

Результати моделювання течії наведено в таблиці 1. Вони свідчать про достатньо велику різницю: від 2,9% до 16,3% по відношенню до експериментальних даних щодо загального ступеня підвищення тиску та від 0,34% до 2% щодо адиабатичного коефіцієнту корисної дії. Дане явище може бути пов'язане одночасно з недосконаlostями обраної моделі турбулентної в'язкості.

Таблиця 1 – Результати моделювання течії

Параметр	Експериментальні дані [2]	Результати моделювання
Загальний ступінь підвищення тиску	1,785;	1,837
	1,917;	
	2,056;	
	2,157;	
	2,196.	
Адиабатичний коефіцієнт корисної дії	0,842;	0,859
	0,862;	
	0,876;	
	0,876;	
	0,852.	

На рисунку 3 наведено розподілу відносного числа Маха на 50% висоти лопатки при $n=100\%$.

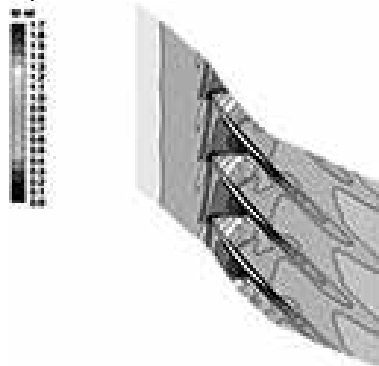


Рисунок 3 – Аеродинамічна характеристика розподілу відносного числа Маха на 50% висоти лопатки

Дані чисельного моделювання свідчать про присутність областей зі зниженими значеннями швидкості за вихідною кромкою лопаток, що відображають аеродинамічні сліди через наявний примежовий шар на поверхні лопатки та його негативний вплив.

В результаті проведеного дослідження течії було отримано значення ступеня підвищення тиску і адиабатичного коефіцієнту корисної дії ступеня осьового компресора Rotor 37. Результати проведеної тестової задачі показали, що застосування моделі турбулентної в'язкості k-ε під час розв'язання осереднених за часом рівнянь Нав'є–Стокса (RANS) при розрахунку мають досить велику похибку. Подальшим кроком даної роботи буде тестування інших моделей турбулентної в'язкості при замиканні системи Нав'є–Стокса для моделювання течії ступені осьового компресора Rotor 37.

Список використаних джерел

1. Boretti, Alberto. Experimental and Computational Analysis of a Transonic Compressor Rotor. (2010).
2. Moore R. D., Reid L. Performance of Single-Stage Axial-Flow Transonic Compressor With Rotor and Stator Aspect Ratios of 1.19 and 1.26, Respectively, and With Design Pressure Ratio of 2,05. NASA Technical Paper 1659 (1980)

УДК 621.694.2:629.3.082.3(043.3)

**М.П. Андрійшин, канд. техн. наук,
К.І. Капіганчук, канд. техн. наук,
В.В. Отрошенко, магістр,
М.О. Пікуль, магістр**
Національний авіаційний університет

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ
МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ В ЗАЛЕЖНОСТІ
ВІД ЙОГО ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЗУПИНКИ ЛІНІЙНИХ
КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ**

З метою подальшої інтеграції ринків природного газу до законодавства Європейського Союзу [1] та досягнення високого рівня безпеки й ефективності його постачання, розглядаються наступні заходи з реорганізації газотранспортної системи України (ГТС):

- тісна співпраця на договірній основі з суміжними операторами прикордонних газотранспортних систем [2];
- облік обсягів природного газу в одиницях енергії в процесі його транспортування та розподілу [3];
- перенесення точок прийому природного газу на східний кордон України;
- налагодження ефективної взаємодії з оператором газосховищ України з метою ефективного балансування та управління ГТС;
- будівництво відповідних газопроводів-перемичок;
- проведення реконструкцій та інших робіт направлених на збереження або підвищення гнучкості та надійності роботи ГТС, а також рівня її інтегрованості.

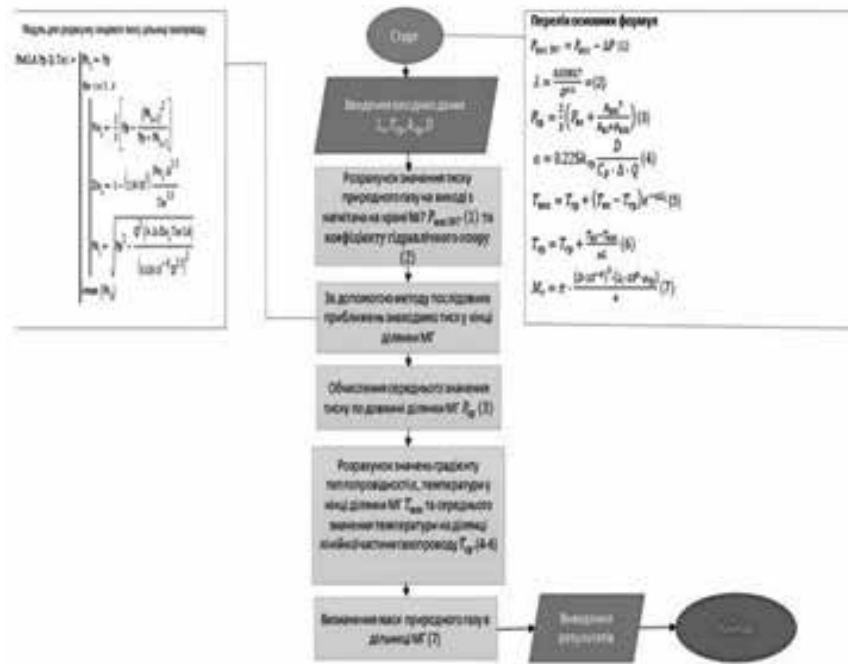


Рисунок 1 – Алгоритм гідралічного розрахунку лінійної частини ділянки магістрального газопроводу

Метою даних заходів є підвищення ефективності та конкурентоздатності ГТС України в процесі транспорту та розподілу природного газу як внутрішнім так і зарубіжним споживачам.

З метою оцінки роботи магістрального газопроводу [4] в нових умовах його експлуатації розроблено алгоритм розрахунку режимів сумісної його роботи лінійних компресорних станцій та ділянок газопроводу. Для виконання цього завдання було створено алгоритм гідралічного розрахунку, який зображено на рисунку 1.

Запропонований алгоритм дозволяє оцінити ефективність роботи магістрального газопроводу в залежності від його продуктивності, вибирати необхідну кількість лінійних компресорних станцій, газоперекачувальних агрегатів та досліджувати вплив зупинки окремої компресорної станції або газоперекачувального агрегату на продуктивність газопроводу [5].

На основі проведених розрахунків при заданій продуктивності на початку магістрального газопроводу встановлено його добову продуктивність в кінці газопроводу, енергію паливного газу по вищій та нижчій теплоті згоряння для забезпечення необхідної продуктивності, необхідну питому енергію паливного газу для перекачування одиниці енергії по магістральному газопроводі та ефективність його роботи і необхідну кількість природного газу в газопроводі для забезпечення заданої його продуктивності.

Визначено коефіцієнт корисної дії газоперекачувальних агрегатів по вищій та нижчій теплоті згоряння. Встановлено, що в процесі послідовних відключень лінійних компресорних станцій, найбільший вплив на зміну продуктивності впливають зупинки компресорних станцій на початку газопроводу.

Зроблено висновок, що чим більш віддалена зупинка компресорної станції від початку газопроводу, тим менший її вплив на зміну продуктивності.

Необхідний обсяг природного газу в магістральному газопроводі для того щоб забезпечити задану продуктивність при цьому значно менший базового варіанту. При зупинці віддалених від початку газопроводу компресорних станцій обсяг газу в трубопроводі асимптотично наближається до базового варіанту.

Список використаних джерел

1. Про запровадження 5-го пакету санкцій у відношенні РФ у зв'язку зі збройною агресією проти України (офіційний сайт комітету ЄС. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/04/08/eu-adopts-fifth-round-of-sanctions-against-russia-over-its-military-aggression-against-ukraine/>);
2. Про ринок природного газу : Закон України від 09.04.2015 р. № 329-VIII : станом на 19 серп. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/329-19#Text>
3. Про внесення змін до деяких законів України щодо запровадження на ринку природного газу обліку та розрахунків за обсягом газу в одиницях енергії : Закон України від 02.11.2021 р. № 1850-IX : станом на 27 лип. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1850-20#Text> (дата звернення: 07.10.2022).
4. Нагнітачі природного газу: підручник / М.С. Кулик, К.І. Капітанчук, М.П. Андрієшин. – К.: НАУ, 2022. – 228 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/55906>
5. A study of the energy balance of main gas pipeline operating modes on its efficiency / Andriyishyn M P., Kapitanchuk K. I., Pikul M. O., Otroshchenko V. V. // Engines and Power Installations: Safety in Aviation And Space Technologies: The Seventh World Congress. «Aviation in the XXI-st Century». September 28–30, 2022. – Kyiv.: NAU. – 2022. – v.1. – С. 1.4.21 – 1.4.26.

УДК 621.431.75

А.А. Ковтун,

К.В. Балаласва, д-р техн. наук, професор
Національний авіаційний університет

ВПЛИВ АЕРОДИНАМІЧНОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМПРЕСОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ АВІАЦІЙНИХ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

Сучасні авіаційні газотурбінні двигуни мають високий ступінь досконалості. Технічний прогрес, розвиток цифрового моделювання, розвиток нових методів виготовлення вузлів та деталей, розвиток композиційних матеріалів – все це обумовило високу ефективність

авіаційних газотурбінних двигунів і робить авіаційний транспорт комфортним та безпечним [1].

Ефективність силової установки літального апарата визначають чимало факторів. Одним із цих факторів є аеродинамічна досконалість компресорів та вентиляторів. Від аеродинаміки потоку у компресорі залежить ефективність компресора, частково – робота камери згоряння та турбіни [1].

Коефіцієнт корисної дії компресора залежить від геометричної досконалості лопаток робочих колес та напрямних апаратів. З метою підвищення коефіцієнту корисної дії компресора дослідники прискіпливо вивчають механізми гідравлічних втрат у лопаткових вінцях. Основними методами дослідження є чисельний експеримент і фізичний експеримент (на заключних етапах дослідження). Точність чисельного експерименту, багато в чому, допомагає покращити процес дослідження щодо підвищення коефіцієнта корисної дії компресорів. В роботі [2] надано загальний огляд щодо методів чисельного експерименту для лопаткових машин газотурбінних двигунів.

Багато досліджень присвячено аеродинамічному вдосконаленню компресорів і вентиляторів авіаційних двигунів за допомогою методів керування примежовим шаром. Серед таких методів слід відмітити, пасивний метод керування примежовим шаром і активний метод керування примежовим шаром. Прикладом застосування пасивного методу керування примежовим шаром у компресорі є дворядні напрямні апарати або дворядні спрямні апарати [3, 4]. Також до пасивних методів слід віднести надроторні пристрої у компресорі [5]. Щодо активних методів керування примежовим шаром, то тут слід відмітити метод вдування та відсмоктування примежового шару на лопатках ротора або статора, але цей метод потребує додаткового підводу енергії [6].

Надзвичайно варто відмітити таку технологію покращення аеродинамічних характеристик компресорів і вентиляторів, як морфний (адаптивний) вентилятор. Технологія тільки розвивається, але має великі перспективи. Лопатки вентилятора зможуть підлаштовуватися під потік, що значно покращить їх аеродинаміку, а це, звісно, позитивно вплине на ефективність авіаційного газотурбінного двигуна в цілому [7].