

SO₂ mažinimas dūmø dujose, naudojant modifikuotà kurà

Nijolė Vegytė

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius*

Antanas Kaminskas,

Edvardas Miliukas,

Juozas Justinas Blynas

*Vilniaus Gedimino technikos universiteto
Termodinamikos institutas,
Linkmenø g. 28, LT-08217 Vilnius*

Energetikoje plaèiai naudojamas kuras mazutas, kuriame yra apie 2–2,5% sieros. Todėl degimo produktuose (dūmø dujose) yra nemažai sieros dioksido. Ðiuo metu dioksido koncentracija dūmø dujose yra reglamentuojama. Ðiame darbe tirta galimybė sumažinti sieros dioksido kiekà dūmø dujose iki leidþiamo kiekio normose, naudojant modifikuotà kurà, kuris gaunamas emulguojant mazutà (S ~ 2–2,5%) ir magnio oksidà su karboksilato priedu bei vandeniu ar krosniø kuru. Nustatyta, kad magnio oksido su karboksilato priedu á mazutà turi būti dedama tiek, kad mišinyje uþtikrintø Mg:S = 2:1, o vandens ar krosniø kuro priedai mišinyje turi sudaryti 20–30% nuo viso mišinio kiekio.

Raktaþodþiai: dūmø dujos, sieros dioksidas, modifikuotas kuras, mazutas, magnio oksidai su karboksilato priedu

1. ÁVADAS

Pasaulyje vienas pagrindiniø energijos šaltiniø yra nafta. Priklausomai nuo naftos cheminės prigimties sieros kiekis naftoje gali siekti 5–7%. Energetikoje, kaip skysto kuro rūðis, plaèiai naudojamas mazutas – áalutinis naftos perdirbimo produktas. Naudojant šà kurà, kurio sudėtyje yra daugiau sieros (apie 2,5%), degimo produktuose (dūmø dujose) gaunama nemažai sieros dioksido (SO₂) [1]. Jau šiuo metu SO₂ koncentracija dūmø dujose yra reglamentuojama (mažiau nei 1700 mg/n.m³) [2]. Yra nustatyta, kad tokia SO₂ koncentracija dūmø dujose susidaro deginant mazutà, kurio sudėtyje yra tik apie 1% sieros. Todėl pagal Europos Sąjungos direktyvà 88/609/EEC numatyta, kad mazutà, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1% sieros, bus galima deginti tik ágyvendinus papildomas priemones, ágalinanèias uþtikrinti, jog SO₂ koncentracija dūmø dujose bus ne didesnė uþ nustatytà – 1700 mg/nm³.

Be to, deginant sieringà mazutà, katilø kùryklose susidaranèiuose degimo produktuose, be kitø sudėtiniø daliø, yra vandens ir sieros rūgšties garø. Todėl, dūmø dujø temperatùrai esant þemesnei uþ rasos taðko temperatùrà, prasideda degimo produktø kondensacija. Tai ypaè nepageidautina, nes padidėja vidiniø katilo pavirðiø uþterðtumas (susidaro kietosios nuosėdos) ir galima korozija.

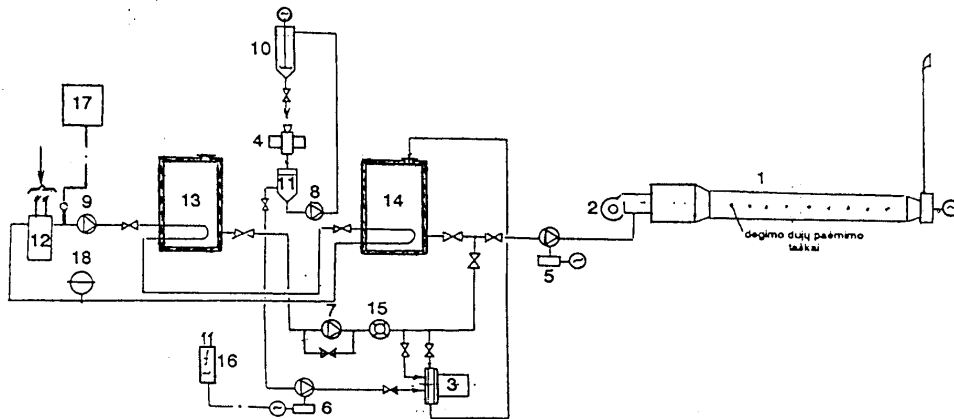
Ðpinomos ir plaèiai naudojamos sieros šalinimo ið mazuto degimo produktø technologijos: dūmø du-

jas praplaunant Ca(OH)₂ suspensija bei ðiø technologijø ávairūs modifikuoti variantai [3–6]. Paprastai ðiø technologijø galutinis rezultatas – technogeninis gipsas. Todėl atsiranda nauja problema – technogeninio gipso realizavimas. Paprastai, neturint galimybø realizuoti šà produktà, apie jėgaines ir kai kurias pramonės ámones iðauga technogeninio gipso sàvartynai.

Magnio priedai sieros šalinimo technologijose plaèiau pradėti naudoti anksèiau nei prieš 30 metø. Magnio oksido milteliai buvo naudojami kaip dūmø dujø priedas, kad sumažintø jø uþterðtumà sieros trioksidu, sieros dioksidu ir apsaugotø vidinius katilø pavirðius nuo þematemperatùrės korozijos, atsirandanèios dėl SO₃ emisijos dūmø dujose, kai deginama sieringos akmens anglis ar mazutas. Yra duomenø, kad suderinus gerà degimo procesà su magnio priedais, galima padidinti katilø ðiluminà efektyvumà, sumažinti korozijà, eksploatacijos kaðtus bei uþterðtumà iðskiriamomis dūmø dujomis, prailginti tarpremontinà jø darbà [3, 7].

Tiekiant magnio oksido dulkes á kùryklà gauta teigiamø rezultatø, mažiau pelenø prikepė prie pavirðiø, nes susidarė magnio sulfatas, kuris yra purus ir jo lydymosi temperatùra aukðta. Dėl ðiø savybiø pelenai lengvai nuvalomi nuo pavirðiø.

Ðiame darbe tiriama galimybė sumažinti SO₂ kiekà dūmø dujose, naudojant modifikuotà kurà, kuris gaunamas emulguojant mazutà (S ~ 2–2,5%) ir magnio oksidà su karboksilato priedu bei kitais priedais.



Pav. Modifikuoto kuro paruoðimo ir deginimo eksperimentinio árenginio principinë schema:

1 – modifikuoto kuro deginimo vamzdinë krosnis; 2 – universalus skysto kuro degiklis KG-70; 3 – emulgatorius ER-2T; 4 – dezintegratorius DIA-01; 5 – modifikuoto kuro siurblys; 6 – MgO+H₂O suspensijos siurblys-dozatorius; 7 – mazuto siurblys; 8 – cirkuliacinis siurblys; 9 – karðto vandens cirkuliacinis siurblys; 10 – MgO+H₂O maiðyklë; 11 – tarpinë talpa; 12 – vandens šildytuvas; 13 – mazuto talpa; 14 – modifikuoto kuro talpa; 15 – mazuto skaitiklis; 16 – daþnio keitiklis; 17 – valdymo spinta; 18 – išsiplëtimo indas

2. TYRIMØ METODIKA

Mazutui nusierinti naudotas magnio oksidas („PentoMag 2000“) su karboksilatu. Jis gerai maiðosi mazute; yra stabilus; apie 70% MgO dalelës maþesnës negu 2 µm; tankis – 1700 kg/m³. „PentoMag 2000“ yra magnio oksido su aktyviu paviršiumi ir naftos distiliato miðinys, kurio pliūpsnio temperatūra apie 65°C.

Magnio oksidas su karboksilato priedu emulguojamas su mazutu, t. y. paruoðtas modifikuotas kuras buvo deginamas eksperimentiniame árenginyje (1 pav.).

Ðiame eksperimentiniame árenginyje magnio oksido su karboksilato priedu miðinys su chemiškai išvalytu vandeniu iš maiðyklës (10) tiekiamas á dezintegratoriø DIA-01 (4) ir toliau dozatoriumi (6) patenka á emulgatoriø ER-2T (3). Iš talpos (13) mazutas, tiekiamas á emulgatoriø (3), buvo kontroliuojamas pagal skaitiklio (15) duomenis. Aukðtam emulsijos stabilumui ir homogeniškumui uþtikrinti buvo numatyta daugkartinio emulsijos apdorojimo emulgatoriuje (3) galimybë. Emulgatoriuje gaunamoje emulsijoje vandens laðeliø skersmuo buvo apie 10 µm. Iš emulgatoriaus (3) suspensija buvo tiekama á modifikuoto kuro talpà (14), iš kurios staigtiniu siurbliu (5) – á universalø skysto kuro degiklã KG-70 (2).

Degino produktø (dūmø dujø) sudëtis buvo tiriama, nustatant juose kietøjø daleliø koncentracijà bei SO₂ kiekà

Kietøjø daleliø surinkimas ir jø koncentracija dūmø dujose nustatyta svorio metodu (LAND 26-98/M-06). Kietosios dalelës buvo surenkamos, pasiurbiant tam tikrà kiekà dūmø dujø per audinio filtrà. Ðiuo metodu nustatant kietøjø daleliø koncentracijà dūmø dujose, santykinë paklaida buvo ne didesnë kaip ± 12,5%. Sieros dioksido koncentracija dūmø du-

jose buvo nustatoma, naudojant TEST 350 dujø analizatoriø, kurio matavimo paklaida ± 5. Išskiriamø dūmø dujø temperatūra buvo matuojama termoporumis.

Deginant modifikuotà kurà, turëtø bûti ne tik sumaþinta SO₂ koncentracija išskiriamose dūmø dujose, bet ir išvengta pelenø prikepimo prie vidiniø deginimo krosnies pavirðiø. Tuo tikslu rentgeno analizës metodu buvo nustatyti degimo metu susidarantys junginiai, aukðtatemperatūriu mikroskopu – junginiø lydymosi temperatūros.

Bandiniuose SO₂ koncentracijai išskiriamose dūmø dujose maþinti buvo naudojamas modifikuotas kuras, kurà sudarë sieringas (2–2,5% S) mazutas, magnio oksidas su karboksilato priedu, vanduo ir krosniø kuras.

3. TYRIMØ REZULTATAI IR JØ APTARIMAS

Eksperimentiniame árenginyje (pav.) tyrimø pradþioje buvo deginamas mazutas M-100, kurio sudëtyje buvo 2,5% sieros, vëliau – modifikuotas kuras, kurio sudëtyje, be mazuto M-100, buvo 4,0% magnio oksido su karboksilato priedu bei 30% krosniø kuro. Rezultatai pateikti 1 lentelëje.

Á atmosferà ðalinamø dūmø dujø, kuriø temperatūra apie 92°C, tyrimai parodë, kad krosnyje, deginant vien sieringà mazutà, SO₂ koncentracija degimo produktuose buvo gana didelë, net apie 2,6 karto didesnë uþ normose leistinà jo kiekà. Tuo tarpu krosnyje deginant modifikuotà kurà, kurio sudëtyje buvo 4% magnio oksido su karboksilato priedu bei 30% krosniø kuro, ðalinamuose degimo produktuose SO₂ kiekis neviršijo sieros dvideginio kiekio, numatyto normose.

Dūmø dujø tyrimai, deginant mazutà su ávairiais priedais (magnio oksidu su karboksilato priedu, van-

1 lentelė. Mazuto ir modifikuoto kuro deginimo eksperimentiniame įrenginyje rezultatai

Kuro rūdis	Á degimo krosná tiekiamas oras n.m ³ /s	Perteklinis oras degimo krosnyje	Dūmø dujø, išskiriamø á atmosferà, temperatūra °C	SO ₂ kiekis išskiriamose dūmø dujose mg/n.m ³	Perskaièiuotas SO ₂ kiekis, esant 3% deguonies koncentracijai, mg/n.m ³	SO ₂ kiekis dūmø dujose, palyginti su norminiu kiekiu (1700 mg/n.m ³), kartais
Mazutas M-100, kurio sudėtyje yra 2,5% S	0,07	4,1	92,5	1063	4449,8	2,6
Modifikuotas kuras: mazutas M-100 (2,5% S), 4% magnio oksidas su karboksilato priedu, 30% krosniø kuro	0,069	> 3,0	92,0	398,7	1554,9	Normos ribose

2 lentelė. Dūmø dujø, ðalinamø á atmosferà kūrenant ávairø kurà, užterðumas SO₂

Kuro rūdis	Á pakrovà tiekiamas oras n.m ³ /s	Perteklinis oras degimo pakuroje	Dūmø dujø, ðalinamø á atmosferà, temperatūra °C	SO ₂ kiekis ðalinamose dūmø dujose mg/n.m ³	Perskaièiuotas SO ₂ kiekis, esant 3% deguonies koncentracijai, mg/n.m ³	SO ₂ kiekis dūmø dujose, palyginti su norminiu kiekiu (1700 mg/n.m ³), kartais
Mazutas M-100 su 2,0% S	0,62	1,56	132,6	2397	3293	1,93
Modifikuotas kuras:						
1) mazutas M-100; magnio oksidas su karboksilato priedu (Mg:S = 2:1)	0,67	1,36	194,0	2334	2787	1,64
2) mazutas M-100; magnio oksidas su karboksilato priedu (Mg:S = 2:1); 20% H ₂ O	0,67	2,07	228,0	1057	1925	1,13
3) mazutas M-100; magnio oksidas su karboksilato priedu (Mg:S = 2:1); 30% krosniø kuro	0,68	1,50	214,9	1480	1955	1,15
4) mazutas M-100; magnio oksidas su karboksilato priedu (Mg:S = 2:1); 20% krosniø kuro	0,68	1,77	223,4	1066	1660	Normos ribose

found that a 2:1 Mg/S ratio in the fuel allowed to lower SO₂ emissions below the permissible limit, i.e. 1700 mg/n.m³.

Key words: flue gases, desulphurization method, heavy fuel oil, MgO suspension with carboxylate additive, water

Įvada Aaəoa, Aioaian Eai einėan,
Yaadaan l eepėan, Pican Aeefan

NI EAEI EA SI₂, A AUI TAUO AAQAO N
ENI T EUCI AA EI I T AE OE OE DI AA I T AI
OI I EEA

Daçpìa
Enneai aai ey iieaəe, +oi eni ieuçiaai ea a ei deao
ai anoi nadi enoi ai i aqoa iiaeoeoedi aai iiai

oieeaa iiaao daoeou idiaei o ni eai ey
eioai daoe S_I₂ a auiauo aaqo ai
idi adeaiiai odiai y. I daaeaaaony neaopue
ninaa iiaeoeoedi aai iiai oieeaa: nadi enoue
iaqo (ei ee-aooai S ~2-2,5%), ienea iaai ey n
idei anup eadai eneeoa (+oi au iaani a-eou a ni ane
ni oi i oai ea Mg:S = 2:1) e aiaaeai eai
iidaae, iiai ei ee-aooa aiaa ee eaeiai
oieeaa aey ioieai ey ae eu iiai naeida. I de
yoi iadaqouayny çiea ia ideeiaao e
ai o dai ei iiaad oi i noyi oiee e ia ooaəao
idi oan oai eiai ai a.

Eep-aaua nei aa: auiaua aaçu, iaqo,
iiaeoeoedi aai iia oieeai, ienea iaai ey n
idei anup eadai eneeoa, aiaa