

## «Розробити методикку визначення оптимальної змінної об'ємної мікрогеометрії робочих поверхонь лопаток авіаційних ГТД»

### *Основні наукові результати*

Вперше отримані результати дозволяють підвищити коефіцієнт корисної дії лопаткових коліс авіаційних ГТД за рахунок зменшення тертя робочого тіла (повітря, газ), підвищити економічність та покращити екологічні показники на 3...7% ГТД у цілому.

Вперше апаратно та методично доведена доцільність та можливість реалізації створення змінної 3D шорсткості робочих поверхонь лопаток ГТД з чутливістю по профілю до 3 нм, що підтверджено на створеному сканері-формувачі 3D поверхонь з комбінованою растрово-механічною системою сканування та позиціонування.

Вперше проведені дослідження дозволили з чутливістю по профілю до 3 нм отримувати 3D інформацію про шорсткість всієї поверхні лопатки ГТД та з такою ж чутливістю створювати ефективну змінну по висоті лопатки об'ємну конфігурацію і таким чином підвищити коефіцієнт корисної дії лопаткових коліс ГТД.

Вперше запропонована нова оригінальна схема сканування поверхні лопаток ГТД з підвищеною чутливістю по профілю до 3 нм завдяки реалізації комбінованої растрово-механічної системи сканування.

Вперше розроблений програмний модуль обробки даних про мікрогеометрію поверхонь лопаток, отриманих шляхом комбінованого растрово-механічного сканування всієї повнорозмірної лопатки ГТД з чутливістю по профілю 3 нм. Завдяки програмі для проведення порівняльного вимірювання мікро- та наноггеометрії робочих

□

их

тап

фільтра, передаточна характеристика якого визначається параметрами оптичної схеми профілографа. Проведені експериментальні дослідження і отримані 3D зображення, що ґрунтуються на вимірюванні обох часткових похідних фази світла одночасно.

Вперше розроблений програмний модуль для обробки та візуалізації мікро- та наноггеометрії сканованих поверхонь і створений математичний апарат візуалізації сканованої поверхні з різною розподільчою здатністю по полю сканування та рельєфу дозволив провести оптимізацію режимів сканування та обробки інформації опису поверхні з максимальною точністю і мінімальним розміром об'єму інформації.

### *Практична цінність*

Результати роботи можуть бути використані в галузі авіаційного двигунобудування:

- методика визначення оптимальної об'ємної мікрогеометрії робочих поверхонь лопаток в залежності від швидкості та векторного поля потоку в компресорі може використовуватись в конструкторському бюро ЗМКБ «Прогрес» з можливістю подальшого впровадження її на серійному виробництві «МОТОРСІЧ», «Пермский Моторный Завод», ОАО «Авиадвигатель», ЗАО "ТЮМЕНСКИЕ АВИАДВИГАТЕЛИ", «Казанское моторостроительное производственное объединение» та ін.;

- технологію отримання оптимальної об'ємної мікрогеометрії робочих поверхонь лопаток планується впровадити на ДП ЗМКБ «Прогрес», а також заплановано отримання відповідного патенту;

- критерії оцінки ефективності робочих поверхонь лопаток авіаційних ГТД з урахуванням їх об'ємної просторової мікрогеометрії планується використовувати у виробництві на етапі вихідного контролю якості лопаток шляхом надання послуг або створенням дільниць з відповідною апаратно-метрологічною інфраструктурою та впровадження на ремонтних та серійних авіадвигунобудівних підприємствах, зокрема «Завод № 410».

### **Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах**

1. Аксенов А.Ф., Стельмах А.У., Бадир К.К. Экспериментальная апробация гипотезы компрессионно-вакуумного механизма трения и изнашивания // Наукові нотатки. – Луцьк: ЛНТУ. – 2010. – №28. – С.9 – 23.
2. Шмаров В.М., Стельмах О.В. Апаратно-програмна інформаційно-вимірювальна система // Технологические системы. – Киев: ООО «Компания «Индустриальные технологии». – 2010. – №1. – С.88 – 90.
3. Стельмах О.У. Компрессионно-вакуумный механизм трения и изнашивания // 10-й Ювілейний Міжнародний науково-технічний семінар «Современные проблемы производства и ремонта в промышленности и на транспорте». – Свалява, 22– 26 лютого 2010р.
4. Стельмах О.У. Компресійно-вакуумний механізм тертя і зношування // Міжкафедральний семінар Житомирського національного агроєкологічного університету. – Житомир, 31 травня 2010.
5. Аксенов А.Ф., Стельмах А.У., Бадир К.К. Экспериментальная апробация гипотезы компрессионно-вакуумного механизма трения и изнашивания // Міжнародна науково-технічна конференція «Науково-прикладні аспекти автомобільної галузі.– Луцьк, 17– 20 травня 2010р.
6. Стельмах О.У. Експериментальне підтвердження гіпотези компресійно-вакуумного механізму тертя та зношування // Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні проблеми трибології», Київ, НАУ, 21– 23 травня 2010р.
7. Стельмах О.У. Деформаційні гідродинамічні процеси та явища в граничних шарах опор ковзання // Розширене засідання наукового семінару кафедри зносостійкості і надійності машин Хмельницького національного університету. – Хмельницький, ХНУ, 2 липня 2010р.
8. Стельмах О.У. Компресійно-вакуумна гіпотеза тертя в умовах граничного змащування та трибо-кавітаційний механізм зношування // Международный научно-технический семинар по программе научного сотрудничества Украина – Германия, 2 – 6 августа 2010г., Дрезден, Германия.
9. Аксенов А.Ф., Стельмах А.У., Бадир К.К. Экспериментальная апробация гипотезы компрессионно-вакуумного механизма трения и изнашивания // ІУ Всесвітній конгрес «Авіація у ХХІ столітті», 21-23 вересня 2010 – Київ, НАУ.
10. Стельмах О.У., Кушев О.В., Шевченко Р.О., Бадір К.К. Дифузійні гідродинамічні процеси формування вібрації та шуму трибосистем кочення // Тези доповідей ІІІ Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології». – Київ: НАУ. – 2010. – С.148.
11. Аксьонов О.Ф., Стельмах О.У. Спадок професора Б.І.Костецького у сучасній нанотрибології // Тези доповідей ІІІ Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології». – Київ: НАУ. – 2010. – С.175– 176.
12. Шмаров В.М., Стельмах О.У., Стельмах О.В., Костюнік Р.Є., Бадір К.К. Трибологічний вимірювально-аналітичний комплекс нау-01 // Тези доповідей ІІІ Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології». – Київ: НАУ. – 2010. – С.176-177.
13. Стельмах О.У. Експериментальна апробація підтвердження гіпотези компресійно-вакуумної природи тертя та деформаційних механізмів зношування в умовах граничного змащування Тези доповідей ІІІ Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології». – Київ: НАУ. – 2010. – С.178– 179.
14. Стельмах О.У., Бадір К.К., Шевченко Р.О., Коба В.П. Трибокавітація в змащувальному середовищі // Тези доповідей ІІІ Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми хімотології». – Київ: НАУ. – 2010. – С.179– 180.
15. Отримано патент України на корисну модель №45378 «Прилад безконтактного імпульсного магнітно-турбулентного очищення шарикопадшипників кочення в зборі».