

SO₂ mapinimas dûmø dujose, naudojant modifikuotà kurà

Nijolë Vegytë

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

Antanas Kaminskas,

Edvardas Miliukas,

Juozas Justinas Blynas

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

Energetikoje plaèiai naudojamas kuras mazutà, kuriame yra apie 2–2,5% sieros. Todël degimo produktuose (dûmø dujose) yra nemaþai sieros dioksido. Ðiuo metu dioksido koncentracija dûmø dujose yra reglamentuojama. Ðiame darbe tirta galimybë sumaþinti sieros dioksido kieká dûmø 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 bûti dedama tiek, kad miðinyje uþtikrintø Mg:S = 2:1, o vandens ar krosniø kuro priedai miðinyje turi sudaryti 20–30% nuo viso mišinio kiekio.

Raktaþodþiai: dûmø dujos, sieros dioksidas, modifikuotas kuras, mazutà, magnio oksidai su karboksilato priedu

1. ÁVADAS

Pasaulyje vienas pagrindiniø energijos ðaltiniø yra nafta. Priklausomai nuo naftos cheminës prigimties sieiros kiekis naftoje gali siekti 5–7%. Energetikoje, kaip skysto kuro rûðis, plaèiai naudojamas mazutà – ðalutinis naftos perdirbimo produktas. Naudojant ðá kurà, kurio sudëtyje yra daugiau sieros (apie 2,5%), degimo produktuose (dûmø dujose) gaunama nemaþai sieros dioksido (SO₂) [1]. Jau šiuo metu SO₂ koncentracija dûmø dujose yra reglamentuojama (maþiau nei 1700 mg/n.m³) [2]. Yra nustatyta, kad tokia SO₂ koncentracija dûmø dujose susidaro deginant mazutà, kurio sudëtyje yra tik apie 1% sieros. Todël pagal Europos Sàjungos direktyvà 88/609/EEC numatyta, kad mazutà, kurio sudëtyje yra daugiau kaip 1% sieros, bus galima deginti tik ágyvendinus papildomas priemones, ágalinaneias uþtikrinti, jog SO₂ koncentracija dûmø dujose bus ne didesnë uþ nustatyta – 1700 mg/nm³.

Be to, deginant sieringà mazutà, katilø kûryklose susidaranèiuose degimo produktuose, be kitø sudëtinio daliø, yra vandens ir sieros rûgðties garø. Todël, dûmø dujø temperatûrai esant þemesnei uþ rasos taðko temperatûrà, prasideda degimo produktø kondensacija. Tai ypaè nepageidautina, nes padidëja vidiniø katilo pavirðio uþterðumas (susidaro kietosios nuosëdos) ir galima korozija.

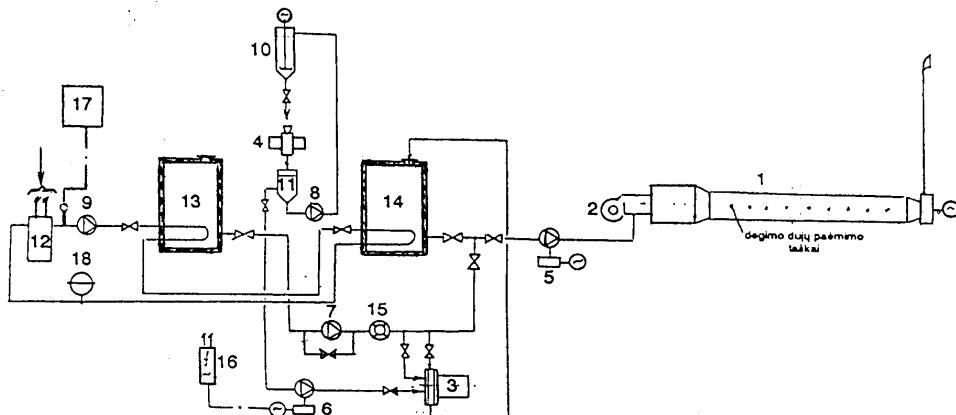
Pinomos ir plaèiai naudojamos sieros ðalinimo ið mazuto degimo produktø technologijos: dûmø du-

jas praplaunant Ca(OH)₂ suspensija bei ðiø technologijø ávairûs modifikuoti variantai [3–6]. Paprastai ðiø technologijø galutinis rezultatas – technogeninis gipsas. Todël atsiranda nauja problema – technogeninio gipso realizavimas. Paprastai, neturint galimybë realizuoti ðá produktà, apie jégaunes ir kai kurias pramonës ámones iðauga technogeninio gipso sàvartynai.

Magnio priedai sieros ðalinimo technologijose plaèiau pradëti naudoti anksèiau nei prieð 30 metø. Magnio oksido milteliai buvo naudojami kaip dûmø dujø priedas, kad sumaþintø jo uþterðumà sieros trioksiðu, sieros dioksidi ir apsaugotø vidinius katilø pavirðius nuo þematemperatûrës korozijos, atsirandanèios dël SO₃ emisijos dûmø dujose, kai deginama sieringos akmens anglis ar mazutà. Yra duomenø, kad suderinus gerà degimo procesà su magnio priedais, galima padidinti katilø ðiluminá efektyvumà, sumaþinti korozijà, eksplloatacijos kaðtus bei uþterðumà iðskiriamomis dûmø dujomis, prailginti tarpremontinà jo darbà [3, 7].

Tiekiant magnio oksido dulkes á kûryklà gauta teigiamø rezultatø, maþiau pelenø prikepë prie pavirðio, nes susidarë magnio sulfatas, kuris yra purus ir jo lydymosi temperatûra aukðta. Dël ðiø savybiø pelenai lengvai nuvalomi nuo pavirðio.

Ðiame darbe tiriamam galimybë sumaþinti SO₂ kieká dûmø dujose, naudojant modifikuotà kurà, kuris gaunamas emulguojant mazutà (S~2–2,5%) ir magnio oksidà su karboksilato priedu bei kitais priedais.



Pav. Modifikuoto kuro paruošimo ir deginimo eksperimentinio įrenginio principinė schema:

1 – modifikuoto kuro deginimo vamzdinė 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 – karšto vandens cirkuliacinis siurblys; 10 – MgO+H₂O maiðyklė; 11 – tarpinė talpa; 12 – vandens šildytuvas; 13 – mazuto talpa; 14 – modifikuoto kuro talpa; 15 – mazuto skaitiklis; 16 – daþnio keitiklis; 17 – valdymo spinta; 18 – iðsplėtimo indas

2. TYRIMØ METODIKA

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

Magnio oksidas su karboksilato priedu emulgiamas su mazutu, t. y. paruoštas modifikuotas kuras buvo deginamas eksperimentiniame įrenginyje (1 pav.).

Điame eksperimentiniame įrenginyje magnio oksido su karboksilato priedu miðinys su chemiðkai iðvalytu vandeniu ið maiðyklės (10) tiekiamas á dezintegratoriø DIA-01 (4) ir toliau dozatoriumi (6) patenka á emulgatoriø ER-2T (3). Iš talpos (13) mazutus, tiekiamas á emulgatoriø (3), buvo kontroluojamas pagal skaitiklio (15) duomenis. Aukštam 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 straigtiniu siurbliu (5) – á universalø skysto kuro degiklå KG-70 (2).

Degimo produktø (dūmø dujø) sudëtis buvo tyrima, nustatant juose kietøjø daleliø koncentracijà bei SO₂ kieká.

Kietøjø daleliø surinkimas ir jø koncentracija dūmø dujose nustatyta svorio metodu (LAND 26-98/M-06). Kietosios dalelës buvo surenkamos, pasiuriant tam tikrâ kiekâ dūmø dujø per audinio filtrâ. Điuo metodu nustatant kietojø daleliø koncentracijà dūmø dujose, santykine paklaida buvo ne didesnë kaip ± 12,5%. Sieros dioksono koncentracija dūmø du-

jose buvo nustatoma, naudojant TEST 350 dujø analizatoriø, kurio matavimo paklaida ± 5. Iðskiriama dūmø dujø temperatûra buvo matuojama termoporomis.

Deginant modifikuotà kurà, turêtø bûti ne tik su maþinta SO₂ koncentracija iðskiriamaose dūmø dujose, bet ir iðvengta pelenø prikepimo prie vidiniø deginimo krosnies pavirðio. Tuo tikslu rentgeno analizës metodu buvo nustatyti degimo metu susidarantys junginiai, aukðtatemperatûriu mikroskopu – junginiø lydymosi temperatûros.

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

3. TYRIMØ REZULTATAI IR JØ APTARIMAS

Eksperimentiniame įrenginyje (pav.) tyrimø pradþioje buvo deginamas mazutas M-100, kurio sudëtyje buvo 2,5% sieros, vëlau – 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 temperatûra apie 92°C, tyrimai parodë, kad krosnyje, deginant vien sieringà mazutà, SO₂ koncentracija degimo produktuose buvo gana didelë, net apie 2,6 kartu didesnë uþ normose leistinà jo kiekâ. 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.

Dûmø 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	Dûmø dujø, iðskiriamø á atmosferà, temperatûra °C	SO ₂ kiekis iðskiriamose dûmø dujose mg/n.m ³	Perskaiðiuotas SO ₂ kiekis, esant 3% deguonies koncentracijai, mg/n.m ³	SO ₂ kiekis dûmø dujose, palyginti su norminiu kiekiu (1700 mg/n.m ³), kartais
Mazutas M-100, kurio sudëtyje 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. Dûmø dujø, ðalinamø á atmosferà kûrenant ávairø kurà, uþterštumas SO₂

Kuro rūdis	Á pakrovà tiekiamas oras n.m ³ /s	Perteklinis oras degimo pakuroje	Dûmø dujø, ðalinamø á atmosferà, temperatûra °C	SO ₂ kiekis ðalinamose dûmø dujose mg/n.m ³	Perskaiðiuotas SO ₂ kiekis, esant 3% deguonies koncentracijai, mg/n.m ³	SO ₂ kiekis dûmø 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

deniu, krosniø kuru), parodë, kad SO₂ kiekis iðskiriamose á atmosferà dûmø dujose ypaè sumaþéjo, deginant modifikuotà kurà, kai jo sudëtyje esantis magnio oksidas su karboksilato priedu uþtikrino Mg:S = 2:1. Be to, nustatyta, kad modifikuotame kure dar turi bûti tam tikras kiekis vandens ar krosniø kuro, nes vanduo pagerina sieros ir MgO reakcijà, o krosniø kuras sumaþina pliûpsnio temperatûrâ.

Tyrimø rezultatai (2 lent.) parodë, kad ðalinamose dûmø dujose SO₂ kiekis didesnis uþ norminá kieká apie 1,93 karto, kai deginamas vien mazutas M-100, kurio sudëtyje yra 2% S. Deginant modifikuotà kurà, kuriame, be mazuto, yra magnio oksido su karboksilato priedu, uþtikrinanèiu kure Mg:S = 2:1, dûmø dujø uþterðumas SO₂ sumaþéjo tik 1,64 karto (2 lent., 1). Tuo tarpu deginant modifikuotà kurà, kuriame, be sieringo mazuto, magnio oksido su karboksilato priedu, yra tam tikras kiekis vandens ar krosniø kuro, SO₂ kiekis ðalinamose dujose sumaþéjo ir uþ leistinà norminá kieká buvo didesnis tik 1,13 ar 1,15 karto (2 lent., 2, 3). Tikslinant modifikuoto kuro sudëtâ nustatyta, kad jame esant apie 20% krosniø kuro, ðalinamose dûmø dujose SO₂ gali bûti ne daugiau nei jo numatyta normose (2 lent., 4).

Kietosios nuosëdos, susidaranèios ant vidiniø krosnies pavirðio, tyrimais buvo nustatomos pagal degimo metu susidariusiø pelenø lydymosi temperatûrâ. Aukðtatemperatûriu mikroskopu buvo nustatyta, kad pelenai, gauti deginant modifikuotà kurà, lydosi 1235°C temperatûroje. Temperatûrâ pakélus iki 1550°C pelenø iðlydyti nepavyko. Be to, deginant modifikuotà kurà katiluose, susidara pelenai yra purùs ir juos paðalinti techniškai nesudëtinga.

Tuo tarpu krosnyje deginant tik mazutà, kurio sudëtyje paprastai yra ávairiø metalø priemaiðø, susidaro pelenai su metalø oksidais. Ðiø miðiniø lydymosi temperatûra yra kur kas þemesnë (300–880°C). Susidaro sàlygos ðiems pelenams prikepti prie vidiniø krosnies pavirðio, o dël to ypaè blogëja ðilumos maiñø procesas. Katiluose tai ypaè nepageidautinas reiškynys.

Pasirëmus gautais tyrimø rezultatais bûtø galima teigti, kad katiluose (krosnyse) deginant sieringà mazutà (S~2–2,5%) ir nesant galimybø já pakeisti maþiau sieringu mazutu (S < 1%), dujomis, biokuru ir t. t., tokiuose katiluose bûtø galima naudoti modifikuotà kurà, uþtikrinantá SO₂, leistinà kieká iðskiriamose dujose.

Paþymëtina, kad dar reikëtø papildomø tyrimø, gerinant modifikuoto kuro priedø savybes, nustatant optimaliausius priedø komponenèiø kiekius. Be to, reikëtø iðtirti modifikuoto kuro poveiká eksploataciniëms degiklio savybëms.

4. IŠVADOS

1. Katiluose kartu su sieringu mazutu (S~2–2,5%) deginant magnio oksidà su karboksilato priedu, uþtikri-

nanèiu kure Mg:S = 2:1, iðskiriamuose dûmuose SO₂ kieká galima sumaþinti 1,93–1,64 karto, t. y. apie 15%.

2. Katiluose deginant modifikuotà kurà, kurio komponentës yra sieringas mazutas, magnio oksidas su karboksilato priedu (uþtikrinanèiu Mg:S = 2:1) ir apie 20–30% vandens arba lengvøjø naftos produktø (pvz., krosniø kuro), SO₂ kiekis iðskiriamuose dûmuose, palyginti su norminiu, virðijamas 1,13–1,15 karto, arba galima pasiekti net normose numatyta SO₂ kieká iðskiriamose dûmø dujose.

3. Nustatyta, kad deginant modifikuotà kurà susidarantys pelenai yra birùs, prie vidiniø katilø pavirðio neprikepa ir lengvai nuvalomi nuo pavirðio. Taip pat pagerëja ðilumos mainø procesas tarp degimo produktø ir vidiniø katilo pavirðio.

Gauta 2005 01 27

Literatûra

1. Kuro ir degalø kokybës aplinkosauginiai rodikliai // Valsstybës þinios. 2004. Nr. 77. P. 2484.
2. „Dël iðmetamø terðalø ið dideliø kurà deginanèiø árenginiø normø ir iðmetamø terðalø ið kurà deginanèiø árenginiø normø LAND43-2001 nustatymo“ // Valstybës þinios. 2004. Nr. 37. P. 1210.
3. Lunt R., Little D., Cunic D. Profiles in Flue Gas Desulphuriazation. American Institute of Chemical Engineers and Center for Waste Reduction Technologies. New York, 2000. P. 139.
4. SU 1759854. Ñi ï ñi á 1÷ènòëë äeçäëüí ì ái òi i eeåå ì ò ñaði ñi ääðæàù èõ ñi ääëi ái èé. 1992.
5. Aisnwarth S. New about aplication of magnesium hydroxide // Chemical and Engineering news. 1993. N 18. P. 15.
6. Ðleþas R. Dûmø nusierinimo technologijø ir jose susidaranèiø atliekø panaudojimo Lietuvoje perspektivos // Cheminë technologija. 2004. Nr. 3. P. 6–9.
7. Ëi ñnàÿ Á. Í ., Ëaçàðâ Á. Ë. Ëçó÷áí èá ðaaëöëè òàði è+áñêi ái ðacëi æáí èý ñoëüôèòà ì àáí èý ái ñcoái ì áeðäëüí ì é ñðääá // Í ðeëëäá àý ðeëi èý. 1982. 1 7.

Nijolë Vegytë, Antanas Kaminskas, Edvardas Miliukas, Juozas Blynas

SULFUR DIOXIDE REMOVAL FROM FLUE GASES BY THE USE OF MODIFIED FUEL

Summary

A novel heavy fuel oil combustion product desulphurization method was investigated. It included the preparation of a MgO suspension with carboxylate additive in water and its emulgation with heavy fuel oil. The modified fuel was injected into the boiler's combustion furnace in an optimal temperature range for SO₂ absorption. Here the magnesium compounds reacted with SO₂, and MgSO₄ was formed. This reaction product could be collected downstream and recycled. The parameters of suspension preparation were investigated. It was

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

Í ë,ëà Áááèòå, Áí òàí àñ Èàì èí ñéàñ,
Ýäáàðääñ l èéþéàñ, Píçàñ Áéèí àñ

NÍ ÈÆÁÍ ÈÅ SÍ₂ Á ÄÓI TÄÓÓ ÁÁÇÄÖ N
ÈÑÍ TÉÜCÍ ÁÁÍ ÈÁI l TÄÈÖÈÖÈDÍ ÁÁÍ I TÄ
ÖT TÉÈÄÄ

Ðáçþì à
Èññéäáí ááí èý i í èáçàëè, +òí èñí i èüçí ááí èá à éí òëàò
áí áñòí ñáðí èñòí áí àçóòà i í àèöèöèdí ááí i í áí

òí i ëèåà i í æáò ðåøèòü i ðí áéäà ó ní èæáí èý
éí õáí ððàöèè SÍ₂ á äúí i áúò áàçàò àí
i í ðí àòèáí i áí óðí áí ý. I ðåäéäààòñý ñéäáóþùéé
ní ñòàâ i í àèöèöèdí ááí i áí òí i ëèåà: ñáðí èñòûé
i àçóò (éí èé÷áñòáí S ~2-2,5%), i êñèä i ááí èý
i ðèí áñüþ ëàðáí èñèëàòà (÷òí áú i ááñí á÷èòü á ní áñè
ní i ðí i ðí ááí èá Mg:S = 2:1) è ááí áàåéáí èáí
i í ðåäáé, i í áí éí èé÷áñòâà áí áú èéè æèäéí áí
òí i ëèåà äéý i ðí i ëáí èý æèéèùí i áí ñáéðí ðà. I ðè
ýòí i ááðàçóþùáýñý çí èá i á i ðééèí ááò è áí óóðáí
i ðí õáñí õáí i áí áí à.

Èéþ÷ááñá ñéí áá: äúí i áúà áàçû, i àçóò,
i í àèöèöèdí ááí i áí òí i ëèåà, i êñèä i ááí èý
i ðèí áñüþ ëàðáí èñèëàòà, áí áá