



**САМАРСКИЙ** УНИВЕРСИТЕТ  
SAMARA UNIVERSITY

# **ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ**

## **Ч.4**

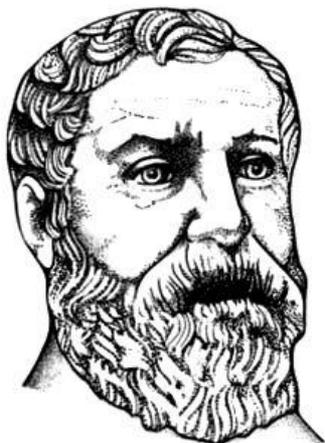
### **ПЕРВЫЕ АВИАЦИОННЫЕ ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ**

**Проф., д.т.н. В.А. Зрелов**

**Самара**

# Первая паровая реактивная турбина

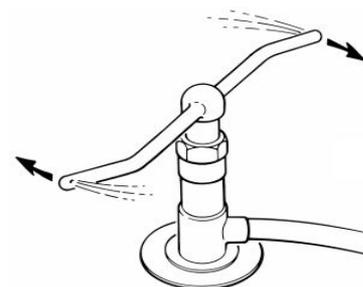
*1 век н. э.*



**Герон  
Александрийский**

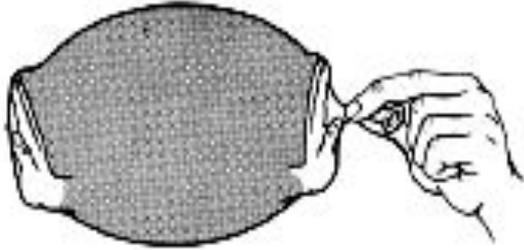


Эолипил (aolipil)

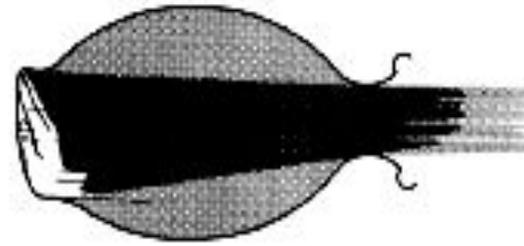


Устройство для полива газонов

# Модель реактивного двигателя



a

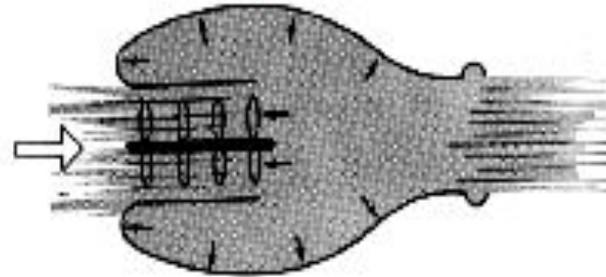


← сила реакции

б

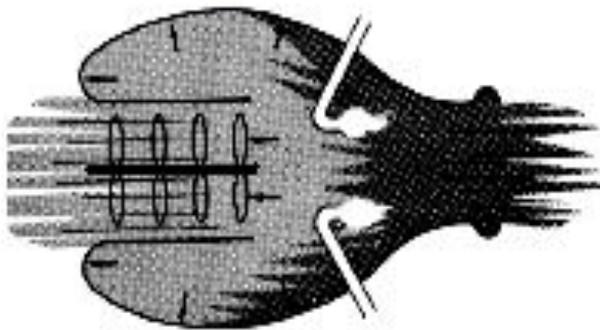


в

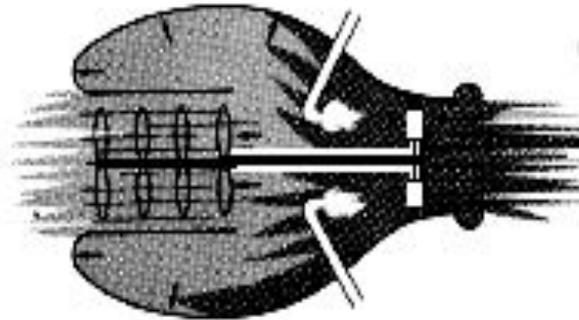


← 2

г

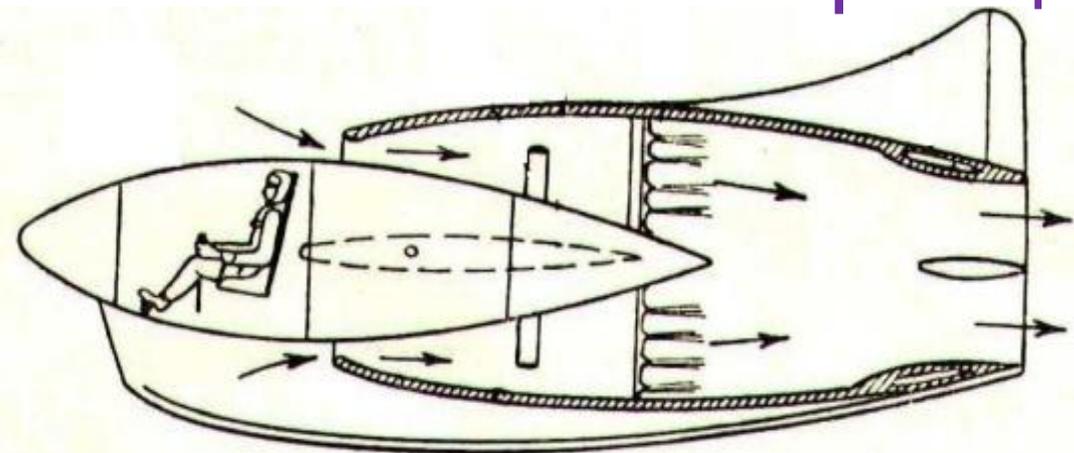


д



е

# Прямоточные воздушно-реактивные двигатели Франция



1937- 1946 гг

Самолёт **Рене Ледюка (René Leduc)**

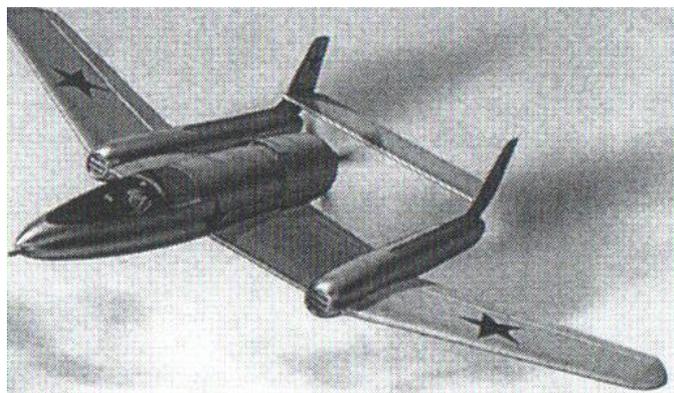




СССР

**И.А. Меркулов**

1941 г



Проект «Д» с ПВРД ДМ-12

1939 г



И-153 «Чайка» с ПВРД ДМ-4

1942 г



Як-7Сс ПВРД ДМ-4С

СССР

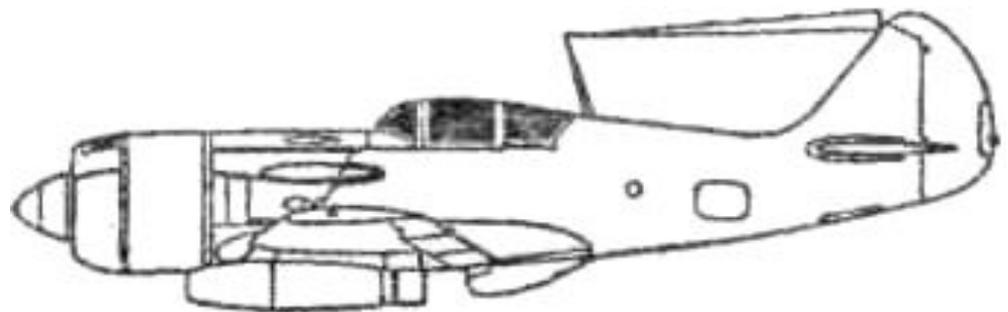
1942 г



Як-7Б с ПВРД ДМ-4С



**М.М. Бондарюк**



Ла-126 с ПВРД-430

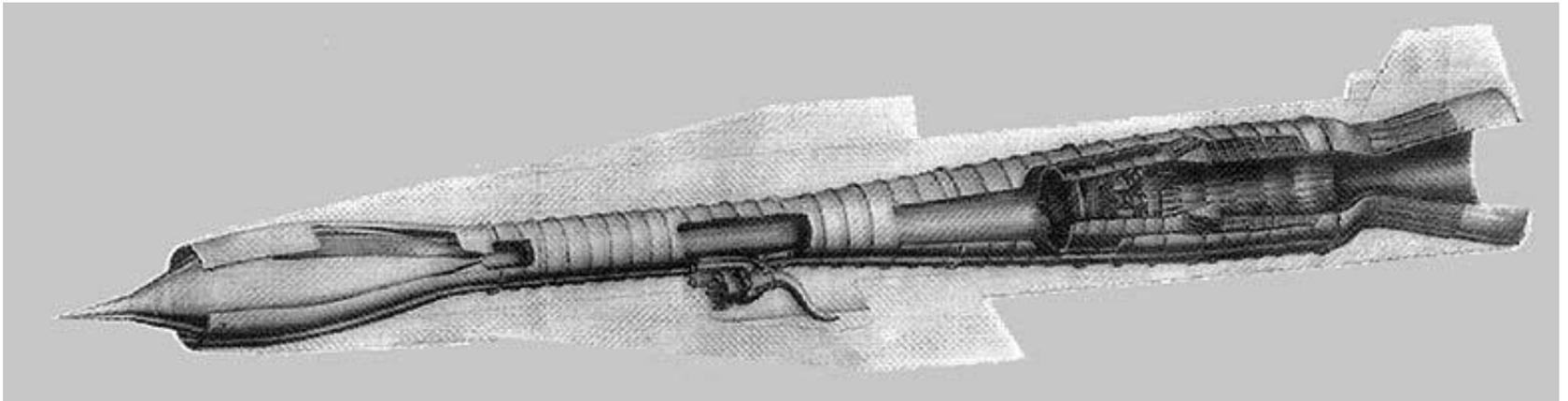
# СССР

## Крылатая ракета «Буря»



1954 -1960 гг

**С.А. Лавочкин**



Двигатель **РД-012У**

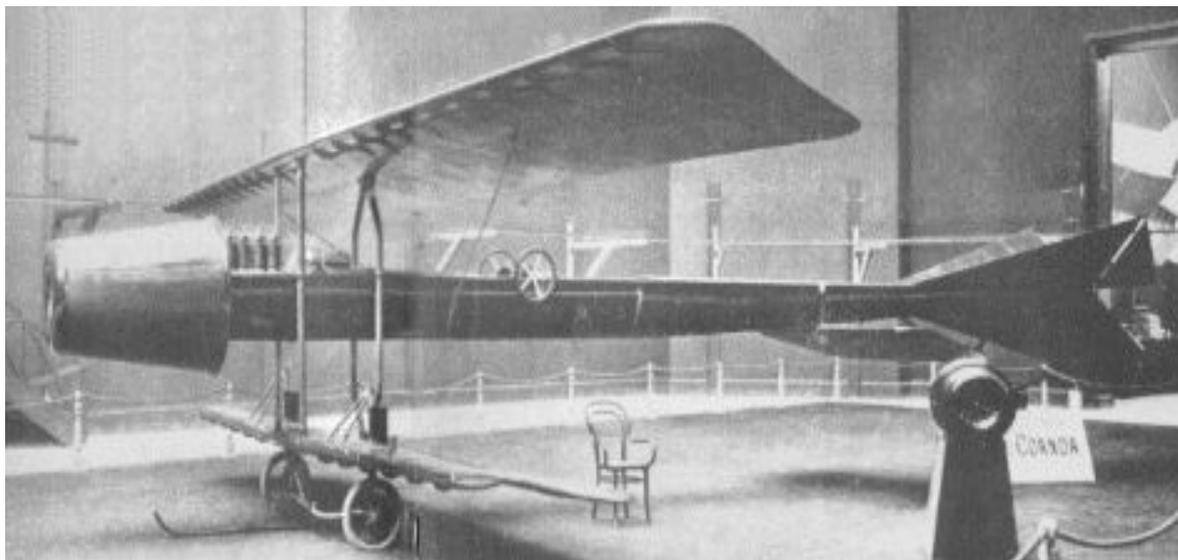
$P=12900$  кгс

# Мотокомпрессорные двигатели

Франция

А. Коанда (Coanda)

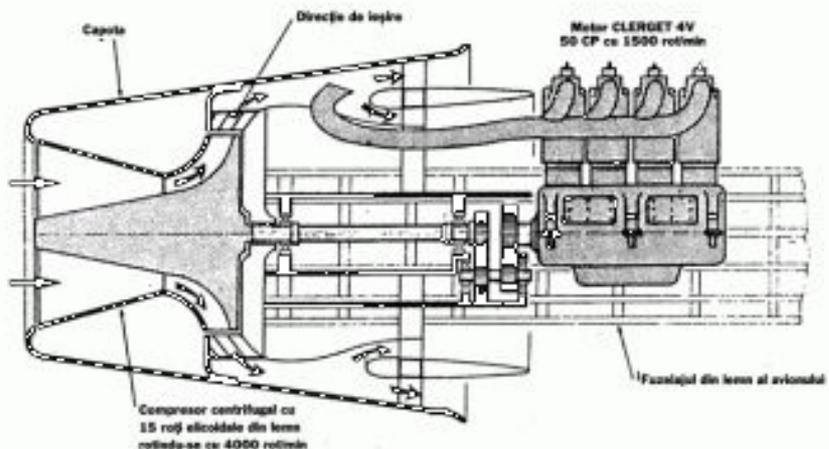
1910 г



Самолёт «Coanda-1910»

МКВРД самолёта «Coanda -1910»

$P=220$  кгс



# Италия



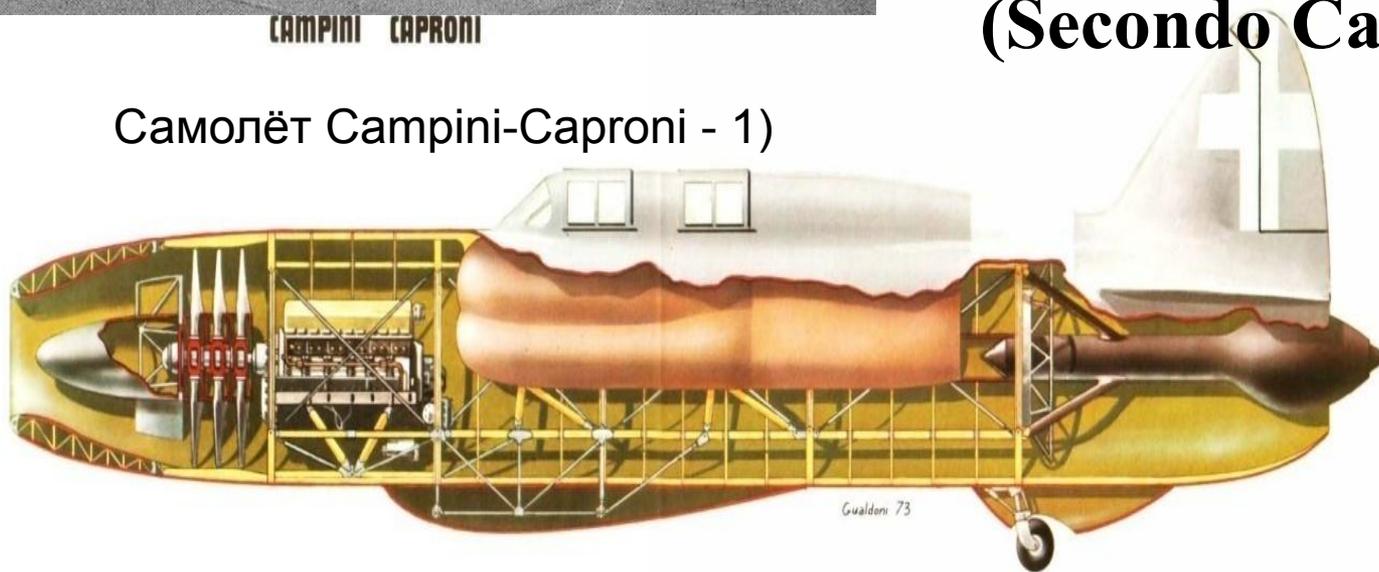
CAMPINI CAPRONI



1940 г

**Секондо Кампини  
(Secondo Campini)**

Самолёт Campini-Caproni - 1)



*N=900 л.с.*

Схема двигателя самолёта "Кампини-Капрони №1" (Campini-Caproni - 1)

DEUTSCHES REICH



AUSGEBEEN AM  
16. APRIL 1941

REICHSPATENTAMT  
PATENTSCHRIFT

№ 705 034

KLASSE 62 b GRUPPE 37 02

J 62083 XI/62b

\* Max Adolf Müller in Biederitz \*

ist als Erfinder genannt worden.

Junkers Flugzeug- und -Motorenwerke Akt.-Ges. in Dessau

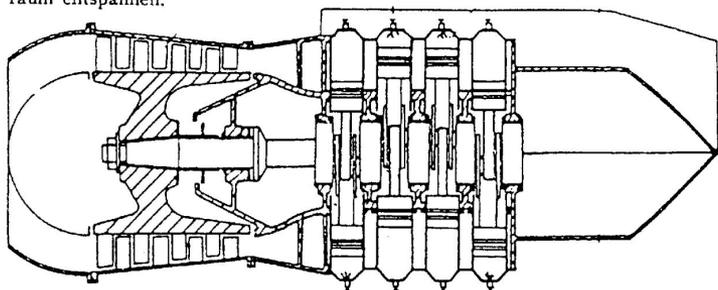
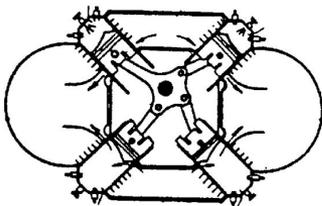
Rückstoßantrieb mittels der Abgase einer Brennkraftmaschine

Patentiert im Deutschen Reich vom 31. Juli 1938 an

Patenterteilung bekanntgemacht am 13. März 1941

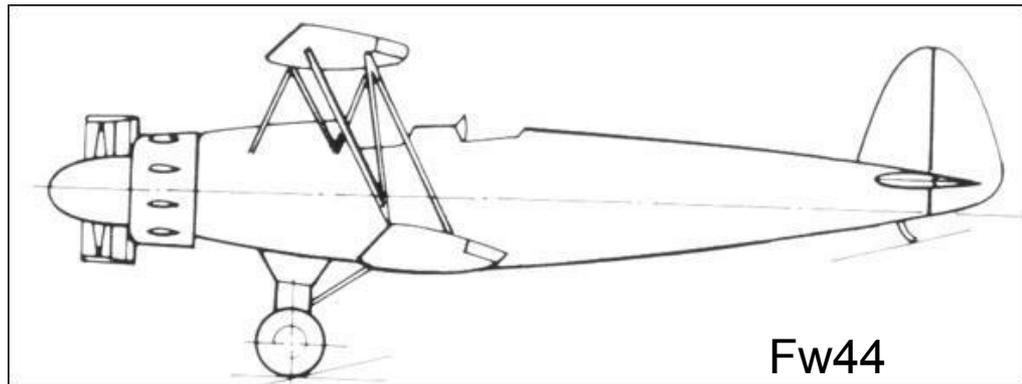
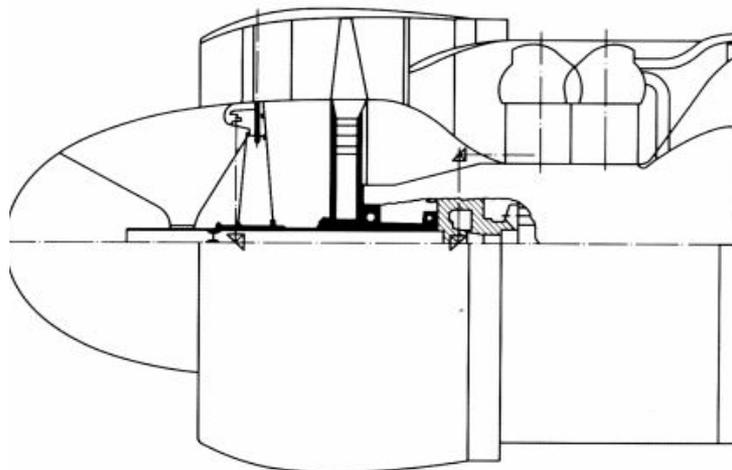
PATENTANSPRUCH:

Rückstoßantrieb, insbesondere für Flugzeuge, bei dem Luft durch ein von einer Kolbenbrennkraftmaschine angetriebenes Gebläse verdichtet wird und bei dem die verdichtete Luft nur zum Teil der Brennkraftmaschine zugeführt wird, während der Rest den Motor zum Zwecke der Kühlung umspült, und bei dem die dadurch vorgewärmte Umgebungsluft sowie die Abgase der Brennkraftmaschine nach Mischung durch die Rückstoßdüse sich in den Außenraum entspannen.



# Германия

1938 г

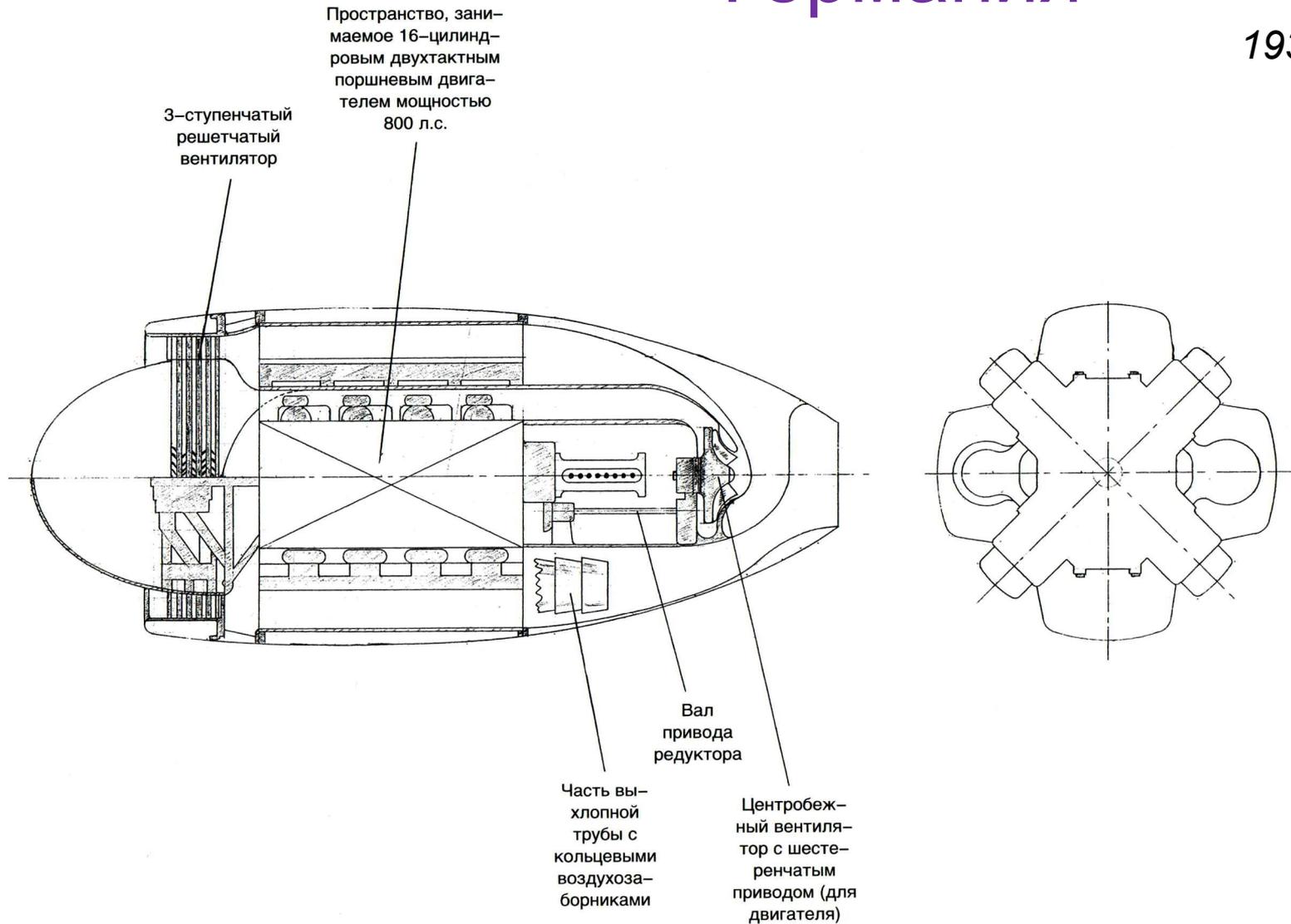


Fw44

Проекты  
мотокомпрессорных двигателей  
JUMO и BMW

# Германия

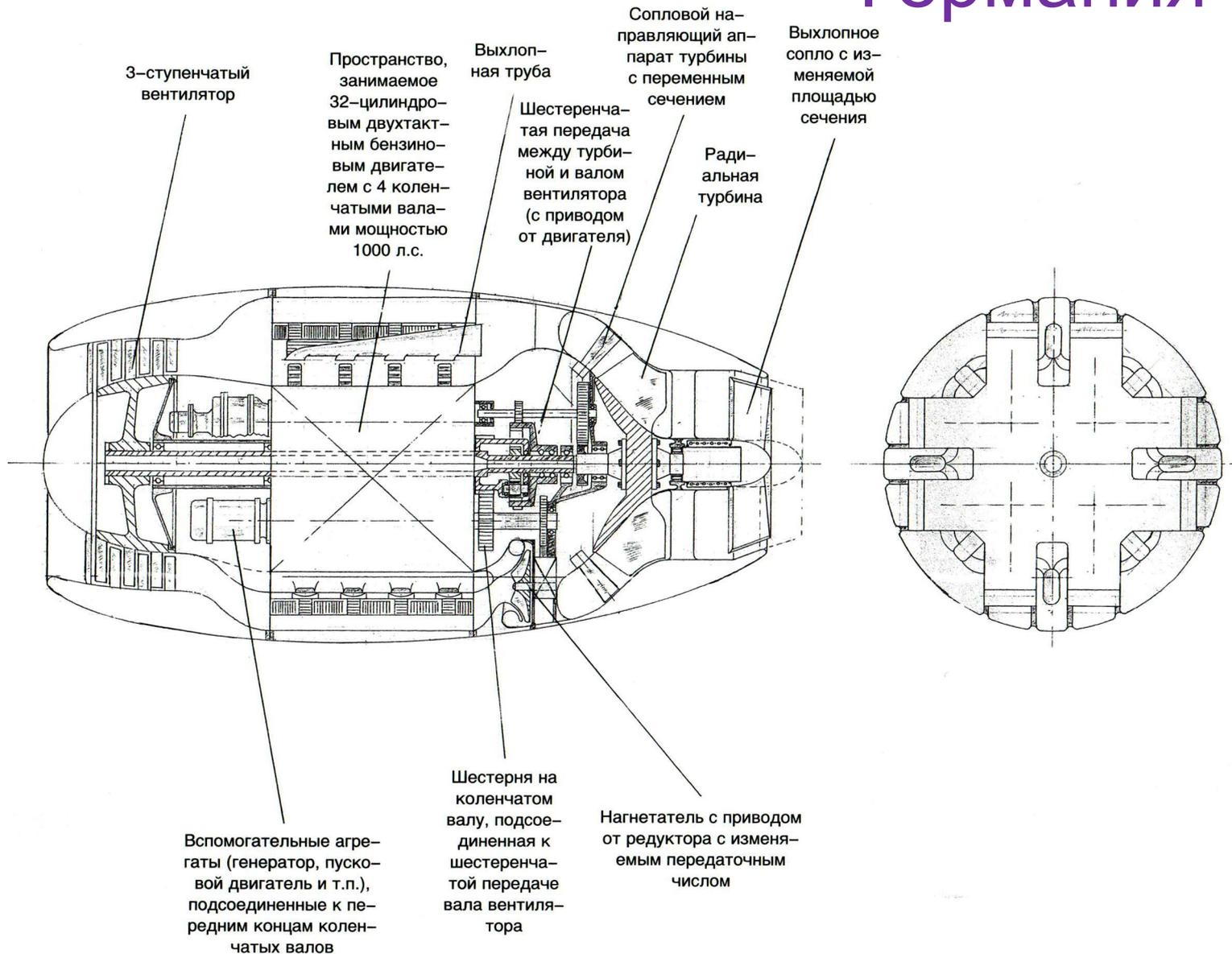
1938 г



Проект мотокомпрессорного двигателя HeS 50

# Германия

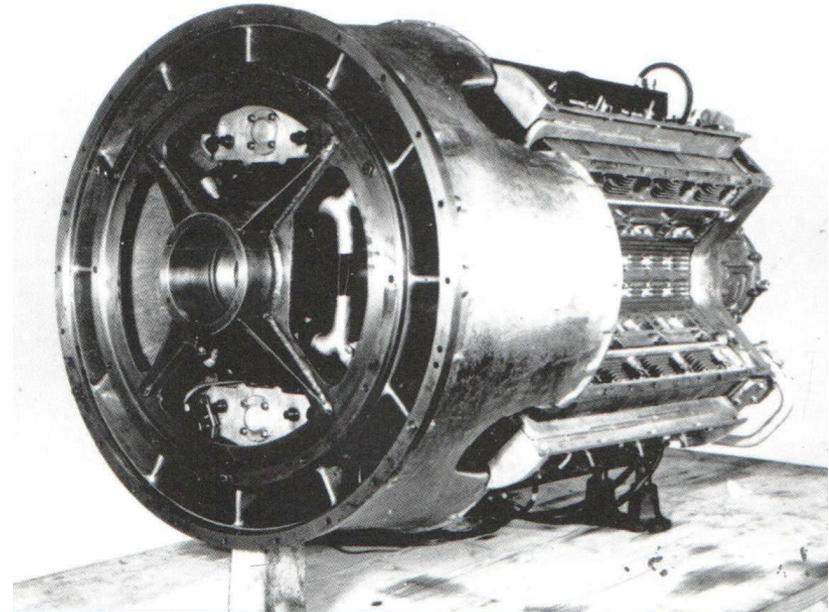
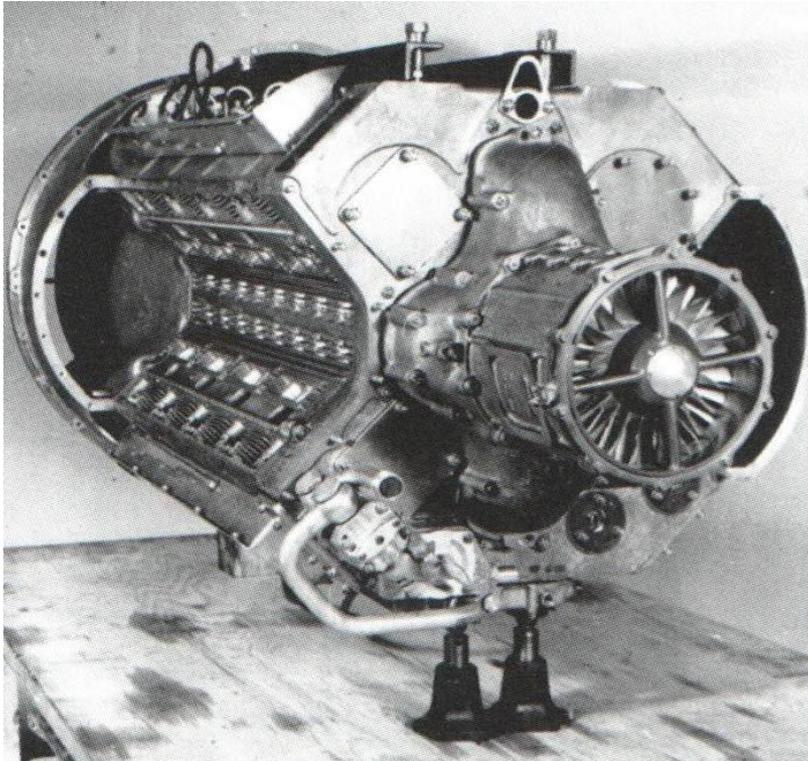
1938 г



Проект мотокомпрессорного двигателя HeS 60

# Германия

1939 г



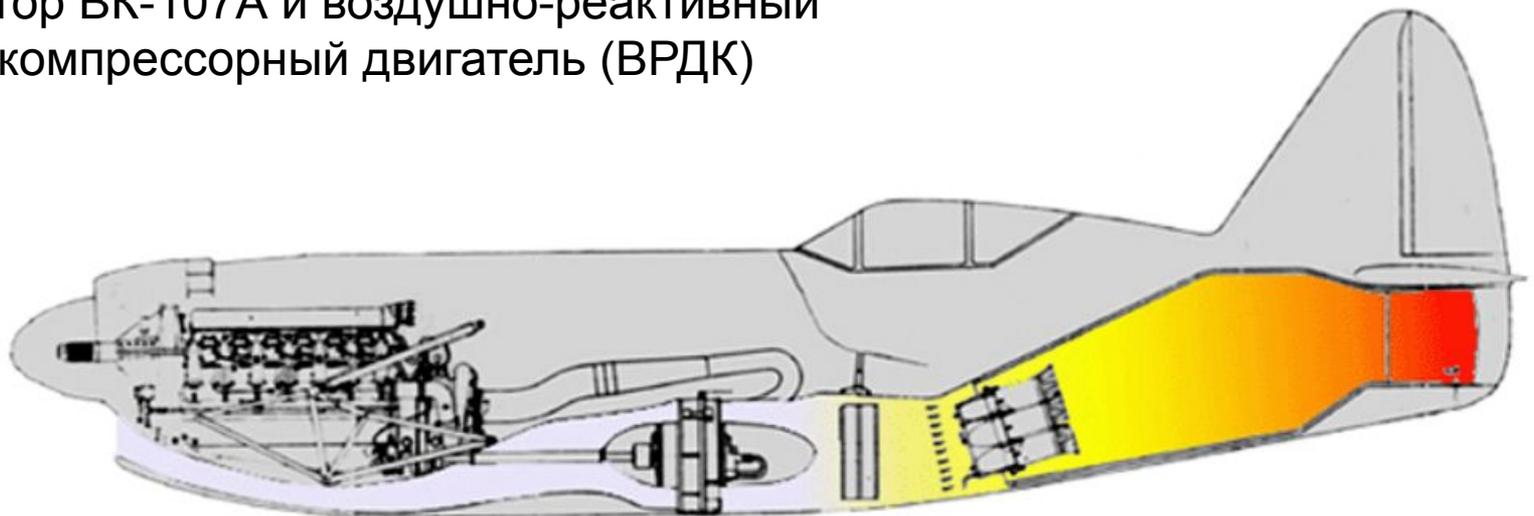
Опытный мотокомпрессорный двигатель  
фирмы Ernest Heinkel AG

СССР

1943 – 1945 гг

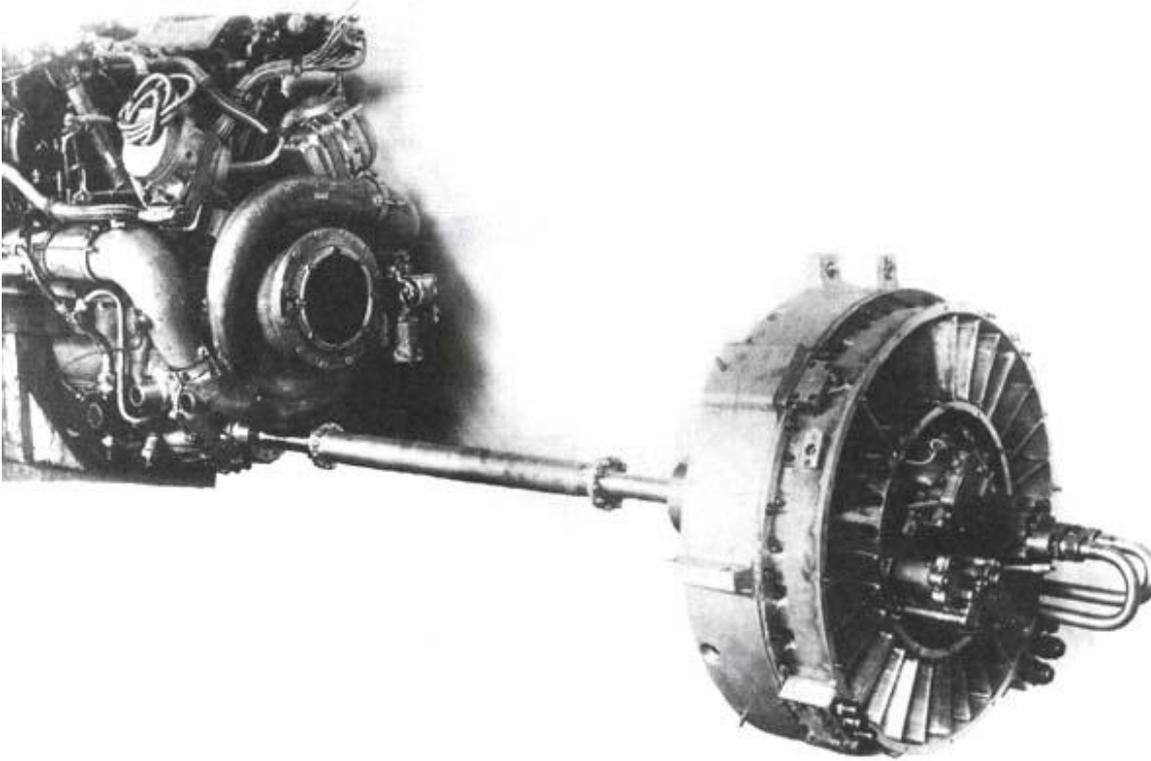


Опытный истребитель И-250 с  
комбинированной силовой установкой,  
включавшей маршевый поршневой  
мотор ВК-107А и воздушно-реактивный  
компрессорный двигатель (ВРДК)



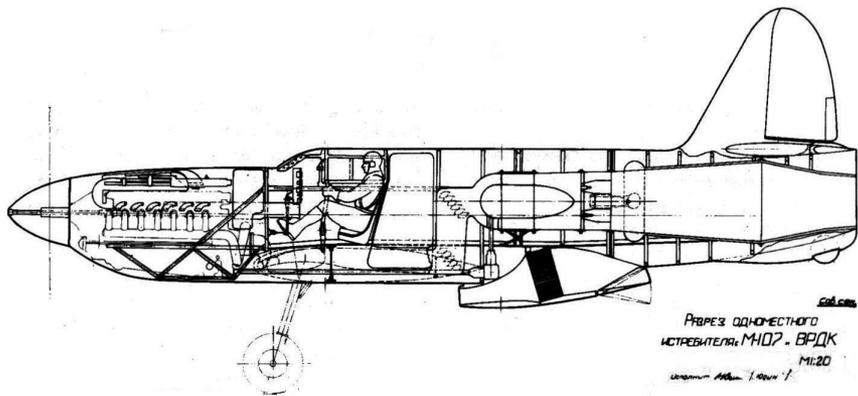
ЦИАМ

**К.В. Холщевников**

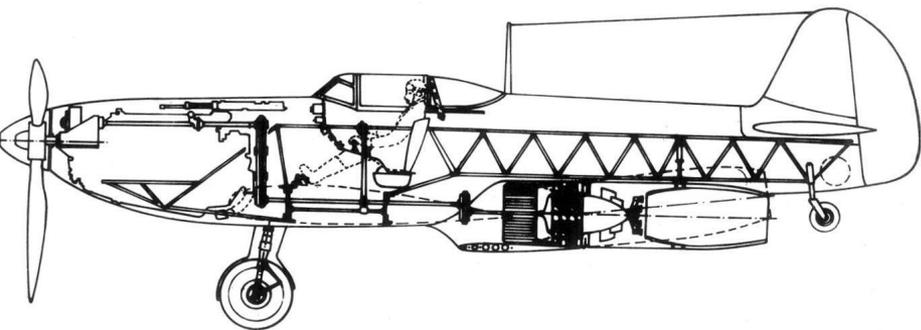


$N_{\Sigma} = 2560$  л.с.

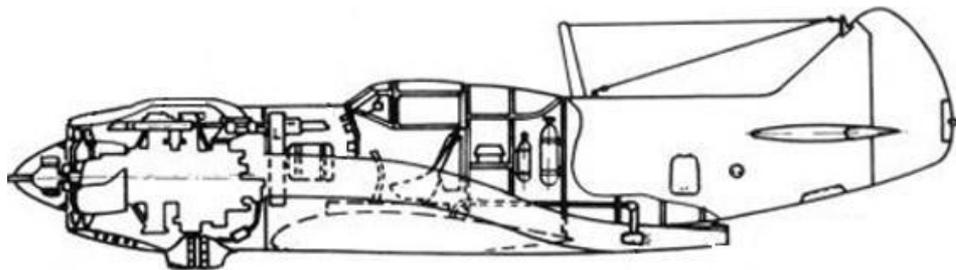
ВРДК (изделие **Э-30-20**)



Су-5ВРДК (М-107)

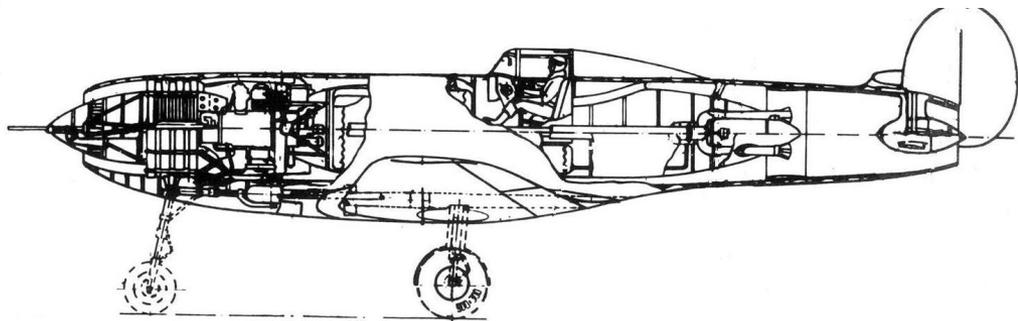


Як-9ВРДК-1 (М-105Ф)



Ла-5ВРДК (М-82)

1944 г



С1-ВРДК-1 (М-82)

1943 г



Як-9ВРДК-1 (АМ-39)

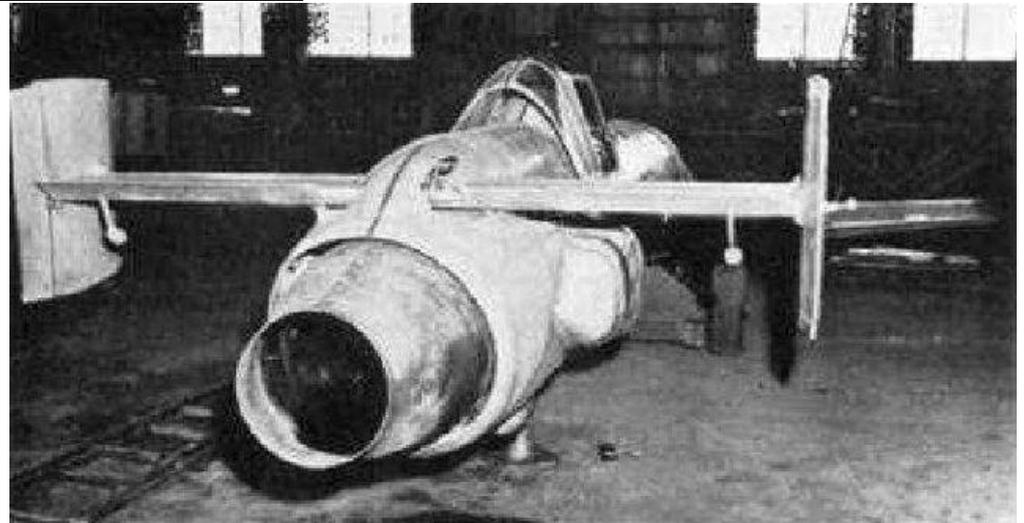
# Япония



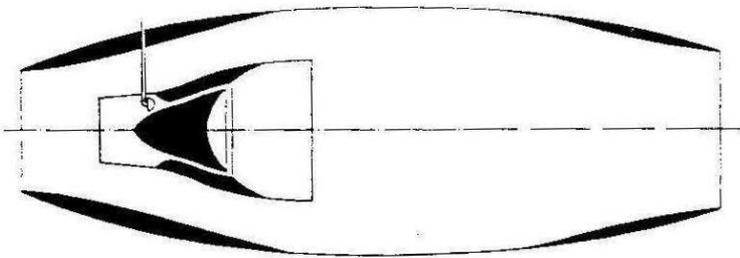
«Ishikawajima»

Tsu-11

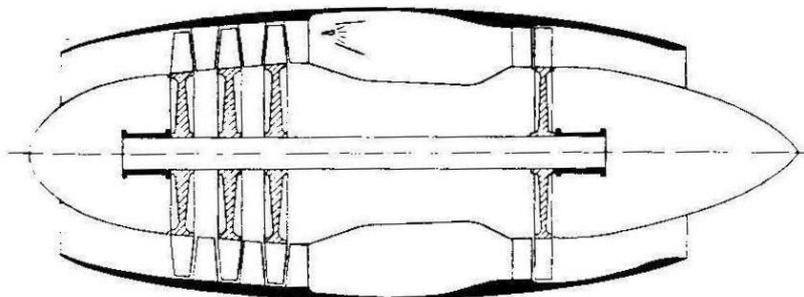
Ohka-22



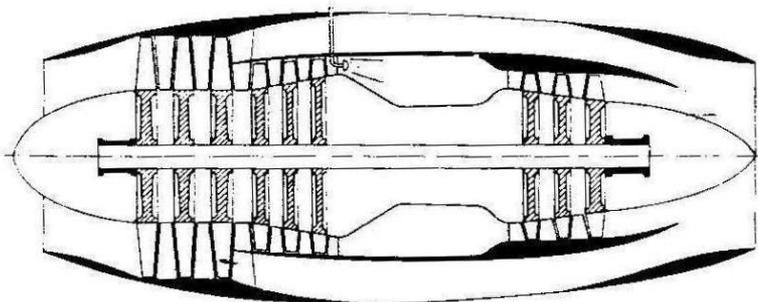
# Конструктивные схемы ВРД 1940 г.



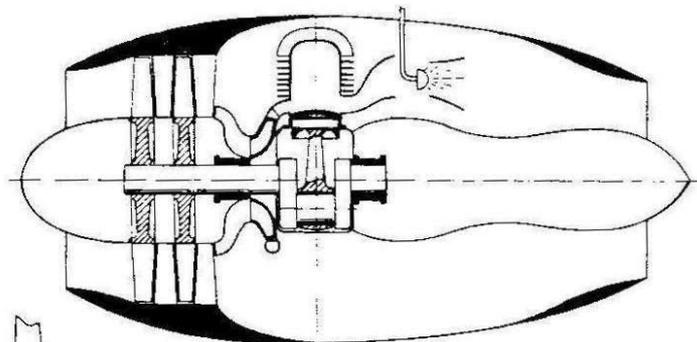
Staustrahltriebwerk, Lorin-Triebwerk



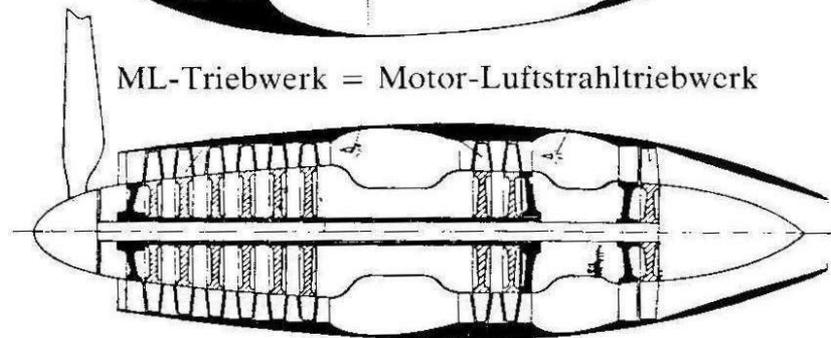
TL-Triebwerk = Turbo-Luftstrahltriebwerk, Strahltriebwerk, Turbostrahltriebwerk



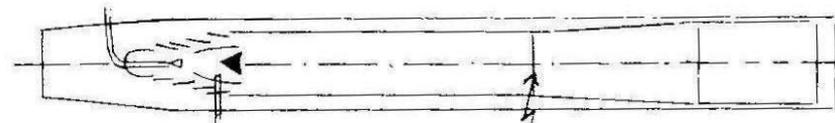
ZTL-Triebwerk = Zweistrom/Zweikreis-Turbo-Luftstrahltriebwerk, Zweistrom-Strahltriebwerk



ML-Triebwerk = Motor-Luftstrahltriebwerk



PTL = Propeller-Turboluftstrahltriebwerk, Propeller-Turbotriebwerk

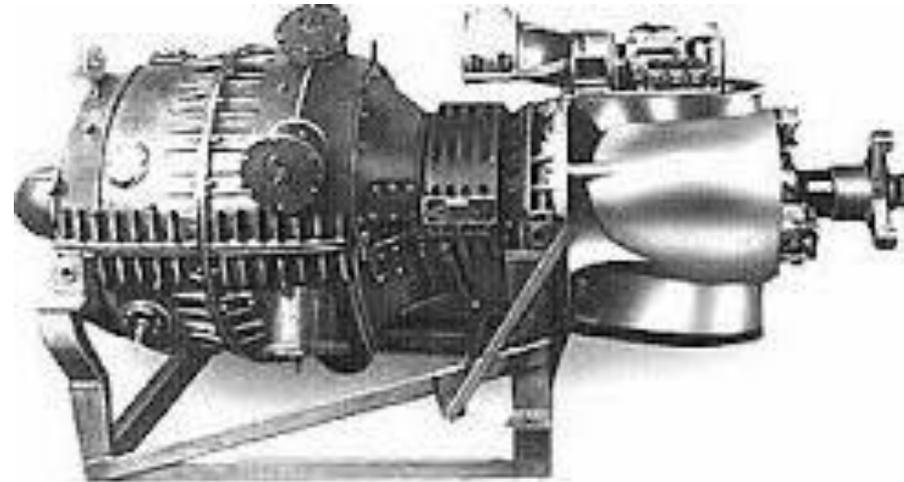


Verpuffungsstrahlrohr, Intermittierendes Luftstrahltriebwerk, Pulsotriebwerk

# Турбовинтовые двигатели Венгрия

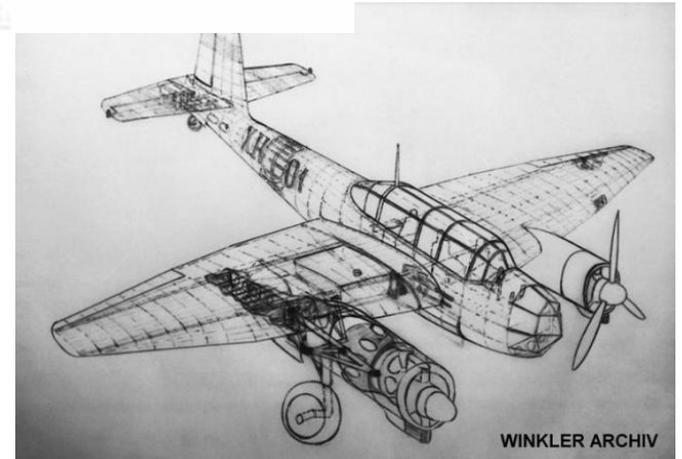
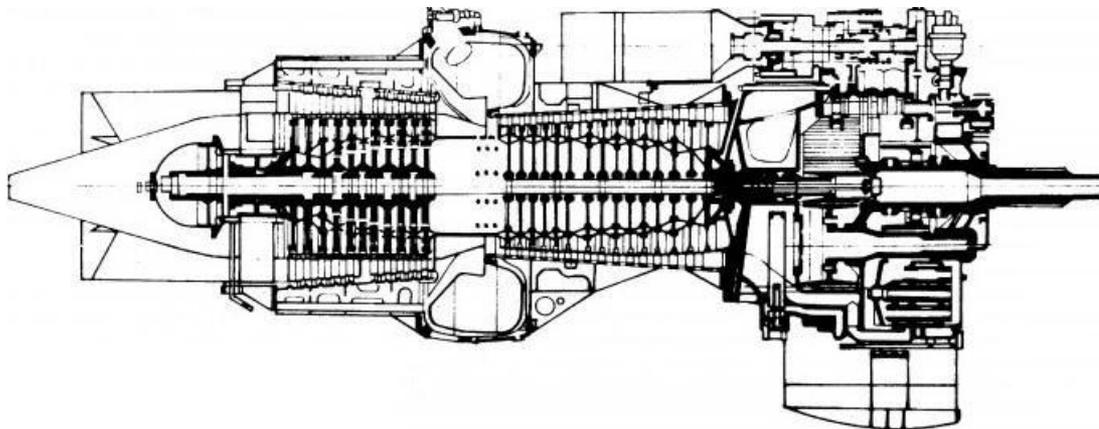
Дьёрдь Ендрашик (György Jendrassik)

1940 г



*N=1000 л.с.*

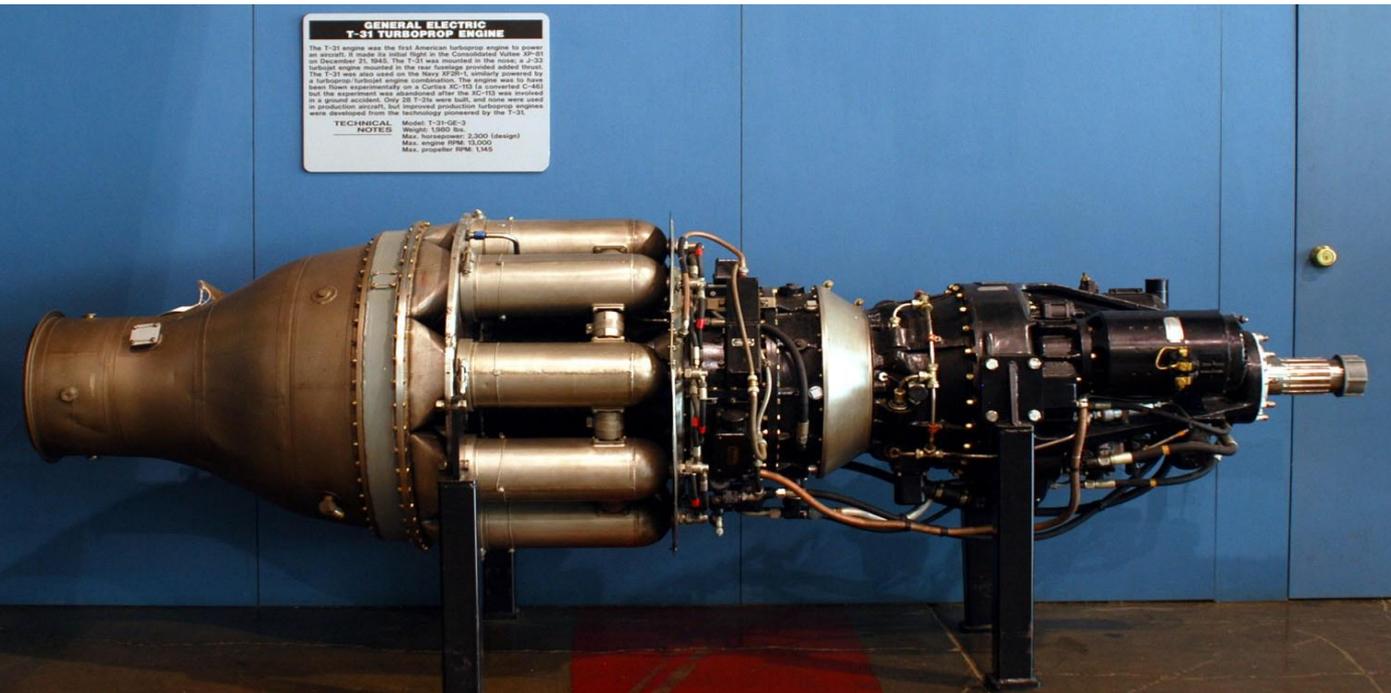
Jendrassik Cs-1



RMI-1 X/H

# США «General Electric»

1941 – 1945 гг



**GENERAL ELECTRIC  
T-31 TURBOPROP ENGINE**  
The T-31 engine was the first American turboprop engine to power an aircraft. It made its first flight in the Consolidated Vultee XP-81 on December 21, 1945. The T-31 was mounted in the nose, a J-33 turbojet engine mounted in the rear fuselage provided added thrust. The T-31 was also used on the Navy XP-107, similarly powered by a turbojet-turbojet engine combination. The engine was to have been experimentally installed on a Curtiss AC-119 for conversion to C-119 but the experiment was abandoned after the AC-119 was involved in a ground accident. Only 28 T-31s were built, and none were used in production aircraft, but improved production turboprop engines were developed from the technology pioneered by the T-31.

**TECHNICAL NOTES:**  
Model: T-31-GE-3  
Weight: 1,820 lbs.  
Max. horsepower: 2,300 (design)  
Max. engine RPM: 13,000  
Max. propeller RPM: 1,145

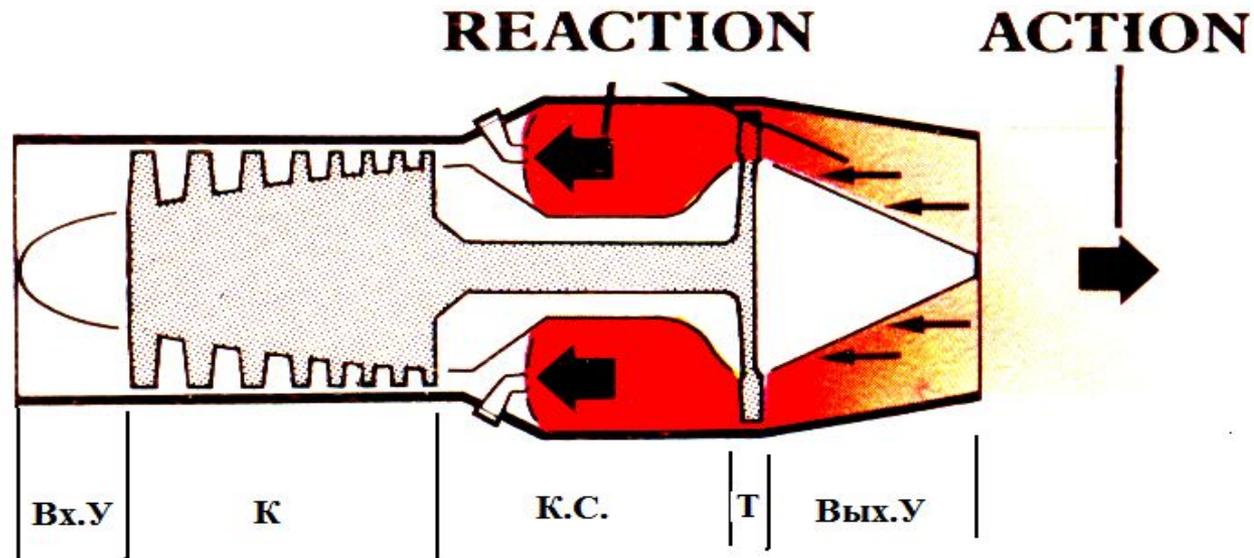
*N=2300 л.с.*

**ТВД TG-100 (T31)**



Consolidated XP-81

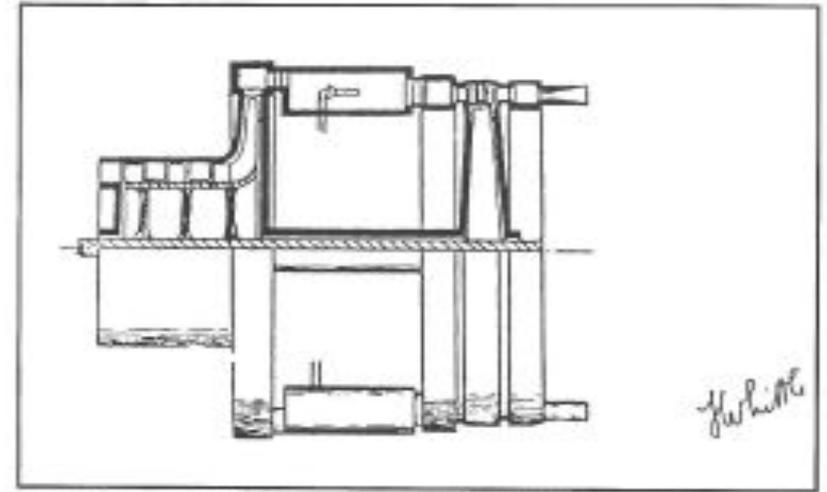
# Турбореактивные двигатели



Принципиальная схема и основные функциональные модули ТРД

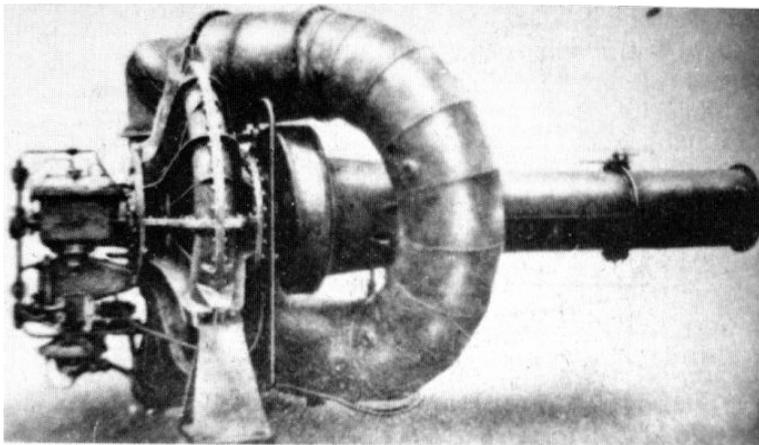
# Великобритания

Фрэнк Уиттл (Frank Whittle)

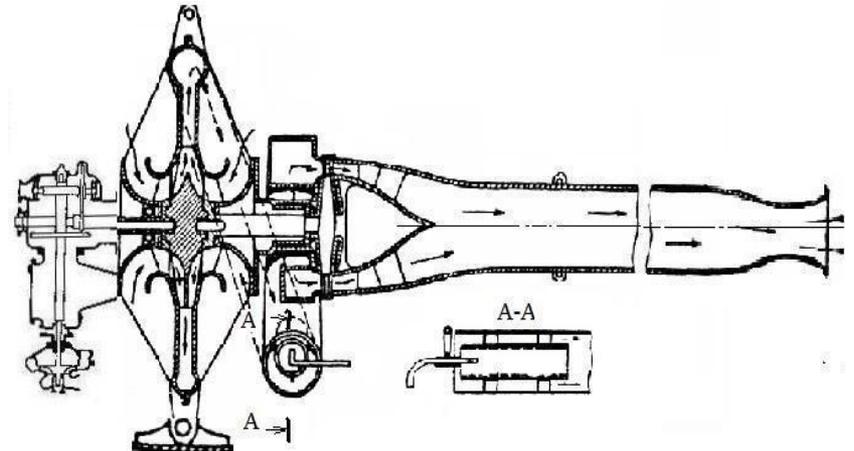


патент Великобритании № 347206  
1930 г

«Power Jets Ltd.»



Early Whittle designs.

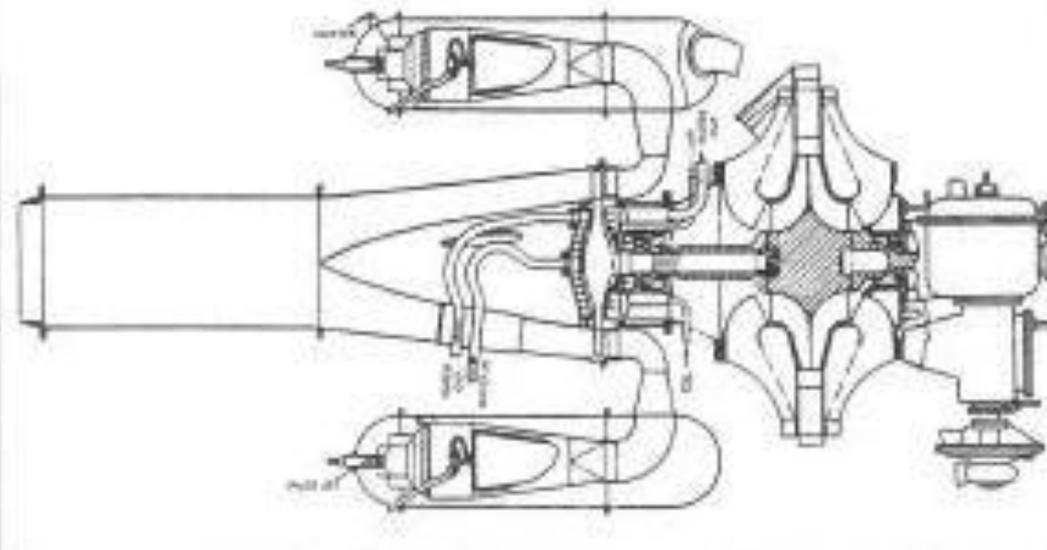
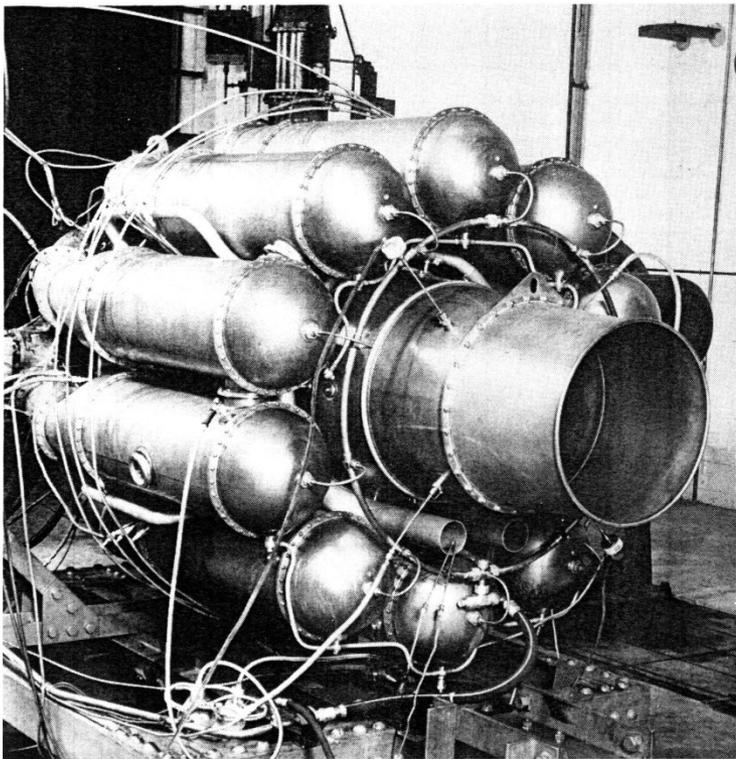


1937 г

22

Опытный двигатель **W.U.**

# «British Thomson Houston (BTH)»



**W.1** (Whittle № 1)

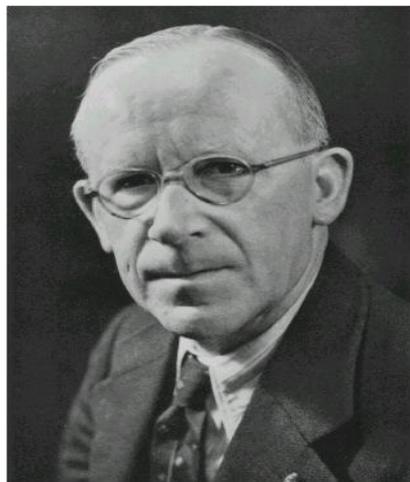
*P=460 кгс.*

*1941 г*

Gloster E.28/39 (G-40) Pioneer

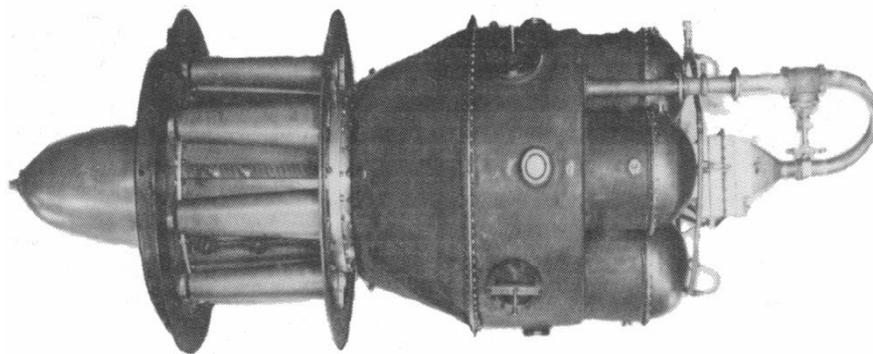


# А.А. Гриффитс (A. A. Griffith)



«Royal Aircraft Establishment»  
«Metropolitan Vickers»

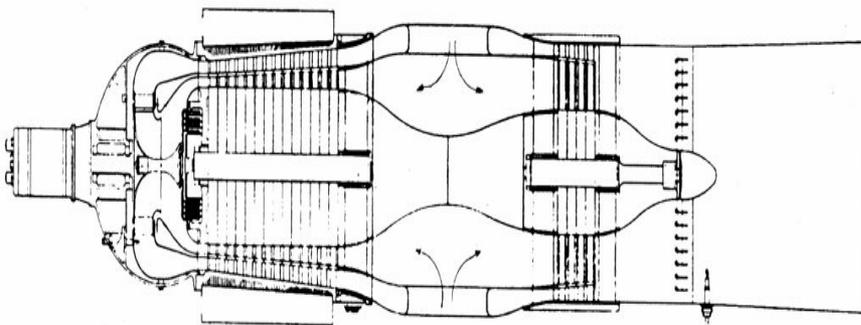
1938 - 1942 гг



CR.1

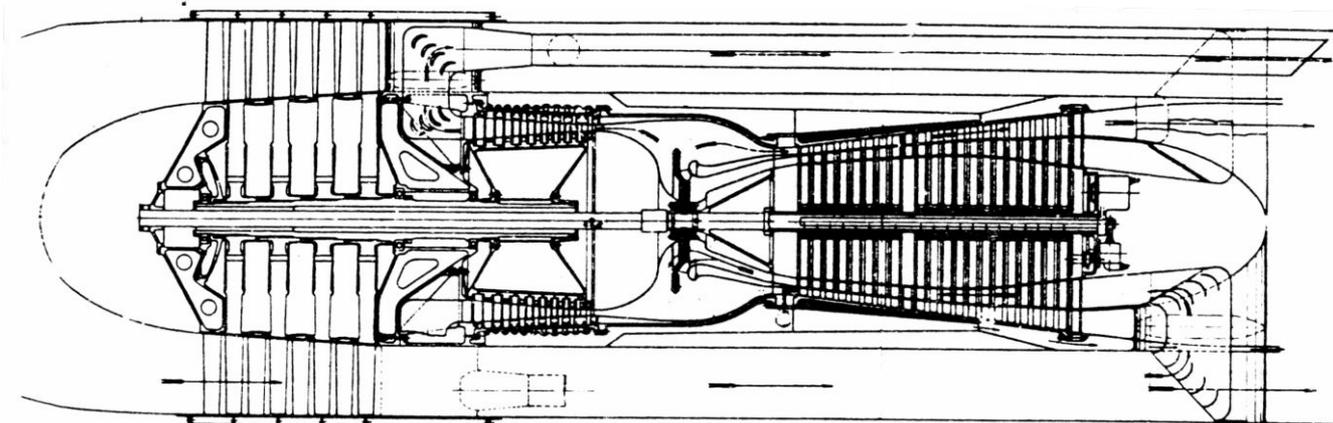
(contra rotating)

«Rolls-Royce»



ТРДД CR.2

1944 г



# Германия

«Ernst Heinkel»

**HeS 1** (*Heinkel Strahltriebwerk*)  
(1937 г.)

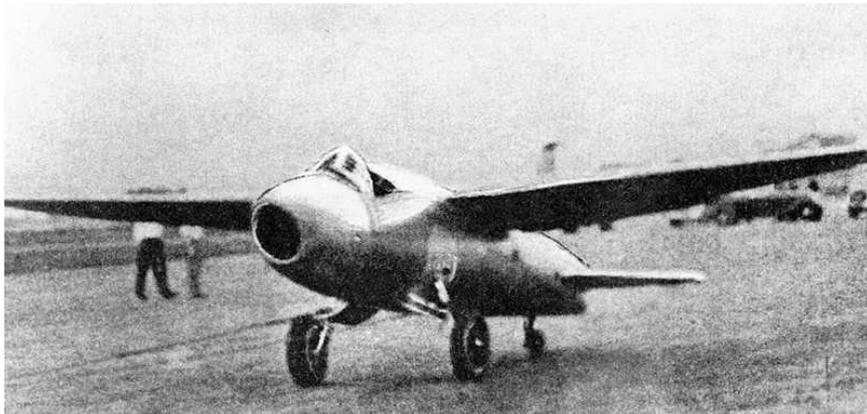
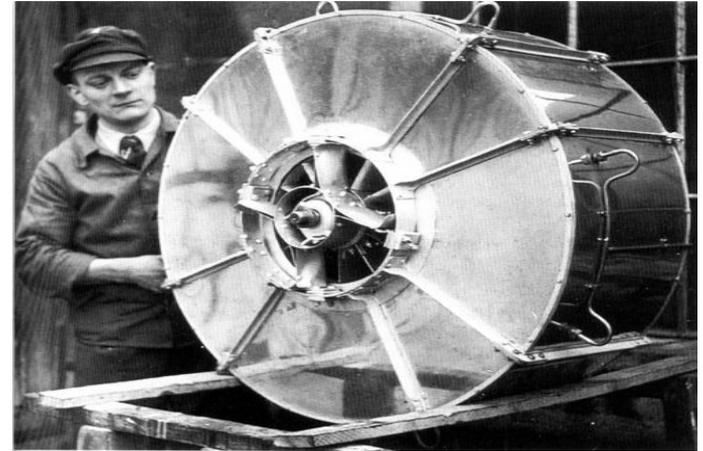


**Ганс Йоахим  
Пабст фон Охайн  
(Hans von Ohain)**

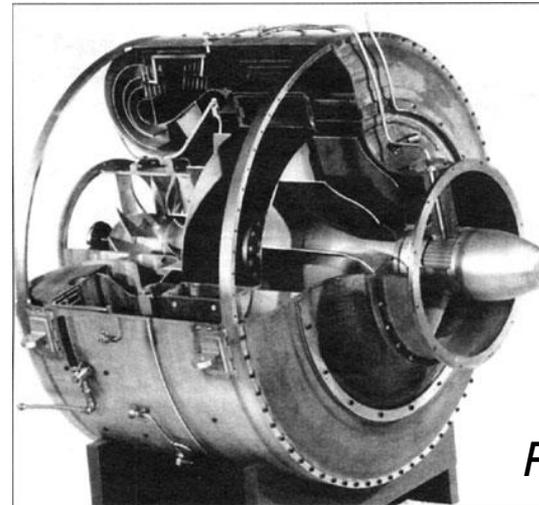
**Макс Хан  
(M. Hahn)**

с опытным  
двигателем  
1935г

*P=250 кгс.*

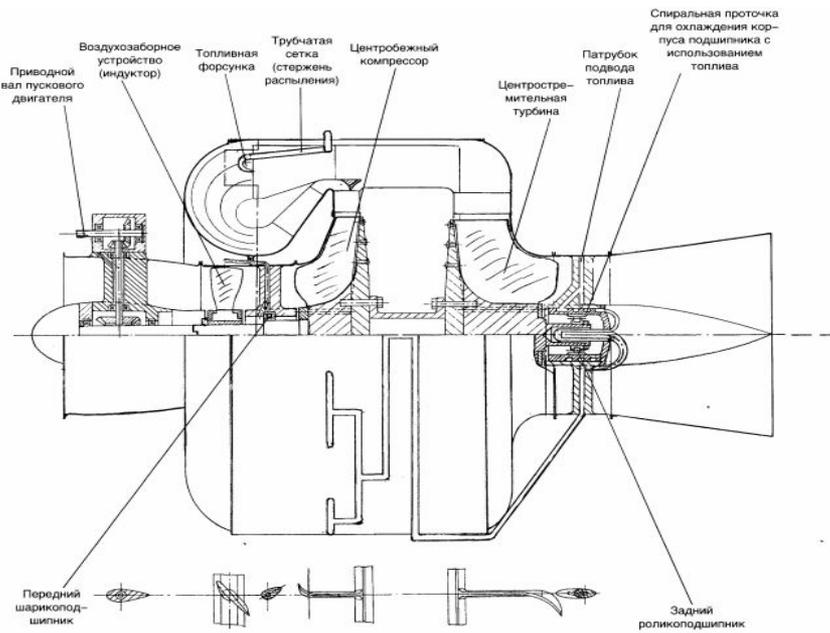


He-178  
(1939 г.)



**HeS 3**  
(1937 г.)

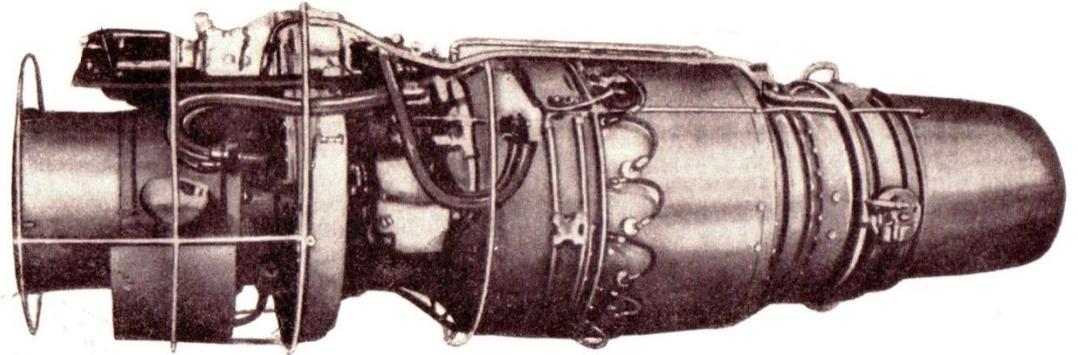
*P=450 кгс.*



**HeS 3. (1937 г.)**

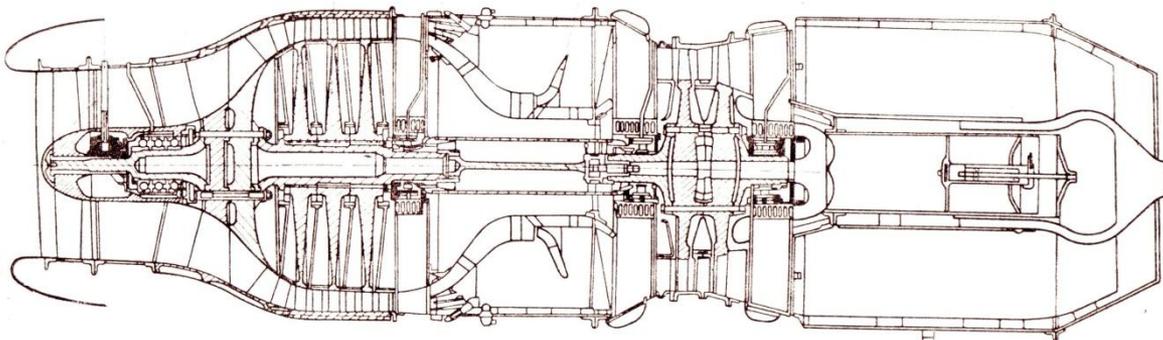


**Ohain, E. Heinkel, E. Warsitz**



**HeS 011. (1944 г.)**

*P = 1300 кгс.*



# «Junkers Motorenwerke AG»

Patentschrift: Vortriebeinrichtungen für Luftfahrzeuge

DEUTSCHES REICH



AUSGEGEBEN AM  
18. AUGUST 1942

REICHSPATENTAMT  
PATENTSCHRIFT

№ 724 091

KLASSE 46 g GRUPPE 1

1 62229 1 u/16 g

\* Dr.-Ing. Herbert Wagner in Dessau \*  
ist als Erfinder genannt worden.

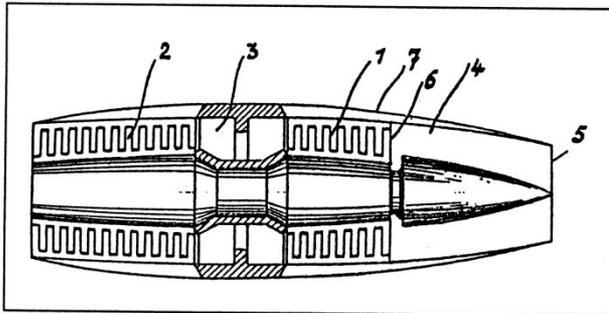
Junkers Flugzeug- und -Motorenwerke AG. in Dessau

Vortriebeinrichtung für Luftfahrzeuge

Patentiert im Deutschen Reich vom 14. August 1942 an  
Patenterteilung bekanntgemacht am 9. Juli 1942

#### PATENTANSPRUCH:

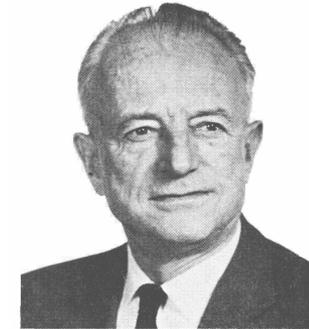
Vortriebeinrichtung für Luftfahrzeuge,  
bestehend aus einer Gasturbine, einem  
von dieser angetriebenen Verdichter für  
die Verbrennungsluft und einer an die  
Gasturbine sich anschließenden Rückstoß-  
düse, dadurch gekennzeichnet, daß der  
Ausstrittsquerschnitt der Rückstoßdüse etwa  
die gleiche Größe wie der Austrittsquerschnitt (6) der Gasturbine (1) hat.



Patentschrift: Vortriebeinrichtungen für Luftfahrzeuge



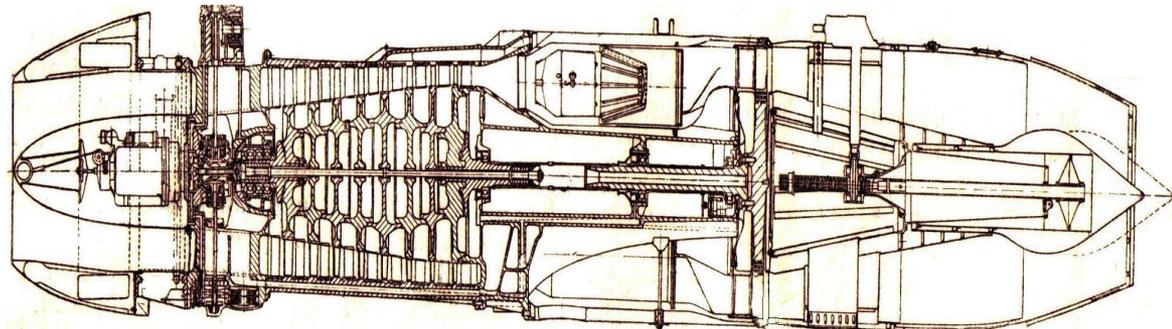
**Г. Вагнер  
(H. Wagner)**



**А. Франс  
(A. Franz)**

**JUMO-004**  
(1942 г.)

*P = 900 кгс.*





**JUMO-004**



**Me-262**



**Подземный завод в Германии**

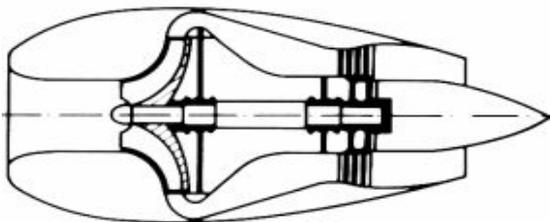


**Ar-234**

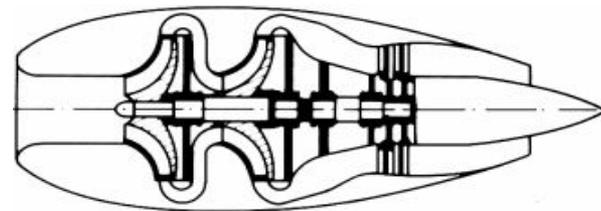


**Ju-287**

# «Bayerische Motoren Werke AG»



Первые  
проекты  
(1938г.)

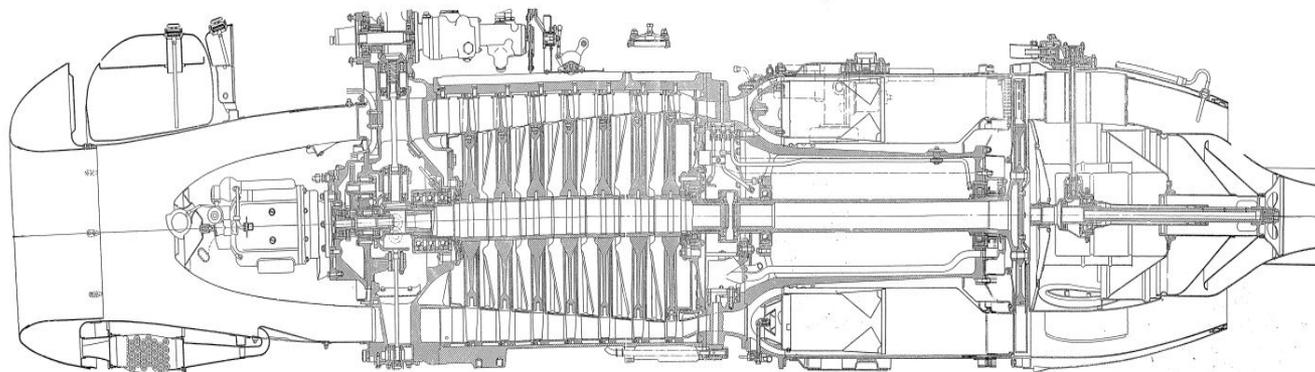


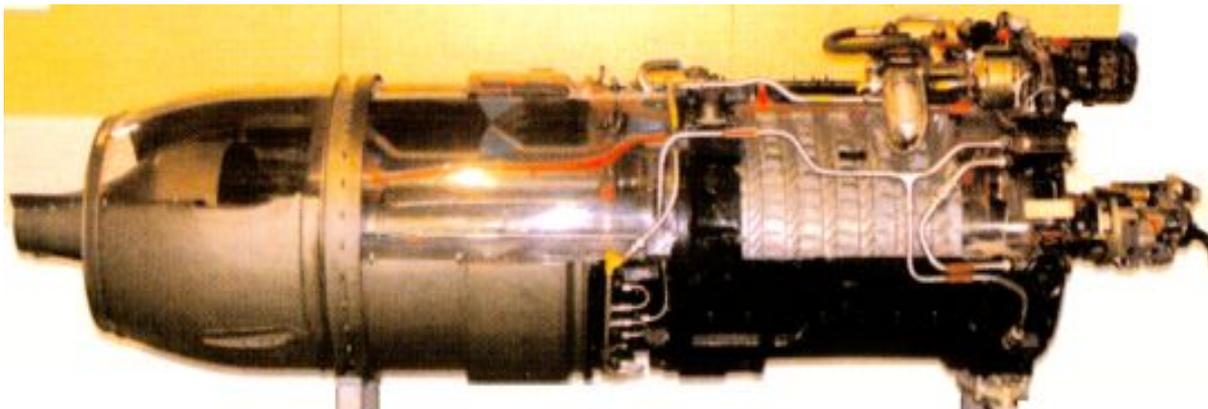
**Г. Ойстрих  
(H. Oestrich)**

**BMW-003**

. (1942 г.)

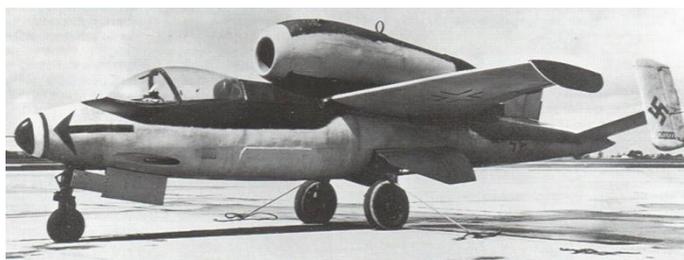
*P= 800 кэс.*



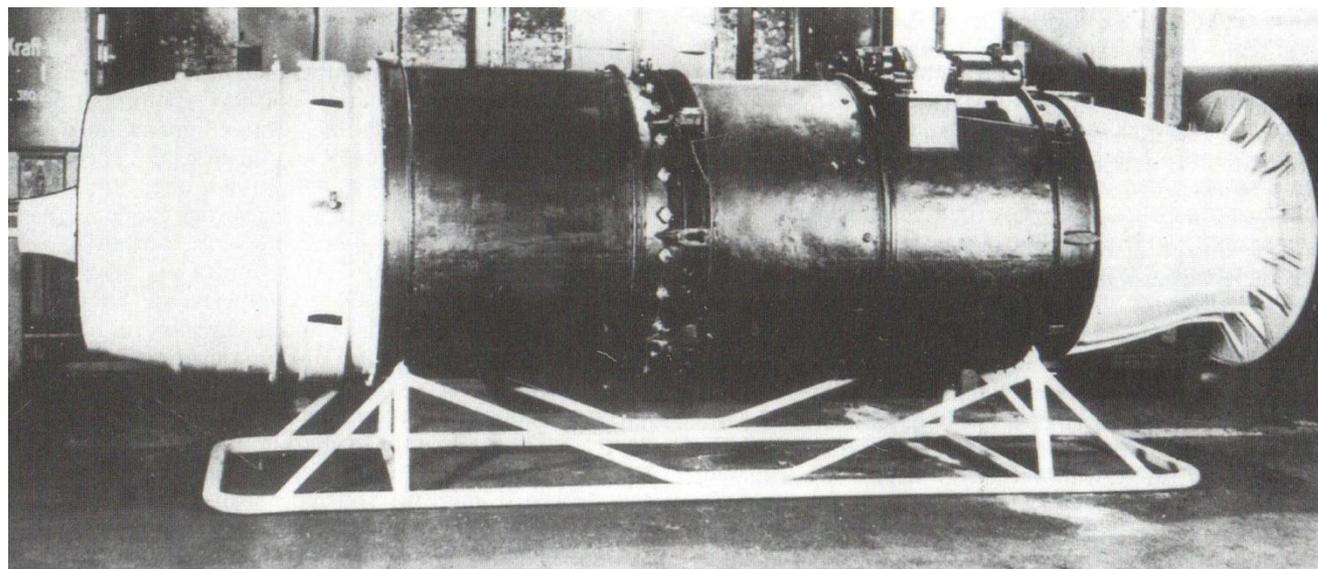


**BMW-003**

He-162



Ar 234 V8



**BMW-018**

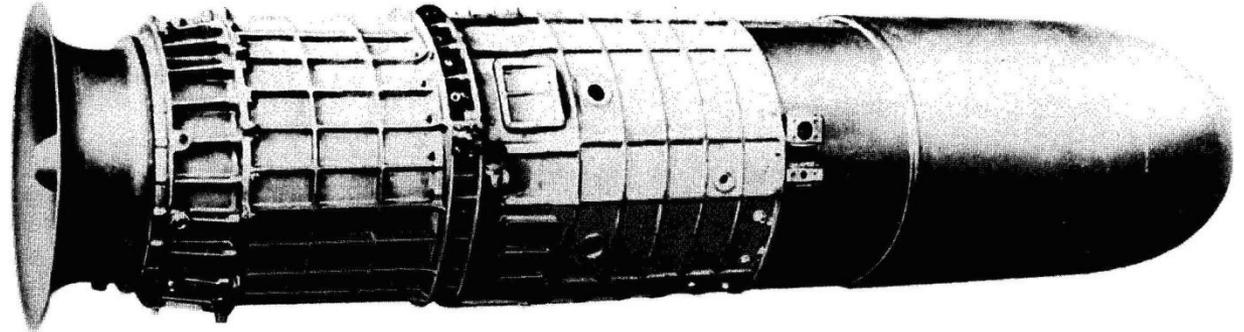
(1945г.)

*P= 3000 кгс.*

# «Daimler – Benz AG»

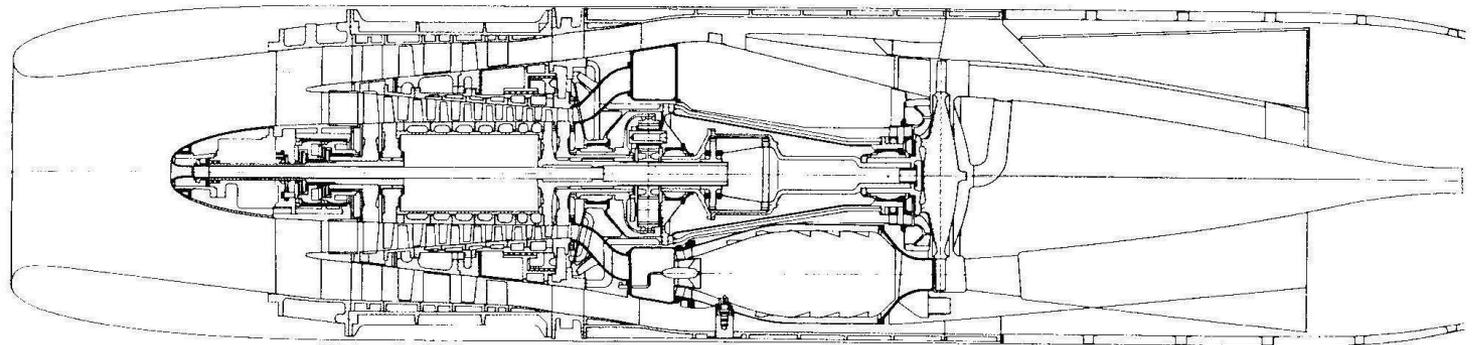


**К. Лейст  
(K.Leist)**



**DB 109-007**  
*. (1943 г.)*

*P= 1370 кгс.*



# Швеция

В 1933 г. инженер **А. Лисхольм (A. Lisholm)** запатентовал газотурбинный двигатель. По его проекту в 1934 г. фирма "Бофорс" (**Bofors**) изготовила для проведения стендовых испытаний турбореактивный двигатель. В годы войны компания "Свенска флюгмотор-АВ" - **Svenska Flygmotor AB** (SFA) (сейчас Volvo Aero), под руководством Лисхольма спроектировала ТРД **P/15-54** с двухступенчатым центробежным компрессором и четырехступенчатой турбиной, кольцевой камерой сгорания. Тяга двигателя была порядка **1800 кгс**. В 1944-45 гг фирма SAAB проектировала под этот двигатель истребители RX-1, RX-2 и R-101



RX-1

.



RX-2

.

R-101

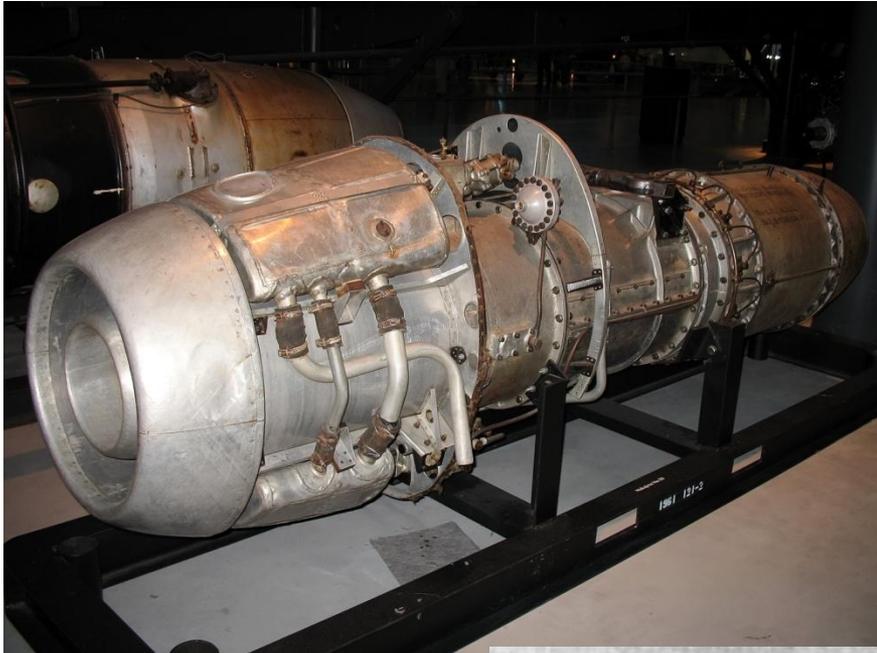
.



# Япония

## «Ishikawajima»

**Eichi Iwaya**



**Ne-20**

1945 г

*P= 475 кэс.*



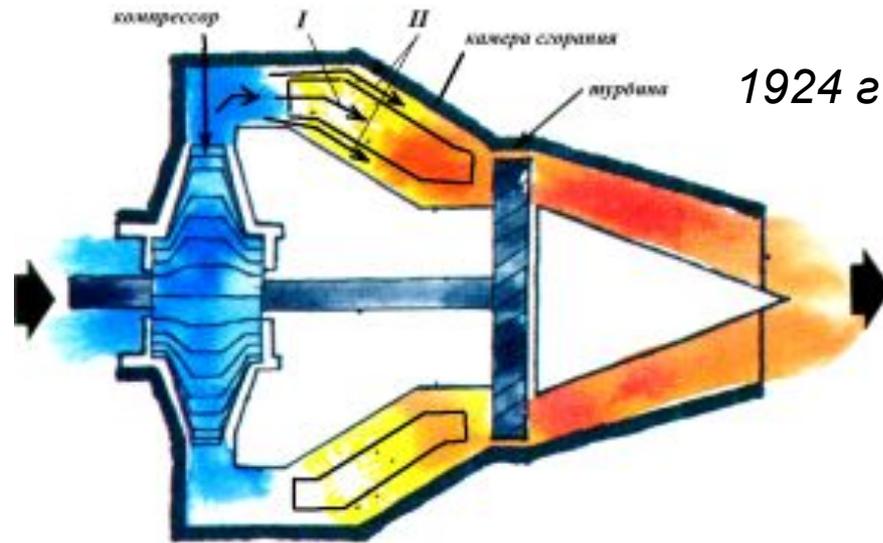
Nakajima Hikoki K K.

J9Y Kikka.

СССР



**В.И. Базаров**



**ЦИАМ**

1943 – 1946 гг



**. В.В.  
Уваров**



**Э-3080**

*N=625 л.с.*

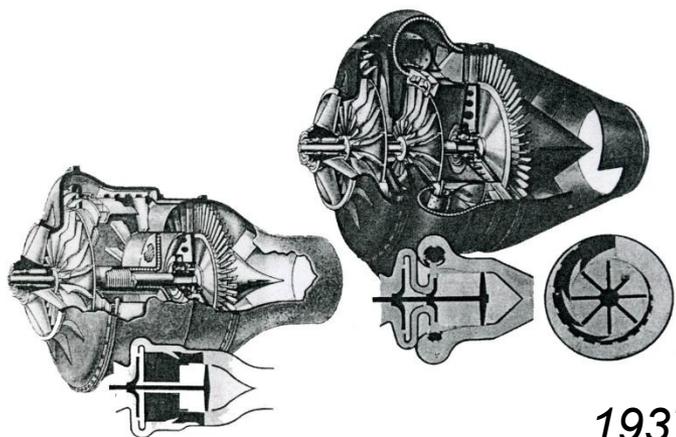


1929 г

**Б.С. Стечкин**

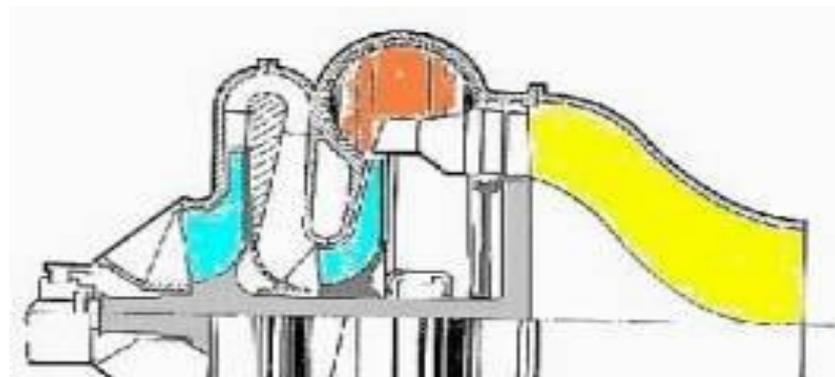


**А.М. Люлька**

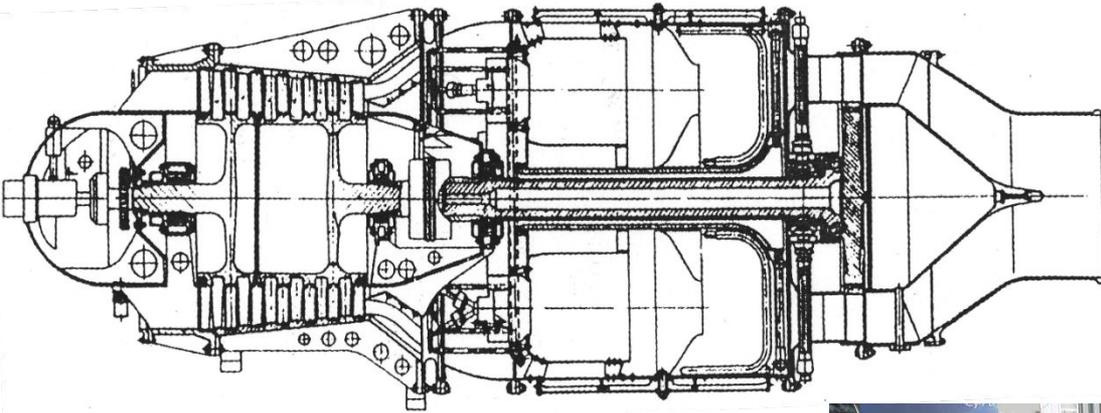


1937 г

**РТД-1**



# Кировский завод



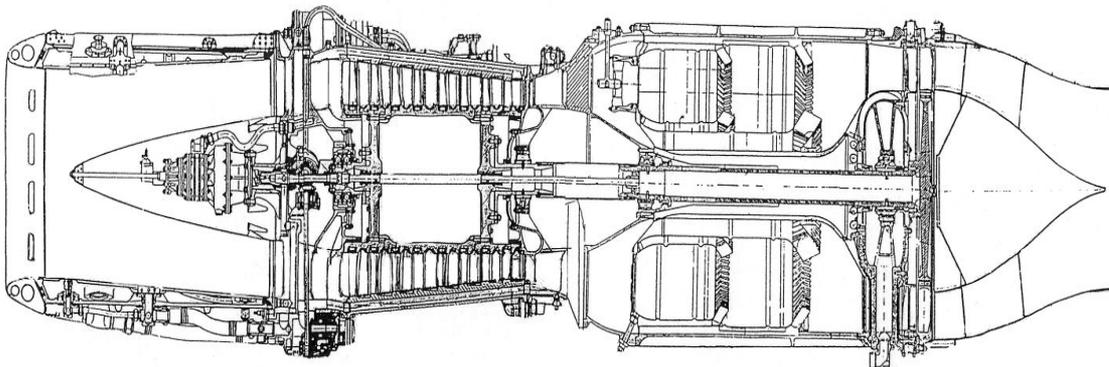
**РД-1**

1941 – 1943 гг

1945 г



**ТР-1**

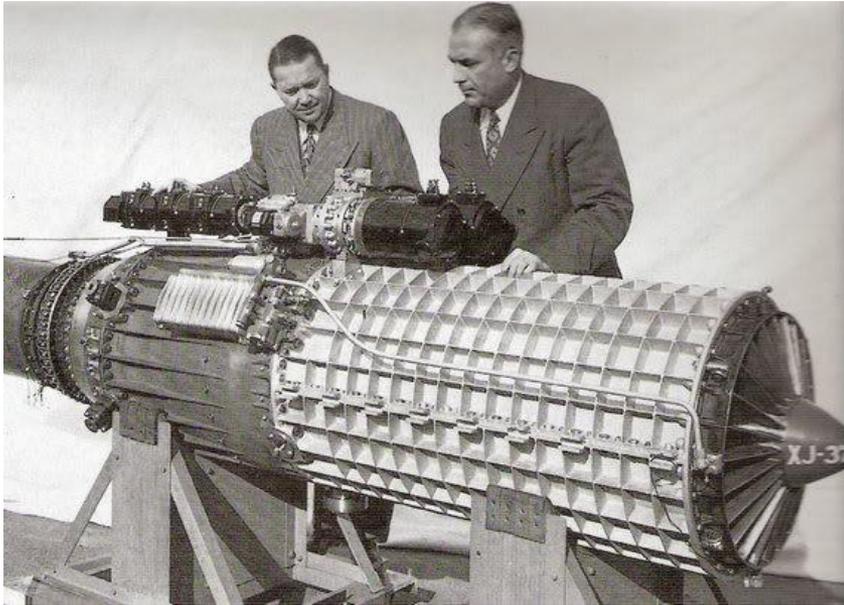


США

# Lockheed Aircraft Corporation

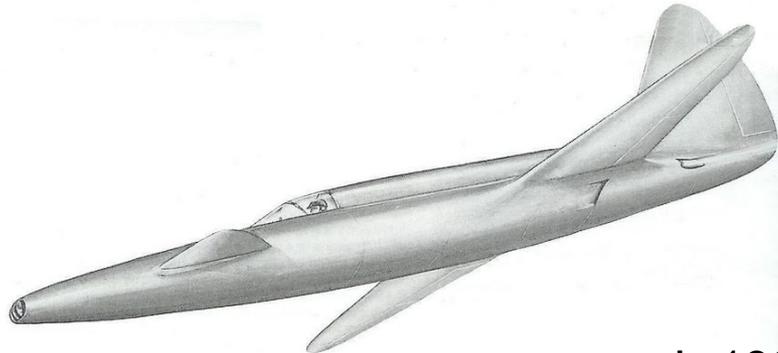
**Nathan C. Price**

1937 – 1943 гг



**L-1000**

*P= 2450 кэс.*

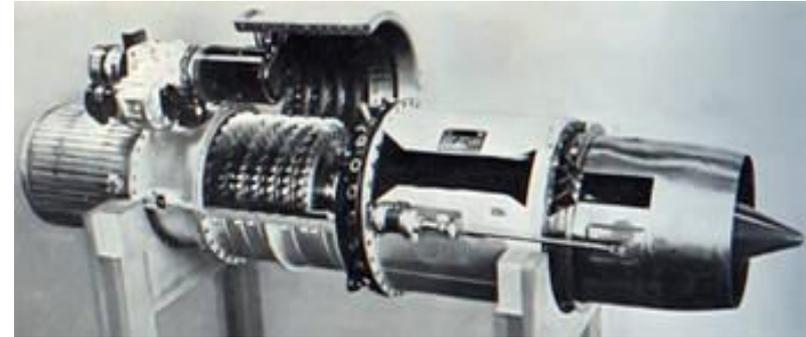


L-133.

**Westinghouse**

**Ole Rogers**

1943 г



**19B ("Yankee")** *P= 600 кэс.*



McDonnell XFD-1 Phantom

# ОКБ-300

1946 г

*P= 3300 кэс.*

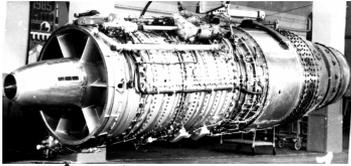


**А.А. Микулин**



**АМТКРД-01**

# Россия/СНГ и мировое авиадвигателестроение

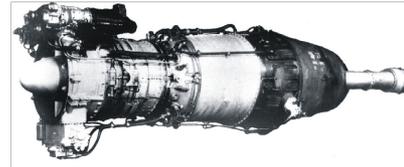


**ТРД АМ-3 (1952г.)**  
Самый мощный в мире ТРД  
P=85,3 кН.

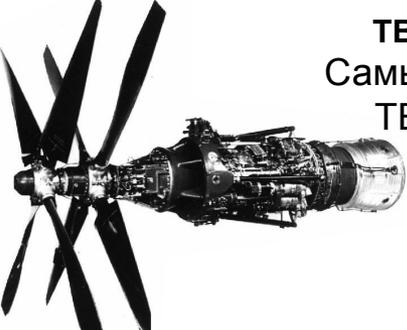


**НК-6 (1958г.)**  
Самый мощный в мире ТРДДФ P=215 кН.

**ТВД НК-12М (1954г.)**  
Самый мощный в мире ТВД N=11025 кВт.



**ТВад Д-25В (1958г.)**  
Самый мощный в мире ТВад N=4050 кВт.



**ТВад Д-136 (1982г.)**  
Самый мощный в мире ТВад N=10290 кВт.



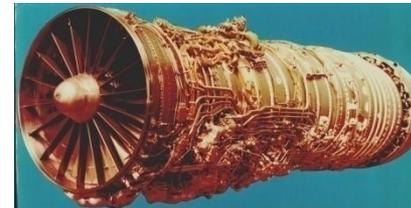
**ТРДФ РД-7М2 (1965г.)**  
Самый мощный в мире ТРДФ P=162 кН.



**ТРДДФ Р79В-300 (1977г.)**  
Первый в мире подъемно-маршевый двигатель с форсажем



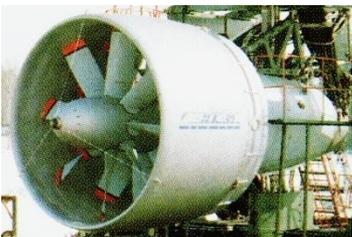
**ТРД РД36-51 (1978г.)**  
Самый мощный в мире ТРД P=206 кН.



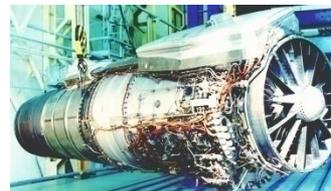
**НК-25(1977г.)**  
Самый мощный в мире ТРДДФ P=245 кН.



**ТРДД НК-88 (1981г.)**  
Первый в мире двигатель на жидком водороде



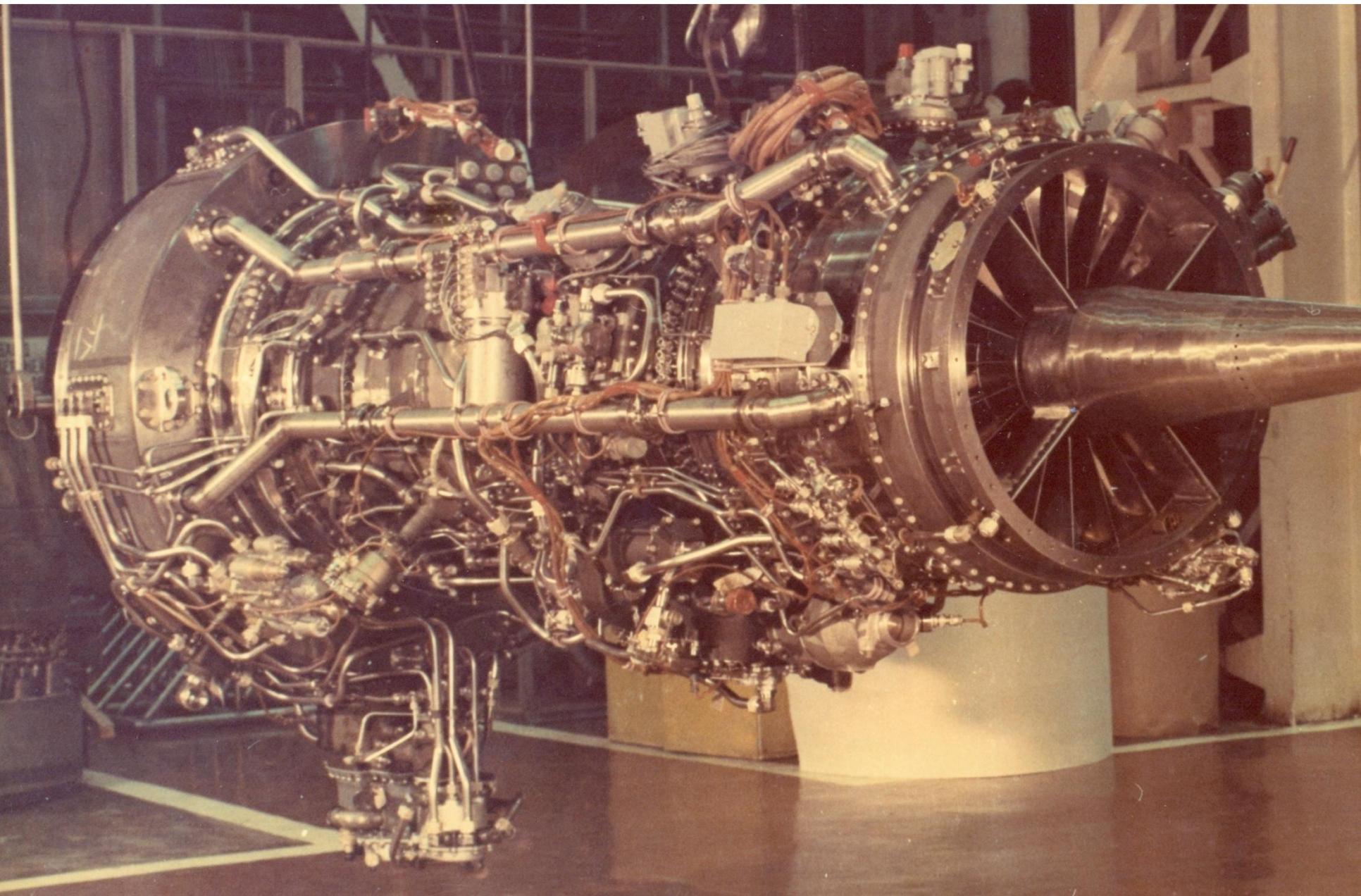
**ТРДД НК-93 (1989г.)**  
Первый в мире ТРДД со сверхвысокой степенью двухконтурности (m=16,6)



**ТВВД Д-27 (1990г.)**  
Первый в мире маршевый ТВВД



# ТВВД НК-110



# ТРДД НК-93



# ТРДД НК-88

