

НАУКОВИЙ ВНЕСОК АРХИПА ЛЮЛЬКИ В РОЗРОБКУ ТУРБОРЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ

У статті проаналізовано основні здобутки вченого й розробника турбореактивних двигунів Архипа Люльки; подані етапи конструкторської діяльності академіка; звернуто увагу на нові напрямки вітчизняного авіаконструкторського справи, в якому брав участь безпосередньо Архип Люлька.

Відзначено, що важливим фактором, що спонукав до зміни пріоритетів і напрямів розробок, стало усвідомлення необхідності підвищення швидкості польотів. Архип Люлька остаточно утвердився в тому, що основою силовою установкою перспективних літаків повинні були стати саме газотурбінні двигуни. У створеному Архип Люлька конструкторському бюро склалася високопрофесійна школа виготовлення авіаційних турбореактивних двигунів.

Ключові слова: академік Архип Люлька, авіаконструктор, наукова діяльність, турбореактивний двигун, конструкторська діяльність, будова двигунів.

Почесне місце серед талановитих українців по праву належить Архипу Михайловичу Люльці (1908-1984). Життя та досягнення вченого й розробника турбореактивних двигунів впродовж тривалого часу привертало й продовжують привертати увагу не лише дослідників, письменників та журналістів, а й широкої читацької аудиторії. Архипу Михайловичу Люльці присвячено книги та розділи у них. Без розповіді про видатного радянського авіаконструктора, що через все своє життя проніс любов до України, де народився, зростав і формувався як спеціаліст, не обходяться книги, присвячені розвитку вітчизняної авіації й життєписам славетних авіаконструкторів. Розвідки про наукову діяльність Архипа Люльки можна побачити в поважних наукових часописах, що й визначає актуальність дослідження [1; 4; 6].

Дослідник, що став піонером принципово нового підходу в справі конструювання й побудови авіаційних двигунів, пройшов нелегкий науковий шлях. У статті ставимо за мету проаналізувати основні досягнення вченого й розробника турбореактивних двигунів Архипа Люльки; подати етапи конструкторської діяльності академіка; наголосити на нових напрямках вітчизняної авіаконструкторської справи, в яких брав безпосередню участь Архип Люлька. Але зважаючи на те, що не всі наукові розвідки досліджені, тема потребує наступних вивчень.

Під час навчання у КПІ А.Люлька, окрім теоретичної, пройшов серйозну практичну підготовку спочатку на Харківському паровозобудівному заводі (по двигунам), а згодом – на Ленінградському металічному заводі (по паровим турбінам). Юний Архип Люлька навчався наполегливо й досить швидко проявив глибокі знання з механіки та математики. Та найбільше приваблювали Люлька вирішення практичних завдань, тому цілком логічним стало його особливе захоплення теплотехнікою. Пропоновані ним варіанти вузлів силових установок і методи розв'язання теплових задач були не тільки досить оригінальні, але і цілком придатні для реалізації. Тому після отримання диплому, молодий спеціаліст був направлений на навчання до аспірантури спочатку в Харківський НДІ промислової енергетики, а звідти, для набуття практичного досвіду, – на новостворений Харківський турбогенераторний завод. Потужності цього найбільшого на той час в Європі та найсучаснішого підприємства дозволяли виготовляти не тільки електросилові турбіни, але й проводити експерименти з турбін для використання в якості двигунів [7, с. 14].

У ті часи в вітчизняній авіації безроздільно панували літаки з поршневим мотором й гвинтом. Літаки будувались тисячами; стрімко зростали їх якісні показники – швидкість, висота, дальність перельоту та вантажопідйомність. Посилення потужності мотора приводило до значного збільшення його ваги й габаритів, що було неприйнятним для конструкції літаків.

Тому в Ленінграді на Кіровському заводі й у Харківському авіаційному інституті розгорнулись роботи по розробці паросилової установки, котра могла б активно використовуватись у авіації. Постановка питання про заміну поршневого мотора паровою турбіною була технічно виправданою: парова турбіна на той час була добре вивчена й належним чином випробувана в стаціонарних умовах. Одною з її головних переваг була можливість завдяки їй застосуванню отримати потужність, що у декілька раз перевищувала можливості поршневого мотора.

На той час Архип Люлька, що уже мав значний досвід у створенні стаціонарних парових турбін, був включений до групи вчених, що працювала над розробкою авіаційної паросилової установки.

Безпосереднім же прообразом першого вітчизняного авіаційного газотурбінного двигуна можна вважати експериментальну установку ГТУ-1, створену в лабораторії № 1 теплотехнічного інституту ім. Ф.Е. Дзержинського в 1934 р. Згодом група розробників під керівництвом В.В. Уварова спроектувала більш досконалу установку ГТУ-3 з тріступінчатим осьовим компресором, що призначалася для важкого літака. Проте виготовлення авіаційної газової турбіни доручили Коломенському паровозобудівному заводу. Для побудови трьох двигунів знадобилося три роки. Нарешті 1940 р. колектив розробників був переведений в ЦІАМ, де було організовано доведення й випробування одного з ГТУ-3. До початку Великої Вітчизняної війни конструкція установки застаріла й тому стала очевидною необхідність проектування нового, ще більш досконалого двигуна [2, с. 7].

Варто зазначити, що турбореактивна авіація зародилася саме в роки Другої світової війни, коли була досягнута межа досконалості колишніх гвинтокорислих літаків, оснащених двигунами внутрішнього згоряння. Крім того, ще на початку 1940-х рр. в ряді країн роботи зі створення літаків з турбореактивними двигунами перебували вже на етапі впровадження в серійне виробництво. В Німеччині проходили випробування He-162 с BMW-003 і Me-262 с Jumo-004, а в Англії – «Метеор» с Derwent V.

Тому Архип Люлька продовжував розробки нових у вітчизняній авіаконструкторській справі напрямків. Ученому, в силу того, що на той час основна перспектива створення авіаційних двигунів вбачалась у вдосконаленні паротурбінних силових установок, було доручено розробку конденсатора відпрацьованої пари. Однак подальші роботи показали безперспективність напрацювань у даному напрямку. Адже, незважаючи на значні успіхи у проектуванні турбіни, не вдалося вирішити проблему перетворення пари на воду. Значний лобовий опір радіатора зводив нанівець економічні переваги перед авіаційними дизельними установками. Крім того, об'єм конденсатора виходив настільки великим, що подальше його розміщення на літаку не видавалося можливим.

Ще одним важливим фактором, що спонукав до зміни пріоритетів та напрямків розробок, стало усвідомлення необхідності значного підвищення швидкості польотів. Архип Люлька остаточно утвердився в тому, що основною силовою установкою перспективних літаків мали стати саме газотурбінні двигуни.

У цій новаторській по суті роботі не обійшлося без труднощів. Основною проблемою при проектуванні й розробці нової силової установки стало виготовлення газової турбіни. Архипу Люльці вдалося переконливо довести, що ефективне застосування її в турбореактивних двигунах могло бути лише за умови високої температури газу перед лопатками турбіни.

Проведені дослідження виявилися успішними. Невдовзі було розроблено проект турбореактивного двигуна з відцентровим компресором для винищувача ХАІ-2. Проведені у процесі відповідних розробок розрахунки показували, що літак з ним міг легко розвивати швидкість до 900 км/год., що майже вдвічі перевищувало досягнуту на той час швидкість польоту.

Робота над даним проектом не входила в плани інституту. До того ж, на думку керівництва навчального закладу, вона відволікала співробітників від їх безпосередніх обов'язків – викладацької діяльності. Адже у той час Архип Люлька читав лекції з термодинаміки й вів практичні заняття з курсу теплопередач. З цієї причини всі розрахунки й конструкторські

розробки турбореактивного двигуна мали здійснюватися головним чином у неробочий час.

Вчена рада Харківського авіаційного інституту дала невисоку оцінку проекту, втіленого в життя під керівництвом Архипа Люльки й, у той же, час надала рекомендацію направити авіаконструктора з матеріалами його розробок на відгук до московських фахівців. Професор В. Уваров, до рук котрого й потрапив проект, не лише викладав у МВТУ та Військово-повітряній академії ім. М. Є. Жуковського, а й активно займався розробкою та створенням турбогвинтових двигунів; він по праву вважався визнаним спеціалістом у сфері нового виду силових установок для авіації. На перший погляд проект молодого ученого не справив враження на корифея вітчизняного авіаконструкторства. Та, не без допомоги свого заступника М. Вострікова, В. Уваров надзвичайно високо оцінив представлений йому проект. У результаті цим досить строгим суддею був написаний чи не найбільш позитивний відгук за всю його наукову діяльність.

Однак, незважаючи на високу оцінку проекту, подальші роботи над втіленням його у життя в ХАІ не отримали належної підтримки, й Архип Михайлович був змушений добитися свого переведення до спеціального конструкторського бюро (СКБ-1). Створене за рішенням уряду СРСР, воно працювало у Ленінграді при місцевому Кіровському заводі, що мав належну виробничу та експериментальну базу. Саме тут розгорнулись роботи над створенням парогазотурбінних установок й турбореактивних двигунів.

Наркомат оборонної промисловості не лише виділив базу для проведення практичних робіт та надав належне їх фінансування, а й призначив авіаконструктора технічним керівником проекту. 1939 р. учений на чолі з групою дослідників переїхав до Ленінграду, де на Кіровському заводі активно продовжив роботи з розробки першого турбореактивного двигуна РД-1. Саме тут було створено новий проект, котрий, на відміну від харківського, мав не відцентровий, а шестиступеневий компресор.

Однак, на заводі подальших робіт стала Велика Вітчизняна війна, з початком якої Архип Люлька отримав наказ надійно сховати проект випробовуваного двигуна та усю технічну документацію, а самому вилетіти в евакуацію на Урал. Авіаконструктор з колегами переїхав до Челябінська на тракторний завод, де, виконуючи військове замовлення, включився в роботи, пов'язані з розробкою танкової техніки. Й лише наприкінці лютого 1942 р. на порядок денний було знову поставлене питання про відновлення розробок реактивного двигуна. Учений разом зі своєю групою, що налічувала п'ятнадцять осіб, з Челябінська перебрався до міста Білімбає Свердловської області, де тоді розташовувалось евакуйоване ще у жовтні 1941 р. конструкторське бюро заводу № 293. Директором заводу й головним його конструктором в той період був В. Болховітінов, котрий активно займався розробкою літака БІ-1 з рідинним реактивним двигуном. Він, наскільки було можливо, допомагав колезі й створив максимально сприятливі умови для продовження робіт над двигуном РД-1. Наприкінці 1942 р. А.М.Люлька був направлений до блокадного Ленінграду на Кіровський завод за технічною документацією, що була ретельно схована дослідником на початку війни перед відправкою в евакуацію, а також вузлами до створюваного двигуна. По Ладозі, під постійними обстрілами, ризикуючи життям, дослідник спромігся вивезти цінний вантаж й доставити його за призначенням. Проте, час було згаяно.

На продовження робіт над двигуном РД-1 істотно вплинув головний конструктор літаків й одночасно головний інженер одного з главків Наркомату авіаційної промисловості М. Гудков, котрий прийняв рішення встановити на свій літак ЛаГГ-3 двигун РД-1, замість поршневого мотора М-105 з реактивним прискорювачем, як це планувалось раніше. Спільними зусиллями була розроблена компоновка винищувача ЛаГГ-3 з турбореактивним двигуном РД-1. Відповідний проект було направлено до Центрального аерогідродинамічного інституту, який, у свою чергу, підтвердив точність проведених розрахунків й реальність заявлених у ньому параметрів.

Після схвалення проекту М. Гудков звернувся до Й.В.Сталіна з клопотанням про розгляд питання про створення реактивного винищувача. У травні 1943 р. дане питання було розглянуто й обговорено на засіданні спеціальної комісії, котра й прийняла рішення про передчасність

побудови реактивного винишувача й, у той же час, визнала перспективність створення такого літака й рекомендувала продовжити роботи над турбореактивним двигуном.

Після повернення з евакуації до Москви, Архип Люлька разом зі своєю групою 1943 р. перейшов на роботу до Центрального інституту авіаційного машинобудування, де був призначений начальником лабораторії з дослідження й розробки реактивних двигунів. На той час стало відомо, що в Німеччині з'явилися літаки «Хейнкель» та «Мессершмітт» із реактивними двигунами, котрі розвивали значну швидкість. Зокрема, швидкість «Мессершмітта-262», досягала 860 км/год., в той час як Архип Люлька ще 1937 р. пропонував довести швидкість літаків, над двигунами яких він працював, до 900 [5, с. 17].

Очевидна перевага цих літаків спонукала СРСР форсувати розробки турбореактивних двигунів та реактивних літаків.

У 1944 р. були прийняті постанови Державного комітету оборони «Про створення авіаційних реактивних двигунів» й «Про створення літаків з реактивними двигунами». Тимчасом група учених під керівництвом Архипа Люльки розробила проект модернізованого турбореактивного двигуна М-18, перейменованого пізніше на С-18 (стендовий). Основою для його розробки стали розрахунки та креслення РД-1. На спеціальній фаховій нараді, скликаній у Міністерстві авіаційної промисловості проект було затверджено, прийнято у виробництво й визначено заводи, на яких мало розгорнутися виробництво нового двигуна.

Тоді ж авіаконструктора перевели на роботу до НДІ-1 й призначили начальником відділу № 21 по турбореактивним двигунам. Разом з ним до НДІ перейшла працювати і група конструкторів, що до того займалась розробками під його керівництвом. Уже в серпні 1944 р. було виготовлено перший комплект вузлів і агрегатів двигуна С-18 з восьмиступеневим осьовим компресором. На початку 1945 р. було виготовлено перші п'ять двигунів, що дозволило розпочати їх випробування, в ході яких їх творці вперше зустрілися з таким невідомим раніше явищем, як помпаж. При виведенні першого примірника двигуна на режим підвищеної тяги виникла нестійкість роботи, що супроводжувалася різким некерованим зростанням температури газу і викидом його через компресор, через що у лічені секунди випробовуваний двигун швидко виходив з ладу. Однак дана проблема досить швидко була вирішена завдяки тому, що Архип Люлька не лише вважав своїм обов'язком особисто бути присутнім на випробуваннях, а й постійно приділяв значну увагу досягненням своїх зарубіжних колег. Так, коли в НДІ надійшли турбореактивні двигуни Јито зі збитого німецького літака і два трофейних зразка в справному стані, авіаконструктор ретельно проаналізував їх параметри. З'ясувалося, що тяга Јито була значно меншою, ніж у С-18, а вага та питома витрата палива – більшими; крім того, німецький двигун мав більш досконалу і багатофункціональну систему автоматичного управління. Завдяки цьому, труднощі, що виникли, були подолані, а роботи з вдосконалення нового двигуна, що продовжувались до листопада 1945 р., завершилися успішними випробуваннями.

У липні 1946 р., за успішні стендові випробування вітчизняного турбореактивного двигуна С-18, авіаконструктор та його найближчі сподвижники отримали державні нагороди.

28 травня 1947 р. було здійснено перший політ літака Су-11 з двигунами ТР-1. У ході подальших випробувань Су-11 досяг швидкості 900 км/год. Ще одним літаком, на якому в липні-серпні того ж року випробовувалися двигуни ТР-1, був Іл-22. Справжнім тріумфом вітчизняної реактивної авіації став повітряний парад у Тушино в 1947 р., коли реактивні літаки різних марок, у тому числі Су-11 та Іл-22, з оригінальної конструкції реактивними двигунами демонстрували досягнення радянської авіації, неоціненний внесок у розвиток якої зробив український авіаконструктор Архип Люлька.

У повоєнні роки Архип Люлька активно зайнявся вирішенням питання застосування не лише одноконтурних, а й двоконтурних двигунів. Останні мали стати гармонійним поєднанням турбогвинтового та турбореактивного двигунів.

1957 р. учений був призначений генеральним конструктором; йому було присвоєне звання Героя Соціалістичної Праці. Восени того ж року відбулися випробування літака СУ-7, який вперше вдвічі перевищив швидкість звуку. На його базі згодом були створені бомбардувальник

і штурмовик.

Конструкторське бюро Архипа Люльки продовжувало активно працювати вже над створенням двигунів ТР-2 і ТР-3. 1950-ті рр. ознаменувалися появою авіаційного двигуна АЛ. 1951 р. на експериментальному винишувачі Як-1000 з одним двигуном АЛ-5 була досягнута максимальна швидкість у 1150 км/год., а на Ла-190 - в 1190 км/год.

У середині 1950-х рр. був розроблений АЛ-7 та його форсажні модифікації: АЛ-7Ф, АЛ-7Ф-1 і АЛ-7Ф-2, які встановлювались на літаки Іл-54, Ту-110, Ла-250, Су-7Б, Су-9, Су-11, Ту-128 та гідролітак М-10. 1965-1970 рр. ознаменувались створенням турбореактивного АЛ-21Ф, модифікація котрого АЛ-21Ф-3 була направлена в крупносерійне виробництво. Даний двигун виготовляється й донині та успішно експлуатується на літаках Су-17М, Су-20 й Су-24 як у Росії, так і в деяких зарубіжних країнах.

Здобув заслужену славу й турбокомпресорний стартер Люльки, який цінувався не лише як найнадійніший та наймалогабаритніший, але й як один із кращих на той час у світі. Його розробники вперше у радянській науці отримали на нього патент. І надалі робота конструкторського бюро, очолюваного славетним авіаконструктором, була надзвичайно плідною.

У створеному Архипом Люлькою конструкторському бюро склалася високопрофесійна школа проектування й виготовлення авіаційних турбореактивних двигунів, в якій об'єднався високопрофесійний колектив унікальних спеціалістів, здатних знайти оригінальні рішення найскладніших, поставлених перед ними, технічних завдань. Її робота була надзвичайно плідною.

Значним були наукові досягнення ученого. 1958 р. рішенням Вищої атестаційної комісії Люльці А.М. присуджена вчена ступінь доктора технічних наук. Невдовзі, 1960 р., він був обраний членом-кореспондентом Академії Наук СРСР по відділенню механіки. А 1968 р. авіаконструктор був обраний академіком АН СРСР.

У 1970-ті рр. конструктор активно продовжив роботи над двоконтурним турбореактивним двигуном. Використовуючи новітні дослідження з вдосконалення газодинамічної ефективності компресорів й турбін, створенні нових матеріалів у розробках у сфері технології, очолюване ним конструкторське бюро створило досконалі двигуни, що не поступалися зарубіжним аналогам, чи навіть перевершували їх.

Започатковані А. Люлькою дослідження й розробки продовжуються й сьогодні, адже український авіаконструктор став піонером, котрий спромігся визначити основні перспективи розвитку своєї галузі. За його безпосередньої участі і під його керівництвом був створений перший вітчизняний турбореактивний двигун, після успішних випробувань якого, ним було сконструйовано цілий ряд потужних турбореактивних двигунів – «ТРД» (1937), «РД-1» (1940), «ТР-1» (1946), «ТР-2», «ТР-3» (обидва – 1947), «АЛ-5» (1951), «АЛ-7 Ф» (1953). Архип Люлька не лише створив понад десять типів двигунів та їх модифікацій, але й розробив та втілював у життя високоефективні розробки з використання нових енергетичних речовин. Авіаконструктор визначив межі використання турбореактивних двигунів по максимальним швидкостям польоту й обґрунтував переваги осьових компресорів перед відцентровими, першим увів поняття коефіцієнта відновлення тиску повітря у входному пристрої силової установки літака з турбореактивним двигуном. Саме Архип Люлька розробив метод розрахунку КЛД газової турбіни з урахуванням вихідної швидкості газів, ввів поняття повного польотного ККД турбореактивного двигуна, розробив теорію й запропонував метод розрахунків високошвидкісних характеристик ТРД. Двигуни марки АЛ, розроблені авіаконструктором й названі на його честь, не лише стали технічним бестселером ХХ ст., а й знаходяться на озброєнні вітчизняних військово-повітряних сил, а також Російської Федерації та десятків інших країн. Турбореактивні серця літаків, створених Архипом Люлькою чи під його керівництвом, щоденно підіймають у небо сотні літаків таких країн, як Росія, Індія та Китай.

Пропонована стаття не вичерпує всіх досягнень і здобутків науковця Архипа Люльки і потребує подальших досліджень.

ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА

1. Космос український – Архип Люлька (1908–1984) // <http://h.ua/story/289951/>.
2. Кудрявцев В.Ф. Авиационные двигатели А.М.Люльки / В.Ф. Кудрявцев // *Авиация и космонавтика*. – 1993. – №11–12. – С. 21–32.
3. Саркисов А.А. Пионер отечественного реактивного двигателестроения. К 100-летию со дня рождения академика А.М. Люльки / А.А. Саркисов // *Вестник РАН*. – 2008. – Т.7 – №4. – С. 346–352.
4. Кузьмина Л.М. Огненное сердце: О создателе первого отечественного турбореактивного двигателя, Герое Социалистического Труда, лауреате Ленинской и Государственных премий генеральном конструкторе академике А.М. Люльке / Л.М. Кузьмина. – М., 1988. – 231 с.
5. Первые отечественные самолеты с турбореактивными двигателями // <http://www.marsiada.ru/357/465/729/2187>.
6. Петренко М. Вшанування пам'яті Архипа Люльки / М. Петренко // *Київський політехнік*. – 2008. – №13(2829) – 10 квітня.
7. Христич В.О. Його ім'я носять реактивні двигуни / В.О. Христич // *Академік А.М. Люлька. Матеріали наукових читань з циклу: «видатні конструктори України»*. – К., 2005. – С. 38.
8. Шендеровський В. Архип Люлька Нехай не згасне світ науки / Шендеровський В. – Книга 2. – К., 2006. – 134 с.

REFERENCES

1. Kosmos ukrainskyi – Arkhyp Lyulka (1908–1984) // <http://h.ua/story/289951/>
2. Kudryavcev V. F. Aviacyonnye dvigateli A. M. Lyulky / V. F. Kudryavcev // *Aviacyia i kosmonavtika*. – 1993. – №11–12. – S. 21–32.
3. Sarkisov A. A. Pioner otechestvennogo reaktivnogo dvigatelestroenia. K 100-letiu so dnya rozhdenia akademika A. M. Lyulky / A. A. Sarkisov // *Vestnik RAN*. – 2008. – T.7 – №4. – S. 346–352.
4. Kuzmina L. M. Ognennoe serdce: O sozdatele pervogo otechestvennogo turboreaktivnogo dvigatelya, Geroe Socialesticheskogo Truda, laureate Leninskoi i Gosudarstvennykh premii generalnom konstruktore akademike A. M. Lyulke / L.M. Kuzmina. – M.,1988. – 231 s.
5. Pervye otechestvennyye samolety s turboreaktivnymi dvigatelyami. // <http://www.marsiada.ru/357/465/729/2187>
6. Petrenko M. Vshanuvannya pamiati Arkhupa Lyulky / M. Petrenko // *Kyivskyi politekhnik*. – 2008. – №13(2829) – 10 kvitnya.
7. Khrystych V. O. Yogo imia nosyat reaktyvni dvyguny / V. O. Khrystych // *Akademik A. M. Lyulka. Materialy naukovykh chytan z cyklu: «vydatni konstruktory Ukrainy»*. – K., 2005. – S. 38.
8. Shenderovskiy V. Arkhup Lyulka Nekhai ne zgasne svit nauky / Shenderovskiy V. – Knyga 2. – K., 2006. – 134 s.

Дрок П. Научный вклад Архипа Люльки в разработку турбореактивных двигателей.

В статье проанализированы основные достижения ученого и разработчика турбореактивных двигателей Архипа Люльки; поданы этапы конструкторской деятельности академика; обращено внимание на новые направления отечественного авиаконструкторского дела, в котором принимал участие непосредственно Архип Люлька.

Отмечено, что важным фактором, побудившим к изменению приоритетов и направлений разработок, явилось осознание необходимости повышения скорости полетов. Архип Люлька окончательно утвердился в том, что основной силовой установкой перспективных самолетов должны были стать именно газотурбинные двигатели. В созданном Архип Люлька конструкторском бюро сложилась высокопрофессиональная школа изготовления авиационных турбореактивных двигателей.

Ключевые слова: академик Архип Люлька, авиаконструктор, научная деятельность, турбореактивный двигатель, конструкторская деятельность, строение двигателей.

Drok P. Scientific contributions Arhipa Lyulku the development of tyrbotjet engines.

The article analyzed the main achievements of the scientist and the first creator of tyrbotjets Arkhip Lyulka; submitted stages of the design working of academician, paid attention to the new ways of the domestic aircraft work, in which directly Arkhip Lyulka worked.

Another important factor, that caused changes in priorities and directions of development, was an awareness of the need for a significant increase in flight speed. Arkhip Lyulka finally confirmed that the base power plant of perspective planes had to be gas turbine engines. In Arkhip Lyulka's design bureau it has been developed a highly professional school of designing and manufacturing of aircraft tyrbotjet engines.

Key words: *academician Arkhip Lyulka, aircraft, scientific activity, tyrbotjet, design working, engine-building.*

Одержано 22.11.2013