



Рациональне використання сучасних мастильних матеріалів, таких як синтетичні мастила, мастила на основі силікону чи тверді мастила, дозволяє значно знизити зношування, попередити перегрів та підвищити надійність роботи підшипникових вузлів. Важливо при цьому враховувати специфічні умови експлуатації та високу чутливість керамічних елементів до забруднень.

В Україні виробництво керамічних підшипників ще є обмеженим, що зумовлює необхідність імпорту чи виготовлення таких вузлів під спеціальні замовлення. Проте, з розвитком технологій та удосконаленням систем змащення, є всі підстави для розширення сфери застосування керамічних підшипників, особливо в промисловості та авіакосмічній галузі. Порівняння різних типів мастил за характеристиками показано на рис. 1.

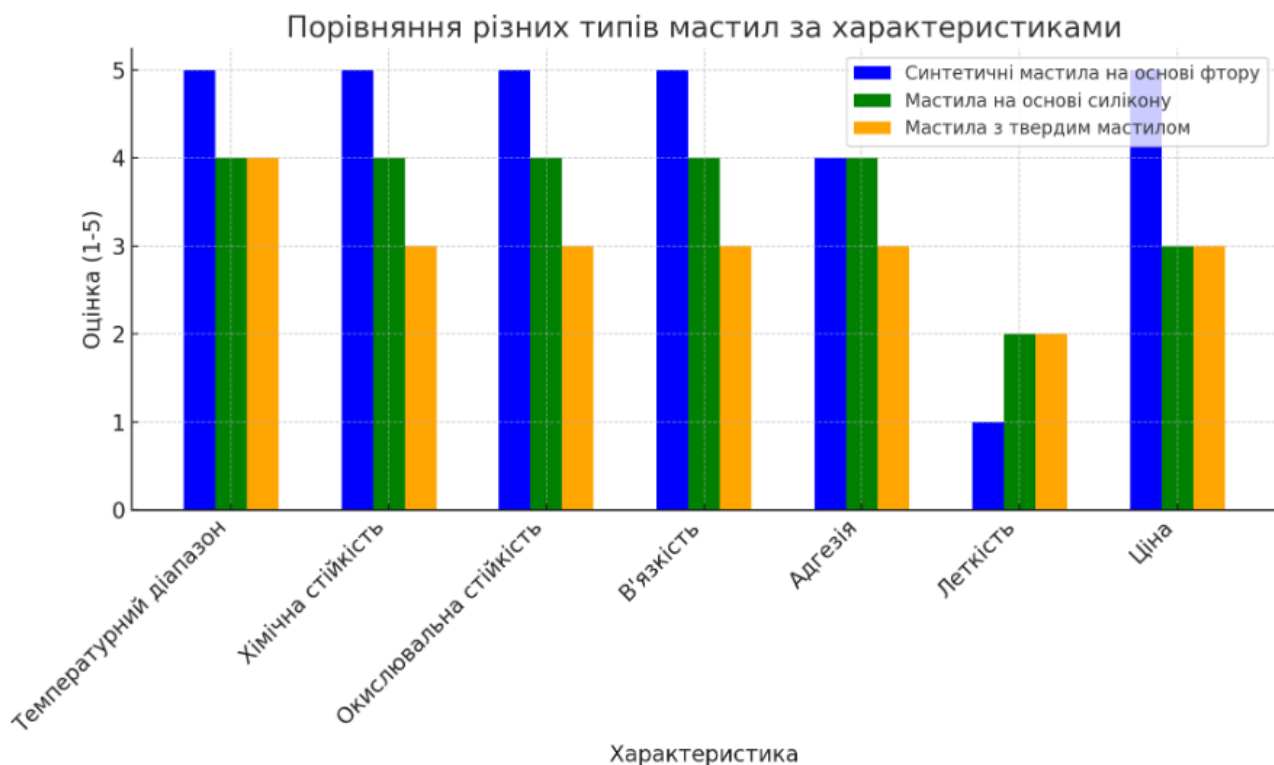


Рис.1 – Порівняння різних типів мастил за характеристиками

КОНВЕРТУВАННЯ ДВОКОНТУРНОГО ДВИГУНА В НАЗЕМНУ ГАЗОТУРБІННУ УСТАНОВКУ

О. І. Крючков, О. Д. Дегтярьов, К. В. Фесенко, В. А. Даценко
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Інтенсивний розвиток енергоємних галузей вимагає оновлення технічної бази, зокрема модернізації газотурбінних установок, які є ключовими для енергетики та газової промисловості. Ефективним рішенням є конвертування авіаційних ГТД, що вичерпали льотний ресурс, до наземного використання. Головною перевагою авіаційних ГТД є високі параметри циклу та газодинамічна досконалість, але їх ресурс зазвичай нижчий, ніж це потрібно для наземних установок. Після капітального ремонту та заміни зношених деталей такі двигуни

адаптуються до нових умов експлуатації. Наприклад, знижують температуру газу перед турбіною на 150 – 200 К для продовження ресурсу компонентів, що дозволяє значно зменшити витрати на виробництво та обслуговування.

Проведено дослідження щодо способів конвертування авіаційного турбореактивного двигуна з двоконтурною схемою (ТРДД) у наземну газотурбінну установку із вибором режимів роботи, які забезпечують високу енергетичну ефективність та тривалий ресурс. Проведено розрахунки параметрів двигуна, прототипом якого був трьохвальний ТРДД Д-436, розроблений ДП «Івченко – Прогрес».

При розробці загальної схеми стаціонарної газотурбінної установки ключовими чинниками є стислі терміни та мінімальні витрати, тому важливо забезпечити відповідність заданим параметрам, надійності й ресурсу з мінімальними змінами в конструкції базового авіаційного двигуна. Складність конструкції авіаційних ГТД та обсяг робіт з доведення робіть доцільним їх використання без доопрацювання газогенератора (ГГ) (рис. 1).

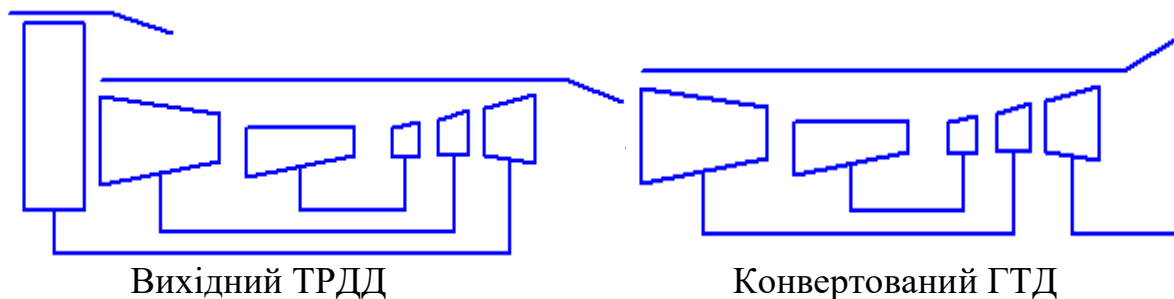


Рис. 1 – Конвертування ТРДД

При конвертуванні ТРДД у наземний ГТД газогенератор залишається незмінним. Під час математичного моделювання наземного ГТД необхідно забезпечити однаковість параметрів ГГ в одному й тому ж режимі роботи за тих самих умов на вході в газогенератор. Однаковість умов на вході (P_v^* , T_v^*) забезпечується шляхом підбору значень висоти H і числа M_n польоту. Однаковість режиму роботи забезпечується завданням однакової частоти обертання ГГ. Для забезпечення однаковості параметрів газогенератора задаються однакові параметри циклу, втрати в елементах ГГ у розрахунковому режимі та характеристики функціональних елементів ГГ.

Автоматичне підтримання експлуатаційного режиму за зміни зовнішніх умов здійснюється відповідно до певного закону керування, який обирається з урахуванням забезпечення найвигідніших характеристик двигуна, наприклад, максимальної потужності та мінімальної питомої витрати палива на номінальному режимі роботи ГТД. Перехід із одного режиму на інший здійснюється за визначеною програмою. Однак потужність і питома витрата палива в умовах експлуатації двигуна безпосередньо не вимірюються, тому вони регулюються шляхом зміни одного або кількох параметрів, які визначають режим роботи та називаються параметрами регулювання.

Оскільки конвертований ГТД має один регулюючий фактор — витрату палива G_p , програма керування є однопараметричною. Як програми керування можуть бути обрані $\bar{p}_{вг}=1,0$ або $\bar{T}_Г^*=1,0$, або $\bar{p}_{вгпр}=1,0$, для яких і проведені



розрахунки параметрів ГТД. Для розрахунків використовується програма *mgtu-2*, яка дозволяє проводити моделювання характеристик для ГТД з двовальним газогенератором і вільною турбіною.

За результатами порівняльного аналізу параметрів ГГ при роботі в наземному ГТД за різними програмами керування зроблено висновок, що режим роботи ГГ за програмою керування $\bar{T}_G^* = 1,0$ може бути рекомендований для вертолітних і авіаційних ГТД, оскільки параметри циклу вищі, ніж за програмою керування $\bar{p}_{вгпр} = 1,0$. Режим роботи ГГ за програмою керування $\bar{p}_{вгпр} = 1,0$ може бути рекомендований для наземних ГТД.

Проведений аналіз схеми конвертованого ТРДД, режимів його роботи, параметрів, вимог по ресурсу і надійності дозволив розробити рекомендації щодо конвертування трьохвального ТРДД в наземний ГТД:

1. Конвертування авіаційного трьохвального ТРДД доцільно здійснювати шляхом використання базового функціонального модуля – двовального газогенератора, як основи турбовального ГТД із вільною турбіною.
2. Для роботи газогенератора у складі наземного ГТД на розрахунковому режимі доцільно обрати режим, який відповідає умові $\bar{p}_{вгпр} = 1,0$.
3. Як вихідний пристрій слід застосовувати дифузор замість сопла. Це забезпечить зменшення втрат через вихідну швидкість та збільшення перепаду тисків на вільній турбіні.
4. Як силова турбіна наземного ГТД може бути використана турбіна вентилятора ТРДД. Це дозволяє зменшити витрати на проєктування та виробництво, а також скоротити терміни конвертування, але може призвести до деякого погіршення ККД силової турбіни через підвищений перепад тиску.
5. Зниження ККД силової турбіни через підвищений перепад тиску можна зменшити шляхом збільшення частоти обертання ротора силової турбіни. Проте це призводить до зниження ресурсу силової турбіни.
6. Проєктування нової силової турбіни дозволяє забезпечити високий рівень ККД та необхідний ресурс. Однак це потребує значних витрат на проєктування і виробництво та збільшує час конвертування.