

УДК 621.18

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ГОРІЛОЧНОГО ПРИСТРОЮ КОТЛА-УТИЛІЗАТОРА

В. О. Ісмайлов¹, О. І. Тарасов², І. О. Михайлова³, О. О. Литвиненко⁴

¹ магістрант кафедри турбінобудування, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

² професор кафедри турбінобудування, док. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

³ доцент кафедри турбінобудування, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

⁴ професор кафедри турбінобудування, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна
ismailov935@gmail.com

На сучасному етапі розвитку програмного забезпечення є можливість дослідити процеси горіння, з використанням сучасних CFD пакетів, які дають можливість більш ретельно розглянути всі процеси, що проходять в енергетичних установках, хоч і ведуть до складніших обчислень процесів перебігу рідин і газів, процесів горіння і т.і.

Дана робота припускає дослідження роботи газового пальника котла утилізатора КУП-70-4,0-440, що працює у складі енергоблоку на ВАТ "Рубежанський картонно-тарний комбінат" в місті Рубіжне і можливі шляхи його модернізації.

На початку дослідження було проведено порівняння розрахункових моделей процесів горіння. Для подальшого розрахунку була обрана модель Non-Premixed Combustion, яка повністю відповідає вимогам поставленому завданню.

В моделі Non-Premixed Combustion паливо і окислювач входять в зону реакції двома різними потоками, на відміну від Premixed моделі, в якій реагенти змішані на молекулярному рівні перед процесом горіння. Приклади Non-Premixed згоряння включають горіння метану, розпилювальні вугільні печі, та дизельні двигуни внутрішнього згоряння.

Для дослідження і аналізу пальника, встановленого в котлі-утилізаторі була створена геометрична модель газового пальника, нанесена розрахункова сітка. Задача вирішувалася в двовимірній осесиметричній постановці.

В процесі пошуку оптимальної конструкції пальника розглядалися шість варіантів: жарова труба з суцільним диском діаметром $D = 0,032$ м, $D = 0,048$ м, $D = 0,056$ м., пальник з несучільним диском, на відстані від жарової труби $S = 6$ мм, $S = 36$ мм, $S = 16$ мм.

На рисунку 1, представлено розрахунок для жарової труби з суцільним диском діаметром $D = 0,032$ м. Максимальні температури зупинилися на відмітці 1670 °С. За даними розрахунку довжина факела має довжину близько $0,98 - 1,1$ м. і залежить від якості приготування горючої суміші, в даному випадку якості перемішування окислювача і палива. Перемішування палива з окислювачем в цій моделі більшою мірою відбувається завдяки вихровій зоні за диском. Температури на поверхні диска в зоні вихорів досягають величин $1035 \div 1060$ °С. Такі температури підвищують вимоги до жароміцності матеріалу для диска.

Для зменшення довжини факела необхідно забезпечити більш краще перемішування, тобто збільшити вихрову зону за ним. Для цього були створені моделі з диском збільшеного діаметра $D = 0,048$ м, $D = 0,056$ м.

В результаті діапазон максимальних температур виріс від 1670 до 1800 °С. Це говорить про більш якісний процес горіння, оскільки відомо, що максимальні температури досягаються при повному згорянні горючих речовин. Але також збільшилися температури біля поверхні диска і склали $1150 \div 1210$ °С. Не дивлячись на

те, що була досягнута помітно краща якість процесу горіння, завдяки збільшенню вихрової зони, довжина факела знизилася до 0,75 м.

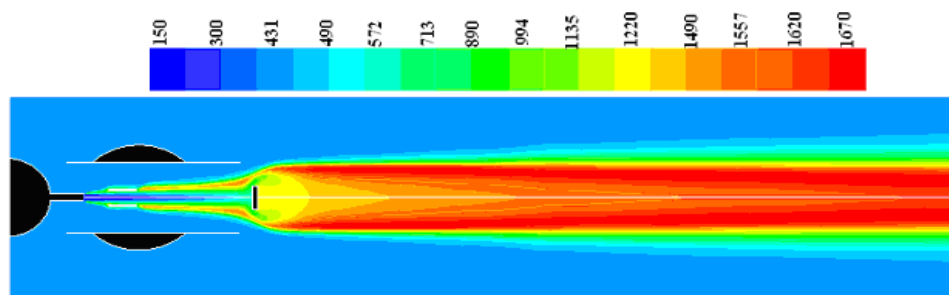


Рис. 1 – Жарова труба з суцільним диском, $D_{\text{диска}} = 0,032$ м

Для спроби зняття високих температур з поверхні диска та зменшення гідравлічного опору була спроектована модель диска з отворами (рис. 2).

В диску виконано 19 отворів діаметром 8 мм. Оскільки задача осесиметрична і неможливо промодельювати отвори, то отвори представляються як кільця. Площа твердого тіла зменшилась, тим самим збільшився підсос кисню. В результаті створили модель, де відстань від диска до жарової труби дорівнює 0,006 м. Максимальні температури встановилися в діапазоні 1820 °С.

Таким чином, завдяки застосуванню отворів вдалося істотно знизити температури на поверхні диска до 860 °С практично по всій поверхні диска, тільки в самих крайніх точках на периферії температури досягають 1150 °С. При цьому не суттєво збільшилася довжина факела до $0,77 \div 0,79$ м. Це пояснюється зниженням розмірів вихрових зон за диском.

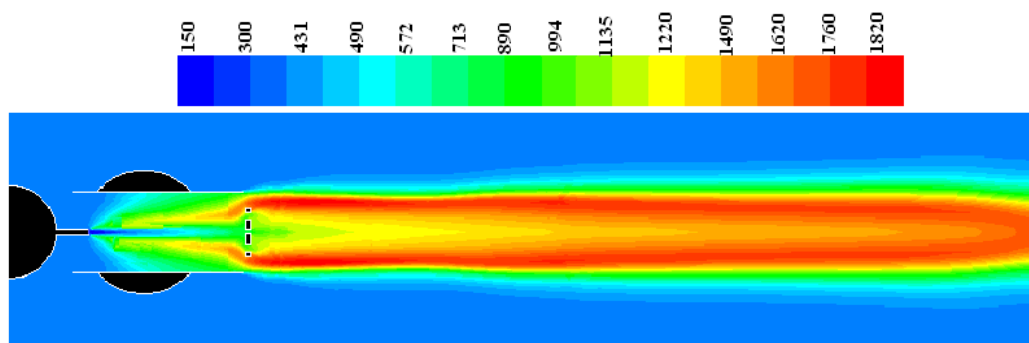


Рисунок 2 – Пальник з несучільним диском (4 варіант)

В результаті проведеного аналізу можна зробити наступні висновки:

1. найякісніше горіння досягається у пальнику з несучільним диском, на відстані від жарової труби $S = 6$ мм, 4 варіант, хоча ця модель декілька ідеалізована ;
2. температура газу поблизу диска зовні пальника (у факелі) складає 1320 °С, що помітно перевищує допустимий рівень для температури металу диска;
3. відведення теплоти від диска до газу всередину жарової труби знижує температуру диска;
4. надалі необхідно виконати оцінку температури диска з урахуванням радіаційного і конвективного теплообміну.

Список літератури:

1. Кузнецов, Н. В. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод) / Н. В. Кузнецов, і інші. // - М. Энергия. - 1998. - С. 296.
2. Балдина, О. М Гидравлический расчет котельных агрегатов: (Нормативный метод)/ О. М. Балдина, В. А. Локшин, Д. Ф. Петерсон і інші. // - М.: Энергия - 1978. - С. 256.