

ЗАСТОСУВАННЯ СМС-КОМПОЗИТИВ

На сьогодні виробники авіаційних двигунів великої потужності General Electric та Rolls-Royce демонструють історичне зростання об'ємів виробництва на фоні рекордних темпів будівництва широкофюзеляжних авіалайнерів.

Компанії Boeing та General Electric готують до випробувань найбільший у світі турбовентиляторний двигун GE9X для широкофюзеляжного літака Boeing 777X. В цьому двигуні облицьовувальний матеріал камери згоряння та секторів статора I ступені турбіни високого тиску (ТВТ), а також лопатки соплових апаратів I і II ступенів ТВТ виготовлені з композитів з керамічною матрицею. На сьогодні розміщено заказів на більш ніж 700 двигунів GE9X, початок комерційної експлуатації заплановано на 2020 рік. Застосування СМС-композитів у гарячій частині двигуна продиктовано необхідністю знизити витрати палива, покращити співвідношення «потужність-маса» та скоротити експлуатаційні витрати.

На виробничих потужностях General Electric Aviation в м. Ешвіль (штат Північна Кароліна, США) виготовляються бандажні проставки із СМС-композиту для турбіни високого тиску двигуна LEAP. В м. Гринвіль (штат Південна Кароліна, США) виготовляють деталі із СМС-композитів, що призначені для заміни суперсплавів в газових турбінах великої потужності.

Кожен двигун LEAP нараховує 18 бандажних проставок турбіни з СМС-композиту, які відносяться до статорних деталей ТВТ. Авіадвигун LEAP встановлюють на пасажирські літаки Airbus A319neo, A320neo та A321neo. На сьогодні він відрізняється використанням найбільш прогресивних технологій:

- композитні лопатки та корпус вентилятора з вуглецевого волокна з тривимірним плетінням;
- сектори бандажу статора ТВТ із композитів з керамічною матрицею;
- робочі лопатки турбін низького тиску (ТНТ) із алюмініду титану;
- унікальна система попередження попадання в газоповітряний тракт сторонніх предметів;
- малоємісійна камера згоряння NAPS з форсунками для палива, які виготовлені методом адитивного виробництва.

Компанія Rolls-Royce. На сьогодні Rolls-Royce активно проводить випробування з метою демонстрації прогресивних технологій у Великобританії, Німеччині та США. Головна концепція Rolls-Royce, у питанні суттєвого підвищення експлуатаційних характеристик авіадвигунів, полягає у зниженні

витрат палива та маси деталей у порівнянні з металевими деталями. Ставка робиться на широке використання СМС-композитів, що забезпечує:

- зниження витрат палива у авіадвигунах наступного покоління;
- зниження витрат повітря на охолодження у робочих циклах і маси деталей серійних двигунів;
- можливість переходу до двигунів з більш удосконаленим робочим циклом.

У 2013 році у рамках програми Великобританії Environmentalle Friendly (EFE) з успіхом закінчено всі термомеханічні атестаційні випробування ущільнювальних секторів статору турбіни високого тиску із SiC/SiC СМС-композиту.

Особлива увага приділяється легковажній системі низького тиску. У рамках програми Advanced Low Pressure System в 2016 році закінчено випробування вентилятора системи «С-композит + Ti». Випробування з метою оцінювання проводять на двигуні Trent 1000.

В двигуні Advance 3 для забезпечення низького рівня викиду шкідливих речовин при згорянні палива впроваджені ущільнювальні сектори статору ТВТ I ступені із композиту з керамічною матрицею та соплові лопатки I ступені ТВД, що виготовлені за Cast-Bond технологіями.

В рамках програми Joint Strike Fighter (Єдиний Ударний Винищувач) є включення до конструкції головних підшипників гібридного підходу, за яким роликові елементи виготовляють керамічними. Необхідність застосування таких підшипників у перспективних конструкціях двигунів обумовлена вирішенням проблеми опору високим навантаженням, які діють всередині газогенераторів.

Для підвищення температурного ККД деталі вентилятора двигуна Trent 7000 з 2020-х років планується виготовляти з більш коштовних композитів на керамічній основі, що дозволить підвищити робочі температури.

Компанія Pratt & Whitney. Двигуни постійного циклу, що експлуатуються на сьогодні, оптимізовані на досягнення або максимальної потужності, або економії палива.

В рамках програми Adaptive Engine Technology Development (AETD) виконано пуски двигуна F414, у якого ряд деталей виготовлені із СМС-композитів. До них відносяться:

- робочі лопатки II ступені турбіни низького тиску (ТНТ);
- удосконалений теплообмінник;
- статорна частина вентилятора;
- створи та ущільнення з оксид-оксидного композиційного матеріалу з керамічною матрицею.