7-ДӘРІС

Азот және көміртегі оксидтерінің шығарындыларын азайту әдістері

Толық жанбаған өнімдер • Атмосфералық озон • Экологиялық қауіпсіздік

Жану процесін басқару және газдарды тазарту — жылу энергетикасы мен көліктің қоршаған ортаға әсерін азайтудың негізгі тетіктері.

КІРІСПЕ

Дәрістің мақсаты мен негізгі міндеттері

Мақсат: NO_x, CO_2, CO және толық жанбаған органикалық қосылыстардың түзілуін, әсерін және оларды азайтудың технологиялық тәсілдерін түсіндіру.

01

Азот оксидтері

Жану кезіндегі NO_x түзілуінің себептері мен шығарындыларды шектеу.

02

Көміртегі оксидтері

CO мен CO_2 арасындағы айырма және оларды басқару.

03

Толық жанбау

Көмірсутектер, альдегидтер және канцерогенді қосылыстар.

04

Атмосфералық әсер

Озон, қышқыл жаңбыр, фотохимиялық смог және климат.

Инженерлік сұрақ: жануды толық жүргізіп, бір мезгілде NO_x пен CO мөлшерін қалай азайтуға болады?

NO_x шығарындыларының түзілу механизмдері

ТЕРМИЯЛЫҚ NO_x

Жоғары температура

Жану аймағында атмосфералық азот пен оттегінің реакциялары күшейеді. Температура NO түзілуіне айтарлықтай әсер етеді.

ОТЫНДЫҚ NO_x

Отындағы азот

Көмір мен кейбір сұйық отындардағы азот қосылыстары жану барысында NO_x прекурсорларына айналуы мүмкін.

ТЕЗ ТҮЗІЛЕТІН NO_x

Жалын аймағындағы реакциялар

Көмірсутекті жалында азот пен көмірсутек радикалдарының жылдам реакцияларынан түзілуі мүмкін.

Қарапайым химиялық сұлба

$$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

Экологиялық маңызы

- NO_2 тыныс алу жүйесіне әсер етеді.
- NO_x фотохимиялық озон мен қышқыл қосылыстар түзілуіне қатысады.

Көрсетілген теңдеулер — үдерістің қарапайым түсіндірмесі; нақты жану механизмдері көп сатылы.

Азот оксидтерін азайтудың технологиялық тәсілдері

NO_x-ті азайту жану камерасында түзілуді шектеу және түзілген газды кейін тазарту арқылы жүргізіледі.

Жану процесі кезінде

Төмен NO_x жанарғылары: отын мен ауаның берілуін басқарады.

Сатылы жану: оттегі мен температураның жергілікті деңгейін реттейді.

Түтін газын рециркуляциялау: жалын температурасын төмендетуге мүмкіндік береді.

Жанудан кейін

SNCR: тиісті температура аймағына реагент беріп, NO_x-ті тотықсыздандыру.

SCR: катализатор қатысында NO_x-ті негізінен N_2 мен H_2O-ға түрлендіру.

Мониторинг: NO_x, O_2, CO және жану режимін бірге бақылау.

NO_x-ті азайту үшін жану температурасын шектегенде CO мен жанбаған көмірсутектердің көбею қаупін де ескеру қажет.

CO және CO_2: түзілуі мен экологиялық айырмашылығы

ТОЛЫҚ ЖАНУ

Көмірқышқыл газы — CO_2

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Көміртекті отын толық тотыққанда түзіледі. CO_2 парниктік газ ретінде климаттың өзгеруіне ықпал етеді.

Азайту жолы: отын үнемдеу, ПӘК-ті арттыру, төмен көміртекті технологиялар.

ТОЛЫҚ ЕМЕС ЖАНУ

Көміртегі монооксиді — CO

$$2CH_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO + 4H_2O$$

Оттегі жеткіліксіз болғанда немесе тотығу аяқталмағанда түзіледі. CO — тыныс алуға қауіпті улы газ.

Азайту жолы: жануға қажетті ауа, араласу, температура және уақытты реттеу.

Ескерту: екі реакция оқу мақсатында жеңілдетілген. CO_2-ні CO-мен шатастырмау керек: олардың экологиялық әсер ету механизмдері әртүрлі.

Көмірсутектер, альдегидтер және канцерогенді қосылыстар

КӨМІРСУТЕКТЕР

Жанбаған HC

Жану аймағынан шыққан отынның бір бөлігі толық тотықпай сақталуы мүмкін. VOC қосылыстары фотохимиялық смогқа қатысады.

АЛЬДЕГИДТЕР

Формальдегид және т.б.

Отынның жартылай тотығуы кезінде пайда болатын аралық өнімдер; кейбірі тыныс жолдарын тітіркендіреді.

КАНЦЕРОГЕНДЕР

Кейбір ПАУ қосылыстары

Полициклді ароматты көмірсутектердің жекелеген түрлері канцерогенді; күйе бөлшектерімен тасымалдануы мүмкін.

Жеткіліксіз араласу

Отын мен O_2 біркелкі жанаспайды.

→

Жалынның суынуы

Тотығу реакциялары баяулайды.

→

Жану уақыты аз

Отын толық тотығып үлгермейді.

→

Қалдық өнімдер

CO, HC, альдегидтер, күйе түзілуі мүмкін.

Шешім: жанарғы мен камера геометриясын жетілдіру, ауа–отын қатынасын және араласуды оңтайландыру, қажет болса тотығу катализаторын қолдану.

Стратосфералық және жерге жақын озонды ажырату

СТРАТОСФЕРА • ШАМАМЕН 15–35 КМ

Қорғаныш озон қабаты

O_3 Күннің зиянды ультракүлгін сәулесінің едәуір бөлігін сіңіреді. Хлор- және бромқұрамды кейбір қосылыстар бұл қабатты жұқартады.

$$O_2 + h\nu \rightarrow 2O$$
$$O + O_2 \rightarrow O_3$$

Монреаль хаттамасы озонды бұзатын заттарды кезең-кезеңімен қысқартуға бағытталған.

ТРОПОСФЕРА • ЖЕРГЕ ЖАҚЫН

Фотохимиялық ластаушы озон

Күн сәулесі әсерінен NO_x пен ұшпа органикалық қосылыстар қатысатын реакциялар нәтижесінде түзіледі; тыныс алу жүйесі мен өсімдіктерге зиян.

$$NO_x + VOC + \text{күн сәулесі} \rightarrow \text{фотохимиялық } O_3$$

Оны азайту үшін NO_x және VOC шығарындыларын жүйелі басқару қажет.

Дәріс мәтініндегі озон қабатының 122–124 км биіктікте орналасуы туралы дерек ғылыми тұрғыдан дәл емес; негізгі озон қабаты 15–35 км шамасында шоғырланады.

Парниктік әсер, фотохимиялық смог және қышқыл жаңбыр

КЛИМАТ

Парниктік әсер

CO_2, CH_4, N_2O және басқа парниктік газдар Жерден тарайтын инфрақызыл сәулені сіңіріп, жылу балансын өзгертеді.

Негізгі шара: парниктік газдардың эмиссиясын қысқарту.

АУА САПАСЫ

Фотохимиялық смог

NO_x, VOC және күн сәулесі қатысуымен жерге жақын озон және басқа тотықтырғыштар түзіледі.

Негізгі шара: NO_x пен VOC көздерін бақылау.

ҚЫШҚЫЛ ШӨГУ

Қышқыл жаңбыр

SO_2 және NO_x атмосферада күкірт және азот қышқылдарына түрленіп, топырақ пен су экожүйелеріне әсер етуі мүмкін.

Негізгі шара: SO_2 және NO_x шығарындыларын азайту.

Ластаушы заттардың көздері

ЖЭС, өнеркәсіп, автокөлік, тұрмыстық отын жағу және кейбір табиғи процестер.

Бақылау тәсілдері

Мемлекеттік мониторинг, өндірістік өлшеулер, экологиялық нормалау және шығарындыларды азайту.

CO_2 — парниктік газ, ал улы CO — толық емес жанудың көрсеткіші; NO_x негізінен жергілікті ауа сапасына әсер етеді, N_2O — бөлек парниктік газ.

ЖЭС-та NO_x пен CO шығарындыларын бақылау мысалы

Қолданылатын шаралар

1. Төмен NO_x жанарғысы және сатылы ауа беру.

2. Қажетті жағдайда SCR/SNCR жүйесін қосу.

3. Шығыс NO_x, CO, O_2 және температураны үздіксіз бақылау.

Шектеу: NO_x-ті азайтқанда CO-ның өсуіне жол бермейтін жану режимін таңдау қажет.

NO_x тазарту тиімділігі (шартты мысал)

$$\eta = (C_{баст} - C_{соң}) / C_{баст} \times 100\%$$

Бастапқы концентрация	**450 мг/м³**
Соңғы концентрация	**135 мг/м³**

η = 70%

NO_x концентрациясы 315 мг/м³-ке төмендеді.

Есеп тек бірдей газ көлеміне және бірдей стандартты жағдайларға келтірілген концентрациялар үшін берілген.

Техникалық тиімділік пен экологиялық сәйкестікті бағалағанда тазарту пайызына қоса соңғы концентрация мен нормативтік талап та тексеріледі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Негізгі тұжырымдар және бақылау сұрақтары

Негізгі тұжырымдар

- NO_x жану температурасына, отын құрамына және жану режиміне тәуелді.
- CO және толық жанбаған органикалық заттар жанудың аяқталмауын көрсетеді.
- CO_2 — парниктік газ, ал жерге жақын O_3 — фотохимиялық ластаушы.
- Жану режимін реттеу мен газтазарту кешенді түрде қолданылады.

Бақылау сұрақтары

1. Жану кезінде NO_x қандай механизмдермен түзіледі?
2. Төмен NO_x жанарғылары мен SCR жүйесінің айырмасы неде?
3. CO, CO_2 және жанбаған көмірсутектер нені көрсетеді?
4. Жерге жақын және стратосфералық озонның айырмасын түсіндіріңіз.
5. ЖЭС-те NO_x пен CO-ны бірге бақылау не үшін қажет?

Негіз: «7 – ДӘРІС» оқу материалы. Ғылыми нақтылаулар: NASA (stratospheric/surface ozone), U.S. EPA (NO_x, CO және жану шығарындылары): science.nasa.gov; epa.gov. Ескірген сандық бағалаулар жаңартылған факт ретінде берілмеді.