ОЦІНКА ВПЛИВУ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ КОМПРЕСОРА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБОВАЛЬНОГО ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

Даценко В.А.
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут» м. Харків

У роботі представлено результати дослідження впливу абразивного зношування проточної частини компресора на термогазодинамічні характеристики турбовального газотурбінного двигуна (ГТД). Вперше запропоновано метод оцінки експлуатаційних характеристик двигуна з урахуванням ерозійного зносу, який базується на повузловій нелінійній математичній моделі з двовимірним описом багатоступеневого осьового компресора.

Запропоновано методику визначення геометричних параметрів осьового компресора, що зазнав абразивного зносу, яка враховує зміну хорди профілів, геометричних кутів профілів лопаток і кутів установки у різних перетинах за висотою лопатки, яка забезпечує адекватне представлення ерозійних дефектів у математичній моделі. Вдосконалено підхід до розрахунку термогазодинамічних параметрів у компресорі у двовимірній постановці, що дозволило врахувати ефекти збільшеної шорсткості поверхонь та радіального зазору.

Проведено аналіз термогазодинамічних параметрів та характеристики зношеного компресора. В зв'язку зі зміною геометричних параметрів лопаткових вінців змінюється і характер їх обтікання. Зокрема зростають кути натікання потоку на лопаткові вінці по всій висоті лопатки. Це, в свою чергу, може призводити до відриву потоку з поверхонь лопаток. Встановлено, що в результаті абразивного зносу проточної частини та лопаткових вінців підвищується повна температура за кожним ступенем по всій висоті проточної частини. Також знижується повний тиск, особливо це проявляється на периферії проточної частини. Аналіз характеристики компресора показав, що в результаті абразивного зносу знижується степінь підвищення тиску та зменшуються витрата повітря і ККД. Також суттєво зміщується межа стійкої роботи в сторону лінії робочих режимів.

Для аналізу впливу тривалої експлуатації турбовального газотурбінного двигуна в умовах запиленої атмосфери на його термогазодинамічні параметри виконано розрахунок дросельної характеристики ГТД. В результаті виявлено, що окрім зміщення межі стійкої роботи зміщується і лінія робочих режимів на характеристиці компресора. Це в сукупності призводить до зменшення запасів газодинамічної стійкості. При зіставленні параметрів зношеного двигуна та двигуна з вихідним компресором встановлено, що в результаті експлуатації знижується питома потужність двигуна та зростає питома витрата палива. Так, питома потужність вихідного двигуна на «розрахунковому» режимі знизилася на 14%, питома витрата палива зросла на 6,4% у відносних величинах, а запас газодинамічної стійкості зменшився на 11,1% в абсолютній величині. Величина зносу при розрахунках прийнята відповідно до опублікованих даних гранично зношеного компресора.