



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos ir mechatronikos fakultetas

ŠILUMOS IR ATOMO ENERGETIKOS KATEDRA

K.Donelaičio 20, 3006 Kaunas

Tel.: 300 445, 300 436

Tel./faksas: 321449

Mokslo tiriamasis darbas

**„Aplinkosauginių reikalavimų įtakos šilumos tiekimo
įmonių rezervinio kuro kaupimui analizė ir
rekomendacijos įmonėms dėl rezervinio kuro
optimalaus panaudojimo“**

UŽSAKOVAS:

Lietuvos respublikos Ūkio ministerija

RENGĖJAS:

Mechanikos ir mechatronikos fakulteto dekanas

A.Fedaravičius

Autoriai:

Doc.dr. Kęstutis Buinevičius

M.Sc. Jolita Mockuvienė

Doc.dr. Egidijus Puida

KAUNAS, 2007

Turinys

Įvadas	4
1. Lietuvos ir ES normatyvinių ir direktyvinių dokumentų analizė	7
2. Šilumos tiekimo įmonėse susidariusios situacijos dėl teršalų koncentracijų degimo produktuose normų taikymo analizė.....	17
2.1 Įmonės, kurioms taikytini DKDĮ keliami reikalavimai, analizė.....	17
2.2 Įmonių, kurioms netaikytini dideliems kurą deginantiems įrenginiams keliami reikalavimai, situacija.....	19
2.3 Galimybės taikyti mazuto, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, bei kito kuro bendro deginimo normatyvus.....	25
2.4 Eksploatuojamų katilų teršalų koncentracijų atitikimas ribinėms normoms.....	28
3. SO ₂ koncentracijų normų, deginant mazutą, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, išlaikymo galimybių analizė.....	29
3.1 Priklausomai nuo SO ₂ normuojamų reikšmių keliami reikalavimai mazuto sieringumui	29
3.2 Mazuto, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, atsargų apimtys įmonėse.....	32
3.3 Mazuto, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, maišymo su mazutu ar kitu kuru, kurio sudėtyje yra mažiau kaip 1 proc. sieros, galimybės.....	33
3.4 Skysto kuro, kurio sudėtyje yra mažiau kaip 1 proc. sieros, vartojimui siūlomos alternatyvos.....	40
3.5 Mažai sieringo skysto kuro tiekėjų analizė Lietuvoje	43
4. SO ₂ koncentracijos mažinimo metodai.....	46
5. NO _x koncentracijų normų, deginant mazutą, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, išlaikymo galimybių analizė.....	61
5.1 Pirminės NO _x susidarymo mažinimo priemonės, tiesiogiai veikiant degimo procesą	63
5.2 Antrinės NO _x mažinimo priemonės	68
5.3 NO _x mažinimo metodų taikymo ekonominis įvertinimas.....	74
6. Kietųjų dalelių koncentracijų normų, deginant mazutą, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, išlaikymo galimybių analizė.....	77
6.1 Kietųjų dalelių koncentracijos mažinimo būdai	77
6.2 Kietųjų dalelių koncentracijos mažinimo derinimas su antriniu šilumos panaudojimu	85
6.3 Kietųjų dalelių mažinimo metodų taikymo ekonominis įvertinimas.....	89
7. Rekomendacijos šilumos tiekimo įmonėms	89
7.1 Mazuto, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, naudojimo galimybės kaupiant rezervinio kuro atsargas	89
7.2 Šilumos tiekimo įmonėse sukauptų mazuto atsargų optimalus suvartojimas.....	91
Literatūra.....	97

Sutrumpinimai

AM	Aplinkos ministerija
DKDĮ	Dideli kurą deginantys įrenginiai
EK	Europos komisija
GPGB	Geriausiai prieinami gamybos būdai
LAND	Lietuvos aplinkos apsaugos normatyvinis dokumentas
LOJ	Lakieji organiniai junginiai
NH ₃	Amoniakas
NO _x	Azoto oksidai
SO ₂	Sieros dioksidas
KD	Kietosios dalelės
TE	Termofikacinė elektrinė
TIPK	Taršos integruota prevencija ir kontrolė
VEI	Valstybinė energetikos inspekcija
SKV	Selektyvus katalitinis valymas
SNKV	Selektyvus nekatalitinis valymas Elektrostatinis filtras
ESF	Rankovinis filtras
RF	Išmetamųjų dujų nusierinimas
IDN	Išmetamųjų dujų nusierinimas, naudojant sauso sorbento įpurškimą
IDN (sausas)	Išmetamųjų dujų nusierinimas, naudojant sauso sorbento įpurškimą
IDN (p.sausas)	Pusiau sausas išmetamųjų dujų nusierinimas

Įvadas

Teršalų išmetimai į atmosferą iš energetikos ir pramonės objektų, po transporto, užima antrąją vietą pagal svarbą, todėl šių išmetimų mažinimas yra vienas iš nacionalinių aplinkos apsaugos prioritetų.

Lietuvos integracijos į ES metu, griežtėja reikalavimai naftos produktų kokybei, t.y. mažinamas leistinas sieros kiekis vartojamame mazute. Nuo 2008 m. sausio 1d. privaloma nutraukti naftos produktų, netenkinančių ES normų, naudojimą. Ekologiškai švaresnio kuro - mažai sieringo mazuto naudojimas pramonėje ir energetikoje bus įmanomas pradėjus importą iš Vakarų Europos.

Nuo 2008m. sausio 1d. Lietuvoje įsigalioja nauji, degimo produktuose esančių teršalų koncentracijų reikalavimai dideliems kurą deginantiesiems įrenginiams (DKDI) – katilinėms, kurių suminė galia 50 MW ir didesnė. Šie reikalavimai faktiškai neleidžia naudoti sieringo mazuto (sieros kiekis virš 1 %) be dūmų nusierinimo įrengimų. Išimtį sudaro Vilniaus TE-3, Kauno TE ir Mažeikių TE, kurių SO₂ išmetimai ribojami 1700 mg/m³ ir reglamentuojamas metinis teršalų kiekis. Reikalavimai DKDI priskirtoms katilinėms taip pat priklauso nuo katilinių galios – kuo didesnės galios katilinė, tuo griežtesni reikalavimai. Reikalavimų SO₂ koncentracijai griežtėjimo pakopos: nuo 50 MW iki 300 MW, nuo 300 MW iki 500 MW (laipsniškas griežtėjimas SO₂ koncentracijai), virš 500 MW.

Įrenginiuose iki 50 MW (nepriskiriamiems DKDI) nuo 2004 m. gegužės 1 d. toliau galioja reikalavimas, kad degimo produktuose SO₂ koncentracija neviršytų 1700 mg/m³. Faktiškai tai reiškia galimybę deginti sieringą mazutą tik kartu su švairiu kuru (pvz. dujomis), kad degimo produktų mišinyje nebūtų viršijama 1700 mg/m³ reikšmė (perskaičius į normatyvinį oro perteklių). Taigi, bus galima naudoti daugiau kaip 1 proc. sieros turintį mazutą, bet tik išlaikant leistiną SO₂ koncentraciją.

Visiems kitiems DKDI situacija sudėtingėja ne tik dėl naujų teršalų normų, bet ir dėl kito norminio dokumento „Lietuvos Respublikoje vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skystojo kuro privalomieji kokybės rodikliai“ (2006 08 31 LR Aplinkos, Ūkio ir Susisiekimo ministrų įsakymas D1-399/4-336/3-340) 7.2.p. nuostatos „esamuose kurą deginančiuose įrenginiuose, kuriuose išmetamo sieros dioksido ribinė vertė lygi 1700 mg/m³ arba mažesnė, esant 3 % deguonies koncentracijai išmetamose dujose pagal tūrį esant sausam būviui. Nuo 2008 m. sausio 1 d. šiuose įrenginiuose sieros dioksido ribinė vertė turės būti lygi naujų įrenginių išmetamų teršalų ribinėms vertėms arba mažesnė“.

Rezervinis kuras naudojamas siekiant užtikrinti patikimą energijos gamybą ir tiekimą. Reikalavimas nuo 2008 m. sausio 1d. naudoti tik mažai sieringą kurą turės ženkliai finansinę įtaką visoms šilumos tiekimo įmonėms ir pramonės įmonių katilinėms Lietuvoje, kadangi daugeliui energijos gamintojų mazutas yra pagrindinė rezervinio kuro rūšis. Europos Sąjungos reikalavimus atitinkančių naftos produktų rezervo formavimas turės įtaką tiekiamos šilumos kaštams. Todėl problema, su kuria Lietuvos energetikos sektorius susidurs nuo 2008 m. sausio 1d. apribojant sieringo (virš 1 % sieros masės dalies) mazuto deginimą Lietuvoje, turi būti neatidėliojamai sprendžiama.

Energetikos įmonėse yra sukauptos didelės sieringo mazuto atsargos. Išlaidos, kad jas pakeisti mažai sieringu kuru iki 2008m. sausio 1d. būtų labai didelės (apie 160 milijonų

litų). Todėl šios studijos vykdymo metu buvo ieškoma išeičių, kaip pereiti prie mažai sieringo kuro su mažiausiais pinigiais nuostoliais.

Dūmų nusierinimo įrangos diegimas, kaip vienas iš problemos sprendimo būdų, padarytų didelę įtaką gaminamos šilumos kainai. Nepalankiausioje padėtyje atsiduria šilumos tiekimo įmonės, neturinčios gamtinių dujų. Prisitaikant prie naujų reikalavimų, šioms įmonėms ekonomiškiausia būtų mažinti mažai sieringo mazuto naudojimą ir investuoti į gamtinių dujų tinklo plėtrą. Taip pat turėtų būti plečiamas kitų - vietinių, atsinaujinančių ir atliekinių energijos išteklių naudojimas.

Studijos tikslas – atlikti galimybių studiją dėl Lietuvos šilumos tiekimo įmonėse sukauptų didelių sieringo mazuto (>1 %) atsargų sunaudojimo bei esamo mazuto pakeitimo mažo sieringumo kuru, kadangi nuo 2008 m. sausio 1 d. griežtinami gamtosauginių reikalavimai ir ribojamas didelio sieringumo mazuto vartojimas. Šiam tikslui pasiekti atlikta ES ir LR norminių dokumentuose keliamų aplinkosauginių reikalavimų (šilumos tiekimo įmonėms) analizė.

Tiksliam susidariusios situacijos įvertinimui surinkti ir apdoroti šilumos tiekimo įmonių pateikti duomenys apie esamus kurą deginančius įrenginius bei sukaupto rezervinio kuro apimtį ir sunaudojimą, apie teršalų koncentracijų degimo produktuose normų išlaikymą. Darbe išnagrinėta situacija įmonėse, kurioms taikytini ir kurioms netaikytini dideliems kurą deginantiesiems įrenginiams (50 MW ir didesnės galios) keliami reikalavimai. Apibendrinus Lietuvos kurą deginančiose įmonėse esamą padėtį, parengtos rekomendacijos optimaliam sukauptų mazuto atsargų naudojimui, aptartos galimybės dėl sieringo mazuto pakeitimo mažo sieringumo kuru, siekiant neviršyti teršalų koncentracijos degimo produktuose normų. Remiantis EK parengtu rekomendaciniu dokumentu „Geriausiai prieinami gamybos būdai (GPGB) dideliems kurą deginantiesiems įrenginiams“, išnagrinėti ir pasiūlyti SO₂, NO_x ir kietųjų dalelių (KD) koncentracijų mažinimo metodai ir jų taikymo galimybės bei kaštai. Ypatingas dėmesys skirtas SO₂ koncentracijos normų patenkinimo galimybių analizei, kurioje apibrėžti reikalavimai mazuto sieringumui, įvertintos esamo mazuto apimtys įmonėse, aptartos sieringo mazuto maišymo su mažai sieringu skystu kuru galimybės. Pasiūlyti alternatyvūs skysto kuro (mažiau kaip 1 proc. sieros) variantai bei pristatyti šiuo metu ES šalyse naudojami SO₂ koncentracijos mažinimo metodai ir jų taikymo galimybės. Išnagrinėtos plačiai naudojamos ir techniškai išbandytos pirminės ir antrinės azoto oksidų (NO_x) mažinimo priemonės bei jų taikymo galimybė. Pateikti įvairūs kietųjų dalelių (KD) koncentracijos dūmuose mažinimo būdai, taip pat ir galimybė derinti KD mažinimą su antriniu šilumos panaudojimu. Atliktas SO₂, NO_x, KD teršalų koncentracijų mažinimo metodų taikymo ekonominis įvertinimas.

Remiantis atlikta esamos padėties įmonėse ir teršalų koncentracijų normų atitikimo analize, parengtos rekomendacijos šilumos tiekimo įmonėms.

Pateikti pasiūlymai esamų rezervinio kuro - sieringo mazuto atsargų optimaliam suvartojimui ir būdai, sumažinantys galimus finansinius nuostolius pakeičiant sieringą mazutą į mažai sieringą.

Studijos parengtų pasiūlymų ir rekomendacijų įgyvendinimui pateikta eilė pasiūlymų teisės aktų pakeitimams ar papildymams:

- įvesta sąvoka „faktiškai naudojama nominali kurą deginančio įrenginio (katilinės) galia“;

- VEI parengė tvarką, pagal kurią bus nustatoma faktiškai naudojama kurą deginančio įrenginio galia;
- remiantis šia tvarka, įmonės galės deklaruoti kitą kurą deginančio įrenginio (katilinės) galią, negu buvo nustatyta iki šiol ir nereikės demontuoti ar konservuoti nenaudojamos katilinės dalies, t.y. patirti papildomų išlaidų;
- pasiūlyta Aplinkos ministerijai papildyti normatyvinį dokumentą „Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normos“ Europos Sąjungos Parlamento ir Tarybos Direktyvos 2001/80/EB nuostatomis, leidžiančiomis tam tikromis situacijomis naudoti sieraingą rezervinį kurą;
- pasiūlyta Aplinkos ministerijai ir Aplinkos apsaugos agentūrai leisti šilumos gamybos įmonėms atitinkamai papildyti neapibrėžties sąlygas TIPK leidime (24 lentelė).

1. Lietuvos ir ES normatyvinių ir direktyvinių dokumentų analizė

Pagrindiniai Lietuvos įsipareigojimai aplinkos apsaugos srityje, kurie tiesiogiai siejasi su energetika, yra ES teisės reikalavimai oro kokybės sektoriuje, nes pagrindinis emisijų į atmosferą šaltinis yra organinio kuro deginimas.

Oro apsaugos skyriaus direktyvos, tiesiogiai susijusios su energetikos sektoriumi bei reguliuojančios atmosferos ir kt. taršą, yra šios:

- Europos Sąjungos Parlamento ir Tarybos direktyva 2001/80/EC „Dėl teršalų emisijos į orą iš didelių kurą deginančių įrenginių apribojimo“, pakeitusi anksčiau taikytą direktyvą 1988/609/EEC;
- Europos Sąjungos Parlamento ir Tarybos direktyva 2001/81/EC „Dėl atmosferos teršalų nacionalinės taršos limitų“;
- Europos Sąjungos Tarybos direktyva 1999/32/EC „Dėl sieros kiekio skystame kure mažinimo“, pakeitusi direktyvą 1993/12/EEC;
- Europos Sąjungos Tarybos direktyva 1994/63/EC „Dėl išmetamų lakiųjų organinių junginių, kurie susidaro sandėliuojant ir išvežiant benzina į terminalų degalines“;
- Europos Sąjungos Tarybos direktyva 1996/61/EEC „Dėl integruotos taršos prevencijos ir kontrolės“.

LR norminiai dokumentai, kuriuose išdėstyti reikalavimai dėl didelio sieringumo kuro deginimo galimybių nuo 2008m. sausio 1d. yra šie:

- „Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normos“ (patvirtintos LR aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr.712);
- „Kuro ir degalų kokybės aplinkosauginiai rodikliai“ (patvirtinti aplinkos ministro, ūkio ministro ir susisiekimo ministro 2006 m. rugpjūčio 31 d. įsakymu Nr. 399/4-336/3-340);
- „Energinės išteklių rezervinio kuro atsargų sudarymo, tvarkymo ir naudojimo taisyklės“ (LR ūkio ministro įsakymas 2004m. spalio 22d. Nr.85);
- „Naftos produktų ir naftos valstybės atsargų sudarymo, tvarkymo, kaupimo ir kontrolės tvarka“ (patvirtinta LR Vyriausybės 2002m. gruodžio 5d. nutarimu Nr.1901).

Europos Sąjungos Parlamento ir Tarybos direktyva 2001/80/EC dėl teršalų emisijos į orą iš didelių kurą deginančių įrenginių apribojimo taikoma kurą deginantiesiems įrenginiams, kurių nominali šiluminė galia lygi ar viršija 50 MW nepriklausomai nuo to, koks kuras yra naudojamas.

Direktyva įrenginius skirsto į „naujus“ ir „esamus“:

- „naujas“ įrenginys - tai bet kuris kurą deginantis įrenginys, kuriam pradinė statybos licencija arba, jeigu tokia tvarka netaikoma, pradinė eksploatavimo licencija buvo išduota 1987 m. liepos 1 d. arba vėliau.
- „esamas“ įrenginys – tai bet kuris kurą deginantis įrenginys, kuriam pradinė statybos licencija arba, jeigu tokia tvarka netaikoma, pradinė eksploatavimo licencija buvo išduota iki 1987 m. liepos 1 d.

Pagal direktyvoje pateikiamus reikalavimus dėl teršalų išmetimų ribinių verčių laikymosi nauji įrenginiai toliau dar gali būti suskirstyti į du tipus:

1. Nauji įrenginiai, kuriems statybos leidimai išduoti (arba, jeigu tokia tvarka netaikoma, eksploatacijos leidimai) iki 2002 m. lapkričio 27 d. (su sąlyga, kad įrenginiai pradės veikti ne vėliau kaip 2003 m. lapkričio 27 d.) (Direktyvos straipsnis 4.1.)

2. Nauji įrenginiai, kuriems atitinkamos licencijos bus išduodamos po 2002 m. lapkričio 27 d. (direktyvos straipsnis 4.2.);

Pagal direktyvą atmosferos tarša iš DKDĮ gali būti reguliuojama dvejopai:

- nustatant kiekvieno išmetamo teršalo atitiktą ribinėms vertėms, kurių atskiri įrenginiai privalo neviršyti; arba
- pagal kiekvieną teršalą, apskaičiuojant tam tikrą bendrą metinį iš visų DKDĮ išmetamų teršalų kiekį. Atskirų tų pačių parametrų (pvz. šiluminė galia, deginamas kuras) DKDĮ-ių išmetamų teršalų vertės gali skirtis, tačiau bendras išmetamų teršalų kiekis negali viršyti tam tikros nustatytos apimties.

Išmetamų teršalų ribinės vertės atskiram įrenginiui yra nustatytos direktyvos prieduose III-VII. Prieduose ribinės išmetimų vertės yra pateiktos kiekvienai kuro rūšiai, diferencijuotos pagal įrenginio nominalią (instaliuotą) šiluminę galią, deginamą kurą ir statusą

Europos Sąjungos Tarybos direktyvos 1999/32/EC dėl sieros kiekio skystame kure mažinimo (pakeitusi direktyvą 1993/12/EEC) tikslas – sumažinti sieros dioksido išmetimą, atsirandantį deginant tam tikrų rūšių skystąjį kurą, ir tuo būdu sumažinti tokių išmetimų sukeltą žalingą poveikį žmonėms ir aplinkai. Tuo būdu ši direktyva nustato leistinas sieros kiekio tokiam kure ribas valstybių narių naudojamame sunkiajame mazute, gazolyje ir jūriniame gazolyje.

Reikalavimas nenaudoti mazuto, kuriame sieros kiekis viršija 1% masės, netaikomas mazutui naudojamam esamuose įrenginiuose nuo 2008m. sausio 1 d. tuo atveju, kai iš šių įrenginių išmetamo sieros dioksido koncentracija yra mažesnė arba lygi naujų įrenginių ribinėms išmetamų teršalų vertėms (pagal Direktyvos 2001/80/EB 4 straipsnio 3 dalies a punkto, IV priedo A dalis). T.y. įrenginiams, kurių nominalus šiluminis našumas iki 300 MWh, sieros dioksido koncentracija ne didesne kaip 1700 mg/m^3 , o nuo 300 iki 500 MWh ji tiesiškai mažėja iki 400 mg/m^3 .

Europos Sąjungos Parlamento ir Tarybos direktyva 2001/80/EC dėl teršalų emisijos į orą iš didelių kurą deginančių įrenginių apribojimo, pakeitusi anksčiau taikytą direktyvą 1988/609/EEC, perkelta į Lietuvos įstatymus Lietuvos Respublikos aplinkos ministro, Lietuvos Respublikos ūkio ministro ir Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro įsakymu „Dėl kuro ir degalų kokybės aplinkosauginių rodiklių patvirtinimo“, priimtu 2001 m. rugpjūčio 31 d. Įsakymas draudžia Lietuvos Respublikos teritorijoje nuo 2004 m. sausio 1 d. naudoti mazutą, kuriame sieros kiekis viršija 1%.

„Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normos“ (patvirtintos LR aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr.712) nustato teršalų išmetimo į aplinkos orą ribines vertes, monitoringo ir kontrolės reikalavimus. Visi šie reikalavimai atitinka Europos Sąjungos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2001/80/EC „Dėl teršalų emisijos į orą iš didelių kurą deginančių įrenginių apribojimo“ nuostatas.

„Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normose“ nustatytos išmetamų teršalų, t.y. sieros oksido ir azoto oksido ribinės vertės gali būti netaikomos iki 2015 m. gruodžio 31d. Vilniaus elektrinei (VE-3), Kauno elektrinei ir Mažeikių elektrinei (SO_2 ribinė vertė negali būti didesnė nei 1700 mg/m^3). Taip pat nustatyti bendri šių teršalų limitai, kurie neturėtų būti viršijami:

- 2005 m. – 28 300 tonų SO_2 per metus; 4 600 tonų NO_x per metus;
- 2008 m. – 21 500 tonų SO_2 per metus; 5000 tonų NO_x per metus;
- 2010 m. – 30 500 tonų SO_2 per metus; 10 500 tonų NO_x per metus;

- 2012 m. – 29 000 tonų SO₂ per metus; 10 800 tonų NO_x per metus.

Taip pat ribinės teršalų normos gali būti netaikomos planuojant įrenginio eksploatacijos nutraukimą (24 punktas). Tuo atveju „*esamas kurą deginantis įrenginys, pradėdamas nuo 2008 m. sausio 1 d. iki 2015 m. gruodžio 31 d. nebus naudojamas daugiau kaip 20 000 valandų*“, t.y. iki 3 metų. Šis punktas yra patrauklus mažoms katilinėms, kurioms net 833 paras minėtu laikotarpiu nebus taikomos ribinės teršalų normos. Šiuo laikotarpiu įmonei būtų įmanoma rasti ir įsidięgti palankiausia problemos sprendimo būdą. Viena iš galimybių DKDĮ būtų peržiūrėti perspektyvinius energijos gamybos poreikius ir esant galimybei sumažinti nominalaus šiluminio našumą iki 300 MW. Tokiu atveju sumažėtų reikalavimai ir tokiems įrenginiams reikėtų mažiau investicijų, nes būtų galimybė deginti 1% S mazutą ir po 2008 m.

Esamiems kurą deginantiems įrenginiams, kurių našumas > 400MW ir jie eksploatuojami nustatyta valandų skaičių per metus:

- iki 2015 m. gruodžio 31 d. – 2 000 valandų,
- nuo 2016 m. sausio 1 d. – 1 500 valandų,

išmetamo sieros dioksido ribinė vertė gali būti nustatyta 800 mg/Nm³ (25 punktas). Šiuo atveju, palankesnė situacija sudaro 500 MW ir didesnio našumo įrenginiams, kuomet SO₂ ribinė vertė vietoj 400 mg/Nm³ gali būti 800 mg/Nm³.

Ypatingais atvejais, įvykus avarijai ar sutrikus kurą deginančio įrenginio veiklai ar jam sugedus, „Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normose“ yra numatytos nuostatos dėl išmetamų teršalų kiekio (10 punktas), kurias būtina įtraukti į paraišką leidimui gauti. Tais atvejais įrenginio eksploatacija per dvyliką mėnesių turi neviršyti 120 valandų, t.y. 5 paros. Tokiu būdu šio laikotarpio metu, apie tai pranešus ir tvarką suderinus su RAAD, būtų leidžiama netaikyti normų išmetamiems teršalams.

Leistina sieros kiekį kūrenamajame mazute nustato „*Kuro ir degalų kokybės aplinkosauginiai rodikliai*“ (patvirtinti aplinkos ministro, ūkio ministro ir susisiekimo ministro 2006 m. rugpjūčio 31 d. įsakymu Nr. 399/4-336/3-340). Pagal 7.2 punktą nuo 2008 m. sausio 1 d. esamų įrenginių išmetamo sieros dioksido ribinė vertė turės būti lygi naujų įrenginių išmetamų teršalų ribinėms vertėms arba mažesnė. Tuo būdu šių ribinių verčių neviršyti bus įmanoma tik deginant mažo sieringumo mazutą. Išimties atveju, kada galima deginti kurą, kurio sudėtyje siera sudaro daugiau kaip 1% masės, būtinas specialus leidimas su jame nurodytomis išmetamų teršalų normomis (8 punktas).

Energijos išteklių rezervinio kuro atsargų sudarymo, tvarkymo ir naudojimo taisyklės (LR ūkio ministro įsakymas 2004 m. spalio 22d. Nr.85) reglamentuoja energetikos įmonių, turinčių daugiau kaip 5 MW galios šilumos ar elektros energijos gamybos objektų ir gaminančių parduoti skirtą šilumos ar elektros energiją bei privalančių turėti ne mažesnes kaip vieno mėnesio energijos išteklių rezervines atsargas (toliau vadinama – rezervinio kuro atsargas), sudarymo, tvarkymo ir naudojimo tvarką. Pagal šias taisykles rezerviniam kurui priskirtas kuras privalo atitikti teisės aktų nustatytus privalomuosius kuro kokybės rodiklius ir standartų ar techninių sąlygų reikalavimus. Kadangi nuo 2008m. sausio 1d. Lietuvos respublikoje griežtėja aplinkosauginiai reikalavimai bei ribojamas didelio sieringumo mazuto vartojimas, šiose taisyklėse reikalingi papildymai dėl esamo rezervinio sieringo kuro sunaudojimo ir jo papildymo mažai sieringu kuru. Taip pat turi būti pateiktos naujos nuostatos dėl rezervinio kuro, atitinkančio LR vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skysto

kuro privalomuosius kokybės rodiklių nustatytus reikalavimus, kiekio atkūrimo tvarkos bei atsargų laikymo vietas.

Naftos produktų ir naftos valstybės atsargų sudarymo, tvarkymo, kaupimo ir kontrolės tvarka (LR vyriausybės nutarimas 2002m. gruodžio 5 d. Nr. 1901) taikoma naftos produktus gaminančioms, importuojančioms ir energiją gaminančioms įmonėms bei reglamentuoja naftos valstybės atsargų sudarymą, tvarkymą, kaupimą ir kontrolę. Šias atsargas pagal Ūkio ministerijos nustatytas jų kaupimo užduotis privalo kaupti paskirtosios valstybės įmonės. Atsargos privalo atitikti teisės aktų nustatytus naftos produktų privalomuosius kokybės rodiklių reikalavimus.

Didžiausios problemos Lietuvai iškils įgyvendinant direktyvą 2001/80/EC dėl teršalų emisijos į orą iš didelių kurą deginančių įrenginių apribojimo, nes nuo 2008 m. sausio 1d. nebus galima naudoti mazuto, turinčio daugiau nei 1% sieros. Tačiau direktyvoje yra daromos kelios išimtys leidžiančios naudoti sieringą mazutą (>1% sieringumo) ir leidžiančios netaikyti nuo 2008 m. sugriežtėsiiančių oro taršos normatyvų. Šios išimtys gali būti taikomos energetikos įmonėms, paprastai naudojančioms dujinį kurą, o sutrikus jo tiekimui naudojančioms mazutą, kad užtikrintų energijos tiekimą. Tai reglamentuota Europos parlamento ir tarybos 2001 m. spalio 23 d. direktyvos 2001/80/EB „Dėl tam tikrų teršalų, išmetamų į orą iš didelių kurą deginančių įrenginių, kiekio apribojimo“ 7 straipsnio 2 ir 3 punktuose:

„2. Kompetentinga institucija gali daugiausiai šešioms mėnesiams atleisti nuo įsipareigojimo laikytis sieros dioksidui 4 straipsnyje nustatytų išmetamų teršalų ribinių verčių bet kokiam įrenginiui, kuriame tuo tikslu paprastai naudojamas mažai sieros turintis kuras tais atvejais, kai operatorius negali laikytis šių ribinių verčių dėl mažai sieros turinčio kuro tiekimo pertrūkių, kurie būna dėl jo didelio trūkumo. Apie šiuos atvejus Komisijai pranešama nedelsiant.

3. Kompetentinga institucija gali leisti nesilaikyti 4 straipsnyje nustatytų išmetamų teršalų ribinių verčių tais atvejais, kai įrenginys, kuriame paprastai naudojamas tik dujinis kuras ir kuriame kitokiu atveju reikėtų įmontuoti išmetamųjų dujų valymo įrenginį, turėtų išimtiniais atvejais, bet ne daugiau kaip 10 dienų, išskyrus tuos atvejus, kai labai svarbu išlaikyti energijos tiekimą, pradėti vartoti kitas kuro rūšis dėl staigiai nutraukto dujų tiekimo. Kompetentingai institucijai nedelsiant pranešama apie kiekvieną tokį ypatingą atvejį. Valstybės narės nedelsdamos praneša Komisijai apie šioje dalyje nurodytus atvejus.“

Taip pat Europos tarybos 1999 m. balandžio 26 d. direktyvos 1999/32/EB „Dėl sieros kiekio sumažinimo tam tikrose skystojo kuro rūšyse ir iš dalies keičianti Direktyvą 93/12/EEB“ (įskaitant naujausius pakeitimus, 2005 m. liepos 6 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2005/33/EB, iš dalies keičianti Direktyvą 1999/32/EB „Dėl sieros kiekio jūriniame kure“) 3 straipsnio 1 punkto b dalyje.

Be to, leidžiama nesilaikyti šio reikalavimo naujoms jėgainėms, kurios tenkina taršos apribojimus, apibrėžtus didelių kurą deginančių įmonių Direktyvoje bei kitoms jėgainėms, kur sieros dioksido tarša yra mažesnė arba lygi 1700 mg/Nm^3 .

Priemonės, kaip pasiekti integruotą taršos prevenciją ir kontrolę siekiant užkirsti kelią teršalų išmetimui arba jam mažinti, nustato direktyva 1996/61/EEC dėl integruotos taršos prevencijos ir kontrolės. Ši direktyva įpareigoja, kad nė vienas įrenginys, kuriame vykdoma viena ar kelios I priede išvardintų veiklos rūšių, nebūtų eksploatuojamas be leidimo

išduodamo pagal šią direktyvą. Veiklos vykdytojas eksploatuodamas įrenginį privalo vykdyti leidimo sąlygas naudojant geriausiai prieinamus gamybos būdus, kad nebūtų viršytos aplinkos kokybės normos.

Aplinkos taršos mažinimo priemonių įgyvendinimą bei planavimą subjektuose nustato „Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimų, atnaujinimo ir panaikinimo taisyklės“ (LR aplinkos ministro 2005m. birželio 29d. įsakymas Nr.D1-330), pagal kurias išduodamas Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimas. Šios taisyklės įtvirtina taršos integruotos prevencijos ir kontrolės sistemą, kuri apima įvairias taršos mažinimo priemones siekiant mažinti ūkinės veiklos objekto neigiamą poveikį aplinkai ir išvengti teršalų pernešimo iš vienos terpės į kitą.

Pagal 88/609/EEC direktyvos reikalavimus, jau 2004 metais įsigaliojo draudimas deginti mazutą, kuriame sieros kiekis viršija 1 procentą, nebent SO₂ išlakos siektų mažiau nei 1700 mg/Nm³. Tokiu atveju 2,2 procentų sieringumo mazutas, deginamas DKDĮ kartu su ne mažiau kaip 55 procentais gamtinių dujų ar 55 procentais biokuro (pagal bendrai sudeginamo kuro kiekį) ir SO₂ išlakų kiekiai degimo produktuose mažesni nei 1700 mg/Nm³. Tačiau nuo 2008m. sausio 1d. Lietuvos respublikoje griežtėja aplinkosauginiai reikalavimai bei ribojamas didelio sieringumo mazuto vartojimas.

Pagal DKDĮ direktyvos reikalavimus, DKDĮ reikalaujamas išlakų kiekio sumažėjimas turi būti pasiektas vėliausiai iki 2008 metų sausio 1d. Ribinės išmetimų vertės pateiktos 1 lentelėje.

1 lent. Ribinės teršalų koncentracijos, taikomos esamoms kurą deginančioms įmonėms, pagal DKDĮ direktyvą 2001/80/EC

Įmonės dydis (MW šil. galia)	SO ₂ (mg/Nm ³)		NO _x (mg/Nm ³)		Dulkės (mg/Nm ³)	
	Mazutas	Gamt. dujos	Mazutas	Gamt. dujos	Mazutas	Gamt. dujos
50 – 300	1700	35	450	300	50	5
300 – 500	1700-400 (linijinis mažėjimas)					
> 500	400					

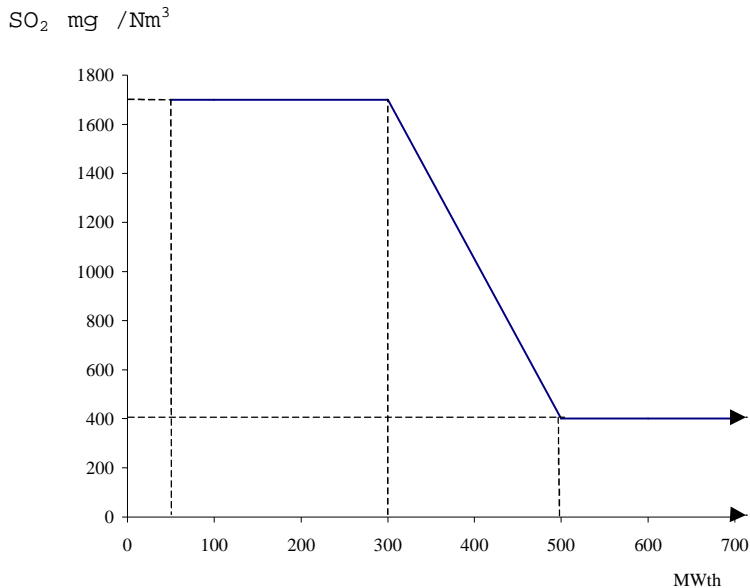
Įmonėms, kurios degina įvairias kuro rūšis, ribinės teršalų vertės turėtų būti nustatytos pagal kuro rūšį ir suvartotą jo kiekį (kiekvienai kuro rūšiai pateikta ribinė išlakų reikšmė turi būti padauginta iš šiluminės galios, MW vertės atitinkamam kurui, po to gauti skaičiai sudedami ir padalinami iš bendrosios visų kuro rūšių šiluminės galios).

2 lent. Dideli kurą deginantys įrenginiai ir išmetimų vertės nuo 2008 m. sausio 1d.

„Esami“			
Pradėta veikla iki 1998 m. liepos 1 d.			
Nuo 2008 m. sausio 1 d. kiekvienas įrenginys turi neviršyti 2001/80/EB direktyvos III-VII A dalyse nustatytų ribinių verčių			
SO₂ reikšmės deginant skystą kurą nuo 2008 m. sausio 1d.			
50-300 MW 300-500 MW >500 MW	1700 mg/m ³ 1700-400 mg/m ³ (ties.mažėjimas) 400 mg/m ³		
„Nauji“			
Pradėta veikla nuo 1998 m. liepos 1 d.			
„Nauji seni“		„Nauji nauji“	
Leidimas statybai iki 2002 m. lapkričio 27 d. (eksploatacija pradėta ne vėliau kaip nuo 2003 m. lapkričio 27 d.)		Leidimas statybai po 2002 m. lapkričio 27 d. (eksploatacija pradėta ne vėliau kaip nuo 2003 m. lapkričio 27 d.)	
SO₂ reikšmės deginant skystą kurą		SO₂ reikšmės deginant skystą kurą	
50-300 MW 300-500 MW >500 MW	1700 mg/m ³ 1700-400 mg/m ³ (ties.mažėjimas) 400 mg/m ³	50-100 MW 100-300 MW >300 MW	850 mg/m ³ 400-200 mg/m ³ (ties.mažėjimas) 200 mg/m ³

Taigi pagrindiniai išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių ir sieros ribojimo kure direktyvų reikalavimai yra šie:

- 1) nuo 2004m. sausio 1d. iki 2008m. sausio 1d.: galioja sieros kiekio skystame kure apribojimai. Visiems įrenginiams, deginantiems skystąjį kurą (mazutą), nustatoma ribinė SO₂ išmetimo norma 1700 mg/Nm³. Tai reiškia, kad tos įmonės, kurios šiuo metu degina iki 2,5% S mazutą, turės keisti naudojamo kuro struktūrą arba įsirengti dūmų valymo (nusierinimo) įrenginius. Deginant 2,5% S mazutą kartu su gamtinėmis dujomis, mediena ar kitu nesieringu kuru, ribinė SO₂ išmetimų vertė 1700 mg/Nm³ nebus viršyta, jeigu 2,5% S mazuto dalis bus ne didesnė kaip 40%;
- 2) nuo 2008m. sausio 1d. įsigalioja nauji reikalavimai esamiems kurą deginantiems įrenginiams, kurie naudoja skystąjį kurą (mazutą) ir kurių nominali šiluminė galia yra iki 300 MW, nustatoma 1700 mg/Nm³ SO₂ emisijos ribinė vertė, 300-500 MW įrenginiams ribinė SO₂ emisijos vertė tiesiškai mažėja nuo 1700 mg/Nm³ iki 400 mg/Nm³, o virš 500 MW įrenginiams ji negali būti didesnė nei 400 mg/Nm³.



- 3) Visiems įrenginiams nustatomos ribinės NO_x išmetimų vertės nuo 400 iki 450 mg/Nm³, kietosioms dalelėms - nuo 100 iki 50 mg/Nm³. Tai reiškia, kad virš 300 MW galimumo įrenginiuose sieringesnį nei 1% S skystą kurą bus galima deginti tiksliai įrengus dūmų valymo įrenginius, nes deginat mazutą kartu su gamtinėmis dujomis vis tiek negalima patenkinti normų reikalavimų. Maišymas su biokuru leistų užtikrinti normas, tačiau tokio galimumo katiluose tokio mišinio deginimas būtų nerealaus. Įrenginiuose, kurių galia iki 300 MW, 1% S mazutą bus galima deginti atskirai arba bet kokių santykiu su gamtinėmis dujomis, nes normos skystam kurui arba jo mišiniui su dujomis nebus viršijamos jokių atveju.
- 4) Mažiams kurą deginantiesiems įrenginiams nuo 2008 m. sausio 1d., kurių galia iki 50 MW, reikalavimai dėl kuro deginimo išlieka tie patys, nustatyti „Išmetamų teršalų iš kurą deginančių įrenginių normose LAND 43-2001“ (LR aplinkos ministro 2001m. rugsėjo 28d. Nr.486), t. y. deginant 2,5% S mazutą kartu su gamtinėmis dujomis, mediana ar kitu nesieringu kuru, ribinė SO₂ išmetimų vertė 1700 mg/Nm³ bus neviršyta, jeigu 2,5 % S mazuto dalis bus ne didesnė kaip 40 %.

„Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normose“ (LR aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24d. Nr.712) būtina papildyti išmetamų teršalų ribinių verčių nustatymą naujiems įrenginiams, deginantiesiems įvairų kurą. Nuo 2008 m. įrenginiuose, kuriuose tuo pat metu deginamas dviejų ar daugiau rūšių kuras, išmetamų SO₂, NO_x ir kietųjų dalelių ribinės vertės nustatomos pagal kurą deginančio įrenginio nominalią šiluminę galią. Deginant mazutą kartu su dujomis mažesniuose už 300 MW įrenginiuose SO₂ normos pasiekiamos, jeigu mazuto sieringumas mažesnis už 1 %. Deginant mazutą kartu su dujomis didesniuose už 500 MW įrenginiuose SO₂ normos pasiekiamos, jeigu mazuto sieringumas mažesnis už 0,25 %.

DKDĮ jeigu jų galia yra mažesnė už 300 MW, siekdamas neviršyti normų ir tenkinti direktyvų reikalavimus, turėtų keisti kuro struktūrą, t.y. deginti gamtines dujas arba mažai sieringą mazutą. Didesnėms nei 500 MW galios elektrinėms reikės įdiegti dūmų

nusierinimo įrangą. Tada jos galės deginti ne tik dujas, bet ir sieringą kurą. Tokios investicijos yra būtinos siekiant užtikrinti kuro tiekimo patikimumą, kuris nėra užtikrintas turint vienintelį gamtinių dujų tiekimo šaltinį.

Taip pat jau LR Aplinkos, LR Ūkio ir LR Susisiekimo ministerijų 2006 m. rugpjūčio 31d. išleistu įsakymu Nr.D1-399/4-336/3-340 „Lietuvos respublikoje vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skystojo kuro privalomieji kokybės rodikliai“ nustatytas leistinas sieros kiekis kūrenamajame mazute sudaro ne daugiau nei 1% masės. Iki 2008m. sausio 1d. esamuose kurą deginančiuose įrenginiuose SO₂ ribinė vertė turi neviršyti 1700mg/m³, tačiau nuo minėtos datos sieros dioksido ribinės vertės turės būti lygios naujų įrenginių išmetamų teršalų ribinėms vertėms.

Teisės aktų neatitikimai

DKDĮ normos yra pagrindinis nacionalinės teisės aktas, perkeliantis DKDĮ direktyvos nuostatas. Tačiau čia pateikiama keletas pastebėjimų dėl tam tikrų neatitikimų tarp šių dokumentų.

Pagal „Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normas“ (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymas Nr. 712) kurą deginančio įrenginio apibrėžimas ne visiškai atitinka šį apibrėžimą, pateiktą DKDĮ direktyvoje.

Kurą deginantis įrenginys – techninis įrenginys arba jų grupė, esantys bendrame objekte, kuriuose kuras oksiduojamas norint panaudoti deginimo proceso metu gaunamą šilumą; jeigu du arba daugiau atskirų įrenginių įrengiami taip, kad, atsižvelgiant į techninius ir ekonominius veiksnius, jų išmetamosios dujos gali būti šalinamos per bendrą kaminą, iš tokių įrenginių susidedantis darinys turi būti laikomas vienu įrenginiu;

Skaičiuojant teršalų ribines vertes techninių įrenginių grupei pagal DKDĮ normas turi būti įvertinama bendra visų objekte esančių katilų galia.

Pagal įrenginio apibrėžimą 2001/81/EC direktyvoje, skaičiuojant teršalų ribines vertes įvertinti visų katilų galias tik tuo atveju, kai apjungti keli įrenginiai yra nauji.

Pagal Direktyvą - „**kurą deginantis įrenginys**“ – tai techninė įranga, kurioje oksiduojamas kuras, kad būtų galima panaudoti taip gautą šilumą.

Jeigu du ar keli nauji įrenginiai įmontuojami tokiu būdu, kad atsižvelgiant į techninius ir ekonominius veiksnius, kompetentingų institucijų sprendimu jų išmetamosios išmetamosios dujos galėtų būti išleistos per bendrą kaminą, tokių įrenginių junginys yra laikomas vienu elementu;

DKDĮ direktyvoje skiriamoji data tarp „naujų“ ir „esamų“ įrenginių yra 1987 m. liepos 1d. Tuo tarpu DKDĮ normose „esamų“ laikomas įrenginys, kuriam leidimas statyti išduotas iki 1998 m. liepos 1d., „nauju“ – po 1998 m. liepos 1d.

Taip pat DKDĮ normose nėra aiškiai apibrėžtos sąvokos „nauji nauji“ ir „nauji seni“ įrenginiai. Normose IV skyriaus 12 ir 13 punktuose pateiktos ribinės vertės „naujiems“ kurą deginantis įrenginiams, kuriems leidimas statyti išduotas iki 2002m. lapkričio 27d.ir tiems „naujiems“ įrenginiams, kuriems leidimas statyti išduotas po 2002m. lapkričio 27d.

Pagal 2001/80/EB direktyvoje dėl taršos iš didelių kurą deginančių įrenginių pateiktą kurą deginančio įrenginio apibrėžimą, bendrame objekte prie bendro kamino prijungtų įrenginių

grupė yra laikoma vienu įrenginiu. Tuo būdu kaminų skaičius įmonėje nurodo įrenginių skaičių. Tokia sąvoka traktuotė gerokai pakeistų DKDĮ sąrašą Lietuvoje.

Tuo tarpu pagal 96/61/EB direktyvoje dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės (angliška versija) pateiktą įrenginio apibrėžimą, pats techninis vienetas sykiu su jame vykdomomis tiesiogiai susijusiomis veiklomis yra laikomas vienu įrenginiu. Šis techninis vienetas vienu įrenginiu bus laikomas tada, kai atitiks tam tikrus kriterijus. Lietuviškoje 96/61/EB direktyvos versijoje įrenginys yra stacionarus technikos objektas, o ne techninis vienetas, kaip angliškoje šios Direktyvos versijoje. Tuo būdu šis įrenginio sąvokos traktavimas iš esmės kitaip apibrėžia patį įrenginį, t.y. jo mastelį. Tuomet visa įmonės su joje esamais katilais ir kaminais yra laikoma vienu įrenginiu. Šis sąvokos traktuotės neatitikimas tarp 96/61/EB direktyvos angliškos ir lietuviškos versijos sudaro neapibrėžtumą, kas turi būti laikoma vienu įrenginiu.

(Pagal IŠMETAMŲ TERŠALŲ IŠ DIDELIŲ KURĄ DEGINANČIŲ ĮRENGINIŲ NORMAS:
Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 712)

Kurą deginantis įrenginys – techninis įrenginys arba jų grupė, esantys bendrame objekte, kuriuose kuras oksiduojamas norint panaudoti deginimo proceso metu gaunamą šilumą; jeigu du arba daugiau atskirų įrenginių įrengiami taip, kad, atsižvelgiant į techninius ir ekonominius veiksnius, jų išmetamosios dujos gali būti šalinamos per bendrą kaminą, iš tokių įrenginių susidedantis darinys turi būti laikomas vienu įrenginiu;

(Pagal TARYBOS DIREKTYVA 96/61/EB dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės)
„**įrenginys**“ yra stacionarus technikos objektas, kuriame vykdoma viena arba kelios I priede išvardintų veiklos rūšių, ir bet kuri kita tiesiogiai susijusi veikla, kuri techniškai siejasi su toje vietoje vykdoma veikla, galinčia sukelti teršalų išmetimą ir taršą;

Pagal DKDĮ direktyvos nuostatas nenutrūkstami išmetimų matavimai turi būti vykdomi jau nuo 2004 m. lapkričio 27 d.: esamuose ir naujuose įrenginiuose, kuriuose nominalus našumas yra 100 MW arba didesnis - turi būti nuolat matuojamos SO₂, NO_x ir KD koncentracijos (18str. 2 punktas). „Nauji nauji“ įrenginiai šiuos matavimus atlieka jau nuo šios direktyvos įsigaliojimo datos 2002 m. lapkričio 27d. (8 priedas 2 punktas)

Tuo tarpu pagal DKDĮ normas nenutrūkstami išmetimų matavimai bus privalomi atlikti vėliau, t.y. nuo 2008 m. sausio 1 d.: esamiems kurą deginantiems įrenginiams, kuriuose nominalus našumas yra 300 MW arba didesnis (VII skyrius 29 pastr). O „nauji nauji“ įrenginiai, kurių instaliuotas našumas yra 100 MW ir didesnis, šiuos matavimus turi atlikti nuo 2003m. lapkričio 27d. (8 priedas, 2 pastr.)

Išmetamų teršalų ribinių verčių nustatymo atvejais, kai įrenginyje vienu metu gali būti naudojamos dvi ar kelios kuro rūšys, DKDĮ direktyvoje yra nustatyti 8 straipsnyje. Įvairaus kuro naudojimo atveju kiekvienos atskirai kuro rūšies ir išmetamo teršalo ribinės vertės apskaičiuojamos naudojant kuro rūšies šiluminį našumą. Tuo tarpu „Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normose“ 15 punkte, įvairaus kuro deginimo atveju, apskaičiuojant išmetamų teršalų ribines vertes naudojamas ne kuro šiluminis našumas, o kurą deginančio įrenginio šiluminė galia:

„15. Projektuojant ir statant naujus įvairių kurą deginančius įrenginius, taip pat išduodant leidimus, kai įrenginiuose tuo pat metu deginamas dviejų arba daugiau rūšių kuras, išmetamų sieros dioksido, azoto oksidų ir kietųjų dalelių ribinės vertės nustatomos taip:

15.1. vadovaujantis šių Normų 1, 2, 3, 4 ir 6 priedais, kiekvienai kuro rūšiai ir teršalui atskirai nustatoma ribinė vertė pagal kurą deginančio įrenginio nominalią šiluminę galią;

15.2. po to kiekvienai kuro rūšiai paskaičiuojamos išmetamų teršalų ribinės vertės, kurios gaunamos dauginant pagal 15.1 punktą nustatytą ribinę vertę iš kiekvieną kuro rūšį deginančio įrenginio šiluminės galios ir gautą sandaugą padalijant iš visų kuro rūšių atitinkamų įrenginių šiluminės galios sumos;

15.3. pagal 15.2 punktą apskaičiuotos atitinkamų teršalų ribinės vertės yra sudedamos.“

15.2 punkte skaičiuojant atitinkamų teršalų ribines vertes, lieka neaišku, kokią kurą deginančio įrenginio šiluminę galią reikia naudoti - nominalią ar faktinę, kadangi jeigu palygintume su 15.1 punktu, praleistas žodis „nominali“. Todėl būtina papildyti išmetamų teršalų ribinių verčių nustatymą įrenginiams, deginantiesiems įvairų kurą.

2. Šilumos tiekimo įmonėse susidariusios situacijos dėl teršalų koncentracijų degimo produktuose normų taikymo analizė

Apklauso lapai su informacijos lentelėmis dėl rezervinio kuro buvo išsiųsti į 61 įmonę, kurios tiekia šilumą ir eksploatuoja mažus ir didelius kurą deginančius įrenginius. Informaciją apie rezervinį kurą lentelėse pateikė 34 įmonės. Taigi analizės rengimui apie šilumos tiekimo įmonėse susidariusią situaciją dėl teršalų koncentracijų degimo produktuose normų taikymo naudojome 34 įmonių duomenis.

2.1 Įmonės, kurioms taikytini DKDI keliami reikalavimai, analizė

Įmonės, kurių nominali ir realiai naudojama maksimali galia viršija 50 MW, išvardintos 3 lentelėje. Iš viso susidaro 14 įmonių, kurios eksploatuoja didelius kurą deginančius įrenginius.

3 lent. Įmonės eksploatuojančios didelius kurą deginančius įrenginius

Eil. Nr.	Įmonės, kurių realia naudojama maksimali galia virš 50 MW	Suminė nominali galia, MW	Realiai naudojama maksimali galia, MW
1.	AB „Kauno energija“ Petrašiūnų elektrinė	405,4	405,4
2.	UAB „Kauno termofikacijos elektrinė“	1543	829
3.	AB „Klaipėdos energija“ Elektrinė Klaipėdos RK Lypkių RK	291,7 296,3 80	189,1 168,9 59
4.	UAB „Litesko“ fil. Alytaus energija Alytaus RK	446,8	215,2
5.	UAB „Litesko“ fil. Marijampolės šiluma Marijampolės RK	269	230
6.	UAB „Litesko“ fil. Druskininkų šiluma Druskininkų PK	104,9	59,7
7.	UAB „Mažeikių šilumos tinklai“ Mažeikių katilinė	131,8	68
8.	AB „Panevėžio energija“ Panevėžio RK-2	210,6	105
9.	AB „Šiaulių energija“ Pietinė katilinė	539,21	199,4
10.	UAB „Vilniaus energija“ Termofikacinė elektrinė Nr.3 (E-3) Termofikacinė elektrinė Nr.2 (E-2)	1130 1066	720 740
11.	UAB „Utenos šilumos tinklai“ Utenos RK	98	57
Pastabos: 1) lentelėje pateiktos tik šilumos tiekimo įmonės; 2) lentelėje nėra AB „Mažeikių elektrinė“ ir AB „Lietuvos elektrinė“.			

DKDĮ per metus iš viso sunaudoja apie $2,84 \cdot 10^9$ mln.m³ gamtinių dujų - kaip pagrindinio kuro ir apie 12,6 tūkst. t mazuto - kaip rezervinio kuro. Įvertinant laikotarpį, reikalingą visoms DKDĮ sudeginti sieringo kuro likutį, kuris sudaro virš 122 tūkst.t, jis svyruoja nuo 20 iki 75 parų. Mažai sieringo skysto kuro poreikis metams gali sudaryti apie 60 tūkst. t.

4 lentelėje pateikiamas įmonių, kurių instaliuota galia yra virš 50 MW, o faktiškai naudojama galia yra mažesnė už 50 MW sąrašas. Šios aštuonios katilinės turi galimybę susimąžinti nominalią kurą deginančio įrenginio (katilinės) galią atsižvelgiant į faktiškai naudojamą galią. Tuo būdu galėtų būti sumažintas didelių kurą deginančių įrenginių sąrašas Lietuvoje ir šioms katilinėms negaliojūt didelių kurą deginančių įrenginių normos. Sieringas mazutas šiose katilinėse galėtų būti deginamas kartu su gamtinėmis dujomis.

4 lent. Įmonės, kurių faktiškai naudojama galia yra mažesnė už 50 MW

Eil. Nr.	Įmonės, kurių nominali virš 50 MW realiai mažiau 50 MW	Suminė nominali galia, MW	Realiai naudojama maksimali galia, MW
1.	AB „Kauno energija“ "Pergalės" katilinė Garliavos katilinė Noreikiškių katil. kartu su kogen. jėgainė	52 64,2 83,95	26 41,2 48,95
2.	Jonavos šilumos tinklai Jonavos RK	90,7	44
3.	AB „Panevėžio energija“ Rokiškio RK Kėdainių RK	99,7 58,15	39 29
4.	UAB „Vilniaus energija“ RK-2 Naujoji Vilnia	80,85	32
5.	UAB „Litesko“ filialas „Palangos šiluma“ Rajoninė katilinė	91,4	38

Kadangi duomenis pateikė tik 34 įmonės iš 61 apklaustos, tikėtina, kad lentelėje pateiktas katilinių sąrašas realiai gali būti išplėstas.

Visose lentelėje paminėtuose DKDĮ, kaip rezervinis kuras yra naudojamas mazutas, išskyrus Marijampolės RK ir Mažeikių RK. Šiose katilinėse kartu su mazutu naudojama ir mediena. Pagrindinis DKDĮ kuras Lietuvoje yra gamtinės dujos arba gamtinės dujos kartu su mazutu, mediena arba durpėmis.

Ekspluatuojant DKDĮ, turi būti atsižvelgiama į geriausiai prieinamus gamybos būdus (toliau - GPGB). Išmetimų lygiai turi atitikti ES patvirtintus GPGB reikalavimus didelių kurą deginančių įrenginių išmetamų teršalų ribinėms vertėms. Šios ribinės vertės pateiktos 5 lentelėje .

5 lent. Išmetamų teršalų normos, mg/m³ pagal GPGB reikalavimus

Kuras ir šiluminė galia, MW	GPGB išmetimų lygiai, mg/m ³			
	Kietos dalelės	SO ₂	NO _x	CO
Dujinis kuras	5	10	(50-500 ir >500MW) 50-100	30-100
Skystas kuras				
50-100	50-30	100-350	150-450	30-50
100-300	50-25	100-250	50-200	
300-500	5-20	50-200	50-150	
>500				
Kietas kuras, biomasė				
50-100	5-30	200-300	150-300	50-250
100-300	5-20	200-300 150-300 (VSD)	150-250	
300-500	5-20	50-200	(>300 MW)	
>500			50-200	
VSD - verdančio sluoksnio degimas				

Apibendrinus atsiųstus įmonių duomenis matome, kad apie 97 % įrenginių, deginančių dujinį kurą neatitinka GPGB dėl NO_x normų bei praktiškai visi katilai deginantys skystą kurą M100 neatitinka GPGB normų dėl NO_x. Ta pati situacija yra ir dėl SO₂ ribinių verčių – deginant M100 skystą kurą nė vienas įrenginys neatitinka GPGB išmetimų lygių sieros dioksidui. Situacijos pagerinimui SO₂ požiūriu, išeitis būtų dūmų valymo įrenginių instaliavimas arba mažai sieringo kuro naudojimas.

2.2 Įmonių, kurioms netaikytini dideliems kurą deginantiesiems įrenginiams keliami reikalavimai, situacija

Įmonės, kurių nominali ir realiai naudojama maksimali galia yra iki 50 MW, išvardintos 6 lentelėje. Iš viso tai sudaro 28 įmonės, kurios eksploatuoja mažus kurą deginančius įrenginius.

6 lent. Įmonės eksploatuojančios mažus kurą deginančius įrenginius

Eil. Nr.	Įmonių pavadinimai	Katilinės, kurių realiai naudojama maksimali galia iki 50 MW	Suminė nominali galia, MW	Realiai naudojama maksimali galia, MW
1.	AB "Kauno energija"	"Šilko" katilinė	44,8	38,3
		2 Neveronių katilinė	4,8	4,8
		3 Ežerėlio katilinė	12,71	12,71
		4 Girionių katilinė	4,6	4,6
		5 Domeikavos katilinė	8,8	8,8
		6 Raudondvario katilinė	9,48	9,48
		7 Palių katilinė	3,8	3,8
		8 Katilinė Hipodromo g.	2,03	2,03

		9	Katilinė Plento g.	6,24	6,24
		10	Katilinė Juozapavičiaus g.	3,21	3,21
		11	Katilinė Antanavos g.	7,8	4,8
		12	Katilinė Veiverių g.	0,24	0,24
		13	Katilinė Panerių g.	0,37	0,37
		14	Katilinė Piliakalnio g. 9	0,66	0,66
		15	Katilinė Piliakalnio g. 11	0,58	0,58
		16	Katilinė Vokiečių g.	0,14	0,14
		17	Katilinė Lakūnų pl.62,64	16,8	3,6
		18	Katilinė Smetonos al.85	0,18	0,18
		19	Katilinė Smetonos al.65a	8	8
		20	Katilinė Juozapavičiaus pr.99	0,21	0,21
		21	Katilinė Nemuno kr.22	0,65	0,65
		22	AB "Kauno energija" filialas "Jurbarko šilumos tinklai"	40,6	40,6
2.	UAB "Akmenės energija"		Žalgirio RK	20,5	15,48
		2	Ramučių RK	5,815	3,99
		3	Stadiono RK	3,72	3,36
		4	Ligoninės RK	2	0,37
		5	Klykolių RK	0,324	0,324
		6	Ventos RK	8	4,48
		7	Papilės RK	1,295	0,92
		8	Kruopių K	0,2	0,11
3.	Nemėžio komunalininkas		Kalvelių katilinė	2,6	1,5
		2	Nemėžio katilinė	4	4
		3	Skaidiškių katilinė	4,9	4,9
		4	Veliučionių katilinė	3	1,5
4.	UAB "Baisiogalos energija"		Baisiogalos katilinė	7,5	3
		2	Pakiršinio katilinė	6	1,5
5.	UAB "Birštono šiluma"		Katilinė Balio Sruogos g.	22	8,6
6.	UAB "Ignalinos šilumos tinklai"		Centrinė katilinė Vasario 16g.	20,3	20,3
		2	Vidiškių katilinė	5,7	5,7
		3	Dūkšto katilinė	1,14	1,14
7.	AB "Panevėžio energija"		AB "Panevėžio duona" katilinė	2,68	1,3
		2	Josvainių katilinė	1,74	2
		3	Liepų al. katilinė	4	4
		4	Vilainių katilinė	8	5,5
		5	Akademijos katilinė	11	2
		6	Šlapaberžės katilinė	4	2
		7	Subačiaus katilinė	4,5	2,3
		8	Noriūnų katilinė	4,04	2
		9	Šepetos katilinė	3,06	1,5
		10	Pasvalio RK	34	17
		11	Ažuolyno katilinė	2,3	1,2
		12	Pajiešmenių katilinė	4	2

		13	Mikoliškio katilinė	2,7	1,4
		14	Narteikių katilinė	3,93	2
		15	Zarasų RK	21,4	11
		16	Dusetų katilinė	7,7	4
8.	UAB "Plungės šilumos tinklai"		Katilinė Nr. 1	34	34
		2	Katilinė Nr. 2	2	2
9.	UAB "Radviliškio šiluma"		Radviliškio katilinė	48	
		2	Raudondvario katilinė	3,85	
		3	Šeduvos centrinė katilinė	4,72	
		4	Šeduvos „Lelijos“ katilinė	2,24	
		5	Linkaičių katilinė	1,26	
10.	UAB "Raseinių šilumos tinklai"		Ariogalos katilinė	35,4	12
		2	Viduklės katilinė	6,3	2,5
		3		1,6	0,8
11.	UAB "Rietavo komunalinis ūkis"		Katilinė Nr.1	8	4,5
12.	AB "Šiaulių energija"		Zoknių katilinė	6,72	4,3
		2	Tilvyčio katilinė	16,28	7,1
		3	Šiaurinė katilinė	5,8	2,9
		4	Rėkyvos katilinė	4	3,5
		5	Ginkūnų katilinė	2,65	1,9
		6	Kužių katilinė	1,92	1,2
		7	Kairių katilinė	3,86	1,1
		8	Ventos katilinė	3,72	0,9
		9	Pavenčių katilinė	3,72	0,5
		10	Daugėlių katilinė	4,93	0,68
13.	UAB "Šilalės šilumos tinklai"		Katilinė Nr. 1 (Centrinė)	17,5	9,1
		2	Katilinė Nr. 2 (Ligoninės)	5,58	0,9
14.	Simno komunalininkas		Simno miesto katilinė	8,72	3
		2	Butrimonių mstl. katilinė	3	0,7
		3	Venčiūnų vaikų darželio katilinė	0,21	0,08
15.	UAB "Širvintų šiluma"		Katilinė Nr. 3	13	9,6
		2	Katilinė Nr. 4		
		3	Katilinė Nr. 5		
		4	Čiobiškio katilinė		
16.	UAB "Širvintų energija"		Katilinė Nr. 1	9,3	3,6
		2	Katilinė Nr. 4	4,5	4,5
		3	Katilinė Nr. 6	9,6	5,6
		4	Katilinė Nr. 5	3,2	2,4
		5	Katilinė Nr. 7	4,3	1,9
17.	Tauragės šilumos tinklai		Aerodromo katilinė	105	2,5
		2	Eičių gyvenvietės katilinė	9,7	2
		3	Beržės rajoninė katilinė	48,6	30
		4	Taurų dvaro katilinė	0,9	0,6
18.	Ukmergės energija		Katilinė Nr. 1	31,7	13,4

		2	Katilinė Nr. 2	15,2	11,2
		3	Katilinė Nr. 3	13,5	12,6
19.	UAB „Vilniaus energija“		Rajoninė katilinė RK-8	349	
		2	Rajoninė katilinė RK-7 (rezerve)	35	
		3	Kvartalinė katilinė KNK-03	2,815	
		4	Kvartalinė katilinė KK-02	9,4	
		5	Kvartalinė katilinė KK-03	4,37	
		6	Kvartalinė katilinė KK-06	1,6	
		7	Individuali katilinė IK-34	1,567	
		8	Kvartalinė katilinė KK-16	6,52	
		9	Kvartalinė katilinė KK-17	4,64	
20.	UAB „Litesko“ filialas „Alytaus energija“		Alyčio katilinė	6,05	3,8
21.	UAB „Litesko“ filialas „Marijampolės šiluma“		Kazlų Rūdos katilinė	37	16
		2	Patašinės katilinė	2,94	1,8
		3	Kumelionių katilinė	3,8	1
		4	Meškučių katilinė	2,8	1,2
		5	Kauno m. 2-oji klinikinė ligoninė	5,5	0,528
22.	UAB „Litesko“ filialas „Palangos šiluma“		Katilinė Nr.6	3,6	3,6
		2	Katilinė Nr. 12	1,1	1,1
23.	UAB „LITESKO“ filialas „Telšių šiluma“		Luokės RK	48	27,2
		2	Dariaus ir Girėno RK	4,8	3,8
		3	Rainių RK	3,2	1,6
		4	Šviesos RK	1	0,4
24.	UAB „Litesko“ filialas „Vilkaviškio šiluma“		Vilkaviškio 1-oji katilinė	49	38
		2	Kybartų katilinė	7,9	5,6
		3	Virbalio katilinė	2,94	1,8
25.	UAB „Litesko“ filialas „Biržų šiluma“		Rotušės katilinė	41	41
		2	Kaštonų katilinė	20,3	8
		3	Nemunėlio Radviliškio katilinė	1,5	1,5
26.	UAB „Litesko“ filialas „Druskininkų šiluma“		Vieciūnų katilinė	3,7	2,3
		2	Leipalingio katilinė	6,39	2
27.	UAB "Lazdijų šiluma"		Lazdijų katilinė	15,5	6,1
			Veisiejų katilinė Nr. 1	15,4	2,3
28.	UAB "Mažeikių šilumos tinklai"		Reivyčių katilinė	4,7	

Pagrindinis kuras katilinėse yra įvairūs, daugumoje katilinių - gamtinės dujos, kitose - gamtinės dujos kartu su mazutu arba mediena, dar mazutas, durpės, dyzelinas, akmenis anglis, suskystintos dujos, skalūnų alyva.

Katilinės per metus sudegina $1,24 \cdot 10^9$ mln. m³ gamtinių dujų kaip pagrindinio kuro ir apie 32 tūkst. t rezervinio kuro. Įvertinant laikotarpį, reikalingą visoms mažoms katilinėms

sudeginti sieringo kuro likutį, kuris sudaro virš 5,2 tūkst.t, jis svyruoja nuo 5 iki 50 parų. Atitinkamai mažai sieringo skysto kuro poreikis metams sudaro apie 7,4 tūkst. t.

Išmetamų teršalų iš mažų kurą deginančių įrenginių, kurių šiluminis našumas 1-50 MW, galiojančios normos yra pateiktos LAND 43-2001 (LR aplinkos ministro 2001m. rugsėjo 28d. įsak. Nr.486). SO₂ ribinė vertė visiems įrenginiams, deginantiems skystą kurą, negali būti didesnė negu 1 700 mg/Nm³. Kitų išmetamų teršalų ribinės vertės pateiktos 7 lentelėje.

7 lent. Kurą deginančių įrenginių 1-50 MW išmetamų teršalų ribinės vertės [18]

Kuro rūšis	Šiluminis našumas (MW)	IŠMETAMO TERŠALO RIBINĖ VERTĖ IŠ KURĄ DEGINANČIŲ ĮRENGINIŲ, mg/Nm ³								Standartinė O ₂ koncentracija tūrio proc.
		SO ₂		NO _x		CO		Kietosios dalelės		
		esamas įrenginys	naujas įrenginys	esamas įrenginys	naujas įrenginys	esamas įrenginys	naujas įrenginys	esamas įrenginys	naujas įrenginys	
1. Dujinis kuras	1 ≥ MW < 50	nenormuojama	35 ¹⁾	350	350	400	400	nenormuojama	20	3%
2. Skystas kuras ⁵⁾	1 ≥ MW < 20	2 700 ²⁾	2 700	650	450 ³⁾	500	500	250	200	3%
	20 ≥ MW < 50	2 700 ²⁾	2 700	650	450 ³⁾	400	400	250	100	3%
3. Kietas kuras	1 ≥ MW < 20	2 000	2 000	650 ⁶⁾	650 ⁶⁾	2 000 ⁴⁾	1 000 ⁴⁾	700	400	6%
	20 ≥ MW < 50	2 000	2 000	650 ⁶⁾	650 ⁶⁾	1 500	1 000	500	300	6%

¹⁾ Mažo kaloringumo dujų, gazifikacijos būdu gautų iš perdirbimo atliekų, kokso krosnių dujų, aukštakrosnių dujų SO₂ ribinė vertė - 800 mg/Nm³.

²⁾ Nedujofikuotų stacionarių degimo šaltinių SO₂ ribinė vertė – 3 400 mg/Nm³.

³⁾ Aplinkos ministerijos regionų aplinkos apsaugos departamentai nustatytam laikotarpiui, per kurį turi būti įgyvendintos NO_x emisiją mažinančios priemonės, gali patvirtinti didesnę NO_x ribinę vertę, bet neviršijančią 650 mg/Nm³. Visais atvejais dūmavamzdinių katilų NO_x ribinė vertė-750 mg/Nm³.

⁴⁾ Deginant biokurą CO ribinė vertė – 4 000 mg/Nm³.

⁵⁾ Nuo 2004 m. sausio 1 d. visiems įrenginiams, deginantiems skystą kurą SO₂, nustatoma ribinė vertė negali būti didesnė negu 1 700 mg/Nm³.

⁶⁾ Deginant biokurą NO_x ribinė vertė – 750 mg/Nm³.

2.3 Galimybės taikyti mazuto, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, bei kito kuro bendro deginimo normatyvus.

Mazutas šiuo metu dažniausiai yra rezervinio kuro rūšis didesnėse šilumos tiekimo ir pramonės įmonių katilinėse Lietuvoje. Nemažai Lietuvos rajonų centrų (Šilutėje, Jurbarkė, Tauragėje, Raseiniuose, Kelmėje, Šilalėje, Skuode, Mažeikiuose, Zarasuose, Ignalinoje, Švenčionyse, Molėtuose, Lazdijuose, Pakruojyje, Kupiškyje, Varėnoje ir kt), kurių nesiekia gamtinių dujų tinklas, mazutas yra svarbus strateginis kuras. Kituose miestuose mazutas dažniausiai būna alternatyvi kuro rūšis gamtinėms dujoms.



1 pav. Dujotiekio tinklas Lietuvoje.

Pagal 88/609/EEC direktyvos reikalavimus jau nuo 2004 metų sausio 1 d. įsigaliojo draudimas visiems įrenginiams deginti mazutą, kuriame sieros kiekis viršija 1 procentą, nebent SO_2 išlakos siektų mažiau nei 1700 mg/Nm^3 .

Todėl kuro struktūrą pakeitė visi mazutą deginantys įrenginiai. Ir mažuose ir dideliuose kurą deginančiuose įrenginiuose sieringo mazuto (2,5% S) vartojimas buvo sumažintas iki 40 % nuo bendro sunaudoto kuro kiekio.

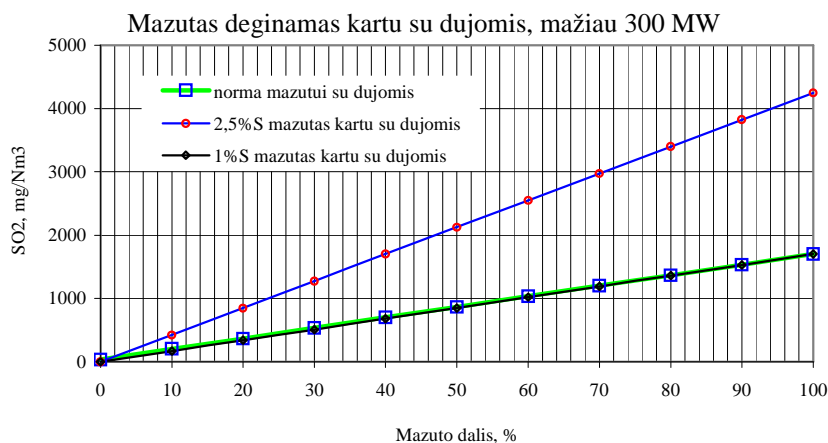
Deginant 2,5% S mazutą kartu su gamtinėmis dujomis, mediena ar kitu nesieringu kuru, ribinė SO_2 išmetimų vertė 1700 mg/Nm^3 bus neviršyta, jeigu 2,5% S mazuto dalis bus ne didesnė kaip 40 %. Kita išeitis - įmonėms įsirengti dūmų valymo (nusierinimo) įrenginius.

Nuo 2008m. sausio 1d., neįrengus dūmų valymo įrenginių, neišvengiamai sumažės sieringo mazuto suvartojimas:

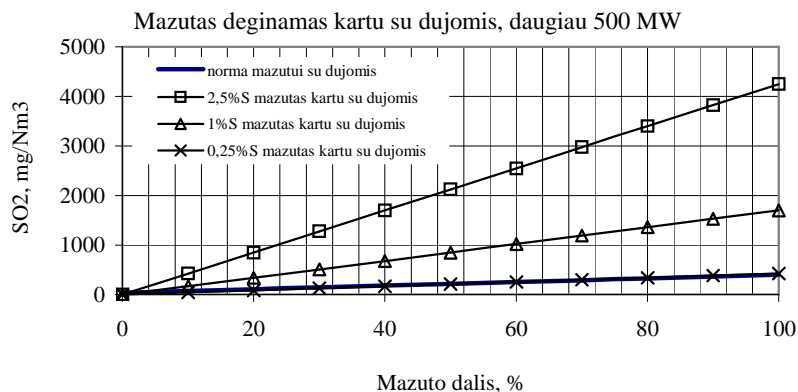
Įrenginiuose, kurių galia yra virš 300 MW, negalima deginti sieringesnį nei 1% S skystą kurą, nes deginant mazutą ir gamtines dujas išmetimų normų reikalavimai vis tiek bus viršijami, kurie griežtėja proporcingai didinant mazuto dalį mišinyje.

Maišymas 40 % 2,5 % S mazuto su 60 % biokuro leidžia užtikrinti normas, tačiau tokio galingumo katiluose tai būtų nerealu.

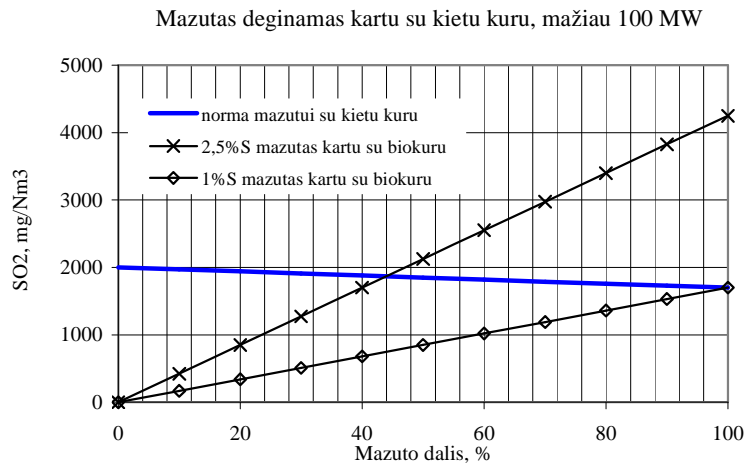
Įrenginiuose iki 300 MW galingumo bus galima naudoti 1 % S mazutą atskirai arba maišant su bet koku nesieringu kuru bet koku santykiu. Įrenginiuose, kurių galia iki 50 MW, galima deginti iki 40 % 2,5% S mazuto maišant jį kartu su gamtinėmis dujomis, mediena ar kitu nesieringu kuru, kadangi ribinė SO_2 išmetimų vertė 1700 mg/Nm^3 bus neviršyta. 1 % S mazutą atskirai arba su bet koku nesieringu kuru bus galima deginti bet koku santykiu [19].



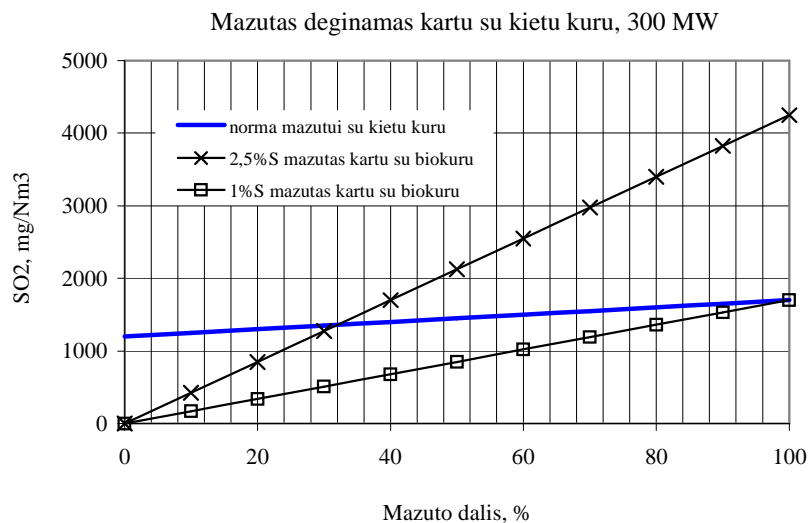
2 pav. Deginant mazutą kartu su dujomis mažesniuose už 300 MW įrenginiuose SO_2 normos pasiekiamos, jeigu mazuto sieringumas mažesnis už 1%



3 pav. Deginant mazutą kartu su dujomis didesniuose už 500 MW įrenginiuose SO_2 normos pasiekiamos, jeigu mazuto sieringumas mažesnis už 0,25 %



4 pav. Deginant mazutą kartu su biokuru mažesniuose už 100 MW įrenginiuose SO₂ normos pasiekiamos, jeigu 2,5%S mazuto dalis bus iki 45%. 1%S mazutas su biokuru gali būti deginamas bet kokių santykiu



5 pav. Deginant mazutą kartu su biokuru 300 MW įrenginiuose SO₂ normos pasiekiamos, jeigu 2,5%S mazuto dalis bus iki 35%. 1%S mazutas su biokuru gali būti deginamas bet kokių santykiu

Bendras Aplinkos ministro, Ūkio ministro ir Susisiekimo ministro įsakymu patvirtintuose „LR vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skysto kuro privalomuose kokybės rodikliuose“ yra nustatytas leistinas sieros kiekis kūrenamajame mazute, specialios taršos reguliavimo sąlygos jį naudojant bei tiekimo į rinką kontrolės priemonės. Didžioji dalis Lietuvoje naudojamo mazuto yra AB „Mažeikių nafta“, likusi dalis įvežama iš Rusijos. Todėl Lietuvoje naudojamas mazutas, gautas perdirbant Rusijos naftą, yra su padidintu sieros kiekiu. Tam, kad sumažinti sieros kiekį naftos produktuose, gaunamuose iš sieringos naftos, reikalingos didelės investicijos.

2.4 Eksploatuojamų katilų teršalų koncentracijų atitikimas ribinėms normoms

Pagal įmonių pateiktus duomenis apie iš eksploatuojamų katilų išmetamas didžiausias teršalų vertes deginant įvairias kuro rūšis sudaryta 8 lentelė.

8 lent. Katilų, viršijančių taršos normas, skaičius

Katilo tipas	Bendras katilų kiekis	Katilų sk.*	NOx konc., dujos, mg/m ³	NOx konc-ja mazutas, mg/m ³	SO ₂ konc-ja mazutas, mg/m ³	KD konc-ja mazutas, mg/m ³	CO konc-ja biokuras mg/m ³
DKVR	85	41	4	11	24	6	18
PTVM	41	24	2	13	20	4	2
DE	23	9	3	3	6	0	1
BKZ	12	9	6	4	6	3	1
KVGM	33	10	0	4	8	1	2
TEDOM ^{N**}	7	6	6	0	0	0	6
Kaistra 1000 ^N	7	2	0	0	2	0	2
Fakel	15	7	0	0	0	0	8
Energija	2	2	0	0	0	0	2
Riello 3900/900 ^N	5	1	0	0	0	0	1
Minsk I	1	1	0	0	0	0	1
Kalard VR7 ^N	4	4	0	0	0	0	4
THE/NG300 ^N	4	4	0	0	0	0	4
ARKA MK70 ^N	2	2	0	0	0	0	2
BIASI 3000 ^N	3	1	0	0	1	0	1
LOOS 8 ^N	1	1	0	0	1	0	1
NTN-AR1600 ^N	1	1	0	0	0	0	1
RCT-11 ^N	8	4	0	0	0	0	4
Viadrus G-300 ^N	3	3	0	0	0	0	3
Babcock-Werke (GK)	1	1	0	1	1	0	0
GM-50-1 (GK)	12	7	3	6	7	3	3
BJASI NTNAR	3	2	0	0	0	0	2
Vitoplex 300	11	1	0	0	0	0	1
KE 2.5-13	2	2	0	0	0	0	1
KPK	2	2	0	0	1	1	0
TGME-206	2	2	0	0	2	2	0
TVGM-30	2	2	0	0	2	0	0
KVGM-50	2	1	0	0	1	0	0
TTK-200	1	1	0	0	1	0	0
GK-2 B25/15GM	12	7	0	7	7	0	0
VK -21	61	27	5	7	10	5	22
Viso	368	187	29	56	100	25	93

^N – nauji katilai, kuriems leidimas statyti išduotas po 1998-07-01;

* – katilai, kurių tarša viršija normas tiek deginant g. dujas, tiek mazutą.

** – kogeneraciniai įrenginiai.

Iš viso 187 kurą deginančių įrenginių (daugiau kaip pusė bendro įrenginių kiekio) išmetamų teršalų kiekiai viršija ribines vertes tiek deginant mazutą, tiek gamtines dujas. Praktiškai 97 % kurą deginančių įrenginių neatitinka GPGB normų dideliems kurą deginantiems įrenginiams. Šiuo metu galiojančių išmetimų normų dėl NOx deginant dujas neatitinka 29 kurą deginantys įrenginiai, deginant mazutą 56 kurą deginantys įrenginiai. Normų dėl SO₂ deginant mazutą neatitinka net 100 įrenginių, dėl kietųjų dalelių – 25 įrenginiai, dėl Co – 93 įrenginiai. .

3. SO₂ koncentracijų normų, deginant mazutą, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, išlaikymo galimybių analizė

3.1 Priklausomai nuo SO₂ normuojamų reikšmių keliami reikalavimai mazuto sieringumui

Pasaulyje vienas pagrindinių energijos šaltinių yra nafta. Sieros kiekis naftoje priklauso nuo naftos cheminės prigimties ir gali siekti 5-7 %. Energetikoje populiariausia skysto kuro rūšis yra mazutas.

Mazutas yra šalutinis naftos perdirbimo produktas. Mazuto sudėtyje yra šių medžiagų: parafinų-naftenų angliavandenilių – 15 %, alkenų – 5 %, aromatinių angliavandenilių 5 %, poliaramatinių angliavandenilių 20 %, benzininių dervų - 30 %, alkoholbenzeninių dervų 30 %.

Prie aukštų temperatūrų ir didelių deguonies koncentracijų, degimo metu siera su anglimi, vandeniliu ir deguonimi sudaro įvairius junginius: SO₂, SO₃, SO, CS, COS, H₂S, S ir S₂. Beveik visais atvejais siera yra '+4' oksidacijos laipsnio, SO₂ yra vyraujantis sieros junginys degimo proceso metu. Netgi esant 20 % oro nepakankamumui, apie 90 % sieros yra SO₂ pavidale ir tik 0,1 % SO₃ pavidale.

SO₂ išmetimai kūrenant mazutą susidaro iš sieros esančios kure, kuri būna neorganinių ir organinių junginių pavidalu. Deginant sieringą mazutą katilo kūryklose susidaranciuose degimo produktuose, be kitų sudėtinių dalių, yra vandens ir sieros rūgšties garų, t.y siera oksiduojasi į sieros trioksidą SO₃. Metalų priemaišos katalizuoja šią reakciją. Kai dūmų temperatūra pasidaro žemesnė už rasos taško temperatūrą, degimo produktai pradeda kondensuotis. Susidaręs SO₃ adsorbuojasi ant kietųjų dalelių paviršiaus, ko pasekoje susidaro „rūgštūs“ suodžiai ir padidėja kietųjų dalelių KD₁₀/KD_{2,5} emisija. Dėl to pasakoje padidėja vidinio katilo paviršiaus užterštumas (susidaro kietos nuosėdos) ir prasideda korozija.

9 lent. Pagrindinės skysto kuro savybės

Savybės	Vienetai	Dyzelinis kuras	Lengvas skystas kuras	Sunkus skystas kuras	Naftos perdirbimo atliekos
Sudėtyje:					
Anglis	%			84	85-88
Vandenilis	%			11	8-12
Siera	%	0.5		<4	1-4
Vanduo	%	0	<0.2	<1.5	<0.5
Nuosėdos	%	0	<0.02	<0.25	<0.2
Natris	ppm		<0.1	3-200	
Vanadis	ppm			50-200	200-350

Kinematinis klampumas (20°C)	mm ² /s		<9.5	<9.5	
Kinematinis klampumas (100°C)	mm ² /s			<40	
Pliūpsnio temperatūra	°C	>55	>55	>70	
Tankis prie 15°C	kg/dm ³	0.85	0.87	0.95-1	
Aukšutinė degimo šiluma	MJ/kg	>46	45	43	
Žemutinė degimo šiluma	MJ/kg		42	39.5-41	

10 lent. Skysto kuro cheminės savybės

Savybės	Labai sieringas kuras	Vidutiniškai sieringas kuras	Mažai sieringas kuras
Siera (masės %)	2,2	0,96	0,50
Anglis (masės %)	86,25	87,11	87,94
Vandenilis (masės %)	11,03	10,23	11,85
Azotas (masės %)	0,41	0,26	0,16
Pelenai (%)	0,08	0,04	0,02
Vanadis (ppm)	350	155	70
Nikelis (ppm)	41	20	10
Natris (ppm)	25	10	<5
Geležis (ppm)	13	9	<5

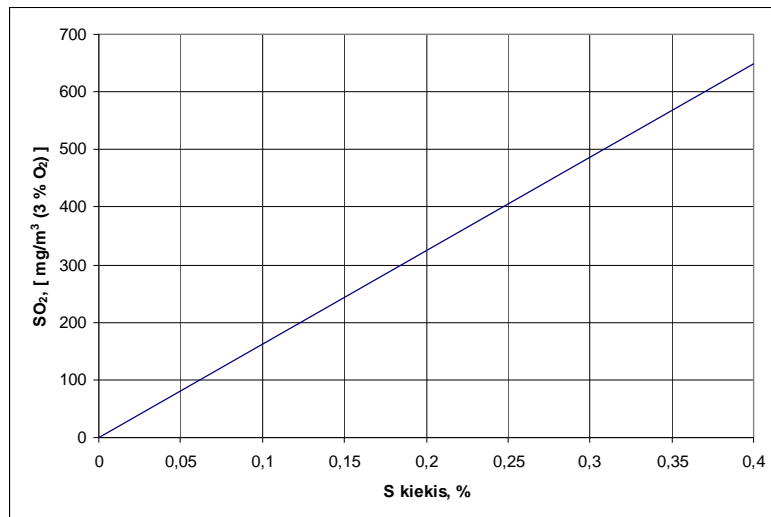
Esant deguonies trūkumui (apie 40 %) liepsnoje, dūmuose yra H₂S, S₂ ir HS, o SO₃ kiekis yra nežymus. Degimo proceso metu šių junginių koncentracijos yra panašios eilės. Dujoms vėstant, šie junginiai mažiau dalyvauja reakcijose ir jų koncentracijos nekinta.

Vykstant stecheometriniam kuro degimui (esant deguonies pertekliui) katilų dujose visuomet yra randama SO₂ ir maži kiekiai SO₃. Pastarasis junginys atsakingas už sieros rūgšties susidarymą (H₂SO₄), kas sukelia koroziją tose katilo dalyse, kur temperatūros žemiausios.

Apačioje pateikti 6 pav. ir 7 pav. aiškiai iliustruoja SO₂ koncentracijos degimo produktuose priklausomybę nuo deginamo kuro sieringumo.

Pateiktos SO₂ reikšmės yra perskaičiuotos į normatyvinių oro perteklių (prie deguonies koncentracijos 3 %), sausų dūmų atžvilgiu.

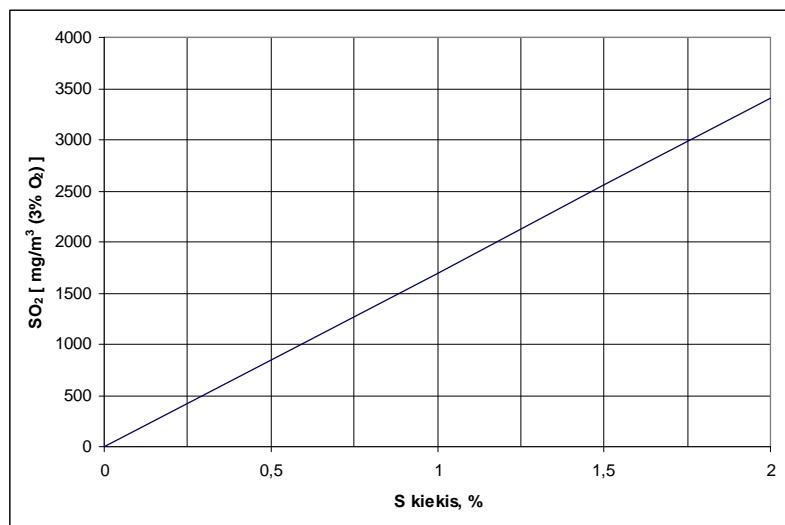
DKDĮ, kurių galia didesnė kaip 300 MW, 1 proc. sieros turintis kuras neišsprendžia SO₂ problemos, nes galioja griežtesni reikalavimai – tiesiškai mažėjanti leidžiama SO₂ koncentracija nuo 1700 mg/m³ prie 300 MW iki 400 mg/m³, o nuo 500 MW ir daugiau. Kad patenkinti šį reikalavimą, pvz. 500 MW ir didesnės galios DKDĮ turėtų deginti kurą, kuriame sieros kiekis neviršytų 0,24 proc. (6 pav.).



6 pav. SO₂ koncentracijos dūmuose priklausomybė nuo sieros kiekio kure. Mažai sieringo (iki 0,4 proc) skysto kuro grafikas

Taigi, kuo didesnės galios DKDĮ, tuo mažiau sieros turintis kuras jame gali būti deginamas. 500 MW galios deginti 0,24 proc. turintį skystą kurą nėra realu dėl didelės tokio kuro kainos. Realiausias sprendimas – dūmų valymo nuo SO₂ įrenginių naudojimas, nes tai leistų deginti pigesnę sieringą kurą - sieringą mazutą.

Kuras, turintis iki 0,5 proc. sieros, gali būti deginamas iki 430 MW galios įrenginiuose be dūmų nusierinimo įrenginių, išlaikant SO₂ koncentracijos normas.



7 pav. SO₂ koncentracijos dūmuose priklausomybė nuo sieros kiekio kure.

Mažo sieringumo lengvas skystas kuras yra labai mažai naudojamas dėl didelės kainos. Skystas sunkusis mazutas yra labiausiai naudojama kuro rūšis DKDĮ, tačiau dėl didelio sieros kiekio jame ir pagal naujus ES reikalavimus jį deginant reikalingi dūmų nusierinimo įrenginiai kartu su dulkių šalinimo įranga.

3.2 Mazuto, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, atsargų apimtys įmonėse

Rezervinio kuro atsargų sudarymą ir tvarkymą įmonėse, eksploatuojančiose daugiau kaip 5 MW galios šilumos gamybos objektus, reglamentuoja „Energijos išteklių rezervinio kuro atsargų sudarymo, tvarkymo ir naudojimo taisyklės“ (LR ūkio ministras 2004 m. spalio 4 d. įsak.Nr.4-363). Remiantis šiomis taisyklėmis, rezervinio kuro atsargų kiekis apskaičiuojamas pagal faktinį kuro sunaudojimą trijų praėjusių metų vidutiniu mėnesiniu šaltojo periodo vidurkiu (nuo lapkričio iki kovo mėn. imtinai).

Pagal atsiųstus 35 įmonių duomenis įmonės yra sukaupusios iš viso 139 330 t sieringo mazuto. Šiam kurui sudeginti reikalingas laikotarpis svyruoja nuo 5 iki 60 parų.

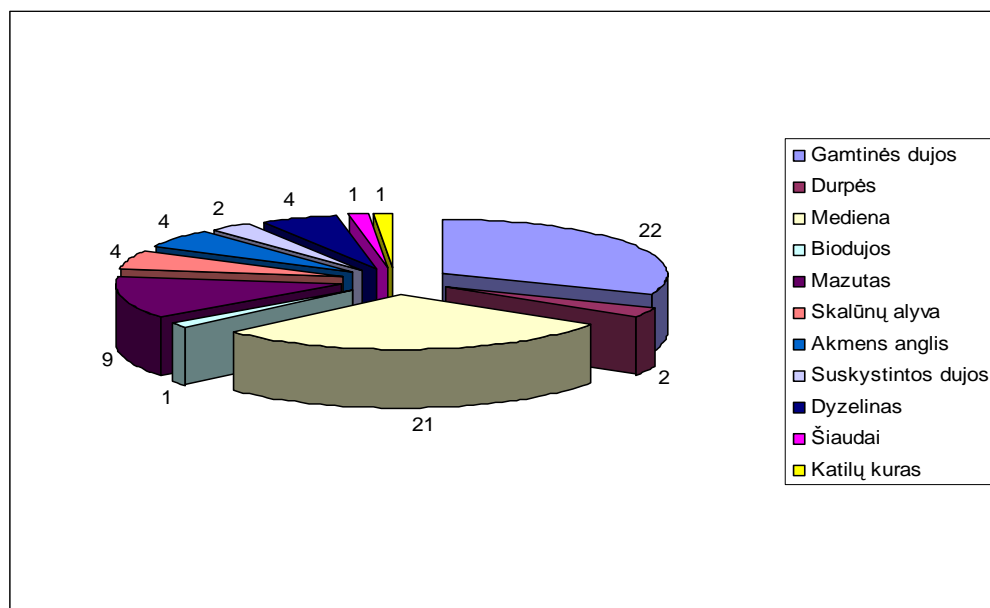
Įmonėse, kurios eksploatuoja didelius kurą deginančius įrenginius, yra sukaupta 121 625 t sieringo mazuto, kuriam sudeginti reikėtų nuo 18 iki 75 parų.

Įmonėse, kurios eksploatuoja mažus kurą deginančius įrenginius, yra sukaupta 5 156 t sieringo mazuto, kuriam sudeginti reikėtų nuo 2 iki 42 parų.

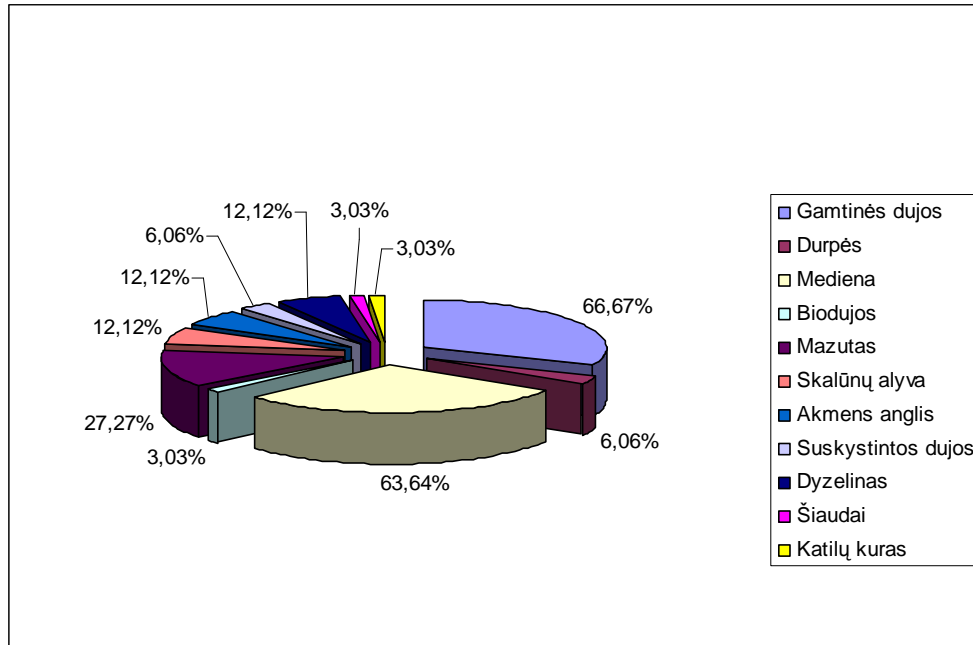
Iš viso 9 įmonėse mazutas yra naudojamas kaip pagrindinis kuras. (8 pav.). Tame skaičiuje yra 3 DKDĮ ir 6 katilinės, kurių galia ≤50 MW.

18 įmonių mazutas yra naudojamas kaip rezervinis kuras, iš kurių 13 yra DKDĮ ir 15 katilinių, kurių galia ≤50 MW.

Bendras visų įmonių mažai sieringo mazuto poreikis būtų apie 80 000 t/metus.



8 pav. Įmonių, naudojančių įvairias kuro rūšis (kaip pagrindinį kurą) skaičius



9 pav. Įmonių, naudojančių įvairias kuro rūšis (kaip pagrindinį kurą) kiekis %

3.3 Mazuto, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, maišymo su mazutu ar kitu kuru, kurio sudėtyje yra mažiau kaip 1 proc. sieros, galimybės

Mazuto, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, maišymo su mazutu ar kitu kuru, kurio sudėtyje yra mažiau kaip 1 proc. sieros, tikslai gali būti du:

- galimybė gauti mišinį, kuris atitinka 1 proc. sieros kure reikalavimą – tai leistų sumažinti išlaidas mažai sieringo kuro įsigijimui, nes sumažėtų perkamo mažai sieringo kuro kiekis;
- galimybė gauti mažesnio klampumo mišinį - tai leistų sumažinti kuro temperatūrą rezervuaruose, t.y. taupyti šilumos sąnaudas kuro rezervo laikymui.

Pirmuoju atveju, primaišomame kure sieros kiekis turi būti ženkliai mažesnis negu 1 proc., o primaišomo kuro kiekis apskaičiuojamas proporcingai sieros kiekiui pradiniame ir primaišomame kure.

Papildymui reikalingas mažai sieringo mazuto kiekis gali būti apskaičiuojamas pagal formulę:

$$B_{PAP} = (S_{REZ} - S_N) * B_{REZ} / (S_N - S_{PAP}),$$

kur: B_{PAP} – papildomas mažai sieringo kuro kiekis (t), reikalingas pridėti prie sieringo rezervinio kuro, kad pasiekti sieros koncentraciją 1 proc. kuro mišinyje;

B_{REZ} – talpose laikomo sieringo rezervinio kuro kiekis (t);

S_{REZ} – sieros kiekis talpose laikomame sieringame rezerviniame kure (%);

S_{PAP} - sieros kiekis papildomame mažai sieringame kure (%);

S_N – norimas gauti sieros kiekis rezervinio ir papildomo kuro mišinyje (%).

Ši formulė leidžia apskaičiuoti, kiek reikia papildomo mažai sieringo kuro, kad turimas talpose sieringas kuras būtų atskiestas iki norimos sieros koncentracijos.

Viena iš sieringo rezervinio kuro papildymo mažiau sieros turinčiu kuru problemų yra ta, kad primaišomas kuras turi gerai maišytis su rezervuaruose laikomu kuru. Net ir tokiais atvejais, kada mazuto rezervuaras yra išnaudotas, talpose lieka nepaimamas mazuto likutis. Dėl šios priežasties geriausiai parinkti tokį primaišomą kurą, kuris nesudarytų su mazutu nepageidaujamų junginių ir gerai maišytųsi.

Maišymas su skalūnų alyva

Skalūnų alyvą, tiekiamą šilumos gamybos įmonėms, galima sąlyginai skirstyti į kelias rūšis: sunki (reikalingas pašildymas prieš išpurškimą), lengva (šildymas reikalingas tik talpose, esant šaltam orui) ir skalūnų alyvos mišinys (dalis lengvesnių skalūnų alyvos frakcijų pakeista naftos kilmės kuru). Skalūnų alyvos saugojimo terminas (pagal gamintojų rekomendacijas) iki 5 metų nuo pagaminimo datos (iš įmonės gamintojos standarto: EE 10579981-NJ ST 6:2001).

Praktikoje buvo pastebėta, kad skalūnų alyva, primaišyta į naftos kilmės kurą, laiko bėgyje sluoksniuojasi. To priežastys gali būti kelios:

- naftos produktai ir skalūnų alyvos produktai neištirpsta vienas kitame;
- skiriasi naftos produktų ir skalūnų alyvos tankio bei klampumo priklausomybės nuo temperatūros.

Buvo pastebėta, kad mazutas su sunkiąja skalūnų alyva išsisluoksniuoja kai temperatūra žemesnė kaip 20 °C. Šį mišinį šildant iki 35-40 °C, stikliniame inde matomoji riba tarp šių kuro rūšių išnyksta. Mišinį šaldant, esant ramybės būsenai, vėl atsiranda matomoji riba tarp kuro sluoksnių. Esant įvairioms skalūnų alyvos rūšims, įvairioms skalūnų alyvos ir mazuto proporcijoms, išsisluoksniavimo savybės gali labai skirtis. Todėl galima rekomenduoti kiekvienu atveju, prieš primaišant į rezervuarą skalūnų alyvos, sumaišyti nedidelius bandinių kiekius stiklo induose ir palaikyti ramybės būsenoje nuo 5 iki 10 dienų, skirtingose temperatūrose (kokiose numatomas laikyti kuro mišinys).

Maišant sieringo rezervinio mazuto atsargas su skalūnų alyvos kilmės produktais, turi būti organizuota pastovi ir pakankamai pilnai apimanti visą rezervuaro tūrį kuro cirkuliacija talpose.

Kitos skalūnų alyvos priedo į rezervinį kurą problemos:

- kadangi skalūnų alyvos sudėtyje yra organinių tirpiklių, tirpsta ir praranda mechanines savybes guminės ir kai kurių rūšių plastikinės detalės, esančios kuro tiekimo trakte (siurblių riebokšliai, guminės žarnos ir pan.);
- skalūnų alyvoje yra labai smulkių (nuo kelių mikronų iki kelių dešimčių mikronų dydžio) kietųjų dalelių, kurių dalis yra metalų karbidai – labai kietos, abrazyvinės medžiagos, todėl pastebimas abrazyvinis besitrinančių detalių susidėvėjimas. Šių medžiagų pašalinti įprastiniais filtrais negalima dėl mažo dalelių dydžio.

Keliose įmonėse, kuriose į mazuto talpas buvo įpiltas nežinomas skalūnų alyvos kiekis, buvo pastebėtas neįprastas reiškinys: po plokštelinio kuro filtro esančiuose tinkleliniuose filtruose aptinkamas siūlų pavidalo pluoštas. Tokie pluoštiniai dariniai negalėtų praeiti pro plokštelines

filtrus, tačiau šių filtrų viduje tokių darinių nerasta. Gali būti, kad kuro mišiniui einant pro plokštelinį filtrą, vyksta stambiamolekulinių junginių polimerizacija. Šis reiškinys nėra ištirtas, tačiau, jeigu būtų pastebėtas įmonėse po kuro mišinių su skalūnų alyva sudarymo, po plokštelinio filtrų rekomenduotina įrengti apsauginius tinklelinius filtrus.

Apibendrinant, rezervinio kuro papildymas skalūnų alyva gali sukelti techninių problemų, tačiau skalūnų alyva yra patraukli savo kaina – mažesnės išlaidos rezervinio kuro atsargoms sudaryti.

Maišymas su naftos kilmės kuru

Mazuto M100 papildymas tokios pat klasės, tačiau sumažinto sieros kiekio kuru, neturi kelti kokių nors techninių problemų. Tokio mišinio savybės turėtų būti artimos pradiniam kurui, gal būt šiek tiek sumažės mišinio klampumas.

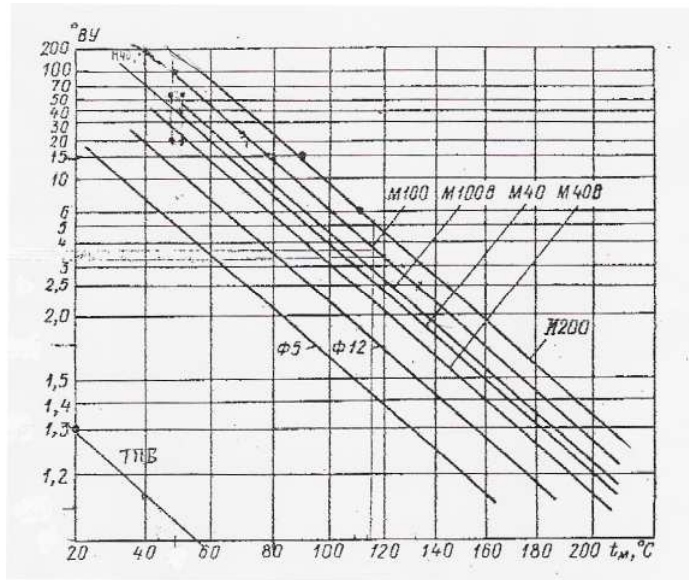
Sudėtingesnis, daugiau dėmesio reikalaujantis atvejis, jeigu sieringo rezervinio kuro atsargos būtų papildomos vidutinių ir lengvesnių frakcijų distiliatais (krosnių kuras, artima dyzelinui frakcija, dyzelinas ar pan.). Sieringo kuro papildymas lengvesniu kuru turi keletą privalumų:

- kadangi tokia kure sieros kiekis mažas, reikės mažesnio šio kuro kiekio, kad po maišymo pasiekti reikalingą sieros koncentraciją;
- sunkus mazutas po ilgo laikymo praranda dalį lengvesnių frakcijų, padidėja jo klampumas, blogai dega, todėl papildymas lengvu kuru pagerins likutinio kuro eksploatacines savybes;
- sumažės mišinio klampumas, todėl rezervuaruose reikės palaikyti žemesnę temperatūrą, dėl ko sumažės šilumos nuostoliai;
- rezervuarus būtų galima šildyti ne garu, o žemesnės temperatūros vandeniu, atliekine šiluma.

Sieringo rezervinio kuro atsargų papildymo lengvu kuru galimybių įvertinimui atlikti tyrimai.

Mišinio savybių prognozė

Diagramoje (10 pav.) pateiktos įvairių naftos produktų klampumo priklausomybės nuo temperatūros.

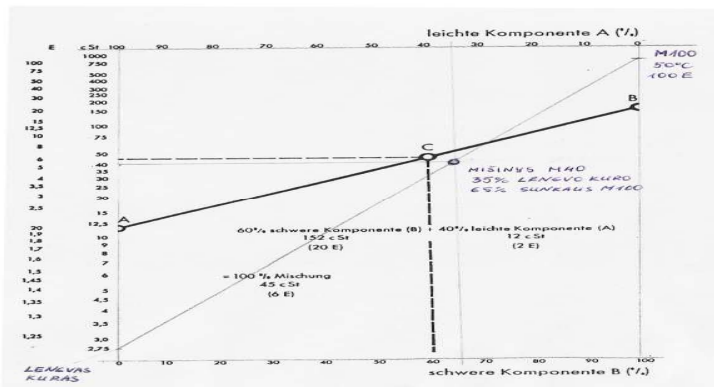


10 pav. Įvairių rusiško mazuto rūšių klampumo charakteristikos. TPB – krosnių kuras (топливо печное бытовое). BY (вязкость условная) - atitinka Englerio laipsnius.

Mišinio klampumas nustatytas pasinaudojant mišinių sudarymo diagrama (11 pav.).

Mišinio klampumo skaičiavimams priimta:

- komponentių ir mišinio temperatūra 50 C;
- sunkioji frakcija, mazutas M100, klampumas 750 cSt ;
- lengvoji frakcija, krosnių kuras (TPB), klampumas 2,75 cSt.



11 pav. Naftos produktų mišinių klampumo apskaičiavimo diagrama.

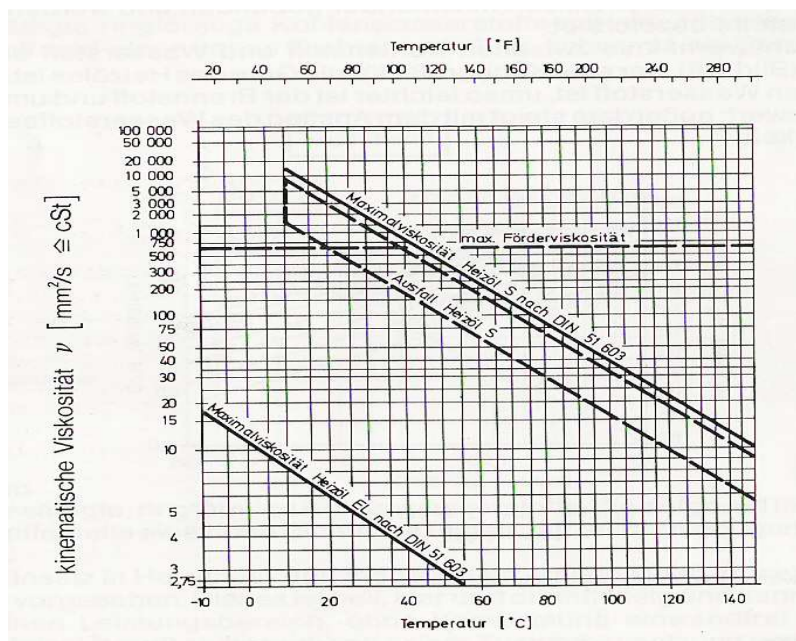
Rezultatai rodo- esant mišinyje 65% M100 ir 35% krosninio kuro, mišinio klampumas atitinka mazuto M40 klampumą, t.y. 40 E (Englerio laipsnių) arba apie 300 cSt.

Mazuto M40 savybės , palyginimui su mazutu M100, o taip pat ir lengvais mazutais F-5 ir F-15 pateiktos 11 lentelėje.

11 lent. Įvairių rūšių mazuto savybių palyginimas

SAVYBĖ	M100	M40	F-12	F-5
Klampumas prie 50° C, cSt	750	300	89	36
Pliūpsnio temperatūra atvira inde, ne žemesnė kaip, °C	110	90		
Pliūpsnio temperatūra uždara inde, ne žemesnė kaip, °C			90	80
Stingimo temperatūra, (mazutui iš daug parafino turinčios naftos - *), °C	25 - 42*	10 - 25*	-8	-5
Stingimo temperatūra pridedant 8-15% dyzelino frakcijų, °C		10		
Peleningumas, %	0,05-0,14	0,04-0,12	0,1	0,05
Mechaninės priemaišos, %	1	0,5	0,12	0,1

Pagal diagramą 12 pav. matyti, kad siurblių gamintojų rekomenduojamas maksimalus mazuto klampumas, kuris dar tinkamas perpumpavimui, yra apie 600 cSt. Tokia klampumo viršutinė riba nurodoma kaip tinkama krumpliaratiniams ir sraigtniams kuro siurbliams.



12 pav. Kuro klampumo diagrama (DIN standartas).

Priimant, kad mazuto klampumas prieš siurblius neturi viršyti 600 cSt, patikimiau būtų 500 cSt, pagal klampumo priklausomybę nuo temperatūros (12 pav.), mazuto laikymo rezervuaruose temperatūra turi būti ne žemesnė kaip 40-45 °C. Tokia temperatūra gali būti pasiekama šildant vandeniu, t.y. apsieinama be garo tiekimo.

Pliūpsnio temperatūra

Maišant M100 su krosnių kuru, išlieka neaiškus pliūpsnio temperatūros klausimas. Krosnių kuro fracinė sudėtis: 10% ne žemesnės kaip 160 °C, 96% ne aukštesnės kaip 360 °C frakcijos.

Krosnių kuro (anksčiau vadinamo TPB) pliūpsnio temperatūra uždaramame inde yra ne mažesnė kaip 42 °C. Pagal darbuotojų apsaugos nuo cheminių veiksnių darbe nuostatų 21 str. , medžiagos (VbF AIII), kurių pliūpsnio temperatūra 55 – 100 °C, priskiriamos sunkiai užsiliepsnojančioms, mažos rizikos medžiagoms. Skysčiai, kurių pliūpsnio temperatūra virš 100 °C, priskiriamos labai sunkiai užsiliepsnojančioms medžiagoms.

Mazuto mišinio su krosnių kuru pliūpsnio temperatūra lemia, ar esamos talpyklos išlieka tinkamos kuro mišinio laikymui priešgaisrinio požiūriu.

Kuro mišinių savybių ištyrimui buvo atlikti mėginių tyrimai.

Kuro mišinių mėginių tyrimų rezultatai

Kuro mišinius paruošė AB „Kauno energija“ personalas, sudarydamas mišinius iš Petrašiūnų elektrinėje rezerve laikomo mazuto (sieros kiekis 1,66 %) ir dyzelino. Kaip rodo įmonių patirtis, ilgai laikant sieringą mazutą rezervuaruose, mazutas ne tik praranda lakias frakcijas ir tampa klampesnis, bet taip pat mažėja sieros kiekis kure. Sieros kiekio mažėjimą galima paaiškinti tik tuo, kad į rezervuarų dugną iškrentančios kietosios dalelės, asfaltenai ir kt., kartu suriša ir dalį sieros junginių. T.y. galima spėti, kad siera kuro dedamosiose pasiskirsčiusi netolygiai – lengvesnėse frakcijose sieros mažiau, sunkiausiose frakcijose – daugiau. Iškritus sunkiausioms frakcijoms į nuosėdas rezervuaro dugne, kuro sieringumas sumažėja.

Bandomieji kuro mišiniai sudaryti į mazutą pridodant 15%, 25% ir 35% dyzelino. Bandinių analizė atlikta UAB „Energijos sistemų servisas“ chemijos laboratorijoje. 13 lent. pateikiamos analizės duomenų suvestinės.

13 lent. Mazuto mišinių su dyzeliniu kuru savybės

SAVYBĖ	15% dyzelino	25% dyzelino	35% dyzelino
Klampus pri 40° C, cSt	-	107,6	68
Klampus pri 40° C, °E	-	14	9
Klampus pri 100° C, cSt	21,3	-	-
Klampus pri 100° C, °E	3	-	-
Pliūpsnio temperatūra atvirame inde, °C	140	120	120
Tankis, kg/m ³	964	944	928
Drėgmė, %	6,9	6,5	5,5
Kaloringumas, kcal/kg (sausas), MJ/kg	9640	9775	9776
	40,39	40,96	40,96
Sieros kiekis, %	1,28	0,97	0,88

Kaip nurodo tyrimus atlikusi laboratorija, pavyzdžių, sudarytų iš 25% ir 35% dyzelino, klampumo esant 100° C temperatūrai nustatyti nepavyko, nes mišiniai prie 100 °C pradėjo virti. Virimo priežastimi galėjo būti vanduo, esantis mazute. Pradiniame mazute buvo apie 10% vandens, todėl šildymas iki 100° C turėjo sukelti virimo požymius.

Pagal klampumo charakteristikas mišiniai atitinka:

- 15% - mazutas M40;
- 25% - mazutas M20, skalūnų alyva (sunki, klasė A), lengvas mazutas F12;
- 35% - lengvas mazutas tarp F12 ir F5.

Kuro mišinio klampumas gautas kiek mažesnis, negu buvo prognozuota, nes buvo maišoma su dyzeliniu kuru, kurio klampumas mažesnis negu skaičiavime priimtas lengvas naftos kuras (atitikmuo vokiškam kurui EL).

Įvertinant tyrimų metu gautus rezultatus, galima teigti, kad, pvz. Petrašiūnų elektrinės atveju, mišinys su 25 % dyzelino leistų išspręsti kelias problemas:

- sieros kiekis kure tenkintų galiojančias ekologines normas;
- kuro mišinys atitiktų mazuto M20 klampumą;
- pliūpsnio temperatūra sudarytų 120° C, t.y. tenkina mazuto reikalavimus;
- prognozuojama stingimo temperatūra apie 0° C;
- siurbliais paimamo kuro klampumo temperatūra – apie 15-20° C.

Šildymas būtų reikalingas tik šaltesniais metų mėnesiais, kada aplinkos temperatūra žemesnė nei 15-20° C. Šie duomenys rodo, kad talpose saugomas kuras galėtų būti šildomas žemo potencialo šilumnešiu, todėl galima būtų panaudoti atliekinę šilumą.

Ekologiniai reikalavimai

Atlikti skaičiavimai leidžia pateikti rekomendacijas sieringo kuro maišymo proporcijoms, atsižvelgiant į sieros kiekio reikalavimą neviršyti 1 % sieros kuro mišinyje.

Papildomo kuro sieringumas, %	Papildomo kuro kiekis tonomis, tenkantis 1 t laikomo rezervinio kuro, kurio S 2%	Papildomo kuro dalis %, skaičiuojant nuo bendro mišinio kiekio	Papildomo kuro kiekis tonomis, tenkantis 1 t laikomo rezervinio kuro, kurio S 2,2 %	Papildomo kuro dalis %, skaičiuojant nuo bendro mišinio kiekio
0,5	2,0	66	2,4	70
0,2	1,25	55	1,5	60
0,0	1,0	50	1,2	54

Kiekvienos įmonės atveju reikėtų šiuos skaičiavimus patikslinti, priklausomai nuo rezervuaruose laikomo kuro sieringumo ir priklausomai nuo papildomo kuro sieringumo.

Be to, reikėtų atlikti analizę nustatant mišinio savybes. Saugumo požiūriu svarbu nustatyti mišinio pliūpsnio temperatūrą, kad būtų išlaikomi priešgaisriniai reikalavimai.

Ekonominis aspektas

Teoriškai galimi atvejai, kada mažo sieringumo kuro primaišymas prie likusio sieringo kuro gali būti mažiau išlaidų reikalaujantis būdas, negu pilnas sieringo kuro pakeitimas mažai sieringu.

Tai priklausys nuo galimybių parduoti sieringo kuro atsargas ir realizavimo kainos.

Pavyzdžiui, pilnai keičiant sieringą kurą mažai sieringu:

- katilinės privalomas mazuto rezervas 1000 t

- pardavus šį kurą su 200 Lt/t skirtumu tarp įsigijimo ir pardavimo kainos, gaunamos 200000 Lt pajamos;
- perkamas mažai sieringas kuras 1000 t po 1250 Lt, išlaidos sudarys 1 250 000 Lt;
- bendras nuostolis bus 1 050 000 Lt, t.y. 1,05 mln. Lt

Ruošiant kuro mišinį:

- parduodama 700 t sieringo mazuto, pajamos bus 140000 Lt;
- perkama 700 t mažai sieringo mazuto po 1250 Lt/t, išlaidos sudarys 875 000 Lt;
- bendras nuostolis sudarys 735 000 Lt, t.y. 0,735 mln. Lt.

Skirtumas tarp šių variantų sudarys 315 000 Lt, kuro maišymo varianto naudai.

Rezervinį kurą galima sąlyginai skirstyti į dvi rūšis: atitinkantis sieros kiekio reikalavimus (gali būti naudojamas bet kurioje situacijoje) ir neatitinkantis sieros kiekio reikalavimų (gali būti panaudojamas tik ekstremalių situacijų atveju).

Todėl išlaidas mažai sieringam kurui įsigyti galima dar sumažinti tokiu būdu:

- dalį sieringo kuro palikti ekstremaliems atvejams,
- dalį sieringo kuro parduoti ar pergabenti į kitą katilinę, kuri galės tokį kurą kūrenti,
- dalį sieringo kuro sumaišyti su mažai sieringu kuru ir turėti atitinkančio reikalavimus kuro atsargas.

Kiekvienos įmonės konkrečiu atveju bus gauti skirtingi rezultatai, todėl tikslinga atlikti patikrinamuosius skaičiavimus, kad nustatyti kiekvieno varianto naudingumą.

3.4 Skysto kuro, kurio sudėtyje yra mažiau kaip 1 proc. sieros, vartojimui siūlomos alternatyvos

Rezervinis kuras turėtų būti toks, kad reiktų šildyti iki galimai mažesnės temperatūros. Šią temperatūrą reglamentuoja kuro klampumas, kuris turi būti toks, kad siurbliai užtikrintų kuro paėmimą iš talpų ir transportavimą iki šildytuvų.

Teoriniu požiūriu yra galimos kelios kuro rūšys, kurios galėtų pakeisti mažai sieringo mazuto panaudojimą rezerviniam kurui. Tačiau reikia pabrėžti, kad tai yra kol kas teoriniai pasiūlymai, kurie praktiniam panaudojimui reikalauja bandymų. Kiekviena iš galimų kuro rūšių turi trūkumų ir privalumų, kurie toliau yra trumpai apibūdinti :

-Lengvas naftos kuras.

Ekologiniu požiūriu - geriausias variantas naudoti šildymui skirtą žymėtąjį dyzelino frakcijos kurą. Šio kuro perpumpavimo savybėms užtikrinti, pakaktų šildymo iki teigiamos temperatūros. Tačiau atsirastų ir techninių problemų – esami kuro ūkio įrenginiai dalinai turi būti pakeisti, pritaikant lengvam kurui. Kuro talpyklos, skirtos sunkaus mazuto laikymui, daugeliu atveju neatitiktų lengvam kurui keliamų reikalavimų. Ekonominiu požiūriu – tai vienas brangiausių variantų jau vien todėl, kad tokio kuro kaina apie 3 kartus viršija dabar naudojamo mazuto kainą.

-Krosninis biokuras.

Biodyzelinas yra metilo (etilo) esteris, pagamintas iš augalinės kilmės aliejų ar gyvūninės kilmės riebalų, prilygstantis dyzelino kokybei, skirtas naudoti kaip biokuras. Toks kuras neteršia aplinkos, jame nėra sieros komponentų, neturi toksinių medžiagų, pvz. „Rapsoila“ produkcija.

14 lent. Biodyzelino parametrai

Eil.Nr.	Parametrai	Reikšmė
1	Tankis prie 15 °C, kg/m ³	890,4
2	Kinematinis klampumas prie 40°C, mm ² /s	12,33
3	Pliūpsnio temperatūra, °C	41
4	Sieros kiekis, %	0,05
5	Vandens kiekis, %	1,7
6	Šilumingumas, kcal/kg	9046

Biodegalų gamybos plėtrą stabdo didelė biodegalų gamybos savikaina, dėl kurios biodegalai negali konkuruoti su mineraliniais degalais, o gamintojai, net gaudami valstybės paramą už superkamas žaliavas (rapsų sėklas ir grūdus), negauna pakankamo pelno. Biodegalų gamybos savikainą galima sumažinti optimaliai panaudojant biodegalų gamybos metu susidarancius šalutinius produktus ir atliekas.

Kainos požiūriu šiek tiek palankesnis už lengvus naftos produktus. Reikalingas šildymas iki 10-20 °C. Problema – naftos produktams atsparios medžiagos – gumos dirbiniai, netinkami organinės kilmės kurui. Kitos problemos – analogiškos kaip dyzelino atveju.

Viena iš alternatyvų tradiciniam kurui gali būti augalinis aliejus, kurio kaina būtų mažesnė už biodyzelino, nes sutrumpėja gamybinis ciklas. Tai galėtų būti ekologiškas sieringo naftos kuro pakaitalas. Naudojimui tinka aliejus spaustas iš rapsų, sojos, kukurūzų, saulėgrąžų arba palmių. Augalinio aliejaus naudojimo atveju turėtų būti tinkamai rekonstruota kuro tiekimo ir laikymo sistema:

- guminės detalės turi būti pakeistos iš atsparių naftos produktams ir atsparias organiniams junginiams, organinėms rūgštims;
- jeigu kuro sistemoje nėra kuro šildytuvų, juos reikėtų įrengti, aliejaus šildymo temperatūra turėtų būti 50-80 °C, priklausomai nuo aliejaus rūšies.

Lietuvoje yra gyvulinių riebalų (techninių riebalų) deginimo patirtis. UAB „Termotechnika“ yra pritaikiusi rotacinius anglų gamybos degiklius, skirtus kūrenti sunkų mazutą, riebalinių taukų/riebalų deginimui katiluose DE-6 ir DKVR-4. Sieros kiekis techniniuose riebaluose neviršija 0,1 %, kaloringumas tik apie 5 % mažesnis negu sieringo mazuto. Techninių riebalų šildymo temperatūra prieš išpurškimą – 70-80 °C. Sieros dioksido ir NOx koncentracijos degimo produktuose artimos kaip ir deginant dyzeliną.

-Sunkioji arba vidutinė skalūnų alyva.

Tenkina sieringumo reikalavimus. Kad užtikrinti paėmimą iš talpų, sunkiai skalūno frakcijai reikalingas šildymas iki 20-30 °C. Deginimui pakanka šildyti iki 50 °C. Lengvai frakcijai – šildymas iki krosninio kuro temperatūrų, bet panašios problemos iškyla, kaip ir lengviems kurams. Pagrindinė problema naudojant šį kurą yra didelis abrazyvinis poveikis ir cheminis aktyvumas. Turi būti keičiamos visos ne tik guminės, bet ir plastikinės detalės visoje kuro sistemoje. Nemalonus, aštrus kvapas, aktyvus cheminis poveikis reikalauja apsauginių priemonių. Galima tikėtis problemų maišantis su naftos kilmės kuro likučiais, pvz. polimerizacijos procese gali atsirasti darinių, kemšančių kuro sistemą. Prieš naudojant šį kurą, reikėtų atlikti bandymus maišant įvairiomis proporcijomis su mazutu ir laikant skirtingose temperatūrose.

15 lent. Skalūno alyvos parametrai

Eil.Nr.	Parametrai	Reikšmė
1	Kinematinis klampumas prie 80 °C, mm ² /s	4 – 17
2	Pliūpsnio temperatūra, °C	67
3	Sieros kiekis, %	ne daugiau 0,8
4	Vandens kiekis, %	0,5 – 1,5
5	Šilumingumas, kcal/kg	9500 - 9900

Pagal skalūnų alyvų kainas, jos užima tarpinę padėtį tarp sunkaus sieringo mazuto ir krosnių kuro. Dėl problemų, kurios kyla naudojant skalūnų alyvą, šiuo metu tai nėra plačiai naudojama kuro rūšis, tačiau galima alternatyva sieringo rezervinio mazuto pakeitimui.

-Vidutinio sunkumo mazuto naudojimas.

Prieš keletą dešimtmečių TSRS buvo gaminamas vidutinis mazutas M60 ir M40. Tačiau atsiradus gilaus naftos perdirbimo technologijoms, šios kuro rūšys praktiškai nėra gaminamos. Išimtis – Rusijos eksportinis mazutas, kuriame sieros kiekis sumažintas iki 1%, primaišant mažai sieringų lengvesnių naftos produktų frakcijų. Apie šį kurą išsamiau žiūr. 1.3.5 skyr.

-Vandens-kuro emulsijos.

Sudarant mazuto-vandens ar su kitais naftos kuro priedais emulsijas, galima žymiai sumažinti kuro klampumą, t.y. sumažinti būtinojo šildymo temperatūrą. Sieros kiekį emulsijoje galima sumažinti lengvų naftos produktų priedais. Iš techninės literatūros žinoma, kad yra mazuto-lengvo kuro-vandens proporcijos, kurioms esant gaunama stabili emulsija, išlaikanti savo vienalytiškumą (nesisluoksniuojanti) 30 ir daugiau parų. Ilgai laikant, reikalinga cirkuliacija, t.y. emulsijos atnaujinimas. Lietuvoje nėra tokių emulsijų naudojimo praktinės patirties, todėl reikėtų atlikti tyrimus, kuriais nustatyti tokio kuro savybes ir stabilumo proporcijas (receptūrą). Lietuvos Elektrinės patirtis naudojant bitumo-vandens emulsijas, gali būti dalinai panaudota (reikalavimai siurbliams, transportavimas, šildymas ir kt.).

-Glicerolis.

Glicerolio panaudojimas emulsijų, skirtų miestų katilinių ir šiluminių elektrinių, gamybai -tai viena iš galimybių katilinių ir šiluminių elektrinių, naudojančių mazutą emisijose mažinti sieros kiekį – efektyviai panaudoti glicerolio fazę, t.y. maišyti su sunkiosiomis naftos frakcijomis, pvz., mazutu. Sunkiųjų naftos frakcijų panaudojimas kurui problematiškas dėl didelės jų klampos bei gana aukštos virimo temperatūros. Glicerolio fazė taip pat pasižymi didele klampa. Be to, abi šios fazės mažai tirpios viena kitoje. Todėl būtina ieškoti naujų galimybių spręsti šioms problemoms, viena jų būtų mišinių (stabilių emulsijų), į kurių sudėtį įeitų mazutas ar krosninis kuras, glicerolio fazė, metanolis, vanduo ir RRME, iš sočiųjų riebalų rūgščių gaunami biodyzelino gamybos metu, gamyba. Atliktuose emulsijų ruošimo tyrimuose, buvo pastebta, kad gautos kai kurios stabilios emulsijos. Emulsijos buvo laikytos patalpoje, kurioje temperatūra svyravo +16–+19 °C. Reikia pripažinti, kad net sąlyginai stabilios emulsijos negali būti ilgai sandėliuojamos, šaldomos ar kaitinamos. Tokios emulsijos šilumingumas apie 24 MJ/kg, o atlikus deginių emisijų tyrimus nustatyta, kad sieros dioksido emisijos sumažėjo iki 550 mg/Nm³, t.y. apie 3 kartus. Lietuvoje gaunamo glicerolio parametrai yra pateikti žemiau esančioje lentelėje.

16 lent. Glicerolio charakteristikos

Eil.Nr.	Parametrai	Reikšmė
1	Glicerolio pelningumas, %	8,95
2	Žemutinis šilumingumas, kJ/kg	12400
3	Kinematinė klampa, mm ² /s prie 20 °C prie 40 °C	67,03
		23,04
4	Tankis, g/cm ³ prie 20 °C prie 40 °C	1,2818
		1,2693

Palyginti didelis pelningumas ir mažas kaloringumas yra nemaži šios alternatyvos trūkumai, deginant šį kurą degimo įrenginiuose.

-Pramoninės degiosios medžiagos.

Tai galėtų būti panaudotos techninės alyvos, aliejai. Chemijos pramonėje susidaro dideli metanolio kiekiai. Tačiau daugeliu atveju, šių medžiagų deginimo įrenginiams ir teršalų emisijoms būtų taikomi atliekų deginimo reikalavimai ir jas panaudoti įprastiniuose katiluose praktiškai sudėtinga arba net neįmanoma. Išskiltų labai specifinių reikalavimų ir tektų, pvz. arba kontroliuoti alyvų sudėtį priėmimo metu, arba įdiegti dūmų valymo įrangą.

3.5 Mažai sieringo skysto kuro tiekėjų analizė Lietuvoje

Lietuvoje prekiauti naftos produktais įmonėms yra išduodamos licencijos. Licencijas verstis didmenine prekyba nefasuotais naftos produktais, naftos produktais, tiekiamais kaip kuro atsargos laivams ar orlaiviams, taip pat licencijas verstis didmenine prekyba nefasuotų naftos produktų likučiais, išduoda Ūkio ministerija.

Mazuto tiekimui bei pardavimui šiuo metu Lietuvoje nereikalinga licencija, tačiau esant palyginti nedidelei mazuto paklausai Lietuvoje, per paskutinius dvejus metus buvo patiektas nedidelis kiekis mazuto, atitinkamai buvo ir nedaug tiekėjų (16 lentelė).

16 lent. Mazuto tiekėjai 2006-2007 metais

Eil Nr.	Įmonės pavadinimas	Tiekto mazuto sieringumas
1	UAB Ekochema	Virš 2% sieros
2	UAB Lukoil Baltija	Virš 2% sieros
3	UAB KAUNO TERMOFIKACIJOS ELEKTRINĖ	Virš 2% sieros
4	AB "SAURIX PETROLEUM" FILIALAS	Iki 1% sieros

Kadangi Mažeikių naftoje nėra galimybės gaminti mažai sieros turinčio mazuto, todėl Lietuvos poreikiams patenkinti teks importuoti nemažą kiekį tokio kuro. Lietuvai pereinant prie Europos Sąjungos aplinkosaugos standartų, sieringas mazutas negalės konkuruoti su gamtinėmis dujomis ir bus iš esmės naudojamas pikiniams ir avariniams poreikiams tenkinti.

Kad išsiaiškinti mažai sieringo mazuto galimus tiekėjus Lietuvoje, buvo išsiųsti paklausimai pirmiausia toms įmonėms, kurios jau tiekė mazutą, o taip pat ir kitoms įmonėms, kurios prekiauja naftos produktais. Iš viso įmonių, kurios turi licencijas naftos produktams tiekti Lietuvoje, yra 175, tačiau dauguma šių įmonių yra lengvo kuro (benzino ar dyzelino) tiekėjai bei

pardavėjai. Esant dideliame įmonių skaičiui, paklausimai buvo siunčiami tik toms įmonėms, kurios užsiima didmenine prekyba.

Į išsiųstus paklausimus atsiliepė tik keletas įmonių. Iš jų didesnė dalis nurodė, kad galėtų tiekti mažai sieringą mazutą ir jų pajėgumai leistų tai daryti, bet kol kas negali nurodyti nei kainos nei markės (tai pvz. UAB Kauno termofikacinė elektrinė, UAB „Lukoil Baltija“). Kitos įmonės siūlo vietoj mazuto tiekti skalūno alyvą ar glicerolį (UAB „Naftėnas“, UAB „Arvi“).

Tik dvi įmonės - tai AB „Saurix petroleum“ filialas ir UAB „Naftėnas“ nurodė galinčios patiekti mažai sieringą mazutą, bei orientacines kuro kainas 2008 metams .

17 lent. Mažai sieringo mazuto tiekėjai

Eil.Nr.	Įmonės tiekėjos pavadinimas	Mažai sieringo mazuto pabrangimas, lyginant su sieringu mazutu, %	Kuro markė
1	UAB „Naftėnas“	15 - 20	M100 , S iki 1%
2	AB „Saurix petroleum“ filialas	apie 20	M100 , S iki 1%

Artimiausiu metu mažai sieringo mazuto (iki 1% sieros) kaina svyruotų apie 1200-1260 Lt/toną. Įmonė UAB „Naftėnas“, mažai sieringą mazutą galėtų tiekti per Latvijos įmonę „Saybolt Latvija“ (www.saybolt.com), kurios pateiktame mazuto sertifikate nurodytas sieros kiekis kure yra 0,44 %. Pagrindinės šio kuro charakteristikos pateiktos 18 lentelėje.

18 lent. Mažai sieringo mazuto charakteristikos

Parametras	Matavimo vnt.	Metodas	Reikšmė
Peleningumas	%	ASTM D 482	0,015
Tankis prie 15° C	kg/m ³	ASTM D 1298	0,9398
Pliūpsnio temperatūra	C	ASTM D 93/B	98
Kinematinis klampumas prie 50° C	cSt	ASTM D 445	91,5
Kinematinis klampumas prie 80° C	cSt	ASTM D 445	26,1
Sieros kiekis	%	IP 336	0,44
Kaloringumas	MJ/kg	ASTM D 4868	41,3
Tirštėjimo temperatūra	°C	ASTM D 97	+33

1 procento sieringumo mazuto kainos, publikuojamos agentūros Reuter „Platt’s Oilgram Price Report“ „European low/high averages, BARGES FOB ARA“ skyriuje (žiūr. www.ldujos.lt).

19 lentelė. Mažai sieringo mazuto kainų kitimas

Laikotarpis	1% S mazuto kaina, USD/ t
2006 Liepa	305,24
2006 Rugsjūtis	307,08
2006 Rugsėjis	278,37
2006 Spalis	251,00

2006 Lapkritis	256,19
2006 Gruodis	247,12
2007 Sausis	238,64
2007 Vasaris	229,53
2007 Kovas	259,81
2007 Balandis	284,11
2007 Gegužė	302,32
2007 Birželis	309,36
2007 Liepa	348,63
2007 Rugpjūtis	360,11
2007 Rugsėjis	360,75

Stebint mažai sieringo mazuto kainų kitimą, pastebimas žymus kainų kilimas pradedant nuo 2007 metų vasaros. Nors visada egzistuoja sezoninis kainų svyravimas, t.y. antroje metų pusėje kainos paprastai auga, tačiau 2007 m. rudens kainos siekia aukščiausius daugiamečius rodiklius.

4. SO₂ koncentracijos mažinimo metodai

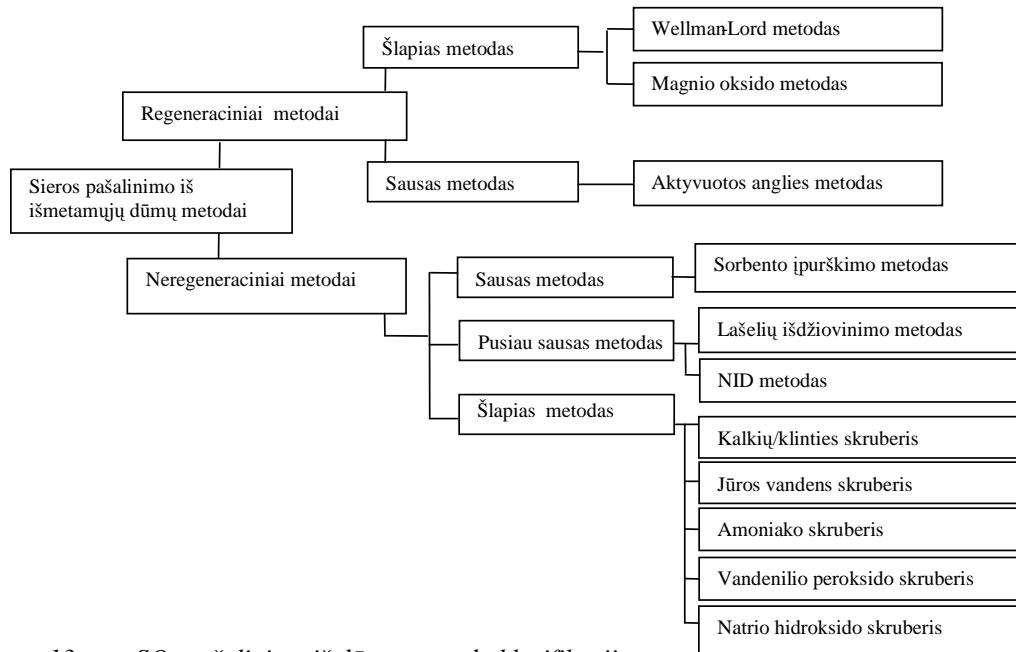
Viena iš efektingiausių SO₂ mažinimo priemonių yra mažo sieringumo kuro naudojimas. Sieros kiekiui kure sumažėjus 0,5 procento, SO₂ išmetimai sumažėja apie 850 mg/m³ (3 % O₂).

Bendras skysto ir dujinio kuro deginimas, arba skysto ir biokuro deginimas, taip pat yra viena iš SO₂ emisijos mažinimo priemonių. Bendras deginimas gali būti vykdomas su vienu degikliu arba keliais degikliais toje pačioje degimo kameroje. Taip, kaip Lietuvoje traktuojamas DKDĮ, bendrą deginimą gali reikšti ir skirtingų rūšių kuro deginimą skirtinguose katiluose, prijungtuose prie bendro kamino.

Kita SO₂ mažinimo priemonė yra šlapi skruberiai, kuriuose susidaro šalutinis produktas – gipsas. Šlapio skruberio naudojimas yra efektingiausia nusierinimo priemonė dideliems katilams. Mažo ir vidutinio dydžio katiluose nusierinimui yra naudojamos sausos kalkių ar kalkakmenio metodas, pusiau sausas kalkių metodas, aktyvuotos anglies arba sodos ir natrio karbonato metodas.

Sausas nusierinimo metodas gali būti pagerintas padidinus sąlyčio paviršių tarp sorbento ir išmetamųjų dujų. Pasirinkimas tarp skirtingų nusierinimo metodų priklauso nuo reikalingo nusierinimo laipsnio bei susidarančių šalutinių produktų ir liekanų galutinio panaudojimo.

Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės dokumentuose didelių deginimo įrenginių dūmų sieros išvalymo nuo sieros dioksido metodai klasifikuojami taip :



13 pav. SO₂ pašalinimo iš dūmų metodų klasifikacija

Lietuvos ir ES normos SO₂ koncentracijai katilų išmetamosiose dujose bei GPGB išmetimų lygiai yra pateikti 20 lentelėje [5].

20 lent. Didžiausios leidžiamos SO₂ koncentracijos katilų išmetamosiose dujose (prie 3 % O₂ deginant skystąjį ar dujinį kurą, 6% O₂ deginant kietą kurą.

Kuras ir šiluminė galia, MW	Iki 2008 m. sausio 1 d.		Po 2008 m. sausio 1 d.		GPGB išmetimų lygiai [1], 2007 m. spalio 31 d.
	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	
Esami katilai (leidimas statyti išduotas iki 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras	nenormuojama	35	35	35	10
Skystasis kuras					
50 – 100	1700	1700	1700	1700	100 – 350*
100 – 300					100 – 250*
300 – 500		1700 – 400	1700 – 400	1700 – 400	50 – 200*
> 500		400	400	400	
Kietas kuras¹⁾					
50 – 100	2000	2000	2000	2000	200 – 400* 150 – 400* (VSD ¹⁾)
100 – 300		2000 – 400	2000 – 400	2000 – 400	100 – 250*
> 300		400	400	400	20 – 200* 100 – 200 (CVSD ² ir DVSS ³)
Biomasė					
50 – 100					200 – 300
100 – 300					200 – 300 150 – 250 (VSD)
> 300					50 – 200
Nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras	35	35	35	35	10
Skystasis kuras					
50 – 100	1700	1700	1700	1700	100 – 350*
100 – 300					100 – 250*
300 – 500	1700 – 400	1700 – 400	1700 – 400	1700 – 400	50 – 200*
> 500	400	400	400	400	
Kietas kuras					
50 – 100	2000	2000	2000	2000	200 – 400* 150 – 400* (VSD)
100 – 300	2000 – 400	2000 – 400	2000 – 400	2000 – 400	100 – 250*
> 300	400	400	400	400	20 – 200* 100 – 200 (CVSD ir DVSS)
Biomasė					
50 – 100					200 – 300 150 – 250 (VSD)
100 – 300					50 – 200
> 300					200 – 300 150 – 250 (VSD)
Nauji nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 2002.11.27)					(pradėtas eksploatuoti po 2004.01.01)
Dujinis kuras	35	35	35	35	10
Skystasis kuras					
50 – 100	850	850	850	850	100 – 350*

¹ VSD – verdančio sluoksnio degimas

² CVSD – cirkuliuojančio verdančio sluoksnio degimas (angl. circulating fluidised bed combustion (CFBC))

³ DVSS – degimas verdančiame sluoksnyje, esant slėgiui (angl. pressurised fluidised bed combustion (PFBC))

Kuras ir šiluminė galia, MW	Iki 2008 m. sausio 1 d.		Po 2008 m. sausio 1 d.		GPGB išmetimų lygiai [1], 2007 m. spalio 31 d.
	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	
100 – 300	400 – 200	400 – 200	400	200	100 – 200*
> 300	200	200	200	200	50 – 150*
Kietas kuras					
50 – 100	300 ²⁾	300 ²⁾	300 ²⁾	300 ²⁾	200 – 400* 150 – 400* (VSD)
100 – 300					100 – 200
> 300	400 ³⁾	400 ³⁾	400 ³⁾	400 ³⁾	20 – 150* 100 – 200 (CVSD ir DVSS)
Biomasė					
50 – 100	200	200	200	200	200 – 300
100 – 300					200 – 300 150 – 250 (VSD)
> 300					50 – 150 50 – 200 (VSD)

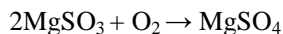
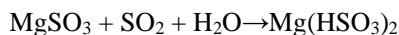
- 1) Žiūrėti DKDĮ normų 1 priedą, kur pateiktas nusierinimo laipsnis
 - 2) Jeigu nurodytų ribinių verčių neįmanoma laikytis dėl tam tikrų kuro savybių, tai gali būti taikoma 300 mg/Nm³ SO₂ ribinė vertė arba ne mažesnis kaip 92 % nusierinimo laipsnis turi būti pasiekiamas tuose įrenginiuose, kurių instaliuotas šiluminis našumas yra mažesnis arba lygus 300 MW.
 - 3) Kai įrenginių instaliuotas šiluminis našumas yra didesnis negu 300 MW, taikomas ne mažesnis negu 95 % nusierinimo laipsnis su 400 mg/Nm³ didžiausia leidžiama išmetamų teršalų ribine verte.
- *) Dėl šių verčių kilusios diskusijos aptariamos BREF dokumento arba šios anotacijos atitinkamuose skyriuose

Regeneraciniai sieros pašalinimo iš dūmų metodai

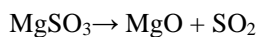
Valant dūmus šiais metodais, pirmoje valymo stadijoje sorbentas absorbuoja SO₂, antroje yra regeneruojamas ir gražinamas valyti. Gautas antrinis produktas panaudojamas grynos sieros arba sieros rūgščiai gaminti. Regeneracinio tipo valymo įrenginiai sugaudo virš 90 % sieros oksidų, tačiau nėra labai populiarūs dėl didelių investicinių ir energijos kaštų.

Willman-Lord regeneraciniame procese SO₂ absorbuoti naudojamas natrio arba kalio sulfatas. Tai vienas iš plačiausiai naudojamų regeneracinių procesų. Iš susidariusių bisulfito NaHSO₃ arba KHSO₃ yra pagaminama sieros rūgštis, o regeneruotas sorbentas gražinamas į pirmąją valymo stadiją.

Magnio oksido procese sieros oksidus absorbuoja magnio hidroksidas arba kt. magnio junginiai. Skruberyje dūmų sraute esantį SO₂ absorbuoja magnio sulfato suspensija:



Gautas magnio sulfatas/sulfatas separuojamas, džiovinamas ir kalcinuojamas su anglimi prie 900°C, kad būtų galima atskirti surinktą SO₂ ir regeneruoti MgO, kuris sugražinamas į absorbciją:



Iš SO_2 gaminama sieros arba sieros rūgštis.

Magnio oksido milteliai naudojami kaip dūmų dujų priedas mažinant užterštumą sieros trioksidu, sieros dioksidu ir apsaugoti vidinius katilo paviršius nuo žematemperatūros korozijos, kurią sukelia SO_3 emisija dūmuose. Sumažinti SO_2 galima naudojant modifikuotą kurą, kuris gaunamas emulguojant mazutą (S~2-2.5%) ir magnio oksidą su karboksilato priedu bei kitais priedais (vandeniu, krosnių kuru). Vanduo pagerina sieros ir MgO reakciją, o krosnių kuras sumažina pliūpsnio temperatūrą. Susidaro birūs pelenai, kurie nepriekpa prie vidinių katilų paviršių ir yra lengvai nuvalomi nuo paviršių.

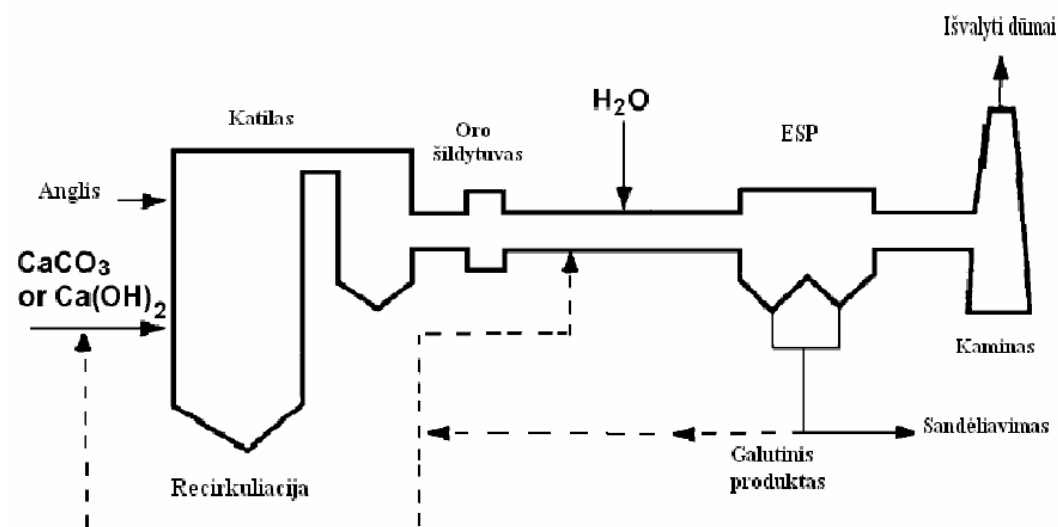
Vykstant *saušo regeneracinio valymo Reinfult procesui*, absorbcijai naudojama aktyvuota anglis. Dūmai praleidžiami pro įkaitintą anglies sluoksnį gilaus vakuumo sąlygomis. Sieros dioksidas anglies sluoksnyje oksiduojasi iki SO_3 ir, reaguodamas su vandeniu, sudaro sieros rūgštį. Regeneracijos sekcijoje aktyvuota anglis ataušinama, iš jos išsiskyrę sieros junginiai nukreipiami sieros rūgščiai gaminti, o anglis grąžinama valyti.

Idealiu atveju, taikant regeneracinę valymo technologiją, turėtų užtekti pradinio sorbento kiekio ir nelikti atliekų, tačiau praktiškai gaunami šalutiniai produktai, kuriuos būtina tvarkyti, o sorbento kiekį reikia nuolat papildyti. Sorbentą regeneruojantys dūmų valymo įrenginiai užima apie 3 % sieros valymo įrenginių rinkos.

Neregeneraciniai sieros pašalinimo iš dūmų metodai

SO_2 pašalinimas iš dūmų, įpurškiant sorbentą kūrykloje

Šiuo metodu sausas sorbentas tiesiogiai yra įpurškiamas į dūmų dujų srautą katilo kūrykloje (14 pav.). Naudojami sorbentai: sumaltos klintys (CaCO_3), gesintos kalkės (Ca(OH)_2) ir dolomitas ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). Karštis kūrykloje sukelia sorbento kalcinavimą, ir taip susidaro reaktyviosios kalkių dalelės. Šių dalelių paviršius dūmų sraute reaguodamas su SO_2 sudaro kalcio sulfitą/sulfatą. Šie reakcijos produktai sugaudomi elektrostatiiniu arba rankoviniu filtru. SO_2 sugaudymo procesas vyksta ir nusodintuve bei rankovinių filtrų filtravimo nuosėdose.

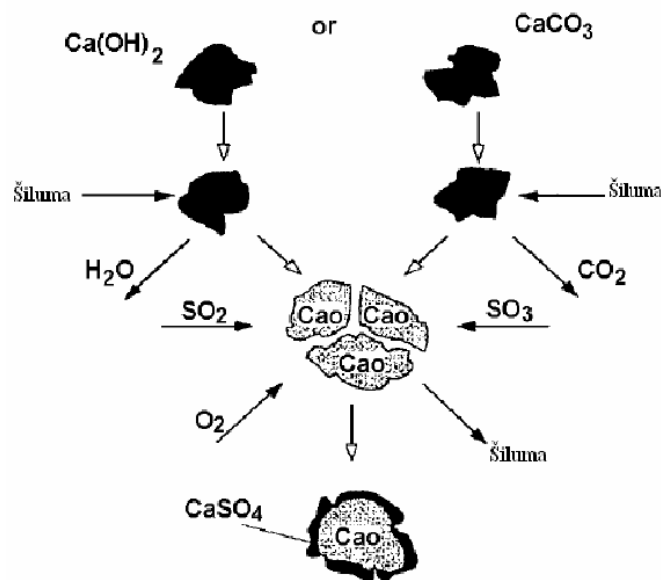


14 pav. SO_2 pašalinimas, įpurškiant sorbentą kūrykloje

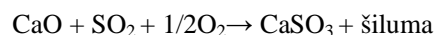
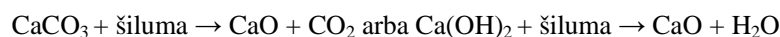
Proceso liekanos išvežamos į sąvartyną, tačiau jos turi būti griežtai kontroliuojamos dėl sudėtyje esančių aktyvių kalkių ir kalcio sulfito.

Vandens įpurškimas į dūmtakį prieš elektrosstatinį filtrą SO₂ pašalinimo efektyvumą padidina apie 10 %. Kaip ir daugeliu atvejų, šiame metode taip pat naudojama susidariusių reakcijos produktų recirkuliacija, kai šie produktai surenkami iš elektrosstatinių ar rankovinių filtrų ir vėl papildomai įpurškiami į kūryklą net keletą kartų. Su šia priemone SO₂ pašalinimo efektyvumą galima padidinti iki 70-90 % .

Įvykstančios SO₂ pašalinimo reakcijos pavaizduotos 15 pav.



15 pav. SO₂ pašalinimo reakcijos, įpurškiant sorbentą kūrykloje



Šis metodas tinkamiausias naudoti mažai sieringam kurui ir mažose įmonėse. Prie pranašumų galima priskirti palyginti mažas eksploataavimo išlaidas ir proceso metu gaunamą sausą galutinį produktą, kurio nebereikia apdoroti prieš jo laikymą.

SO₂ pašalinimas iš dūmų, įpurškiant sorbentą dūmtakyje

Šiuo metodu sausas sorbentas su kalcio ar natrio pagrindu yra tiesiogiai įpurškiamas į dūmtakį tarp oro šildytuvo ir elektrosstatinio filtro arba rankovinio filtro.

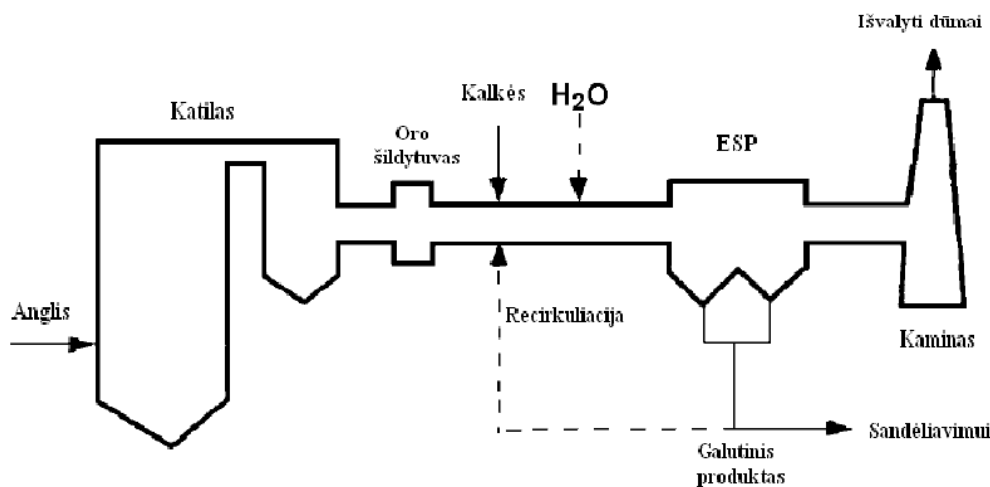
Dažniausiai naudojami sorbentai:

- sausas gesintos kalkės;
- sausas natrio karbonatas nereikalaujantis papildomo drėkinimo;
- kalkių suspensija, taip pat nereikalaujanti papildomo drėkinimo.

Drėkinančio vandens įpurškimas šiame procese reikalingas aktyvuoti sorbentą efektyvesniam SO₂ pašalinimui bei elektrostatinio filtro charakteristikų pagerinimui.

Vis dėlto šis metodas nėra efektyvus. Paprastai tik 15-30 % Ca(OH)₂ sureaguoja su SO₂, nenaudojant recirkuliacijos. Tai reiškia, kad maždaug nuo 70 % iki 85 % nesureagavusio Ca(OH)₂ sugaudoma elektrostatiame filtre bei išmetama su pelenais. Taigi, tai yra vienas pagrindinių šio metodo trūkumų. Šio metodo efektyvumas tesiekia apie 50-80 %.

Tačiau šis metodas ekonomiškai apsimoka mažuose kurą deginančiuose įrenginiuose. Investiciniai kaštai nėra dideli, kadangi šiuos nusierinimo įrenginius pakankamai paprasta integruoti į esamą įrenginį. Eksploataciniai kaštai priklauso nuo sieros kiekio kure ir kurą deginančio įrenginio dydžio.

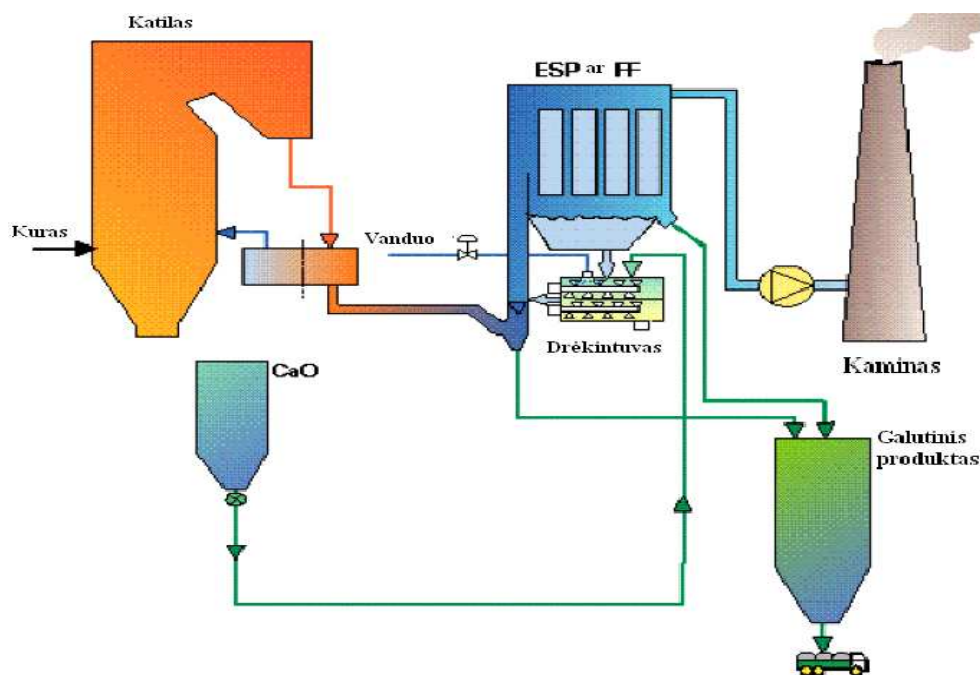


16 pav. SO₂ pašalinimas, įpurškiant sorbentą dūmtakyje

Nepaisant mažo šio metodo efektyvumo, jis pasižymi mažais kapitaliniais kaštais, paprastu procesu ir yra lengvai pritaikomas sudėtingesnėmis situacijomis. Sorbento įpurškimas dūmtakyje naudojamas deginant įvairų kurą ir įvairiose kuro deginimo technologijose.

Modifikuotas pusiau sauso sieros pašalinimo iš dūmų metodas

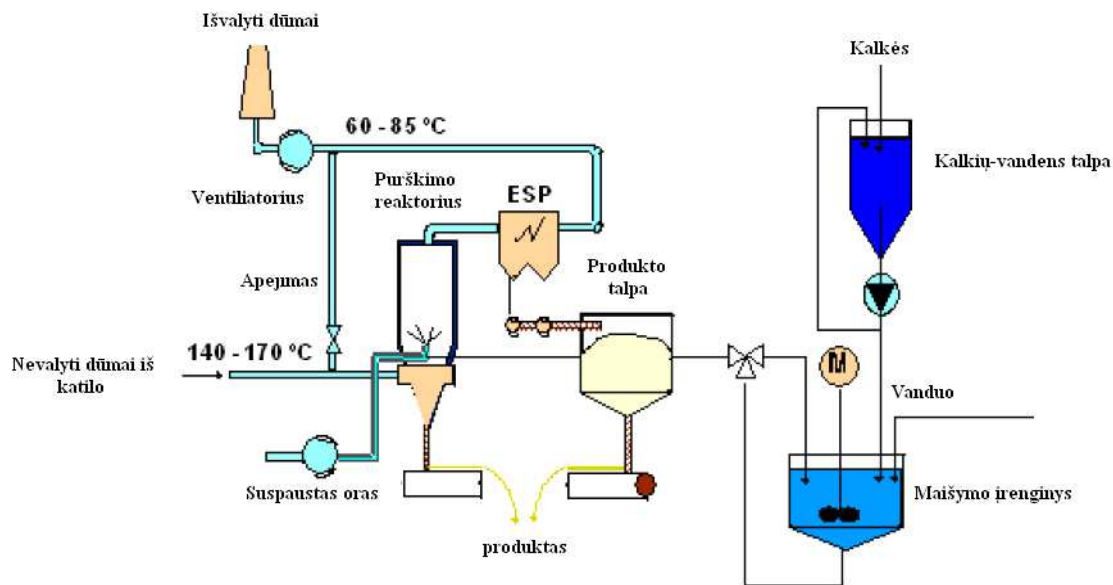
Karštos, nevalytos dūmų dujos iš katilo patenka į dūmų dujų nusierinimo reaktorių ir reaguoja su sudrėkintu kalkių ir pelenų mišiniu. Dūmų reaktyvūs komponentai greitai absorbuojami šarmų, esančių mišinyje. Vanduo tuo pat metu išgaruoja ir pasiekama temperatūra, reikalinga efektyviai SO₂ absorbcijai. Optimalios SO₂ absorbcijos sąlygos priklauso nuo dūmų srauto paskirstymo, kalkių ir pelenų mišinio paskirstymo bei vandens kiekio. Išvalyti dūmai patenka į elektrostatinį arba medžiaginį filtrą, kur pašalinamos kietosios dalelės. Visiškai išvalytos dūmų dujos patenka į kaminą. Sugaudytos dalelės per drėkinimo sistemą vėl sugrąžinamos į reaktorių.



17 pav. Modifikuotas pusiau sauso sieros pašalinimo iš dūmų metodas

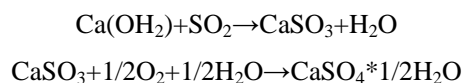
Lašelių išdžiovinimo metodas

Iš visų pasaulyje taikomų sieros pašalinimo metodų, tai yra antras pagal populiarumą po drėnojo sieros pašalinimo metodas. Šio tipo įrenginiuose SO₂ pašalinti iš dūmų dujų yra naudojama kalkių suspensija (kalkių pienas). Šie skruberiai pasižymi mažesniais kapitaliniais kaštais, bet jų eksploatacavimo kaštai didesni lyginant su drėnojo valymo skruberiais. Šis metodas dažniausiai naudojamas mažo, vidutinio našumo katilams, kurie kūrenami apie 1,5 % S turinčia anglimi. Galutinis produktas po dūmų dujų išvalymo paprastai būna kalcio sulfito, kalcio sulfato ir pelenų mišinys. Toks mišinys nėra patrauklus komerciniu požiūriu.



18 pav. Lašelių išdžiovinimo metodo principinė schema

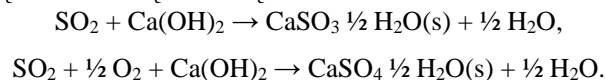
Įrenginį sudaro sauso purškimo absorberis, elektrostatinis filtras ir recirkuliacijos panaudojimo įrenginiai. Sorbentu paprastai naudojamos kalkės. Kalkės maišomos su vandeniu, t.y. gėsinamos vandeniu ir gaunama kalkių suspensija, dar vadinama kalkių pienu. Kalkių suspensija yra įpurškiama smulkių lašelių pavidalu į reaktorių, kuriame SO_2 pašalinami iš dūmų dujų. Dūmų dujų šiluma išgarina vandenį, esantį kalkėse. Tuo pat metu vyksta reakcija, kurios metu SO_2 , SO_3 bei HCl reaguoja su kalkėmis ir gaunami reakcijų produktai - kalcio sulfitas, kalcio sulfatas ar kalcio chloridas. Taigi taikant šį metodą nereikalingi vandens valymo įrenginiai, nes vanduo visiškai išgarinamas reaktoriuje. Šiame procese vykstančios cheminės reakcijos yra šios:



Absorbicijai didelę įtaką turi dūmų dujų temperatūra, drėgnumas, SO_2 koncentracija dujose bei išpurškiamos suspensijos lašelių dydis. Galutinis reakcijos produktas yra sausas kalcio sulfito, sulfato, pelenų ir nesureagavusių kalkių mišinys. Šis produktas surenkamas elektrostatiiniu arba filtru. Siekiant padidinti šio proceso efektyvumą, yra naudojama recirkuliacija.

Pusiau sausas sieros valymo NID metodas

Valant dūmus pusiau sausu metodu, reakcija tarp SO_2 ir sorbento vyksta džiūvant lašeliams. Kontakto laikas tarp lašelių ir dūmų yra trumpas, todėl reikalingas aktyvus sorbentas - kalkės. Kalkių dalelės labai efektyviai absorbuoja SO_2 šios rūgštinės/šarminės reakcijos metu, sudarydamos pusvandenį kalcio sulfitą ir sulfatą:

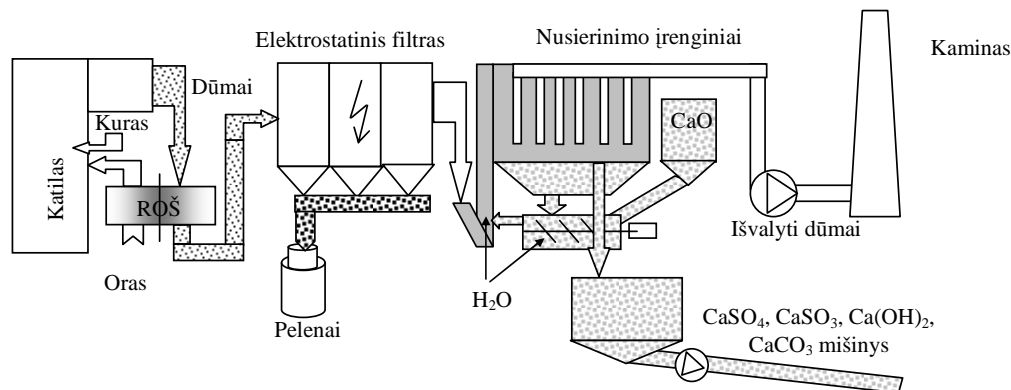


Ši absorbcinė reakcija priklauso nuo dūmų srauto temperatūros, drėgmės kiekio dūmuose, SO_2 koncentracijos išpurškiamos suspensijos lašelių dydžio.

Lašeliams išdžiūvus, gaunamos sausos dalelės, sudarytos iš kalcio sulfito/sulfato mišinio, nesureagavusių kalkių ir pelenų. Kai prieš nusierinimo įrenginį naudojamas elektrostatinis arba rankovinis filtras, gaunamos švarios kalcio sulfito/sulfato atliekos.

Nesureagavusių kalkių ir pasigaminusio antrinio produkto daleles sugaudo elektrostatinis arba rankovinis filtras. Didžioji dalis filtru surinkto produkto kiekio gražinama atgal į sieros valymo reaktorių. Antrinio produkto perteklius tiekiamas į atliekų surinkimo bunkerį.

Šio tipo NID nusierinimo įrenginiai pastatyti AB “Lietuvos elektrinė”. Juose gesintų kalkių dalelės iš maišyklės bus įpurškiamos į reaktoriaus kanalą, įrengtą prieš rankovinį filtrą (2.7 pav.). Siekiant padidinti SO_2 absorbcijos efektyvumą, į dūmus bus įpurškiama ir vandens, kad dūmų temperatūra būtų $65\text{-}75^\circ\text{C}$, drėgmė sudarytų $40\text{-}50\%$. Tokiomis sąlygomis kalkių dalelės labai efektyviai absorbuoja SO_2 . Nesureagavusių kalkių ir pasigaminusio antrinio produkto dalelės kaupsis ant rankovinio filtro ir periodiškai bus nukratomos į filtro apačioje esantį surinkimo bunkerį, iš kur bus gražinama atgal į nusierinimą. Susidaręs nusierinimo produktų perteklius bus surenkamas į atskirą talpą.



19 pav. NID dūmų valymo technologinė schema

Pusiausauso valymo įrenginiai yra pigesni už šlapius skruberius, bet juose naudojamas brangesnis sorbentas – kalkės. Didelis pusiausauso valymo metodo privalumas yra tai, kad visas kalkių piene esantis vanduo išgarinamas ir nebereikia jo valyti.

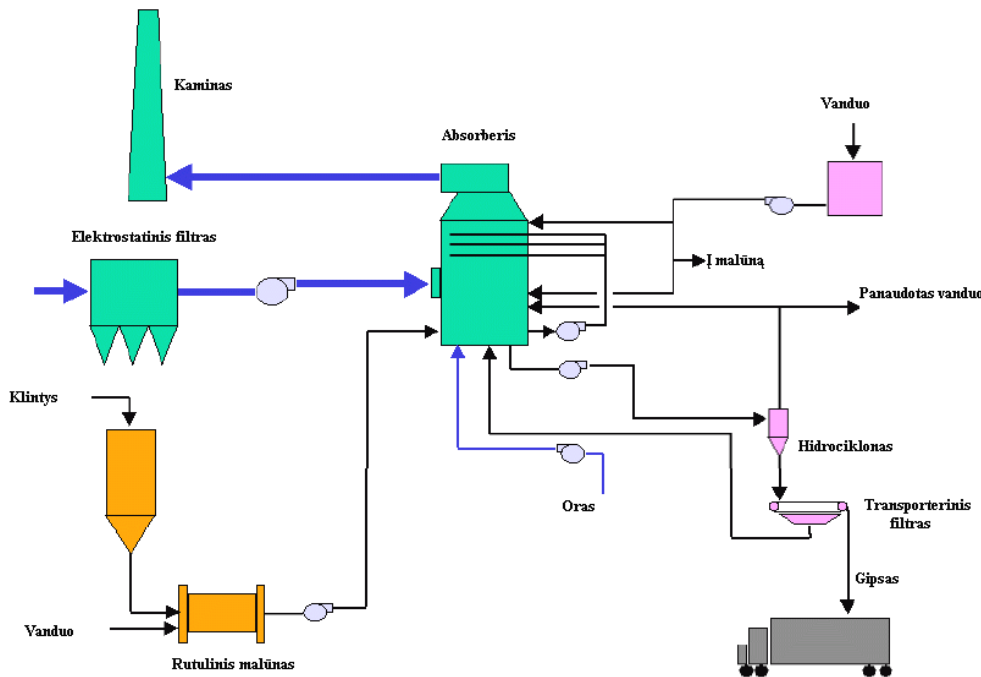
Pagrindiniai šio metodo trūkumai yra mažesnis išvalymo efektyvumas ir liekančios pašalintos sieros atliekos, kurios neturi komercinės vertės. Prieš valymo įrengimus pastačius elektrostatinį filtrą, galima gauti švarų antrinį produktą, iš kurio su atskira technologija vėliau galima pagaminti gipsą.

Pagrindiniai pusiausauso NID metodo investiciniai kaštai yra $86\text{-}207\text{ Lt/kW}_{\text{šil}}$, eksploataciniai ir remonto kaštai $1,73\text{-}2,4\text{ Lt/MW}$ (pagal kuro energiją). Pašalinti 1 t SO_2 išlaidos siekia $2\ 070\text{-}2\ 760\text{ Lt}$. Šiuo atveju 1 MW pagaminamos elektros pabrangtų 124 Lt .

Drėgnasis dūmų dujų valymas, sorbentu naudojant kalkes arba klintis

Šis metodas yra vienas populiariausių ir daugiausiai naudojamų nusierinimo metodų pasaulyje, kuris užima iki 80% visų dūmų nusierinimo įrenginių rinkos. 20 pav. matome šio metodo

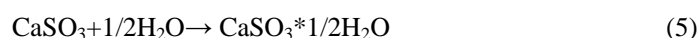
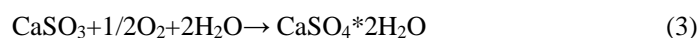
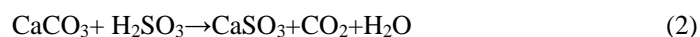
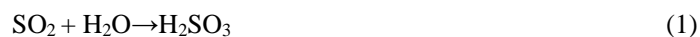
schema. Sorbentų dažniausiai naudojamos klintys, nes daugelis šalių turi didelius klinčių išteklius bei jos yra 3 - 4 kartus pigesnės nei kiti sorbentai. Anksčiau šiame metode buvo naudojamos kalkės dėl geresnės reakcijos su SO₂. Bet kuriuo atveju dūmų valymo procese naudojant klintis, pasiekiamas tas pats SO₂ išvalymo efektyvumas kaip ir naudojant kalkes.



20 pav. Drėgnasis dūmų dujų valymas, sorbentų naudojant kalkes arba klintis

Dūmai po elektrosstatinio filtro pro šilumokaitį patenka į dūmų dujų valymo absorberį, kuriame SO₂ tiesiogiai kontaktuoja su vandens-klinčių suspensija. Absorberis pastoviai papildomas nauja vandens-klinčių suspensija. Išvalyti dūmai patenka į separatorių, o po to - į kaminą ar ataušinimo bokštą. Reakcijos produktai atskiriami iš absorberio, iš jų pašalinamas vanduo ir atliekamas tolimesnis apdorojimas.

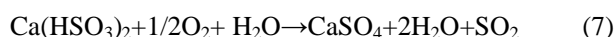
Šis metodas pagal nuo oksidacijos laipsnį būna skirstomas į dvi kategorijas: priverstinė ir natūrali oksidacija. Oksidacijos tipą nulemia cheminės reakcijos, sorbento suspensijos pH ir susidarantis antrinis produktas. Esant priverstinei oksidacijai, kai pH nuo 5 iki 6, vyrauja cheminės reakcijos:



1 ir 2 reakcijos yra bendros visiems drėgniesiems dūmų nusierinimo metodams. 3 reakcija rodo priverstinį kalcio sulfito oksidavimą ir gipso susidarymą. Esant priverstinei oksidacijai, oras tiekiamas į absorberio apačią, kad oksiduoti kalcio sulfitą iki kalcio sulfato.

Esant natūraliai oksidacijai, kalcio sulfitas dalinai oksiduojamas deguonimi, esančiu dūmuose. Pagrindinis produktas yra kalcio sulfito hemihidratas (5). Gautas kalcio sulfito hemihidrato ir gipso mišinys yra nuosėdų pavidalo.

Žemesniame 4,5÷5,5 pH intervale cheminė reakcija skiriasi. Po SO₂ absorbcijos (1), pirminis neutralizacijos klintimis produktas yra ne kalcio sulfitas, o kalcio bisulfitas Ca(HSO₃)₂.



Kalcio bisulfitas yra tirpesnis nei kalcio sulfitas. Taigi, žemesnė pH reikšmė riboja nuosėdų susidarymą ir užsikimšimą. Kalcio bisulfitas oksiduojamas ir kristalizuojasi į gipsą ar dehidratuotą kalcio sulfatą (7).

21 lentelėje matome priverstinės ir natūralios oksidacijos metodų palyginimą, naudojant juos drėgnojo valymo skruberiuose.

21 lentelė. Priverstinės ir natūralios oksidacijos metodų palyginimas, naudojamų šlapiuose dūmų dujų skruberiuose

Režimas	Antrinis produktas	Antrinio produkto dalelių dydis	Antrinio produkto panaudojimas	Vandens pašalinimas	Patikimumas	Pritaikymas
Priverstinė oksidacija	Gipsas 90 % Vanduo 10 %	0-100 μm	Sieninės plokštės, cementas	Hidrociklonas ir filtras	> 99 %	Europa, Japonija
Natūrali oksidacija	Kalcio sulfatas/sulfitas 50/60 % Vanduo 50-40 %	1-5 μm	Sandėliavimas	Tirštiklis ir filtras	95-99 % Dėl nuosėdų susidarymo	JAV

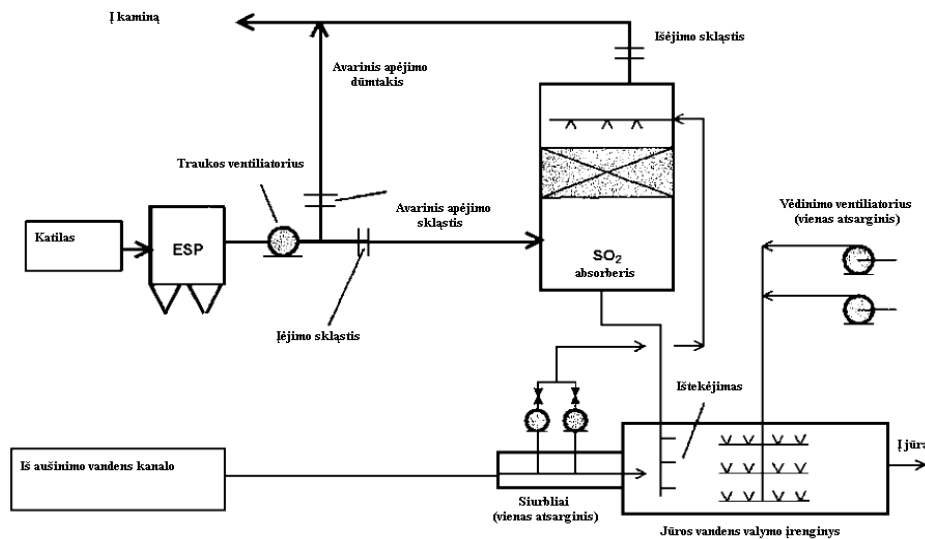
Esant priverstinei oksidacijai, vandens pašalinimas pasiekiamas lengvai, nes gipso kristalai yra gana dideli. Pirminis vandens pašalinimas vykdomas hidrociklonuose, tolimesnis - filtruose arba centrifugose. Antrinį produktą, kuriame yra 90 % grynos medžiagos, nesunku parduoti gipso pramonės įmonėms. Gipso pardavimas žymiai sumažina eksploatacijos išlaidas.

Natūralios oksidacijos antrinis produktas yra kalcio sulfito hemihidrato ir dehidratuoto kalcio sulfato mišinys, iš kurio sunku pašalinti vandenį. Tirštiklio pagalba pirmiausia šalinamas vanduo, sekančiame etape vanduo šalinamas filtrais ir centrifugomis. Antrinio produkto sudėtyje yra apie 40-50 % vandens. Daugeliu atvejų šis antrinis produktas sumaišomas su pelenais ir kalkėmis ir saugojamas specialioje saugykloje ar sąvartyne. Nors drėgnojo dūmų valymo kapitaliniai kaštai yra nemaži, tačiau eksploataciniai kaštai yra vidutinio didumo dėl automatikos, patikimumo ir paklausą turinčių antrinių produktų.

Pagrindiniai drėgno nusierinimo metodo su kalkėmis ir klintimis investiciniai kaštai yra 121-173 Lt/kW_{šil.}, eksploataciniai kaštai sudaro 0.69-1 Lt/MW. Pašalinti 1 t SO₂ išlaidos siekia 2.5-3.9 tūkst Lt, kas sudaro papildomus 10-21 Lt/MW pagaminamos elektros.

Dūmų dujų valymas, sorbentu naudojant jūros vandenį

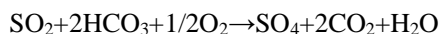
Dūmų-dujų valymui gali būti naudojamas ir jūros vanduo, panaudojant jo savybes absorbuoti ir neutralizuoti sieros oksidus iš dūmų. Jei elektrinė yra prie jūros, jūros vanduo gali būti geriausia kondensatorių aušinimo terpė. Ataušinus kondensatorius, jūros vanduo gali būti pakartotinai panaudojamas valant dūmus nuo SO₂.



21 pav. Dūmų valymo jūros vandeniu proceso pagrindiniai principai

Dūmų valymo procesas pavaizduotas 21 pav. Dūmų srautas iš katilo prateka per medžiaginį filtrą arba elektrostatinį filtrą. Tada šis srautas nukreipiamas į SO₂ absorberį, kuriame dujos kontaktuoja su reguliuojamu jūros vandens kiekiu. Į absorberį jūros vanduo patenka po kondensatorių aušinimo. Mažas jūros vandens kiekis yra paduodamas į absorberio viršų, kad tekėdamas žemyn absorbuotų SO₂. Sieros dioksidas, esantis dūmuose, yra absorbuojamas hidrokarbonatų bei karbonatų, kurie yra jūros vandens sudėtyje. Po reakcijos ištekantis parūgštintas vanduo yra sumaišomas su papildomu jūros vandens kiekiu, tam, kad pH oksidacijos procesui būtų optimalus. Ventilatoriais tiekiamas oras oksiduoja absorbuotą sieros dioksidą ir gauname sulfatą bei ištirpusį CO₂. Vanduo prisotinamas deguonies ir atstatoma neutrali pH reikšmė, prieš išleidžiant vandenį į jūrą. Šis procesas nereikalauja importuoti ar eksportuoti įvairių sorbentų, taip pat nesudaro jokie antriniai produktai. Šiame procese naudojamas tik jūros vanduo, kuris jau panaudotas energijos gamybos procese kaip vanduo, aušinantis kondensatorius.

Proceso cheminė reakcija:



Valymo procesas naudoja vandenį po kondensatorių aušinimo. Dalis jūros vandens pumpuojama į absorberio viršutinę dalį ir prateka per įkamšą, kur absorbuojami SO_2 . Parūgštėjęs jūros vanduo sukaupiamas absorberio dugne ir gravitacijos jėgų veikiamas teka į jūros vandens neutralizavimo įrenginį. Ištekamasis parūgštintas vanduo yra sumaišomas su aušinimo vandeniu specialiame maišymo įrenginyje prieš oksidacijos procesą. Aplinkos oras įpučiamas į jūros vandenį. Tada SO_2 paverčiamas į SO_4 , vandens pH priartinamas artimai 6 reikšmei. Tai yra žemiausia reikšmė, kuriai esant vanduo gali būti išleidžiamas atgal į jūrą. Nežiūrint sorbento pigumo, šis metodas naudojamas retai dėl didelės gamtosauginės rizikos.

Sieros pašalinimo iš dūmų metodų apibendrinimas

22 lent. Dūmų nusierinimo įrenginių eksploataciniai parametrai

Technologija	SO ₂ sumažinimas	Kiti eksploataciniai parametrai		Privalumai	Trūkumai
		Parametras	Reikšmė		
Šlapio valymo klinties/kalkių skruberis	92 - 98 %	Darbinė temperatūra	45 – 60 °C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Šis metodas sudaro apie 80 % visų pasaulyje naudojamų dūmų nusierinimo įrenginių ▪ Naudojamas pigus sorbentas - klintis ▪ Galutinis produktas – gipsas, kurį galima parduoti 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suvartojama daug vandens ▪ Susidaro nuotekos, kurias reikia valyti ▪ Dėl didelio energijos sunaudojimo dūmų nusierinimui, sumažėja bendras jėgainės efektyvumas
		Sorbentas	Klintis, kalkės		
		Patikimumas	95 – 99 %		
		Šalutinis produktas	Gipsas		
		Gipso grynumas	90 – 99 %		
		Pašalinamo SO ₃ kiekis	92 -98 %		
		Pašalinamo HCl kiekis	90 – 99 %		
		Pašalinamo HF kiekis	98 – 99 % absorberijoje		
Dalelės	> 50 % priklausomai nuo dalelių dydžio				
Dūmų valymo jūros vandenių skruberis	85 - 98 %	Darbinė temperatūra	145 °C dūmų temp. 30-40 °C išleidžiamo vandens temp.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Šis metodas yra paprastas, bei nereikalauja papildomų sorbentų ▪ Nesusidaro galutinis produktas ▪ Eksploatavimo išlaidos mažos, lyginant su šlapiais skruberiais 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplinka artima valymo įrengimams turi būti kruopščiai ištirta, kad išvengti ekologinių nelaimių ▪ Taikomas tik mažai sieraingam kurui ▪ Dūmai turi būti išvalyti nuo pelenų ▪ Didelė gamtos sauginė rizika
		Sorbentas	Jūros vanduo		
		Patikimumas	98 – 99 %		
		Šalutinis produktas	Nėra		
		Vandens sunaudojimas	15000 m ³ /h		
		Pašalinamo HCl kiekis	95 – 99 %		
		Pašalinamo HF kiekis	95 – 99 % absorberijoje		
		Nuotekos	Nesusidaro		
Max dūmų srautas	Neribojamas				

Technologija	SO ₂ sumažinimas	Kiti eksploataciniai parametrai		Privalumai	Trūkumai
		Parametras	Reikšmė		
Pusiausauso dūmų valymo skruberis	85 - 92 %	Darbinė temperatūra	Įeinančių dūmų: 120 – 160 °C Išeinančių: 65 – 80 °C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nesusidaro nuotekos ▪ SO₃ pašalinamas efektyviau nei šlapiame skruberyje ▪ Mažesnės elektros energijos sąnaudos ▪ Suvartojama nedaug vandens 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Galutinis produktas – mišinys, neturintis komercinės vertės ▪ Naudojamas brangus sorbentas – kalkės ▪ Efektyvumas mažėja, esant kure daugiau kaip 3 % sieros
		Sorbentas	Kalkės		
		Patikimumas	97 – 99 %		
		Šalutinis produktas	CaSO ₃ , reagentų ir pelenų mišinys		
		Panaudoto sorbento recirkuliacija	10 – 15		
		SO ₃ ir HCl išvalymas	95 %		
		Max išeinančių dūmų debitas per absorberį	500000 m ³ /h		
Sorbento įpurškimas kūrykloje	30 - 50 % 70 – 80 % kai vykdoma recirkuliacija	Darbinė temperatūra	~1000 °C kūrykloje	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mažos eksploataavimo išlaidos ▪ Nesusidaro nuotekos ▪ Eksploataavimo išlaidos mažos, lyginant su šlapiais skruberiais 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Taikomas mažai sieringam kurui bei mažoms įmonėms ▪ Apnašų, liepsnos stabilizavimo problemos ▪ Sorbento įpurškimas padidina kuro nesudegimą
		Sorbentas	Klintis, dolomitas, gesintos kalkės		
		Patikimumas	99,9 %		
		Šalutinis produktas	Ca druskos mišinys		
		Katilo efektyvumo sumažėjimas	2 %		
Sorbento įpurškimas dūmtakyje	50 - 80 %	Darbinė temperatūra	~200 °C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maži kapitaliniai kaštai, paprastas įrengimas ▪ Nesusidaro nuotekos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pelenuose lieka daug nesureagavusio sorbento, todėl pelenams sudrėkus, jie sukietėja ▪ Dūmtakių sienelės pasidengia apnašomis
		Sorbentas	Klintis, dolomitas, gesintos kalkės		
		Patikimumas	99,9 %		
		Šalutinis produktas	Ca druskos mišinys		

5. NO_x koncentracijų normų, deginant mazutą, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, išlaikymo galimybių analizė

Azoto oksidų (NO_x) susidarymas

Deginant organinį kurą, azoto oksidai susidaro oksiduojantis kure esančiam azotui (surištam su angliavandeniliais C_xH_yN_z) ir degimo ore esančiam molekuliniam azotui (N₂). Molekulinio azoto suskaldymui ir oksidavimui reikalinga aukšta virš 1300 °C temperatūra, todėl deginant gamtines dujas, kuriose nėra surišto azoto, azoto oksidų susidaro mažiau. Deginant skystąjį kurą, prie angliavandenilių prijungtas azotas lengviau atskyla ir oksiduojasi, todėl susidaro didesnis azoto oksidų kiekis.

NO_x susidaro trijų pagrindinių procesų metu, kurie priklauso nuo azoto būsenos ir aplinkos, kurioje vyksta reakcija:

Terminiai NO_x susidaro reaguojant deguoniui su ore esančiu azotu; jų susidarymas labai priklauso nuo temperatūros. Jeigu degimas vyksta žemesnėje nei 1000 °C temperatūroje, į orą išmetama žymiai mažiau NO_x. Tokio degimo metu susidaręs NO_x pagrinde priklauso nuo kure esančio azoto.

Kuro NO_x susidaro iš kure esančio azoto; jų susidarymas priklauso nuo kure esančio azoto ir deguonies kiekio reakcijos aplinkoje.

Greitieji NO_x susidaro liepsnoje iš molekulinio azoto, esant tarpiniams angliavandeniliams. NO_x dalis, kurią sudaro greitieji NO_x yra mažiausia, palyginus su kitais jų susidarymo keliais.

Įrenginiuose, kuriuose naudojamas dujinis arba skystasis kuras, pagrinde susidaro terminiai NO_x. Daugiausiai kuro NO_x susidaro deginant anglį ir mazutą, kadangi šiose kuro rūšyse yra daugiau azoto. NO_x dalis, kurią sudaro greitieji NO_x yra mažiausia, palyginus su kitais jų susidarymo keliais.

Azoto oksidų išmetimus taip pat sąlygoja naudojamas degimo procesas.

Azoto suboksido (N₂O) susidarymas dar nėra pilnai išaiškintas.

NO_x mažinimas deginant mazutą problemiškas, kadangi azoto oksidų koncentracija labai priklauso nuo azoto kiekio mazute. Jeigu deginamas įprastinis, azoto turintis mazutas, nei pirminės degimo technologinės priemonės, nei degiklių pakeitimas mažos NO_x generacijos degikliais nepadės pilnai išspręsti šios problemos iki GPGB reikalaujamo koncentracijų lygio. Pavyzdžiui, jeigu mažos NO_x generacijos degiklis gali užtikrinti NO_x koncentracijos lygį apie 150-200 mg/m³ deginant kurą su labai mažu azoto kiekiu kure (mažesniu kaip 0,08 %), tai azoto kiekiui kure siekiant 0,2 % NO_x koncentracija padidės ne mažiau kaip 100 -150 mg/m³ ir geriausiu atveju bus pasiekta 350 mg/m³ NO_x riba. Lietuvoje naudojamame kure azoto junginių koncentracijos matavimai, atlikti tiek iki 1990 metų ir vėliau - 1995-1998 metais parodė, kad gilaus perdirbimo mazute yra žymiai didesnė azoto junginių koncentracija. Jeigu prieš 20-15 metų naudojamame mazute M100, kuris dažniausia buvo įvežamas iš Rusijos naftos perdirbimo gamyklų be gilaus naftos perdirbimo technologijos, azoto junginių kiekis sudarė 0,15-0,2 %. Dabar dažniausiai naudojamas Mažeikių gilaus naftos perdirbimo technologijos mazutas. Azoto junginių kiekio matavimai, atlikti 1995-1998 metais, parodė, kad ši koncentracija siekė 0,3-0,4 %. Nuolatinių šio parametro matavimų Lietuvoje nebuvo, nes nebuvo šiam tikslui tinkamos įrangos. Matavimai buvo atliekami užsienio laboratorijose, todėl yra tik epizodiniai duomenys. Ateityje atsiranda galimybė tokius matavimus atlikti ir Lietuvoje, nes KTU šilumos ir atomo energetikos katedra įsigijo prietaisą azoto kiekio kure nustatymui, tačiau matavimų kol kas dar nėra atlikta.

Remiantis faktinių matavimų duomenimis, Lietuvoje naudojamame mazute azoto junginių koncentracija yra ne mažesnė kaip 0,3-0,4 %, todėl deginant tokį mazutą sunku būtų pasiekti žemesnį negu 400-500 mg/m³ NO_x lygį.

Lietuvoje nustatytos NO_x normos katilų išmetamosiose dujose, 2001/80/EC direktyvos reikalavimai ir GPGB išmetimų lygiai palyginti 23 lentelėje [5].

23 lent. Didžiausios leidžiamos NO_x koncentracijos katilų išmetamosiose dujose (prie 3 % O_2), mg/Nm^3 .

	Iki 2008m. sausio 1 d.		Po 2008 m. sausio 1 d.		GPGB išmetimų lygiai [1], 2007 m. spalio 31 d.
	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	Lietuvos normos [5]	2001/80/EC [6]	
Esami katilai (leidimas statyti išduotas iki 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras					
50 – 500	350	300	300	300	20 – 100* (priklauso nuo įrenginio)
>500		200	200	200	
Skystasis kuras					
50 – 100	450 ¹⁾	450	450	450	150 – 450
100 – 300					50 – 200*
300 – 500					50 – 150*
>500			400	400	
Nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras					
50 – 500	300	300	300	300	20 – 100* (priklauso nuo įrenginio)
>500	200	200	200	200	
Skystasis kuras					
50 – 100	450	450	450	450	150 – 450
100 – 300					50 – 200*
300 – 500					50 – 150*
>500			400	400	400
Nauji nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 2002.11.27)					(pradėtas eksploatuoti po 2004.01.01)
Dujinis kuras					
50 – 500	150	150	150	150	20 – 100* (priklauso nuo įrenginio)
> 500	100	100	100	100	
Skystasis kuras					
50 – 100	400	400	400	400	150 – 300*
100 – 300	200	200	200	200	50 – 150*
> 300					50 – 100*

- 1) RAAD leidimo galiojimo laikotarpiui, per kurį turi būti įgyvendinta išmetamo NO_x ribinė vertė, gali nustatyti didesnę, bet neviršijančią $650 mg/Nm^3$, ribinę vertę.
 - 2) Iki 2015 m. gruodžio 31 d. įrenginiams, kurių instaliuotas šiluminis našumas didesnis negu 500 MW, kurie nuo 2008 m. nebus eksploatuojami daugiau negu 2 000 valandų per metus (svyruojantis vidurkis per penkerius metus):
– jeigu įrenginiui leidimas išduotas pagal šių Normų III dalies 9 punktą, jam nustatoma išmetamo azoto dioksido ribinė vertė (matuojant NO_2) yra $600 mg/Nm^3$; Nuo 2016 m. sausio 1 d. tokiems įrenginiams, kurie eksploatuojami ne daugiau kaip 1 500 valandų per metus (svyruojantis metinis vidurkis per penkerius metus), išmetamų azoto oksidų (matuojant NO_2) ribinė vertė yra nustatoma $450 mg/Nm^3$.
 - 3) Nuo 2016 m. sausio 1 d. – 200.
- *) Dėl šių verčių kilusios diskusijos aptariamos BREF dokumento atitinkamuose skyriuose

5.1 Pirminės NO_x susidarymo mažinimo priemonės, tiesiogiai veikiančios degimo procesą

NO_x susidarymas priklauso nuo dujų temperatūros ir azoto kiekio kure, kas ir nusako NO_x susidarymo kelius. Terminiai NO_x susidarymas gali būti kontroliuojamas sumažinus liepsnos temperatūrą (pvz.: ribojamas degimo kameros apkrovimas). NO_x koncentracija degimo dūmuose mažėja kartu su oro pertekliumi. Katilo dydis taip pat turi įtakos NO_x koncentracijai.

Skystą kurą deginančiuose katiluose įprastinis oro perteklius yra 2-4 % O₂, mažas oro perteklius 1-2 % O₂. Oro pertekliaus koeficiento reguliavimas kartu su „mažų NO_x degikliais“ ir „viršliepsniniu oru“ dažniausiai naudojama NO_x mažinimo priemonė.

Yra žinoma visa eilė techniškai išbandytų procesų ir deginimo technologijos modifikavimo priemonių, siekiant sumažinti azoto oksidų susidarymą: oro kiekio padavimo į kūryklą, liepsnos temperatūros, kuro ir oro proporcijų mišinyje kontrolė ir panašiai. Azoto oksidų susidarymo degimo proceso metu sumažinimui galima priskirti šias pagrindines *pirmines priemones*:

1. *Mažas oro pertekliaus koeficientas.* Oro pertekliaus koeficiento sumažinimas yra lengvai įgyvendinama priemonė azoto oksidams sumažinti. Sumažinti deguonies kiekį degimo zonoje galima iki minimalios, reikalingo pilnam degimo procesui įvykti, reikšmės. Mažesnio intensyvumo kure esančių azoto junginių oksidavimasis ir sumažinami terminio NO_x formavimosi mastai.

2. *Oro laipsniavimas.* NO_x susidarymas sumažinamas sudarant dvi degimo zonas. Pirmoje degimo zonoje yra deguonies trūkumas, o antroje degimo zonoje užbaigiamas kuro sudeginimas.

Oro laipsniavimui naudojama:

- *dalies degiklių atjungimas.* Apatiniai degikliai dirba riebiu kuro-oro mišiniu, o per viršutinius degiklius tiekiami tik oras.

- *oro pertekliaus iškreipimas.* Apatiniai degikliai dirba riebiu kuro-oro mišiniu, o viršutiniai degikliai dirba su padidintu oro pertekliumi.

- *viršliepsninis oras.* Įrengiamos papildomos oro padavimo angos aukščiau viršutinės degiklių eilės. Paprastai 15 – 30 % nuo viso degimui reikalingo oro galima tiekti per viršliepsninio oro angas.

Labiausiai naudojamos technologijos yra *dalies degiklių atjungimas* ir *viršliepsninis oras*. Esant technologiškai tinkamai įrengtomis viršliepsninio oro tiekimo angoms, galima sumažinti NO_x iki 60 %, deginant mažai azoto turintį kurą.

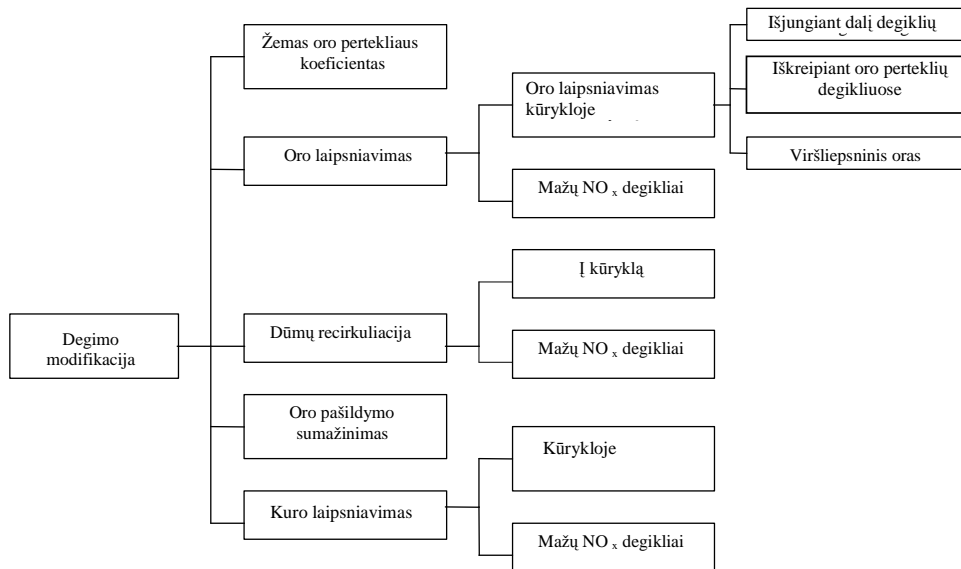
3. *Tiekiamo į degiklius oro temperatūros mažinimas* (įrenginiuose, kur oras į degiklius tiekiamas aukštos temperatūros);

4. *Degimo produktų arba išeinančių dūmų recirkuliacija*, esant specialiai degiklio konstrukcijai arba per specialius recirkuliuojamų dūmų įvedimo kanalus;

5. *Vandens arba garo įpurškimas tiesiogiai į liepsną* (mažina deguonies parcialinį slėgį ir liepsnos temperatūrą);

6. *Kuro laipsniškas, pakopinis deginimas*

Formatted: Bullets and Numbering



22 pav. Pigiausios ir plačiausiai naudojamos pirminės NOx mažinimo priemonės [5]

Kiekviena priemonė turi trūkumų ir privalumų, be to, ne visiems degimo įrenginiams galima kiekvieną jų sėkmingai pritaikyti. Toliau pateikiama trumpa kiekvienos priemonės apžvalga.

Degimas artimas stochiometriniam degimui

Šis deginimo būdas pasirodė labai tinkamas dideliuose degimo įrenginiuose normaliose ribose palaikyti SO₃, SO₂ ir NOx susidarymą, kai deginamas sieros junginių turintis kuras. Jau vien tik iš ekonominių sumetimų, degimas dideliuose garo katiluose vykdomas su galimai mažesniu oro pertekliaus koeficientu, t.y. ant nepilno degimo produktų atsiradimo ribos. Esant minimaliam deguonies pertekliui degimo kameroje, susidaro mažiau “terminių” NO [15]. Tačiau yra nepateisinama tokia NOx mažinimo priemonė, kada mažinami NOx, bloginant sudegimą (didėja CO išėinančiuose dūmuose). NOx mažėjimo efektas yra labai įvairus ir labai priklauso nuo degimo įrenginio parametrų ir konstrukcijos, gali siekti iki 20-30 %.

Tiekiamo degimui oro temperatūros mažinimas

Ši priemonė yra veiksminga, tačiau pagrindinis jos trūkumas yra kuro deginimo įrenginio naudingumo koeficiento sumažėjimas. Oro temperatūros mažinimas, siekiant pagerinti ekologines degimo sąlygas, yra pateisinamas tik išskirtiniais atvejais, nes blogina kuro išdegimo sąlygas [16].

Dūmų recirkuliacija

Ši NOx mažinimo priemonė yra gana efektyvi. Skiriami du degimo produktų recirkuliavimo principai – vidinė recirkuliacija (vyksta degiklyje, recirkuliuojant degimo produktus tiesiogiai iš liepsnos ar kūryklos) ir išorinė recirkuliacija (degimo produktai gražinami į degimo zoną per katilo išorę).

Recirkuliuojant degimo produktus į kūryklą, degimo zonoje sumažėja deguonies kiekis ir taip pat yra atšaldomas fakelas, tokiu būdu kiek pristabdomas kuro azoto oksidavimas ir sumažinamas terminių NO_x susidarymas. Dalis išmetamųjų dujų (20 – 30 % apie 350 – 400 °C ar žemesnės temperatūros) yra paimama iš dūmtakių už katilo ir tiekama į katilą. Recirkuliuojamos išmetamosios dujos gali būti maišomos su į degiklius tiekiamu oru arba tiekiamos atskirai įrengtais kanalais degiklius ar tiesiogiai į kūryklą. Specialios paskirties degikliai yra suprojektuoti darbui su recirkuliuojančiais dūmais.

Taikant dūmų recirkuliaciją kartu su mažos NO_x generacijos degikliais, NO_x išmetimus galima sumažinti iki 60-75 % (mažai azoto turinčioms kuro rūšims). Pernelyg didelis recirkuliuojamų dūmų kiekis gali iššaukti ir nepalankias sąlygas: korozijos problemas deginant itin sieraingą kurą, efektyvumo sumažėjimą padidėjus išmetamųjų dujų temperatūrai bei padidėjus energijos sunaudojimui ventiliatoriuose.

Kurui, kuris turi azoto junginių kaip pvz. mazutas ar anglis, dūmų recirkuliacija kaip NO mažinimo priemonė yra mažiau veiksminga, lyginant su dujinio kuro deginimu, tačiau praktikoje ši priemonė yra plačiai naudojama, nes yra efektyvi, o įrengimo kaštai nėra labai dideli.

Vandens ar garo įpurškimas į liepsną

NO_x susidarymas eksponentiškai priklauso nuo liepsnos temperatūros degimo kameroje, todėl vienas iš būdų sumažinti šią koncentraciją - mažinti liepsnos temperatūrą. Įpurškiant į liepsną vandenį ar garą, degimo srityje absorbuojama dalis išsiskiriančios šilumos ir sumažinama degimo temperatūra. Garas ar vanduo į degimo kamerą gali būti įpurškiamas įvairiais būdais. Gali būti įrengtos specialios angos degiklio ambrazūroje arba kuro purkštuve. Taip pat galimas tiesioginis vandens ar garo įpurškimas į degimui tiekiamą orą. Būdo pasirinkimas labai priklauso nuo katilo ar degimo įrenginio konstrukcijos. Pagrindinis šio metodo privalumas yra “terminių” NO mažinimas. Todėl šis metodas bus efektyviausias ten, kur yra aukšta degimo temperatūra, kadangi čia susidaro daugiausia “terminių” NO. Vandens ar garo įpurškimas bus mažiau efektyvus, kur yra žemos degimo temperatūros ir dominuoja “greitieji” NO. Kiekvienu atveju vandens ar garo įpurškimas mažins NO susidarymą, tačiau bendras suminis efektas priklausys nuo kuro rūšies, darbo sąlygų, įrengimo konstrukcijos.

Pagrindinis šio metodo trūkumas yra šilumos nuostoliai (kuro nuostoliai) vandeniui pašildyti ir išgarinti. Naudojamas išpurškimui vanduo turi būti pakankamai geros kokybės, o tam reikalinga brangi vandens paruošimo įranga. Išimtis – kada vandens įpurškimo sistema sukuriama specialiai užteršto vandens terminiam nukenksminimui – tada galima ne tik mažinti NO susidarymą, bet ir sręsti užteršto vandens nukenksminimo klausimus. Šio metodo įdiegimas susijęs ir su sudėtingesniu degimo valdymo procesu. Vandens ar garo įpurškimas didina CO ir nesudegusių angliavandenilių koncentracijas. Tačiau ši priemonė ne kiekvienam katilui ar degimo įrenginiui yra vienodai veiksminga. Kartais, norint pasiekti norimą efektą, gali būti reikalingi dideli vandens kiekiai, sukeltantys didesnes kuro sąnaudas.

Kuro laipsniškas deginimas

NO_x sumažinimas gaunamas pakopomis paduodant kurą ir orą. Pirmoje degimo zonoje nuo 80 iki 90 % kuro yra deginama esant sumažintam oro kiekiui. Antroje degimo zonoje paduodamas papildomas kuras su taip pat sumažintu oro kiekiu. Susidarę angliavandenilių radikalai reaguoja su azoto oksidais, susiformavusiais pirminėje zonoje. Degimo procesas užbaigiamas, paduodant papildomai oro į galutinio išdeginimo zoną. Šis būdas turi tokį privalumą, kad techniškai gali būti įvykdytas daugelyje deginimo įrenginių, bet kapitaliniai įdėjimai ir efektas, žinoma, nėra visur vienodi. Jis gali siekti 20- 80 %.

Antrinio išdeginimo naudingumas priklauso nuo keleto parametrų:

- temperatūros: siekiant sumažinti NO_x kiekius, antrinio išdegimo zonos temperatūra turi būti kaip įmanoma didesnė;
- buvimo laiko: didėjant azoto oksidų būvimo laikui antrinio išdegimo zonoje, NO_x mažėja. Ši reikšmė turi būti tarp 0,4 ir 1,5 sek.;
- oro pertekliaus antrinio išdegimo zonoje;
- naudojamos kuro rūšies;
- degiojo mišinio tarp papildomo kuro ir pirminės degimo zonos generuojamų išmetamųjų dujų sumaišymo galimybių.

Iš principo, antrinio išdegimo technologija gali būti realizuota daugelio katilų degimo procesuose, naudojant mažų NO_x degiklius.

Mažų NO_x degikliai

Mažų NO_x degikliais pasiekiami geri eksploataciniai rodikliai, sumažinamas perteklinio deguonies kiekis, pasiekama žemesnė maksimali temperatūra, sulėtinamas kuro azotų transformavimasis į NO_x ir terminius NO_x , palaikomas geras sudegimas. Užtikrinamas geras kuro išpurškimas ir aerodinaminės mažų NO_x degiklių savybės, leidžia suderinti pilną kuro išdegimą ir mažas NO_x koncentracijas.

Mažų NO_x degikliai, pagal naudojamus NO_x sumažinimo būdus, yra skirstomi į tris pagrindines grupes: su oro laipsniavimu, su degimo produktų recirkuliacija ir su kuro laipsniavimu. Mažų NO_x degikliuose gali būti naudojami ir keli paminėti NO_x sumažinimo būdai.

Naujos kartos mažų NO_x degikliai, su tinkama kuro išpurškimo sistema, gali sumažinti NO_x iki 50 %. Su mažų NO_x degikliais pasiekama NO_x koncentracija iki 100 mg/Nm^3 (3 % O_2) deginant dujas ir iki 250 mg/Nm^3 deginant mažai azoto junginių turintį skystą kurą .

Sekančioje 24 lentelėje pateikiamas azoto oksidų mažinimo priemonių charakteristikos [5].

24 lent. Pagrindinės NO_x sumažinimo metodų charakteristikos.

Metodas		NO _x sumažėjimo reikšmė	Kuro rūšis	Taikymo apribojimas	Pastabos
Mažas oro perteklius		10 – 44 %	Visas kuras	Nepilnas išdegimas	<ul style="list-style-type: none"> NO_x sumažėjimas smarkiai priklauso nuo prieš tai buvusio jų lygio. Reikalingas geras kūryklos užsandarinimas.
Oro laipsniavimas	Dalies degiklių atjungimas	maksimalus sumažėjimas deginant mazutą 45 %, dujas 65 %.	Visas kuras	Nepilnas išdegimas	<ul style="list-style-type: none"> Iškyla problemos užtikrinant įrenginio našumą, kadangi tiek pat šiluminės energijos reikia gauti, dirbant su mažesniu degiklių skaičiumi.
	Oro pertekliaus iškreipimas degikliuose				
	Viršliepsninis oras				
Išmetamųjų dujų recirkuliacija		20 – 50 %	Visas kuras	Liepsnos nestabilumas	<ul style="list-style-type: none"> Šis NO_x sumažinimo būdas gali būti naudojamas kartu su oro laipsniavimu. Išmetamųjų dujų recirkuliacijos rezultatas – papildomas energijos suvartojimas, naudojant ventiliatorius.
Oro pašildymo sumažinimas		20 – 30 %	Visas kuras		<ul style="list-style-type: none"> NO_x sumažėjimas daugiausiai priklauso nuo buvusio oro pašildymo lygio ir nuo temperatūros, kuri yra pasiekama po šio būdo įgyvendinimo.
Kuro laipsniavimas		50 – 60 %	Visas kuras		<ul style="list-style-type: none"> Antrinio išdegimo metodo pranašumas - yra suderinamas su kitais pirminio NO_x sumažinimo metodais, Paprastai instaliuojamas, naudojamas standartinis kuras kaip redukavimo agentas ir reikalingas labai mažas papildomos energijos kiekis. Naudojant gamtines dujas kaip antrinio išdegimo agentą, taip pat yra sumažinami ir kitų kenksmingų medžiagų kiekiai.
Mažų NO _x degikliai	Su oro laipsniavimu	25 – 35 %	Visas kuras	Liepsnos nestabilumas, nepilnas išdegimas	<ul style="list-style-type: none"> Šie degikliai gali būti naudojami kartu su kitais pirminio azoto oksidų mažinimo būdais (viršliepsniniu oru, antriniu degimu, išmetamųjų dujų recirkuliacija). Mažų NO_x degiklius naudojant kartu su viršliepsniniu oru galima pasiekti 35 – 70 % azoto oksidų sumažėjimą.
	Su išmetamųjų dujų recirkuliacija	Iki 20 %		Liepsnos nestabilumas	
	Su kuro laipsniavimu	50 – 60 %		Liepsnos nestabilumas, nepilnas išdegimas	

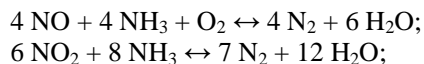
5.2 Antrinės NO_x mažinimo priemonės

Antrinės priemonės naudojamos jau susiformavusių NO_x pašalinimui iš išmetamųjų dujų. Kur tik tai yra įmanoma, prieš naudojant dūmų valymą nuo NO_x, pradiniame NO_x išmetimų sumažinimo etape visuomet taikomi pirminiai NO_x koncentracijos sumažinimo būdai. Visos šiuo metu taikomos dūmų apdorojimo technologijos yra pagrįstos NO_x pašalinimu sausais cheminiais procesais. Šias priemones galima įgyvendinti nepriklausomai nuo panaudotų pirminio NO_x sumažinimo technologijų. Antriniam NO_x kiekio sumažinimui į išmetamųjų dujų srautą įpurškama amoniako, karbamido ar kito komponento, kuris gali reaguoti su azoto oksidais ir redukuoti juos iki molekulinio azoto. Dažniausiai naudojama:

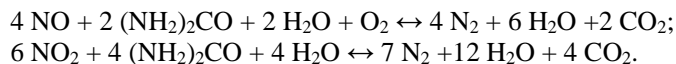
- Selektyvus katalitinis valymas (SKV);
- Selektyvus nekatalitinis valymas (SNKV).

SKV metodo taikymas pagrįstas tuo, kad dūmuose esantis NO_x paverčiamas į vandens garus ir molekulinį azotą, įpurškiant amoniako. Amoniakas įpurškiamas už degimo kameros, kai kuras jau yra sudegęs ir degimo produktų temperatūra yra neaukšta (200- 400° C). Degimo produktai prateka pro oksidacinį katalizatorių, kur pašalinami CO ir nesudegę angliavandeniliai, o po to sumaišomi su amoniaku [10].

NO_x virsmai vyksta ant katalizatoriaus paviršiaus, esant 300 – 450°C temperatūrai, vykstant reakcijoms su amoniaku:



arba su karbamidais:



Amoniakas saugojamas kaip vandeninis tirpalas esant 10⁶ Pa slėgiui prie 20 °C temperatūros.

Naudojamas katalizatorius gali būti skirtingos geometrinės formos: akytas ir plokštelinis.

Katalizatoriai gaminami iš skirtingų medžiagų: sunkiųjų metalų oksidų (TiO₂ kartu su V, Mo, Cu, Cr), ceolitu, geležies oksido, aktyvintos anglies.

Katalizatoriaus gyvavimo laikas yra nuo 8 iki 12 metų.

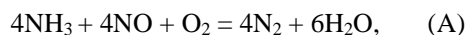
SNKV procese nenaudojamas katalizatorius. Reakcijos vyksta, esant 850–1100°C temperatūrai. Šios temperatūrinės ribos labai priklauso nuo naudojamo reagento (amoniako, karbamidų). Naudojamas amoniakas gali būti tiek skystos, tiek dujinės fazės, karbamidai – skystos ir kietos fazės. SKNV procesas taikomas bet kokio dydžio katilinėje.

Reikalingas labai geras amoniako išpurškimas, kad gerai susimaišytų su visais degimo produktais. Reagentas įpurškiamas į degimo kameros vietą, kur temperatūra siekia apie 900 °C. Šis metodas reikalauja gerų žinių apie temperatūros pasiskirstymą degimo kameroje, yra brangus, kadangi reikalingi įrenginiai amoniako išpurškimui ir tikslaus jo kiekio reguliavimo sistema, nes dėl kintančio įrenginio apkrovimo, atitinkamai reikia keisti ir įpurškiamo amoniako kiekį. Šis reguliavimas pasiekiamas atliekant NH₃ ar NO_x monitoringą. Esant NH₃ koncentracijai degimo produktų sraute apie 10 ppm, NO_x sumažėja apie 60%.

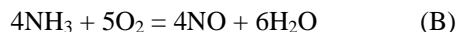
25 lent. Pagrindinės NO_x sumažinimo metodų charakteristikos.

Metodas	NO_x šalinimo efektas	Kiti eksploataciniai parametrai		Pastabos
		Parametrai	Reikšmė	
SKV	80 – 95 %	Darbinė temperatūra	350 – 450 °C	<ul style="list-style-type: none"> Amoniakų kiekiui ir tuo pačiu NH_3/NO_x santykiui didėjant, gali iškilti problemų, t.y. per didelis amoniako kiekis degimo produktuose ar pelenuose. Problema gali būti išsprendžiama, naudojant didelio tūrio katalizatorius ar pagerinant NH_3 ir NO_x susimaišymą išmetamosiose dujose. Esant degimo produktuose SO_2, pradeda formuotis amonio sulfatas, kuris nusėda ant įrengimo dalių (katalizatoriaus, oro pašildytuvų, t.t.). Katalizatoriaus tarnavimo laikas 4 – 5 metai deginant anglį, 7 – 10 metų deginant mazutą ir daugiau kaip 10 metų deginant dujas.
		Reagentas	Amoniakas, karbamidai	
		NH_3/NO_x santykis	0,8 – 1,0	
		SO_2/SO_3 transformacijos santykis prie katalizatoriaus	1,0 – 1,5 %	
		Slėgio kritimas katalizatoriuje	4 – 10 (10^2 Pa)	
Trūkumai				NH_3 lakiuosiuose suodžiuose; amonio druskų formavimasis vėlesniais technologinio proceso etapais; katalizatoriaus deaktivavimas; padidėjęs SO_3 iš SO_2 susidarymas.
SNKV	30 – 50 %	Darbinė temperatūra	850 – 1050 °C	<ul style="list-style-type: none"> Kai kurie gamintojai pateikia NO_x sumažinimo laipsnį net iki 80 %.
Trūkumai				

Selektyvinis nekatalitinis NO_x skaidymas yra vis labiau plintantis metodas. Geriausiai žinomas amoniako metodas. Čia azoto monoksido (NO) redukcijai naudojamas amoniakas, kuris selektyviai veikia tik azoto monoksidą, todėl dūmams valyti jo sunaudojama mažai. Redukcijos procesas vyksta esant maždaug 950 °C temperatūrai. Jei dūmuose yra deguonies, tai jis pagerina azoto oksidų redukciją. Kai temperatūra 900-1000 °C, vyksta reakcija:



dėl to azoto oksidų koncentracija dūmuose mažėja. Jei temperatūra mažesnė, didėja reakcijos



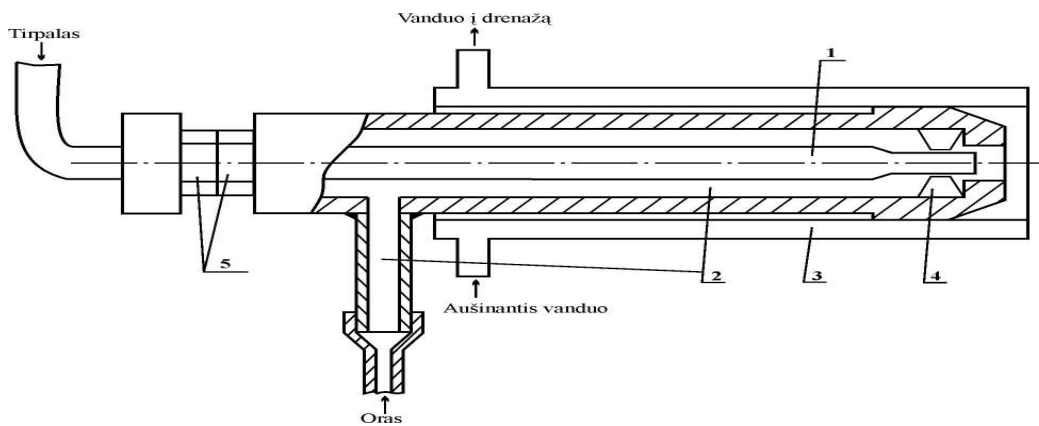
įtaka, o dėl to azoto oksidų koncentracija dūmuose didėja. Kai temperatūros žemesnės, (A) reakcijos greitis mažėja, nesureagavęs amoniakas patenka į dūmtakius. Taigi optimali reakcijos temperatūra yra apie 950 °C.

Šis reikalavimas ir yra pagrindinis metodo trūkumas, nes, kintant katilo darbo režimui, sunku išlaikyti pastovią temperatūrą amoniako įvedimo vietoje. Antras šio metodo trūkumas- sunku nedidelį amoniako kiekį sumaišyti su dideliais dūmų tūriais (dideliuose energetiniuose katiluose jų susidaro šimtai tūkstančių m³/h). Trečias metodo trūkumas yra tas, kad nesureagavęs amoniakas lieka dūmuose, kuriems auštant, jis reaguoja su sieros oksidais bei vandens garais ir sudaro amonio hidrosulfatą NH₄HSO₄. Hidrosulfatas susidaro 220-250 °C temperatūroje, todėl užkemša šildomuosius paviršius, sudaro aerodinaminį pasipriešinimą. To išvengiama deginant gamtines dujas, tačiau tada nesureagavęs amoniakas išmetamas su dūmais ir teršia orą. Vadinasi, reikia įrengti tikslią amoniako dozavimo sistemą. Šiuo metu dar nėra mažų amoniako koncentracijų dūmuose matavimo prietaisų, taigi ir tikslių amoniako dozavimo sistemų.

Dauguma specialistų optimistiškai vertina šį metodą pirmiausia dėl jo pigumo. Amerikiečių ekonomistų skaičiavimais metodo įdiegimas kapitalinius įdėjimus padidina 16-17 USD/kW, o eksploataavimo išlaidas - 0,1 ct/kWh.

Kadangi amoniako ūkis gana sudėtingas, o ir pats amoniako naudojimas susijęs su pavojumi sveikatai, pastaruoju metu susidomėjimą kelia kitokių reaktyvų naudojimas. Vienas tokio tipo reagentų yra karbamidas. Kad praktiškai išsiaiškinti kelių panašių reagentų naudojimo efektyvumą, KTU Šilumos ir atomo energetikos katedroje buvo atlikti eksperimentiniai tyrimai.

Tyrimai buvo atliekami katedroje sumontuotame dujų deginimo stende.



24 pav. Purkštuko konstrukcija.

- 1 – tirpalo vamzdelis;
- 2 – oro kanalas;
- 3 – aušinantis vamzdis;
- 4 – oro turbulizatorius;
- 5 – reguliavimo veržlės;

Tirpalų išpuškimui buvo naudojamas suspaustas oras. Purkštuko galvutėje esančios mentelės oro srautą susuka. Susuktas oro srautas išpurškia iš vamzdelio galo ištekėjusį tirpalą.

Ekspertimentų tikslas- išsiaiškinti kelių rūšių selektyvinių reaktyvų panaudojimo NO_x koncentracijai mažinti efektyvumą. Tyrimai buvo atliekami su šiais įvairių koncentracijų tirpalais:

- 1) (NH₂)₂CO – karbamidą;
- 2) NH₄NO₃ – amonio nitratas;
- 3) NH₃SO₄ – amonio sulfatas;
- 4) NH₃ – amoniakinis vanduo.

Amoniakinis vanduo buvo naudojamas NO_x mažinimo efektyvumo palyginimui. Geriausi rezultatai gauti naudojant amoniakinį vandenį ir karbamidą.

Pagrindinės tyrimų išvados:

1. Metodo efektyvumui labai svarbu užtikrinti reaktyvų išpuškimą į optimalių temperatūrų zoną. Bandymų rezultatai parodė, kad tik reaktyvams patekus į optimalių temperatūrų zoną, jie maksimaliai mažina NO_x koncentracijas. karbamidą išpuškus į temperatūros zoną apie 1000°C, NO_x koncentracija sumažėjo beveik 40 %, o NH₃ išpuškus į temperatūros zoną apie 950 °C, NO_x koncentracija sumažėjo apie 38 %.

2. Reikia užtikrinti pakankamą reaktyvų koncentraciją NO_x redukcijos zonoje. Bandymų metu tai buvo užtikrinta keičiant tirpalų koncentracijas. Purškiant NH₃, didžiausias NO_x koncentracijos sumažėjimas gautas esant 7 % tirpalo koncentracijai, o purškiant karbamidą didžiausias NO_x koncentracijos sumažėjimas gautas esant 5 % tirpalo koncentracijai.

3. Įtaką NO_x koncentracijų mažinimui turi ir reakcijų laiko trukmė. Purškiant NH₃ tirpalą maksimalus NO_x koncentracijos sumažėjimas gautas purškiant per angą degimo kameros gale. Purškiant tirpalą per angą degimo kameros gale, išpurkštų lašelių buvimo laiko degimo kameroje yra ilgesnis, negu purškiant tirpalą per angą degiklyje ar per šonines degimo kameros

angas, nes jie iš inercijos įlekia į degimo produktų srautą, jame praranda savo greitį ir tada grįžta atgal su degimo produktais.

KTU stende atlikti bandymai atlikti specifinėmis sąlygomis:

- gamtinės dujos buvo deginamos moderniu degikliu, kurio generuojama NO_x koncentracija ir be papildomų priemonių buvo gana žema 150-170 mg/m³;
 - degiklio galia apie 25 kW;
 - oro pertekliaus koeficientas taip pat gana mažas 1,05-1,2 ribose;
 - iškilo nemažai problemų kaip kokybiškai išpurkšti ir paskirstyti degimo kameroje labai mažus reagentų kiekius – 0,5-1 kg/h.
- Visa tai lėmė, kad šio metodo efektyvumas buvo tik iki 40 %, t.y. NO_x koncentracija dūmuose pavykdavo sumažinti iki 85-120 mg/m³.

Lyginant gautus rezultatus su techninėje literatūroje aprašytais tyrimų rezultatais pastebėta, kad, tinkamai įvedant reagentus pasiekiamas NO_x mažinimas nuo 400-500 iki 70-100 mg/m³.

Taigi, selektyvinių reaktyvų naudojimas NO_x mažinimui gali būti pakankamai efektyvus, ypač tais atvejais, kada pradinė NO_x koncentracija nėra aukšta. Problemų kyla, jeigu deginamas sieringas kuras – degimo metu susidarantys sieros junginiai, pvz.: SO₂ ir SO₃, reaguoja su selektyvinis reaktyvų sudėtyje esančia amonio grupe, sudarydami amonio sulfatus ir kitas druskas, kurios sėda ant katilų šilumos mainų paviršių ir juos užteršia. Be to, šios konkuruojančios reakcijos mažina

NO_x skaidymo efektyvumą ir reikalauja įpurškiamų reaktyvų kiekio padidinimo. Dėl šių priežasčių selektyvinių reaktyvų įpurškimas deginant sieringą kurą rečiau naudojamas. Nežiūrint šio metodo techninių realizavimo sudėtingumų, jis vis plačiau taikomas siekiant ypač mažų NO_x koncentracijų ir yra rekomenduojamas kaip GPGB priemonė.

Selektyvinio įpurškimo sistemos įrengimo išlaidas nėra paprasta įvertinti, kadangi Lietuvoje nėra analogiškų projektų realizavimo patirties. Investicijų dydį apytikriai galima būtų vertinti apie 0,5 mln. Lt.

5.3 NOx mažinimo metodų taikymo ekonominis įvertinimas

Prieš naudojant katilų degimo produktų apdorojimo technologijas, t.y. antrines priemones, pradiniam NOx išmetimų sumažinimo etape visuomet taikomi pirminiai išmetamų NOx kiekių sumažinimo būdai.

Pirminių NOx mažinimo metodų efektyvumas yra ribotas, NOx susidarymas mažinamas nuo 20-30 % iki 2-2,5 kartų, tačiau daugelyje atveju to pakanka. Degimo produktų valymas nuo NOx selektyviu katalitiniu būdu yra labai efektyvus, galima pasiekti ypač mažas NOx koncentracijas – 30-50 mg/m³, tačiau reikalauja labai didelių investicijų.

26 lent. Siūlomos pirminės NOx mažinimo priemonės skirtinguose kurą deginančiuose katiluose ir jų ekonominis įvertinimas.

Katilo pavadinimas, markė	NOx mažinimo priemonės	Kaštai
GK B-25/15 GM	1) oro pertekliaus mažinimas, NOx sumažinimas iki 100-120 mg/m ³ (dujomis); 2) dūmų recirkuliacija, NOx iki 100 mg/m ³ (duj.); 3) mažos NOx generacijos degiklių įrengimas, NOx mažiau 100 mg/m ³ (dujomis), 450mg/m ³ (mazutu).	30-50 tūkst. Lt 100-200 tūkst. Lt 600-700 tūkst. Lt
GK E-25-1,4-225 GM	1) oro pertekliaus mažinimas, NOx sumažinimas iki 150-180 mg/m ³ (duj.); 2) dūmų recirkuliacija, NOx iki 100mg/m ³ (duj.).	30-40 tūkst. Lt 100-160 tūkst. Lt
GK GM-50	mažos NOx generacijos degiklių įrengimas, NOx mažiau 100 mg/m ³ (duj.), 450mg/m ³ (mazutu).	0,7-1,5 mln Lt
GK BKZ-75	1) dūmų recirkuliacija, NOx iki 300 mg/m ³ (duj.); 2) mažos NOx generacijos degiklių įrengimas, NOx iki 100 mg/m ³ (duj.), 450mg/m ³ (mazutu).	2-3,5 mln Lt
GK GX-3000	1) oro pertekliaus mažinimas, NOx sumažinimas iki 100 mg/m ³ (duj.); 2) dūmų recirkuliacija, NOx iki 100mg/m ³ (duj.)	40-60 tūkst. Lt 500-700 tūkst. Lt
GK DKVR-6,5-13	1) oro pertekliaus mažinimas, NOx sumažinimas iki 100 mg/m ³ (duj.); 2) dūmų recirkuliacija, NOx iki 100mg/m ³ (duj.)	40-60 tūkst. Lt 80-100 tūkst. Lt
GK DKVR-10-13	1) oro pertekliaus mažinimas, NOx sumažinimas iki 100 mg/ m ³ (duj.) ;	40-60 tūkst. Lt

	2) dūmų recirkuliacija, NOx iki 100mg/m ³ (duj.); 3) mažos NOx generacijos degiklių įrengimas, NOx iki 100 mg/m ³ (duj.), 450mg/m ³ (mazutu).	80-100 tūkst. Lt. 120-220 tūkst. Lt
VŠK PTVM-30	1) mažos NOx generacijos degiklių įrengimas, NOx iki 100 mg/m ³ (duj.); 2) dūmų recirkuliacija, NOx iki 100mg/m ³ (duj.).	0,6 – 2,0 mln. Lt 0,3-0,4 mln. Lt.
VŠK PTVM-50	1) dūmų recirkuliacija, NOx iki 100-130 mg/m ³ (duj.); 2) mažos NOx generacijos degiklių įrengimas, NOx iki 100 mg/m ³ (duj.), 450mg/m ³ (mazutu).	500 tūkst. Lt 2,7 – 3,5 mln. Lt
VŠK PTVM-100	1) dūmų recirkuliacija, NOx iki 100-130 mg/m ³ (duj.); 2) mažos NOx generacijos degiklių įrengimas, NOx iki 100 mg/m ³ (duj.), 450mg/m ³ (mazutu).	800 tūkst. Lt 3 – 3,7 mln. Lt
Kaitravamzdiniai VŠK HWK-10000 ECO	oro pertekliaus mažinimas, NOx sumažinimas iki 100 mg/m ³ (duj.);	5 tūkst. Lt
VŠK KVGM-100	mažos NOx generacijos degiklių įrengimas, NOx iki 100 mg/m ³ (duj.), 450mg/m ³ (mazutu).	1-1,5 mln Lt

Žemesnės kaip 80-100 mg/m³ NOx koncentracijos gali būti pasiektos tik šiais būdais:

- deginant tik mažai azoto junginių turintį kurą su mažos NOx koncentracijos degikliais. Šiandien toks kuras yra tik dyzelinas, tačiau jo naudojimas nėra realus dėl didelės kainos;
- valant dūmus nuo NOx selektyviniais katalitiniais metodais (SKV).

Selektyvinio katalitinio dūmų valymo nuo NOx išlaidos yra labai didelės:

- prieš katalitinio valymo įrenginius turi būti įrengiama visa dūmų valymo sistema, įskaitant kietųjų dalelių gaudymo filtrus (dažniausiai – elektrofiltrai) ir dūmų nusierinimo įrenginiai; nesant šių įrenginių kyla katalizatorių užteršimo pavojus;
- prieš katalitinį NOx valymą dūmai turi būti pašildomi iki 300-400°C temperatūros, t.y. turi būti įrengti šilumos rekuperacijos įrenginiai;
- katalitinio NOx pašalinimo įrenginiuose NOx skaidymui naudojamas amoniakas, todėl turi būti amoniako ūkis;
- katalitinio valymo įrenginiuose naudojami brangūs katalizatoriai, kurių tarnavimo laikas yra ribotas, todėl katalitiniai elementai turi būti keičiami ar regeneruojami.

Dėl šių priežasčių katalitinis NOx šalinimas naudojamas tik deginant daug sieros, daug azoto, daug mineralinių priemaišų turintį ir dėl to pigų kurą, nes kitais atvejais pilnas dūmų valymas neatsiperka tiek dėl didelių investicijų, tiek dėl didelių eksploatacinių išlaidų.

Selektyvaus katalitinio valymo (SKV) išlaidos priklauso nuo naudojamo katalizatoriaus paviršiaus ploto, kurios paprastai sudaro apie 35 000-51 000 Lt/m³. Regeneruoto katalizatorius

kaina sudaro iki 50 % naujo katalizatoriaus kainos. Esant 1 mln m³/h išmetamų dujų debitui, išlaidos SKV gali siekti apie 50 mln Lt, įskaičiuojant degimo produktų paruošimą, kietų dalelių valymo įrenginius, išskyrus degimo produktų valymo nuo SO₂ kaštus.

Pagal Vokietijoje ir Austrijoje naudojamą išlaidų skaičiavimo metodiką [6]:

$$IK = (A / 1 \text{ mln.m}^3)^{0.7} * 51 \text{ mln.Lt}$$

IK- investiciniai kaštai, mln Lt;

A - išmetamų dūmų debitas, mln m³.

Pagrindiniai investicinių ir eksploataavimo kaštai yra katalizatoriaus pakeitimo kaštai, reagento kaštai (amoniako tirpalas) ir elektros energijos kaštai.

Sekančioje 27 lentelėje pateikti skirtingo debito (200 000 m³/h, 500 000 m³/h, 1000 000 m³/h) išmetamų dujų srautų SKV valymo kaštai. Rezultate išvalų dujų sraute NOx koncentracija siekia 100 mg/m³.

27 lent. SKV valymo kaštai.

Parametras	Vienetai	Dujų srauto debitas (Nm ³ /h)		
		200 000	500 000	1000 000
NOx konc.	g/Nm ³		0,25-0,4	0,25-0,4
Darbo valandos	val/metus	5000	5000	5000
Sumažintas kiekis	t/metus	250-400	625-1000	1250-2000
Investiciniai kaštai	mln Lt/metus	16,76	31,8	51,75
Eksploataavimo kaštai (el.energija, katalizatorius, reagentai, priežiūra, nusidėvėjimas)	mln Lt/metus	0,93	2,2	4,33
Specialūs metiniai kaštai	Lt/ t NOx	6789,6-10405	5651-8584	4975-7504

28 lentelėje pateikti ne tik išmetamų NOx kiekiai taikant pirmines ir antrines NOx mažinimo priemones, bet ir apibendrinti Europos duomenys apie išlaidas diegiant šias NOx išmetamų kiekių ribojimo technologijas [4].

28 lent. NOx mažinimo priemonės ir išlaidos.

Kuras	Išmetami teršalai nesant kontrolės		Procesų ir deginimo modifikavimas			Kūryklų dujų apdorojimas					
						a) nekatalitinis procesas			b) katalitinis procesas		
	mg/m ³	g/GJ	mg/m ³	g/GJ	Lt/kW _{el}	mg/m ³	g/GJ	Lt/kW _{el}	mg/m ³	g/GJ	Lt/kW _{el}
Mazutas	700-1400	140-400	150-500	40-140	iki 70	175-250	50-70	21-28	<150	<40	173-242
Gamt. dujos	150-600	40-170	50-200	15-60	10-70	nėra duomenų		5-7	<100	<30	

6. Kietųjų dalelių koncentracijų normų, deginant mazutą, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, išlaikymo galimybių analizė

6.1 Kietųjų dalelių koncentracijos mažinimo būdai

Lietuvoje nustatytos kietųjų dalelių normos katilų išmetamosiose dujose, 2001/80/EC direktyvos reikalavimai bei GPGB išmetimų lygiai palyginti 29 lent.[5]

29 lent. Didžiausios leidžiamos kietųjų dalelių koncentracijos mg/Nm^3 (3 % O_2).

Kuras ir šiluminė galia, MW	Iki 2008 m. sausio 1 d.		Po 2008 m. sausio 1 d.		GPGB išmetimų lygiai, 2007 m. spalio 31 d.
	Lietuvos normos	2001/80/EC	Lietuvos normos	2001/80/EC	
Esami katilai (leidimas statyti išduotas iki 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras	20	5	5	5	5
Skystasis kuras					
50 – 100	100	50 ¹⁾	50 ¹⁾	50 ¹⁾	5 – 20*
100 – 300					5 – 25*
> 300					5 – 20*
Nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 1998.07.01)					Esami katilai
Dujinis kuras	20	5	5	5	5
Skystasis kuras					
50 – 100	50 ¹⁾	50 ¹⁾	50 ¹⁾	50 ¹⁾	5 – 20*
100 – 300					5 – 25*
> 300					5 – 20*
Nauji nauji katilai (leidimas statyti išduotas po 2002.11.27)					(pradėti eksploatuoti po 2004.01.01)
Dujinis kuras	5	5	5	5	5
Skystasis kuras					
50 – 100	50	50	50	50	5 – 20*
100 – 300	30	30	30	30	5 – 20*
> 300					5 – 10*

1) Katiluose iki 500 MW deginant skystąjį kurą, kurio peleningumas viršija 0,06 tūrio proc., išmetamų kietųjų dalelių didžiausia leidžiama koncentracija $100 mg/Nm^3$.

*) Dėl šių verčių kilusios diskusijos aptariamose BREF dokumento arba šios anotacijos atitinkamuose skyriuose

Deginant kurą, susidaro kietosios dalelės, kurių kilmės priežastys yra dvi:

- nepilnai sudegusi kuro dalis, susidariusi iš organinės kuro dalies- nesudegę angliavandeniliai, kokso dalelės, anglies dariniai - suodžiai ;
- neorganinės kuro dalies pelenai.

Nepilno degimo produktai susidaro iš nesudegusių angliavandenilių, kurie nespėjo sudegti kuro dalelėms būnant liepsnoje, t.y. greito liepsnos atšaldymo pasekmė. Kuro dalelei išlėkus iš liepsnos ribų, staigiai krenta dalelės temperatūra ir degimo reakcijos sulėtėja arba net visai sustoja. Didžiausia nesudegusių angliavandenilių dalis susidaro esant oro trūkumui tam tikroje liepsnos zonoje, taip pat esant pernelyg dideliame kuro lašeliui dėl blogo kuro išpurškimo. Suodžių susidarymo procesą lydi eilė įvairių reakcijų: kuro pirolizės, polimerizacijos, dalelių augimo ir sudegimo. Kuro lašeliai prie aukštų temperatūrų degdami garuoja, didelės molekulinės struktūros suira sudarydamos aukštesnės eilės angliavandenilių junginius. Prie aukštų

temperatūrų susimaišę su oru, jie pilnai sudega, pvz.: kai paduodamas antrinis oras į degimo kamerą.

Kokso dalelės susidaro degimo proceso metu, iš kure esančių nedegių priemaišų, nesudegusios kuro anglies, kietųjų sieros junginių. Kokso dalelės yra sferinės ir porėtos, jų dydis nuo 1 iki 100 μm .

Pelenų apnašos ir korozija yra pagrindinės problemos, kurias sukelia skysto kuro deginimas. Vanadis ir natrias, sudarantys vanadžio pentoksidą (V_2O_5) ir natrio sulfatą (Na_2SO_4), yra pagrindiniai kenksmingi junginiai, sukeliantys koroziją ir sudarantys katilo vamzdynų apnašas.

Apnašų sluoksnis blogina šilumos mainus tarp degimo produktų ir šildomo vandens ir taip padidina šilumos nuostolius su dūmais. Nustatyta, kad 3 mm storio apnašos apie 10 % sumažina šilumos perdavimą šildomam vandeniui. Sieros junginių turinčios apnašos sukelia metalo koroziją. Dideliu greičiu tekantys degimo produktai, nešantys kietąsias dalelias, taip pat sukelia ir vamzdynų eroziją, nors tai labiau būdinga kietą kurą deginantiesiems katilams.

Optimalių degimo sąlygų sudarymas yra pagrindinė priemonė mažinant kietų dalelių ir pelenų išmetimus. Tinkamai organizavus degimą, skysto kuro dūmuose lieka daugiausiai iš nedegių medžiagų sudaryti pelenai.

Klampus kuras prieš išpurškimą turi būti pašildomas iki temperatūros, užtikrinančios pakankami gerą kuro išpurškimą, turi būti gera purkštukų kokybė ir tinkama jų priežiūra. Galima naudoti kuro priedus, kurie pagerina kuro degimo sąlygas, didžia dalimi sumažindami nesudegusios anglies kiekį (iki 5 % surinktų pelenų masės). Nesudegusios anglies kiekis pelenuose parodo degimo proceso efektyvumą ir kuro sunaudojimą. Pelenai su dideliu nesudegusios anglies kiekiu yra juodos spalvos, o su mažu anglies kiekiu – pilkos arba geltonos spalvos.

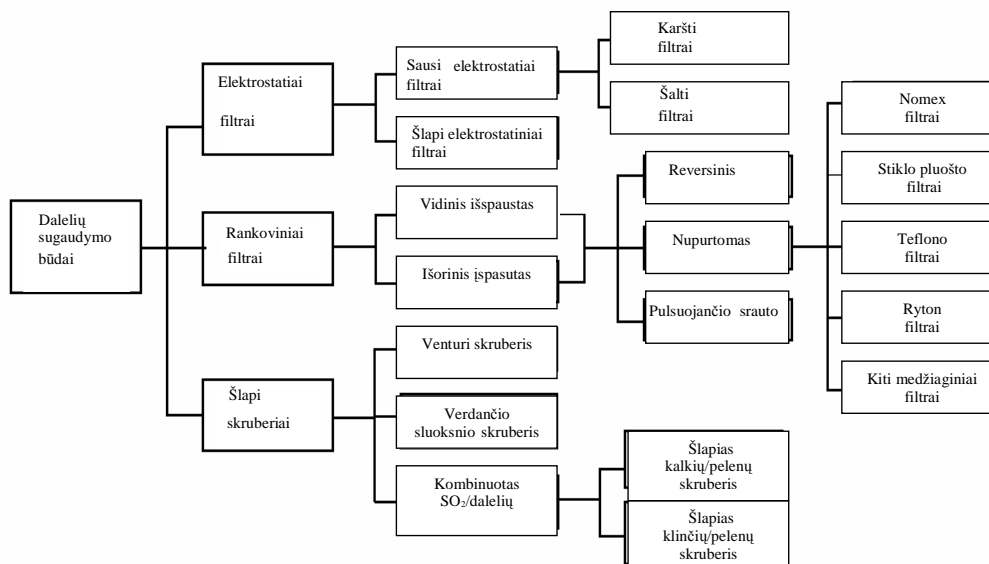
Senos kartos katiluose instaliuoti degikliai su mechaniniu kuro išpurškimu. Pagerintos konstrukcijos degikliai su gariniu išpurškimu padidina sunkaus skysto kuro degimo efektyvumą ir sumažina kietų dalelių emisiją.

Deginant švarų, be mineralinių priemaišų kurą, kietų dalelių koncentracija degimo produktuose gali būti žymiai mažesnė nei 100 mg/m^3 .

Naudojant sunkųjį skystąjį kurą, kietųjų dalelių koncentracijos dūmuose normos gali būti viršijamos jau vien tik dėl mineralinės kuro dalies. Net idealaus kuro sudegimo atveju, dūmuose išlieka mineralinės kilmės kietosios dalelės, kurių koncentracija priklauso nuo mineralinių medžiagų kiekio kure.

Mazuto dūmuose apie pusę (pagal svorį) dalelių gali būti mažesnių už $1 \mu\text{m}$. Aplinkos ore tokios dalelės išsilaiko kelias dienas ar savaites, o įkvėpus - nusėda plaučiuose. Dėl daromo žalingo poveikio žmonių sveikatai yra ribojamas kietųjų dalelių kiekis kurą deginančių įrenginių išmetamuosiuose dūmuose.

Deginant dujinį kurą, kietosios dalelės dūmuose gali atsirasti dėl suodžių ir degimo oro dulkių. Tinkamai kontroliuojant degimą, skysto kuro dūmuose daugiausiai lieka iš nedegių medžiagų sudaryti pelenai, o dujinio kuro dūmuose gali būti randamas labai nedidelis kietųjų dalelių kiekis dėl degimui tiekiamo oro dulkėtumo ir katilo paviršių apsivalymo.



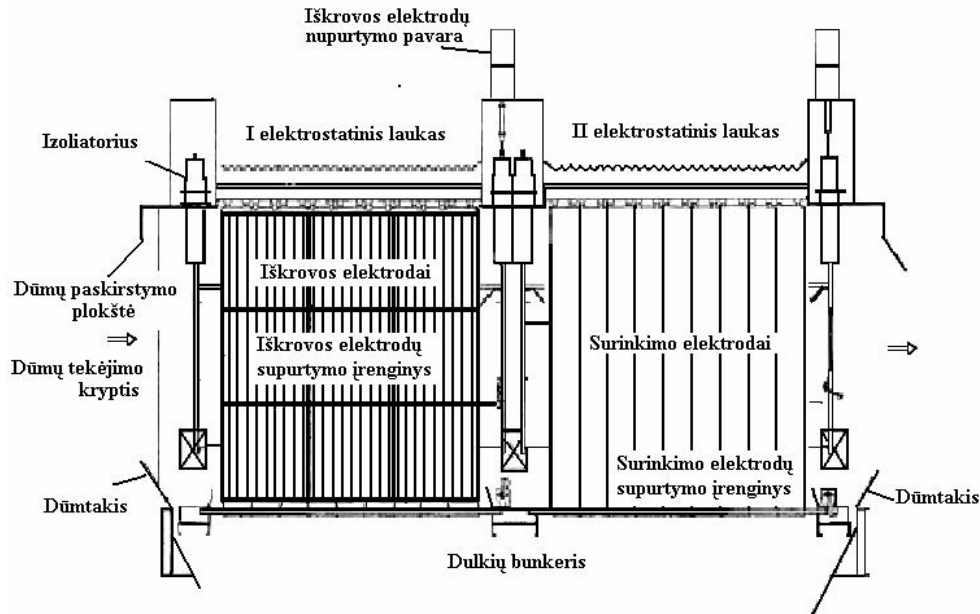
23 pav. Dūmų išvalymo nuo kietųjų dalelių būdai [5]

Antrinės priemonės, padedančios išvalyti dūmus nuo kietųjų dalelių, yra *elektrostatiniai* ir *rankoviniai filtrai* bei *šlapi skruberiai*. Ciklonų ir kitokių mechaninių dulkių gaudytuvų efektyvumas yra per mažas su dūmais lekiančių smulkių dalelių sugaudymui.

Elektrostatiniai filtrai yra plačiai naudojami kurą deginančiuose įrenginiuose, kadangi turi aukštą išvalymo nuo kietųjų dalelių efektyvumą ir gali dirbti dideliame temperatūros, slėgio ir užterštumo diapazone. Šiuo metu elektrostatiniai filtrai sudaro apie 90 % elektrinėse naudojamų pelenų gaudymo įrenginių [7].

Galima išskirti kelis dalelių pašalinimo iš dūmų srauto etapus:

- kietosios dalelės įkraunamos elektros krūviu;
- įelektrintos dalelės pritraukiamos prie nusodinimo elektrodų;
- kietosios dalelės pašalinimos nuo elektrodų paviršiaus.



24 pav. Dviejų laukų elektrosstatinio filtro schema

Elektrosstatiniame filtre su dūmais lekiančios dalelės yra įelektrinamos neigiamu krūviu centre esančiais elektrodais. Įelektrintos dalelės aukštos įtampos elektriniame lauke pritraukiamos prie teigiamo potencialo elektrodų. Elektros lauką tarp elektrodų sudaro aukštos įtampos (100 kV) nuolatinė srovė. Įtampos pakanka prie elektrodų esančioms dalelėms jonizuoti. Susidaręs jonų srautas nuo elektrodų iki surinkimo plokščių sudaro vadinamąjį žiedinę srovę. Susikaupusios ant kolektoriaus kietosios dalelės periodiškai nupurtomos į surinkimo bunkerius. Dalelių sugaudymo efektyvumas priklauso nuo surinkimo elektrodų ploto, dūmų debito ir dalelių nusodinimo greičio elektriniame lauke. Todėl labai svarbu tinkamai parinkti elektrodų plotą bei elektrinio lauko stiprumą pagal dūmuose esančių dalelių savybes. Šiuolaikiniuose filtruose tai pasiekama padalinant filtro tūrį į kelias sekcijas ir kiekvienai iš jų atskirai reguliuojant įtampą tarp elektrodų.

Kietųjų dalelių elektrinė varža taip pat yra svarbus parametras. Kada ji yra per maža, dalelės, pasiekusios surinkimo elektrodus, lengvai atiduoda krūvį ir gali būti vėl dūmų srauto nunešamos. Kai dalelių varža yra pernelyg didelė, ant surinkimo elektrodų susidaro izoliacinis sluoksnis, sutrikdantis žiedinį išlydį ir mažinantis dalelių surinkimo efektyvumą.

Nuo dalelių dydžio priklauso jų nusodinimo greitis elektriniame lauke. Didesnių už 1 μm dalelių nusodinimo greitis yra atvirkščiai proporcingas jų dydžiui, mažesnių už 1 μm dalelių nusodinimo greitis neapima nuo jų dydžio. Be to, didelis submikroninių dalelių kiekis prie surinkimo elektrodų padidina erdvinį elektrosstatinį krūvį ir gali trumpinti žiedinį išlydį, kuris yra būtinas normaliam filtro darbui.

Įtekančių į filtrą dūmų srautas turi būti tolygiai paskirstytas per visą skerspjūvį, kad nesudarytų greito pratekėjimo zonos. Taisyklinga dūmų įtekėjimo vamzdžių konstrukcija ir srauto paskirstymo įtaisai padeda išlyginti srautą prieš dalelių nusodinimą. Todėl filtro efektyvumas priklausys ir nuo dūmų srauto išlyginimo įtekėjimo dūmtakyje.

Elektrosstatinio filtro efektyvumui labai svarbu yra tinkamas dulkių nupurtymas nuo elektrodų, kadangi šioje stadijoje daug dalelių gali vėl patekti į dūmų srautą, kas labai sumažintų

efektyvumą. Elektrostatinio filtro efektyvumas labai priklauso nuo įrenginio dydžio, tačiau taip pat išauga įrenginio kaina.

Šito išvengiama šlapiame elektrostatiame filtre, kadangi dalelės yra nuolat drėkinamos įpurškiant vandenį ar tirpalus ir nuplaunamos nuo surinkimo elektrodų. Šlapių elektrostatių filtrų veikimo principas yra toks pat. Tokie filtrai dažniausiai naudojami kietosioms dalelėms, linkusioms lipti elektrodų, gaudyti. Tačiau šlapiame filtre susidaro nuotekos, kurias tenka valyti. Šie filtrai dažniausiai naudojami naujuose, dideliuose, skystą sunkųjį kurą deginančiuose įrenginiuose bei aerosolių kontrolės įrenginiuose.

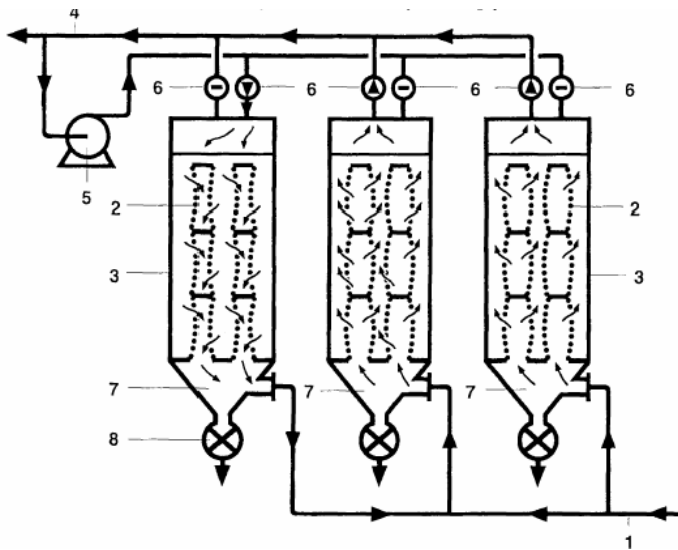
Problemų gali atsirasti, kai, deginant kurą, susidaro lakūs junginiai, padengiantys kietąsias daleles ir sumažinantys sugaudymo efektyvumą. Tai dažniausiai atsitinka deginant mažo kaloringumo kurą arba esant nestabiliam degimo procesui.

Elektrostatinio filtro išlaidas sudaro elektros energijos, eksploatavimo ir surinktų dulkių transportavimo bei saugojimo išlaidos. Nors investicijos į elektrofiltus didesnės, negu į rangovinius filtrus, tačiau eksploatacija yra pigesnė.

Valymo technologija su elektrostatiškais filtrais yra plačiausiai elektrinėse naudojama technologija, pasižyminti aukštu dūmų valymo efektyvumu, nedideliais slėgio nuostoliais bei mažais eksploataciniais kaštais.

Rankoviniai filtrai yra taip pat yra populiarėjanti ir efektyvi kietųjų dalelių valymo technologija. Jie dažniausiai naudojami pramonėje ir mažesniems kurą deginantiesiems įrenginiams. Pastaruoju metu jų panaudojimas elektrinėse didėja ir šiuo metu sudaro apie 10 % instaliuotų įrenginių pelenų sugaudymui.

Rankovinis filtras susideda iš vienos ar daugiau sekcijų, kurias sudaro filtruojančių medžiagų rankovės. Rankoviniame filtre dūmai yra prakošiami per specialios pluoštinės medžiagos rankoves, kurios sulaiko kietąsias daleles. Rankovinių filtrų medžiaga turi būti reguliariai valoma. Pagrindinis šių filtrų privalumas - valant susikaupusias dulkes periodiškai patikrinamas filtravimo paviršius. Pagal filtrinės medžiagos valymo būdą filtrai skirstomi į tipus: valymo grįžtančiu srautu, mechaninio nupurtymo ir valymo su suspausto oro impulsu. Filtruojanti medžiaga parenkama pagal gaudomų dalelių dydį, sudėtį, dūmų temperatūrą, filtrų valymo metodą, efektyvumą bei kaštus. Svarbu atsižvelgti į galimą korozijos, susidėvėjimo ir gaisro riziką. Dėl filtruojančios medžiagos susidėvėjimo valymo efektyvumas mažėja. Dar labiau pablogėja dalelių sugaudymas prakiurus vienai ar kelioms rankovėms. Todėl rankoviniams filtrams ypač svarbi yra patikima dalelių kiekio kontrolė išeinančiuose dūmuose. Optiniai prietaisai nustato galimą dulkių emisiją bei gali nustatyti šios emisijos pikus valymo metu. Šių matavimo prietaisų integravimas į daug zonų turinčią dulkių valymo sistemą, leidžia operatyviai nustatyti pažeistą rankovinį filtrą. Gamintojai gali pasiūlyti daugybę kiekvienam atvejui tinkamų su specifinėmis atsparumo savybėmis filtravimo medžiagų. Skystą kurą deginančio įrenginio paleidimo metu gali atsirasti filtro užsikimšimo pavojus. Taip pat karšti pelenai ir karštų dujų srautas sykiu su nesudegusia anglimi gali užkimšti ir pažeisti filtrą [7].



25 pav. Rankovinio filtro schema. 1 – įtekėjimo dūmtakis, 2 – filtro rankovės, 3 – gaubtas, 4 – išvalytos išmetamosios dujos, 5 – prapūtimo ventiliatorius, 6 – vožtuvai, 7 – pelenų surinkimo bunkeriai, 8 – sukamieji vožtuvai.

Rankovinių filtrų investiciniai kaštai yra mažesni už elektrostatinų filtrų kaštus, tačiau eksploatacinės išlaidos yra nemažos, kadangi jas įtakoja filtruojančios medžiagos rūšis, filtro tipas, eksploatacija ir filtro valymas. Filtruojanti medžiaga turi būti keičiama kas 2-5 metus, o filtruojančios medžiagos pakeitimo išlaidos siekia iki 10% investicinių kaštų. Elektrinėse plačiausiai naudojami rankoviniai filtrai su medžiagos valymu suspausto oro impulsais.

Šlapi skruberiai nėra populiarūs kaip elektrostatiniai ar rankoviniai filtrai, dažniausiai naudojami JAV, anglis kūrenančiose įrenginiuose. Jie yra pigesni už elektrostatinus ir rankovinius filtrus, tačiau jiems reikalingos didesnės eksploatacinės išlaidos (energijos sąnaudos). Dūmai šlapiame skruberyje valomi purškiant į juos vandenį ar kitą skystį. Todėl dūmai yra atšaldomi ir juos reikia vėl pašildyti prieš išleidžiant į kaminą. Dėl šios priežasties šlapius skruberius dažniausiai įjungia į kombinuoto dūmų valymo sistemas, kur toks dūmų ataušinimas yra technologiškai reikalingas arba į dūmus purškiamas tirpalas gali sugerti ir dujinius teršalus. Drėkinant dūmus smulkios kietosios dalelės susigeria į didesnius lašelius, nesunkiai nusodinamus iš dūmų. Šlapių skruberių valymo efektyvumas bendru atveju yra mažesnis už rankovinių ir elektrostatinų filtrų. Smulkių dalelių sugaudymui gaunami dideli dūmų slėgio nuostoliai. Susidariusias nuotekas reikalinga valyti [7].

Elektrostatinų ir rankovinių filtrų bei šlapių skruberių eksploataciniai parametrai palyginti 4 lentelėje.

Venturi skruberiai yra plačiausiai naudojami šlapio dalelių šalinimo skruberiai. Skystis išpurškiamas viršutinėje skruberio dalyje, mažos dūmų dalelės sulimpa į stambesnius lašus, kuriuos surenka separatorius. Nuo dūmų srauto greičio priklauso slėgio kritimas ir skruberio eksploatacinės savybės. Kai kuriuose skruberiuose yra galimybė keisti skruberio žiočių plotį tam, kad skruberis dirbtų pastovaus slėgio kritimo sąlygomis, nepriklausomai nuo dūmų srauto greičio. Po Venturi skruberio stovi separatorius, skirtas lašelių atskyrimui.

Judančio sluoksnio skruberiuose daleles sulaiko mažo tankio plastikiniai rutuliukai. Geresniam dalelių gaudymui gali būti įmontuotos kelios judančio-sluoksnio įkrovos. Dūmų srauto kryptis yra priešpriešinė. Šis srautas kartu su išpurškiamu skysčiu palaiko nuolat judantį sluoksnį, kas leidžia išvengti sluoksnio užsikimšimo.

Ši valymo technologija netinka didelės koncentracijos dūmų srautui valyti. Jos pasižymi dideliais investiciniais (reaktorius, sorbento įpurškimo sistema, nuotekų valymo įrenginiai) bei eksploataavimo kaštais (vandens suvartojimas, energijos sąnaudos).

Kondensuojantys skruberiai atvėsina dūmų srautą ir ši absorbuota šiluma gali būti panaudota kaip antrinė šiluma.

29 lent. Dūmų valymo nuo kietųjų dalelių įrenginių technologinių parametrų palyginimas [5]

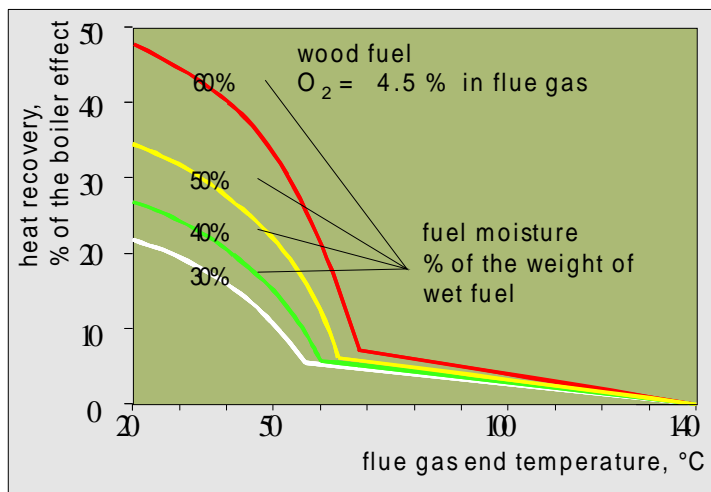
Technologija	Sugaudymo efektyvumas %				Kiti eksploataciniai parametrai		Pastabos dėl eksploatacijos
	< 1µm	2 µm	5 µm	>10µm	Parametrai	Reikšmė	
Elektrostatiniai filtrai	>96,5	>98,3	>99,95	>99,5	Darbinė temperatūra	120 – 220 °C (šaltiems filtrams) 300 – 450 °C (karštiems filtrams)	<ul style="list-style-type: none"> • Labai aukštas elektrostatinio filtro efektyvumas pasiekiamas gaudant net ir submikronines daleles. • Mažas slėgio kritimas filtre. • Maži eksploataciniai kaštai • Galima dirbti su bet koku priešslėgiu • Sudėtinga pakeisti pastatymo metu nustatytas eksploatacines sąlygas • Efektyvumas mažėja augant dalelių specifinei elektrinei varžai.
					Elektros energijos sąnaudos	0,3-1,8 % nuo gaminamos el.energijos	
					Slėgio nuostoliai	150 – 300 Pa	
					Valymo atliekos	Pelenai	
					Išeinančių dūmų debitas	> 200000 m ³ /h	
					Naudojimas	Visoms kuro rūšims	
					Rinkos dalis	90 %	
Rankoviniai filtrai	>99,6	>99,6	>99,9	>99,95	Darbinė temperatūra	200 °C (polistirenas) 280 °C (stiklo pluošto)	<ul style="list-style-type: none"> • Filtracijos greitis paprastai yra 0,01 – 0,04 m/s ribose priklausomai nuo filtro tipo ir audinio. • Maišelių amžius mažėja didėjant sieros kiekiui ir filtracijos greičiui. • Per metus susidėvi apie 1 % maišelių. • Slėgio nuostoliai auga mažėjant dalelių dydžiui
					Energijos sąnaudos	0,4-0,7 kWh/1000 m ³	
					Slėgio nuostoliai	500 – 2000 Pa	
					Valymo atliekos	Pelenai	
					Išeinančių dūmų debitas	< 1100000 m ³ /h	
					Pritaikymas	Visoms kuro rūšims	
					Rinkos dalis	10 %	
Šlapi skruberiai	98,5	99,5	99,9	>99,9	Energijos sąnaudos	5-15 kWh/1000 m ³	<ul style="list-style-type: none"> • Šlapiuose skruberiuose gali būti absorbuojami dujose esantys sunkieji metalai. • Reikalinga valyti nuotekas
					Skysčio ir dujų santykis	0,8 – 2,0 l/m ³	
					Slėgio nuostoliai	3000 – 20000 Pa	
					Valymo atliekos	Skystas šlammas	

6.2 Kietųjų dalelių koncentracijos mažinimo derinimas su antriniu šilumos panaudojimu

Kuro degimo produktuose visada yra vandens garai. Šių vandens garų šaltiniai yra du:

- kuro degimo reakcijos, kurių metu kuro sudėtyje esantys vandenilio atomai jungiasi su deguonimi, sudarydami vandens molekules; šiuo būdu susidarančių vandens garų kiekis priklauso tik nuo vandenilio kiekio kure, t.y. deginant anglį – susidaro mažai vandens garų, o deginant gamtines dujas (vandenilio atomo santykis su anglies atomais yra 4:1) vandens garai gali siekti iki 12-14 % nuo bendro dūmų tūrio;
- kure ir degimui tiekiamame ore esanti drėgmė; deginant dujinį, skystąjį kūrą, šis vandens kiekis nėra didelis, bet deginant drėgną medieną – susidarantis vandens garų kiekis yra pagrindinis.

Ataušinant dūmus iki vandens garų kondensacijos temperatūros, kondensacijos metu išsiskiria didelis energijos kiekis, kuris proporcingas vandens garų parcialiniam slėgiui ir priklauso nuo dūmų peršaldymo žemiau kondensacijos temperatūros laipsnio. Didžiausias antrinės šilumos išnaudojimo efektas gaunamas deginant daug drėgmės turinčią medieną.



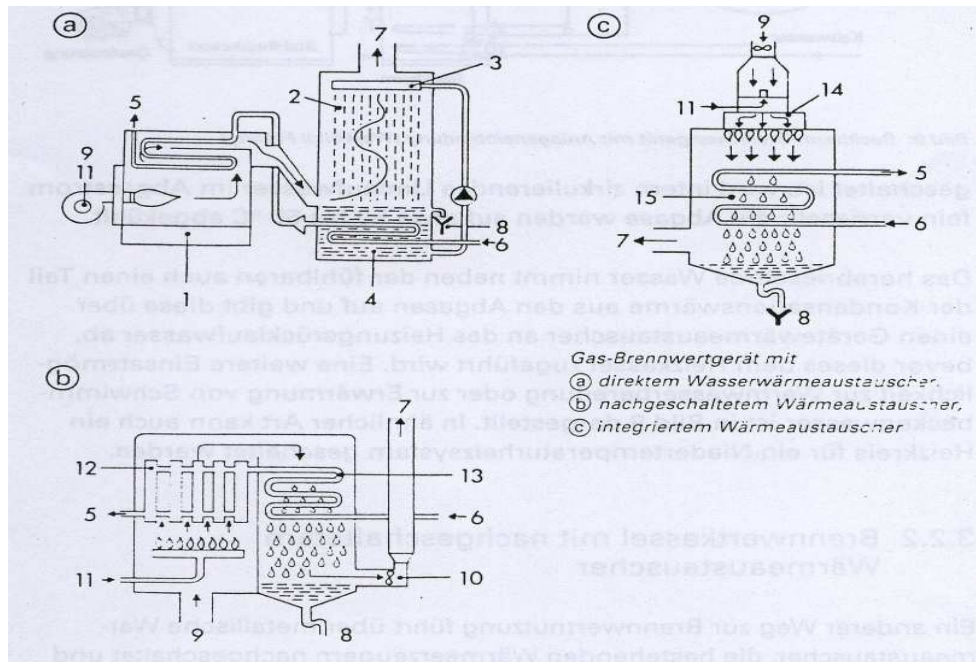
25 pav. Antrinės šilumos panaudojimo efektyvumas, priklausomai nuo kuro drėgnumo ir dūmų atvėsimo temperatūros (Condens OY, Suomija, duomenys).

25 pav. parodo utilizuojamos šilumos dūmuose potencialą biomasės deginimo katiluose. Iki 48% nuo katilo šiluminio našumo reikšmės gali būti išgauta utilizuojant degimo produktų fizinę ir vandens garų kondensacijos šilumą. Svarbus faktorius yra grįžtančio iš šilumos tinklų vandens temperatūra. Kuo ši temperatūra žemesnė, tuo daugiau gali būti atvėsinti dūmai ir tuo daugiau šilumos išgaunama dėl vandens garų kondensacijos.

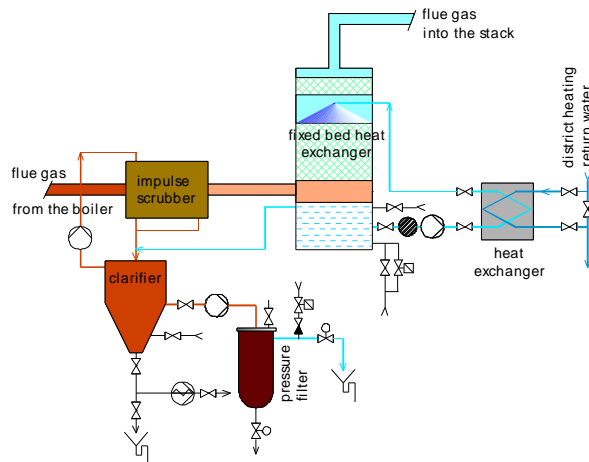
Plačiausiai naudojamus kondensacinius aparatus – ekonomazerius galima skirstyti į 2 pagrindines grupes:

- paviršiniai šilumokaičiai, su „sausu“ (paviršius šlampa tik dėl besikondensuojančių vandens garų) arba „šlapiu“ paviršiumi (kuriuose paviršius laistomas vandeniu siekiant pagerinti šilumos mainus tarp dūmų ir aušinančio vandens), keli šio tipo aparatų pavyzdžiai pateikti 26 pav.;

- skruberio tipo aparatai, kuriuose šilumos mainai vyksta tarp įpurškiamo į skruberį vandens ir dūmų, po to vanduo nukreipiamas į šilumokaitį, kur perduoda šilumą šildomam vandeniui; tokio tipo aparato principinė schema pateikta 27 pav.



26 pav. Įvairaus tipo kondensacinių ekonomaizerių principinės schemos: a- skruberio tipo aparatas su įmerktu į kondensatą šilumokaičiu; b ir c - „sausų“ vamzdžių kondensacinis ekonomaizeris; Schemose pažymėta : 1-katilas, 2- skruberis, 3- cirkuliacinio vandens purkštukai, 4- vandens surinkimas, 5- pašildytas vanduo, 6- tiekiamas šildymui vanduo, 7- degimo produktai, 8- kondensato išleidimas, 9- degiklis, 10- traukos ventiliatorius, 11- kuras, 12- katilo šildomieji paviršiai, 13- ekonomaizerio šildomieji paviršiai, 14- srauto skirstytuvai, 15- kondensatas.



27 pav. Skruberio tipo kondensacinio ekonomizaierio principinė schema (Condens OY). Dūmai atvėsinami įpurškiant vandenį į degimo produktų srautą. Vanduo cirkuliuoja į išorėje įrengtą šilumokaitį, kuriame šildo šilumos tinklų vandenį.

Skruberio tipo kondensaciniame ekonomizaieryje dūmai iš pradžių tiekiami į aušintuvą (impulse scrubber), kuriame dūmai aušinami stipriomis išpurkšto vandens srovėmis. Aušintuve dūmų temperatūra sumažėja beveik iki rasos taško temperatūros. Aušintuve taip pat pašalinama dalis dūmuose esančių dulkių ir agresyvių komponentų. Vanduo į aušintuvą yra tiekiamas iš skruberio vandens talpos. Po aušintuvo, beveik rasos taško temperatūros dūmai yra tiekiami į skruberio apačią, o vanduo tiekiamas viršutinę dalį ir išpurškiamas. Naudojama priešsrovinė dūmų ir pagrindinio skruberio vandens tekėjimo schema. Kontakto tarp dūmų ir vandens pagerinimui, skruberyje yra didelio paviršiaus įkrova. Įkrova tuo pat metu veikia ir kaip šilumokaitis ir kaip dulkių separatorius. Cirkuliuojantis skruberyje vanduo yra aušinamas iš centralizuoto šilumos tiekimo tinklo grįžtančiu vandeniu, atskirame šilumokaityje. Dulės iš cirkuliuojančio vandens išvalomos valytuve, nusodinamos apatiniame skruberio kūgyje ir pašalinamos atskiru nuosėdų siurbliu į nuosėdų surinktuvą.

Jei dūmuose yra rūgštinių medžiagų, jos gali būti neutralizuotos skruberyje. Dažniausiai neutralizavimą atlieka dūmų nešami medienos pelenai. Deginant šiaudus ar durpes, degimo produktuose atsiranda chloro junginių, kurie sukelia aktyvią metalų koroziją (net ir nerūdijančio plieno). Tokiais atvejais skruberis gaminamas iš plastiko, atsparaus chloro korozijai.

Tiek paviršiniai „šlapio“ tipo, tiek skruberio tipo ekonomizaieriai, be antrinės šilumos panaudojimo, taip pat atlieka dūmų valymo funkciją.

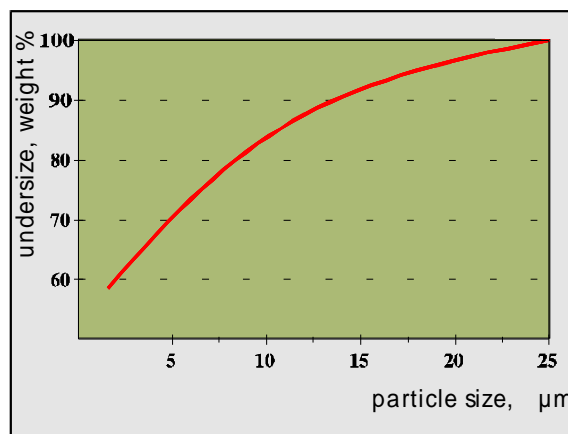
Skruberio tipo kondensacinių ekonomizaierių gamintojas (Condens OY) nurodo, kad galima šio tipo aparatuose pasiekti :

- kietųjų dalelių pašalinimo efektyvumą 60-90 %;
- SO_x pašalinimo efektyvumą apie 90 %;
- HCl ir NH₃ pašalinimo efektyvumą apie 90 %.

UAB „Ekotermijos servisas“ turi didelę patirtį įdiegiant paviršinio tipo kondensacinius ekonomizaierius ir turi daug kietųjų dalelių koncentracijų matavimų duomenų. Medienos atliekas deginančių katilų dūmuose kietųjų dalelių koncentracija už katilo būna nuo 600 iki 3500 mg/m³. Degimo produktai daugumoje atveju po katilo nukreipiami į ciklonus arba multiciklonus, kuriuose sulaikoma nuo 80 iki 90 % kietųjų dalelių. Dažniausiai išmatuota kietųjų dalelių

koncentracija po cikloninio įrenginio, t.y. prieš „šlapių“ vamzdžių tipo kondensacinį ekonomaizerį – nuo 100 iki 400 mg/m³, priklausomai nuo katilo ir ciklono tipo. Kietųjų dalelių koncentracija po kondensacinio ekonomaizerio sumažėja dar labiau ir kontaktinio ekonomaizerio – kaip kietųjų dalelių sulaikymo įrenginio- efektyvumas daugeliu atveju siekė 83 - 92%, t.y. daugeliu atveju kietųjų dalelių koncentracija buvo nuo 20 iki 70 mg/m³.

Firmos Condens atlikti tyrimai rodo, kad skruberio tipo ekonomaizeryje kietųjų dalelių sugaudymo efektyvumas priklauso nuo dalelių dydžio (28 pav.). Dalelės, kurių dydis viršija 25 mkm, sugaudoamos 100%, o mažesnių kaip 5 mkm sugaudymo efektyvumas mažesnis ir neviršija 70%.



28 pav. Kietųjų dalelių sugaudymo skruberio tipo kondensaciniame ekonomaizeryje efektyvumas, priklausomai nuo dalelių dydžio (Condens OY duomenys).

Kondensaciniame ekonomaizeryje, plaunamame vandens srautu (tiek skruberio tipo, tiek „šlapių“ vamzdžių tipo), kietųjų dalelių sulaikoma didesnė dūmų nešamų kietųjų dalelių dalis, negu rodo matavimai. Tačiau, pačiuose kondensaciniuose ekonomaizeriuose pradeda generotis kietosios dalelės. Ekonomaizerio paviršių drėkinančiame ir uždaru kontūru cirkuliuojančiame vandenyje yra ištirpusių mineralinių medžiagų. Išpurškus šį vandenį ekonomaizerio viduje, smulkiausi lašeliai išgaruoja ir lašelio mineralinės medžiagos yra išnešamos kartu su dūmais, taip padidindamos kietųjų dalelių koncentraciją.

Sieringo skysto kuro deginimo atveju, kondensacinis ekonomaizeris taip pat galėtų būti efektyvi dūmų valymo nuo kietųjų dalelių priemonė, tačiau mažiau efektyvi, negu medienos kuro deginimo atveju. Taip yra todėl, kad skysto kuro dūmuose kietosios dalelės yra mažesnės, negu deginant medieną ir jų sugaudymo laipsnis bus mažesnis. Be to, atsiranda papildoma problema - cirkuliuojančiame vandenyje tirpsta sieros junginiai, sudarydami koroziją sukeliančias rūgštis. Šias rūgštis galima neutralizuoti šarminio tirpalo įvedimu, tačiau rezultate susidaro druskos, kurias reikia pašalinti iš sistemos. Dėl to kondensacinis ekonomaizeris tampa žymiai sudėtingesnis ir brangesnis. Iš esmės, sieringo kuro atveju, kondensacinis ekonomaizeris tampa dūmų nusierinimo įrenginiu, su visu pagalbinių įrenginių ūkiu, todėl kondensaciniai ekonomaizeriai tik antrinės šilumos utilizavimui ir kietųjų dalelių gaudymui nenaudojami.

6.3 Kietųjų dalelių mažinimo metodų taikymo ekonominis įvertinimas

Šiuo metu rezervinis kuras yra M100 mazutas, kuriame pelenų kiekis pagal gaminio standartą GOST 10585-76 yra leistinas iki 0,14% kuro masės, tačiau mechaninių priemaišų dalis sudaro iki 1 % pagal GOST 10585-99. Deginant M100 mazutą, susidarantių kietųjų dalelių koncentracija teoriškai gali siekti apie 900 mg/m³, tačiau didelė dalis kietųjų dalelių nusėda ant katilo paviršių ir tik dalis išmetama su dūmų srautu. Nuo 2008m. sausio 1d. normatyvai kietosioms dalelėms sumažėja dvigubai – vietoj 100 mg/m³, įsigalioja reikalavimas 50 mg/m³.

Todėl, atsižvelgiant į griežtinamus aplinkosaugos reikalavimus, taikomus dideliems kurą deginantiems įrenginiams ir skysto kuro kokybei, įmonėse turi būti planuojama valymo įrenginių statyba. Įmonė turi rinktis vieną iš šių galimybių: deginti gamtines dujas ir mažai sieringą skystą kurą arba pastatyti dūmų valymo įrenginius, kad būtų galima deginti ir sieringą skystą kurą. Perėjimas tik prie gamtinių dujų yra nepriimtinas dėl kelių priežasčių: nelieta rezervinio kuro, kuris yra įmonei privalomas, siekiant užtikrinti energijos tiekimo patikimumą. Mažai sieringo kuro gamyba Lietuvoje kol kas nenumatoma. Importuoto mažai sieringo mazuto kaina yra didesnė už gamtinių dujų kainą, todėl jis negali būti atsvara dujų brangimui.

Kietųjų dalelių koncentracijai keliami reikalavimai yra susiję su SO₂ taršos mažinimo priemonėmis. Dulkių šalinimo įranga turi būti sumontuota kartu su dūmų valymo nuo sieros įrengimais, taigi valant dūmus nuo SO₂, kartu būtų išspręstas ir kietųjų dalelių sugaudymo problema.

Jėgainėse populiariausia ir efektyviausia kietųjų dalelių sugaudymo priemonė yra elektrostatiniai filtrai, kurie gali dirbti tiek sausomis, tiek šlapiomis sąlygomis. Išlaidos elektrostatiniam filtrui įrengti svyruoja tarp 45-200 Lt/kWh pagamintos šilumos. Ši skaičius neapima surinktų pelenų transportavimo ir saugojimo kaštų, kurie peleningam kurui yra pakankamai dideli.

7. Rekomendacijos šilumos tiekimo įmonėms

7.1 Mazuto, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, naudojimo galimybės kaupiant rezervinio kuro atsargas

Nuo 2008m. sausio 1d. įsigalioja nauji degimo produktuose esančių teršalų koncentracijų reikalavimai dideliems kurą deginantiems įrenginiams (DKDĮ) – katilinėms, kurių suminė galia 50 MW ir didesnė. Šie reikalavimai faktiškai neleidžia naudoti sieringo mazuto (sieros kiekis virš 1 %) be dūmų nusierinimo įrengimų. Išimtį sudaro Vilniaus TE-3, Kauno TE ir Mažeikių TE, kurių SO₂ išmetimai ribojami 1700 mg/m³ ir reglamentuojamas metinis teršalų kiekis. Reikalavimai DKDĮ priskirtoms katilinėms taip pat priklauso nuo katilinių galios – kuo didesnės galios katilinė, tuo griežtesni reikalavimai. Reikalavimų SO₂ koncentracijai griežtėjimo pakopos:

**nuo 50 MW iki 300 MW,
nuo 300 MW iki 500 MW** (laipsniškas griežtėjimas SO₂ koncentracijai),
virš 500 MW.

Įrenginiuose iki 50 MW (nepriskiriamiems DKDĮ) nuo 2004 m. gegužės 1 d. toliau galioja reikalavimas, kad degimo produktuose SO₂ koncentracija neviršytų 1700 mg/m³. Faktiškai tai reiškia galimybę deginti sieringą mazutą tik kartu su švariu kuru (pvz. dujomis), kad degimo produktų mišinyje nebūtų viršijama 1700 mg/m³ reikšmė (perskaičius į normatyvinį oro

perteklių). Taigi, bus galima naudoti daugiau kaip 1 proc. sieros turintį mazutą, bet tik išlaikant leistiną SO₂ koncentraciją.

Visiems kitiems DKDĮ situacija darosi sudėtingesnė ne tik dėl naujų teršalų normų, bet ir dėl kito norminio dokumento „Lietuvos Respublikoje vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skystojo kuro privalomieji kokybės rodikliai“ (2006 08 31 LR Aplinkos, Ūkio ir Susisiekimo ministrų įsakymas D1-399/4-336/3-340) 7.2.p. nuostatos „esamuose kurą deginančiuose įrenginiuose, kuriuose išmetamo sieros dioksido ribinė vertė lygi 1700 mg/m³ arba mažesnė, esant 3% deguonies koncentracijai išmetamose dujose pagal tūrį esant sausam būviui. Nuo 2008 m. sausio 1 d. šiuose įrenginiuose sieros dioksido ribinė vertė turės būti lygi naujų įrenginių išmetamų teršalų ribinėms vertėms arba mažesnė“.

Energetikos įmonėse yra sukauptos didelės sieringo mazuto atsargos, kurias pakeisti mažai sieringu kuru iki 2008m. sausio 1d. būtų labai didelės išlaidos (apie 160 milijonų litų). Todėl šios studijos vykdymo metu buvo ieškoma išeičių, kaip pereiti prie mažai sieringo kuro su mažiausiais piniginiiais nuostoliais.

Pasiūlyta keletas sprendimų:

1 – dalį katilinių išvesti už DKDĮ reikalavimų taikymo ribų

Dalies katilinių katilų suminė galia yra gerokai didesnė už faktiškai panaudojamą galią. Su eile institucijų (Ūkio ministerija, Valstybinė energetikos inspekcija, Aplinkos ministerija, Aplinkos apsaugos agentūra) buvo derinama tvarka, kuria siekiama sudaryti teisinę galimybę dalį katilinių išvesti iš DKDĮ sąrašo, nustatant **faktiškai naudojamą nominalią kurą deginančio įrenginio (katilinės) galią**.

Numatyta tokia veiksmų seka:

- Valstybinė energetikos inspekcija parengė faktiškai naudojamos nominalios kurą deginančio įrenginio (katilinės) galios nustatymo tvarką (VEI Viršininko 2007-11 -09 įsakymas Nr.99, „Dėl kurą deginančio įrenginio (katilinės) naudojamos nominalios šiluminės galios nustatymo“);
- įmonės surenka duomenis apie trijų paskutinių trijų metų faktiškai naudojamą katilinės galią. Įsakymo 2 priedo lentelėje nurodo maksimalią paros galią mėnesio bėgyje. Įmonės įvertina reikalingą galios rezervą, esant žemesnei lauko temperatūrai, negu kad buvo maksimalaus poreikio metu. Įvertina galio didėjimą ateityje, dėl papildomų vartotojų prijungimo ar kitų priežasčių.
- įmonės kreipiasi į Valstybinę energetikos inspekciją, kad ši, remdamasi energetikos įmonės duomenimis apie paskutinių trijų metų laikotarpiu pagamintą didžiausią šilumos kiekį ir įvertinant įmonės pageidaujamą turėti galios rezervą, išduotų pažymą apie faktiškai naudojamą nominalią kurą deginančio įrenginio (katilinės) galią.
- Su pažyma apie faktiškai naudojamą nominalią kurą deginančio įrenginio (katilinės) galią, įmonės kreiptųsi į RAAD (regioninį aplinkos apsaugos departamentą), dėl kurą deginančio įrenginio (katilinės) statuso pakeitimo .

Reikia pažymėti, kad, jeigu ateityje katilinės galia viršytų 50 MW, tai sukeltų aplinkosauginių reikalavimų sugriežtinimą – įvedamai papildomai galiai gali būti taikomi griežtesni reikalavimai – kaip naujiems įrenginiams.

Įsakymu Nr.99 „Dėl kurą deginančio įrenginio (katilinės) naudojamos nominalios šiluminės galios nustatymo“ taip pat galima būtų pasinaudoti ir nustatant rezervinio kuro reikalingumą katilinėms virš 5 MW galios.

2 - sumažinti kitų katilinių (viršijančių 50 MW) galią.

Kitos katilinės, kurios išlieka DKDĮ reikalavimų zonoje (virš 50 MW), yra suinteresuotos sumažinti savo **faktiškai naudojamą nominalią kurą deginančio įrenginio (katilinės) galią**, kad patekti į mažesnių DKDĮ kategoriją, pvz. geriau būti kategorijoje mažiau 300 MW negu virš 300 MW, nes didesniems įrenginiams SO₂ reikalavimai dar labiau griežtėja.

3 - įgyvendinti Direktyvos 2001/80/EB nuostatas, leidžiančias ypatingomis situacijomis naudoti sieringą rezervinį kurą.

Ieškoma sprendimų, kuriais būtų leidžiama šilumos tiekimo įmonėms pasinaudoti ekstremalių situacijų aplinkybėmis – nutraukus ar apribojus dujų tiekimą, deginti rezervinį kurą. Tai atitiktų Europos Parlamento ir Tarybos 2001 m. spalio 23 d. Direktyvą 2001/80/EB „Dėl tam tikrų teršalų, išmetamų į orą iš didelių kurą deginančių įrenginių, kiekio apribojimo“, kurios 7 straipsnio 2 ir punkte numatyta:

„2. Kompetentinga institucija gali daugiausiai šešioms mėnesiams atleisti nuo įsipareigojimo laikytis sieros dioksidui 4 straipsnyje nustatytų išmetamų teršalų ribinių verčių bet kokiam įrenginiui, kuriame tuo tikslu paprastai naudojamas mažai sieros turintis kuras tais atvejais, kai operatorius negali laikytis šių ribinių verčių dėl mažai sieros turinčio kuro tiekimo pertrūkių, kurie būna dėl jo didelio trūkumo. Apie šiuos atvejus Komisijai pranešama nedelsiant.

3. Kompetentinga institucija gali leisti nesilaikyti 4 straipsnyje nustatytų išmetamų teršalų ribinių verčių tais atvejais, kai įrenginys, kuriame paprastai naudojamas tik dujinis kuras ir kuriame kitokiu atveju reikėtų įmontuoti išmetamųjų dujų valymo įrenginį, turėtų išimtiniais atvejais, bet ne daugiau kaip 10 dienų, išskyrus tuos atvejus, kai labai svarbu išlaikyti energijos tiekimą, pradėti vartoti kitas kuro rūšis dėl staigiai nutraukto **ar apriboto** dujų tiekimo. Kompetentingai institucijai nedelsiant pranešama apie kiekvieną tokį ypatingą atvejį. Valstybės narės nedelsdamos praneša Komisijai apie šioje dalyje nurodytus atvejus.“

Šiuo metu galiojančioje Direktyvos versijoje - Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 712 patvirtintame dokumente „IŠMETAMŲ TERŠALŲ IŠ DIDELIŲ KURĄ DEGINANČIŲ ĮRENGINIŲ NORMOS“ tokios nuostatos nėra ir įmonės gali būti baudžiamos už taršos rodiklių viršijimą sieringo rezervinio kuro panaudojimo atvejais.

Šio sprendimo įgyvendinimo pasekmėje būtų papildytas minėtas Aplinkos ministro įsakymas Nr. 712, legalizuojant sieringo rezervinio kuro naudojimą ekstremalių situacijų aplinkybėmis. Priėmus šiuos papildymus, energijos gamybos įmonės galėtų ir turėtų atitinkamai papildyti neapibrėžties sąlygas (24 lentelė) TIPK leidimui gauti [14].

Šių pakeitimų tikslais Ūkio ministerija kreipėsi į Aplinkos ministeriją ir pasiūlymams jau suteikta eiga.

7.2 Šilumos tiekimo įmonėse sukauptų mazuto atsargų optimalus suvartojimas

Studijos vykdymo metu, išanalizavus situaciją su sukaupto kuro atsargomis, atsižvelgiant į veikiančius bei siekiamus pakeisti ar papildyti teisinius aktus, parengtos rekomendacijos optimaliam sukauptų sieringo kuro atsargų naudojimui. Šių pasiūlymų tikslas – kaip sumažinti

sieringo rezervinio kuro - mazuto atsargas, jas palaipsniui pakeičiant mažai sieringo kuro atsargomis.

Siūlomas optimalus sprendimas – sieringo kuro problemą spręsti palaipsniui, derinant kelis veiksmų variantus:

- a) įmonės sieringo kuro atsargas perkelia į kitas įmonės katilines, kurios neįtrauktos į DKDI sąrašą;
- b) įmonės perduoda sieringo kuro atsargas kitai įmonei (pvz. turinčioms DKDI išimtį įmonėms, Lietuvos elektrinei, arba ne energetikos įmonei);
- c) įmonės iki 2008m. sausio 1d. sumažina sieringo rezervinio kuro atsargas sudegindamos jas artėjančio šildymo sezono metu;
- d) dalinai sumažinus sieringo kuro atsargas, jos papildomos mažai sieringu kuru taip, kad po sumaišymo rezervinis kuras atitiktų sieros kiekio reikalavimus (iki 1 %);
- e) įmonės gali pasilikti dalį sieringo rezervinio kuro, kurią galėtų panaudoti ekstremalių situacijų atvejais.

Kiekviena įmonė gali pasirinkti jai priimtinausią variantą arba derinti kelis variantus, kad sieringo kuro problemos sprendime patirtų mažiausią finansinį nuostolį.

Kad įmonės galėtų tvarkyti savo sieringo kuro atsargas, buvo pateiktas pasiūlymas patikslinti „**Energijos išteklių rezervinio kuro atsargų sudarymo, tvarkymo ir naudojimo taisyklės**“. Šis pasiūlymas apsvaistytas Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijoje ir pateikta ši pasiūlymo versija (siūlomi Taisyklių papildymai pridedami paryškintu šriftu):

1. Taisyklių 1 punktą išdėstyti taip:

„1. Energijos išteklių rezervinio kuro atsargų sudarymo, tvarkymo ir naudojimo taisyklės (toliau – Taisyklės) reglamentuoja energetikos įmonių, turinčių daugiau kaip 5 MW galios (pagal faktiškai naudojamą įrenginio (katilinės) galią) šilumos ar elektros energijos gamybos objektų ir gaminančių parduoti skirtą šilumos ar elektros energiją bei privalančių turėti ne mažesnes kaip vieno mėnesio energijos išteklių rezervines atsargas (toliau vadinama – privalomos rezervinio kuro atsargas), sudarymo, tvarkymo ir naudojimo tvarką.“

2. Rezervinio kuro atsargas, kurios neatitinka LR vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skysto kuro privalomųjų kokybės rodiklių (Žin., 2006, Nr. 95-3739) nustatytų reikalavimų, įmonė naudoja „Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės“ leidime numatytais atvejais, todėl Taisyklių 20 punktą siūlome papildyti:

„20. Sprendimą panaudoti rezervinio kuro atsargas priima įmonės administracija: įmonės vadovas išleidžia įsakymą, kuriame nurodoma šiose Taisyklėse išvardytų privalomų rezervinio kuro atsargų panaudojimo būtinumo priežastys. Apie priimtą sprendimą tą pačią ar pirmą darbo dieną po šventinių ar išėjinių dienų įmonės administracija informuoja savivaldybę, Valstybinę energetikos inspekciją prie Lietuvos Respublikos ūkio ministerijos (toliau – Valstybinė energetikos inspekcija).

„Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės“ leidime numatytais atvejais įmonė gali naudoti rezervinį kurą, kuris neatitinka Lietuvos Respublikoje vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skysto kuro privalomųjų kokybės rodiklių (LR Aplinkos ministro, Ūkio ministro, Susisiekimo ministro įsakymas Nr. D1-399/4-336/3-340 (Žin., 2006, Nr. 95-3739)) nustatytų reikalavimų. Tokiais atvejais apie priimtą sprendimą įmonė papildomai informuoja regioninę aplinkos apsaugos agentūrą tą pačią ar pirmą darbo dieną po šventinių ar išėjinių dienų.“

3. Taisykles papildyti naujais 22.1, 22.2 ir 22,3 punktais formuluojant taip:

„22.1. Privalomos rezervinio kuro atsargos atkuriamos papildant kuru, kuris atitinka Lietuvos Respublikoje vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skysto kuro privalomųjų kokybės rodiklių (LR Aplinkos ministro, Ūkio ministro, Susisiekimo ministro įsakymas Nr. D1-399/4-336/3-340 (Žin., 2006, Nr. 95-3739)) nustatytus reikalavimus.

22.2. Atstatant privalomas rezervinio kuro atsargas, draudžiama jį maišyti su likusiu rezervinio kuro kiekiu, jeigu jis neatitinka Lietuvos Respublikoje vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skysto kuro privalomųjų kuro kokybės rodiklių (LR Aplinkos ministro, Ūkio ministro, Susisiekimo ministro įsakymas Nr. D1-399/4-336/3-340 (Žin., 2006, Nr. 95-3739)) reikalavimų. Kurą, kuriame sieros kiekis neatitinka nustatytų sieros kiekio reikalavimų, leidžiama maišyti su reikalavimus atitinkančiu kuru tik tada, kada po jų sumaišymo mišinys atitinka privalomuosius kokybės rodiklius sieros kiekiui.

22.3. Rezervinio kuro, atitinkančio Lietuvos Respublikoje vartojamų naftos produktų, biodegalų ir skysto kuro privalomuosius kokybės rodiklių (LR Aplinkos ministro, Ūkio ministro, Susisiekimo ministro įsakymas Nr. D1-399/4-336/3-340 (Žin., 2006, Nr. 95-3739)) nustatytus reikalavimus, atsargų laikymo vieta gali būti ir ne įmonės teritorijoje.“

Šių taisyklių pakeitimo pasiūlymai svarstomi. Gali būti, kad taisyklės nebus keičiamos, tačiau problema būtų išspręsta, jeigu Ūkio ministerija išleistų paaiškinamąjį raštą, kuriame būtų išdėstytos tokios pat nuostatos, kaip mūsų parengtame siūlyme.

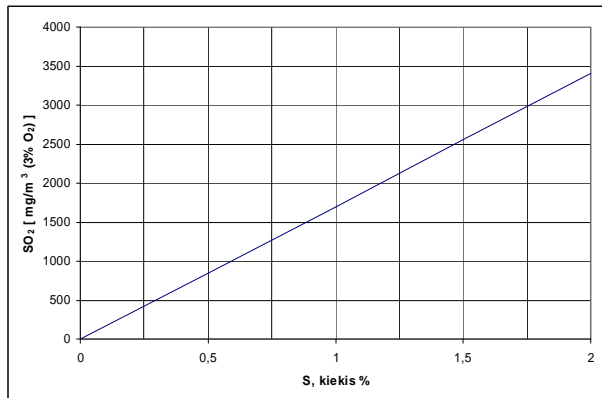
Apibendrinant pasiūlytus sprendimus, pereinamuoju laikotarpiu (gali trukti keletą metų) įmonėse galėtų būti laikomas 2 rūšių rezervinis kuras:

- sieringas, kuris būtų naudojamas katilinėse iki 50 MW galios, išlaikant SO₂ koncentraciją iki 1700 mg/m³;
- sieringas, kuris gali būti naudojamas DKDĮ (50 MW ir daugiau) iki 2008 01 01, išlaikant SO₂ koncentraciją iki 1700 mg/m³; po šios datos – nuo tada, kada bus teisiškai įgyvendintos Direktyvos 2001/80/EB nuostatos ir šių nuostatų numatytais atvejais;
- mažai sieringas, kuris galėtų būti naudojamas bet kuriuo atveju, kada įmonė laikys reikalinga, pvz. šilumos poreikių maksimumo metu.

Galimybės pakeisti mazutą, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, mažo sieringumo kuru (įvertinant mazuto sieringumą priklausomai nuo SO₂ normų, galimybę įsigyti mažai sieringą mazutą, kuro maišymo galimybę)

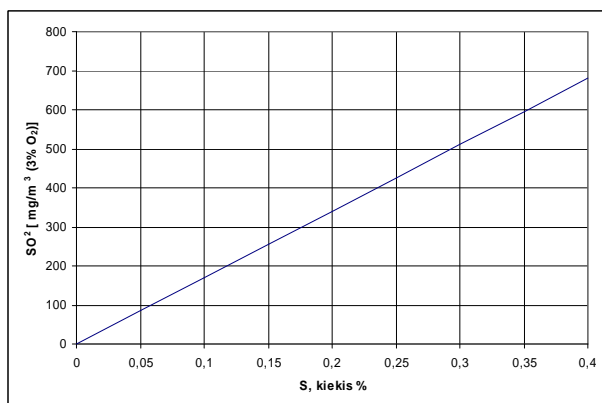
Mazutas, kurio sudėtyje yra daugiau kaip 1 proc. sieros, turi būti pakeičiamas mažai sieringu kuru. Dideliems kurą deginantiems įrenginiams nustatytos SO₂ koncentracijos dūmuose normos priklauso nuo DKDĮ dydžio.

Įrenginiams iki 300 MW galios, SO₂ koncentracijos norma yra 1700 mg/m³, kuri tenkinama deginant kurą, kurio sudėtyje yra iki 1 proc. sieros (1 pav.).



1 pav. SO₂ koncentracijos degimo produktuose priklausomybė nuo deginamo kuro sieringumo. Pateiktos SO₂ reikšmės yra perskaičiuotos į normatyvinį oro perteklių (prie deguonies koncentracijos 3 %), sausų dūmų atžvilgiu.

Tačiau DKDĮ, kurių galia didesnė kaip 300 MW, 1 proc. sieros turintis kuras neišsprendžia SO₂ problemos, nes galioja griežtesni reikalavimai – tiesiškai mažėjanti leidžiama SO₂ koncentracija nuo 1700 mg/m³ prie 300 MW iki 400 mg/m³, o nuo 500 MW ir daugiau. Kad patenkinti šį reikalavimą, pvz. 500 MW ir didesnės galios DKDĮ turėtų deginti kurą, kuriame sieros kiekis neviršytų 0,23 proc. (2 pav.).



2 pav. Mažai sieringo kuro grafikas. SO₂ koncentracijos degimo produktuose priklausomybė nuo deginamo kuro sieringumo. Pateiktos SO₂ reikšmės yra perskaičiuotos į normatyvinį oro perteklių (prie deguonies koncentracijos 3 %), sausų dūmų atžvilgiu.

Taigi, kuo didesnės galios DKDĮ, tuo mažiau sieros turintis kuras jame gali būti deginamas. 500 MW galios deginti 0,23 proc. turintį skystą kurą nėra realu dėl didelės tokio kuro kainos. Realiausias sprendimas – dūmų valymo nuo SO₂ įrenginių naudojimas, nes tai leistų deginti pigesnę sieringą kurą – sieringą mazutą.

Kuras, turintis iki 0,5 proc. sieros, gali būti deginamas iki 430 MW galios įrenginiuose be dūmų nusierinimo įrenginių, išlaikant SO₂ koncentracijos normas.

Sieringam mazutui pakeisti mažai sieringu kuru yra kelios galimybės:

1. Sumažinti turimas sieringo kuro atsargas (rekomendacijos išdėstytos 1.6.2) ir įsigyti mažai sieringą kurą (apie mažai sieringą kurą – 1.7 skyr.).

2. Naudoti alternatyvas mažai sieringam kurui (aprašyta skyriuje 1.3.4), tačiau alternatyvaus kuro panaudojimo galimybės yra ribotos.
3. Sumažinus sieringo kuro atsargas, atskiras talpas papildyti mažai sieringu kuru, kad po sumaišymo mišinio sieringumas neviršytų 1 proc. Skyriuje 1.3.3 buvo detaliai išnagrinėta sieringo kuro maišymo su mažai sieringu kuru galimybės.

Galimi atvejai, kada mažo sieringumo kuro primaišymas prie likusio sieringo kuro gali būti mažiau išlaidų reikalaujantis būdas, negu pilnas sieringo kuro pakeitimas mažai sieringu. Tai priklausys nuo sieringo kuro atsargų pardavimo kitiems ūkio subjektams kainos.

Palyginimui pateikiamas skaičiavimas:

Išėities duomenys:

- Katilinėje laikomas privalomas mazuto rezervas 1000 t ;
- Rezervinio kuro sieringumas 2,2 proc.;
- Reikalavimas rezervinio kuro sieringumui – 1 proc.;
- Perkamo mažai sieringo kuro sieringumas 0,49 proc.

1 variantas – pilnas sieringo kuro pakeitimas mažai sieringu:

- pardavus sieringo kuro atsargas su 200 Lt/t skirtumu tarp įsigijimo ir pardavimo kainos, gaunamos 200 000 Lt pajamos;
- perkamas mažai sieringas kuras, 1000 t po 1250 Lt/t, išlaidos sudarys 1 250 000 Lt;
- bendras nuostolis bus 1 050 000 Lt, t.y. 1,05 mln. Lt.

2 variantas – dalinis sieringo kuro pakeitimas, ruošiant kuro mišinį:

- parduodama 700 t sieringo mazuto su 200 Lt/t skirtumu tarp įsigijimo ir pardavimo kainos, pajamos bus 140 000 Lt;
- perkama 700 t mažai sieringo mazuto po 1250 Lt/t, išlaidos sudarys 875 000 Lt;
- bendras nuostolis sudarys 735 000 Lt, t.y. 0,735 mln. Lt.

Skirtumas tarp šių variantų sudarys 0,315 mln. Lt, kuro maišymo varianto naudai.

Rezervinį kurą galima sąlyginai skirstyti į dvi rūšis: atitinkantis sieros kiekio reikalavimus (gali būti naudojamas bet kurioje situacijoje) ir neatitinkantis sieros kiekio reikalavimų (gali būti panaudojamas tik ekstremalių situacijų atveju).

Todėl išlaidas mažai sieringam kurui įsigyti galima dar sumažinti tokiu būdu:

- dalį sieringo kuro palikti ekstremaliems atvejams,
- dalį sieringo kuro parduoti ar pergabenti į kitą katilinę, kuri galės tokį kurą kurenti,
- dalį sieringo kuro sumaišyti su mažai sieringu kuru ir turėti atitinkančio reikalavimus kuro atsargas.

3 variantas – dalis sieringo kuro paliekama ekstremalioms situacijoms, dalis parduodama, dalis maišoma:

- paliekamas 200 t sieringo kuro rezervas ekstremalioms situacijoms;
- paliekama 240 t sieringo mazuto maišymui su mažai sieringu kuru;
- parduodama 560 t sieringo mazuto su 200 Lt/t skirtumu tarp įsigijimo ir pardavimo kainos, pajamos bus 112 000 Lt;
- perkama 560 t mažai sieringo mazuto po 1250 Lt/t, išlaidos sudarys 700 000 Lt;
- bendras nuostolis sudarys 588 000 Lt, t.y. 0,558 mln. Lt.

Lyginant 1 variantą su 3 variantu matyti, kad kombinuotas sprendimas leidžia sumažinti išlaidas sieringo kuro pakeitimui 0,462 mln. Lt, lyginant su pilnu viso sieringo kuro pakeitimu.

Kiekvienos įmonės konkrečiu atveju bus gauti skirtingi rezultatai, todėl tikslinga konkrečios įmonės atvejui atlikti palyginamuosius skaičiavimus ir nustatyti optimalų šios problemos sprendimo variantą.

Literatūra

1. World Energy Assessment, IEA, 2000.
2. World Energy Outlook, 2001. IEA, 2002.
3. IAE. World energy statistics. Paris, 1999.
4. „Tolimų tarpvalstybinių oro teršalų pernašų konvencijos protokolas dėl azoto oksidų išmetamų kiekių ar jų tarpvalstybinių pernašų ribojimo techninio priedo“ (2006m. balandžio 27d. Valstybės Žinios Nr. 46-1648).
5. Taršos integruota prevencija ir kontrolė (TIPK). Informacinio dokumento apie geriausiai prieinamus gamybos būdus (GPGB) dideliems kurą deginantiems įrenginiams anotacija. AAA, Aplinkos ministerija, 2005 m. gegužės mėn.
6. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants. EC DG, 2005.
7. R.Šležas. ES GPGB dideliems kurą deginantiems įrenginiams ir jų palyginimas su esama situacija Lietuvos energetikos sektoriuje. LEI, Degimo procesų laboratorija.
8. Europos Sąjungos Parlamento ir Tarybos direktyva 2001/80/EC „Dėl teršalų emisijos į orą iš didelių kurą deginančių įrenginių apribojimo“.
9. „Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normos“ (patvirtintos LR aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr.712).
10. „Kuro ir degalų kokybės aplinkosauginiai rodikliai“ (patvirtinti aplinkos ministro, ūkio ministro ir susisiekimo ministro 2006 m. rugpjūčio 31 d. įsakymu Nr. 399/4-336/3-340).
11. „Energinės išteklių rezervinio kuro atsargų sudarymo, tvarkymo ir naudojimo taisyklės“ (LR ūkio ministro įsakymas 2004m. spalio 22d. Nr.85).
12. „Naftos produktų ir naftos valstybės atsargų sudarymo, tvarkymo, kaupimo ir kontrolės tvarka“ (patvirtinta LR Vyriausybės 2002m. gruodžio 5d. nutarimu Nr.1901).
13. „Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimų, atnaujinimo ir panaikinimo taisyklės“ (LR aplinkos ministro 2005m. birželio 29d. įsakymas Nr.D1-330).
14. „Prašyba TIPK leidimui gauti“ („Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimų, atnaujinimo ir panaikinimo taisyklės“ 4 priedas).
15. Miller J.A., Bowman C.T. Mechanism and Modeling of Nitrogen Chemistry in Combustion //Prog.Energy Combust. Sci. 1989. Vol 5. P. 287-338.
16. Flamme M. Minimierung der Stickstoffoxidbildung bei der Verbrennung von Erdgas mit starker Luftvorwärmung in Hochtemperaturprozessen. Zwischenberichte 03E-6291-A. Gaswärme -Institut Essen. 1985-1987.
17. Marx E. Verfahren zur Emissionsminderung bei der Verbrennung von Erdgas. Gas wärme int.42. 1993. Heft ½. P. 41-46.
18. „Išmetamų teršalų iš didelių kurą deginančių įrenginių normos“ (patvirtintos LR aplinkos ministro 2001 m. rugsėjo 28 d. įsakymu Nr.486).
19. Ataskaita „Pasiūlymai dėl tam tikrų teršalų emisijos į orą mažinimo didelėse įmonėse, įgyvendinant ES tarybos direktyvų 88/609/EEC, 2001/80/EC reikalavimus bei dėl sieros sunkiame kure sumažinimo iki 1 procento įgyvendinant ES tarybos direktyvos 1999/32/EC reikalavimus. LEI, 2002m. balandis.
20. Environment Agency IPPC Regulatory Guidance series , No.5. Interpretation of „Installation“ in the PPC regulations. The pollution Prevention and control regulations 2000 SI.
21. Towards a European strategy for the security of energy supply / Commission of the European Communities // Green Paper. - 2000