

# Как создавался "ТУРБОЛЁТ"

В 1958 году "Турболёт", пилотируемый Ю.А. Гарнаевым, демонстрировался на воздушном параде в Тушино. Юбилею этого события посвящаются наши публикации.

## СТАТЬЯ ПЕРВАЯ

**Андрей Анатольевич Симонов**, научный сотрудник Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН

*В статье рассказано о проведении в Лётно-исследовательском институте в 1955-1956 годах первых в СССР исследовательских работ, связанных с вопросами создания вертикально взлетающих самолётов, а также о разработке в 1956 году специального летающего стенда, предназначенного для исследований в полёте вопросов устойчивости и управляемости, а также других вопросов, связанных с режимами вертикального взлёта, посадки и висения.*

*The article tells about gradual elaboration and flight tests of the VTOL aircraft, also the development in 1956 the special experimental flying stand for flight research in area of stability, controllability & other problems concerning the modes of vertical take-off, landing and hovering - which have been carried out at USSR Flight research institute in 1955-1956.*

**Ключевые слова:** Турболёт, самолёт вертикального взлёта и посадки, Лётно-исследовательский институт, испытания авиадвигателей.

**Keywords:** Turbolet, Flying Bedstead, the Flight Research institute, tests of aircraft engines.

В 1950-х годах за рубежом активизировались работы, связанные с созданием вертикально взлетающих самолётов. Эти работы были обусловлены желанием получить скоростные боевые самолёты, способные выполнять взлёт и посадку с любой малой площадки - например, с палубы авианосца или с разрушенной после бомбардировки противником взлётно-посадочной полосы фронтового аэродрома.



Фото 1 - Самолёт Lockheed XFV-1

нескольких успешных полётов обе темы были закрыты.

Первым летательным аппаратом, вертикально взлетающим и садящимся на тяге турбореактивного двигателя, был английский летающий стенд фирмы Роллс-Ройс "Thrust Measuring Rig" (иногда его называли "Flying bedstead" - "летающая кровать"). Он представлял собой горизонтальную ферму с установленными на ней друг против друга в горизонтальном положении двумя двигателями MK4 Nene с тягой по 2.250 кг каждый. Сопла двигателей выходили в специальный коллектор, повернутый на 90 градусов вниз. Такое расположение двигателей исключало воздействие на стенд гироскопических момен-



Фото 2 - Самолёт Convair XFY-1

Первыми построенными вертикально взлетающими и садящимися самолётами стали американские экспериментальные турбовинтовые самолёты Lockheed XFV-1 (первый полёт - 16 июня 1954 года) и Convair XFY-1 (первый вертикальный взлёт - 1 августа 1954 года). Оба самолёта были оснащены одним турбовинтовым двигателем и должны были взлетать и садиться, повернув свою продольную ось в вертикальное положение, то есть на хвост. После

тов двигателя.

Под двигателями были установлены два топливных бака, а вся установка поддерживалась четырьмя гидравлическими ножками. Стенд управлялся относительно трёх осей с помощью струйных рулей.

Испытания стенда, получившего обозначение ХА314, начались в июле 1953 года (первый свободный полёт - 3 августа 1954 года). В ходе испытаний, которые продолжались до декабря 1954 года, стенд достиг высоты 30 метров. В октябре 1955 года на испытания вышел второй экземпляр, получивший обозначение ХА426 (первый свободный полёт - 12 ноября 1956 года). В ходе испытаний 28 ноября 1957 года он потерпел катастрофу.

Вертикально взлетающий и садящийся экспериментальный самолёт Bell 65 ATV был построен и испытан в США. Турбореактивные двигатели, располагавшиеся по бортам фюзеляжа, могли поворачиваться на 90 градусов, создавая, таким образом, подъёмную силу для взлёта и тягу для горизонтального полёта. Управление на режиме висения при малых скоростях полёта обеспечивалось с помощью струйных рулей в законцовках крыла и оперения. Первый полёт самолёта с зависанием в воздухе состоялся в январе 1954 года, первый свободный полёт - 16 ноября 1954 года. Испытания продолжались до 1955 года.

В США были проведены испытания экспериментального самолёта Ryan X-13 Vertijet. Это был первый вертикально взлетающий самолёт с турбореактивным двигателем, который прошёл полный цикл испытаний: вертикальный взлёт, переход в горизонтальный полёт и вертикальная посадка. Шасси у самолёта отсутствовало. X-13 взлетал с вертикальной платформы, оснащённой поперечным стальным тросом: в носовой части самолёта был установлен крюк, за который самолёт подвешивался на трос. Увеличив мощность двигателя, лётчик поднимал самолёт с платформы, отходил от неё в режиме висения, и начинал переход в горизонтальный полёт. Посадка производилась в обратном порядке, с медленным подходом к платформе в вертикальном положении, то есть "стоя на хвосте". После зацепления крюком тяга сбрасывалась, и самолёт снова подвешивался на трос. Для управления на режиме висения использовался отклоняемый вектор тяги двигателя и струйные рули, расположенные на

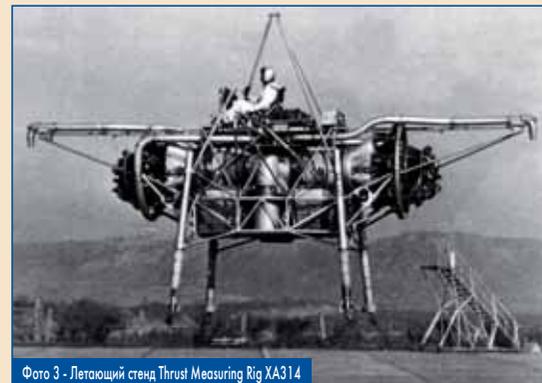


Фото 3 - Летающий стенд Thrust Measuring Rig ХА314



Фото 4 - Самолёт Bell 65 ATV



Фото 5 - Самолёт Ryan X-13

законцовках крыльев. В режиме горизонтального полёта управление осуществлялось обычными аэродинамическими поверхностями. Для лучшего обзора на взлёте и посадке кресло лётчика могло отклоняться на поворотном шарнире. Первый вертикальный взлёт был осуществлён в 1956 году, первый взлёт и посадка с использованием платформы - 11 апреля 1957 года. Коэффициент энерговооружённости X-13 был равен 1,25.

Французская фирма SNECMA в 1955 году построила и начала проводить испытания вертикально взлетающего аппарата с крылом кольцевого типа под названием "Coleoptere" (кольцекрылый), на котором был установлен турбореактивный двигатель Atar. Первые опытные исследования начались на беспилотном летающем стенде SNECMA C.400 P1 "Atar Volant" (Летающий Atar). Стенд испытывали на привязи (первый полёт - 22 сентября 1956 года). Следующим был пилотируемый стенд под названием C.400 P2, который, кроме испытаний на привязи, уже испытывался и в свободном полёте (первый свободный полёт - 14 мая 1957 года). Его вес составлял 2.500 кг, что при тяге двигателя 2.860 кг давало энерговооружённость 1,14. Управляемость аппарата осуществлялась с помощью газоструйных рулей. Точное управление вертикальными перемещениями осуществлялось изменением площади поперечного сечения сопла двигателя примерно на 10%. Испытания продолжались до 1958 года.

Все эти проекты разрабатывались за рубежом. Проводились ли аналогичные работы в СССР? Да, проводились!

Пионером таких работ в нашей стране был Лётно-исследовательский институт. Именно в нём, начиная с весны 1955 года, под руководством С.П. Щербакова проводились исследовательские работы, связанные с вопросами создания вертикально взлетающих самолётов.

Вначале была проведена работа по исследованию особенностей работы ТРД с отражающей стенкой, установленной на выходе реактивной струи двигателя. Для этого использовали выработавший свой ресурс двигатель ВК-1, установленный на списанном истребителе МиГ-17 без хвостовой части. Для имитации взаимодействия выхлопной газовой струи двигателя с поверхностью земли сзади самолёта установили вертикальный стальной экран, перемещавшийся на различные расстояния от среза сопла ТРД. При первом же запуске выяснилось, что вопреки скептическим ожиданиям, двигатель продолжал устойчиво работать, несмотря на наличие за его соплом препятствия (даже на близком расстоянии). Правда, обнаружилась угроза нежелательного засасывания горячего газа в компрессор с признаками газодинамической неустойчивости.

В это же время под непосредственным руководством О.Г. Константинова был построен наземный вертикальный стенд. Он представлял собой четырёхгранную пирамиду, смонтированную в виде фермы из профильных стальных ба-

лок на бетонном основании. В центре вертикально закреплялся самолёт с двигателем, в нижней части конструкции устанавливались температурные датчики и термосвидетели. Широко применялась термокраска, изменявшая свой цвет при воздействии на неё горячих газов.

На стенде была проведена работа по исследованию особенностей работы ТРД в вертикальном положении, а также по исследованию влияния струи двигателя на грунт и бетонное покрытие (ведущие инженеры О.А. Богомяков и О.П. Телень). Удаление среза сопла от поверхности земли составляло около одного метра. Питание двигателя топливом осуществлялось не из штатной топливной системы, а из установленного на безопасном расстоянии топливного бака. Управление двигателем осуществлялось РУДом через длинный трос или гидропривод. Впоследствии О.А. Богомяков вспоминал:

*"Признаться, проведение испытаний стоило нам нервов и здоровья. Риск был немалый. Серьёзную озабоченность вызывала реальная вероятность аварии всей импровизированной, сделанной на "живую нитку" установки. Тем не менее, результаты экспериментов показали работоспособность двигателя в столь необычных условиях. Благо, что удалённый на 10 метров от поверхности земли воздушозаборник, расположенный на фюзеляже МиГ-17, исключил попадание струй выхлопных газов. Все это учли при проектировании в ЛИИ под руководством А.Н. Рафаэлянца "Турболёта".*

Тогда мы ещё не могли определить истинную ценность наших испытательных работ. Но однажды "огненную установку" посетили руководители института И.В. Остославский, Н.С. Строев и А.В. Чесалов. За время моей работы в ЛИИ это был единственный случай, когда столь высокое начальство лично интересовалось результатами испытаний на объекте".

На заключительном этапе испытаний, летом 1956 года, исследовался в вертикальном положении специальный двигатель РД-9БЛ. Он представлял собой модификацию серийного двигателя РД-9Б (который использовался на ранних модификациях МиГ-19), специально приспособленную для работы в вертикальном положении. В частности, для облегчения ТРД вместо форсажной камеры с соответствующей топливной аппаратурой установили нерегулируемое реактивное сопло диаметром 0,43 м, масляная система была конструктивно переработана и приспособлена только для работы в вертикальном положении, установлена система отбора воздуха за компрессором.

Результаты экспериментов показали работоспособность ТРД в необычной позиции. Оказалось, что выхлопная газовая струя от места её удара о взлётно-посадочную полосу растекается равномерно во все стороны тонкой веерообразной пеленой, не поднимаясь вверх. Таким образом, двигатель работал в благоприятных для старта условиях.

При решении вопросов с вертикальной установкой ТРД, выявилась ещё одна не менее важная проблема - обеспечение устойчивости и управляемости летательного аппарата на малых скоростях. В 1955 году в ЛИИ лётчиком-испытателем Я.И. Верниковым (ведущий инженер Е.Н. Торопченко) на самолёте МиГ-15 были проведены лётные исследования управляемости на малых скоростях на режимах вертикального подъёма ("свечек"). Стало ясно, что обеспечение устойчивости и управляемости самолёта на малых скоростях весьма проблематично. Обычные аэродинамические рули и элероны в данном случае были непригодны, потому что необходимое для их работы движение воздуха возникает только при высокой скорости.

Поэтому в 1956 году проводилась большая работа на наземных стендах и в полёте по выбору конструктивной схемы и по определению эффективности газовых и струйных рулей. Лётчик-испыта-



Фото 7 - Арам Назарович Рафаэлянец (1897-1960)



Фото 6 - Летающий стенд С.400 P2

тель С.Н. Анохин выполнил несколько полётов для исследования управляемости самолёта МиГ-17 с газовым рулём высоты при малых скоростях (ведущий инженер А.И. Квашнин), затем Я.И. Верников и С.Н. Анохин провели исследование управляемости МиГ-17 со струйными элеронами при малых скоростях полёта (ведущий инженер Е.Н. Торопченко).

В том же 1956 году на электронном имитаторе-тренажёре с участием ряда лётчиков-испытателей проводились исследования устойчивости и управляемости вертикально взлетающего самолёта на режимах взлёта, висения и посадки. Эти исследования дали ряд ориентировочных данных по необходимым эффективам газových и струйных рулей вертикально взлетающего самолёта, а также данные о необходимых автоматических средствах стабилизации вертикально взлетающих самолётов на режимах взлёта, висения и посадки.



Фото 8 - Вид "Турболёта" сбоку



Фото 9 - Вид "Турболёта" спереди

Итогом всех этих работ стало создание в Лётно-исследовательском институте специального стенда, предназначенного для исследований в полёте вопросов устойчивости и управляемости, а также других вопросов, связанных с режимами вертикального взлёта, посадки и висения. Разработка этого стенда производилась в КБ ЛИИ, которым руководил инженер-конструктор Арам Назарович Рафаэлянц. В 1955 году, ознакомившись с имеющимися в мире экспериментальными аппаратами по исследованию вертикального взлёта и посадки, он предложил создать собственный аппарат для изучения этой проблемы. В 1956 году экспериментальный стенд был построен в мастерских Лётно-исследовательского института.

Впоследствии этот необычный летательный аппарат, не имевший ни фюзеляжа, ни крыльев, ни винта, получил наименование "Турболёт".

Стенд представлял собой металлическую сварную ферму на четырёх амортизационных стойках с двигателем РД-9БЛ, установленным вертикально. На номинальном режиме работы тяга двигателя составила 2.150 кг, на максимальном - 2.835 кг. На "Турболёте" были также установлены кабина лётчика с обычным самолётным управлением (ручка, педали, сектор газа) и стандартной приборной доской, два топливных бака с общей ёмкостью 400 л, газовые рули и газовые заслонки, установленные на специальной раме ниже сопла двигателя, и струйные рули, установленные на четырёх горизонтальных консолях. Шасси состояло

из четырёх стоек, расположенных по квадрату. На каждой стойке было установлено металлическое самоориентирующееся колесо. На нижней части центроплана были расположены четыре приборные площадки, на которых размещалась аппаратура для записи экспериментальных данных, блоки автопилота, аккумулятор и аппаратура для запуска двигателя. Размах консолей стенда составлял 10 м, ширина базы шасси - 3,6 м, высота стенда - 3,8 м, взлётный вес (при заправке 350 кг) - 2.340 кг. Коэффициент энерговооружённости стенда был равен 1,21.

Управление угловыми перемещениями стенда осуществлялось с помощью газовых и струйных рулей.

Газовые рули - это две плоскости из жаропрочной стали с аэродинамическим профилем, установленные перпендикулярно друг другу в струе выхлопных газов двигателя на специальной раме. Газовые рули управляли углами тангажа и крена. Хорда газового руля составляла 120 мм, размах - 430 мм, профиль симметричный. Система управления газовыми рулями была жёсткой. В проводке управления газовыми рулями могли устанавливаться раздвижные тяги, разработанные в КБ ЛИИ, управляющие отклонением газовых рулей от автопилота. Максимальное отклонение газовых рулей регулировалось от  $\pm 5^\circ$  до  $\pm 15^\circ$ .

Струйные рули - это реактивные насадки, установленные на консолях стенда. Сжатый воздух подводился к ним из компрессора по трубопроводам, включённым в силовую схему консолей стенда. Управление углом тангажа и рыскания осуществлялось струйными рулями на передней консоли, управление углом крена - струйным рулём на левой консоли. На правой и задней консоли были расположены струйные рули, управлявшие углами тангажа, крена и рыскания от рулевых машинок автопилота. Струйный руль схематично представлял собой кран, направляющий струю сжатого воздуха в ту или иную сторону.

Кинематика управления стендом давала возможность управлять только одними струйными рулями, либо одними газовыми рулями, либо совместно и теми и другими. Усилия на ручке и педалях создавались с помощью загрузочных пружин. Доктор технических наук В.Н. Матвеев подверг анализу газоструйную систему управления стендом и одобрил её.

Управление высотой висения осуществлялось изменением тяги

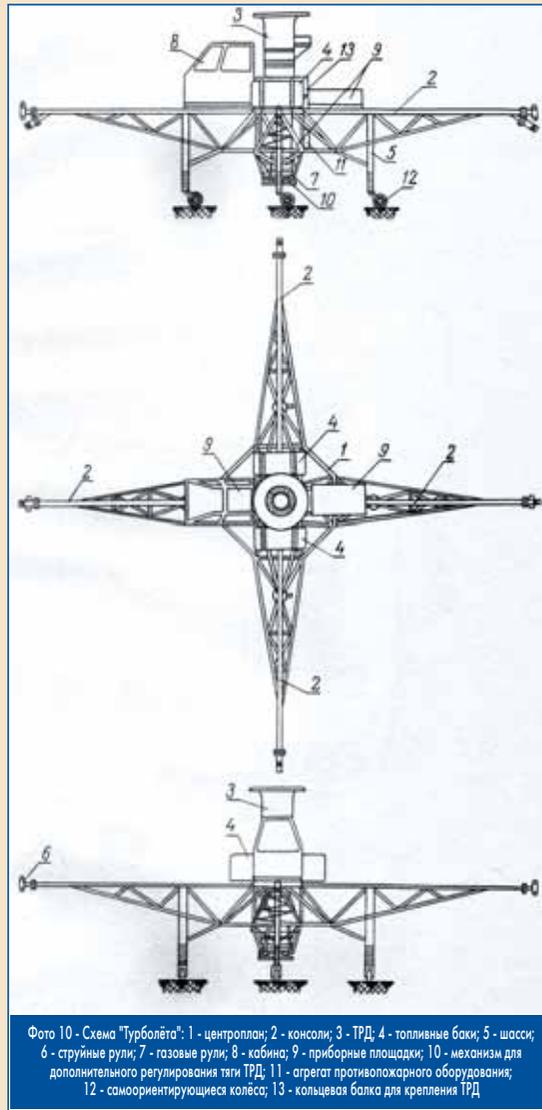


Фото 10 - Схема "Турболёта": 1 - центроплан; 2 - консоли; 3 - ТРД; 4 - топливные баки; 5 - шасси; 6 - струйные рули; 7 - газовые рули; 8 - кабина; 9 - приборные площадки; 10 - механизм для дополнительного регулирования тяги ТРД; 11 - агрегат противопожарного оборудования; 12 - самоориентирующиеся колёса; 13 - кольцевая балка для крепления ТРД



Фото 11 - Принцип действия газового и струйного рулей



Фото 12 - Газовые рули "Турболёта"



Фото 13 - Струйные рули "Турболёта" (с навинченными колпачками)

ручки на секторе газа в кабине лётчика пластины по мере надобности вводились в газовый поток двигателя, перекрывая его. Газовые заслонки обеспечивали малую инерционность изменения тяги двигателя. Общая максимальная площадь пластин, вводимых в газовый поток за двигателем, составляла примерно 200 см<sup>2</sup>, а расстояние от пластин до среза сопла двигателя - около 35 см.

Отклонение газовых заслонок измерялось в углах отклонения рычага управления заслонками. За ноль было принято среднее положение рычага управления заслонками, т.е. то положение заслонок, когда они введены в газовый поток примерно на половину их общей площади. За положительное направление отклонения заслонок было принято отклонение рычага управления вверх, т.е. вывод заслонок из газового потока. Максимальное отклонение рычага управления заслонками составляло  $\pm 25^\circ$ .

На стенде была предусмотрена установка деревянных плоскостей, создающих моменты при порывах ветра или при горизонтальных перемещениях. Эти моменты имитировали моменты от продольной путевой и поперечной устойчивости вертикально взлетающего самолёта с тягой двигателя, направленной вверх перпендикулярно оси симметрии самолёта. Площадь поверхностей, имитировавших горизонтальное и вертикальное оперения самолёта, составляла 0,24 м<sup>2</sup>, площадь поверхности, имитировавшей моменты от поперечной ус-

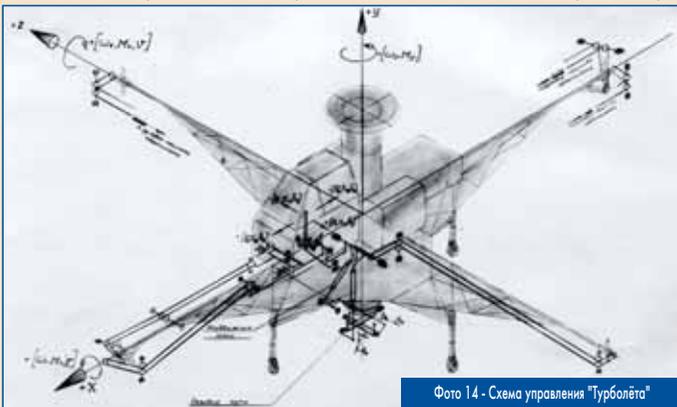


Фото 14 - Схема управления "Турболёта"

двигателя. Тяга могла изменяться двумя способами. Во-первых, с помощью обычного сектора газа. Во-вторых, более точное регулирование тяги двигателя осуществлялось с помощью газовых заслонок, связанных с рычагом управления, расположенным рядом с сектором газа. Расположение сектора газа на стенде было аналогично его расположению на вертолётках. Движение сектора газа вверх увеличивало обороты двигателя, движение вниз - уменьшало обороты.

Газовые заслонки представляли собой четыре секторные пластины из жаропрочной стали, поворотные в горизонтальной плоскости вокруг осей, параллельных продольной оси двигателя. Пластины крепились на специальном кольце, смонтированном на газовой трубе двигателя. С помощью системы рычагов и дополнительной

тойчивости самолёта, - 1,12 м<sup>2</sup>. Угол горизонтальных поверхностей (крыльев) мог меняться на 5, 10 и 15 градусов.

В системе управления газовым элероном и газовым рулём высоты была предусмотрена возможность подключения раздвижных тяг. Раздвижная тяга суммировала сигналы отклонения газового руля со стороны лётчика (ручки управления) и со стороны автопилота. Сигнал на раздвижные тяги поступал от блока демпфирующих гироскопов автопилота "К", разработанного на 1-м Московском приборостроительном заводе. На стенде было также предусмотрено подключение рулевых машин от автопилота к струйным рулям. Управление рулевыми машинами при этом производилось от того же блока демпфирующих гироскопов.

Впоследствии, 17 февраля 1958 года в Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР была подана заявка № 592597 "Вертикальный взлетающий аппарат" под авторством В.Ф. Денисова, А.И. Квашнина, Ю.Н. Квятковского, Г.М. Лапшина, В.Н. Матвеева, Г.Е. Мурашкевича и А.Н. Рафаэлянца. Предметом изобретения был "вертикально взлетающий аппарат с турбореактивным двигателем - для изучения устойчивости и управляемости вертикально взлетающих самолётов, - отличающийся тем, что, с целью регулирования тяги для точного поддержания высоты висения аппарата в воздухе, на газовой трубе установлены поворотные около осей, параллельных продольной оси двигателя, секторные пластины, вводимые по мере надобности в газовый поток". 22 апреля 1959 года изобретение было официально зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР под номером 120735.

Но это было позже. А пока осенью 1956 года стенд впервые выкатили на лётное поле аэродрома ЛИИ. Предстояли его испытания. Но об этом - в следующей статье...

#### Литература

1. Денисов В.Ф., Квашнин А.И. и др. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 129735 "Вертикально взлетающий аппарат" // Бюллетень изобретений. 1959. № 12.
2. Богомяков О.А. На пути к "вертикалке" // Крылья Родины. 1998. № 10. С. 26-27.
3. Матвеев В.Н., Квашнин А.И., Гарнаев А.Ю. Турболёт - новое дитя авиации // Техника - молодёжи. 1958. № 1. С. 18-19, 22.

В публикации использованы фото из фонда Научно-мемориального музея Н.Е. Жуковского, личных архивов Е.В. Арсеньева и Г.М. Лапшина.

Связь с автором: [simonov71@mail.ru](mailto:simonov71@mail.ru)

Фото 15 - Схема устройства газовых заслонок

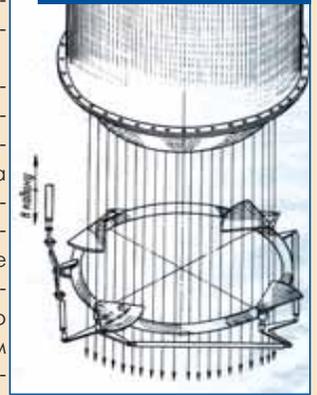


Фото 16 - Горизонтальная поверхность, установленная на консоли "Турболёта"



Фото 17 - Авторское свидетельство, выданное одному из конструкторов "Турболёта" Г.М. Лапшину