové akce jsou současně spojeny s podporou a školením regionálních techniků.
- dálková údržba z Německa pomocí moderních nástrojů přes mobilní telefon nebo internet.

Servisní nabídku UNION Instruments doplňuje rychlé zasílání náhradních dílů, nabídka balíčků náhradních dílů a smlouvy o údržbě.



Obr. 9: UNION Instruments kalibrování přístrojů



Obr. 10: UNION Instruments – zákaznická podpora

Školení při uvádění do provozu a v centrálních kurzech

Užitek z optimálně vybaveného přístroje se generuje jen při správné obsluze. Příslušná školení doplňují dokumentaci dodávanou se zařízením a dnes již spadají do rozsahu dodávek náročné měřicí techniky.

UNION Instruments proto poskytuje přímé zaškolení v rámci uvádění zařízení do provozu a navíc nebo alternativně centrální kurzy na různá témata.



UNION Instruments GmbH

Zeppelinstraße 42
76185 Karlsruhe
Germany
Alfstraße 28-30
23552 Lübeck
Germany

Phone +49 (0) 721 680381 0
Fax +49 (0) 721 680381 33
info@union-instruments.com
www.union-instruments.com