

УДК 621.7:621.43

СТАН ТА РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВА ДП «ІВЧЕНКО-ПРОГРЕС»

Кравченко І.Ф., Кондратюк Е.В.

Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» ім. ак. О.Г.Івченка

***Анотація:** Авіаційний газотурбінний двигун – це складний, наукоємний, дорогий виріб, який можливо створити тільки в тісній, плідній співпраці досвідченого конструкторського бюро, науки і виробництва. Створення авіаційного двигуна – тривалий та енергоємний процес, який починається з етапу розробки технічного завдання, проектно-конструкторських робіт і до створення досвідченого зразка двигуна складає близько шести років.*

Авіадвигуни, розроблені ДП «Івченко-Прогрес», застосовуються на 60 типах літальних апаратів. Тисячі двигунів експлуатуються в більш ніж у 100 країнах світу. Загальний наробіток усього парку газотурбінних двигунів в експлуатації становить понад 300 млн. г.

Питанням якості проведення випробувань двигунів, технічному рівню контрольно-випробувального устаткування надається особливо важливе значення. Експериментально-дослідницький комплекс ДП «Івченко-Прогрес» проводить повузлове доведення й випробування двигунів, дослідження з метою подальшого вдосконалення конструкції, підвищення надійності й економічності двигунів, розробку й виготовлення систем автоматизації, токоємних пристроїв, жароміцних тензорезисторів. Для виконання завдань різного напрямку створено 75 установок, а також 16 стендів для випробування знову створюваних і ремонтваних двигунів. Інженерні служби ДП «Івченко-Прогрес» завершили введення в експлуатацію модернізованого випробувального стенда №13 в експериментально-дослідницькому комплексі підприємства. Стенд повністю переустаткований власними силами підприємства, і призначений для проведення всіх видів випробувань малорозмірних турбогвинтових двигунів сімейства АІ-450С, і в першу чергу для двигунів АІ-450С-2 і АІ-450СР-2. Надалі планується розширити номенклатуру типів двигунів, які зможуть проходити випробування на стенді №13. Введення в лад модернізованого стенда дозволяє фахівцям ДП «Івченко-Прогрес» більш інтенсивно вести експериментально-доводочні роботи й ресурсне доведення на різних моделях двигунів сімейства АІ-450С, використовуючи паралельно два стенди - модернізований стенд №13 і відкритий стенд ОС-2.

ДП «Івченко-Прогрес» відрізняється не тільки високим науково-технічним рівнем виробленої продукції, але й організацією виробництва, що спирається на використання вітчизняного й світового досвіду створення авіаційних двигунів.

***Ключові слова:** газотурбінний двигун; конструкторське бюро; авіаційний двигун; авіадвигун; літальний апарат; авіадвигунобудування; експлуатація; повітряний транспорт*

Підприємство ДП «Івченко-Прогрес» входить до складу ДК «Укроборонпром» і є лідером авіадвигунобудування України. В активі підприємства більш 75 сертифікатів, виданих Бюро Веритас Сертифікейшн Україна (BVQI), Європейським агентством по авіаційній безпеці (EASA), Головним управлінням цивільної авіації Китаю (CAAC), Госавіа службою України, Авіаційним Регістром Міждержавного авіаційного комітету (АРМАК), Федеральним агентством повітряного транспорту (Росавіація): сертифікати розроблювача авіаційної техніки; сертифікати якості проектування, виробництва, модернізації, ремонту й технічного обслуговування авіаційних двигунів і газотурбінних приводів; сертифікати типу на двигуни.

Конструкторська школа ДП «Івченко-Прогрес», яка формувалася на протязі десятиків років успішно працює колективу над різними проектами і впровадженням їх в серійне виробництво, дозволяє створювати газотурбінні двигуни в широкому діапазоні тяг і потужностей, але без співпраці з ведучими науковими інститутами України створення нового перспективного конкурентоспроможного двигуна неможливе.

Підприємство бере активну участь у міжнародних науково-технічних проектах з метою створення й впровадження перспективних технологій, матеріалів, конструктивних рішень в авіадвигунах і газотурбінних приводах (ГТП) нового покоління. Так, починаючи з 2006 року, ДП

«Івченко-Прогрес» стало учасником міжнародних науково-технічних проєктів, схвалених і фінансованих Європейською Комісією: CESAR, AERO-UKRAINE, ESPOSA, OXIGEN, AERO-UA, PARE, AMBEC.

Турбореактивні двоконтурні двигуни:

- для широкофюзеляжних транспортних літаків Ан-124 «Руслан» і Ан-225 «Мрія» розроблена нова модифікація двигуна Д-18Т: Д-18Т серії 3М з покращеними акустичними характеристиками й низьким рівнем емісії. Для літаків такого класу конструктори підприємства розробляють новий двигун: АІ-38;

- для ближньомагістральних пасажирських літаків Ан-148, Ан-158 і транспортного - Ан-178 розроблені двигуни: Д-436-148, Д-436-148ФМ. Проєктується сімейство двигунів нового покоління АІ-28 із широким впровадженням перспективних матеріалів і технологій, нових конструкторських розв'язків;

- для навчально-тренувальних і легких бойових літаків розроблені двигуни: АІ 25ТЛШ, АІ-322 і його модифікація з форсажною камерою – АІ-322Ф.

Турбогвинтові авіаційні двигуни:

- для літака авіації загального призначення DA50-JP7 і навчально-тренувального літака DART-450 австрійської компанії «Diamond Aircraft» розроблені АІ-450С и АІ-450СР. Для серійного літака DART-450 створюється модифікація двигуна підвищеної потужності – АІ-450СР-2;

- для демонстратора навчально-тренувального літака УТЛ-450 українського державного підприємства «КБ АОН» поставлений макет двигуна АІ-450С;

- для ближньомагістрального пасажирського літака Ан-140 і його транспортної модифікації розробляється турбогвинтовий двигун ТВ3-117ВМА-СБМ2, модифікація підвищеної потужності серійного двигуна ТВ3-117ВМА-СБМ1;

- для військово-транспортного літака короткого зльоту й посадки Ан-70 розроблений турбогвинтовентиляторний двигун Д-27, який на сьогоднішній день залишається єдиним у світі серійним маршовим двигуном із вгордним гвинтом протилежного обертання. Літак Ан-70 прийнятий на озброєння ВПС України.

Турбовальні авіаційні двигуни.

- для легких багатоцільових вертольотів створене сімейство двигунів АІ-450. Двигуни встановлюються на модернізовані вертольоти Мі-2МСБ, Мі-2 МСБ-В, МСБ-2.

- для важких транспортних вертольотів великої вантажопідйомності розроблений двигун АІ-136Т.

Наше підприємство було одним з перших, яке на базі розроблених авіаційних двигунів начало створювати техніку індустріального застосування. Цей напрямок нараховує 21 тип двигунів у діапазоні потужностей від 0,5 до 25 Мвт, а також установки на їхній базі: електростанції, компресорні станції, протипожежні машини й ін.

У підприємства великий науковий потенціал - «Івченко-Прогрес» працюють 5 докторів технічних наук та 16 кандидатів технічних наук, 16 дійсних членів та членів-кореспондентів інженерної академії України. Підприємством оформлене більш 350 патентів і авторських посвідчень на винаходи.

Очевидно, що неможливо створення конкурентоспроможних, надійних двигунів, що мають високі питомі параметри й великий ресурс, без використання новітніх матеріалів й без тісного співробітництва з інститутами Національної академії наук України, сьогодні ведеться співпраця з 16 вищими науковими закладами України.

Домінуюча тенденція розвитку газотурбінних двигунів характеризується неухильним зростом параметрів робочого процесу, що неминуче веде до зростання навантажень, що діють на конструктивні елементи двигуна. Особливе місце в питаннях матеріалознавства газотурбінних двигунів займає проблема забезпечення конструкційної міцності більш тепло напружених вузлів і деталей двигуна, що працюють при високих рівнях температур і знако перемінних силових навантажень в умовах динамічного контакту з агресивними середовищами. Найбільш гостро стоїть питання довговічності турбінних лопаток, працездатність яких багато в чому визначає

економічність, ресурс газотурбінного двигуна, вартість однієї години його життєвого циклу. Дані питання вирішуються в тісному співробітництві з інститутами НАН України: Інститутом електроварювання ім. Є.О. Патона НАНУ, Інститутом проблем матеріалознавства ім. А.Н. Францевича НАНУ (ІПМ), Інститутом надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАНУ, Інститутом ім. Г.С. Писаренка НАН України, Інститутом проблем машинобудування НТК ІПМаш НАН України, Інститутом технічної теплофізики НАН України, Інститутом кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, й Українською інженерно-педагогічною академією.

Виготовлення продукції здійснюється на виробничих потужностях ДП «Вченко-Прогрес», яке спеціалізується на розробці конструкції, виготовленні дослідних зразків авіаційних двигунів для цивільної й транспортної авіації, їх дрібносерійного виробництва й виконання всіх типів ремонту. Створення нових технологій, що задовольняють високим технічним вимогам, відкриває дорогу для конструктивного вдосконалювання авіаційних двигунів. Усі технологічні рішення спрямовані на підвищення якості, ресурсу й надійності деталей, що виготовляються, а також двигунів у цілому. На підприємстві проводяться роботи з відновлення технологій і розробки власних на базі останніх досягнень сучасної науки й техніки.

Застосовується технологія оптимізації складання роторів, розроблена разом із КПІ ім. Ігоря Сікорського. Впровадження оригінальних математичних алгоритмів і новітнього комп'ютерного встаткування дозволило мінімізувати биття й дисбаланс роторів.

Одержала подальший розвиток технологія поверхневого зміцнення деталей за допомогою потужного ультразвуку, що дозволяє підвищити межа їх міцності втими до 30%. Розширюється застосування лазерної технології для вирізки й перфорації тонкостінних деталей, маркування, усе більше застосування знаходить лазерне зварювання.

Сучасні жароміцні сталі й сплави, а також титанові сплави, мають більш високі фізико-механічні характеристики й низьку оброблюваність різанням, тому актуальною проблемою є підвищення продуктивності процесів різання. Впровадження швидкісного різання й глибокого шліфування дозволяє підвищити продуктивність у 3...5 раз.

Конструктивною ідеєю принципової зміни виробництва з'явилось створення цілої серії інтегрованих технологій механічної обробки, які дозволили з'єднати в єдиному процесі формоутворення й формування високої якості поверхневого шару складно профільних деталей. Таким є процес глибокого шліфування на єдиному в Україні п'яти осевому профілі шліфувальному центрі Magerle, який призначений для обробки секторів соплових апаратів і робочих лопаток. При обробці на задній границі контакту шліфувального кола й деталі створюються умови, близькі до умов термоупрочнення, і в поверхневому шарі формуються залишкові напруження стиску. У результаті впровадження даного процесу стало можливим скорочення технологічного маршруту з 10...15 до 3...5 операцій обробки й, відповідно, зменшення часу виготовлення деталей.

Освоєна технологія швидкісного фрезерування на обробних центрах фірми Starrag одержала новий розвиток за рахунок придбання верстатів Fehlmann, Versa 825, прецизійно - розточувальних верстатів Ricomax 55 CNC 2/3 фірми Fehlmann, фрезерних - Huron CX5 і Huron KX10. Динаміка верстатів і точний швидкісний шпіндель дозволили виготовляти моноколеса без наступних операцій слюсарної обробки, скоротивши в рази трудомісткість виготовлення.

Впроваджено у виробництво технологічний процес виготовлення робочих лопаток з кільцевої поковки та технологічний процес виготовлення кільцевого пазу в дисках барабана компресору на токарно-фрезерному верстаті з ЧПК Weiler E 150.

У зв'язку зі збільшенням програми випуску продукції, гострим став дефіцит деталей разового застосування. Вирішити цю задачу стало можливим завдяки впровадженню токарно-фрезерних верстатів FTC-350SLY, які виконують швидкісну чистову обробку (фрезерування, свердління, розточування, нарізання різьб та ін.) в напівавтоматичному режимі складних по конфігурації деталей із кольорових металів, жароміцних сплавів, низьколегованих конструкційних, загартованих сталей.

Сьогодні ідуть роботи по впровадженню технології виготовлення робочих і соплових лопаток турбіни із застосуванням електроерозійного прошивного верстату, яка дозволить

отримати отвори різноманітної конфігурації на криволінійній поверхні деталей з жароміцних сплавів (ЖС-32, ЖС-6У, ВЖЛ-4), розширити конструкторські можливості підвищення ефективності охолодження лопаток, та сприятиме підвищенню коефіцієнту корисної дії двигуна і зниженню витрат палива.

Прецизійні токарські верстати зі ЧПК Puma 4100 фірми Doosan (Корея) забезпечують ідентичність і точність отриманих поверхонь, що дозволило зменшити витрати на технологічну підготовку виробництва, розширити конструкторські й технологічні можливості підприємства й підвищити продуктивність праці на даній операції у два рази, застосовані для обробки деталей складного профілю типу відцентрових коліс.

Фрезерний верстат зі ЧПУ HURON Kmill 10, призначений для чистової швидкісної обробки (фрезерування, свердління, розточування, нарізання різьб і ін) у напівавтоматичному режимі широкої номенклатури складних по конфігурації деталей: дифузорів і відцентрових коліс із кольорових і жароміцних сплавів. Для забезпечення виробництва високоякісним інструментом організована ділянка централізованого виготовлення й переточування твердосплавних фрез, оснащений вітчизняним устаткуванням і верстатами фірм Walter і SCHNEEBERGER GEMINI.

Для виготовлення керамічних стрижнів складної геометрії, що використовуються у технологічному циклі ливарного виробництва, а також виготовленні готових деталей, що мають унікальні конструктивні особливості, іде впровадження аддитивних 3D-технологій.

Питанням якості проведення випробувань двигунів, технічному рівню контрольно-випробувального встаткування надається особливо важливе значення. Експериментально-дослідницький комплекс ДП «Івченко-Прогрес» проводить повузлове доведення й випробування двигунів, дослідження з метою подальшого вдосконалення конструкції, підвищення надійності й економічності двигунів, розробку й виготовлення систем автоматизації, токоземних пристроїв, жароміцних тензорезисторів. Для виконання завдань різного напрямку створено 75 установок, а також 16 стендів для випробування знову створюваних і ремонтваних двигунів. Інженерні служби ДП «Івченко-Прогрес» завершили введення в лад модернізованого випробувального стенда №13 в експериментально-дослідницькому комплексі підприємства. Стенд повністю переустановлений власними силами підприємства, і призначений для проведення всіх видів випробувань малорозмірних турбогвинтових двигунів сімейства АІ-450С, і в першу чергу для двигунів АІ-450С-2 і АІ-450СР-2. Надалі планується розширити номенклатуру типів двигунів, які зможуть проходити випробування на стенді №13. Введення в лад модернізованого стенда дозволяє фахівцям ДП «Івченко-Прогрес» більш інтенсивно вести експериментально-доводочні роботи й ресурсне доведення на різних моделях двигунів сімейства АІ-450С, використовуючи паралельно два стенди - модернізований стенд №13 і відкритий стенд ОС-2.

ДП «Івченко-Прогрес» відрізняється не тільки високим науково-технічним рівнем виробленої продукції, але й організації виробництва, що опирається на використання вітчизняного й світового досвіду створення авіаційних двигунів.

Состояние и развитие предприятия ГП «Ивченко-Прогрес» Кравченко И.Ф., Кондратюк Э.В.

Аннотация. Авиационный газотурбинный двигатель - это сложное, наукоемкое, дорогое изделие, которое возможно создать только в тесном, плодотворном сотрудничестве исследовательского конструкторского бюро, науки и производства. Создание авиационного двигателя - длительный и энергоемкий процесс, который начинается с этапа разработки технического задания, проектно-конструкторских работ и до создания опытного образца двигателя составляет около шести лет.

Авиадвигатели, разработанные ГП «Ивченко-Прогрес», применяются на 60 типах летательных аппаратов. Тысячи двигателей эксплуатируются в более чем 100 странах мира. Общая наработка всего парка газотурбинных двигателей в эксплуатации составляет более 300 млн. ч.

ГП «Ивченко-Прогрес» отличается не только высоким научно-техническим уровнем продукции, но и организации производства, опирается на использование отечественного и мирового опыта создания авиационных двигателей.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель; конструкторское бюро; авиационный двигатель; летательный аппарат; авиадвигателестроение; эксплуатация; воздушный транспорт