

УДК 662.983

Енергетичні та екологічні показники сучасних малометражних газових котлів в процесі експлуатації

О. М. Склярєнко¹, О. Є. Романов²

¹к.т.н., доцент, Київський національний університет будівництва і архітектури

²магістр, головний інженер, ТОВ «Бреннер», м. Київ, t-10@bigmir.net

Наведено результати досліджень малометражних опалювальних котлів у процесі експлуатації. Досліджувався традиційний водогрійний котел, що був обладнаний атмосферними пальниками різної модифікації, а також конденсаційний котел з дуттьовим пальником, який за принципом дії наближений до інфрачервоного. Отримані залежності емісії шкідливих речовин в атмосферу в залежності від режимів експлуатації котлів.

Ключові слова: котел; атмосферний пальник; інфрачервоний пальник; емісія; надлишок повітря; теплотехнічні показники.

Вступ. Різноманітність та широкомасштабність випуску малометражного котельного обладнання (до 100 кВт) створює необхідність в екологічній та енергетичній оцінці такого обладнання в режимі їх експлуатації, так як існуючі технічні характеристики в більшості носять переважно рекламний характер.

Дослідження виконувалися на серійних газових котлах виробництва фірми Viessmann Group марки „Vitogas 050“ тепловою продуктивністю 35 кВт та конденсаційному котлі „Vitodens 343“ теплопродуктивністю до 13 кВт.

1. Дослідження котла „Vitogas 050“

Під час досліджень котел „Vitogas 050“ оснащувався модифікованими атмосферними пальниками з частковим попереднім змішуванням, $\alpha' < 1$ (без охолоджуючих стрижнів та з охолоджуючими стрижнями), а також з повним попереднім змішуванням, $\alpha' > 1$.

Конструкція котла «Vitogas 050» дозволяє використовувати серійні пальники наведених типів. В основу роботи пальників приведеної модифікації, покладений механізм передачі кінетичної енергії від газової струмینی до повітря, що спрямоване в інжектор. В пальниках з $\alpha' < 1$ повітря, надходить в два ступені: первинне – безпосередньо в інжектор, в об'ємі 40 – 70 % і вторинне – надходить до полум'я за рахунок газової дифузії і розрідження в топці. В деяких конструкціях пальників цього класу для більш ефективного спалювання газу в котлах застосовуються охолоджуючі стрижні, які розташовуються по зовнішньому контуру полум'я. Маючи широкий діапазон регулювання потужності (від 20% до 100%), пальники з $\alpha' < 1$ широко застосовуються в малометражних котлах, газових плитах, конвекторах, тощо.

Атмосферні пальники з $\alpha' > 1$, за останні роки, також широко використовуються в автономних котлах з одноступеневим режимом регулювання

потужності. Не дивлячись на суттєвий недолік – вузький діапазон робочого регулювання від 65 до 100%, за результатами досліджень ці пальники мають переваги: скорочується процес сумішоутворення, швидкість горіння збільшується, полум'я стає коротким.

Діапазон регулювання потужності котла «Vitogas 050» з пальником різної модифікації в процесі експлуатації наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Діапазони робочого регулювання потужності пальників котла «Vitogas 050».

Пальник	Діапазон регулювання потужності, кВт	Коефіцієнт регулювання потужності
$\alpha' > 1$	35 – 22,5	1:1,55
$\alpha' < 1$	35 – 8,7	1:4
$\alpha' < 1$ із системою охолоджуючих стрижнів	35 – 8,7	1:4

Мінімальна потужність котла з пальником $\alpha' > 1$ складає 22,5 кВт при тиску 600 Па, нижче якого експлуатація небезпечна, так як висота полум'я знижується і горіння відбувається на поверхні насадку пальника, що призводить до його перегріву та прогорання матеріалу пальника, з наступним нестійким горінням та повним виходом пальника з ладу. Для пальників з $\alpha' < 1$ мінімальна потужність складає 8,7 кВт при тиску газу 100 Па, що забезпечує безпечну експлуатацію котла.

На рис. 1 наведено результати теплотехнічних випробувань котла «Vitogas 050». Експериментально визначено, що всі пальники в котлі при наближенні їх до номінальної потужності (30-35 кВт) працюють з однаковим сумарним коефіцієнтом надлишку повітря (α), близьким до 1,4. Котел «Vitogas 050» обладнаний пальником з частковим попереднім змішуванням газу та повітря, має топку, що аеродинамічно сполучена з атмосферою навколишнього середовища, тобто вторинне повітря поступає до пальника за рахунок розрідження в топці і не залежить від витрати газу, який надходить на горіння. Таким чином, при зменшенні продуктивності пальника надлишок повітря (α) в топці збільшується, а це в свою чергу призводить до зменшення ККД. При застосуванні пальника з повним попереднім змішуванням, приймалась топкова камера «Vitogas 050» аеродинамічно ізолювана від атмосфери. Повітря на горіння потупає в необхідному об'ємі за рахунок кінетичної енергії струмини газу. Завдяки цьому коефіцієнт надлишку повітря (α) стає майже сталим. При зменшенні продуктивності пальника, ККД котла збільшується, за рахунок зменшення теплового напруження топки, що зменшує величину емісії NO_x .

Наведені залежності емісій NO_x та CO з атмосферними пальниками різних модифікацій в котлі «Vitogas 050» свідчать, що для пальника $\alpha' < 1$ без охолоджуючих стрижнів максимальна величина викидів NO_x становила 120 мг/(кВт*год) при $Q = 35$ кВт. При застосуванні охолоджуючих стрижнів величина викидів NO_x знизилася до 80 мг/(кВт*год). При роботі пальником з $\alpha' > 1$ спостерігається зниження емісії NO_x до 30 мг/(кВт*год), за рахунок зниження

температури факелу, що досягається завдяки кінетичному принципу спалювання газу та створенню надлишку повітря, яке зменшує швидкість горінні газоповітряної суміші. Емісія CO в межах $Q = 25..35$ кВт не перевищувала 10 мг/(кВт·год) для всіх трьох модифікацій пальників при номінальному навантаженні.

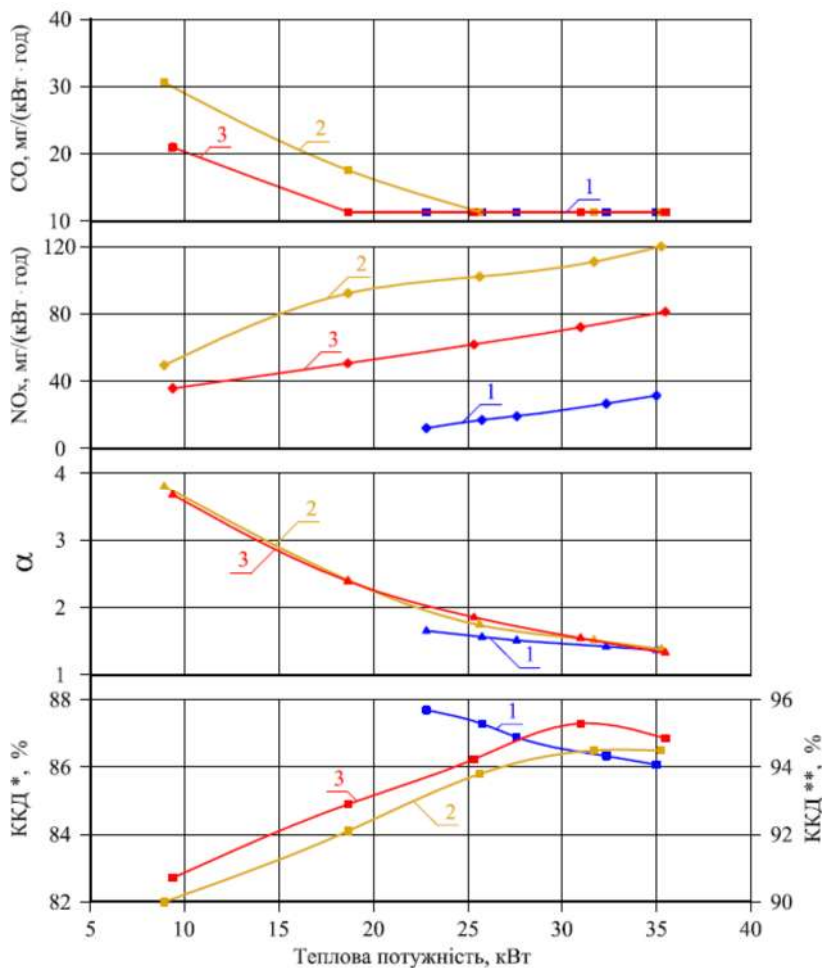


Рис. 1. Теплотехнічні показники котла «Vitogas 050»* при різних теплових потужностях.
1 – з пальником із $\alpha' > 1$; 2 – з пальником із $\alpha' < 1$; 3 – з пальником із $\alpha' < 1$ з охолоджуючими стрижнями.

*) розрахунки ККД виконані на вищу теплову спроможність природного газу;

**) розрахунки ККД виконані на нищу теплову спроможність природного газу;

2. Дослідження котла „Vitodens 343“

Наступні дослідження виконувалися на конденсаційному котлі „Vitodens 343“ продуктивністю до 13 кВт з врахуванням прихованої теплоти водяної пари. Котел обладнаний дуттьовим пальником, який уявляє собою напівсферичну

форму з жаростійким сталевим насадком, а за своїм принципом дії наближується до пальників інфрачервоного випромінювання. Конвективні поверхні топкової камери виготовленні з неіржавіючої сталі через запобігання корозії в результаті контакту з агресивним конденсатом продуктів згоряння. Результати теплотехнічних та екологічних досліджень наведені на рис. 2.

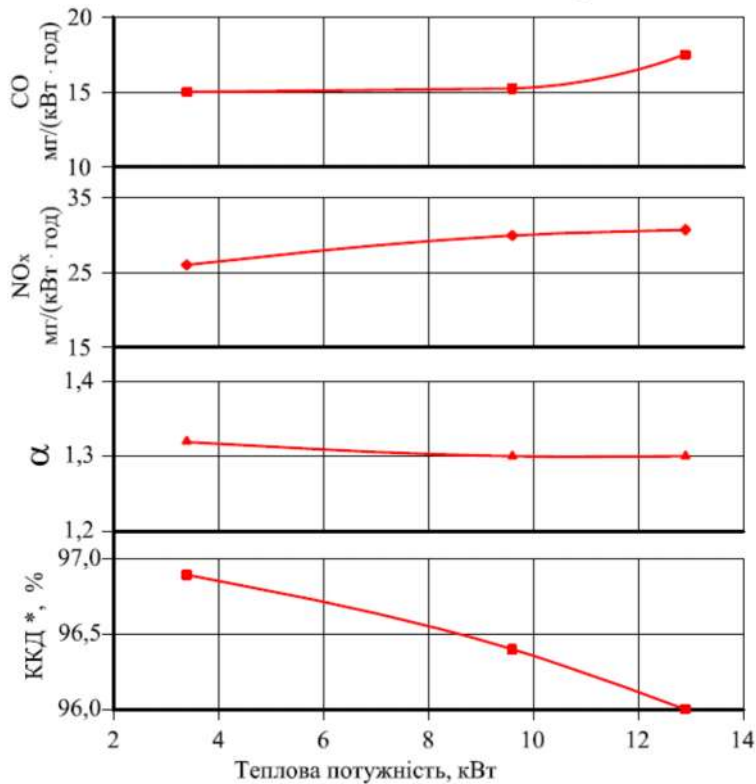


Рис. 2. Теплотехнічні показники котла «Vitodens 343» при різних теплових потужностях.
*) розрахунки ККД виконані на вищу теплову спроможність природного газу.

Отримані результати свідчать про досить високі теплотехнічні показники котла «Vitodens 343» (за рахунок використання теплоти водяної пари) і низькі величини емісії NO_x, завдяки збільшенню променевої складової теплового навантаження пальника з відповідним зменшенням температури на його поверхні. Однак в цих котлах використовуються спеціалізовані сталі топкового обладнання, збільшення конвективних поверхонь та нетрадиційний відвід продуктів згоряння.

Висновки. Проведені теплотехнічні дослідження котлів малої потужності фірми «Viessmann» свідчать, що процес горіння навіть в сучасних топкових камерах повністю не завершується і в атмосферу викидається значна кількість шкідливих продуктів неповного згоряння.

Аналіз виконаних досліджень показує, що на організацію процесів горіння суттєво впливає сумішоутворення палива з окиснювачем. Цей процес в топкових

об'ємах складний і недостатньо вивчений. Сумішоутворення потребує управління і регулювання, так як від цього залежить повнота згорання, довжина і світлимість полум'я. Рішення цієї проблеми може бути знайдено за рахунок застосування нових фізико-хімічних методів спрямованих на інтенсифікацію ланцюгових реакцій при спалюванні вуглеводневого палива.

Література

1. Левин А. М. Принципы рационального сжигания газа. - Л.: Недра, 1977. -217 с.
2. Измерение параметров газообразных и жидких сред при эксплуатации инженерного оборудования зданий: справочное пособие/ А.А. Поляков, В.А Канава, Г.Н. Бобровников, А.В. Арипов; под. ред. А.А. Полякова. – М.: Стойиздат, 1987. 352с.
3. Вулис Л.А., Ершин Ш.А., Ярин Л.П. Основы теории газового факела. – Л.:Энергия, 1968. – 204 с..
4. Технічний паспорт низькотемпературного газового водогрійного чавунного котла «Vitogas 050-F» тип GS1D. – VIESSMANN. -12 с.
5. Технічний паспорт конденсаційного газового водогрійного котла «Vitodens 343-F» тип B3UA. – VIESSMANN. -8 с.

Энергетические и экологические показатели современных малометражных газовых котлов в процессе эксплуатации

О.М. Скляренко, А.Е. Романов

Приводятся результаты исследований малометражных отопительных котлов в процессе эксплуатации. Исследовался традиционный водогрейный котел, с атмосферными горелками разных модификаций, а также конденсационный котел с дутьевой горелкой, по принципу действия приближенной к инфракрасной. Получены зависимости эмиссии вредных веществ в атмосферу в зависимости от режимов эксплуатации котлов.

Ключевые слова: котел; атмосферная горелка; инфракрасная горелка; эмиссия; избыток воздуха; теплотехнические показатели.

Energy and environmental performance of modern small-sized gas boiler during operation

O. Skliarenko, A. Romanov

In the article lead the results of studies small-sized boilers in operation. Studied traditional boiler, which was equipped with atmospheric burners of different modifications, and condensing boiler, having the blow burner in principle to approximate to the infrared. There are the dependences of emissions of harmful substances into the atmosphere, depending on the mode of operation of boilers.

Keywords: boiler atmospheric burner; infrared burner emissions; excess air; thermal performance.

Надійшла до редакції 18.06.2014 р.