

Н.М. Фіалко^{1,2}, В.Г. Прокопов¹, С.О. Альошко¹,
Ю.В. Шеренковський¹, Н.О. Меранова¹, О.Б. Тимощенко¹,
М.З. Абдулін^{1,2}, Л.С. Бутовський²

¹ Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ

² Національний технічний університет України “Київський
політехнічний інститут”, Київ

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ СТАБІЛІЗАТОРНИХ ПАЛЬНИКОВИХ ПРИСТРОЇВ З НАПРАВЛЯЮЧИМИ ДЕФЛЕКТОРАМИ

© Фіалко Н.М., Прокопов В.Г., Альошко С.О., Шеренковський Ю.В.,
Меранова Н.О., Тимощенко О.Б., Абдулін М.З., Бутовський Л.С., 2013

Наведено дані численних досліджень систем охолодження струменево-стабілізаторних пальникових пристроїв при використанні дефлекторів різної конфігурації. Виконано аналіз впливу типу дефлектора на ефективність системи охолодження.

Ключові слова: струменево-стабілізаторні пальникові пристрої, система охолодження, прямий, округлений, спеціально спрофільований дефлектори.

The results of the numerical research of the cooling systems of the micro fuel jet – stabilization burners with different baffles are presented. The influence of baffle type on efficiency of the cooling system has been analysed.

Key words: micro fuel jet-stabilization burners, cooling system, straight, rounded, special profiled baffles.

Вступ

Для децентралізованої енергетики України актуальною є проблема підвищення довговічності пальникових пристроїв, що є одним з найважливіших елементів котельних установок. Дослідженню різних аспектів робочих процесів пальників, які застосовуються в цій галузі енергетичного господарства, присвячена велика кількість робіт (див., наприклад [1, 2]).

Аналіз особливостей експлуатації пальникових пристроїв різних типів свідчить про те, що до основних чинників зниження їх ресурсу належить недосконалість систем охолодження.

Ця робота спрямована на вирішення проблеми підвищення довговічності стабілізаторних пальникових пристроїв шляхом застосування нових технічних рішень щодо їх охолодження та забезпечення допустимого температурного рівня найбільше навантажених у тепловому відношенні елементів. Сутність запропонованих технічних рішень полягає в охолодженні найбільш теплонапружених ділянок пілона природним газом, який спеціальним способом подається у внутрішню порожнину пілона і далі, після виконання функції охолоджуючого агента, надходить до газоподаючих отворів і використовується як паливо. Тобто в цих схемах відсутній спеціальний охолоджувальний агент, і його функцію виконує природний газ, що підлягає подальшому спалюванню. З огляду на це схеми такого типу в певному сенсі можуть бути класифіковані як схеми “самоохолодження” пальникових пристроїв.

Постановка задачі і методика проведення досліджень

Розгляду підлягають запропоновані системи охолодження стабілізаторних пальникових пристроїв за схемою із струменевим обдувом внутрішньої торцевої поверхні пілона плоским

імпактним струменем при застосуванні направляючих дефлекторів різної конфігурації. А саме, досліджуються характеристики систем охолодження в умовах, коли елементами таких систем є дефлекторні конструкції з прямим, округленим та спеціально спрофільованим направляючим дефлектором (див. рис.1). При цьому для кожної з вказаних схем на основі математичного моделювання вивчаються особливості течії, теплообміну зі стінками пілона, характеристики

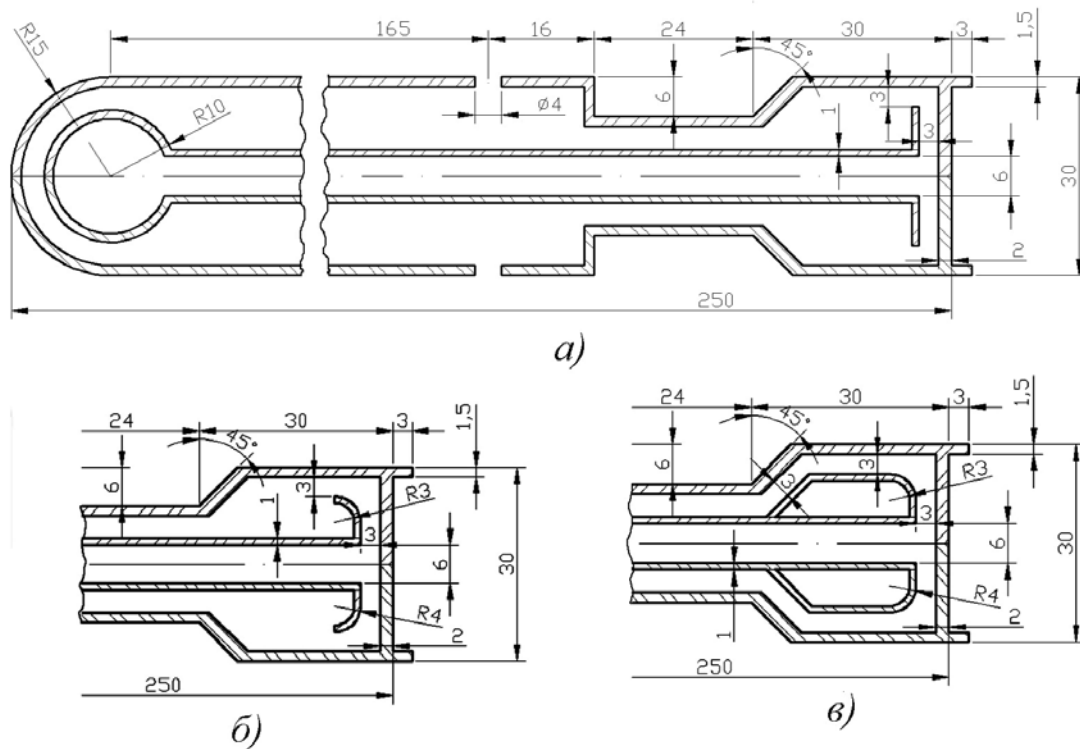


Рис. 1. Повздовжній переріз пілона (а) та фрагменти перерізу (б, в) для схеми охолодження зі струменевим обдувом торця стабізатора при використанні прямого (а), округлого (б) та спеціально спрофільованим направляючого дефлектора (в)

температурного режиму пілона, визначаються рівні гідравлічних втрат по тракту охолоджувача, рівні нагрівання газу в системі тощо. Особлива увага приділяється порівняльному аналізу ефективності запропонованих схем охолодження.

Розв'язували задачу переносу, що розглядається, з використанням програмного комплексу FLUENT на основі методики поетапного моделювання [3].

Результати досліджень та їх аналіз

Розглянемо спочатку особливості течії охолоджуючого агента (природного газу) в досліджуваних системах охолодження з прямим і округленим направляючими дефлекторами. На рис. 2 а, б наведені лінії течії для двох зазначених ситуацій. Як видно, характер течії в обох випадках загалом є дуже близьким. А саме, газ з направляючого дефлектора тече з доволі високою швидкістю уздовж внутрішньої поверхні пілона в напрямку нішової порожнини, далі рухається в щілині, що утворена нішею і стінкою внутрішнього каналу, і, нарешті, обтікаючи нішу, надходить в газоподаючі отвори. При цьому картина течії характеризується наявністю вихрових структур. Тут, передусім, звертають на себе увагу два великих вихори, один з яких розташований за дефлектором в приторцевій області пілона, а другий – в кутовій зоні поблизу передньої стінки ніші. Крім того в ситуаціях, які аналізуються, спостерігається також низка дрібніших вихорів.

Що стосується відмінностей в картинах течій, що зіставляються, то тут необхідно зазначити таке. По-перше, ці відмінності належать переважно до приторцевої зони пілона. Так, для ситуацій, що зіставляються, істотно різними виявляються розміри вихорів у кутових приторцевих зонах. А саме, у випадку округлого направляючого дефлектора розміри цього вихора є помітно більшими,

ніж для умов, що відповідають прямому дефлектору. Крім того, при використанні прямого дефлектора швидкості охолоджуючого газу поблизу бокової поверхні приторцевої зони помітно перевищують їх значення в ситуації округленого дефлектора. Наприклад, максимальні величини швидкостей в цих підобластях становлять відповідно 26,4 і 17,7 м/с.

Важливо зазначити, що, як буде показано нижче, саме описані відмінності в закономірностях перебігу охолоджуючого газу зумовлюють певні відмінності в тепловому стані стінок пілона стосовно двох розглянутих типів направляючих дефлекторів. Ці відмінності, як очевидно, значною мірою визначають і особливості зміни коефіцієнта тепловіддачі $\alpha_{вп}$ на внутрішній поверхні пілона для ситуацій, що зіставляються (див. рис. 3). Так, більші у випадку прямого дефлектора величини $\alpha_{вп}$ на поверхнях, прилеглих до кутових приторцевих зон, і на бічних поверхнях цих зон пов'язані із вказаними вищими значеннями швидкостей газу поблизу даних поверхонь.

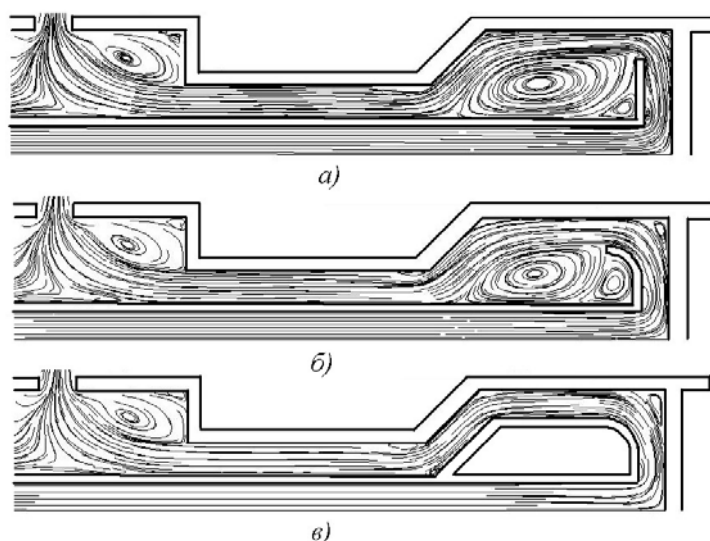


Рис. 2. Картина ліній токів охолоджуючого агента в поздовжньому перерізі пілона для системи охолодження з прямим (а); округленим (б); спеціально спрофільованим (в) направляючим дефлектором

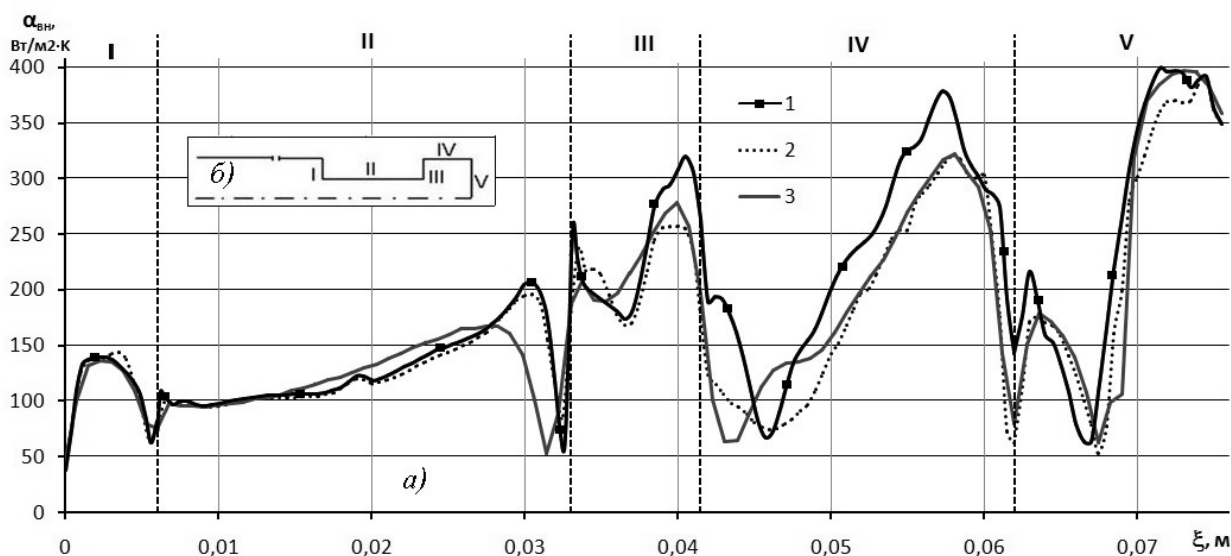


Рис. 3. Значення коефіцієнта тепловіддачі $\alpha_{вп}$ на внутрішній поверхні пілона для системи охолодження з дефлекторами різної конфігурації (а): 1 – прямим; 2 – округленим; 3 – спеціально спрофільованим; розташування характерних зон (б)

На рис. 4 наведено розподіл температури зовнішньої поверхні пілона для випадку прямого і округленого направляючих дефлекторів. Як видно, дещо вищі рівні температур мають місце у випадку округленого дефлектора. Так, тут на зовнішній торцевій поверхні пілона для ситуації округленого дефлектора температура виявляється на 10–17 °С вищою, ніж при використанні прямого дефлектора. На бічній приторцевій поверхні відмінність температур Δt , що зіставляються, зростає, досягаючи 28 °С. Потім в області нішової порожнини ці відмінності зменшуються, так що на передній стінці ніші і бічній стінці пілона поблизу газоподаючих отворів вони стають нехтовно малими. Отже, помітні розбіжності температури в двох зіставлених варіантах спостерігаються в тих зонах, де мають місце істотні відмінності у характері течії охолоджуючого агента та рівнях його швидкостей.

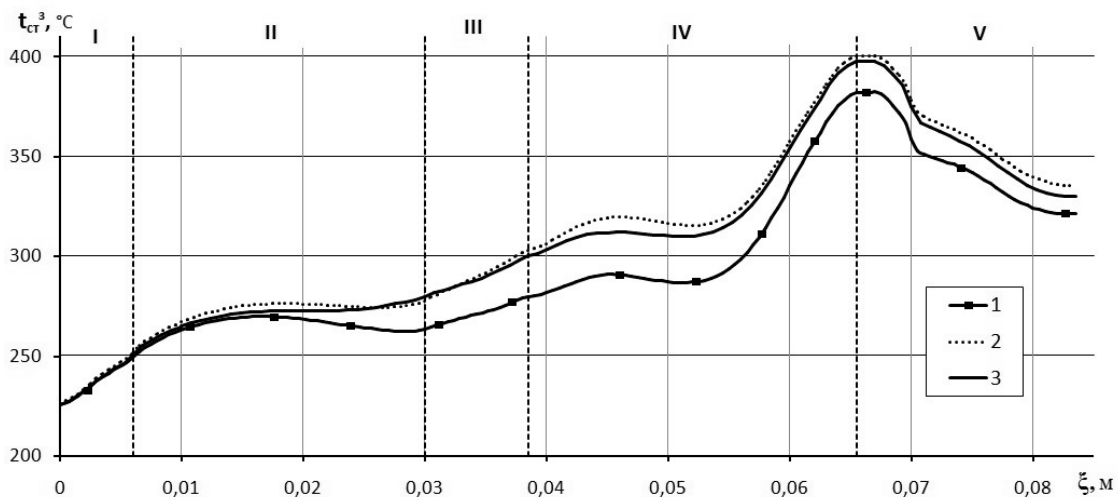


Рис. 4. Температура зовнішньої поверхні пілона при застосуванні системи охолодження з дефлекторами різної конфігурації: 1 – прямим; 2 – округленим; 3 – спеціально спрофільованим

В умовах, що розглядаються, порівняно високі температури газу спостерігаються поблизу внутрішніх поверхонь пілона. Підвищені рівні температури також мають місце в кутових зонах пілона, де швидкості руху газу в вихрових структурах порівняно невеликі. Що стосується підвищення температури газу при проходженні системи охолодження, то воно виявляється приблизно однаковим у разі використання прямого і округленого направляючих дефлекторів. Так, при температурі газу на вході в систему охолодження, що дорівнює 15 °С, на виході з цієї системи вона становить відповідно 82 °С і 79 °С для прямого і округленого дефлектора. Дещо вищі рівні температур газу в першому випадку обумовлені інтенсивнішим тепловідношенням, пов'язаним з підвищеними швидкостями газу у відповідних зонах.

Згідно з отриманими даними втрати тиску в системі охолодження з прямим дефлектором становлять приблизно 1600 Па, а з округленим дефлектором – 1485 Па. Тобто у разі прямого дефлектора ці втрати виявляються більшими за величиною.

Отже, системи охолодження з прямим і округленим направляючими дефлекторами є дуже близькими за ефективністю. Наявність округленого дефлектора хоча і незначно, але все ж знижує ефективність охолодження і відповідно рівні температур стінок пілона тут загалом дещо вищі. При цьому, однак, втрати тиску по охолоджуючому тракту в цій ситуації зменшуються порівняно з випадком прямого дефлектора.

При використанні спеціально спрофільованого дефлектора формується доволі вузький канал для течії охолоджуючого агента вздовж всієї охолоджуваної поверхні пілона. Причому в ситуації, що розглядається, розміри і конфігурацію дефлектора вибирали так. Прохідний переріз утвореного каналу поблизу торця пілона був таким же, як і у випадку округленого направляючого дефлектора і зберігався приблизно однаковим поблизу інших внутрішніх поверхонь пілона.

Зіставлення даних по картині течії для ситуації, що розглядається (рис. 2,в), і ситуації, що відповідає округленому направляючому дефлектору (рис. 2,б), дозволяє зробити такі висновки. Загалом характеристики течії газу поблизу охолоджуваної поверхні пілона для зазначених випадків

відрізняються неістотно, незважаючи на значні конструктивні відмінності в застосовуваних системах охолодження. Це обумовлено тим, що за відсутності спеціально спрофільованого дефлектора його роль фактично виконує вихрова структура, що утворюється за направляючим дефлектором, і складається з основного крупного і деяких дрібніших вторинних вихорів. Інакше кажучи, завдяки зазначеним вихровим структурам вздовж охолоджуваної поверхні пілона реалізується спрямований рух охолоджуючого газу, близький до такого за наявності спеціально спрофільованого дефлектора. Зазначена аналогічність вказаних характеристик течії визначає також і подібний характер зміни інших параметрів охолодження, для ситуацій, що зіставляються. Наприклад, температура зовнішньої поверхні пілона в області її максимальних значень в кутових торцевих зонах становить 397 і 400 °С відповідно за наявності спеціально спрофільованого і округленого направляючого дефлектора (див. рис. 4). Розбіжності ж температур по цій поверхні загалом для ситуацій, що зіставляються, не перевищують 8 °С.

Отже, застосування спеціально спрофільованого дефлектора не призводить до очікуваного істотного зниження температури стінок пілона з огляду на те, що й у випадку застосування прямого і округленого дефлекторів за ними у центральній області приторцевої зони пілона реалізується вихрова структура, конфігурація обмежуючих поверхонь якої великою мірою аналогічна до форми спеціально спрофільованого дефлектора.

Звертає на себе увагу також той факт, що в ситуаціях, що зіставляються, близькими за величиною виявляються і температури газу t_r на виході з системи охолодження. А саме $t_r = 79^\circ\text{C}$ і 80°C для направляючого та спеціально спрофільованого дефлектора відповідно.

Слід також зазначити, що зважаючи на вказану аналогічність гідродинамічних картин течії, загальні втрати тиску ΔP_Σ в системі охолодження в ситуаціях, що аналізуються, відрізняються неістотно; $\Delta P_\Sigma = 1485$ і 1495 Па для випадку округленого направляючого та спеціально спрофільованого дефлекторів.

Резюмуючи викладене, можемо зробити висновок про те, що застосування замість округленого спеціально спрофільованого дефлектора є недоцільним, оскільки істотно ускладнює конструкцію системи охолодження у разі незначного підвищення її ефективності.

Висновки

1. Виконано комплекс досліджень, що стосуються аналізу ефективності пропонованих систем охолодження пальникових пристроїв струменево-стабілізаторного типу. Вивчено закономірності течії і масообміну в цих системах. Одержано дані щодо теплового стану стінок пілонів пальникових пристроїв для умов використання різних систем охолодження.

2. Проведено дослідження ефективності систем охолодження з плоским імпульсним струменем при застосуванні дефлекторів різних типів конфігурацій – прямого, округленого і спеціально спрофільованого дефлекторів. Проведено порівняльний аналіз особливостей гідродинаміки та теплообміну для цих систем охолодження:

а) встановлено, що для трьох ситуацій, що розглядаються, які відповідають округленому направляючому, спеціально спрофільованому дефлектору, хоча загалом і спостерігається доволі істотна відмінність у структурах течії, тим не менш характеристики потоку вздовж охолоджувальної поверхні в безпосередній близькості від неї є доволі близькими. Це зумовлено тим, що за відсутності спеціально спрофільованого дефлектора його роль фактично виконує вихрова структура, яка утворюється у центральній області приторцевої зони пілона. Показано, що найважливіша особливість течії охолоджувача у випадку прямого дефлектора полягає у наявності удару струменя газу в бічну поверхню пілона поблизу його торця, що обумовлює незначні розміри застійної кутової приторцевої зони та істотне підвищення коефіцієнта тепловіддачі;

б) показано, що відповідно до описаної картини течії газу за ефективністю охолодження найбільш теплонапружених зон пілона найкращою є схема з прямим дефлектором; дещо меншою та практично однаковою ефективністю характеризуються схеми зі спеціально спрофільованим дефлектором та округленим направляючим дефлектором;

в) визначено величини підігрівання газу для систем охолодження, що розглядаються, рівень температур газу на виході із системи охолодження становить відповідно 82, 80, та 79 °С для схеми з прямим, спеціально спрофільованим дефлектором та округленим дефлектором;

г) показано, що значні втрати тиску в системі охолодження є найбільшими для ситуації прямого дефлектора ($\Delta P_{\Sigma} = 1600$ Па), і неістотно відрізняються між собою для інших схем охолодження ($\Delta P_{\Sigma} = 1495$ Па при застосуванні спеціально спрофільованого дефлектора та $\Delta P_{\Sigma} = 1485$ Па для округленого дефлектора).

1. Фиалко Н.М., Бутовский Л.С., Прокопов В.Г., Шеренковский Ю.В., Меранова Н.О., Алешко С.А., Полозенко Н.П. Компьютерное моделирование процесса смесеобразования в горелочных устройствах стабилизаторного типа с подачей газа внедрением в сносящий поток воздуха // Пром. Теплотехника. – 2011. – №1. – С. 51–57. 2. Бутовский Л.С., Грановская Е.А., Фиалко Н.М. Устойчивость факела за плоским стабилизатором при подаче газа внедрением в воздушный поток // Технологические системы. – 2010. – Т. 52. – №3. – С. 72–76. 3. Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Шеренковский Ю.В. и др. Компьютерное моделирование процессов переноса в системах охлаждения горелочных устройств стабилизаторного типа // Промышленная теплотехника. – 2012. – №1. – С.64–71.

УДК 621.319.7

Х.В. Паньків¹, В.А. Глива²

¹Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра охорони праці,

²Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ’ЄКТІВ НА ПЕРСОНАЛ

© Паньків Х.В., Глива В.А., 2013

Розглянуто методологічні підходи до визначення електромагнітної обстановки навколо обладнання енергетичних об’єктів з різними закономірностями просторових розподілів електромагнітних полів. Розроблено засади неперервного моніторингу рівнів полів з можливістю розширення переліку відстежуваних параметрів. Визначено найефективніші матеріали для захисту працівників від електромагнітних впливів і окреслено напрями подальших досліджень у цій галузі.

Ключові слова: електромагнітне поле, охорона праці, енергетичний об’єкт, екранування.

The methodological approaches to determining the electromagnetic environment equipment energy facilities with different patterns of spatial distribution of the electromagnetic fields. A framework of continuous monitoring of the levels of fields with the possibility of expanding the list of tracked parameters. Determined the most effective materials to protect workers against electromagnetic influences and outlines directions for further research in this area.

Key words: electromagnetic field, labour protection, power object, screening.

Вступ

Сьогодні електромагнітні поля та випромінювання є одним з найвагоміших фізичних факторів негативного впливу на людей [1].