

Analiza emisij NO_x iz kotlovskih postrojenj na tekoča goriva

TUDI MANJŠE GRADBENE SPREMEMBE POMEMBNO ZMANJŠAJO EMISIJE

Intenzivno povečevanje industrijske proizvodnje in človeških potreb je pripeljalo do znatnega povečanja škodljivih emisij v ozračje. Posledice tega se odražajo v učinku tople grede, uničenju ozonske plasti, kislem dežju, vplivi na zdravje itd. Eden od glavnih vzrokov teh emisij so procesi zgorevanja, pri čemer nastajajo ogljikov dioksid, žveplov dioksid, dušikovi oksidi, ogljikov monoksid, pa tudi organski in anorganski delci. Zaradi tega je bila v Severni Makedoniji izvedena analiza koncentracije NO_x v kotlovnih v primeru sprememb v kurišču, z upoštevanjem ogrevalnih površin in zmogljivosti kotlov.

Nikola Veleski
dipl. ing. stroj.

Dušikovi oksidi so v zadnjih nekaj letih v središču pozornosti, predvsem zato, ker so vzrok za številne stranske učinke.

Njihovi škodljivi učinki so povezani z:

- vplivi na zdravje ljudi,
- zmanjšano vidljivostjo in ustvarjanjem foto-kemičnega smoga (posledice reakcij NO_x in organske snovi v prisotnosti sončne svetlobe),
- tanjšanjem ozona v zgornjih plasteh ozračja,
- tvorbo škodljivega ozona v nižjih slojih ozračja,
- nastankom kislega dežja.

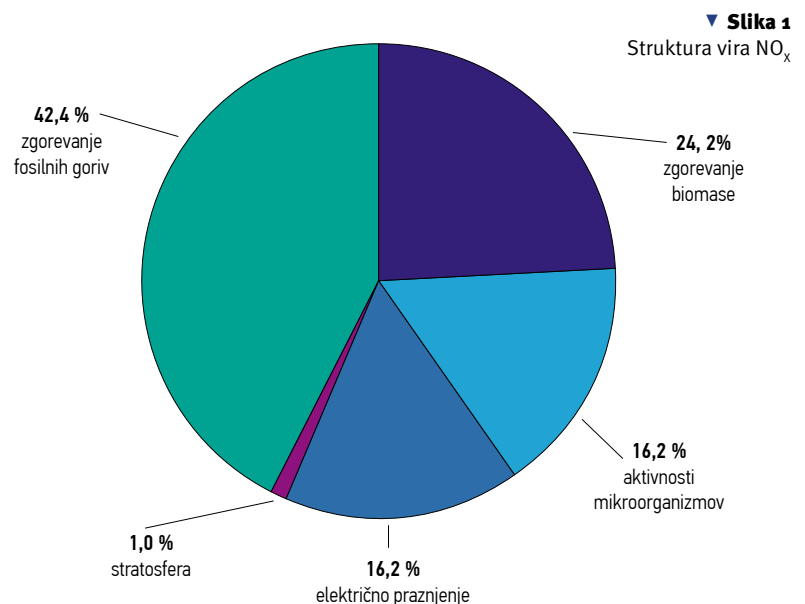
Glede na vplive na okolje in zdravje so najpomembnejši dušikov monoksid (NO), dušikov dioksid (NO_2) in dušikov oksid (N_2O). Več kot 90 % vseh teh NO_x , ki nastajajo med zgorevanjem, ustvari NO , ostalo pa odpade na NO_2 . Ker pa se NO v ozračju pretvori v NO_2 , ga večina okoljskih predpisov obravnava kot NO_2 .

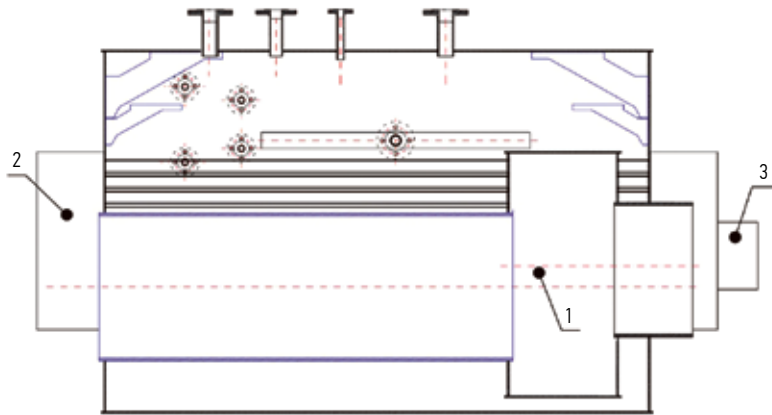
Podatki o virih emisij NO_x kažejo, da približno dve tretjini izvirata iz procesa zgorevanja (slika 1). Takšna dejstva so pripomogla k temu, da se raziskave na področju zgorevanja osredotočajo na iskanje rešitev, ki bodo sprejemljive za okolje, kjer je vedno po-

membneje uravnotežiti učinkovitost kurilne opreme in najmanjši vpliv na okolje.

MEHANIZMI NASTAJANJA NO_x

Obstajata dva osnovna mehanizma nastanka NO_x iz dušika v zraku. Eden poteka samo pri visokih temperaturah in se imenuje toplotni, medtem ko drugi poteka izjemno hitro in se imenuje hitri.





▲ Slika 2
Merilna mesta na kotlu

1 – merilno mesto na izhodu prvega prehoda
2 – merilno mesto na izhodu drugega prehoda
3 – merilno mesto na izhodu tretjega prehoda



▲ Slika 3
Merjenja sistema
dimnih plinov

NAČELA NADZORA EMISIJ NO_x

Ukrepe, ki so usmerjeni v nadzor emisij NO_x, lahko razdelimo na dve glavni skupini:

- primarne, ki delujejo na sam proces zgorevanja in zavirajo nekatere vplivne dejavnike za zmanjšanje emisij,
- sekundarne, ki so namenjeni za zmanjševanje že ustvarjenih emisij.

Količina NO_x, ki nastane med zgorevanjem, je odvisna predvsem od razpoložljivega

dušika in kisika, temperature, stopnje mešanja in časa, ki je na voljo za reakcijo. Upravljanje teh parametrov je osnova za strategijo nadzora emisij in konstrukcije gorilnika.

Tri osnovna načela ukrepov primarnega nadzora se nanašajo na zmanjševanje vpliva prevladujočih parametrov, ki spodbujajo nastajanje NO_x, in ta so:

- znižanje temperature,
- zmanjšanje prostornine obremenitve v peči,
- zmanjšanje koncentracije kisika.

IZVEDENE RAZISKAVE IN TESTIRANJA

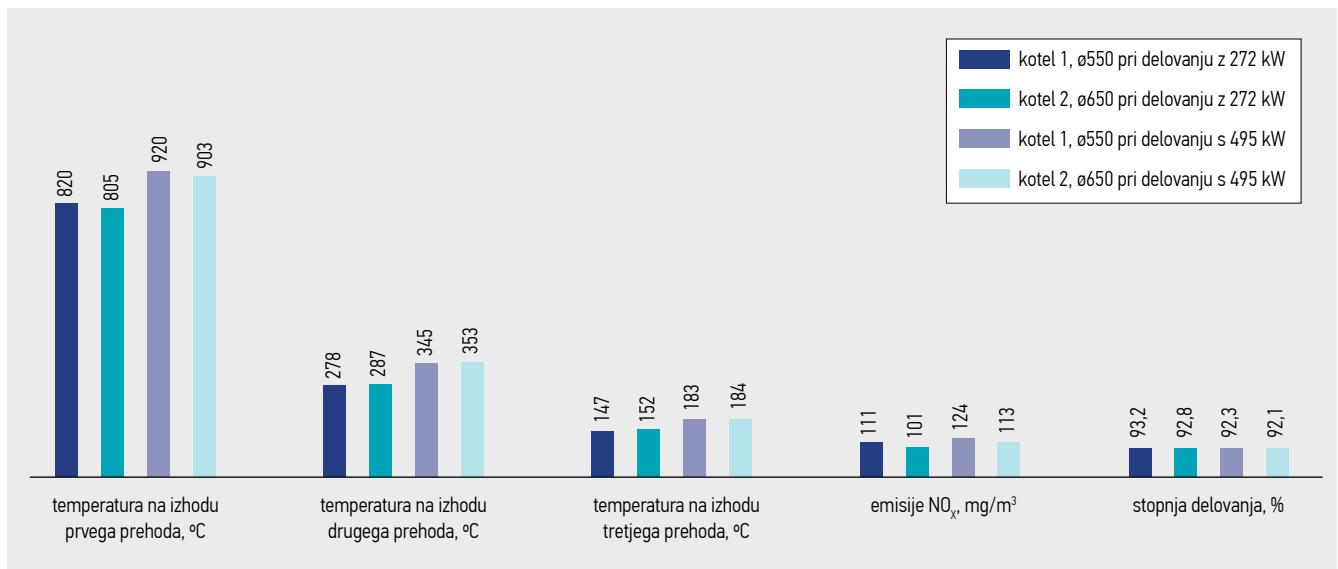
Za primerjavo vpliva konstrukcijske rešitve za emisijo NO_x je bilo izvedeno testiranje na dveh nizkotlačnih kotlih za proizvodnjo ogrevalne pare z največjo toplotno močjo 500 kW. Oba kotla imata enake dimenzije (premer in dolžina) in popolnoma enake grelne površine, razlika pa je le v premeru plamena cevi. Tako ima kotel 1 premer plamena cevi 550 mm, medtem ko ima kotel 2 premer 650 mm. Kotli imajo blok konstrukcijo, so popolnoma avtomatski in kurijo na olje. So valjasti in vodoravni s tremi prehodi dimnih plinov, in sicer imajo eno plamensko cev (v kurišču) in dve dimni cevi.

Kotli delujejo na osnovi naravnega kroženja medija in nadtlaka na strani dimne cevi. Dovod zraka za zgorevanje goriva se ustvarja s pomočjo ventilatorja, ki se nahaja v sklopu gorilnika in vpihuje zrak v kurišče (plamensko cev) ter tako ustvarja nadtlak v dimno-cevnem delu.

Za primerjavo kotlov in ugotavljanje vpliva različnih projektnih rešitev na sestavo dimnih plinov, tj. emisij NO_x, je bila izvedena meritve sestave dimnih plinov (sliki 2 in 3). Meritve so bile najprej opravljene na kotlu 1, nato pa na kotlu 2. Da bi dosegli zanesljive in natančne rezultate, sta oba kotla uporabljala isto vrsto gorilnika (Weishaupt WM-L/2-a

▼ Tabela 1
Rezultati, pridobljeni
z merjenjem

kotli	parametri				
	temperatura na izhodu prvega prehoda, °C	temperatura na izhodu drugega prehoda, °C	temperatura na izhodu tretjega prehoda, °C	emisije NO _x , mg/m ³	stopnja delovanja, %
kotel 1, ø550 pri delovanju z 272 kW	820	278	142	111	93,2
kotel 2, ø650 pri delovanju z 272 kW	805	287	145	101	92,8
kotel 1, ø550 pri delovanju s 495 kW	920	345	183	124	92,3
kotel 2, ø650 pri delovanju s 495 kW	903	353	184	113	92,1



Monarch) z enako toplotno močjo, tako da se izognemo napakam zaradi vrste gorilnika, nadzora zgorevanja in stopnje avtomatizacije. Zaradi tega je bil isti gorilnik po merjenju na kotlu 1 prenesen v kotel 2.

REZULTATI TESTOV

Po izvedenih meritvah so bili pridobljeni rezultati sestave dimnih plinov v obeh kotlih in temperatura na točno določenih merilnih mestih. Pri primerjavi dobljenih rezultatov sestave dimnih plinov kotlov 1 in 2 je mogoče opaziti drastične razlike (slika 4, tabela 1).

ZAKLJUČEK

V kotlu 1 s plamenom cevi premera 550 mm in pri delovanju gorilnika s polovično močjo ($Q = 272$ kW) emisija NO_x znaša 111 mg/m³, stopnja delovanja pa 93,2 %. Pri delovanju gorilnika s polno močjo ($Q = 495$ kW) v istem kotlu znašajo emisije NO_x 124 mg/m³, stopnja izkoriščenosti pa 92,3 %.

V kotlu 2 s plamenom cevi premera 650 mm in pri delovanju gorilnika s polovično močjo ($Q = 272$ kW) emisija NO_x znaša 101 mg/m³, s stopnjo delovanja 92,8 %. Pri delovanju tega kotla z gorilnikom s polno močjo ($Q = 495$ kW) emisija NO_x znaša 113 mg/m³, stopnja delovanja pa je 92,1 %.

Ta razlika v emisijah med obema kotloma z različnimi premeri plamenske cevi (550 in 650 mm) nastane zaradi razlike v prostornini obremenitve peči, oziroma temperature v kurišču. Iz rezultatov meritev je razvidno, da je temperatura na koncu plamenske cevi v kotlu 1 pri pol-

ni moči gorilnika 920 °C, in iz teoretičnih izračunov sledi prostorninska obremenitev plamenske cevi $Q_{vfi} = 1358$ kW/m³. Glede na to, da je med meritvijo na kotlu 2 - na istem merilnem mestu kot na kotlu 1 - izmerjena temperatura na koncu plamenske cevi 903 °C, iz teoretičnih izračunov sledi prostorninska obremenitev plamenske cevi $Q_{vf2} = 963$ kW/m³. Te meritve kažejo, da razlika v emisijah NO_x kotlov 1 in 2 znaša 11 mg/m³. Če se upošteva, da po teoretičnih izračunih količina dimnih plinov iz kotlov znaša približno 770 m³/h, bi torej kotel 2 s plamenom cevi premera 650 mm izpustil 8470 mg manj NO_x v ozračje v realnem času delovanja. Če upoštevamo še to, da kotel realno deluje 10 ur, bi zmanjšanje emisij NO_x v ozračje znašalo 84.700 mg/d.

Iz dobljenih rezultatov meritev izhaja, da se s povečanjem premera plamenske cevi kotla za 17 % prostorninska obremenitev plamenske cevi poveča za 30 %, medtem ko se emisije NO_x v realnem času delovanja zmanjšajo za približno 10 %.

Iz te primerjave je mogoče sklepati, da se s povečanjem premera plamenske cevi - v prikazanem primeru za 100 mm (kar kot konstrukcijska rešitev ne vpliva na celotno zmogljivost kotla, še manj pa na ceno proizvodnje kotla) - emisije NO_x v ozračje zmanjšajo za 10 %. To se zdi malo, a če upoštevamo, da v Severni Makedoniji skupna inštalirana toplotna moč takih kotlov znaša približno 500 MW, bi bile emisije NO_x nižje za približno 84.700 g/d oziroma 84,7 kg/d. To bi bistveno zmanjšalo vpliv teh emisij na tanjšanje ozona, učinek tople grede, nastanek kislega dežja in zdravje ljudi. ■

▲ Slika 4
Grafični prikaz
izmerjenih parametrov

Opomba:
Članek je povzetek raziskave z naslovom »Analiza koncentracije dušikovih oksidov v kotlovskih postrojenjih na tekoče gorivo pri različnih konstrukcijah plamenske cevi«, ki je potekala v Severni Makedoniji in v kateri je avtor sodeloval.