

### Stanovení účinnosti výroby tepelné energie v kotlích

(1) Účinnost výroby tepelné energie  $\eta_v$  ve všech typech kotlů se všemi druhy paliv se stanoví jako poměr tepelné energie vyrobené v kotli  $Q_v$  [GJ] a energie paliva spáleného v kotli  $Q_{pal}$  [GJ] za stejnou dobu vyjádřený

$$\eta_v = \frac{Q_v \times 100}{Q_{pal}} = \frac{Q_v \times 100}{M_{pal} \times Q_i^r} \quad [\%]$$

(2) Tepelná energie vyrobená v kotli  $Q_v$  se stanoví podle druhu teplotnosné látky

a) pro teplovodní a horkovodní kotle

$$Q_v = \frac{M_v \times (i_{vv} - i_{vs})}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

b) pro parní kotle s výrobou přehřáté páry

$$Q_v = \frac{M_p \times (i_p - i_{nv})}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

c) pro parní kotle s výrobou syté páry

$$Q_v = \frac{M_{nv} \times (i_p - i_{nv})}{1000} \quad [\text{GJ}]$$

(3) Není-li možno použít postup podle odstavce 2, protože nejsou pro kotle o jmenovitém výkonu do 2,5 MW na plynné nebo kapalné palivo k dispozici spolehlivá, technicky vhodná měřidla nebo by jejich pořízení bylo ekonomicky neefektivní, stanoví se účinnost výroby tepelné energie  $\eta_v$  prostřednictvím provedeného měření v příslušném roce podle vztahu

$$\eta_v = 100 - \xi_k - 4 \quad [\%]$$

(4) U kotlů o jmenovitém výkonu nad 2,5 MW se účinnost výroby tepelné energie  $\eta_v$  stanoví podle normy ČSN 07 0305 - Hodnocení kotlových ztrát.

(5) U kotlů instalovaných ve spalovnách komunálního nebo průmyslového odpadu se účinnost výroby tepelné energie  $\eta_v$  stanoví prostřednictvím kontinuálně nebo pravidelně prováděného měření v příslušném roce podle vztahu:

$$\eta_v = 100 - \xi_k - 8 \quad [\%]$$

(6) U spalínových kotlů za plynovou turbínou se účinnost výroby tepelné energie  $\eta_v$  stanoví jako poměr rozdílu průměrných ročních teplot spalín na vstupu do kotle a na výstupu z něho a průměrné roční teploty na vstupu, s odečtením ztráty tepla z kotle do okolí podle vztahu:

$$\eta_v = \left( \frac{t_s - t_k}{t_s} - \frac{\xi_{ss}}{100} \right) \times 100 \quad [\%]$$

(7) Ztrátu citelným teplem spalín  $\xi_k$  pro případ podle odst. 3 a odst. 5 je možno stanovit pomocí změření obsahu  $\text{CO}_2$  ( $\omega_{\text{CO}_2}$ ) ve spalínách za kotlem, tzn. ztrátu citelným teplem spalín  $\xi_k$  - podle ČSN 07 0305 - Hodnocení kotlových ztrát

$$\xi_k = K_1 \cdot \frac{t_k - t_{vz}}{\omega_{\text{CO}_2}} \quad [\%]$$

Hodnota  $\omega_{\text{CO}_2}$  se stanoví buď přímým měřením nebo přepočtem z naměřeného obsahu  $\text{O}_2$  ve spalínách za kotlem a přebytku vzduchu  $\alpha$

$$\omega_{\text{CO}_2} = \frac{\omega_{\text{CO}_2 \text{ max}}}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{21}{21 - \omega_{\text{O}_2}}$$

kde

$K_1$	[-]	Koeficient pro uhlí podle ČSN 070305; pro LTO = 0,58; pro TTO = 0,6; pro ZP = 0,48; pro komunální odpad = 0,7;
$M_{nv}$	[t]	množství napájecí vody na vstupu do kotle
$M_p$	[t]	množství páry na výstupu z kotle
$M_{pal}$	[t, tis.m <sup>3</sup> ]	množství spáleného paliva
$M_v$	[t]	množství oběhové vody protékající kotlem
$Q_i^r$	[MJ/kg, MJ/m <sup>3</sup> ]	výhřevnost paliva
$Q_{pal}$	[GJ]	energie paliva spáleného v kotli, resp. ve výrobně tepla
$Q_v$	[GJ]	teplo vyrobené v kotli
$\xi_{ss}$	[%]	Ztráta sdílením tepla z kotle do okolí (pokud není známa z dokumentace, dosadí se $\xi_{ss} = 1 \%$ )
$\xi_k$	[%]	Ztráta citelným teplem spalín (komínová) zjištěná na základě měření teploty a analýzy spalín za kotlem (při větším počtu měření průměrná hodnota v příslušném roce)
$i_{nv}$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie napájecí vody na vstupu do kotle
$i_p$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie páry na výstupu z kotle
$i_{vs}$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie horké nebo teplé vody na vstupu do kotle

$i_{vy}$	[kJ/kg]	průměrná roční nebo měsíční entalpie horké nebo teplé vody na výstupu z kotle
$t_k$	[°C]	průměrná roční nebo měsíční teplota spalin (resp. teplota spalin při stanovení ztráty citelným teplem spalin) na výstupu z kotle do komína
$t_s$	[°C]	průměrná roční nebo měsíční teplota spalin z turbíny na vstupu do kotle
$\eta_v$	[%]	účinnost výroby tepla v kotli
$t_{vz}$	[°C]	teplota vzduchu vstupujícího do kotle
$\alpha$	[-]	přebytek vzduchu ve spalinách za kotlem
$\omega_{CO_2}$	[obj.%]	naměřený obsah $CO_2$ ve spalinách za kotlem
$\omega_{CO_2max}$	[obj.%]	obsah $CO_2$ ve spalinách při teoretickém spalování (závisí na druhu paliva) pro černé uhlí = 18,7; pro hnědé uhlí = 19; pro LTO = 15,6; pro TTO = 16; pro ZP = 11,9; pro komunální odpad = 17;
$\omega_{O_2}$	[obj.%]	naměřený obsah $O_2$ ve spalinách za kotlem