

Strahltriebwerke

**Probleme der Triebwerksgestaltung insbesondere für Schnell- und
Langstreckenflug**
von Wolfram Eisenlohr

Luftstrahltriebwerke für Schnellflugzeuge
von Helmut Schelp

Grundlagen zur Beurteilung von Luftstrahltriebwerken
von Otto Lutz

Gegenüberstellung des stationären und periodischen Schubes
von Adolf Busemann

Die Rolle des Strahltriebwerkes im Flugzeugbau
von Robert Lusser

Besonderheiten der Strahltriebwerke radialer Bauart
von Hans-Joachim Pabst von Ohain

TL-Triebwerke in axialer Bauweise und Motor-Luftstrahltriebwerk
von Max Adolf Müller

Die Entwicklung der L-Triebwerke bei BMW-Spandau
von Hermann Oestrich

Vorentwicklungsarbeiten an TL-Triebwerken bei BMW-München
von Kurt Löhner

TL-Triebwerksentwicklung bei Junkers
von Anselm Franz

Zweikreis-Triebwerke
von Karl Leist

Verpuffungs-Strahlrohre
von Fritz Göblau

VORTRÄGE

gehalten auf der Arbeitstagung
am 31. Januar 1941

Sitzungsperiode 1940/41

Proudové motory v axiálním provedení a motokompresorové motory

Max Adolfa Müller (1941)

Při vývoji rychlých letounů následoval podnik Junkersovy letecké a motorářské závody a.s. na podzim roku 1935 podnět pana Wagnera a pověřil mne za útkem roku 1936 výzkumnými pracemi, směřujícími k vývoji turbovrtulového leteckého motoru. K této formě motoru byl brzy přibrán i výzkum podobných motorů jako je proudový, dvouproudový a motokompresorový.

A. Proudové, dvouproudové a motokompresorové motory

1. Obecná hlediska

Při usilování o lepší letové výkony jsou dvouproudové, turbovrtulové a motokompresorové motory charakterizovány v tomto zatížení, tzn. v tomto odběru výkonu vlastního hnacího motoru v protikladu k proudovému motoru, který nemá žádný vnější odběr výkonu. Pro dvouproudové a turbovrtulové motory jsou proto zásadní požadavky na vytvoření provozně bezpečné plynové turbíny s dobrou účinností. Pod turbínou je přítomn i kompresor, spalovací komory i samotná

turbína. Nastolený požadavek jífl dlouho zam stnával vynálezce a konstruktéry. S vývoje turbokompresor s alespo trochu dobrou ú inností a s obstaráním materiálu pro lopatky, které snesou teploty od 550 °C do 650 °C, mohlo být p ikro eno k sestrojení plynové turbíny. Potífle plynových turbín jako pohonu letadel jsou z etelné omezení, jejichfl vliv se projeví jak na po tu stup tak také na vlastním uspo ádání, k n mufl jsou následující poznámky.

Stran kompresoru je otázka mezichlazení p edev-ím otázkou hmotnosti, jeffl má op t souvislost s docílením zlep-ení ú innosti. Práv tak je pouflití tepelného vým níku, který slibuje z etelné vylep-ení rovnotlaké turbíny, p edev-ím doprovázené otázkou hmotnostních nárok , p i emfl se bere se v úvahu obvyklá konstrukce vým níku tepla. Bez mezichlazení a bez vým níku leffl ú innost kompresoru kolem 0,8, ú innost turbíny kolem 0,9 a stupe stla ení =9 je ona hranice, p i které p idání vým níku ufl nenabízí fládné výhody, kde je tedy kone ná teplota stla ovaného vzduchu rovna výstupní teplot uvol ovaných plyn . Rovnotlaká turbína musí být pouflita p edev-ím pro dvouproudové a turbovrtulové motory.

2. Kompresor

Jak jífl bylo zd razn no, je výb r pom ru stla ení dalekosáhle závislý na jednotlivých díl ích ú innostech, zvlá-t ú innosti kompresoru.

Nyní je u kompresoru (obzvlá-t u axiální konstrukce) známo, fle lze dosáhnout dobré ú innosti pouze s ne p íli-zatíflnými stupni. Pot ebný po et stup proto p iná-í hmotnostn tak významné zatíflení, fle se mohou tyto náklady jevit jako sotva oprávn né. Sníflení hmotnosti kompresoru p i vysokém stupni stla ení lze docílit nap . pouflitím kompresoru se stejným zatíflením rozvád ících a ob flných lopatek. U t chto druhu kompresor jsou ov-em ztráty zp tným proud ním velmi velké. Sníflování t chto ztrát je mezi jiným možné tím, fle je zvy-ován tlak pouze v ob flných lopátkách, zatímco rozvád í lopatky sloffl výhradn k otá ení proudu. Tímto jsou ale v kaflém stupni dosahované tlakové spády z eteln men-í, takfle by tato konstrukce m la op t zvý-ený po et stup a tímto by byla ovlivn na hmotnost.

Toto je proto oflehavá otázka, obzvlá-t u axiálních kompresor , kde mohou konstruk n jednoduchá opat ení zvý-ít tlakový pom r jednoho stupn bez toho, aby se ú innost tohoto stupn podstatn zhor-ila. R zné realizace v tomto sm ru jífl ve-ly ve známost, a v podstat se kryjí s opat eními ke zvý-ení sou initele vztlaku u k ídel. Jak dalece tato opat ení dávají uspokojivé výsledky v sou asné dob je-t není známo.

-str. 124-

D leffité je také objasn ní proud ní v difuzorech r zných pr ez , obzvlá-t p i r zných zak iveních dráhy, a také zji-t ní jejich nejvýhodn j-ích pr b h p i pokud možno co nejvy-ím tlakovém skoku. Také vyjasn ní otázky nadzvukového proud ní kompresoru se jeví jako mimo ádn významné. K rychlému prozkoumání axiálních turbokompresor by bylo je-t vhodné stanovit vhodnými pokusy ztrátové sou initele.

3. Plynová turbína

Stanovení t ecích koeficient pro ak ní a reak ní kanály by bylo také vítáno pro vlastní plynové turbíny, a koliv je výklad plynových turbín p ece jen spojen podstatn men-ími obtíflmi, neffl je tomu u kompresoru. Také zde je nutné opatrné zváflení po tu stup s ohledem na hmotnost a souvislost se stupn m stla ení. D leffité je rovn fl je-t nezodpov zená otázka vlivu proud ní spalin v turbín na její poslední stupe , obzvlá-t na její disk.

Zatímco totiž vlastní konstrukce kompresoru (radiální, axiální nebo smí-ené stavby) se nyní je-t neukázala definitivn vy e-ená, kdyfl se nebral ohled na omezení radiálních kompresor ve vztahu ke zpracovanému mnoflství vzduchu, mohla v-ak být tato otázka pro turbínu zodpov zena, jestlifle se jedná o vysoce zatíflené turbíny dvouproudových a turbovrtulových motor .

4. Spalovací prostor rovnotlaké turbíny

Také otázka vytvoření a stanovení spalovacího prostoru rovnotlaké turbíny má mimořádný význam. Zvláště na toto by se mohl soustředit výzkum, aby byly zodpovězeny otázky zvýšení rychlosti spalování a snížení směrnicího poměru studeného vzduchu s horkými zplodinami hoření. Ukazují se zvláště u velkých výkonů vícenásobně rozdělené spalovací komory jako výhodné. Výhodu tohoto uspořádání spalovací komory lze vidět také v jednodušší výrobě a v jednodušší vyměnitelnosti jednotlivých komor. Také ve vztahu regulací a zástavb řídicích orgánů nabízí tato konstrukce mnoho výhod.

-str. 125-

Otázkou je, zda je možné umístit spalovací komoru bezprostředně mezi axiální kompresor a axiální turbínu, v každém případě lze toto pro jednoproudové motory schválit. Dvouproudové a turbovrtulové motory jsou ovlivněny v této délce, takže se v tomto případě ukazuje jako vhodné umístění spalovací komory bezprostředně mezi kompresor a turbínu, nýbrž například vedle kompresoru nebo nad kompresor pod napojení odpovídajícího chladícího proudu. Tímto se může ušetřit stavební délka bez zvýšení průměru celého zařízení, který smí být v tomto případě vždy daný hlavním kompresorem.

5. Spalování při stálém objemu

Jako pohonnému zařízení pro dvouproudové a turbovrtulové motory musí být bezpodmínečně také prokázán význam turbín stálého objemu. Nejvýhodnější pracovní oblast této turbíny leží při kompresních tlacích pod hodnotou 2. Proti zvýšení hmotnosti díky vnitřním komorám stojí snížení hmotnosti ostatních částí. Podstatnou otázkou tohoto uspořádání turbíny je řízení, při němž není zprůměrované zvýšení výtlaku z technických důvodů spalování vynecháno. Při podstatném růstu rychlosti spalování nepředstaví také řízení výtlaku odpovídající úspory. Vtokové rychlosti nesmí být v oblastech nízkých tlaků tak velké, jak je všeobecně předpokládáno; ostatní tyto jsou překonatelné díky jednoduchým stavebním opatřením.

í í í

D. Výzkum

1. Výzkum proudových motorů

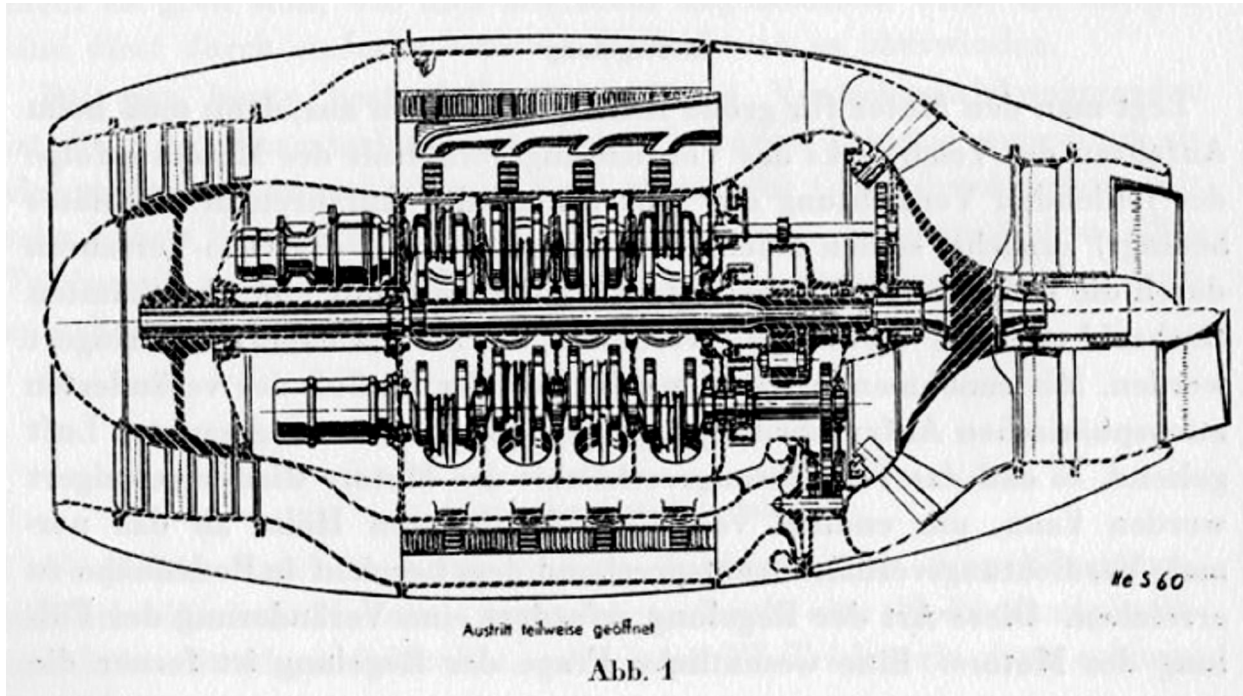
Co se mě týká, chtěl jsem při svém výzkumu objasnit především technické problémy, které se při vývoji proudových motorů vyskytují. Tento vývoj je dnes se vyvinul až tak daleko, že zapojení výzkumu není jen zájmem jednotlivých firem, nýbrž s ohledem na státní zájem má nejvyšší důležitost. Letecké závody Ernsta Heinkela díky prozíravosti pana Heinkela zahájily vývoj proudových motorů ve zvláště širokém rozsahu. Výzkum byl široce započat osobou pana Kamma a jeho institutem, a již nyní byly první výsledky touto cestou beze zbytku dosaženy. Je nyní v nejbližší době počítáno se zkušebními a hem prvního kompletního motokompresorového pohonu. Již tehdy na jednoválcích dosažené výsledky dávají naději, které se jeví jako naprosto oprávněné. Tyto výsledky rozhodně slibují nejen pro vývoj motokompresorových motorů, ale přitom také pro veškerý rozsah použití u rychle běžících pístových spalovacích motorů, extrémně velký litrový výkon u vnitřních pohonných jednotek.

Vzhledem ke spouštějícím zásadním problémům, které se objevily při stavbě plynových turbín a jež dnes nejsou vyřešeny, se ukázalo účelné vytvořit nadřazené místo, které umožní vzájemnou výměnu všeobecných zkušeností o konstrukci plynových turbín odborných pracovníků a státních ústavů, které pracují na vývoji plynových turbín. Je přitom jak na námořnictvu, obzvláště na Kriegsmarine, tak také na průmyslových závodech, zabývat se plynovými turbínami jako průmyslovými zařízeními. Jedno takové místo, které by se například mohlo zřídit v rámci letového plánu, by bylo také v postavení, provádějící vhodné řízení výzkumu na široké bázi.

2. Výzkum paliv

Nad ízená místa by mohla také e-it problémy výroby paliv. S pořadavky ze strany plynových turbín by bylo mořno se pak na n obracet, nebo te jsou jiné pořadavky neřl d íve ze strany Ottova motoru. Mohly by být vyufflívána paliva, která se vyskytují p i syntéze benzínu ve v t-ím mnořství, která ale nejsou bez dal-řho uzp sobená k vyufflití v Ottov motoru.

-str. 130-



Motokompresorový motor HeS 60