

Из истории техники
From the History of Technology

DOI: 10.31857/S020596060027055-2

У ИСТОКОВ ТУРБОРЕАКТИВНОЙ АВИАЦИИ

СОБОЛЕВ Дмитрий Алексеевич – *Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН; Россия, 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 14;*
эл. почта: daso11@rambler.ru

© Д. А. Соболев

Статья посвящена малоизвестной в нашей стране истории изобретения турбореактивного двигателя, ставшего позднее основным типом силовой установки в авиации. Прослежены стимулы к началу таких работ, роль частного бизнеса в их развитии, история испытаний первых реактивных самолетов, влияние Второй мировой войны на появление реактивной авиации. При подготовке материала использованы такие первоисточники, как воспоминания пионеров реактивного двигателестроения Ганса фон Охайна, Фрэнка Уиттла, Архипа Люльки, авиаконструктора Эрнста Хейнкеля, летчиков-испытателей первых турбореактивных самолетов Эриха Варзица и Джона Гриссона. Изучение отечественных архивных документов позволило объяснить причины отставания турбореактивной авиации в СССР.

Ключевые слова: турбореактивный двигатель, реактивный самолет, Вторая мировая война, скорость полета.

Статья поступила в редакцию 9 января 2023 г.

AT THE BEGINNINGS OF TURBOJET AVIATION

SOBOLEV Dmitrii Alekseyevich – *S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences; Ul. Baltiyskaya, 14, Moscow, 125315, Russia;*
E-mail: daso11@rambler.ru

© D. A. Sobolev

Abstract: The article is devoted to the history of invention of turbojet engine that later became the main type of power plant in aviation. It describes the motivations for the inception of these works, the role of private business in their development, the history of the tests of the first jet aircrafts, and the influence of WWII on the emergence of jet aviation. The sources used in the preparation of this article include the memoirs

of the pioneers in jet engine development Hans von Ohain, Frank Whittle, and Arkhip Lyulka, aircraft designer Ernst Heinkel, and test pilots Erich Warsitz and John Grirson. The analysis of relevant Russian archival documents allowed explaining the causes of turbojet aviation lagging behind in the USSR.

Keywords: turbojet engine, jet aircraft, World War II, flight speed.

For citation: Sobolev, D. A. (2023) U istokov turboreaktivnoi aviatsii [At the Beginnings of Turbojet Aviation], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 44, no. 3, pp. 447–465, DOI: 10.31857/S020596060027055-2.

Наиболее прозорливые исследователи еще на рубеже 20–30-х гг. прошлого века полагали, что будущее авиации связано с использованием реактивного двигателя. «За эрой аэропланов винтовых должна следовать эра аэропланов реактивных, или аэропланов стратосферы», – писал в 1930 г. К. Э. Циолковский¹.

Циолковский и его немногочисленные единомышленники предполагали использование пороховых ракет или жидкостного ракетного двигателя. Однако опыты показали их неприменимость для самолетов из-за очень короткого времени работы таких двигателей, так как они расходовали слишком много горючего. Мотокомпрессорная силовая установка, в которой компрессор для сжатия воздуха приводится в движение поршневым мотором, оказалась непригодной из-за большого веса. В связи с этим возникла идея для обеспечения работы компрессора вместо обычного мотора установить легкую турбину; к тому моменту паровые турбины уже давно использовались в различных областях техники, в том числе и на водном транспорте.

Но возникала технологическая проблема: турбореактивный двигатель (ТРД) способен создать большую силу тяги только при высокой температуре сгорания топливной смеси, примерно 700–800 °С. Такую температуру не могли долго выдержать существовавшие до Второй мировой войны металлические сплавы – произошли бы прогары камеры сгорания или деформация лопаток турбины. Нужно было также создать подшипники, способные работать при огромной скорости вращения вала турбореактивного двигателя, превышавшей 10 тыс. оборотов в минуту.

По этой причине в прогнозах развития авиации турбореактивный двигатель или вообще не рассматривали, или считали малоперспективным. Однако нашлись энтузиасты, которые все же начали эксперименты с ТРД и через несколько лет упорного труда добились успеха – их двигатели подняли в полет первые турбореактивные самолеты. Это были молодые изобретатели немецкий физик Ганс фон Охайн и английский инженер Фрэнк Уиттл.

Охайн являлся выпускником Гёттингенского университета. Еще студентом он задумался над применением газотурбинного двигателя в авиации, а по окончании учебы на собственные средства занялся постройкой такой

¹ Циолковский К. Э. Реактивный аэроплан. Калуга: Тип. ОСНХ, 1930. С. 24.

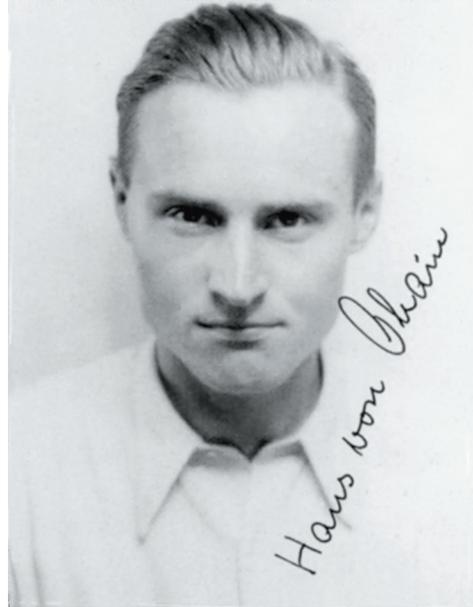
силовой установки. Работы велись в местном гараже, 23-летнему Гансу помогал механик гаража Макс Ган.

Известно два основных типа турбореактивного двигателя: с центробежным и осевым компрессором. В первом случае воздух сжимается перед камерой сгорания за счет центробежных сил, проходя через изогнутые воздухопроводы, во втором — с помощью соосных лопаточных колес. Центробежный компрессор проще и дешевле в изготовлении, поэтому Охайн остановил выбор на нем. Молодой физик знал, что реактивный двигатель расходует больше топлива, чем двигатель внутреннего сгорания. Зато его тяга почти не зависит от высоты и скорости полета, он легче и проще по конструкции.

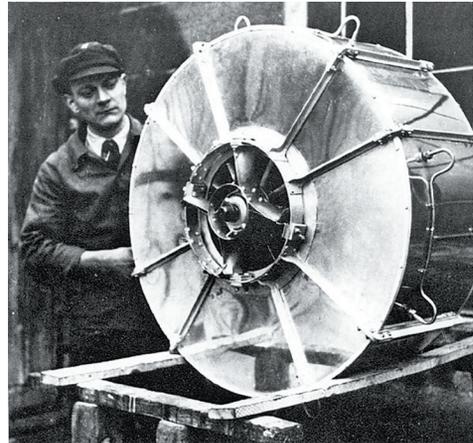
Первый опытный образец был построен в 1934 г. Он напоминал барабан, внутри находились компрессор, камеры сгорания и турбина. В качестве топлива использовался бензин. Испытания, проходившие на территории университета, окончились неудачей. Охайн писал:

Камеры сгорания работали не так, как ожидалось, горение происходило не в них, а дальше, у колеса турбины. Из сопла вырывались длинные желтые языки пламени, и устройство больше напоминало огнемёт, чем реактивный двигатель. Неправильность горения подтверждали температурные индикаторы и следы копоти. Двигатель не мог вращаться после отключения стартера².

Осознавая несовершенство своей конструкции, изготовленной в кустарных условиях, Охайн решил поискать помощи у авиапроизводителей. Зная о скептическом отношении немецких двигателестроителей



Г. фон Охайн



М. Ган у первого турбореактивного двигателя Г. фон Охайна

² *Ohain H. The Evolution and Future of Aeropropulsion Systems // The Jet Age: Forty Years of Jet Aviation / W. J. Boyne, D. S. Lopez (eds.). Washington: National Air and Space Museum, Smithsonian Institution, 1979. P. 30–31.*



Авиаконструктор Э. Хейнкель

к воздушно-реактивному двигателю, он обратился в частную самолетную фирму «Хейнкель», так как слышал об интересе ее руководителя к новым идеям. Заручившись рекомендательным письмом одного из профессоров университета, в начале 1936 г. он встретился с Эрнстом Хейнкелем, и тот поддержал изобретателя. Охайн получил в распоряжение лабораторию и небольшую группу инженеров на заводе Хейнкеля в Ростоке, где продолжил свои изыскания по ТРД.

Но Хейнкеля больше интересовал не двигатель, а самолет. Он хотел быть первым, кто откроет реактивную эру авиации. Начать испытания самолета он планировал уже летом 1937 г.

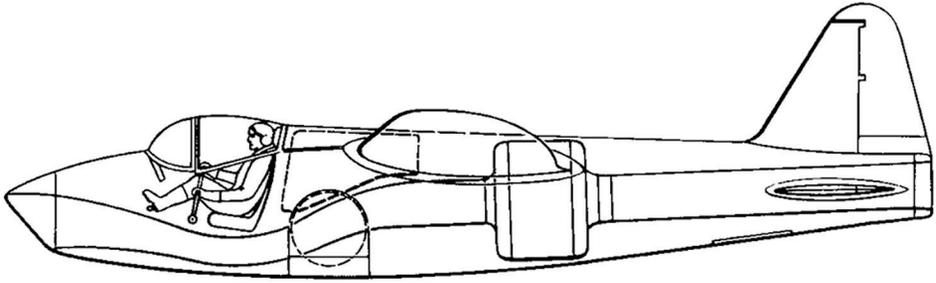
Охайн понимал нереальность этих планов, и чтобы продемонстрировать «патрону» хоть что-нибудь, весной 1937 г. начал стендовые испы-

тания турбореактивного двигателя *HeS 1* (*S* от слова *Strahl* — «реактивная струя»). Они прошли успешно, правда, в качестве горючего вместо бензина в нем использовался более стабильный при горении водород. Зато двигатель хорошо работал и создавал тягу 130 кгс. Этого, конечно, мало для самолета, но начало было положено. Оставалось добиться нужного режима горения жидкого топлива в двигателе и повысить тягу силовой установки.

На это ушло почти два года. За это время металлурги создали сплавы, способные выдерживать нагрев до 800 °С без ухудшения механических свойств. Это позволило увеличить температуру газового потока и силу тяги. Больших усилий потребовало обеспечение правильной работы камер сгорания при замене водорода на авиационное топливо — на бензине на малых оборотах ТРД действовал нестабильно. Но Охайн теперь работал не один, у него были квалифицированные инженеры, необходимое оборудование. Летом 1938 г. в его группе числились 23 человека.

Пока двигателисты доводили ТРД, началось строительство самолета *He-178*, рассчитанного на полет со скоростью 800 км/ч. Его фюзеляж был металлическим, крыло и оперение — деревянными. Снизу кабину огибали воздухопроводы, подводящие воздух от отверстия в носу самолета к расположенному за кабиной двигателю. Чтобы хвостовое оперение не загорелось от нагрева, сопловую трубу покрыли асбестом.

He-178 был готов весной 1939 г. Но выяснилось, что его двигатель *HeS 3* не развивает показанной им на стенде тяги 500 кгс. Это происходило из-за потерь кинетической энергии потока воздуха в длинных воздухопроводах и сопловой



Компоновка He-178

трубе. После изменений в конструкции компрессора и турбины удалось достичь 450-килограммовой тяги. Было решено начать летные испытания.

Так как турбореактивный самолет был принципиально новой конструкцией и являлся ноу-хау фирмы «Хейнкель», он создавался в тайне от Министерства авиации. Хейнкель хотел сначала проверить его в полете и уже затем объявить властям о новинке. Поэтому первый взлет решили не афишировать и провести его на рассвете с заводского аэродрома без лишних свидетелей. Он состоялся 27 мая 1939 г. Хейнкель вспоминал:

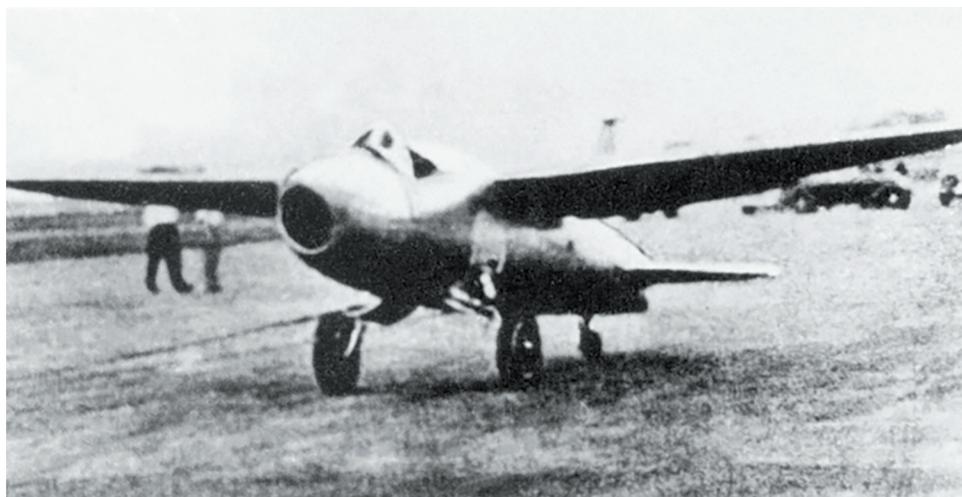
Утро этого дня выдалось прекрасным. Стояла безветренная погода. Я и еще несколько моих конструкторов, участвовавших в создании машины и турбореактивного двигателя, прибыли на аэродром. Варзиц и техники поджидали нас. Все были в напряжении. Испытывался не только самолет, но и турбореактивный двигатель, которого еще не знало человечество. Мы стояли на пороге эпохи нового развития авиации.

Машину выкатили на старт. Варзиц (летчик-испытатель Эрих Варзиц. – Д. С.) занял место в кабине. Я помахал ему рукой и пожелал благополучного полета. Зашипела турбина. В этот момент я заметил, как маленькая птичка хотела пролететь перед носом самолета. Ее мгновенно затянуло в воздухозаборник двигателя. Самолет вырулил на старт. В то время было сделано множество фотографий, которые, к сожалению, пропали. На них были запечатлены наши лица, выражавшие то напряжение, которое мы тогда испытывали.

Машина оторвалась от взлетной полосы и быстро набрала высоту 300–400 метров. Что-то произошло с шасси, оно не убиралось. Мы видели, как на высоте 500 метров Варзиц сделал глубокий вираж, пытаясь его убрать. Так и хотелось ему кричать:

– Да черт с ним, с этим шасси. Можешь его не убирать. Главное – машина летит!

Непривычный вой турбореактивного двигателя был теперь для нас музыкой. Варзиц сделал круг над аэродромом с какой-то элегантностью. Вот уже целых три минуты он находился в воздухе! Техники кричали от радости и плясали как дикие папуасы. На шестой минуте полета Варзиц, выключив двигатель, пошел на посадку. С неработающим мотором он оказался достаточно далеко от летного поля. До аэродрома Варзиц должен был дотянуть на бреющем полете.



He-178 перед испытаниями

Планировать на первый раз поднятой в воздух машине было очень рискованно. Мы затаили дыхание. Но He-178 плавно приземлился и красиво закончил пробег на взлетно-посадочной полосе ³.

Добавлю впечатления летчика:

Я плавно передвинул рычаг газа вперед. Когда самолет начал разбег, я сначала был несколько разочарован тягой, потому что он не рванулся вперед, как это сделал бы 176-й (He-176, экспериментальный самолет с ракетным двигателем. – Д. С.), а медленно двинулся дальше. Но через 300 метров машина двигалась очень быстро. Модель 176 была намного зрелищнее, маневреннее, быстрее и опаснее. С другой стороны, 178-й был больше похож на обычный самолет <...> В этой машине я чувствовал себя в полной безопасности и не беспокоился о том, что мои топливные баки высохнут в течение минуты ⁴.

Первый в мире турбореактивный самолет был показан 3 июля 1939 г. на выставке новой авиатехники в Рехлине. Но тогда он не летал. Демонстрационный полет в присутствии высших чинов Министерства авиации состоялся 1 ноября. Те выразили сдержанное одобрение, и на этом все закончилось. В соответствии с директивой фюрера, предписывающей приостановить разработки экспериментальных самолетов, не готовых к началу массового производства в течение года, с He-178 сняли двигатель для дальнейших испытаний и доработок.

³ Хейнкель Э. В моей стремительной жизни. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1992. С. 182.

⁴ Warsitz L. The First Jet Pilot. The Story of German Test Pilot Erich Warsitz. Barnsley: Pen & Sword, 2008. Цитируется по бесстраничной версии, доступной онлайн (Глава 13. The World's First Jet Flight // <https://oceanofpdf.com/authors/lutz-warsitz/pdf-epub-the-first-jet-pilot-the-story-of-german-test-pilot-erich-warsitz-download/>).



Взлет первого в мире турбореактивного самолета

Надо сказать, *HeS* действительно не отличался надежностью. В 1938 г. во время испытаний на «летающей лаборатории» *He-118* у него разрушилась турбина, что чуть не привело к катастрофе, а при демонстрации реактивного самолета представителям авиационного министерства первый взлет пришлось прервать из-за отказа насоса подачи топлива. В сообщении от 9 ноября 1939 г. говорится: «Самолет будет стоять без двигателя в демонтированном состоянии, но его можно будет использовать снова для летной демонстрации»⁵. Сколько раз машина поднималась в воздух и как проходили испытания — неизвестно, так как все документы в конце войны немцы уничтожили.

Незавершенный второй экземпляр *He-178 V-2* списали. Его доработка потребовала бы 1500 человеко-часов, что Министерству авиации представлялось неоправданным в условиях военного времени, поскольку возможности его использования как боевого самолета не просматривались. В начале Второй мировой войны люфтваффе с успехом применяли обычные самолеты, поэтому стимула к экспериментам с реактивной авиацией у военных не было.

Первый *He-178* несколько лет простоял в ангаре на аэродроме в Ростоке, но в 1944 г. стал жертвой бомбардировки. Ни оригинальных частей этого исторического самолета, ни его двигателя не сохранилось.

В Великобритании разработка авиационного ТРД началась раньше, чем в Германии, но практические результаты были достигнуты позднее. Создатель первого английского турбореактивного двигателя Фрэнк Уиттл

⁵ Koos V. Heinkel. Raketen- und Strahlflugzeuge. Oberhaching: Aviatic Verlag, 2008. S. 116.



Ф. Уиттл

на международном симпозиуме в Вашингтоне по истории реактивной авиации так рассказывал о начале своих работ:

Чтобы летать быстро и далеко, необходимо лететь на очень больших высотах – намного выше, чем возможно с обычным поршневым двигателем и пропеллером. Даже при использовании наддува двигателя мощность снижается быстрее, чем аэродинамическое сопротивление самолета, поэтому потолок обычных истребителей был лишь немного выше 20 тыс. футов.

В то время (1920-е гг.) максимальная скорость истребителя составляла около 150 миль в час, а мировой рекорд скорости – чуть выше 200 миль в час. Дальнейшему росту препятствовало падение эффективности пропеллера

из-за проявления эффекта сжимаемости воздуха вблизи концов лопастей. Но я с юношеским оптимизмом (мне тогда был 21 год) верил, что можно создать альтернативную силовую установку, пригодную для полетов на очень большой высоте. Я анализировал возможности ракетного двигателя и использования турбины для вращения пропеллера. Очень низкая топливная эффективность ракет сильно ограничивала дальность полета, а комбинация турбины и пропеллера не позволяла достичь скорости 500 миль в час, о достижении которой я мечтал. Мне не пришло в голову объединить эти два принципа создания пропульсивной силы <...>

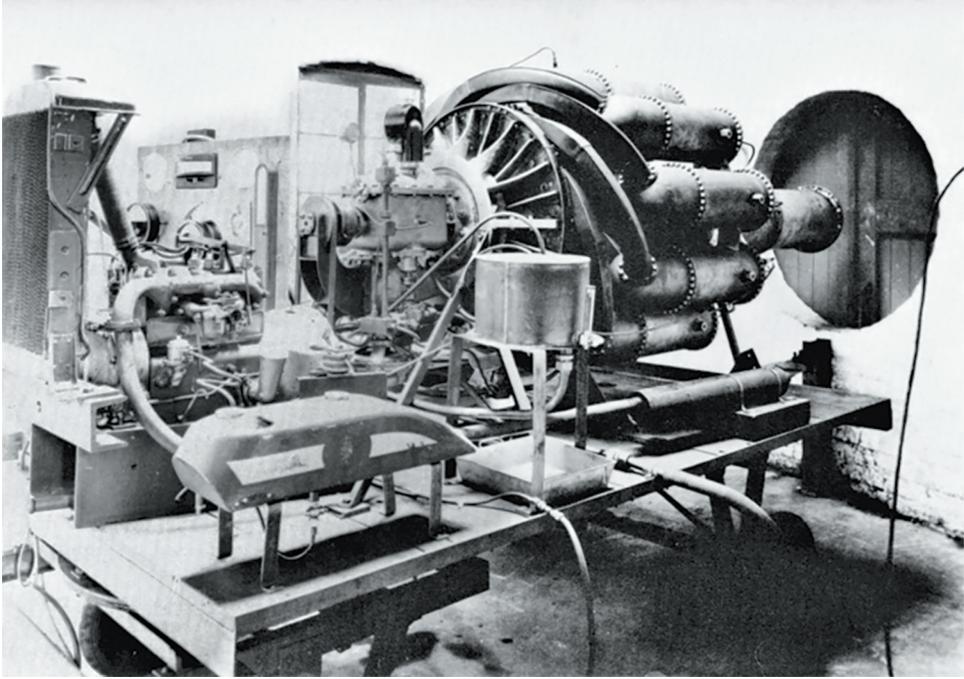
В конце 1929 г., когда я был послан на курсы летчиков-инструкторов Центральной летной школы, меня вдруг осенило – почему бы не попробовать повысить степень сжатия в компрессоре и заменить им поршневой двигатель. Так родилась идея турбореактивного двигателя ⁶.

В 1930 г. Уиттл подал патентную заявку на изобретение ⁷ и поделился своими соображениями в отделе развития двигателей Министерства авиации. Реакция была негативной – двигатель сочли бесперспективным из-за низкого КПД и отсутствия материалов, позволивших бы турбине выдерживать высокие температуры. Средств на эксперименты у изобретателя не было.

Прошло пять лет. Уиттл не забыл о своей идее, но без денег не мог ничего сделать; Охайну повезло больше, он уже через два года нашел поддержку в лице Хейнкеля. Дело сдвинулось с мертвой точки в 1936 г., когда удалось уговорить небольшой частный банк помочь работе Уиттла, и то только потому, что один из совладельцев банка был прежде физиком. На

⁶ Whittle F. The Birth of Jet Engine in Britain // The Jet Age... P. 3–4.

⁷ Патент Англии № 347 206. Заявление от 19 января 1930 г.



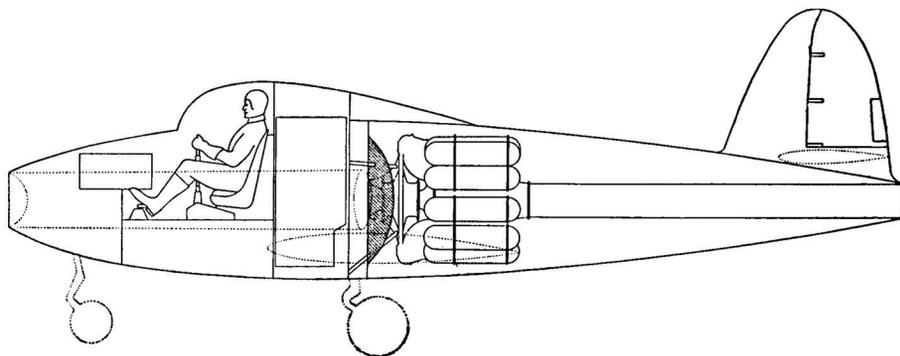
Двигатель Уиттла образца 1938 г. на стенде для испытаний

спонсорские деньги была создана фирма «Джет пропалшн» («реактивное движение») с уставным капиталом 10 тыс. фунтов. Штат состоял всего из шести человек: Уиттла, его секретаря, одного инженера, двух ночных дежурных и мальчика-курьера.

Весной 1937 г. начались испытания двигателя на стенде. Так же как ТРД Охайна, он имел центробежный компрессор и одноступенчатую турбину с камерой сгорания между ними, но работал не на газе, а на жидком топливе, запуск производился с помощью электромотора. Первое время «изделие Уиттла», как назывался двигатель, вело себя крайне нестабильно и плохо поддавалось регулировке числа оборотов. Замена дизельного горючего на керосин и изменение конструкции топливных форсунок несколько улучшили его работу.

В следующем году Уиттл ввел кардинальное изменение — он заменил одну камеру сгорания десятью, расположив их по кругу за компрессором. Это позволило более равномерно распределить термодинамические нагрузки на турбину. За турбиной газы выходили через общее сопло.

В 1938 г. новый двигатель выдержал 50-часовые стендовые испытания, число оборотов достигало 16,5 тыс. в мин., максимальная тяга — 400 кгс. Очевидцами запусков были представители Министерства авиации, которые тут же изменили свое мнение о невозможности создания работоспособного турбореактивного двигателя. Это был переломный момент в судьбе изобретения Уиттла. Его начали финансировать, а накануне войны были подписаны контракты на постройку реактивного самолета и двигателя для него.



Компоновка самолета E28/39

Самолет поручили строить фирме «Глостер». Министерство присвоило ему индекс *E28/39* и фирменное обозначение «Глостер G.40 «Пионер»». Это был металлический моноплан с размахом крыла 8,8 м. Воздухозаборник раздваивался и огибал с двух сторон кабину летчика. За кабиной находился топливный бак объемом 375 л и двигатель. Шасси имело подвижное переднее колесо, поворачивающееся одновременно с рулем направления. Это облегчало маневрирование на земле. Уборка шасси и выпуск закрылков осуществлялись гидравлической системой, давление в которой пилот создавал с помощью ручной помпы. Имелась также аварийная система уборки и выпуска шасси от аккумулятора со сжатым воздухом. Двигатель раскручивался перед взлетом от автомобильного мотора с гибким приводом, позднее использовали наземный электрический стартер.

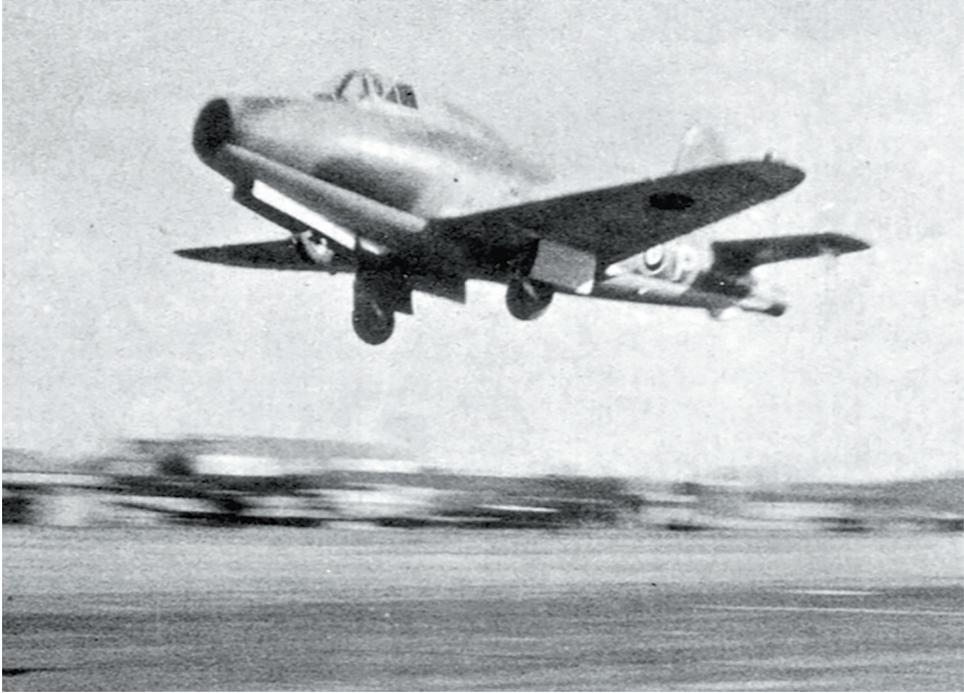
Двигатель *W.I* Уиттла по конструкции не имел принципиальных отличий от ТРД образца 1938 г. и мог развивать тягу 390 кгс при скорости вращения 17 750 об/мин. Он потреблял 1,4 кг топлива на килограмм тяги в час и весил 320 кг. Для сравнения — поршневой мотор «Мерлин» истребителя «Спитфайр» имел вес 750 кг, но расход топлива на максимальной мощности у него был в полтора раза меньше.

Электрогенератора на двигателе не было, и электропитание самолет получал от бортового аккумулятора. Пришлось отказаться от обогрева кабины, не было даже радиостанции.

Весной 1941 г. начались испытания. Их проводил шеф-пилот «Глостера» Джерри Сайер. Уиттл вспоминает:

Полеты проходили на аэродроме в Корнуолле. Они начались вечером 15 мая, когда погода улучшилась. После разбега длиной 600 ярдов Джерри перешел в набор высоты, и скоро его самолет скрылся в облаках. Мы мало что могли видеть до тех пор, пока через 17 минут он не стал заходить на посадку. Лихость, с которой он приземлился, свидетельствовала, что испытатель полностью удовлетворен своей новой игрушкой.

Несмотря на часто портившуюся погоду, за две недели заводских испытаний удалось налетать 10 часов. К изумлению техников из «Глостера», мои



Взлет английского реактивного самолета «Глостер E28/39»

инженеры никогда не чувствовали необходимость проверки двигателя, из опыта они знали, что если он звучит как нужно, значит, с ним все в порядке. Возможно, это первый случай в истории авиации, когда прототип самолета и прототип двигателя при 10-часовых испытаниях требовали только поверхностного осмотра планера ⁸.

Летчикам-испытателям самолет тоже понравился. Один из них, Джон Грирсон, писал:

Главным впечатлением была простота управления машиной. Единственным органом управления двигателем был сектор газа; отсутствовали ручки регулировки качества топливной смеси и шага винта, включения турбонаддува и поворота створок радиатора. Топливная система состояла всего из двух клапанов – низкого давления между баком и насосом и высокого давления между насосом и двигателем <...> В кабине не чувствовалось вибраций, тогда как в истребителе «Тайфун» ты сидел как на вибромассажном кресле ⁹.

Во время второй фазы испытаний из 14 полетов была достигнута скорость 564 км/ч и высота 7600 м. После появления в 1942 г. двигателей с тягой 560 кгс (*W.1A*) и 775 кгс (*W2/500*) скорость самолета возросла до 745 км/ч, высота – до 12 700 м. Созданию более «тяговитых» ТРД способствовало

⁸ *Whittle. The Birth of Jet Engine in Britain... P. 15.*

⁹ *Grierson J. Britain's First Jet Aeroplane // Flight. May 13, 1971. P. 678.*



Второй экземпляр E28/39

появление хромоникелевого сплава «Нимоник 80», способного работать при 875 °С. Благодаря этому появилась возможность увеличить температуру газов перед турбиной.

Преимущества перед винтомоторными истребителями ремоторизованный *E28/39* продемонстрировал во время перелета на другой аэродром для показа премьер-министру Уинстону Черчиллю. Истребители сопровождения «Спитфайр» и «Темпест» не смогли угнаться за реактивной машиной и подлетели к аэродрому, когда она уже была на земле.

Англичане поделились своим изобретением с американцами. В октябре 1941 г. бомбардировщик «Либерејтор» доставил в США трех авиационных инженеров из «Пауэр джетс», чертежи ТРД и двигатель *W.1* в разобранном виде. Этот подарок позволил заокеанским авиаторам уже в следующем году построить реактивный самолет «Белл Р-59А» с двумя двигателями Уиттла. Он проектировался как истребитель, но из-за неудачной компоновки двигателей скорость его оказалась слишком мала (660 км/ч), и он использовался как учебный для подготовки будущих реактивных самолетов.

В 1943 г. в Англии к испытаниям присоединился второй *E28/39*. Внешне он отличался более скоростным профилем крыла и дополнительными киями на концах горизонтального стабилизатора, внутренне – двигателем *W.2B*, изготовленным на фирме «Ровер» по чертежам Уиттла.

30 июля во время полета на предельную высоту самолет разбился. На высоте 11 км из-за низких температур заклинил привод управления элеронами, и летчик Д. Дави был вынужден воспользоваться парашютом. Поток воздуха с него сорвало кислородную маску, защитные очки и перчатки, его

спасла примерзшая ко рту трубка аварийного кислородного питания. Дави получил сильное обморожение, но остался жив.

Вскоре после этого испытания решили прекратить и сохранить оставшийся экземпляр как историческую реликвию. В 1946 г. самолет передали в Научный музей в Лондоне, там его можно видеть и в наши дни.

Мы рассмотрели историю двух первых турбореактивных самолетов, созданных независимо друг от друга. *He-178* поднялся в воздух почти на два года раньше, но по надежности двигателя и летным характеристикам английская машина заметно превосходила реактивный «Хейнкель» (см. табл. 1).

Таблица 1. Характеристики первых турбореактивных самолетов

	He-178	Глостер E28/39
Год первого полета	1939	1941
Длина, м	7,5	7,7
Размах крыла, м	7,2	8,8
Площадь крыла, м ²	9,1	13,6
Взлетный вес, кг	2000	1700–1900*
Тяга двигателя, кгс	450	390–775*
Максимальная скорость, км/ч	598	564–745*
Дальность, км	200	660

* Параметр зависел от варианта двигателя.

Полеты экспериментальных машин позволили приступить к созданию боевых турбореактивных самолетов. Пальма первенства вновь принадлежала немецким конструкторам. 3 марта 1941 г. взлетел опытный истребитель «Хейнкель He-280». Он имел два турбореактивных двигателя. Э. Хейнкель писал:

Опыт работы над однодвигательным реактивным самолетом показал, что фюзеляж такого летательного аппарата ограничен длиной воздухозаборника и сопловой частью силовой установки. При такой схеме компоновки двигателя было очень трудно разместить вооружение, без которого турбореактивный самолет не представлял интереса в военном отношении¹⁰.

Главным конструктором *He-280* был Зигфрид Гюнтер. Он занялся проектированием реактивного истребителя еще в 1939 г. *He-280 V-1* без двигателей был построен весной 1940 г. и испытывался на буксире за бомбардировщиком *He-111*. Это был цельнометаллический моноплан с двухкилевым оперением. Шасси убиралось в ниши по бокам фюзеляжа. В носовой части предусмотрели отсек для вооружения – трех 20-мм пушек.

Учитывая скорости и высоты реактивного истребителя, кабина была герметизирована и снабжена системой катапультирования пилота. Кресло выстреливалось вверх с помощью сжатого воздуха. Проще было бы

¹⁰ *Хейнкель. В моей стремительной жизни...* С. 187–188.



Катапультируемое кресло фирмы «Хейнкель» на испытательном стенде

демонтировать из-за заклинивания подшипников ротора. Затем в результате поломки в камере сгорания произошло повреждение турбины. Из-за недостаточной тяги *He-280* не мог продолжать полет на одном двигателе, и в начале 1943 г. произошла авария третьего опытного экземпляра после отказа ТРД.

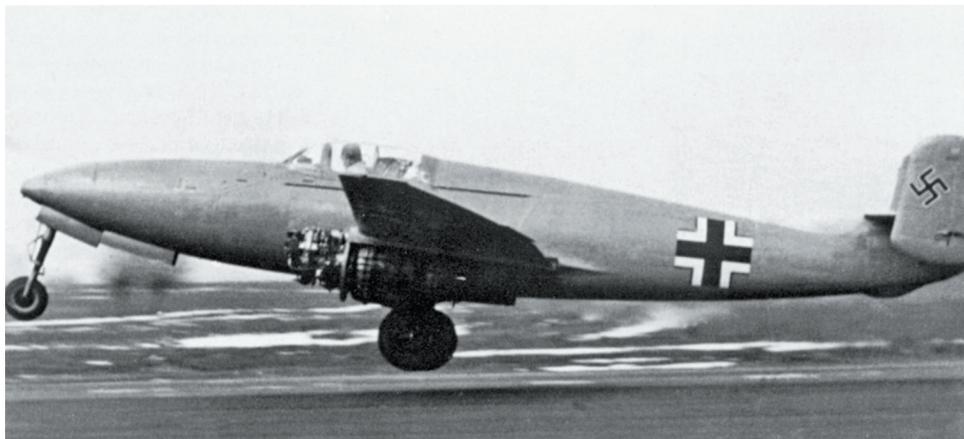
Другой проблемой была вибрация хвостового оперения на больших скоростях — так называемый бафтинг. Считалось, что это происходит под влиянием реактивной струи от двигателей. На «Хейнкеле» спроектировали

использовать пиропатроны, но выбранный метод позволял снизить перегрузку при катапультировании.

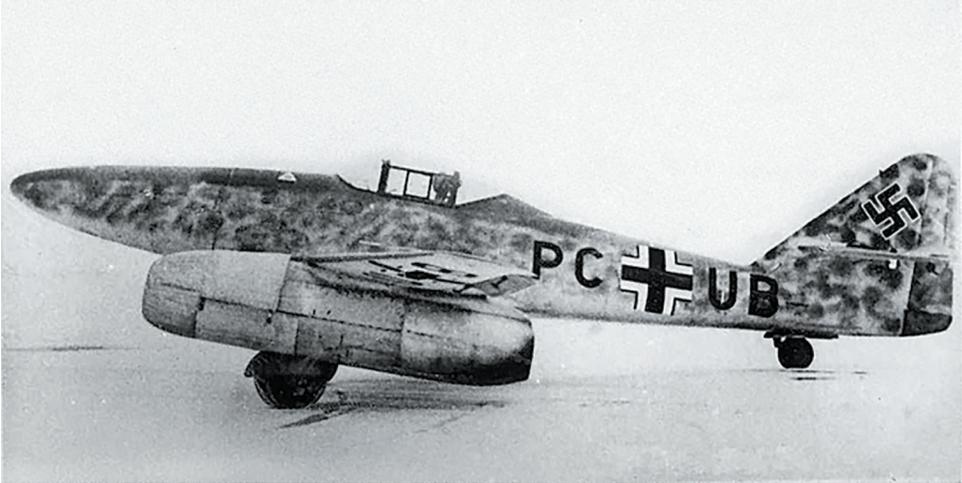
Двигатель Охайна *HeS 8* создали на основе опробованного на практике *HeS 3*. На стендовых испытаниях в 1940 г. он показал тягу 600 кгс при 13 тыс. об/мин, а кратковременно мог развить 750 кгс.

Первый полет *He-280 V-2* под управлением заводского летчика Фрица Шефера продолжался три минуты. Вооружения на самолете еще не было. В начале апреля 1941 г. машину продемонстрировали в воздухе представителям авиационного министерства. Было решено изготовить пробную партию из 10 самолетов и, если все будет хорошо, приступить к серийному выпуску.

Но все было нехорошо. Уже в апреле силовую установку пришлось



Первый полет He-280. Капоты двигателей сняты во избежание воспламенения скапливающего под турбореактивным двигателем топлива



Опытный образец истребителя Me-262

вариант с V-образным оперением, но нет документальных сведений, что он был построен.

Тем временем в моторостроительном отделении фирмы «Юнкерс» создали двигатель с многоступенчатым осевым компрессором *Jumo 004*. Он был сложнее по конструкции и имел больший вес по сравнению с *HeS 8*, зато его компрессор обеспечивал более высокую степень сжатия, а двигатель имел меньший диаметр, что снижало лобовое сопротивление самолета. Эти двигатели были поставлены на истребитель *Me-262* в 1942 г.

Испытания показали, что турбореактивный «Мессершмитт» по многим параметрам превосходит *He-280*. В сентябре 1942 г. его признали победителем в конкурсе на реактивный истребитель и в 1944 г. приняли на вооружение.

На долю уже построенных *He-280* выпала роль летающих лабораторий для испытаний реактивных двигателей — ТРД фирм «Юнкерс» и *BMW*, пульсирующих воздушно-реактивных двигателей «Аргус» для самолета-снаряда «Фау-1». Во время одного из таких полетов, 13 января 1943 г., из-за технических неполадок пилот Шенк был вынужден прервать полет и катапультировался. Это был первый случай катапультирования человека с летательного аппарата.

В 1944 г. немецкие и английские турбореактивные самолеты появились на фронте. До капитуляции немцы успели построить около 1200 таких машин, но из-за острой нехватки топлива и военных летчиков большинство из них так и осталось на земле. Эра реактивной авиации еще только начиналась.

Советская авиация в 1945 г. не имела ни одного турбореактивного самолета. Но такой самолет мог появиться, если бы не война и эвакуация.

В 1937 г. 30-летний сотрудник Харьковского авиационного института Архип Михайлович Люлька загорелся идеей построить воздушно-реактивный двигатель. Как и в других странах, к такому предложению у нас отнеслись скептически. Люлька писал:



Первый английский реактивный истребитель «Глостер G.41 «Метеор»»

Противники применения ТРД в качестве авиационной силовой установки указывали на трудности научно-технического и производственного характера, с которыми придется встретиться при создании ТРД, причем, по их мнению, эти трудности были непреодолимы при существующем состоянии науки, техники, производства. Кроме того, они считали одним из главных доводов против применения ТРД в авиации большие расходы топлива на малых и средних скоростях. И с этими доводами нельзя было не считаться <...>

И все же, несмотря на все трудности, кто-то должен был начать работу по созданию ТРД. Ведь применение ТРД открывало новое направление в авиации с большими перспективными возможностями, позволяющими совершить качественный скачок в ее развитии.

Обстоятельства сложились так, что в нашей стране эту работу пришлось начинать нам, небольшой группе инженеров в Харькове. Возможности для того, чтобы начать такую работу, у нас были минимальные, условия для развертывания работ по ТРД – крайне ограничены. К тому же на первых порах приходилось тратить много сил и времени на то, чтобы сломить настороженное отношение к ТРД. Вера в авиацию с поршневым мотором и винтом была

так велика, что некоторые авиационные специалисты сохранили ее до конца 1943 г., считая, что эра ТРД наступит не скоро.

В 1938 г. после долгих споров, дискуссий, которые были полезны и для нас, поборников ТРД (как говорится, в спорах рождается истина), Наркомат авиационной промышленности СССР разрешил начать работы по ТРД и выделил на это средства. Все работы были сконцентрированы в Ленинграде, в Центральном котлотурбинном научно-исследовательском институте (ЦКТИ), а затем на Кировском заводе <...>

Проект первого отечественного ТРД, которому был присвоен шифр РД-1, мы закончили в 1941 г. Параллельно с подготовкой проекта на производствах ЦКТИ и Кировского завода были изготовлены отдельные узлы двигателя: двухступенчатый компрессор, камера сгорания, турбинная установка и установки для их автономных испытаний.

Двигатель РД-1 был запроектирован по прямоточной схеме газовоздушно-го тракта. Он состоял из шестиступенчатого осевого компрессора, кольцевой камеры сгорания, одноступенчатой турбины и сужающегося сопла <...> Двигатель РД-1 с тягой 530 кг предназначался для скоростного бомбардировщика конструкции А. А. Архангельского. Все складывалось благоприятно для нашей работы. Но началась Отечественная война. Работы по ТРД пришлось законсервировать, группа наша распалась: часть работников ушла на фронт, оставшиеся были переведены на другую, более срочную работу ¹¹.

Люлька направили в Челябинск для работы над танковыми двигателями.

О двигателе Люльки вспомнили в середине войны, когда выяснилось, что самолет БИ с ракетным двигателем имеет слишком малую для боевого применения продолжительность полета. В НИИ-1, специализирующемся на реактивной технике, Люлька в 1944 г. возглавил группу по проектированию нового ТРД С-18 с тягой 1250 кгс. Для получения такой тяги без значительного увеличения габаритов предусмотрели повышенную степень сжатия воздуха и установили восьмиступенчатый компрессор, доработали конструкцию камеры сгорания.

С-18 поступил на стендовые испытания в мае 1945 г. Выявившиеся дефекты (оплавление переднего подшипника турбины, задевание увеличивавшихся в размерах при нагреве лопаток турбины за стенки, заедание золотников топливных форсунок и др.) потребовали обстоятельной доработки двигателя. Его летный экземпляр, ТР-1, прошел государственные испытания только в феврале 1947 г.

Ситуация с реактивной авиацией в СССР нашла отражение в постановлении Совета народных комиссаров от 26 февраля 1946 г. и последовавшем через несколько дней приказе Народного комиссариата авиационной промышленности «О работе Наркомавиапрома». В нем было сказано:

1. Наркомавиапром допустил серьезное отставание в развитии новой авиационной техники. Особенно значительным является отставание Наркомавиапрома в деле создания реактивной авиации. В то время как в Америке и в Англии имеются уже в серии реактивные самолеты и двигатели, Наркомавиапром

¹¹ Люлька А. М., Кувшинников С. П. К истории создания первого советского ТРД // Вопросы истории естествознания и техники. 1981. № 2. С. 89–90.



А. М. Льюлька у испытательного стенда двигателя

не имеет до сих пор ни одного доведенного до надежной работы реактивного двигателя и самолета.

2. Руководители Наркомавиапрома – т.т. Шахурин и Дементьев проявили недальновидность и ограниченность, не использовав своевременно и в должной мере всех возможностей и ресурсов, которыми располагала авиационная промышленность, для решения задач развития новой авиационной техники. Полученные Наркомавиапромом за годы войны огромные материальные ресурсы были направлены на развитие серийного производства и лишь незначительная часть этих ресурсов – не более 4 процентов – была вложена в опытные и научно-исследовательские работы <...>

4. Бывший нарком авиационной промышленности тов. Шахурин и непосредственно отвечавший за организацию реактивного дела в Наркомавиапроме тов. Дементьев неудовлетворительно руководили работой по развитию реактивной авиации. К решению важнейшей задачи реактивной авиации – созданию реактивных двигателей ими не были привлечены основные авиамоторные конструкторские бюро т.т. Швецова и Микулина, обладающие большим опытом и наиболее квалифицированными кадрами. Отдельные конструкторы, длительное время работавшие над разработкой реактивных двигателей, не находили помощи и поддержки в Наркомавиапроме. Так, к реализации газотурбинного реактивного двигателя конструктора Льюлька (так в оригинале. – Д. С.), разработанного еще до 1942 года, Наркомавиапром приступил, по существу, лишь в 1945 году¹².

¹² Российский государственный архив экономики. Ф. 8044. Оп. 1. Д. 1371. Л. 59–60.



Истребитель МиГ-9, первый экземпляр

Создать в короткие сроки реактивную авиацию помогли трофейные немецкие двигатели. 24 апреля 1946 г. в воздух поднялись советские реактивные истребители МиГ-9 с двумя БМВ-003 и Як-15 с ЮМО-004. Вскоре они были приняты на вооружение.

Появление турбореактивных двигателей явилось важнейшим изобретением в авиации. Оно позволило резко увеличить скорость полета. Уже первые боевые реактивные самолеты превышали винтомоторные истребители по этому показателю на 100–200 км/ч. Созданию первых ТРД мы обязаны энтузиазму и упорству их изобретателей, которые в начале не имели никакой поддержки от государственных организаций.

References

- Grierson, J. (1971) Britain's First Jet Aeroplane, *Flight*, May 13, p. 678.
- Heinkel, E. (1992) *V moei stremitelnoy zhizni [In My Fast-Running Life]*. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta.
- Koos, V. (2008) *Heinkel. Raketen- und Strahlflugzeuge*. Oberhaching: Aviatic Verlag.
- Liul'ka, A. M., and Kuvshinnikov, S. P. (1981) K istorii sozdania pervogo sovetskogo TRD [On the History of the First Soviet Turbojet], *Voprosy istorii estestvoznania i tekhniki*, no. 2, pp. 89–90.
- Ohain, H. The Evolution and Future of Aeropropulsion Systems, in: Boyne, W. J., and Lopez, D. S. (eds.) *The Jet Age: Forty Years of Jet Aviation*. Washington: National Air and Space Museum, Smithsonian Institution, pp. 25–46.
- Tsiolkovskii, K. E. (1930) *Reaktivnyi aeroplan [Jet Airplane]*. Kaluga: Tipografia OSNKh.
- Warsitz, L. (2008) *The First Jet Pilot. The Story of German Test Pilot Erich Warsitz*. Barnsley: Pen & Sword.
- Whittle, F. The Birth of Jet Engine in Britain, in: Boyne, W. J., and Lopez, D. S. (eds.) *The Jet Age: Forty Years of Jet Aviation*. Washington: National Air and Space Museum, Smithsonian Institution, pp. 3–24.

Received: January 9, 2023.