

Testo
Tipy & triky

Be sure. **testo**



**Efektivní a bezpečné
provádění měření na
otopných zařízeních.**

www.testo.cz

Obsah

1. Zkouška funkčnosti a seřizování plynových spalovacích zařízení	3
1.1. Kontrola připojovacího tlaku plynu	3
1.2. Nastavení poměru plyn - vzduch	4
1.3. Příprava analyzátoru spalin	6
1.4. Určení komínové ztráty	6
1.5. Zjištění účinnosti (η)	9
1.6. Měření komínového tahu	10
1.7. Měření koncentrace CO	10
1.8. Kontrola cest plynu	11
1.9. Péče o měřicí přístroj	11
2. Doplnkové kontroly	12
2.1. Kontrola oxidů dusíku (NO_x)	12
2.2. Měření CO v okolí	12
2.3. Měření CO_2 v okolí	13
3. Zkouška funkčnosti a seřizování olejových spalovacích zařízení	31
3.1. Měření sazového čísla	13
3.2. Seřizování olejových hořáků	14

Kontrola funkčnosti a seřizování plynových spalovacích zařízení

Zde popisované pracovní kroky a informace exemplárně ukazují, jak má vypadat zkouška funkčnosti a seřízení při uvádění atmosférických plynových kotlů a kondenzačních

kotlů do provozu. Nejsou uváděny činnosti na plynových hořácích s ventilátorem.

1. Kontrola připojovacího tlaku plynu

Před uvedením do provozu musí být zkontrolován připojovací tlak plynu jako tlak průtoku. Ten musí být v rozmezí přípustného rozsahu tlaku podle pokynů výrobce (u zemního plynu většinou 18 – 25 mbar). Není-li tomu tak, nesmí být plynový kotel uveden do provozu a je třeba informovat příslušného distributora plynu, aby odstranil příčinu.

Pro změření připojovacího tlaku plynu se připojí při zavřeném plynovém kohoutu tlakoměr na odpovídající měřicí otvory plynové armatury kotle. Při otevřeném plynovém kohoutu se potom hořák pustí přes aktuální menu obsluhy na maximální výkon a změří se připojovací tlak plynu jako tlak průtoku. Při správném připojovacím tlaku se měřicí otvory opět uzavřou a uvádění do provozu pokračuje.



Pro seřizovací práce je nezbytný analyzátor spalin např. testo 330i



Odečítání připojovacího tlaku plynu a tlaku na tryskách na přístroji testo 510

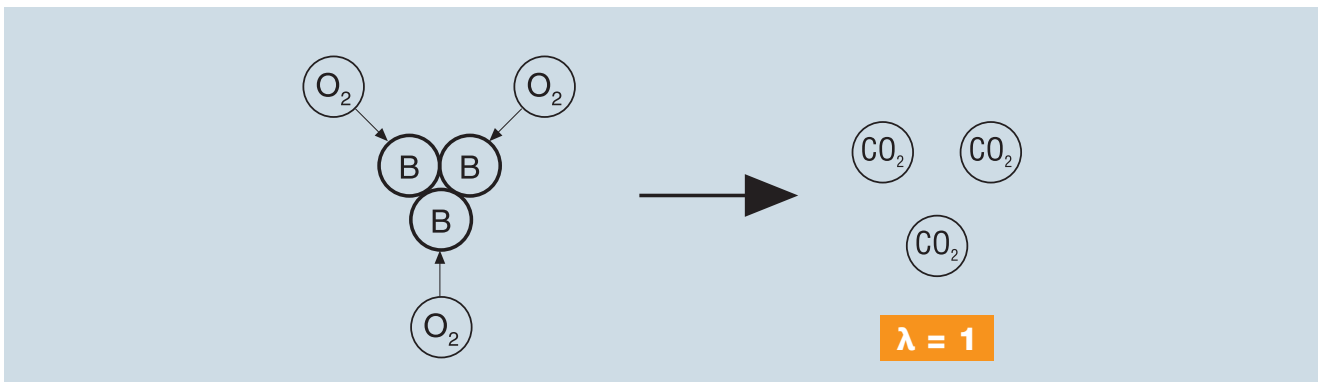
Možné následky špatného tlaku plynu

Příliš vysoký tlak plynu	Příliš nízký tlak plynu
<ul style="list-style-type: none"> • Plamen zhasíná • Nedokonalé spalování • Vysoká koncentrace CO (nebezpečí otravy) • Vysoká spotřeba plynu 	<ul style="list-style-type: none"> • Plamen zhasíná • Velká komínová ztráta • Vysoký obsah O₂ • Nízký obsah CO₂

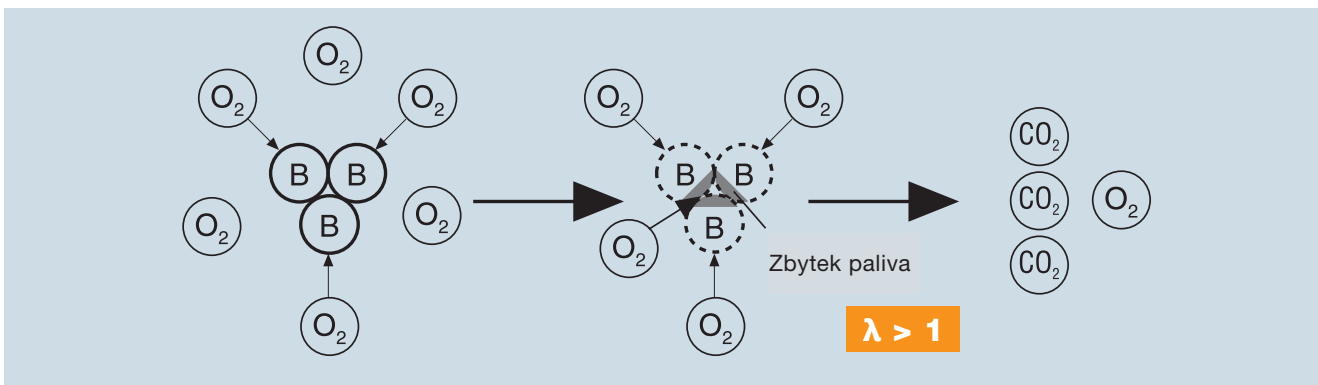
2. Nastavení poměru plyn - vzduch

Cílem provozu zařízení, který bude šetrný vůči životnímu prostředí, je dokonalé spalování paliva a co možná nejlepší využití zařízení. Směrodatnou veličinou pro optimální provoz je množství nasávaného vzduchu. V praxi se prokázal jako optimální pro zařízení mírný přebytek vzduchu. Pro spalování je přiváděno o něco více vzduchu, než by bylo teoreticky nutné.

Poměr přebytečného nasávaného vzduchu ku teoretické potřebě vzduchu se nazývá poměr vzduchu nebo faktor přebytečného vzduchu λ (Lambda). Následující model spalování tuto situaci představuje:



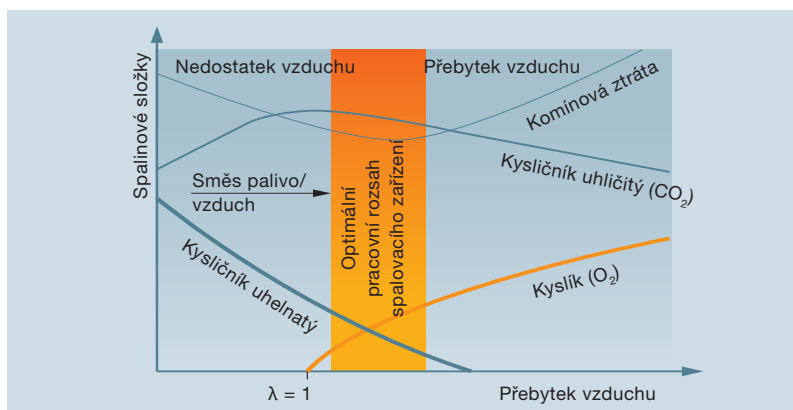
Ideální spalování



Skutečné spalování

Poměr vzduchu se určuje v závislosti koncentrace komponentů spalin CO , CO_2 a O_2 . Vztahy ukazuje tzv. graf spalování (obr. dole). Při spalování náleží ke každému obsahu CO_2 určitý obsah CO (při nedostatku vzduchu/ $\lambda < 1$) příp. obsah O_2 (při přebytku vzduchu/ $\lambda > 1$). Poněvadž hodnota CO_2 probíhá přes maximum, není sama

jednoznačná, takže je zapotřebí dodatečné měření CO nebo O_2 . Při provozu s přebytkem vzduchu (normální případ) se dnes upřednostňuje zpravidla měření O_2 . Pro každé palivo vyplývá specifický graf a vlastní hodnota pro hodnotu $\text{CO}_{2\text{max}}$.



Graf ukazuje, že kominová ztráta stoupá jak při určité míře nedostatku vzduchu, tak také při určité míře přebytku vzduchu. To je vysvětlováno následovně:

1. V oblasti nedostatku vzduchu se disponibilní palivo nespálí úplně a nepřemění se na teplo.
2. V oblasti přebytku vzduchu se ohřeje příliš mnoho kyslíku a ten je kominem odveden rovnou ven, aniž by byl využit k výrobě tepla.

U kondenzačních kotlů se provádí seřízení poměru plynu a vzduchu manometrickou metodou, tzn. že tlak na tryskách je seřízen na minimální a maximální výkon. K tomu se na měřicích otvorech pro tlak na tryskách povolí těsnící šroubek a připojí se tlakoměr. Plynový kotel se potom pomocí menu obsluhy přivede zpravidla nejdříve na maximální (plný výkon) a potom na minimální výkon (nízký výkon). Pro oba stupně výkonu se na příslušném seřizovacím šroubku na plynové armatuře změni tlak trysek a pomocí tlakoměru se zkontroluje. Údaje k potřebnému tlaku na tryskách jsou v podkladech výrobce (v závislosti na indexu Wobbe používaného plynu, který je možné vyžádat u dodavatele plynu): u kondenzačních kotlů se většinou poměr plynu a vzduchu nastavuje pomocí měření obsahu kysličíku uhličitého (CO_2) ve spalinách.

K tomu účelu je, jak je popisováno od kroku 3, připraven

analýzátor spalin a ve spalinovém kanálu je umístěna odběrová sonda. Přes menu obsluhy je nakonec kotel uveden na maximální výkon a měří se obsah CO_2 ve spalinách. Pro nastavení poměru plynu a vzduchu se nyní mění množství plynu pomocí nastavovacího šroubku (škrtícího ventilu), dokud hodnoty CO_2 ve spalinách neodpovídají údajům výrobce. Výrobci ještě částečně stanovují nastavovací hodnoty pro minimální výkon zařízení. Seřízení probíhá v souladu s postupem pro maximální výkon. Po těchto základních nastaveních musí proběhnout kontrola seřízeného plynového kotle. Ta obsahuje měření kominové ztráty (q_A) a obsahu kysličíku uhelnatého (CO) ve spalinách.

Tlak na tryskách (mbar)		Tepelný výkon (kW)			
		11	13	15	17
Index Wobbe	12,0 – 16,1	6,0	8,4	11,2	14,5
(kWh/m ³)	10,0 – 13,1	4,8	6,9	8,7	11,3

Příklady pro hodnoty tlaku na tryskách

Druh plynu	CO_2 při maximálním tepelném výkonu	CO_2 při minimálním tepelném výkonu
Zemní plyn E	9,5 %	8,7 %
Zemní plyn LL	9,2 %	8,6 %

Příklady pro seřizovací hodnoty CO_2

3. Příprava analyzátoru spalin

- Definice ochrany senzorů: pro ochranu senzorů proti přetížení při vysokých koncentracích CO je možné definovat limitní hodnoty, od kterých dojde k odpojení spalínového čerpadla a do měřicího přístroje již nejsou nasávány spaliny. U některých měřicích přístrojů (testo 330-2, testo 330i) následuje při překročení limitní hodnoty ředění spalin čerstvým vzduchem a měření nemusí být přerušeno.
- Zkouška těsnosti: aby se zabránilo tomu, že se dostane nepozorovaně do přístroje čistý vzduch a zkreslí výsledky měření, měla by se před měřením provést zkouška těsnosti. Odběrová sonda je při ní uzavřena krytkou, takže po určitém čase se průtok čerpadlem měřeného plynu dostane na nulu. Pokud tomu tak není, je přístroj netěsný a mělo by se např. zkontrolovat, zda je uzávěr jímky kondenzátu správně uzavřen.
- Nulování plynových senzorů a senzoru tahu: pro nulování senzorů musí být odběrová sonda mimo spalínový kanál, v optimálním případě na čistém vzduchu. Měřicí přístroj nasává okolní vzduch přes odběrovou sondu a vede jej skrz plynové senzory. Ty se tímto „proplachují“ a naměřená koncentrace plynu je nastavena na „nulu“. Současně se nuluje tlakový senzor analyzátoru spalin na tlak vzduchu v okolí spalovacího zařízení. U některých měřicích přístrojů, jako je testo 330-2 nebo testo 330i, se může sonda nacházet ve spalínovém kanálu i během nulování. Tady se jak cesta měřeného plynu, tak také tlakový senzor během nulování odpojí od odběrové sondy a pro nulování se použije koncentrace plynu nebo tlak vzduchu v okolí analyzátoru spalin.

4. Určení komínové ztráty

Komínová ztráta je rozdíl mezi obsahem tepla spalin a obsahem tepla nasávaného vzduchu pro spalování, vztaheno na výhřevnost paliva. Je tedy měřítkem pro obsah tepla ve spalinách, které projdou komínem. Čím vyšší je komínová ztráta, tím horší je účinnost a tím využití energie a o to vyšší jsou emise spalovacího zařízení. Z tohoto důvodu je v některých zemích omezena přípustná komínová ztráta. Po zjištění obsahu kyslíku a rozdílu mezi teplotou spalin a teplotou nasávaného vzduchu lze se specifickými faktory paliva vypočítat komínovou ztrátu. Specifické faktory paliva (A2, B) jsou v analyzátoch spalin uloženy. Pro použití

správných hodnot pro A2 a B je nezbytné zvolit v měřicím přístroji odpovídající palivo. Místo obsahu kyslíku je možné pro výpočet použít také koncentraci kysličníku uhličitého (CO₂). Teplotu spalin (AT) a obsah kyslíku, příp. kysličníku uhličitého (CO₂) je třeba v průběhu měření měřit současně v jednom bodě. Současně by měla být měřena teplota nasávaného vzduchu (VT).

Optimální seřízení spalovacího zařízení přes výpočet komínové ztráty se vyplatí:

- 1 % komínové ztráty = 1 % spotřeby paliva navíc
- ztráta energie/rok = komínová ztráta x spotřeba paliva/rok

Při vypočítané komínové ztrátě 10 % a spotřebě 3000 l topného oleje za rok odpovídá ztrátě energie cca 300 l topného oleje/rok.

Netypicky vysoká komínová ztráta může mít následující příčiny:

- špatné nulování měřicího přístroje
- nastavení nesprávného paliva

Náhlý pokles teploty spalin může mít následující příčiny:

- na termočlánek (teplotní senzor) se nachází kondenzát
- Náprava: montáž odběrové sondy vodorovně nebo dolů, aby mohl kondenzát odkapávat.

Vzorce pro výpočet komínové ztráty

Komínová ztráta:

$$qA = \left[(AT - VT) \left[\frac{A2}{(21 - O_2)} + B \right] \right] - XK$$

AT: teplota spalin

VT: teplota nasávaného vzduchu

A2/B: specifické faktory paliva (viz tabulku)

21: obsah kyslíku ve vzduchu

O₂: naměřená hodnota O₂ (zaokrouhloeno na celá čísla)

XK: Koefficient, který udává komínovou ztrátu qA při

podkročení rosného bodu jako minusovou hodnotu.

N nutné při měření kondenzačních zařízení.

Není-li teplota rosného bodu podkročena, je hodnota

XK = 0.

$$qA = fx \frac{(AT - VT)}{CO_2}$$

Siegertův vzorec pro výpočet komínové ztráty.

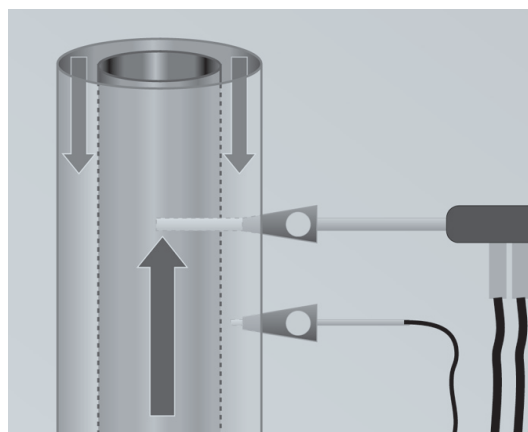
Používá se, když jsou specifické faktory paliva A2 a B (viz tabulku) rovny nule.

Tabulka specifických faktorů paliva

Palivo	A2	B	f	CO _{2max}
Topný olej	0,68	0,007	–	15,4
Zemní plyn	0,65	0,009	–	11,9
Kapalný plyn	0,63	0,008	–	13,9
Koks, uhlí	–	–	0,74	20,0
Brikety	–	–	0,75	19,3
Hnědé uhlí	–	–	0,90	19,2
Černé uhlí	–	–	0,60	18,5
Koksárenský plyn	0,6	0,011	–	–
Svítiplyn	0,63	0,011	–	11,6
Kontrolní plyn	–	–	–	13,0

Teplota nasávaného vzduchu (VT)

Většina analyzátorů spalin je standardně vybavena teplotní sondou na přístroji. Lze tak díky umístění měřicího přístroje na plášti hořáku měřit teplotu nasávaného vzduchu v bezprostřední blízkosti hořáku. U zařízení nezávislých na vzduchu z místnosti je tato sonda nahrazena samostatným teplotním čidlem, které se umístí do přívodu čistého / nasávaného vzduchu.



Měření na zařízení nezávislém na vzduchu z místnosti

Teplota spalin (AT)

Teplota spalin se měří přes termočlánek v odběrové sondě. Odběrová sonda se zavede skrz měřicí otvor do spalinového kanálu (vzdálenost měřicího otvoru ke kotli by měla být minimálně dvojnásobek průměru spalinového kanálu). Stálým měřením teploty se vyhledá bod s nejvyšší teplotou spalin (tak zvané jádro proudění) a v tom místě se sonda zafixuje. V jádru proudění je teplota a koncentrace kyslíčnicku uhličitého (CO₂) nejvyšší a obsah kyslíku (O₂) nejnižší.

Koncentrace O₂

Kyslík nespotřebovaný v případě přebytku vzduchu při spalování se objevuje jako plynná složka spalin a je měřítkem účinnosti spalování. Spaliny jsou čerpadlem nasávány přes odběrovou sondu a jsou vedeny do cesty měřeného plynu analyzátoru spalin. Tam jsou přiváděny přes plynový senzor pro O₂ a je určena koncentrace plynu. Obsah O₂ se také používá pro výpočet koncentrace CO₂ ve spalinách, což - jak je popisováno shora - je využíváno pro seřizování kondenzačních kotlů.

Koncentrace kyslíčnicku uhličitého (CO₂)

Místo obsahu kyslíku - jak již bylo dříve zmíněno - lze použít pro výpočet komínové ztráty také koncentraci kyslíčnicku uhličitého. Vyskytuje-li se při nepatrném přebytku vzduchu (dokonalé spalování) co nejvyšší podíl CO₂, je potom komínová ztráta nejnižší. Pro každé palivo existuje maximální dosažitelný obsah CO₂ ve spalinách, který je dán chemickým složením paliva. Této hodnoty se však v praxi nedá dosáhnout, poněvadž pro bezpečný provoz hořáku je vždy nutný určitý přebytek vzduchu, který procentuální podíl CO₂ ve spalinách redukuje.

Z tohoto důvodu se při seřizování hořáku neusiluje o maximální, nýbrž o co nejvyšší obsah CO₂.

Hodnoty CO_{2max} pro různá paliva:

- topný olej 15,4 obj. % CO₂
- zemní plyn 11,8 obj. % CO₂
- uhlí 1,5 obj. % CO₂

V podkladech výrobce se často nacházejí údaje o tom, jakých koncentrací CO₂ lze dosáhnout a jaké změny v seřizování množství vzduchu se mají pro dosažení těchto hodnot provést. Většina analyzátorů spalin není vybavena senzorem CO₂, koncentrace CO₂ ve spalinách se totiž vypočítává pomocí naměřeného obsahu O₂. To je možné proto, že obě hodnoty se vůči sobě nacházejí v pevném poměru. Jelikož do tohoto výpočtu vstupuje hodnota maximálního obsahu CO₂ aktuálního paliva, musí se před každým měřením v analyzátoru spalin zadat správné palivo, které zařízení používá.

5. Zjištění účinnosti (η)

U konvenčních otopných zařízení

Účinnost spalování (η) konvenčního otopného zařízení se zjistí, když odečteme od celkové přivedené energie (výhřevnost $H_U = 100\%$ přivedené energie) komínovou ztrátu (q_A).

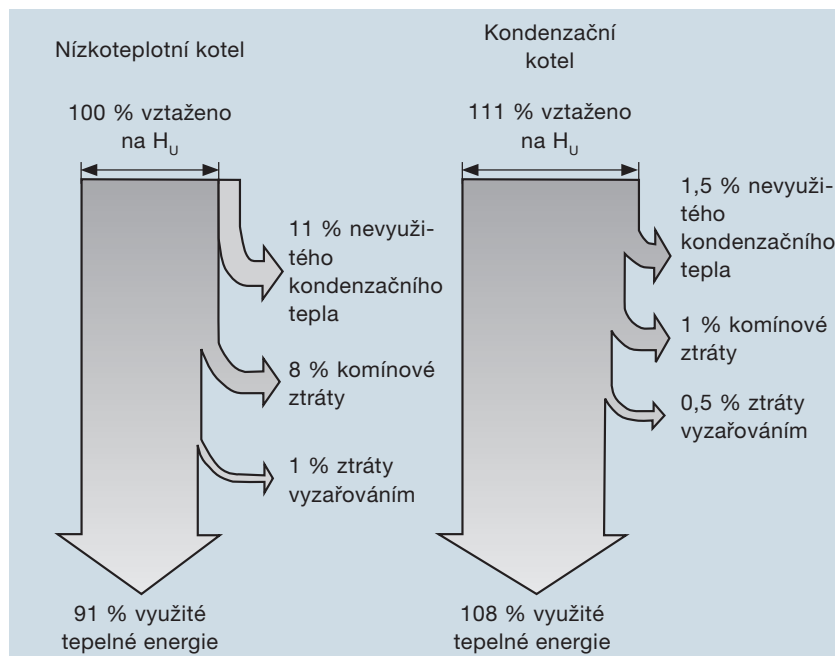
U kondenzačních zařízení

Protože se u moderních kondenzačních kotlů zpětně využívá kondenzační teplo, byla u firmy Testo pro správný výpočet zavedena dodatečná hodnota XK, která obsahuje využití kondenzačního tepla vztaženého na výhřevnost. Při ochlazování spalin pod jejich teplotu rosného bodu, jehož teoretická hodnota je specificky dle paliva uložena v měřicích přístrojích Testo, udává koeficient XK zpětně využívané skupenské výparné teplo kondenzující vody jako zápornou hodnotu, čímž se komínová ztráta sníží, příp. se může stát negativní. Účinnost vztažená na výhřevnost proto může akceptovat hodnoty nad 100% .

Například:

$A_2 = 0,68$
 $B = 0,007$
 $AT = 45\text{ °C}$
 $VT = 30\text{ °C}$
 $O_2 = 3\%$
 $XK = 5,47\%$
 q_A (bez koeficientu XK) = 1%
 q_A (s koeficientem XK) = -5%
 $\eta = 100\% - (-5\%)$

V tomto grafu je pomocí dalšího příkladu ještě jednou objasněno, proč je u kondenzačních kotlů účinnost vyšší než 100% :



Ztráty energie u nízkoteplotních a kondenzačních kotlů

Když se palivo úplně přemění, vzniká teplo a vodní pára.

- Jestliže se teplo získá úplně, máme 100% výhřevnosti H_U .
- Počítá-li se k tomu s energií obsaženou ve vodní páře (kondenzační teplo), získá se výhřevnost H_S .
- Celková výhřevnost H_S je vždy vyšší než výhřevnost H_U .
- Při výpočtu účinnosti se vždy bere za základ účinnost H_U
- Kondenzační kotle však využívají navíc k výhřevnosti kondenzační energii. Proto může být účinnost matematicky vyšší než 100% .

6. Měření komínového tahu

Vztlak nebo komínový tah je u kotlů s přirozeným tahem základním předpokladem pro odvod spalin komínem. Na základě nízké hustoty horkých spalin proti studenému venkovnímu vzduchu vzniká v komíně podtlak, který se také nazývá komínový tah. Díky tomuto podtlaku je nasáván vzduch potřebný pro spalování a jsou překonány veškeré odpory kotle a spalinového potrubí. U přetlakových kotlů není třeba brát ohled na tlakové poměry v komíně, poněvadž přetlakový hořák potřebný přetlak pro odvod spalin vytváří. U těchto zařízení je možno použít menší průměr komína. Při měření komínového tahu se zjišťuje rozdíl mezi tlakem uvnitř spalinového kanálu a tlakem v prostoru, kde je zařízení instalováno. Měření probíhá jako při určování komínové ztráty v jádru proudění ve spalinovém kanálu. Jak bylo dále výše popsáno, musí se tlakový senzor měřicího přístroje před měřením vynulovat.

Typické hodnoty komínového tahu:

Přetlakové kotle s přetlakovým hořákem + kondenzační:
přetlak 0,12 – 0,20 hPa (mbar) Olejové odpařovací hořáky
a atmosférická plynová topeniště: podtlak 0,03 – 0,10 hPa (mbar)

Příliš nízké hodnoty při měření tlaku mohou mít následující příčiny:

- cesta tahu v měřicím přístroji je netěsná
- tlakový senzor není správně vynulován

Příliš vysoké hodnoty mohou mít následující příčiny:

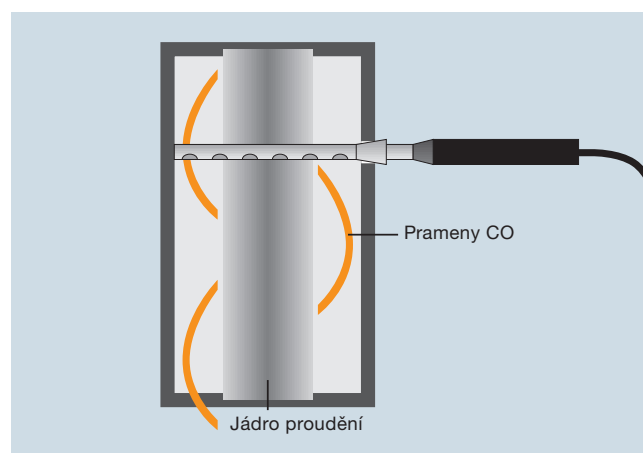
- příliš silný tah komína
- tlakový senzor není správně vynulován

7. Měření koncentrace CO

Kontrola hodnoty CO připouští závěry o kvalitě spalování a slouží k bezpečnosti provozovatele zařízení. Při ucpání spalinových cest by se například u atmosférických plynových zařízení dostaly spaliny přes komínovou pojistku tahu do kotelny, což by vedlo k ohrožení provozovatele. Proto se musí po seřizovacích pracích změřit koncentrace kyslíčnicku uhelnatého (CO) a zkontrolovat spalinové cesty. U plynových hořáků s ventilátorem není toto bezpečnostní opatření nutné, poněvadž zde jsou spaliny do komína vytlačovány.

Měření se smí provádět nejdříve po 2 minutách od uvedení topeniště do provozu, poněvadž teprve potom se zvýšený obsah CO během náběhu zařízení sníží na normální provozní hodnotu. To platí také u plynových kotlů s řízeným spalováním, poněvadž tyto kotle po zapálení hořáku provádějí kalibraci, během které se mohou krátkodobě vyskytnout velmi vysoké emise CO. Měření probíhá stejně, jako při určování komínové ztráty, a to v jádru proudění ve spalinovém kanálu. Poněvadž však jsou spaliny zředěné čistým vzduchem, musí se obsah CO zpět přepočítat na neředěné spaliny (jinak by mohl být obsah CO manipulován příměsí vzduchu). Měřicí přístroj proto propočítá neředěnou koncentraci CO spolu se současně naměřeným obsahem kyslíku ve spalinovém kanálu a zobrazí ji jako CO neředěný.

U atmosférických plynových zařízení není koncentrace CO ve spalinovém potrubí všude stejně vysoká (vytváření pramenů). Proto se musí při koncentraci > 500 ppm provést odběr vzorku víceotvorovou sondou (např. sonda pro měření v mezikruží od firmy Testo s objednacím číslem 0632 1260). Víceotvorová sonda má řadu otvorů, které snímají koncentraci CO napříč celým průměrem spalinového potrubí.



Měření CO pomocí víceotvorové sondy

8. Kontrola spalinových cest

Kontrola komínové pojistky tahu:

U atmosférických plynových kotlů s komínovou pojistkou je bezchybný odtah spalin předpokladem pro bezpečnou funkci vytápěcího zařízení. Lze k tomu použít detektor zpětného tahu, který je vedle komínové pojistky tahu povinný a detekuje tam zachycení vlhkosti obsažené ve spalinách.

Pro zpětný tah připadají v úvahu následující příčiny:

- Zúžení spalinovodu nečistotami nebo deformací
- Nedostatečný přísun vzduchu potřebného pro spalování
- Únava materiálu u těsnění, uvolněné spoje potrubí, koroze

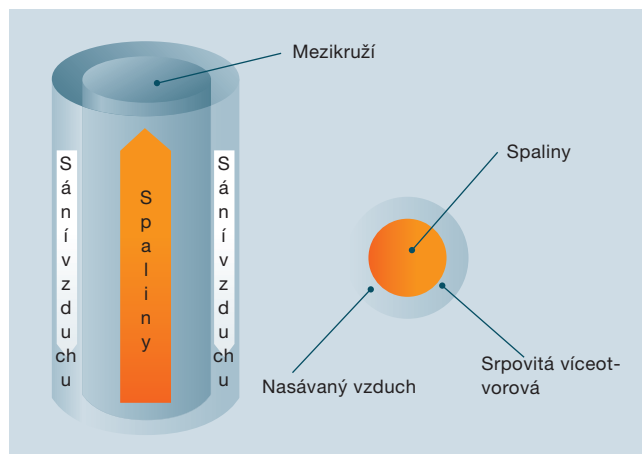


Použití detektoru zpětného tahu testo 317-1

Zkouška těsnosti spalinových cest:

U vytápěcích zařízení s provozem nezávislým na vzduchu z místnosti s těsností spalinových cest kontroluje měřením O_2 v nasávaném vzduchu v mezikruží koaxiálního potrubí. Koncentrace O_2 v nasávaném vzduchu v mezikruží by měla být obecně 21 %. Pokud jsou naměřeny hodnoty pod 20,5 %, musí to být interpretováno jako netěsnost spalinového kanálu nacházejícího se uvnitř koaxiálního potrubí a zařízení se musí zkontrolovat.

Srpovitá víceotvorová sonda od firmy Testo (objednací číslo 0632 1260) umožňuje bezpečné a rychlé měření obsahu O_2 v mezikruží. Obvyklá metoda zkoušky těsnosti spalinového potrubí tlakovou zkouškou se dnes ještě používá pouze v komíně. S detektorem zpětného tahu, jako je např. testo 317-1 (objednací číslo 0632 3170), se dají úniky ve spalinových cestách rychle a spolehlivě vyhledat.



Měření O_2 v mezikruží srpovitou víceotvorovou sondou

9. Péče o měřicí přístroj

Po ukončeném měření by měla odběrová sonda při zapnutém čerpadle měřeného plynu vyjmout ze spalinového kanálu. Tím se čistý okolní vzduch zavede přes plynové senzory a propláchne je.

Doplňkové kontroly u spalovacích zařízení

Kontrola oxidů dusíku (NO_x)

Měřením oxidů dusíku lze kontrolovat opatření pro snižování emisí oxidů dusíku u spalovacích zařízení. Jako oxidy dusíku (NO_x) je označován součet oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO₂). Podíl NO a NO₂ je v oblasti malých kotlů (kromě kondenzačních) vždy stejný (97 % NO, 3 % NO₂). Proto se normálně oxidy dusíku NO_x vypočítávají po změření kyslíčnicku dusnatého NO. Pokud jsou nutná přesná měření NO_x, musí se podíl kyslíčnicku dusnatého (NO) a kyslíčnicku dusičitého (NO₂) změřit a sečíst. U kondenzačních kotlů nebo při použití smíšených paliv tento případ nastává, protože v těchto případech neexistuje poměr 97 % ku 3 %.

Na základě dobré rozpustnosti kyslíčnicku dusičitého (NO₂) ve vodě, se musí pro zjištění přesné koncentrace NO₂ měřit suchý plyn, protože jinak by nebyl zohledněn NO₂ rozpuštěný v kondenzátu. Proto je třeba vždy při měření kyslíčnicku dusičitého použít úpravnu plynu, která plyn před vlastním měřením vysuší.

- Pokud se provádí měření v blízkosti elektrofiltru, musí být odběrová sonda z důvodu statického náboje uzemněna.
- Jestliže se očekává vysoké zatížení prachem a sazí, musí se použít vyčištěné a suché filtry. Eventuelně lze použít předřazený filtr.

Měření CO v okolí

Při údržbě plynových kotlů v obytných prostorech by se mělo z bezpečnostních důvodů paralelně s měřením spalin provést také měření CO v okolí, poněvadž zpět proudící spaliny mohou vést k vysokým koncentracím CO a tím k nebezpečí otravy provozovatele.

Koncentrace CO od 0,16 obj. % (1 600 ppm) v okolním vdechovaném vzduchu vede u člověka k usmrcení. Toto měření musí být v každém případě provedeno pře všemi ostatními měřeními.

Koncentrace CO ve vzduchu		Doba inhalace a následky
30 ppm	0,003 %	MAK-Wert (max. koncentrace na pracovišti v Německu při osmihodinové pracovní době)
200 ppm 400 ppm	0,02 % 0,04 %	Lehké bolesti hlavy během 2 až 3 hodin bolesti hlavy v oblasti čela během 1 a 2 hodin, rozšiřují se do oblastí celé hlavy
800 ppm	0,08 %	Závrať, nevolnost a škubání končetin během 45 minut, bezvědomí během 2 hodin
1.600 ppm	0,16 %	Bolesti hlavy, nevolnost a závrať během 20 minut, smrt během 2 hodin
3.200 ppm	0,32 %	Bolesti hlavy, nevolnost a závrať během 5 až 10 minut, smrt během 30 minut
6.400 ppm	0,64 %	Bolesti hlavy a závrať během 1 až 2 minut, smrt během 10 až 15 minut
12.800 ppm	1,28 %	Smrt během 1 až 3 minut

Měření CO₂ v okolí

Při měření v okolí se často zjišťuje pouze obsah CO v okolním vzduchu. Avšak také CO₂, který může vznikat třeba při zablokovaném odtahu spalin, je pro člověka od určité koncentrace škodlivý. Aby se možná nebezpečí s jistotou vyloučila, musí se brát ohled na obě hodnoty. Obsah CO₂

je spolehlivým včasným indikátorem pro otravy a proto je jeho měření optimálním doplněním měření CO. Paralelní měření obou hodnot umožňuje úplný výrok o nebezpečných koncentracích již včas.

Působení koncentrace CO₂ na člověka

387 ppm	0,0387 %	Normální koncentrace CO ₂ venku
5.000 ppm	0,5 %	Maximální povolená koncentrace na pracovišti
15.000 ppm	1,5 %	Minutová plicní ventilace stoupá minimálně o 40 %
40.000 ppm	4 %	Koncentrace CO ₂ při výdechu
50.000 ppm	5 %	Závrať, bolesti hlavy
80.000 – 100.000 ppm	8 bis 10 %	Dýchací potíže, pocit slabosti až bezvědomí smrt po 30 až 60 minutách
200.000 ppm	20 %	Rychlé upadnutí do bezvědomí smrt po 5 až 10 minutách

Zkouška funkčnosti a seřizování olejových spalovacích zařízení

Pracovní kroky a pokyny zde popsané exemplárně ukazují, jak má vypadat seřizování a měření při uvádění kotlů do provozu. Jsou to nízkoteplotní kotle s olejovými hořáky s ventilátorem. Kondenzační kotle zde nejsou zohledňovány.

1. Měření sazového čísla

Do spalinového kanálu se zavede pumpa sazového čísla s vloženým filtračním papírem a spaliny s nasají deseti rovnoměrnými zdvihy pístu. Závěrem se filtrační lístek vyjme a prověří se na přítomnost olejových derivátů (kapičky oleje). Je-li zjištěno zbarvení olejovými deriváty nebo zvlhnul-li filtr tvorbou kondenzátu, musí se měření opakovat. Pro oficiální zjištění sazového čísla v Německu se musí provést tři jednotlivá měření. Zčernání filtračního

papíru se vždy porovná s Bacharachovou stupnicí. Konečná platná hodnota se stanoví vytvořením průměrné hodnoty z jednotlivých měření. Mělo by se usilovat o sazové číslo 0.

U neznámých zařízení by se mělo nejprve provést měření sazů, aby se zbytečně nezatěžovaly měřicí přístroje eventuelními přítomnými zbytky spalování (saze a olejové deriváty). Při vysokých sazových číslech by se mělo nejprve zkontrolovat a změnit základní nastavení olejového hořáku dříve, než se bude dále optimalizovat nastavení pomocí analyzátoru spalin. Krok 2 vysvětluje postup:

2. Seřizování olejových hořáků

Při uvádění olejových hořáků do provozu a při jejich údržbě je třeba provést nastavení a kontrolu nejdůležitějších parametrů. Jednotlivé pracovní kroky k těmto úkonům jsou detailně uvedeny v podkladech výrobce a v následujícím jsou popsány obecně, pro tak zvané žluté hořáky.

Volba správné trysky:

V tabulce trysek je vybrána pomocí požadovaného výkonu hořáku vhodná tryska a tlak oleje, který se má nastavit.

Základní nastavení množství vzduchu:

Podklady výrobce obsahují informace k základnímu nastavení potřebného množství vzduchu hořáku. V závislosti na požadovaném tepelném výkonu jsou na stupnici stanoveny příslušné hodnoty pro nastavení vzduchové klapky a kondenzačního kotouče.

Základní nastavení olejového čerpadla (tlak čerpadla):

Tlak čerpadla již byl definován pomocí požadovaného výkonu hořáku a výběru trysky v tabulce trysek. Na olejové čerpadlo se pro odečítání tlaku čerpadla našroubuje manometr a tlak čerpadla se přiměřeně nastaví šroubkem pro regulaci tlaku. Pomocí vakuometru, který je rovněž nainstalován na olejovém čerpadle, se zkontroluje, že není podtlak 0,4 bar v sacím potrubí překročen.

Optimalizace a kontrola spalování:

Těmito základními nastaveními množství vzduchu a tlaku oleje by již mělo být dosaženo vhodných hodnot spalování, které je možno dále optimalizovat za pomoci měření spalin. Přitom následuje optimalizace spalování obecně změnou množství vzduchu na vzduchové klapce (hrubé nastavení), příp. na kondenzačním kotouči (jemné nastavení). Příliš málo spalovacího vzduchu brání úplnému spalování a tím úplnému využití paliva a vede k tvorbě sazí. Příliš mnoho vzduchu vede k tomu, že se přebytečný vzduch ve spalovací komoře ohřívá a je nevyužitý odváděn komínem. V závislosti na výrobci hořáku jsou pro optimalizaci spalování předepisovány hodnoty pro CO₂ nebo CO, pro přebytek vzduchu nebo komínovou ztrátu / účinnost. Tyto hodnoty se měří pomocí analyzátoru spalin.

U žlutého hořáku

se topný olej rozprašuje tryskou a zplynování oleje se uksutečňuje uvnitř plamene. Při hoření je rozeznáván nažloutlý plamen.

U modrého hořáku

se využívají horké spaliny, aby se rozprášený olej ještě před skutečným spalováním ohřál a tím dochází ke zplynování oleje před plamenem. Proto je vidět namodralý plamen.

Be sure. **testo**



Všechny měřicí přístroje
pro otopná zařízení
naleznete zde:
www.testo.cz

0980 xxxx/cz/08/2017 - Veškeré změny technického charakteru jsou vyhrazeny.

Testo, s.r.o.
Jinonická 80
158 00 Praha 5
tel.: 222 266 700
fax: 222 266 748
e-mail: info@testo.cz
www.testo.cz