6-ДӘРІС

Күкірт оксидтері шығарындыларын азайту және газдарды тазарту

Отынды күкірттен тазарту • Мұнай-газ өңдеу • ЖЭС және АЭС экологиялық қауіпсіздігі

Тиімді газтазарту — ластаушы заттардың түзілуін шектеу, оларды технологиялық ағында бөлу және шығарындыны бақылаудың біртұтас жүйесі.

КІРІСПЕ

Дәрістің мақсаты мен негізгі бағыттары

Мақсат: күкірт оксидтерінің түзілуін, отынды және жану өнімдерін күкірттен тазарту жолдарын, ЖЭС пен АЭС-тағы газтазарту міндеттерін түсіндіру.

01

SO_x шығарындылары

Күкірт қосылыстарының түзілуі және қоршаған ортаға әсері.

02

Мұнай мен газды тазарту

Қышқыл газ, күкіртсутекті бөлу және өңдеу.

03

ЖЭС технологиялары

Отынды алдын ала дайындау және түтін газдарын тазарту.

04

АЭС газтазартуы

Аэрозольдер мен радиоактивті қоспаларды бақылау.

> Негізгі сұрақ: ластаушы затты қай кезеңде азайту тиімді — жануға дейін, жану барысында әлде түтін газдарын тазарту кезінде ме?

SO_2 түзілуі және шығарындыларды азайтудың жолдары

Күкірттің жану кезіндегі тотығуы

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

SO_2 — құрамында күкірті бар отын жанғанда түзілетін негізгі газ тәрізді қосылыс. Атмосферада одан сульфатты аэрозольдер мен қышқыл қосылыстар түзілуі мүмкін.

Үш технологиялық бағыт

1. **1.** Жануға дейін — күкірті аз отынды таңдау және дайындау.
2. **2.** Жану кезінде — сорбент енгізу немесе жану технологиясын бейімдеу.
3. **3.** Жанудан кейін — түтін газдарын SO_2-ден тазарту (FGD).

Маңызды: биік мұржа ластағыштарды кеңірек таратады, бірақ SO_2-нің жалпы шығарылатын массасын азайтпайды.

Мұнай мен қышқыл газды күкірттен тазарту

КҮКІРТТІ ҚОСПАЛАР

Бастапқы шикізат

Мұнай мен газ құрамында H_2S, меркаптандар және органикалық күкірт қосылыстары кездеседі.

ГИДРОТАЗАРТУ

Мұнай өнімдері

Катализатор мен сутегі қатысында органикалық күкірт қосылыстары H_2S-ке айналып, кейін бөлінеді.

ГАЗДЫ ТАЗАРТУ

Қышқыл газ

Амин ерітінділері тәрізді абсорбенттер H_2S пен CO_2-ні газ ағынынан бөліп ала алады.

Күкіртті ағын

Мұнай немесе қышқыл газ

→

Бөлу / өңдеу

Гидротазарту немесе абсорбция

→

H_2S ағыны

Қосымша өңдеуге жіберіледі

→

Күкіртті кәдеге жарату

Қолайлы жағдайда күкірт алу

Мұнай фракцияларын гидротазарту және газды аминмен тазарту — бір-бірінен бөлек технологиялық процестер.

ӨНДІРІСТІК ҚОЛДАНУ

Қышқыл газды қайта айдау және күкіртті бөлу

Дәріс материалында Қарашығанақ кен орнындағы қышқыл газ ағындарын дайындау, өңдеу және қабатқа қайта айдау тәжірибесі мысал ретінде берілген.

01

Сепарация

Өндірілген қоспадан газ бен сұйық көмірсутектер бөлінеді.

→

02

Газды дайындау

Сұйық тамшылар мен қажетсіз қоспалар алынады.

→

03

Бағыт таңдау

Тазарту, қайта өңдеу немесе қабатқа айдау.

Өндірістік міндет

Қысымды сақтау, пайдалы көмірсутектерді өндіруді ұйымдастыру және газ ағындарын тиімді басқару.

Экологиялық міндет

H_2S-тің атмосфераға шығуын шектеу, ағып кету қаупін бақылау және апаттық қорғау жүйелерін қамтамасыз ету.

Қайта айдау экологиялық тұрғыдан бақылаусыз шешім емес: ұңғыма тұтастығы, геологиялық жарамдылық және технологиялық мониторинг қажет.

Күкіртті отындарды алдын ала өңдеу

01

Көмірді байыту

Жуу мен тығыздық бойынша бөлудің көмегімен минералды қоспалардың бір бөлігін, соның ішінде пиритті күкіртті азайту.

02

Отынды іріктеу

Күкірті төмен отынды таңдау немесе әртүрлі отындарды сапа талаптарына сай араластыру.

03

Сұйық отынды тазарту

Мұнай өнімдеріндегі күкіртті каталитикалық гидротазарту арқылы төмендету.

Алдын ала дайындаудың әсері

Жану камерасына түсетін күкірт массасы азайса, ықтимал SO_2 түзілуі де қысқарады.

Шектеуі

Көмірдегі органикалық күкірт қарапайым механикалық байыту арқылы толық шығарылмайды.

Отынды алдын ала өңдеу мен түтін газдарын тазарту — бірін-бірі толықтыратын, бірақ алмастырмайтын шаралар.

Күкірт диоксидін ылғалды әктас әдісімен ұстау

Түтін газы абсорберде әктас суспензиясымен жанасады. SO_2 сіңіріліп, реакция өнімдері кейін өңделеді.

Қазандық

SO_2 бар түтін газы

→

Күл ұстағыш

Қатты бөлшектерді бөлу

→

FGD-абсорбер

$CaCO_3$ суспензиясымен жуу

→

Мұржа

SO_2 мөлшері азайтылған газ

Жалпы химиялық теңдеу

$$CaCO_3 + SO_2 + ½O_2 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O + CO_2$$

Теңдеу әктасты ылғалды тазартудың тотығумен жүретін жалпы нәтижесін көрсетеді.

Технологиялық ерекшеліктері

- Газ бен суспензия арасында масса алмасу жүреді.
- Түзілген гипс бөлініп алынуы мүмкін.
- Су шығыны мен қалдық ағындарын басқару қажет.

Газтазарту әдістері және SO_2 ұстау тиімділігі

Әдістерді салыстыру

Ылғалды FGD: сұйық сорбент, газбен қарқынды жанасу, ағынды суды басқару.

Жартылай құрғақ әдіс: шашыратылған сорбент, кепкен реакция өнімдері сүзгіде ұсталады.

Құрғақ сорбент енгізу: ұнтақ реагент газ арнасына беріледі, қатты өнімдер кейін жиналады.

Әдіс отынға, газ шығынына, тиімділік талабына және пайдалану шығындарына қарай таңдалады.

Есептік мысал

$$\eta = (C_{кір} - C_{шығ}) / C_{кір} \times 100\%$$

Кіріс концентрациясы	**600 мг/м³**
Шығыс концентрациясы	**90 мг/м³**

$$\eta = 85\%$$

SO_2 концентрациясы 510 мг/м³-ке төмендеді.

Шартты мысал; газ көлемі бірдей есептік шартқа келтірілген.

Тазарту тиімділігі мен қалдық SO_2 концентрациясын бірге бағалау қажет: тек пайыздық көрсеткіш экологиялық талаптың орындалуын дәлелдемейді.

АЭС-ТЕГІ ГАЗДАРДЫ ТАЗАРТУ

Атом электр стансаларындағы ауа мен газ ағындарын бақылау

АЭС-та энергия өндіру жану процесіне негізделмейді, сондықтан негізгі газтазарту міндеті ЖЭС-тегі SO_2-ден тазартудан өзгеше.

АЭРОЗОЛЬДЕР

HEPA сүзгілері

Радиоактивті бөлшектер мен аэрозольдерді ұстап қалуға арналған жоғары тиімді сүзгілер.

РАДИОЙОД

Көмірлі сүзгілер

Қажет болған жағдайда радиоактивті йод қосылыстарын сорбциялау үшін қолданылады.

ГАЗДЫҚ ҚОСПАЛАР

Арнайы жүйелер

Инертті радиоактивті газдарға бөлек ұстап тұру немесе баяулату шаралары қажет болуы мүмкін.

Желдету ағыны
Бақыланатын бөлме

→

Алдын ала сүзгі
Ірі бөлшектер

→

HEPA / йод сүзгісі
Тиісті қоспаларды ұстау

→

Мониторинг
Шығарындыны бақылау

Жүйенің нақты конфигурациясы реактор типіне, ықтимал радионуклидтерге және қауіпсіздік талаптарына тәуелді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Негізгі тұжырымдар және бақылау сұрақтары

Негізгі тұжырымдар

- SO_2 көбіне отын құрамындағы күкірттің тотығуынан түзіледі.
- Күкіртті азайту жануға дейін де, жанудан кейін де жүзеге асырылады.
- Мұнай-газ саласында H_2S бөлу, гидротазарту және газ ағындарын басқару маңызды.
- АЭС-та газтазарту радиоактивті аэрозольдер мен газдарды бақылауға бағытталады.

Бақылау сұрақтары

1. SO_2 қандай реакция нәтижесінде түзіледі?
2. Отынды күкіртсіздендірудің негізгі әдістерін атаңыз.
3. Қышқыл газды қайта айдаудың мақсаты қандай?
4. Әктасты ылғалды газтазарту қалай жұмыс істейді?
5. АЭС пен ЖЭС газтазарту жүйелерінің айырмашылығын түсіндіріңіз.

Негіз: «6 – ДӘРІС» оқу материалы. Инженерлік толықтырулар: U.S. EPA — wet limestone flue-gas desulfurization; IAEA — nuclear-plant HVAC/off-gas filtration. https://www.epa.gov/ және https://www.iaea.org/