

УДК 621.45.034

ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНОЇ СТРУКТУРИ ПОТОКУ ТА ВПЛИВУ НА РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУР У ДВОПАЛИВНІЙ НИЗЬКОЕМІСІЙНІЙ КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ ГТД, ПРИ РОБОТІ НА ГАЗОПОДІБНОМУ ПАЛИВІ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ГІДРОДИНАМІКИ

С. І. Сербін, д-р техн. наук, професор, С. В. Вілкул, завідувач лабораторією турбін, Б. Т. Діасамідзе, аспірант

Україна, Миколаїв, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Аеродинамічна структура потоку досліджувалась для варіанту низькоемісійної газотурбінної двопаливної камери згоряння з 16 жаровими трубами, що працює на газоподібному паливі, на номінальному режимі продувки при витраті повітря 4,355 кг/с, температурі 770 К, тиску 20,523 МПа, витрата метану через зовнішній завихрювач 0,07565 кг/с, витрата метану через внутрішній завихрювач 0,01335 кг/с. Числове моделювання проведено проведено з використанням розробленої математичної моделі двопаливної камери згоряння ГТД [1] з урахуванням рекомендацій [2-3].

На рис. 1(а) для наочності приведено вектори швидкості повітря, яке після компресора високого тиску подається в камеру згоряння через вхідний дифузор. Надалі робоче тіло через два радіально-осьових завихрювача поступає всередину жарової труби в районі фронтового пристрою, і за рахунок інтенсивної закрутки змінює свій напрямок руху, набуваючи інтенсивне обертання.

В міру віддалення від головної частини фронтового пристрою внаслідок тертя і турбулентної дифузії інтенсивність закрутки потоку різко зменшується та нерівномірність розподілу швидкості в радіальному напрямку спостерігається в усій центральній частині жарової труби, що потребує подальшої оптимізації геометричних параметрів камери з метою зменшення нерівномірності температурного поля в об'ємі жарової труби.

Видно, що при наявності горіння в головній частині жарової труби утворюється потужна зона зворотних течій, в якій циркулюють продукти повного згоряння палива і спостерігаються максимальні температури рис. 1 (б).

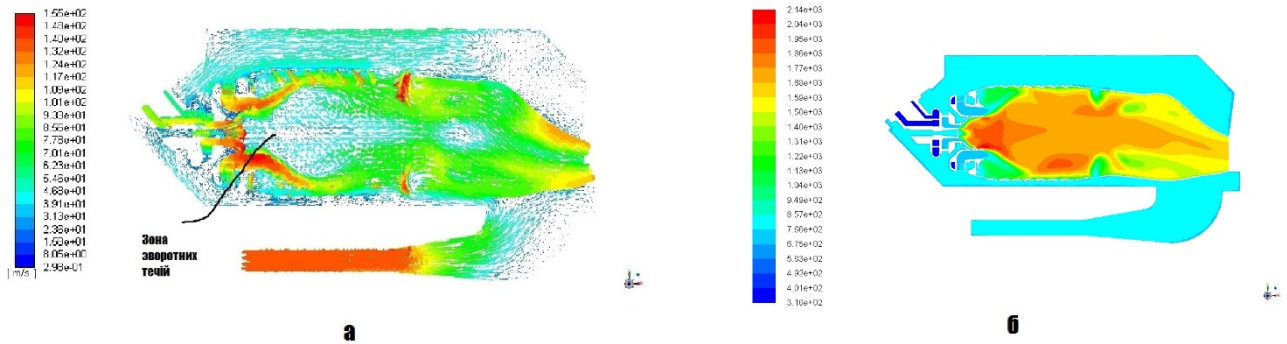


Рисунок 1 – а) Вектори амплітуд швидкостей (м/с) в поздовжньому перерізі низькоемісійної камери згоряння
б) Поле температури (К) в поздовжньому перерізі низькоемісійної камери згоряння ГТД

Для більш детального аналізу аеродинамічної структури потоку на рис. 2 (а-б) представлено контури радіальної та осьової компонент швидкості. Розглядаючи розподіл амплітуд радіальної компоненти швидкості (рис. 2, а), та швидкостей в районі зовнішнього завихрювача (рис. 2, б) можна відмітити вплив радіальних течій всередині жарової руби на форму і протяжність зони зворотних течій, яка обумовлює стабільність положення фронту полум'я на режимах горіння.

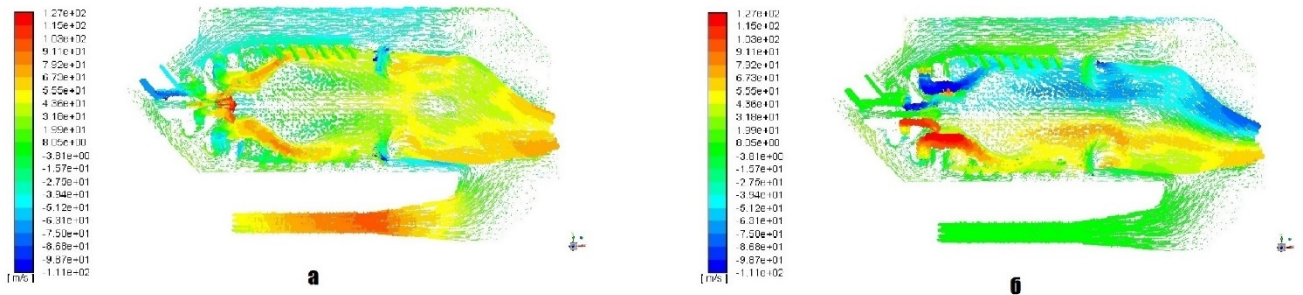


Рисунок 2 – а) Розподіл радіальної компоненти швидкості повітря (м/с) в об'ємі камери згоряння; б) Розподіл осьової компоненти швидкості повітря (м/с) в об'ємі камери згоряння

Представлені результати розрахунку відображають складність аеродинамічної структури потоку в низькоемісійній камері згоряння, наявність характерних зон зворотних течій в центральній зоні жарової труби та великої нерівномірності розподілу компонентів швидкості по перерізах.

Література

1. Сербін С.І. Числове моделювання процесів горіння в експериментальному відсіку гібридної камери згоряння ГТД потужністю 25 МВт [Текст] / С.І. Сербін, Г.Б. Мостіпаненко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: «Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2006. – № 5. – С.59–67.
2. Launder B.E. Lectures in Mathematical Models of Turbulence [Text] / B.E. Launder, D.B. Spalding. – London : Academic Press, 1972. – 327 p
3. Діасамідзе Б. Т. Теоретичні дослідження двопаливної низькоемісійної камери згоряння газотурбінного двигуна / Б. Т. Діасамідзе, С. В. Вілкул, С. І. Сербін // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : Power and Heat Engineering Processes and Equipment : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2019. – № 1. – С. 27-33.

УДК 539.3

АНАЛІЗ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ ОСТАННЬОГО СТУПЕНЯ ПАРОВОЇ ТУРБІНИ ПІСЛЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОГО РЕМОНТУ ЛОПАТОК

М.Г. Шульженко, д-р. техн. наук, проф., А.С. Ольховський

Україна, Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

Лопатковий апарат сучасних турбін є найбільш відповідальною і напруженою їх частиною. Коливання лопаткового апарату суттєво впливають на надійність турбіни. Розглядаються лопатки останніх ступенів турбіни К-1000-60/3000, виготовлених з титанового сплаву. Лопатки ступенів циліндру низького тиску цих турбін працюють у вологому паровому середовищі, де виникає помітна крапельно-ударна ерозія після відпрацювання більше 180 тис. годин. Ерозійні пошкодження в лопатках останніх ступенів турбін, що працюють в умовах вологого пару, спостерігаються доволі щільно у верхній третині вхідних кромek лопаток та у нижній третині вихідних кромek [1]. Для таких лопаток рекомендується проводити згладжування всієї зони пошкоджень при профілактичних зупинках турбін шляхом різних видів механічної обробки: точіння, фрезерування, шліфування, поліровки та ін. [1, 2]. При цьому змінюються геометричні розміри та форма поперечних перерізів лопаток.