

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ЯК ЗАСОБУ ПРИГНІЧЕННЯ УТВОРЕННЯ ОКСИДІВ АЗОТУ ПРИ СПАЛЕННІ ГАЗОВОГО ПАЛИВА

Голенищева О.О. (ЕКМ - 07)*
Національна металургійна академія України

Оксиди азоту займають провідне місце серед забруднювачів повітряного басейну пірогенного походження. У середньому від переробки руди до випуску готового прокату у розрахунку на 1 т продукції утворюється біля 90 кг оксидів азоту. Їх валовий викид складає від 6 до 8 % від загальної кількості всіх шкідливих речовин, поступаючись лише викиду пилу, оксидів вуглецю та сірки. Однак ГДК їх майже у 6 разів нижчий, ніж у оксидів сірки та пилу, і у 35 разів нижче, ніж у оксиду вуглецю. Тому оксиди азоту не поступаються, а інколи і перевищують за своєю негативною дією означені три групи забруднювачів.

Накопичення їх в атмосфері призводить до випадіння кислотних дощів і це згубно діє на флору і фауну. Вони спричиняють подразнюючу та опікову дію на організм. Посилюється корозія конструкцій, руйнування пам'яток історії та архітектури. Занесення їх в стратосферу з восхідними потоками повітря є однією з причин руйнації озонового шару.

За активної участі оксидів азоту у фотохімічних реакціях утворюються високотоксичні сполуки – фотооксиданти, які визначаються високою реакційною здатністю і вкрай небезпечні для людини. Слід також враховувати ефект сумачії: при сумісній присутності в повітрі названих забруднювачів токсичність суміші зростає більш ніж на порядок в порівнянні з токсичністю окремих речовин.

Потужним джерелом емісії оксидів азоту є енергетичні та технологічні агрегати, що споживають органічне паливо. На них припадає більше 95 % від їх загальної кількості. Основну частку серед них (біля 80%) складають повітряні “термічні” оксиди азоту, що утворюються при температурах більше 1500⁰С з молекулярного азоту повітря. Тому саме вони були об’єктом досліджень.

Одним з найбільш ефективних і поширених з методів гальмування процесу утворення оксидів азоту є рециркуляція продуктів згорання. Вона дозволяє понизити швидкість реакції за рахунок зниження температури і концентрації реагуючих речовин в зоні горіння.

Для виконання досліджень розроблена та реалізована у Excel 2003 розрахункова модель, що враховує склад газу, коефіцієнт витрати повітря, ступінь збагачення його киснем, температуру газу та повітря, кратність рециркуляції та температуру рециркуляту, тепловтрати з зони горіння.

*Керівник – к.т.н., доцент кафедри інженерної екології та охорони праці Іванов І.І.

Рівновагий вміст оксиду азота у димових газах визначається за формулою Зельдовича та Франк- Каменецького. Оцінка вмісту кисню і азоту, а також температури у зоні реакції виконується шляхом розрахунку процесу горіння. Середні об'ємні ізобарні теплоємності газових компонентів визначаються за залежностями, отриманими шляхом лінійної апроксимації відомих експериментальних даних.

На рисунку у якості прикладу представлені залежності вмісту оксиду азота [NO] у продуктах згоряння природного газу від кратності рециркуляції R (а) та температури рециркулянта t_p (б).

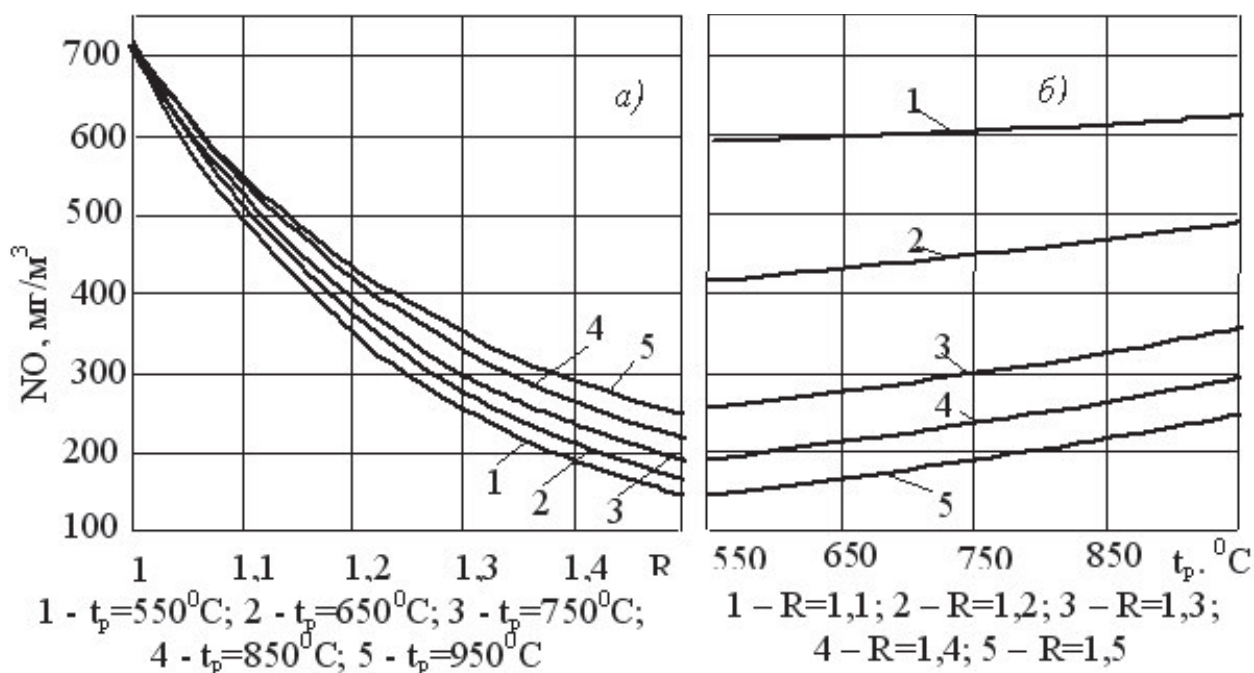


Рисунок - Вплив кратності рециркуляції R (а) та температури рециркулянта t_p (б) на вміст NO у продуктах згоряння природного газу

Аналіз отриманих даних свідчить, що підвищення температури рециркулянта призводить до зростання вмісту оксиду азоту, величина якого залежить від кратності рециркуляції. При кратності $R = 1,05$ з підвищенням температури рециркулянта з 550 до 950°C воно складає 5 – 6%, а при кратності $R=1,5$ – біля 70%.

Зі збільшенням кратності рециркуляції відбувається різке зниження концентрації оксидів азоту в димових газах: при кратності $R = 1,1$ досягається зниження на 20 - 30%; при $R = 1,2$ - на 40 - 50%, а кратність рециркуляції $R = 1,5$ дозволяє знизити емісію оксидів азоту в 3 - 4 рази.

Ці та інші отримані результати не протирічають даним експериментальних і теоретичних досліджень інших авторів, які наведені у науковій літературі, і можуть бути використані на практиці для зниження викидів оксидів азоту з теплових агрегатів.