

**BOSCH**

Stvorené pre život

Odborná informácia

www.bosch-industrial.com/sk

Využitie spalného tepla

Dipl.-Ing. Matthias Raisch, Bosch Industriekessel GmbH

Prevádzkovatelia parných a horúcovodných kotlových zariadení môžu pri použití dostupnej a osvedčenej kondenzačnej techniky znížiť svoje prevádzkové náklady a prispieť k zníženiu emisií CO₂, ako aj k ochrane životného prostredia. Pri dôslednom využívaní kondenzačnej techniky sa dodatočné náklady amortizujú za menej ako dva roky.

Horná výhrevnosť, dolná výhrevnosť a kondenzačné teplo

Dolná výhrevnosť (H_f) je energia, ktorá sa uvoľní pri úplnom spálení paliva, keď sa spaliny ochladia pri konštantnom tlaku späť na referenčnú teplotu. Vodná para, ktorá vzniká pri spaľovaní zostáva pri tomto procese v plynnom stave. Výhrevnosť teda udáva iba množstvo citeľného tepla obsiahnutého v spalinách, nie však teplo viazané vo vodnej pare. Účinnosť sa počíta na základe výhrevnosti paliva, pretože v minulosti bolo nevyhnutné ponechať vodnú paru v plynnom stave pomocou vysokých teplôt spalín, aby sa zabránilo kondenzácii spalín a korózii kotla, resp.

spalinovodu alebo zanášania komína sadzami.

Horná výhrevnosť (H_g) je energia, ktorá sa uvoľňuje pri úplnom spálení paliva, keď sa spaliny ochladia pri konštantnom tlaku až na referenčnú teplotu. Horná výhrevnosť navyše obsahuje energiu uvoľnenú pri kondenzácii vodnej pary, obsiahnutej v spalinách, tzv. kondenzačné teplo.

Základné princípy využitia výhrevnosti

Energii obsiahnutú vo vodnej pare spalín možno dnes využívať pomocou kondenzačnej techniky. Konštrukčné materiály výmenníkov tepla, ktoré sú odolné

voči korózii, systémy odvádzania spalín a komíny odolné voči vlhkosti umožňujú dlhodobú prevádzku, bez toho aby došlo ku škodám na zariadení. Pre využitie spalného tepla je potrebné odňať spalínám nielen citeľné teplo, ale aj vo vodnej pare čiastočne viazané kondenzačné teplo.

Zmeny trendov v používaní palív zvýhodnili kondenzačnú techniku

Spaľovanie ťažkého vykurovacieho oleja v Európe sa v posledných rokoch stále viac obmedzovalo (napr. používanie ťažkého vykurovacieho oleja ako paliva je v Nemecku od roku 1986 zakázané ustanoveniami smernice TA-Luft pre spaľovacie zariadenia <5 MW). Zo všetkých valcových kotlov, inštalovaných v Nemecku v posledných 2 rokoch, s výkonom do 20 MW, bolo 25% vybavených spaľovaním plynu, 40% spaľovaním zemného plynu v kombinácii s ľahkým vykurovacím olejom, pričom je prednostne spaľovaný plyn a 35% spaľovaním ľahkého vykurovacieho oleja .

Aktívna ochrana životného prostredia a technické riešenia pre zlepšenie kondenzačnej techniky sú v súčasnosti hlavné dôvody pre masívnejšie použitie zemného plynu ako paliva.

Ak sa vykoná porovnanie charakteristických hodnôt obvyklých palív, ktoré sú relevantné pre využitie kondenzačnej techniky, ponúka zemný plyn najvyšší využitelný potenciál (vid'. tabuľka 1)

Zemný plyn ponúka

- ▶ najvyšší obsah vody v spalínach
- ▶ najvyšší rosný bod spalín
- ▶ najvyššiu hodnotu pH spalínového kondenzátu

Pri porovnaní s vykurovacím olejom EL je k dispozícii viac kondenzačného tepla pri vyššej kondenzačnej teplote, tj. že kondenzácia spalín začína už pri vyšších teplotách spalín. Spaliny vznikajúce pri spaľovaní

neobsahujú takmer žiadne sadze a zlúčeniny síry. V dôsledku toho sú pri týchto spaľovacích zariadeniach veľmi nízke náklady na odstraňovanie znečistenia vykurovacích plôch pre udržanie hospodárnej prevádzky a pre predchádzanie poruchám. Pretože hodnota pH kondenzátu spalín je v porovnaní s vykurovacím olejom EL vyššia, sú náklady potrebné na zlikvidovanie kondenzátu nižšie.

Vhodnosť použitia vykurovacieho oleja s nízkym obsahom síry bola preukázaná

V dôsledku rastúceho preniku vykurovacieho oleja s nízkym obsahom síry na trh sa zvyšuje aj dopyt po kondenzačných systémoch tohto paliva.

Nízky obsah síry v palive (maximálne 50 ppm = 0,005 hmotnostných percent v porovnaní s 0,1 hmotnostných percent síry u vykurovacieho oleja EL) podporuje spaľovanie bez sadzí, takže kondenzáciu spalín je možné využiť aj pri vykurovacom oleji s nízkym obsahom síry.

Skúšobné testy preukázali, že pri dodržaní predpisovaných intervalov čistenie výmenníka tepla možno u nízkosírneho vykurovacieho oleja doceliť podobne vysokú prevádzkovú využiteľnosť zariadenia ako pri plynných palivách.

Odsírenie ako prídavný krok výrobného procesu mierne zdražuje nízkosírny vykurovací olej. Vyššie náklady na palivo sú však vplyvom vyššej účinnosti a s tým spojenou úsporou paliva viac ako kompenzované (k tomu je potrebné pripočítať, že od roku 2009 je daňová sadzba stanovená podľa obsahu síry v palive, čo vedie k daňovej výhode v porovnaní s vykurovacím olejom EL). Ak sú kotly vybavené duálnym systémom spaľovania voliteľne pre spaľovanie zemného plynu alebo vykurovacieho oleja EL (napr. v spojení so zmluvami na odpojovanie plynu, podľa ktorých musí prevádzkovateľ pri silnom mraze dočasne umožniť pre-

Palivo	Dolná výhrevnosť (H _i) [kWh/m ³ /kg]	Horná výhrevnosť (H _s) [kWh/m ³ /kg]	Pomer H _s /H _i [%]	Rosný bod spalín [°C]	Teor. kondenzát [kg/kWh]	pH hodnota [-]
Zemný plyn „H“	10,35	11,46	110,7	55,6	0,16	2,8–4,9
Zemný plyn „L“	8,83	9,78	110,8	55,1	0,16	2,8–4,9
Propán	25,89	28,12	108,6	51,4	0,13	2,8–4,9
Bután	34,39	37,24	108,3	50,7	0,12	2,8–4,9
EL vykurovací olej*	11,90	12,72	106,9	47,0	0,10	1,8–3,7**

* Vykurovací olej EL „extra ľahký“: maximálny obsah síry v palive 0,1% hmotnosti

Kvalita vykurovacieho oleja s nízkym obsahom síry: Maximálny obsah síry v palive 50 ppm = 0,005% hmotnosti

** pH-hodnota kondenzátu z vykurovacieho oleja s nízkym obsahom síry: 2,3–4,5

vádzku kotla s náhradným palivom EL), je kondenzačný výmenník tepla vybavený spalínovým by-passom.

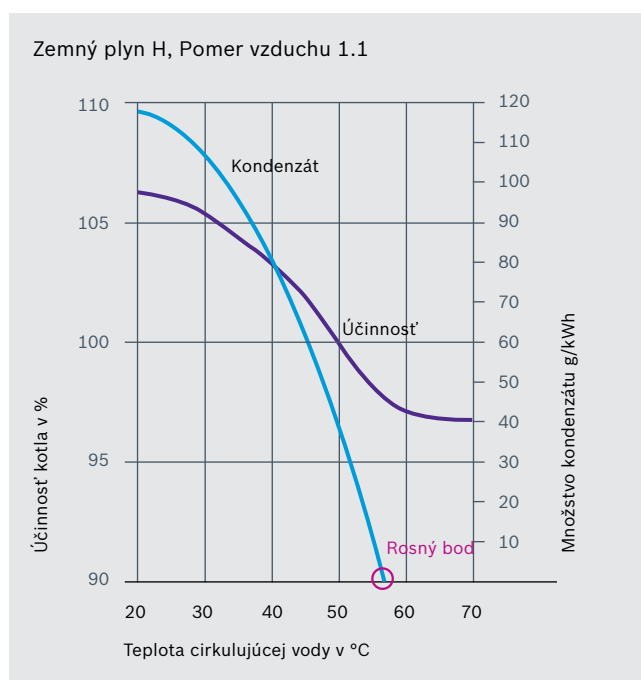
Kondenzačná technika umožňuje dosiahnuť účinnosť vyše 100%, vzťahnutá na výhrevnosť Hi

Pre využitie spalného tepla musia byť spaliny vznikajúce pri spaľovaní chladením skondenované pod teplotu rosného bodu. Pre využitie tohto potenciálu musia byť vykurovacie plochy v kontakte s mokrymi spalínami vyhotovené z nerezovej ocele.

Spaliny musia byť ochladené pod teplotu svojho rosného bodu vhodnými výmenníkmi tepla a čo možno najchladnejšou vodou v systéme.

Graf 1 ukazuje, aký vplyv má rosný bod spalín a teplota vratnej vody na množstvo kondenzujúcej vodnej pary a na dosiahnutelnú účinnosť kotla.

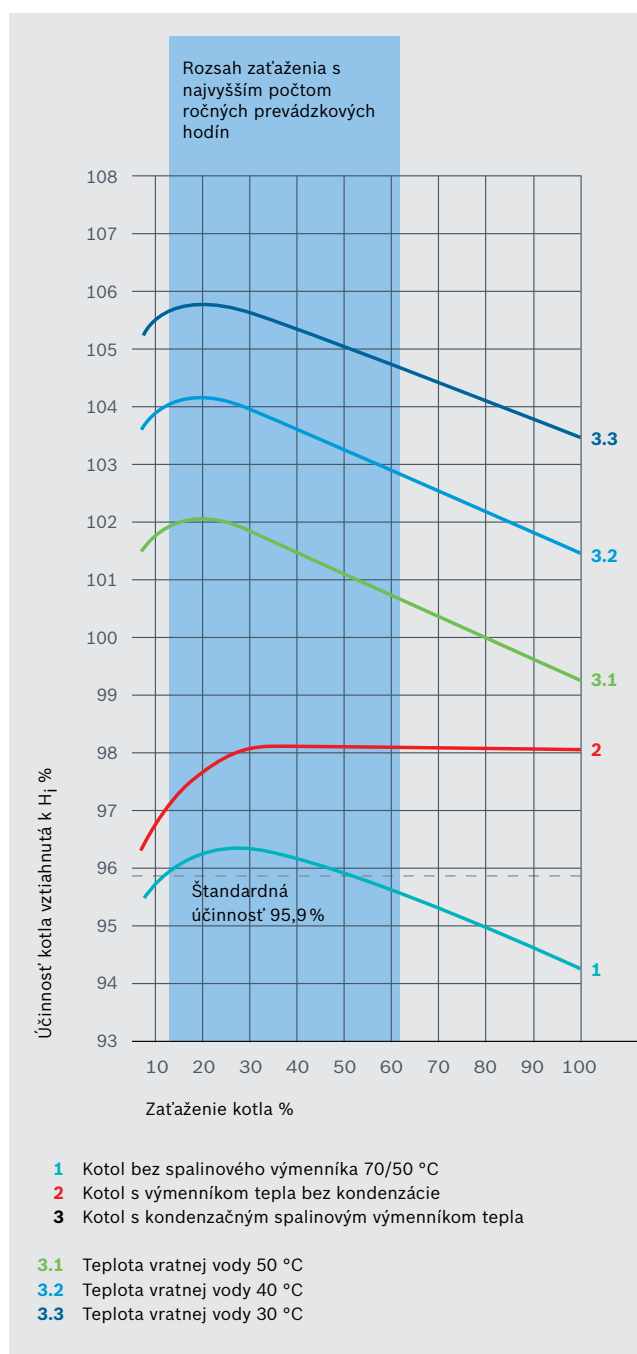
V grafe 2 sú ako príklad uvedené krivky účinnosti, ktoré ukazujú potenciál kondenzačnej techniky. Aplikáciou systému využitia spalného tepla sa docieli významného zvýšenia prevádzkového a hospodárskeho zisku v oblasti výroby horúcej vody a pary. V porovnaní s klasickými systémami s klasickým spalínovými výmenníkmi tepla je možné dosiahnuť využitím spaľovacieho tepla redukciu množstva paliva (a tým nákladov na palivo) o viac ako 10%. Kondenzačná technika tak prispieva k ochrane životného prostredia a ponúka možnosť redukcie emisií CO₂.



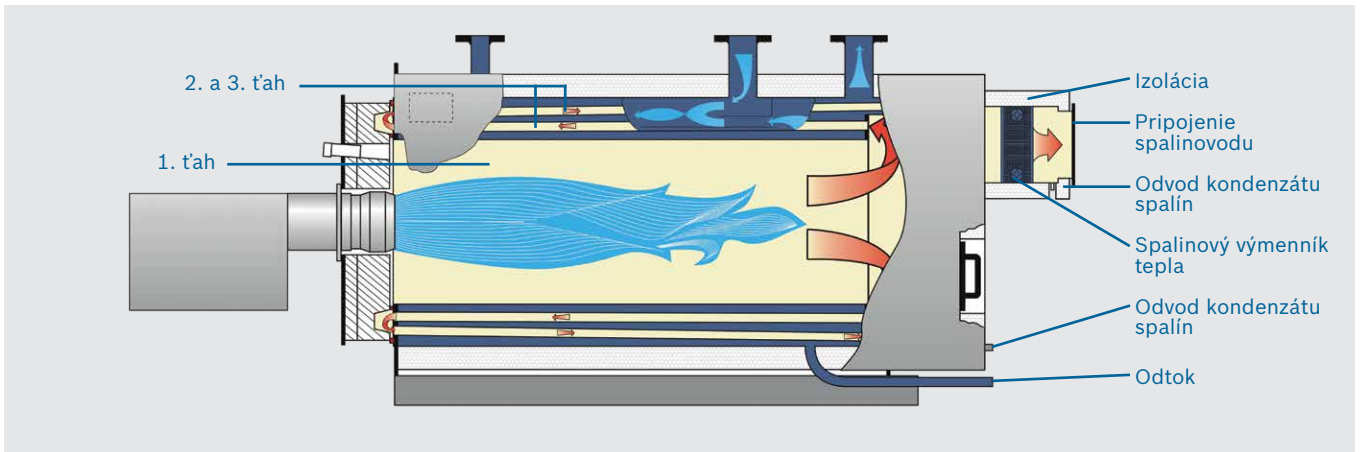
Graf 1: Vplyv teploty cirkulujúcej vody na účinnosť kotla a množstvo kondenzátu pri spaľovaní zemného plynu

Kondenzačné systémy

Kondenzačné kotly a plynové ohrievače vody pre menšie výkony sú väčšinou celé vyrábané z nehrdzavejúcej ocele. Horúcovodné kotly s vysokým výkonom pre vykurovanie väčších budov alebo komplexu budov nie sú z technických dôvodov a s ohľadom na vysoké náklady vyrábané z nehrdzavejúcej ocele. Takéto kotly sú pre využívanie spalného tepla vybavené špeciálnym nehrdzavejúcim spalínovým výmenníkom tepla, ktorý môže byť priamo integrovaný do kotla alebo môže byť inštalovaný ako samostatný modul (obr. 1 a 2).



Graf 2: Krivky účinnosti pre zariadenia s kondenzáciou spalín (Príklad: horúcovodný kotol so spaľovaním plynu)



Obrázok 1: Rez teplovodným kotlom UNIMAT s integrovaným spalinovým výmenníkom tepla

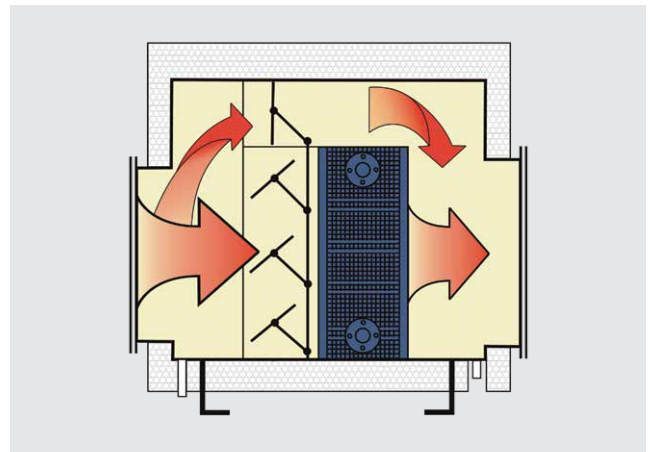
U parných kotlov nemôžu byť z dôvodu použitia dvojstupňového konceptu spätného využívania tepla spalín (pozri odsek: Oblasti použitia kondenzácie spalín u parných kotlov) uplatnené žiadne integrované systémy. Tu sa uplatňujú nerezové spalínové výmenníky tepla, inštalované ako separálny modul, ktorý je inštalovaný na výstupe spalín za kotlom (obr. 2).

Spalínový výmenník tepla inštalovaný ako separálny modul sa hodí zvlášť dobre pre rekonštrukcie kotlových zariadení. Zobrazený horúcovodný kotol (obr. 1) je konštruovaný ako plamencový žiarotrubný kotol v trojťahovom vyhotovení s vodou chladenou zadnou obratovou komorou spalín. Vďaka okrúhlej konštrukcii môžu byť za veľké sálavé výhrevné plochy plamena zapojené bohato dimenzované konvekčné výhrevné plochy v 2. a 3. ťahu spalín. Tým možno docíliť aj bez aplikácie vírivých vložiek v žiarových trubkách a bez dodatočne zapojených výhrevných plôch normového stupňa využitia cez 95%.

Oblasti použitia kondenzačnej techniky u horúcovodných systémov

Až do nedávnej doby bolo použitie kondenzačnej techniky zamerané na oblasti malých kondenzačných kotlov a plynových ohrievačov vody pre ústredné kúrenie a výrobu úžitkovej vody v malých obytných jednotkách a domoch. Postupne sa využitie kondenzácie presadilo aj u väčších systémov.

Pri menších systémoch sa v súčasnosti rozširuje využitie kondenzácie spalín pri spaľovaní vykurovacích olejov (v dôsledku dostupnosti nízkosírných vykurovacích olejov). Je len otázkou času, keď sa presadí využívanie kondenzácie pri spaľovaní vykurovacích olejov tiež v oblasti vyšších výkonov.



Obrázok 2: Spalínový výmenník tepla k samostatnej inštalácii a k dovybaveniu zariadení

Dosiahnuteľné množstvo kondenzácie závisí od vykurovacieho systému a skutočných prevádzkových teplôt. Základným predpokladom sú vykurovacie systémy, u ktorých vykurovacia voda cirkuluje priamo cez kotol a vykurovacie telesá.

Ďalšie opatrenie je modulované riadenie teploty vody v kotli v závislosti od vonkajšej teploty. Novo projektované podlahové vykurovacie systémy a veľkoplošné nízkotepelné vykurovacie systémy sú zvlášť vhodné pre kondenzačné kotly a celoročnú kondenzačnú prevádzku. Pretože mnohé staré systémy sú vybavené predimenzovanými vykurovacími telesami, ktoré poskytujú tiež pri nízkych prevádzkových teplotách v prevažnej časti vykurovacieho obdobia postačujúci vykurovací výkon, takže sú tiež vhodné pre vybavenie kondenzačnými kotlami. Aj pre vykurovacie systémy s rozdielnymi teplotnými zónami sa pre nízkotepelnú oblasť opláti inštalovať kondenzačné systémy. Pri

mnohých budovách boli dodatočne vykonané tepelno-izolačné opatrenia, takže aj pri nízkych teplotách systému sú budovy dostatočne vykurované. Väčšinu roka môžu byť teploty vo vratnej vetve riadené v súlade s potrebami kondenzačných kotlov.

Horúcovodné kotly pre potreby technologických procesov alebo pre diaľkové kúrenie s primárnym vykurovacím okruhom pre ohrev domových staníc a naň napojené sekundárne vykurovacie okruhy pre vykurovanie budov sú väčšinou prevádzkované s teplotou vratnej vody cez 100°C, tj. vysoko nad teplotou rosného bodu spalín, takže kondenzačná technika tu nie je použiteľná. Vďaka použitiu spalínových výmenníkov tepla na „suchú“ prevádzku je však možné dosiahnuť účinnosť kotla až 98%. Prevádzka s využitím kondenzácie je v týchto prípadoch možná len vtedy, ak je v zariadení dostupný nízkoteplotný sekundárny okruh.

Hydraulické zapojenie kondenzačných tepelných výmenníkov v teplovodných kotolniach

Najvyššie využitie spalného tepla sa docieli keď je teplota spiatocky čo najnižšia. Spiatočka zo siete s čo možno najnižšou teplotou (pod rosným bodom spalín z paliva) prúdi kondenzačným výmenníkom tepla, pričom dochádza na teplovýmenných plochách ku kondenzácii. Spaliny sa ochladzujú, voda v nízkoteplotnom vykurovacom okruhu sa ohrieva a vracia sa späť do siete.

Spiatočka sa pred vstupom do kotla mieša v module udržiavania teploty spiatocky na potrebnú najnižšiu vstupnú teplotu do kotla 50°C s vodou výstupnej vetvy (obr. 3). V kotli dochádza s pomocou špeciálneho injektora v hornej časti kotla k účinnému premiešaniu. Regulačný rozsah priradeného modulačného horáka môže byť tiež plne využitý. Aj v oblasti malého a nízkého zaťaženia horáka sa vyskytujú dlhé časové úseky prevádzky horáka s nízkymi teplotami spalín a optimálnym využitím kondenzácie spalín. Pomocou udržiavania teploty spiatocky sa vyhneme teplotám kotlovej vody pod rosným bodom spalín, ktoré by viedli ku korózii v kotli.

Oblasti použitia kondenzácie spalín u parných kotlov

Parné kotly so strednou prevádzkovou teplotou, najčastejšie medzi 150 až 200°C, sú napájané odplynenou napájacou vodou s teplotou medzi 85 až 105°C. Teploty spalín u týchto parných kotlov sa v dôsledku fyzikálnych závislostí pohybujú medzi 230 až 280°C. Na zníženie tepelných strát sa na ohrev napájacej vody používajú spalínové výmenníky tepla. Spaliny sa pri tom ochladzujú približne na 130°C, čo stále leží

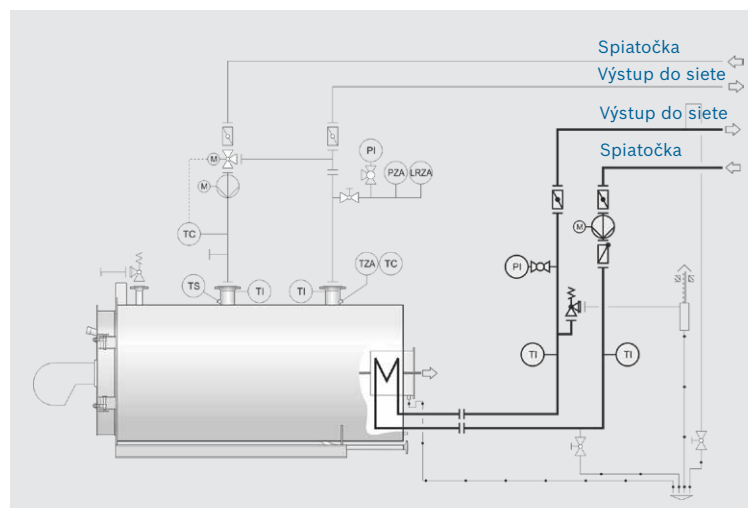
v „suchej“ oblasti nad teplotou rosného bodu.

Využitie kondenzácie je u tejto energetickej koncepcie nemožné. Pri inštalácii výmenníka tepla druhého stupňa s nízkoteplotnými spotrebičmi môže byť aj u týchto kotlov dosiahnuté využitie kondenzácie spalín (graf 3). Tento kondenzačný výmenník tepla je vyrobený z nehrdzavejúcej ocele, rovnako ako všetky pripojené spalínové cesty a odvodňovacie potrubie.

Na rozdiel od vykurovacích systémov budov s jasne definovateľnými teplotami systému a spiatocky, v priemysle sa používa veľa druhov pary s rôznym využitím na výrobné účely a vykurovanie. Preto si tu navzájom konkurujú rôzne systémy energetických úspor so systémami rekuperácie tepla. Aby bolo možné stanoviť najhospodárnejšie riešenie, je potrebné vykonať dôkladnú analýzu všetkých zdrojov odpadového tepla a všetkých spotrebičov.

Prepojenie kondenzačných výmenníkov tepla v parných kotlových systémoch

V systémoch zásobovania parou sa spätne získava čo najviac kondenzátu, aby sa tento kondenzát mohol privádzať späť do napájacej vody kotla. Existujú systémy, v ktorých sa však kondenzát nezískava ako napríklad pri priamom použití pary (napr. výroba polystyrénu, zvlhčovanie vzduchu, pekárne), alebo vzniká kondenzát, ktorý je kontaminovaný cudzími látkami a nemožno ho znovu použiť. Ďalšie straty vznikajú pri odsole, odkale, opätovnom odparení a netesnostiach. Tieto množstvá strát sa môžu značne líšiť. Môžu predstavovať viac ako polovicu množstva vyrobenej pary a musia byť nahradené surovou vodou. Po úprave surovej vody je prídavná voda zvyčajne k dispozícii pri maximálnej teplote 15°C a tým je ideálna



Obrázok 3: Hydraulické zapojenie pre optimálne využitie kondenzácie spalín

na predhriev v kondenzačnom výmenníku spalín. Nízka teplota vody na vstupe umožňuje rozsiahlu kondenzáciu spalín a maximálne využitie spalného tepla. Táto metóda poskytuje najvyšší faktor simultánnosti medzi dostupnosťou odpadového tepla a potrebou tepla (pozri obr. 4 - variant A).

V mnohých priemyselných podnikoch, najmä v potravinárskom priemysle, je potrebné veľké množstvo teplej vody. V týchto prípadoch je možné mäkkú úžitkovú vodu predhriať kondenzátorom spalín. Dosiahnuté teploty vody sú okolo 50–70°C. Úžitkovú vodu je možné ďalej ohrievať na vyššiu odberovú teplotu pomocou následne zaradeného paru ohrievaného výmenníka tepla (pozri obr. 4 - variant B).

Graf 4 ukazuje príklad tepelnej bilancie stredotlakého parného kotla s integrovaným spalínovým výmenníkom tepla pre ohrev napájacej vody a pripojeným kondenzačným výmenníkom tepla pre ohrev úžitkovej alebo prídavnej vody pri vysokom faktore simultánnosti. Straty vedením a sálaním kotla, straty výmenníka tepla a potrubia ako aj časť kondenzačných spalín, ktorú nemožno z fyzikálnych dôvodov využiť (vzhľadom k veľkosti teplovýmenných plôch), ostávajú faktormi tepelných strát paliva.

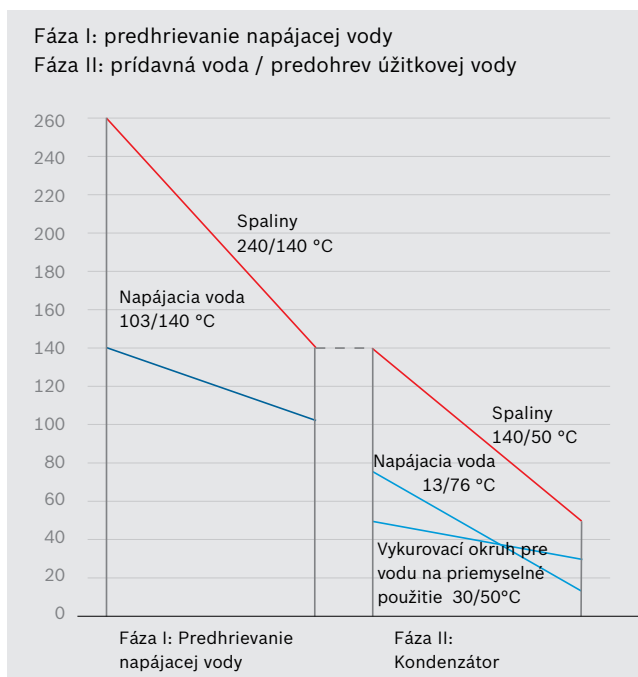
Spalínový systém pri kondenzácii

Všetky spalínové cesty, ktoré prichádzajú do styku s kondenzujúcimi spalínami, musia byť vyrobené z nehrdzavejúceho materiálu ako vodo- a plynotesné

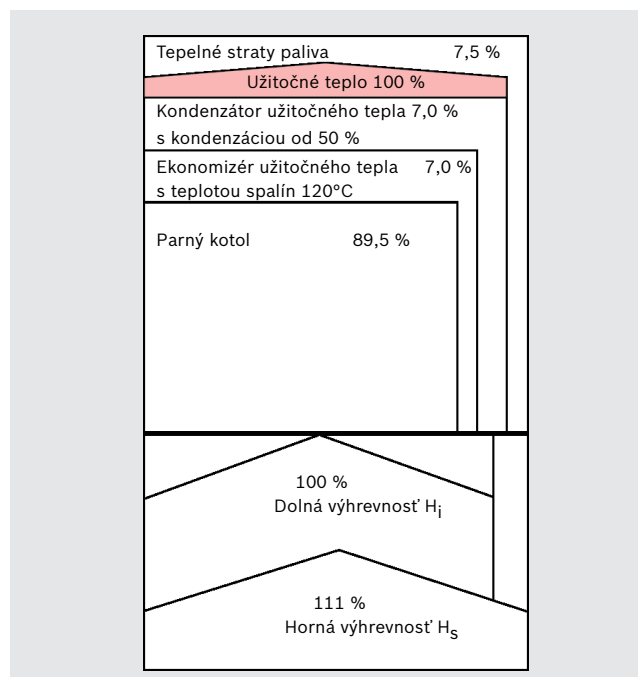
zariadenie. Koróziou ohrozené diely skrine spalínového výmenníka sú rovnako ako potrubie spalín a komín väčšinou zhotovené z nerezovej ocele. V dôsledku využitia kondenzácie vznikajú veľmi nízke teploty spalín, klesajúca až na úroveň 50°C. Prírodný ťah komína nemá dostatočnú kapacitu na bezpečné odvedenie spalín s podtlakom v spalínových cestách. Zariadenie spalínového traktu vrátane komína musí byť preto plynotesné, navrhnuté na pretlakovú prevádzku na strane spalín, aby bolo možné používať menšie prietokové prierezy. Horák, resp. ventilátor spaľovacieho vzduchu horáka, musí byť dimenzovaný pre prekonanie všetkých odporov na strane spalín až do komína. To si vyžaduje celkovú súčinnosť pri projektovaní, preskúšaní a odsúhlasení.

Odvod a neutralizácia kondenzátu

Spalínový kondenzačný výmenník, spalínová potrubia a komín musia byť vybavené vhodným odvodňovacím zariadením pre odvádzanie kondenzátu. Teoretické množstvá kondenzátu sú uvedené v tab. 1. Skutočne odvádzané množstvá kondenzátu sú závislé od stupňa kondenzácie a väčšinou sa pohybujú od 40 do 60% teoretického množstva kondenzátu podľa tab. 1. Pri meraní hodnoty pH ako stupňa kyslosti kvapalín, má kondenzát pri spaľovaní zemného plynu hodnotu pH medzi 2,8 až 4,9, resp. kondenzát zo spaľovania nízko-sírneho vykurovacieho oleja hodnotu pH medzi 2,3 až 4,5. Teploty kondenzátu sa pohybujú medzi 25 - 55°C. Pri odvádzaní kondenzátu do verejnej siete odpadových vôd musia byť rešpektované komunálne predpisy



Graf 3: Dvojstupňové spätné získavanie tepla spalín / Teplota spalín a vody pri 100% zaťažení



Graf 4: Tepelná bilancia parného kotla vybaveného technikou využitia spalného tepla

pre odpadové vody. Nemecké technické združenia pre odpadové vody vydalo smernicu, ktorá pre spaľovacie zariadenia s využitím kondenzácie od vykurovacieho výkonu 200 kW odporúča inštaláciu neutralizačného zariadenia a udržiavanie hodnoty $pH > 6$. Prax pri nakladaní s odpadovými vodami je v jednotlivých krajinách a komunálnych oblastiach veľmi rozdielna. Na účely neutralizácie môžu byť pre malé zariadenia použité filtre s obnoviteľnou náplňou dolomitického vápna (krabica s granulátom) a pre veľké zariadenia nádrž s dávkovacím zariadením pre hydroxid sodný (tekuté neutralizačné zariadenie). Tieto zariadenia zdvihnú zodpovedajúcim spôsobom hodnotu pH odvádzaného kondenzátu.

Posúdenie ekonomickej efektívnosti

Na určenie úspor paliva a doby amortizácie je potrebné každý jednotlivý prípad prepočítať podľa uznávanej metodiky. Všeobecné vyhlásenie by nemalo veľký zmysel. Ak sa porovnávajú investície na inštaláciu konvenčného horúcovodného kotla s investíciami na kotol s integrovaným kondenzačným výmenníkom tepla, musia sa brať do úvahy nasledujúce aspekty:

- ▶ Náklady na inštaláciu integrovaného z nehrdzavejúcej ocele vyrobeného spalínového výmenníka tepla, u duálneho horáka vrátane bypassu, a hydraulického pripojenia.
- ▶ Náklady na odvádzanie kondenzátu a neutralizáciu od 200kW.
- ▶ Náklady na pripojenie odvodu kondenzátu z nehrdzavejúcej ocele, ak je to potrebné. Komín je však

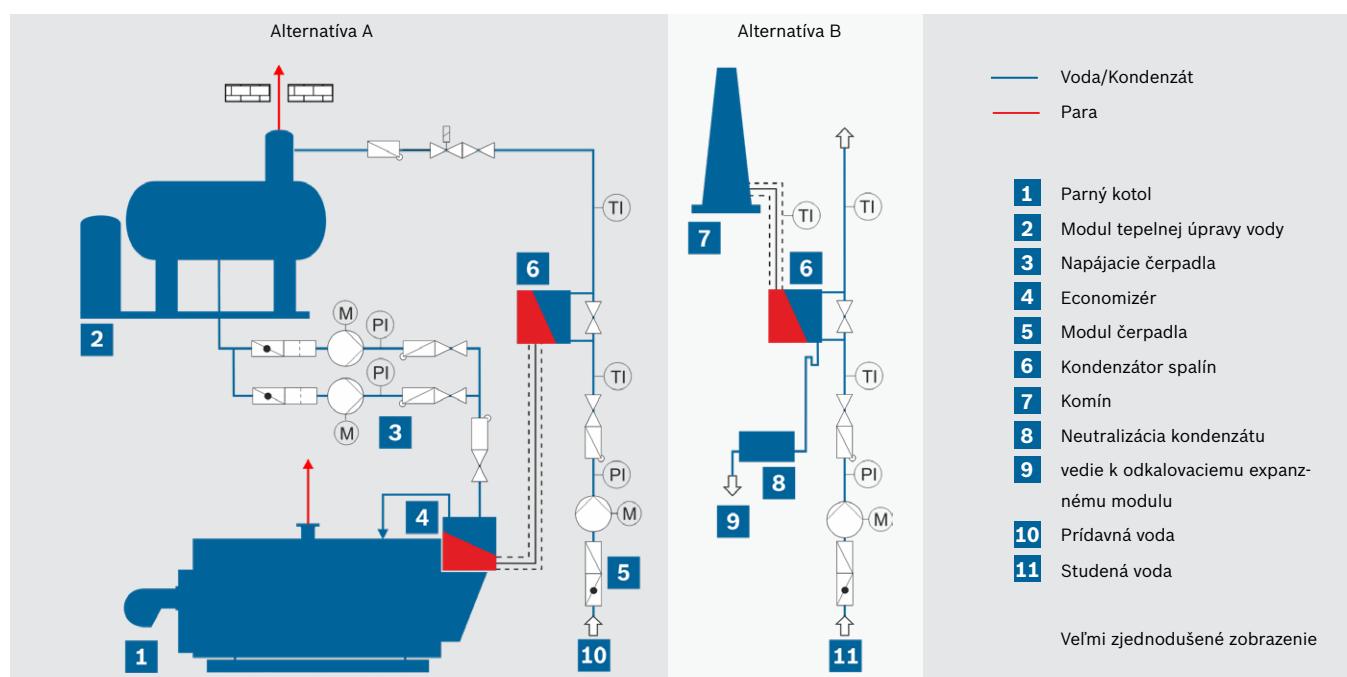
už vo väčšine prípadov vyrobený z nehrdzavejúcej ocele.

- ▶ Spaľovacie zariadenie spravidla nevyžaduje žiadne dodatočné náklady. Zvýšenie odporu na strane spalín je kompenzované zníženým množstvom spalín v dôsledku úspory množstva paliva.

Pri uvážení týchto aspektov, dodatočná investícia vo výške cca. 20 000,- EUR (bez komína) je potrebná na horúcovodný kotol s výkonom 2,5 MW s integrovaným kondenzátorom spalín oproti konvenčnému horúcovodnému kotlu. Pri priemernom zaťažení kotla na 60% sú tieto náklady po cca 4200 prevádzkových hodinách vykompenzované. Výpočet je založený na zvýšenej účinnosti zariadenia s kondenzáciou spalín, o cca 7,5% a priemernou cenou zemného plynu 0,4 €/m³.

Potenciál využitia kondenzácie spalín

V oblasti centrálného zásobovania teplom s priamym napojením všetkých spotrebičov tepla sa vyskytuje vysoký, až doteraz zďaleka nevyužitý potenciál kondenzácie spalín. Väčší počet analýz hospodárnosti a výskumov použiteľnosti kondenzácie spalín v existujúcich systémoch centrálného zásobovania teplom viedlo často k poznaniu, že potrebné množstvo tepla v prevažnej časti vykurovacieho obdobia môže byť tiež privedené na nižšej teplotnej úrovni. Využitie kondenzácie spalín by bolo v mnohých prípadoch možné. Dodávatelia tepla by mohli zvýšiť svoju konkurencieschopnosť a prispieť k ochrane životného prostredia.



Obr. 4: Blokova schéma zapojenia vysokotlakového parného kotla s dvoma stupňami spalínového výmenníka tepla (economizér / kondenzátor spalín)

Využívanie kondenzácie spalín je podľa doterajšieho stavu poznania možné tiež u stredotlakových parných kotlov. Osvedčená technika je k dispozícii. Široké uplatnenie v priemysle je možné, ak projektant vykoná dôkladnú analýzu spotrebičov tepla a venuje viac pozornosti odstupňovanému ohrevu nízkoteplotných vykurovacích okruhov. Pozmenené koncepcie ohrevu by mohli umožniť uplatnenie kondenzačnej technológie v širokom rozsahu zásobovania priemyslu parou.

Nielen v prípade teplovodných kotlov, ale aj u parných kotlov budú vyššie investičné náklady kompenzované zníženým množstvom paliva. Životné prostredie bude menej zaťažené v dôsledku znížených emisií škodlivých látok. Vplyvom redukcie CO₂ dôjde k prínosu v ochrane klímy.

Robert Bosch, spol. s r.o.

Ambrušova 4
821 04 Bratislava
Tel.: +421 2 48703 200

industrial.slovakia@bosch.com
www.bosch-industrial.com/sk