

Informace o výrobku

HYGROPHIL[®] HCDT

Měřicí systém ke stanovení rosného bodu uhlovodíků a vody v zemním plynu



Obsah

	Obsah	Strana
1	Úvod _____	1
2	Fyzikální základy _____	2
3	Konstrukce měřicího systému HYGROPHIL® HCDT _____	4
4	Senzory _____	7
5	Měřicí rozsahy _____	10
6	Technické údaje _____	12

*Všechna práva a změny vyhrazeny.
Kopírování, zpracování a rozšiřování tohoto dokumentu,
jak jako celek, tak také zkráceně, je dovoleno pouze
se souhlasem firmy BARTEC.*

Copyright © 2008 by BARTEC
Schulstraße 30
D-94239 Gotteszell

Dokument:
Revize:
Autor:

PI 070117
Alfred Böhm/Markus Gärber

platné od: 01.07
18.02.2008

1 Úvod

Rosný bod vody je obecně definován jako teplota, při které pára začíná kondenzovat. Tento jev můžeme pozorovat každé mlhavé ráno. Vzduch se ochlazuje až na teplotu rosného bodu, voda začíná kondenzovat a shromažďuje se v malých kapičkách. Podobně se to stává u brýlí, které se při vlhkém dni zamžijí. Studené sklo ochladí teplotu vzduchu až pod teplotu rosného bodu a voda kondenzuje na studené straně skla.

Rosný bod vody se stanoví ve srovnání k rosnému bodu uhlovodíků relativně jednoduše, protože se jedná pouze o jednosložkový systém.

Rosný bod uhlovodíků (**HCDT** = **Hydro Carbon Dewpoint Temperature**, nebo někdy v literatuře **HDP** = **Hydrocarbon Dew Point**) se chová podobně jako rosný bod vody, s tím rozdílem, že se jedná o vícesložkový systém. Zemní plyn se skládá z množství lehkých, plynných uhlovodíků, jakož i z několika těžkých (dlouhořetězcových) tekutých uhlovodíků. Složení plynu a tím také jeho kvalita je silně závislá na oblasti těžby. Jako první kondenzují dlouhořetězcové, těžké komponenty a určují tak rosný bod uhlovodíků plynu (HCDT).

Proč je tak důležité, měřit v zemním plynu rosné body vody a uhlovodíků ?

Co se týče vlhkosti (rosný bod vody) v zemním plynu, je hlavní důvod velmi zřejmý: pára nehoří.

Pára snižuje výhřevnou hodnotu a tím také kvalitu plynu.

Mnohem důležitější jsou ale důvody, týkající se bezpečnosti zařízení. Na jedné straně způsobuje vlhkost v zemním plynu korozi potrubních systémů a armatur, což se následně projeví v netěsnostech a prosakování. Na straně druhé může voda na studených místech v ropovodu zkondenzovat a v zimních měsících zmrznout na led. To vede zase k ucpání potrubí. Důsledkem je opět vznik trhlin a tím i netěsných míst, nebo může docházet k ještě větším škodám na zařízení a k bezpečnostním rizikům.

Rosný bod uhlovodíků je, podobně jako rosný bod vody, především měřítkem kvality zemního plynu. Čím je hodnota HCDT vyšší, tím větší je množství těžkých (dlouhořetězcových) uhlovodíků a tím je i nižší kvalita této suroviny .

Stejně jako voda, mohou samozřejmě také uhlovodíky ve vysokotlakových vedeních při nižších teplotách zkondenzovat a vést k již zmíněným škodám na zařízení. Jelikož ale uhlovodíky kondenzují až při vyšších teplotách (viz. Graf 1), je velice důležité hodnotu HCDT trvale přesně měřit a hlídat.

Vysoký obsah vlhkosti ve vysokotlakých potrubních vedeních ve spojení s uhlovodíky, může vést k tvorbě hydrátů. Hydrát zemního plynu („hořící led“) je v potrubní síti extrémně rušivý, blokuje jak ventily, tak celá potrubí a způsobuje snížení tlaků a průtoku.

K ochraně a pro bezporuchový provoz zařízení zemního plynu a ropných sítí a pro další zpracování je pro koncerny zemního plynu nesmírně důležité, měřit rosný bod uhlovodíků přesně, dlouhodobě stabilně a reprodukovatelně.

Dosavadní postupy jsou :

Na jedné straně je to stanovování gravimetricky podle normy BS ISO 6570: „Stanovení potenciálního obsahu zkondenzovaných uhlovodíků“. Z naměřených množství kondenzátu při konstantním tlaku a různých teplotách se může stanovit rosný bod uhlovodíků.

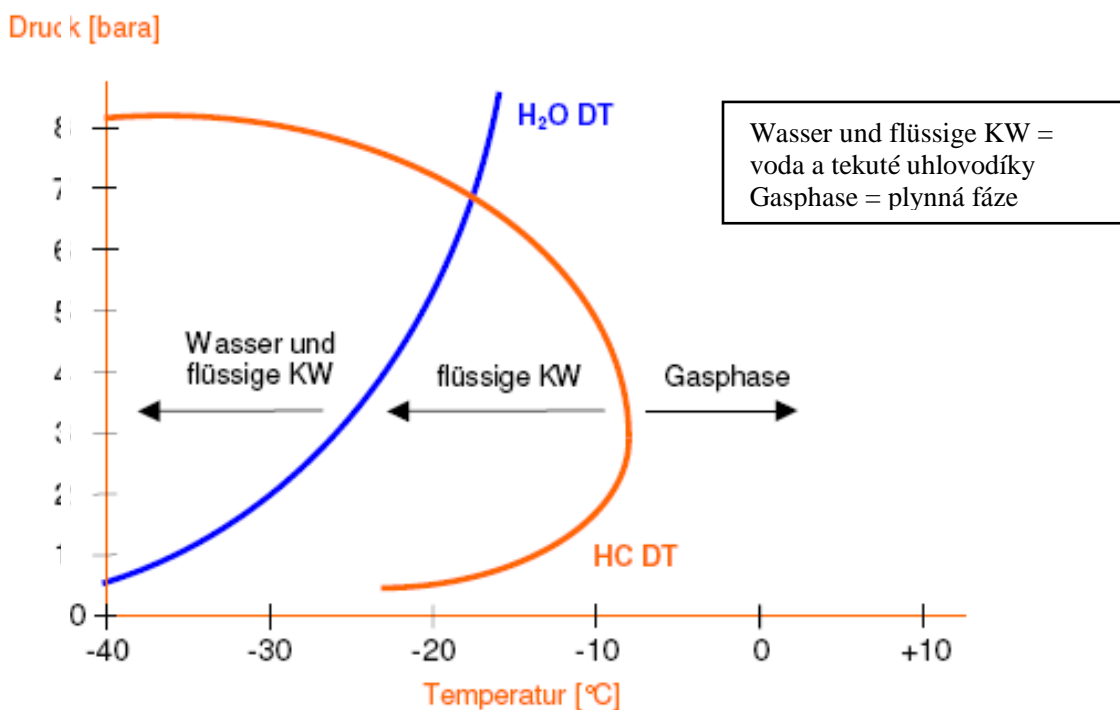
Na druhé straně lze rosný bod uhlovodíků spočítat s využitím matematických vzorců na základě chromatograficky přesně stanoveného složení plynu.

Ani jedna z uvedených metod není kontinuálním měřením, navíc jsou obě velmi složité a náročné na provádění

2 Fyzikální základy

BARTEC používá ve svém HYGROPHIL® HC DT k určení teploty rosného bodu uhlovodíků základní, uznávanou, standardní metodu rosného bodu na zrcadle. Tento princip, objevený Regnaultem v 19. století se zakládá na ochlazení povrchu zrcadla obtékaného plynem. Je-li dosažena teplota rosného bodu, sráží se kondenzát na povrchu zrcadla.

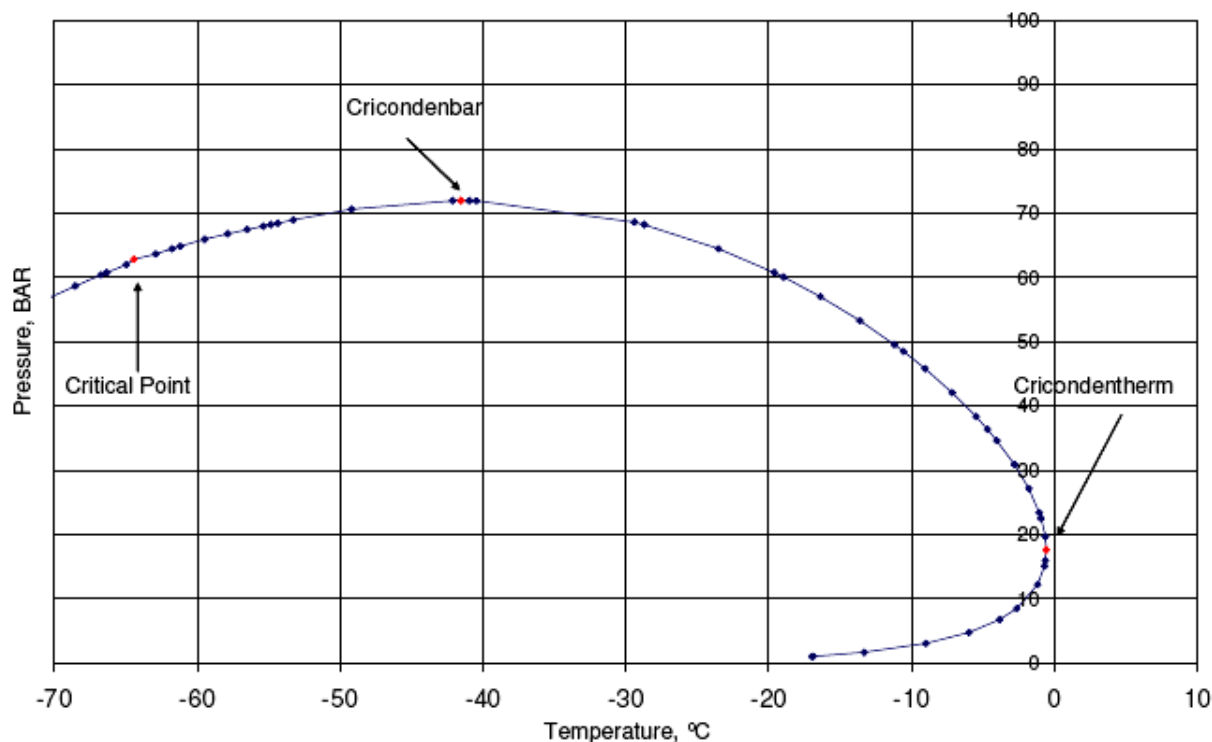
Obrázek 1 : Znáznorňuje základní souvislost mezi rosným bodem vody a uhlovodíků



Jak je z obrázku 1 zřejmé, zkondenzují se ve většině případů těžké uhlovodíky před vodou. Fázový diagram (HC DT křivka na obrázku 1) se může vypočítat ze složení zemního plynu.

Zemní plyn, fázový diagram

Obrázek 2: Příklad fázového diagramu



Znázorněná kondenzační křivka obsahuje dva extrémní body:
bod Krikodentherm a Krikondenbar.

Pod bodem Krikodentherm („Kritická kondenzační teplota“) se rozumí maximální teplota, při které se mohou vyskytnout dvě fáze (tekutá, plynná). To znamená, že při této specifické teplotě začíná kondenzace uhlovodíků, což odpovídá rosnému bodu uhlovodíků.

Senzor HCDDT 1510-11 měří rosný bod uhlovodíků právě na tomto bodě. Naopak vlhkost plynu (rosný bod vody) se měří při provozním tlaku v plynovodu, osvědčeným a stabilním optickým senzorem L1660 propojeným skleněnými vlákny s vyhodnocovací jednotkou na bázi fotometru.

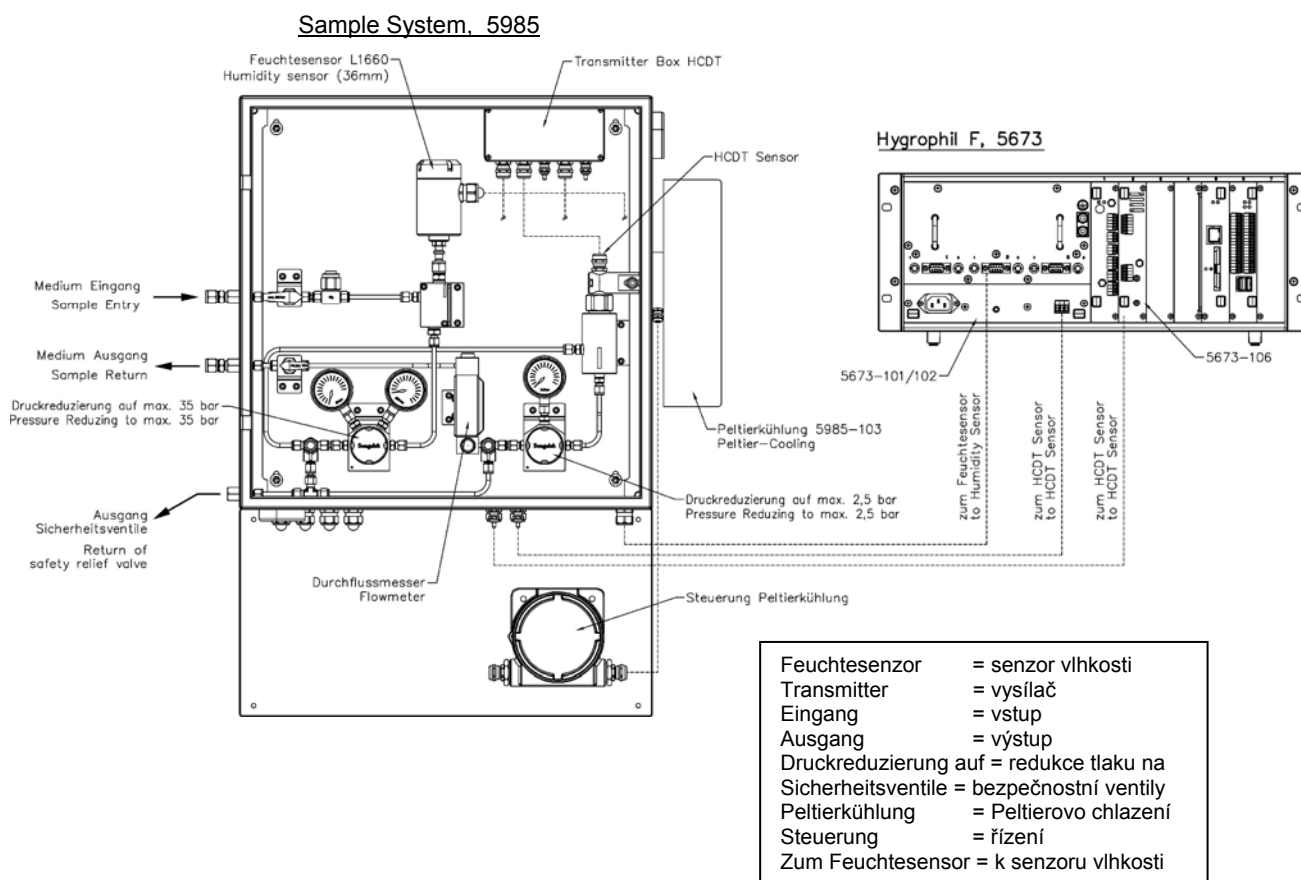
K dosažení těchto rozdílných podmínek měření, se plyn vede do vzorkovacího systému, viz. Obrázky 3 a 4.

3 Konstrukce měřícího systému HYGROPHIL© HCDT

Kompletní měřicí systém (viz obrázek 3) se skládá z následujících částí:

- > HCDT vzorkovací systém 5985-70
- > HCDT senzor 1510-11 včetně vysílače
- > Senzor vlhkosti L1660
- > HYGROPHIL® F 5673 vyhodnocovací přístroj

Obrázek 3



HCDT vzorkovací systém 5985-70

Přes odběrovou sondu a vyhřívané vedení (obojí dodává BARTEC) se připojí vzorkovací systém na plynovod (proces). Ve vzorkovacím systému se provádí nastavení podmínek pro měření zemního plynu, t. zn. sníží se tlaky, upraví se průtok a měří se se teploty, případně i tlak. Obsahuje senzor vlhkosti L1660 pro měření rosného bodu vody za provozního tlaku a senzor 1510-11 pro měření rosného bodu uhlovodíků na Krikondenthermním bodu.

Systém je povolen pro ATEX - zónu 1. Všechny díly přicházející do kontaktu s plynem jsou vyrobeny z ušlechtilé oceli.

Obrázek 4 znázorňuje vzorkovací systém HCDT (orientační vyobrazení z testovací fáze)
Standardně plyn do cely k měření vlhkosti vstupuje bez tlakové korekce

Obrázek 4



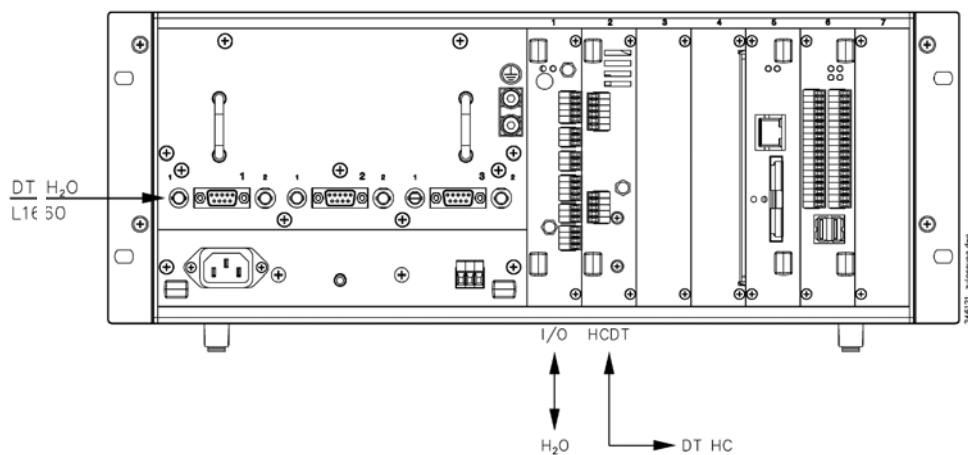
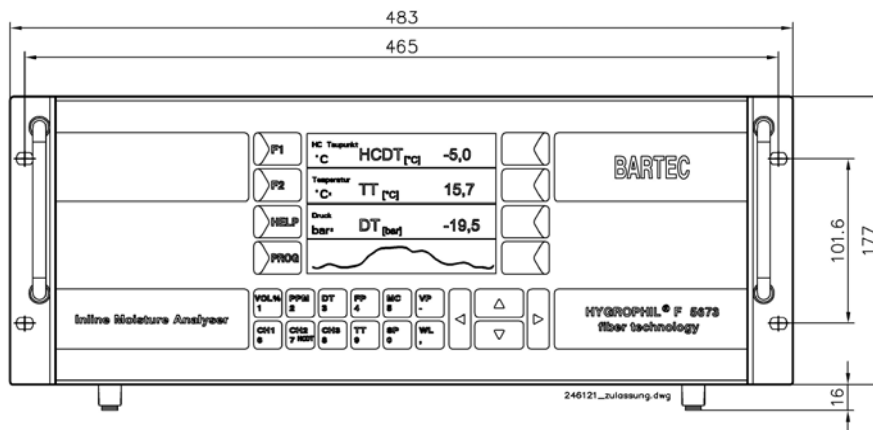
HYGROPHIL® F 5673

Měřicí systém HYGROPHIL® F 5673 se svým optickým senzorem L1660, je v posledních 10 letech velmi úspěšně zavedený v oblasti „měření stopové vlhkosti“ především v zemním plynu, ale též v řadě dalších aplikací.

Pomocí speciálního aplikačního software HYGROPHILU® F se provádí komplexní nastavení a seřízení systému (Senzor HCDT 1510-11 a senzor stopové vlhkosti L1660). HYGROPHIL® F vyhodnotí data ze senzorů, graficky je zobrazí a uloží do své paměti

Pro přenos dat na vyšší řídicí systém jsou k dispozici vedle analogových výstupů také výstupy Modbus, Profibus a USB.

Obrázek 5 : Zobrazuje vyhodnocovací zařízení HYGROPHIL® F 5673



4 Senzory

Měření rosného bodu vody

Měření rosného bodu vodní páry se provádí pomocí Hygrophil® F a senzorem typu L1660. Senzor vlhkosti, typ L1660 obsahuje odolný optický Multilayer ze skleněných vrstev s vysokým a nízkým lomem světla, propojený dvěma skleněnými vlákny. Pomocí speciální termické techniky se ve vnější vrstvě vytvoří póry o průměru molekuly vody (ca. 0,3 nm).

Při fyzikálními zákony podmíněném procesu vyrovnávání vlhkosti se voda ukládá do vnější vrstvy optického senzoru. Na základě rozdílných lomových indexů (vzduch 1,00 / voda 1,33) dochází mezi vrstvami senzoru ke změně lomu procházejícího světla způsobujícího posun vlnové délky extinkčního minima, úměrném vlhkosti v médiu. Tento posun (t.zn. nejedná se o změnu intenzity světelného signálu! -> traťově neutrální) se zaznamená vyhodnocovací jednotkou a přiřadí se mu hodnota rosného bodu.

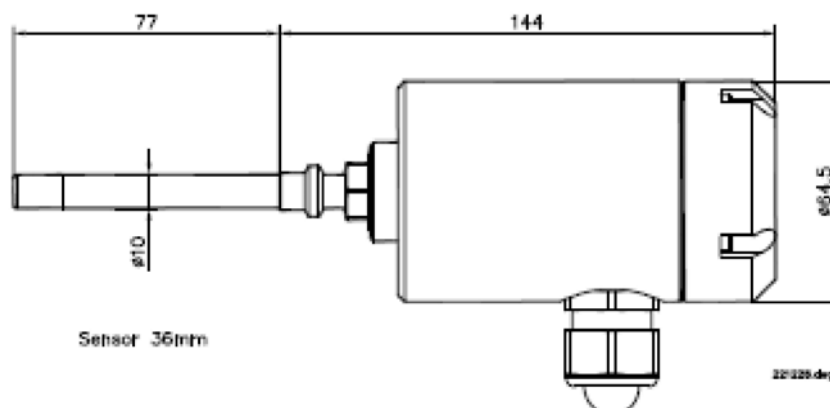
L1660 měří s teplotní kompenzací (integrováný Pt100) a pro celkovou hodnotu vlhkosti vyhodnocovací jednotka současně zohledňuje také tlak měřeného média připojeným senzorem tlaku, nebo s využitím externího sinálu. .

Přístroj Hygrophil© F 5673 pracuje ve spojení optickými vlákny s kombinovaným senzorem L1660, který opticky snímá hodnotu vlhkosti a pomocí Pt100 teplotu v médiu. Vedle velmi odolné konstrukce senzoru, nabízí zvlášť sám měřicí postup řadu rozhodujících výhod. Kladné stránky tohoto, patentovým právem chráněného, měřicího principu jsou mimo jiné:

- >Vysoká bezpečnost měření, přesnost, reprodukovatelnost a nízká hystereze.
- >Dlouhodobá stabilita senzoru
- >Měření je možné osadit přímo na straně vysokého tlaku (tlakový rosný bod!)
- >Použití v oblastech s nebezpečím výbuchu Ex (od zóny 0)
- >Jednoduchá instalace a dovybavení (Swagelok, Parker, ...)
- >Nenáročná údržba

L1660 byl speciálně vyvinut pro oblast zemního plynu a používá se pro měření stopové vlhkosti v různých plynech a tekutinách. Na podkladě použitých vysokohodnotných materiálů je senzor nanejvýš odolný a není choulostivý prakticky na žádná média.

Obrázek 6 zobrazuje senzor vlhkosti L1660



Měření rosného bodu uhlovodíků

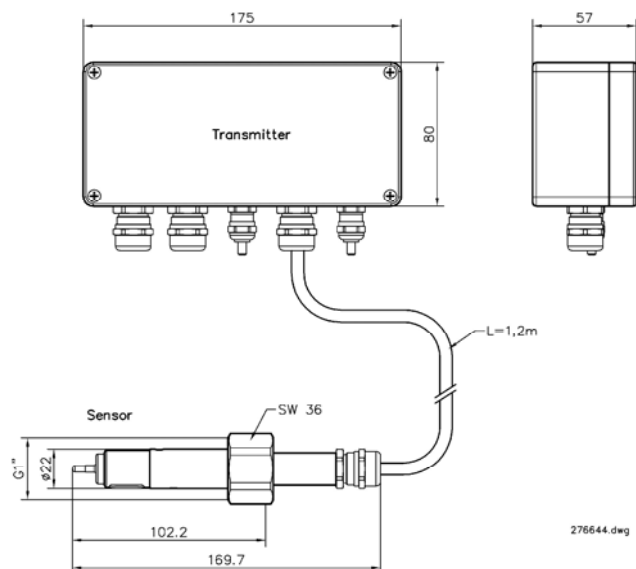
Pro měření rosného bodu uhlovodíků se po snížení tlaku (20 - 30 bar) zabuduje optický senzor rosného bodu 1510-11 do vzorkovacího systému (přibližně podle fázového diagramu).

Obrázek 7 znázorňuje špičku senzoru HCDT 1510-11, a obrázek 8 stavbu vysílače



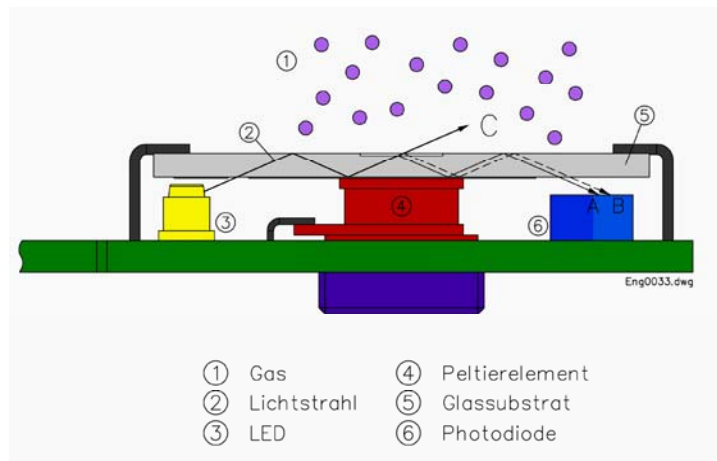
Obrázek 8

Transmitter und Sensor Type 1510-11



Senzor HCDT pracuje podle nového patentovaného principu - celkového vnitřního odrazu.

Obrázek 9 Vysvětluje podrobněji tento měřicí princip.



Inovace spočívá zejména v tom, že světelný signál není veden jako u tradičních zrcadel rosného bodu proudem plynu. Paprsek vyslaný prostřednictvím LED se nedostává na plochu zrcadla ze shora, ale přivádí se na zrcadlo ze zdola. Světelný paprsek se prostřednictvím clony pod určitým úhlem naváže do sensorového skla a uvnitř se zcela odrazí. Malá oblast skla je opticky uzpůsobena tak, že je tam světlo vyřazeno, dokud nenastane kondenzace.

Skleněná deska nad Peltierovým článkem se ochladí natolik, až je dosažena kritická teplota kondenzace a kondenzují první dlouho-řetězcové uhlovodíky. Na hraniční ploše mezi kondenzačním filmem a plynem se původně vyřazené světlo opět napojí do skla a tím se nasměruje na fotodetektor.

Teplota na tomto místě je snímána prostřednictvím senzoru PT1000. Tento je na skle senzoru napařen a ohraničuje rozhodnou plochu pro měření.

Světelný paprsek **A** ukazuje nerušený interní celkový odraz. Světelný paprsek **B** ukazuje průběh při odrazu na přechodové vrstvě kondenzátu plynu. Světelný paprsek **C** ukazuje průběh při vystoupení na základě chybějícího kondenzátu.

Výhodou konstrukce BARTEC ve srovnání s konvenční technikou je, že s plynem putující nečistoty neovlivňují měření. Navíc se drasticky zmenšila velikost zrcátka rosného bodu. Touto kompaktní konstrukcí se mohou procesy temperace a ochlazení provést velmi rychle. Technika rosného bodu na zrcadle je nejuznávanější a nej přesnější standardní metodou k určování rosného bodu. Doposud se používá hlavně ke kalibrování a výzkumným účelům.

Kolísání naměřené hodnoty je prakticky vyloučeno, protože :

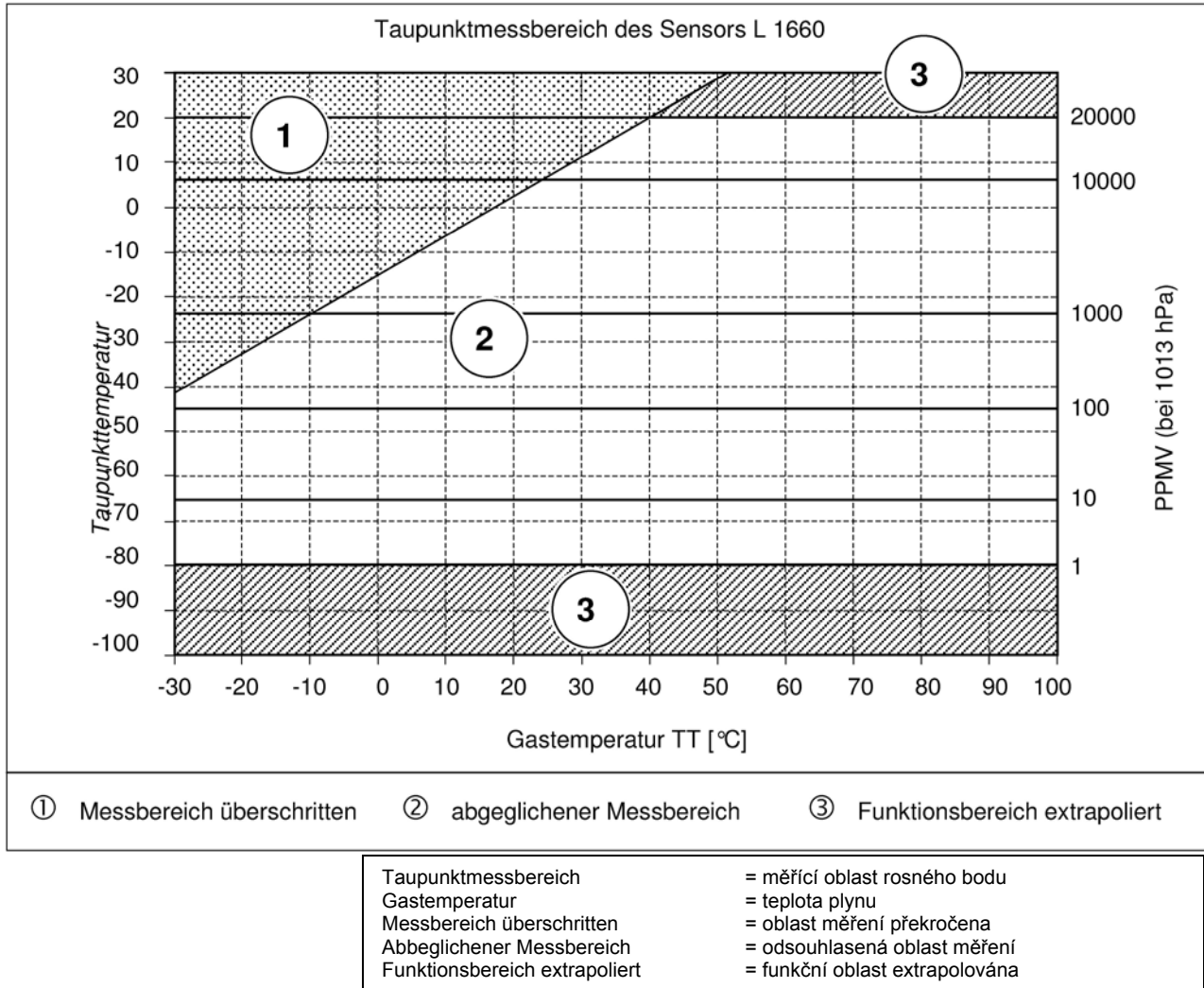
za první, platinové teplotní senzory mohou být považovány za nekolísající a
za druhé nejsou použity žádné pohyblivé nebo spotřebovávající se součástky senzorů.

Proto není opakovaná kalibrace senzoru nutná.

5 Měřicí rozsahy

Měřicí oblast senzoru vlhkosti L1660

Obrázek 10



Takto jsou pro HYGROPHIL® F 5673 definovány následující měřicí rozsahy:

Teplota rosného bodu DT:	-80°DT...+20°DT
Obsah vody x:	0 mg/m ³ ...10 000 mg/m ³
Částic na million:	0 ppm...12000 ppm
Relativní vlhkost RH:	0 %...50 %

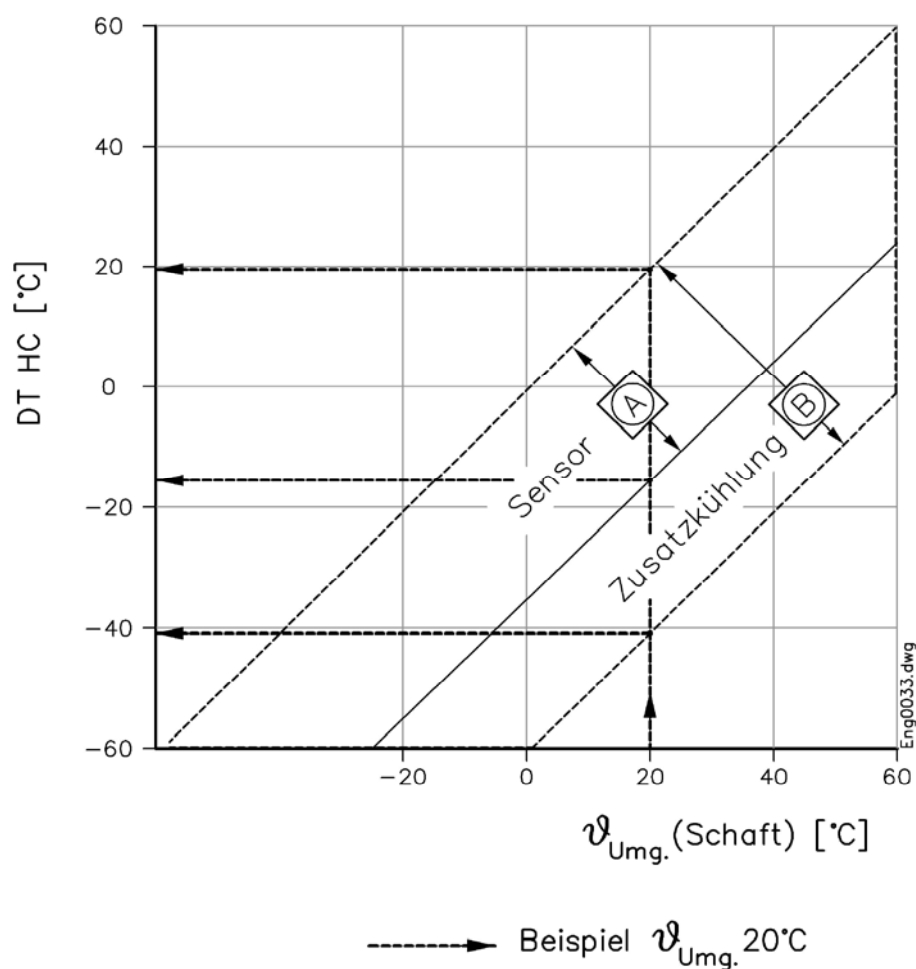
Měřicí rozsah senzoru HCDT 1510-11

Sonda pracuje jako senzor rosného bodu s aktivním Peltierovým chlazením.

S integrovaným Peltierovým chlazením může být, v závislosti na hustotě (tlaku) plynu, dosaženo ochlazení 35 až 40 K oproti teplotě v okolí senzoru (dosahu citlivosti). Pokud to nestačí, může být chlazením Vortex nebo Peltier, které se jednoduše přidá na hlavu senzoru, dosaženo dodatečné ochlazení na cca. 20 - 30 K.

Obrázek 11 znázorňuje oblast nasazení senzoru,

V oblasti A bez dodatečného a v oblasti B s dodatečným chlazením.



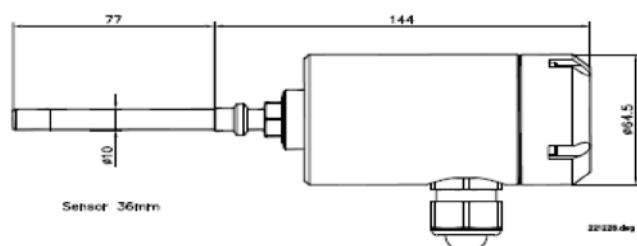
Technické údaje

Technické údaje Hygrophil F, Typ 5673-xx, vyhodnocovací zařízení			
Specifické údaje přístroje			
Oblast zobrazení	Měřená hodnota	Začátek rozsahu	Konec rozsahu
	Vol %	0 %	1 %
	PPMV	0 ppm	15.000 ppm
	VP	0 hPa	10 hPa
	MC	0 mg/m ³	20.000 mg/m ³
	DT/FP / HCDT	-120 °C / -30°C	75 °C / 30°C
	SP	0 bar	250 bar
	TT	-50 °C	150 °C
Kalibrovaná oblast	-80 ... +20 DT / -		
Přesnost	+/- 1°C / +/- 0,5°C		
Display	Grafický display 320 x 240 dots		
Klávesnice	Dotyková obrazovka s červeným svítícím pozadím		
Elektrické údaje			
Podpůrná energie	DC 9 – 36 V max. 25 W (Si 6,3 A MT) AC 90 – 264 V max. 44 W (Si 4 A MT)		
Podpůrné velikosti	Teplota (TT) v místě měření je zaznamenána senzorem, integrovaným v sondě vlhkosti nebo je zadána ručně. Tlak (SP) je zaznamenán signálem 0/4-20-mA z externího tlakového vysílače, nebo zadán ručně. Obsah CO ₂ (0 – 100 %) se zaznamenává signálem 0/4–20mA nebo se zadá ručně.		
Měřicí frekvence	každých 9sec / každé 4min při 0° HCDT		
Vstupy na každém měřicím kanále	Přípojka světelného vedení pro optickou sondu vlhkosti 9ti pólová zástrčka D-SUB pro snímací vedení Svorkové připojení pro čidlo PT-100 v hlavě senzoru Svorkové připojení pro signál z tlakového vysílače 0/4 - 20 mA Svorkové připojení pro signál 0/4 - 10 mA (např. obsah CO ₂) Všechny vstupy Ex ia, galvanicky oddělené		
Analogové výstupy na každém měřicím kanále	Svorkové připojení 0/4 – 20 mA, galvanicky oddělené od zdroje a poklesu Rozlišení 0,0003 mA Zátěž 500 Ω Přesnost 0,03 mA Kolísání teploty < 0,001 mA/°C		
Další výstupy	3 dodatečné analogové výstupy na kartě COM 2 USB – porty na kartě COM		
Řídící výstupy	1 Přepínací výstup Open kolektor galvanicky oddělen Přepínací napětí 20 ... 30 V, přepínací proud max. 0,5 A Isolační napětí VCM = 1.500 V max. 1 reléový přepínací kontakt 230 V/10 A Připojení přes svorky		
Datový žurnál	Uložení všech dostupných dat až 6 měsíců		
Rozhraní	Ethernet, RS 232, RS 485 (Modbus, Profibus v přípravě)		
Požadavky okolí			
Provozní teplota	0 ... +50 °C		
Skladovací teplota	-25 ... +60 °C		
Třída klimatu	IWI podle DIN 40040		
Mechanické údaje			
Váha	Cca. 8,5 kg		
Rozměry	Š x V x H 483 x 192 x 212		
Vlastnost skříně	Použitelné pro vestavbu do 19" a jako stolní přístroj		

I

Technické údaje sondy měřící vlhkost, Typ L1660	
Specifické údaje přístroje	
Integrovaný Pt100	-50 ... + 100 °C , DIN IEC 751, 4 přípojky vedení
Požadavky okolí	
Provozní teplota	-30 ... +95 °C (senzorový hrot)
Skladová teplota	-30 ... +50 °C
Maximálně povolený pracovní tlak	100 bar, 200 bar proti atestu
Druh ochrany	IP 65 (v zabudovaném stavu)
Mechanická data	
Materiál	Těleso: 1.4571 Hlava senzoru: POM

Rozměry senzoru vlhkosti L1660



Technické údaje senzoru HCDT	
Měřicí rozsah	
Oblast nasazení HCDT	-40 ... +80°C
Maximální ochlazení oproti teplotě tělesa (teplota měřeného plynu)	60 K (s dodatečným chlazením)
Přesnost HCDT	± 0,5 °C
Frekvence měření	cca. 4min při 0° HCDT
Startovací doba	cca. 30min
Podmínky okolí	
Provozní teplota sondy	-40 ... +80°C
Tlaková oblast sondy	0,2 ... 40bar
Mechanické údaje	
Materiál skříňky (Transmitter Box)	Lakovaný hliník
Materiál nástavce sondy	Poniklovaná měď 10μ
Typ ochrany skříňě	IP 65

Rozměry senzoru HCDT 1510-11

