



$$r_{NO} = \frac{\pm \left( \frac{B}{2C} + \beta \right) \cdot \left| \frac{r_{NO} + \frac{B}{2C} - \beta}{r_{NO} + \frac{B}{2C} + \beta} \right| \cdot e^{\left( 2C \cdot \beta (\varphi + const) - \frac{B}{2C} + \beta \right)}}{1 \pm \left| \frac{r_{NO} + \frac{B}{2C} - \beta}{r_{NO} + \frac{B}{2C} + \beta} \right| \cdot e^{(2C \cdot \beta (\varphi + const))}} \quad (15)$$

Отже, виразом (15) описана математична модель, яка дозволяє визначити вихідну концентрацію оксидів азоту у відпрацьованих газах переобладнаних на газове паливо дизельних двигунів в залежності від вихідних параметрів: констант швидкостей хімічних реакцій, початкової концентрації оксидів азоту, зміни кута повороту колінчастого вала двигуна та температури згорання газоповітряної суміші.

Літературні джерела

1 Iwasaki M. A comparative study of “standard”, “fast” and “NO2” SCR reactions over Fe/zeolite catalyst // Applied Catalysis A: General. 2010. Vol. 390. Iss. 1–2. P. 71–77.

2 Grossalea A. The chemistry of the NO/NO2–NH3 “fast” SCR reaction over Fe-ZSM5 investigated by transient reaction analysis // Journal of Catalysis. 2008. Vol. 256. Iss. 2. P. 312–322.

3 PiaRuggeri M. FTIR in situ mechanistic study of the NH3–NO/NO2 “Fast SCR” reaction over a commercial Fe-ZSM-5 catalyst // Catalysis Today. 2012. Vol. 184, Iss. 1. P. 107–114.

УДК 621.18

## ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ НА ЕЖЕКЦІЮ В НИЗЬКОНАПІРНОМУ ЗАПАЛЬНОМУ ПАЛЬНИКУ

*О. А. Григор'єв, М.М. Кологривов*

*Одеська національна академія харчових технологій  
65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112  
hryhoriev\_oa@hotmail.com*

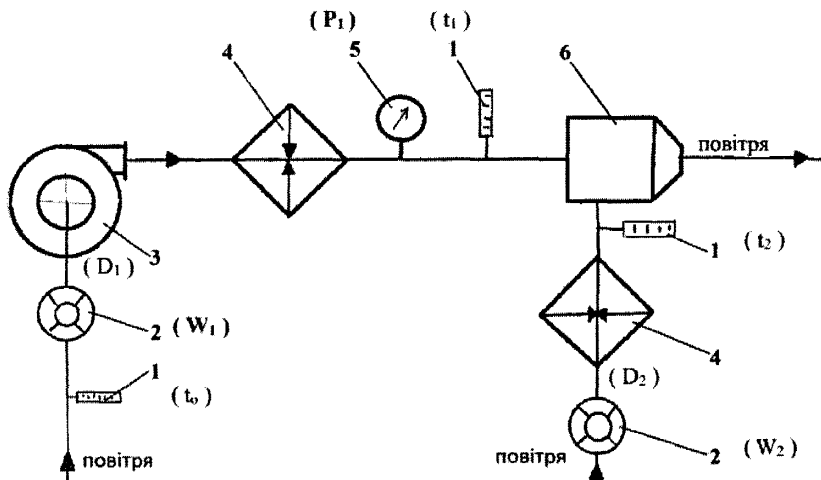
На газових і нафтових промислах, на газопереробних і нафтопереробних заводах експлуатуються факельні установки для спалювання технологічних газів. Газові викиди включають



некондиційні газові суміші, до складу яких входять вуглеводні, азот, сірководень, окис та двоокис вуглецю, водяні пари і інші гази, що утворюються при пуску і зупинках виробництва, аварійних викидах або порушеннях технологічного режиму. Гази можуть сильно відрізнятись за молекулярною масою, температурою, тиском і вмісту водяної пари. Наприклад, спалюваний нафтовий попутний газ - побічний продукт при підготовці нафти до транспорту по магістральному нафтопроводу - має склад: метан (58-80%), етан (5-15%), пропан (6-12%), бутан (2-6 %), пентан (1-2%), вуглекислий газ (0,26%), азот (0,62%), а також рідкі і тверді домішки. Його складно транспортувати і використовувати в якості готового палива.

Стійке утримання полум'я в оголовках факельних систем здійснюється запально-черговими пальниками. В якості палива для таких пальників використовується: або природний газ, або суміш природного газу з низькокалорійним газом, або низькокалорійний газ. У факельних системах застосовують запально-чергові пальники ежекційні типу та інших типів. Природний газ спалюється в пальниках додатково для надійної підтримки горіння скидних газів. У ежекційних пальниках повітря, необхідне для горіння, засмоктується (ежектується) за рахунок енергії струменя паливного газу. Взаємне змішання газу з повітрям відбувається всередині корпусу запально-чергового пальника. У ежекційних пальниках неповного змішання відбувається змішування тільки частини (10-60%) обсягу повітря, який потрібно для горіння (т. з. первинне повітря). Інша кількість повітря, що необхідно для горіння (т. з. вторинне повітря) надходить до факелу полум'я з атмосфери за рахунок ежектируючої дії факела газоповітряного струменя.

Об'ємні співвідношення газу і повітря, що засмоктується ежекційним запально-черговим пальником, оцінюють за коефіцієнтом ежекції. Чим вище теплота згорання газу, тим більше потрібно повітря для його згорання і тим більше при одному і тому ж коефіцієнті надлишку повітря повинен бути коефіцієнт інжекції, тобто тим більше повітря повинно підсмоктуватися 1 м<sup>3</sup> паливного газу. Для забезпечення нормального процесу горіння велике значення має сталість складу газового палива. Відомо, що зміна тиску, щільності паливного газу призводить до зміни ежектируючої здатності пальника, а зміна теплоти згорання газу вимагає відповідної зміни кількості повітря, що подається для горіння. Залишається невідомим вплив температури повітря на ефект ежекції. Нами поставлено завдання дослідити коефіцієнт ежекції при різних температурах засмоктуваного повітря.



- 1 – цифровий термометр з виносним датчиком; 2 – анемометр крильчатий; 3 – повітродувка; 4 – інфрачервоний випромінювач; 5 – електронний манометр; 6 – дослідний палик.

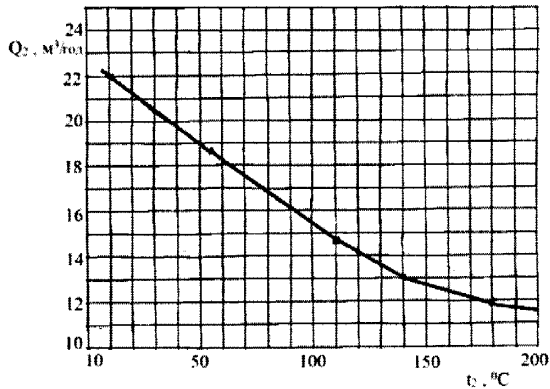
**Рисунок 1 – Принципова схема експериментального стенду**

Згідно з прийнятою методикою випробувань надходження паливного газу в оригінальний палик з діаметром сопла 6 мм моделюється навколишнім повітрям. Підігрів робочого і ежектуємого потоків повітря здійснювався в рекуперативних теплообмінниках з зовнішнім підведенням теплоти від світлих інфрачервоних обігрівачів, що працюють на природному газі. Зміна температури досягалася зміною положення нагрівача. Особливістю досліджень є моделювання роботи палика на низькому тиску робочого потоку перед соплом палика, не більше 250 мм.вод.ст. Повітря, що ежектується, бралася з різною температурою при незмінних параметрах робочого потоку (температурі, тиску і його витраті перед соплом).

Підігрів повітря, що ежектувалось, істотно зменшує його витрати в палик. Первинного повітря в палик при підігріві подається менше, що негативно позначається на сумішоутворення потоків всередині палика. Коефіцієнт надлишку повітря всередині палика лежить в діапазоні значень від 0,03 до 0,08. З іншого боку збільшується витрата вторинного повітря на горіння. При цьому довжина факела збільшується, що є позитивним. Спалювання газу буде визначатися подачею вторинного повітря в факел полум'я, а не повітря, що ежектується в палик. Попередній підігрів

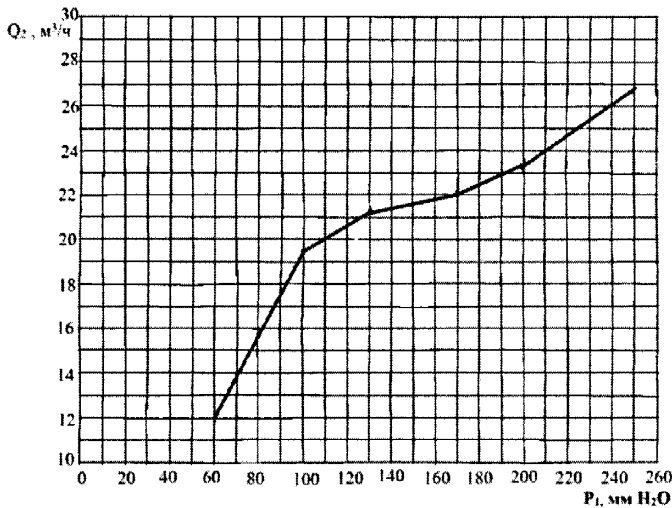


ежектируемого повітря збільшує температуру полум'я на  $50^{\circ}\text{C}$  –  $109^{\circ}\text{C}$  в залежності від складу паливного газу, що є позитивним.



**Рисунок 2 – Залежність витрати повітря, що ежектировалось, від його температури**

Витрата повітря, що ежектирується в палиник лежить в діапазоні від 7% до 16% від витрат низьконапірного робочого потоку і збільшується зі збільшенням тиску робочого потоку.



**Рисунок 3 – Залежність витрати повітря, що ежектирується в палиник, від тиску робочого потоку**



Підігрів робочого потоку при постійній його витраті лінійно збільшує його тиск перед пальником відповідно до рівняння стану газу.

Проведені дослідження дозволяють оцінити зміну надійності роботи запально-чергової пальника при використанні низькокалорійного паливного газу в умовах зміни температури повітря, що ежектирується.

#### Літературні джерела

1 Григорьев А.А., Кологривов М.М. Эффективность использования оригинальной запально-дежурной горелки для факельных установок. Энергосбережение, Энергетика, Энергоаудит. – 2016. - №2 – С. 2-13

2 Григор'єв О.А., Газовий пальник Патент України на корисну модель №103475 UA МПК F23D 14/24, опубл. бюл. №21, 2015 р.. Зареєстровано в державному реєстрі патентів 25.12.2015.

**УДК 622.244:504.61**

## **АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОМИСЛОВИХ ВИПРОБОВУВАНЬ ПІНОГЕНЕРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ**

***В.М. Савик<sup>1</sup>, Л.Є. Шкіца<sup>2</sup>, Т.М. Яцишин<sup>2</sup>, П.О.Молчанов<sup>1</sup>, М.М. Лях<sup>2</sup>***

*1Полтавський національний технічний університет імені Ю. Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, м. Полтава, Україна, 36011, e-mail: savicrpntu@rambler.ru*

*2 Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, e-mail: no@nung.edu.ua*

При бурінні з промиванням вибою пінами порівняно з буровими розчинами збільшується механічна швидкість буріння в твердих породах (приблизно в 4 рази), є можливість запобігання поглинанню в пористих та тріщинних породах і кольматації проникних пластів. При розкритті та освоєнні продуктивних горизонтів продуктивність свердловини зростає в 1,5 – 2 рази з одночасним скороченням термінів освоєння в 4–5 разів [1, 2].

Так в склад рецептур пінних розчинів входять піноутворювачі поверхнево активні речовини (ПАР) (натрієві і калієві солі насичених і ненасичених вищих жирних кислот, алкілсульфати, алкіларилсульфонати) і оксилетильовані вищі жирні спирти. При потраплянні в навколишнє природне середовище ПАР є надзвичайно небезпечними. Відомо, що деякі ПАР уже при концентрації 10-3 кг/м<sup>3</sup> знижують на 15 % швидкість розчинення кисню у воді в порівнянні з аналогічним процесом у чистої воді, а при біологічному розкладі ПАР