

УДК 504 : 621.182

Т.Ф.ЖУКОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, О.Л.ПРОЦЕНКО
Український науково-дослідний інститут екологічних проблем, м.Харків

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКИДІВ ОКСИДІВ АЗОТУ В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ ВІД КОТЛОАГРЕГАТІВ ЗАТ «ТЕПЛОЕНЕРГОЦЕНТРАЛЬ-3» м.ХАРКОВА

Проведено дослідження викидів оксидів азоту (NO_x) в атмосферне повітря від котлоагрегатів на ЗАТ «Теплоенергоцентр-3» м.Харкова. Запропоновано заходи щодо зменшення викидів NO_x нижче нормативних показників.

Проведены исследования выбросов оксидов азота (NO_x) в атмосферный воздух от котлоагрегатов на ЗАО «Теплоэнергоцентр-3» г.Харькова. Предложены мероприятия по уменьшению выбросов оксидов азота ниже нормативных показателей.

The study has been undertaken to examine the nitrogen oxide (NO_x) emissions from boiler units operated at the "TeploEnergoCentral-3 Ltd." Combined Heat/Power Generation Plant No. 3 in Kharkiv. Measures have been proposed to reduce NO_x emissions to ensure compliance with existing emission limits.

Ключові слова: викиди, оксиди азоту, атмосферне повітря, паливо, котлоагрегат, теплоенергоцентр, нормативи, заходи.

На даному етапі розвитку людського суспільства найбільші глобальні проблеми сучасності пов'язані з антропогенним забрудненням атмосфери. Серед забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу, особливу небезпеку становлять оксиди азоту (NO_x).

Це зумовлено тим, що концентрація оксидів азоту в атмосфері понад норму викликає появу серйозних екологічних проблем: руйнування озонового шару Землі; «парниковий ефект»; фотохімічний смог; кислотні дощі; для людини – подразнення дихальних шляхів, отруєння, сенсорні, функціональні і патологічні ефекти; для рослин – знебарвлення листя, зів'янення квіток, припинення плодоносіння і росту, мутагенні ефекти. Повітряні маси переносять дані речовини на значні відстані – відбувається трансграничне забруднення навколишнього середовища [1].

Основними стаціонарними джерелами викидів NO_x є підприємства теплоенергетики, хімічної промисловості з виробництва азотної кислоти чи вибухових речовин, металургійні заводи, де використовуються ванни травлення, сталеплавильні цехи, машинобудівні підприємства, а також автотранспорт.

Оксиди азоту техногенного походження утворюються при згоранні палива. Так, при спалюванні вугілля та мазуту на теплових електростанціях (ТЕС) оксиди азоту визначають на 40-60% токсичність продуктів згорання, а при спалюванні природного газу – на 95-98% [2].

Технологічний процес основного виробництва полягає в спаленні природного газу для виробництва тепла та електроенергії. При горінні палива утворюється переважно монооксид азоту – на 93-95%, інше – NO_2 , N_2O . Однак у повітрі значна частина NO перетворюється на діоксид – набагато більш небезпечно сполуку.

При високотемпературному згоранні органічного природного палива відбуваються реакції двох типів: між киснем повітря й азотом, що міститься в паливі (у вугіллі вміст азоту складає в середньому близько 1%, у нафті і газі – 0,2-0,3%), і між киснем повітря й азотом, що також міститься в повітрі.

Для забезпечення безпечного для біоти стану навколишнього середовища у всіх промислово розвинених країнах затверджені вимоги до допустимих концентрацій оксидів азоту у приземному шарі атмосфери. Для кожного промислового підприємства для всіх його джерел забруднення встановлюється гранично допустимий викид (ГДВ) на кожний вигляд забруднюючої речовини.

В Україні нормативи гранично допустимих викидів забруднюючої речовини від установок визначаються як гранична масова концентрація забруднюючої речовини у сухих відхідних газах, приведена до нормальних умов (температура 273 К, тиск 101,3 кПа) та визначеного вмісту кисню (6% у разі спалювання твердого палива, 3% у разі спалювання газоподібного та рідкого палива, 15% у разі спалюванні газоподібного та рідкого палива у газових турбінах). Він вимірюється в міліграмах забруднюючої речовини на кубічний метр відхідних газів ($\text{мг}/\text{м}^3$). Згідно з Наказом Мінприроди України №309 від 27.06.2006 р., норматив гранично допустимого викиду NO_x складає $500 \text{ мг}/\text{м}^3$.

Для оцінки відповідності фактичних викидів забруднюючих речовин до встановлених для них нормативів було проведено експериментальне дослідження вмісту оксидів азоту в газах, що відходять від котлоагрегатів при спалюванні природного газу. Для цього використовували газоаналізатор «TESTO-350» і розрахункові методи визначення концентрації даних оксидів у викидах.

Проаналізувавши отримані дані (таблиця), можна зробити висновок, що для котлоагрегатів К-5 і К-6 (енергетичні однобарабанні котли Манн) фактична концентрація оксидів азоту перевищує встановлені для даних котлоагрегатів технологічні нормативи.

Отже, для досягнення нормативних показників необхідно проведення заходів щодо зниження викидів оксидів азоту. Умовно методи зниження викидів оксидів азоту можна поділити на дві групи:

- методи, засновані на використанні газоочисного обладнання;

- методи технологічного і конструктивного подавлення процесу утворення оксидів азоту в промислових агрегатах.

Порівняльна характеристика фактичної концентрації оксидів азоту до встановлених для даних джерел викидів нормативів ГДВ

Назва джерела викиду забруднюючих речовин в атмосферу	Об'єм, м ³ /с	Концентрація, г/м ³	Масова концентрація, г/с	Норматив, у ГДВ, г/с
К-1 (3-х барабанний ЛМЗ)	48,95	0,182	8,91	9,012
К-2 (3-х барабанний ЛМЗ)	39,95	0,142	5,673	5,832
К-3 (3-х барабанний ЛМЗ)	37,89	0,29	10,988	11,0
К-4 (Однобарабанний Манн)	44,94	0,304	13,661	13,663
К-5 (Однобарабанний Манн)	43,28	0,530	14,282	13,953
К-6 (Однобарабанний Манн)	38,76	0,523	12,523	12,287
К-7 (Однобарабанний Манн)	43,41	0,320	13,891	13,892
К-9 (Однобарабанний БКЗ 100/100)	43,31	0,142	6,15	6,378
ПВК-1 (ПТВМ-100)	59,96	0,092	5,51	5,76
ПВК-2 (ПТВМ-100)	59,66	0,085	5,071	5,325
ПВК-3 (ПТВМ-100)	57,42	0,085	4,88	4,963
ПВК-4 (ПТВМ-100)	57,04	0,093	5,305	5,504
ПВК-5 (ПТВМ-180)	90,72	0,108	9,798	9,952

Існуючі методи очистки газів від оксидів азоту підрозділяються на три групи:

- поглинання оксидів азоту рідкими сорбентами;
- поглинання оксидів азоту твердими сорбентами;
- відновлення оксидів азоту до елементарного азоту на каталізаторі;
- метод селективного некаталітичного відновлення, який розроблено в УкрГНТЦ «Енергосталь», випробувано в промислових умовах за нагрівальними та мартенівськими печами і його можна рекомендувати для знешкодження димових газів ТЕС. Суть методу зводиться до некаталітичного розкладання NO_x в інтервалі температур 900-1100 °С при взаємодії з карбамідом чи аміаком [3].

У світі найбільш поширеними способами зниження викидів оксидів азоту від котлоагрегатів є такі, які відповідають так званому принципу енвіроменталізму. Згідно з цим принципом, раціональнішим є зменшення викидів ще на стадії утворення, а не в процесі очистки відходячих газів, що містять уже утворені забруднюючі речовини.

Для зниження викидів NO_x при спалюванні природного газу на котлоагрегатах було розглянуто такі методи:

- очистка димових газів;

- подавлення утворення оксидів азоту за рахунок удосконалення спалювання палива – шляхом регулювання параметрів температури та коефіцієнту α ;
- установка спеціальних пальників із зниженими викидами азоту;
- рециркуляція частини димових газів у повітрі перед горілкам;
- трьох- і двохступеневе спалювання, при якому вище зони горіння подається частина палива з нестачею повітря для розкладання утворених оксидів азоту, а вище подається додаткова кількість повітря для організації догорання тих продуктів, які не догоріли.

Для зниження викидів оксидів азоту було рекомендовано застосування методу вертикального двохступеневого спалювання природного газу шляхом перерозподілу повітря та палива між двома ярусами існуючих пальників. До нижніх пальників подається збіднена, а до верхніх – збагачена повітрям паливно-повітряна суміш, що дозволяє знизити температуру в основній (нижній) зоні горіння і допалювати горючі речовини у верхній зоні. Для організації даного процесу необхідна реконструкція котлів, що передбачає використання фурм, які розміщені над пальниками та організацію підведення повітря до цих фурм. Реконструкцію планується провести у найближчі півроку.

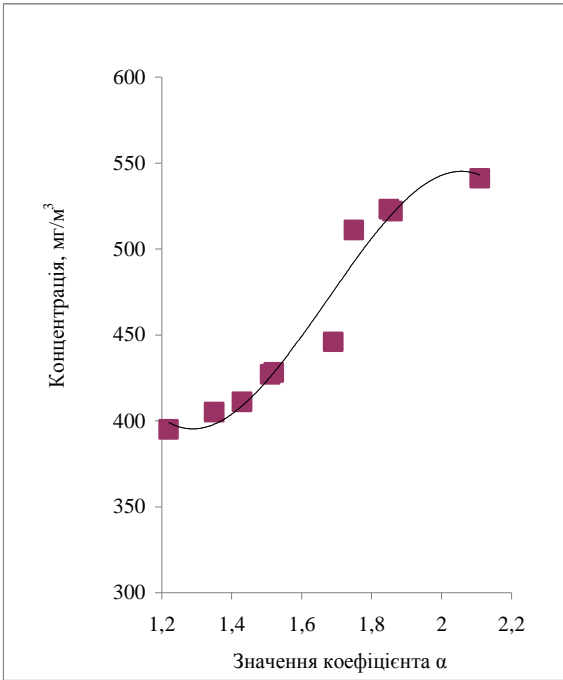
У зв'язку з цим, найоптимальнішим методом зменшення викидів оксидів азоту від котлоагрегатів на даний час є подавлення їх утворення за рахунок удосконалення спалювання палива. Регулювання процесу удосконалення спалювання палива здійснюється шляхом підбору значень коефіцієнту надлишку повітря α , концентрації вільного кисню та температури.

Було проведено експерименти для вибору найбільш оптимальних умов згорання палива на котлоагрегатах №5, 6. Змінюючи значення вказаних вище величин, було досягнуто зменшення викидів оксидів азоту до встановлених технологічних нормативів (рисунок).

При проведенні досліджень було встановлено залежності концентрації NO_x від значення температури газів і коефіцієнта α : викиди NO_x збільшуються при збільшенні температури і при збільшенні коефіцієнта α .

Таким чином, було проведено дослідження викидів NO_x в атмосферне повітря при різних умовах згорання природного газу у котлоагрегатах та проаналізовано їх відповідність до встановлених екологічних нормативів. Визначено, що на процес утворення даних оксидів найбільший вплив здійснює регулювання значень коефіцієнту надлишку повітря α та температури. Встановлено оптимальні значення да-

них параметрів.



Залежність викидів NO_x від значення коефіцієнта α

Виявлено порушення нормативів ГДВ на двох енергетичних котлоагрегатах. Для котлоагрегатів №5 і №6 запропоновано технологічні заходи. Впровадження заходів щодо регулювання процесу спалювання природного газу дозволило досягти нормативних значень концентрації оксидів азоту у викидах. Фактично викиди NO_x при цьому було знижено приблизно на 25%.

1. Миролобов В. А. Мировая энергетическая конференция и проблемы охраны окружающей среды // Теплоэнергетика. – 1990. – №6. – С.20-24.

2. Сигал И.Я., Славин В.И., Шило В.В. Очистка промышленных выбросов в атмосферу от оксидов серы и азота. – Харьков: РИП «Оригинал», 1995. – 144 с.

3. Очистка дымовых газов ТЭС от оксидов серы и азота / Д.В.Сталинский, А.В.Дунаев, Г.Ф.Ганжа и др. // Сб. науч. статей по материалам XVII междунар. науч.-практ. конф. «Казантип ЭКО-2009. Экология, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и здоровье человека, утилизация отходов». Т.2. – Харьков: Рейдер, 2009. – С.73-76.

Отримано 26.01.2010