

Some Aspects of German Work on High Temperature Materials.

"This report is issued with the warning that, if the subject matter should be protected by British Patents or Patent applications, this publication cannot be held to give any protection against action for infringement."

BRITISH INTELLIGENCE OBJECTIVES
SUB-COMMITTEE

LONDON—H.M. STATIONERY OFFICE.

Kone ná zpráva . 272
Polofka . 21

N které aspekty n meckých prací na vysokoteplotních materiálech

Autor zprávy: R. Skorski
Britský podvýbor pro zpravodajské cíle
nám stí Bryanston 32, Londýn

-str. 3-

Rozhovor s Dr. Maxem Bentele, vedoucím p edvývojového odd lení Hirth Motoren (Stuttgart)

On obsadil ást velké konference v dc a inženýr , konané v Berlín 29. listopadu 1944. Na této konferenci byly diskutovány vysokoteplotní materiály pro proudové letecké motory. Zprávy následujících autor byly p e teny a diskutovány pod p edsednictvím prof. Bollenratha 29.-30. 11. 1944 v Jena.

- (a) Schelp - Berlin
- (b) Östrich - Berlin/Spandau
- (c) E. Schmidt- Braunschweig
- (d) Sorensen - Augsburg
- (e) Rath - Hermsdorf
- (f) Dirkusen - Braunschweig
- (g) V. Lutz - Braunschweig (vedoucí diskuze)

Byly diskutovány i následující výrobky.

- (a) Quartzglas (k emenné sklo)
- (b) Artostan (Hescho). Malé teplotní protažení, fláruvzdorný do 1 800 °C.
- (c) Tonerde (kyslík hlinitý) (Degussa)
- (d) Siliziumlnarbid (Staatl. Porzellanmanufaktur)
- (e) Calit (Hescho). Vysoká pevnost v tahu, velké teplotní protažení.

Bylo odsouhlaseno, že má být proveden rozsáhlý výzkum použití keramiky na prvním místě pro statorové lopatky. Bentele se neshodoval s tímto pohledem a měl ten názor, že mohou být použity zároveň stejně dobře pro lopatky rotoru. Poukázal na to, že rotorové lopatky mají pouze jeden upevovací bod a mohou být použity vinnosti při kompresi; zatímco statorové lopatky mají dva upevovací body, jsou podrobeny ohybovému namáhání a rozsáhlým vibracím.

Další konference se konala v Jeně o něco později a prezentovali se zde následující mufti:

Dr. Miller (Státní porcelánka, Berlin)
Dr. Stuchart (specialista na glazury-smalty)
Dr. Bentele (společnost Hirth Motoren)

-str. 4-

Bylo rozhodnuto začít práce na následujících materiálech:

- (a) $Al_2O_3 + Fe$ a materiály jako šardostan, šcalit, vyvíjené firmou Hescho
- (b) $SiC +$ další materiály (uhlík, Al_2O_3), například $SiC + C + Fe$
- (c) k emík.

Byly také provedeny práce na povlaku kovových lopatek.

Co se týká SiC , tak bylo uvažováno, že vzhledem k tomu měl v této vodivosti nejlépe Al_2O_3 a mělo by lepší odolnost proti teplotnímu šoku. Mělo být smícháno s dalšími materiály včetně uhlíku (který má nízkou specifickou hmotnost); ale jelikož uhlík je snadno napadnutelný kyslíkem při vysokých teplotách, objevila se zde myšlenka, že ochranný povlak by byl pro tento typ směsi nezbytný. Důležitým bodem, vyzdvihlým Dr. Müllerem byl ten, že bylo potřebné tepelné období dvou týdnů za účelem náležitého spékání SiC . Bylo rozhodnuto spolupracovat se společností Osram-Siemens na spojení keramiky s ocelí.

Bentele myslel, že hodnoty pro statickou a dynamickou pevnost mohou být u těchto materiálů získány, přičemž práce byly na nich provedeny v tamním průběhový oddělení. Získání těchto údajů pak bylo možno přistoupit k fázi návrhu turbíny, ve které by byl tento materiál použit s velkou výhodou. Když byly provedeny testy keramických lopatek, podobající se současným pracovním podmínkám, tak bylo shledáno, že je zde sklon k prasklinám na odtokové hraně. Lopatky s malými rozdíly v tloušťce mezi nabíhající a odtokovou hranou by byly z tohoto pohledu lepší a bylo tudíž dosaženo kompromisu u mezi aerodynamickými kritérii a odolností proti prasklinám. Při 800 až 1 000 °C a 2 až 3 km byla vyřadována odolnost (odpovídající oceli 26 kg/mm²).

Kladné body pro použití k emíku jsou následující:

- (a) je to spolehlivý materiál, jeho vlastnosti jsou velmi dobré.
- (b) je lehce spojovatelný
- (c) má dobrou odolnost proti tepelnému šoku

-str. 5-

Bylo poukazováno také na to, že existující výsledky testů nebyly v žádném případě konečné (viz zpráva o prohlídce M.A.N. Augsburg).

Bentele prohlásil, že metoda fixace těchto lopatek poskytuje mnoho stupňů volnosti, aby se zvýšila tlumicí schopnost konstrukce. On se zabýval jejich konstrukcí.

Bentele také navrhnul duté vzduchem chlazené kovové lopatky z oceli C.M.V.- Special (Cromadur) o materiálu, který má nejvyšší obsah dusíku (0,28 %) ze všech nerezavějících ocelí. Proces hlubokého tažení těchto lopatek je vyobrazen na připojeném obrázku, reprodukováném ze zprávy Hirth-Motorem.

-str. 6-

Rozhovor s Richardem Waltherem, Weilheimer Strasse 9, Starnberg (26, 27, 29, 30. září 1945)

Richard Walther (zemřel 11. listopadu 1945) byl navštíven v jeho soukromé laboratoři ve Starnbergu. Byl již starým muflem a pracoval mnoho let na karbidech, vysokoteplotních kovech a keramice. Zařídil si firmu na výrobu karbidových nástrojů Montenwerke Walter v Tübingenu a stal za asi 200 patentů, ponejvíce využívaných firmou Krupp. Laboratoř ve Starnbergu byla velmi dobře vybavená a byla neznámá.

(a) Karbidy

On přišel na to, že tantalový karbid byl nejodolnější proti oxidaci ze všech kovových materiálů. Při teplotě vyšší než 2 000 °C se neobjevovala oxidace. Dalším zajímavým karbidem byl karbid berilia, jenž byl velmi stabilní sloučeninou kovového charakteru. Walther navrhnul, že slitina karbidu tantalu a beryllia má být vyvinutá jako kovový materiál pro super vysoké teploty.

(b) Chrom-kobaltová slitina

Vyvinul slitinu s velmi dobrou odolností proti oxidaci a dobře svařitelnou, mající následující složení:

55 % Co 41,5 % Cr 3-5 % Si 0,5 % C.

Při vysokých teplotách se na povrchu tvoří velmi hustá vrstva Cr_2O_3 a SiO_2 , podobná crystaloballitu. Nahrazením Si pomocí Zr myslel, že odolnost a vysoké teploty se mohou zvýšit. Vytváření ZrO_2 s Cr_2O_3 bylo také dáno lepší odolností filmu než SiO_2 o Cr_2O_3 . On však nevyzkoušel zavést zirkonium, neboť byl nedostatek tohoto kovu.

-str. 9-

Rozhovor s Dr. Shüttem z M.A.N. Augsburg

Dr. Shütte byl asistentem profesora Sorensena. Následující materiály byly vyvíjeny pro použití v plynových turbínách:

(a) pro lopatku turbíny (plnou) o Tinidur

(b) pro spalovací komory o B.V.T. 90 (0,18 C, 0,935 Si, 0,55 Mu, 1,43 Cr, 91,1 Mo, 0,55 V).

Slitina B.V.T. byla před použitím chromizována, kde maximální hloubka difuze chromu byla 1 mm, s 30 % Cr na povrchu se snížena na 1,43 % Cr, který je přibližně odpovídajícím obsahem chromu v této oceli.

Tato metoda ochrany dávala uspokojivou ochranu proti teplotám do 650 °C.

Lopatky s oxidy hliníku byly vytvořeny Dr. Ryskiewitchem podle konstrukce na obrázku, byly testovány u M.A.N. na motoru. Porcelánové lopatky, připravené Dr. Rathem z Hescho Herndorf byly také předány do testů na motorech. Výsledky, které daly hliníkové lopatky, byly slabé kvůli prasklinám, ty z porcelánu byly povzbudivé, a kolísavá odolnost porcelánu při 900 °C byla stejná jako u hliníku při 10 400 °C. Dr. Rath také uvažoval udělat lopatky ze směsi porcelánu a karbidu. Byla vytvořena sestava karbidového disku a lopatky. Výsledky nebyly moc uspokojivé nebo nízká odolnost karbidu při 1 000 °C, která je kolem 1 Km. Tato hodnota však nebyla

kone ná a bylo rozhodnuto vytvořit novou konstrukci k emíkové sestavy. K emíkové lopatky byly vyrobeny z p írodních k emíkových krystal a disky z k emí tého písku. Lze v ít, že k emík je dobrý jako spojovací materiál pro r zné sm si keramiky a karbid . Hlavním programem pro vývoj keramiky pro turbínové lopatky byl soust ed n u M.A.N. Tam m li vysokofrekven ní akustické za ízení pro testování spolehlivosti keramických komponent.

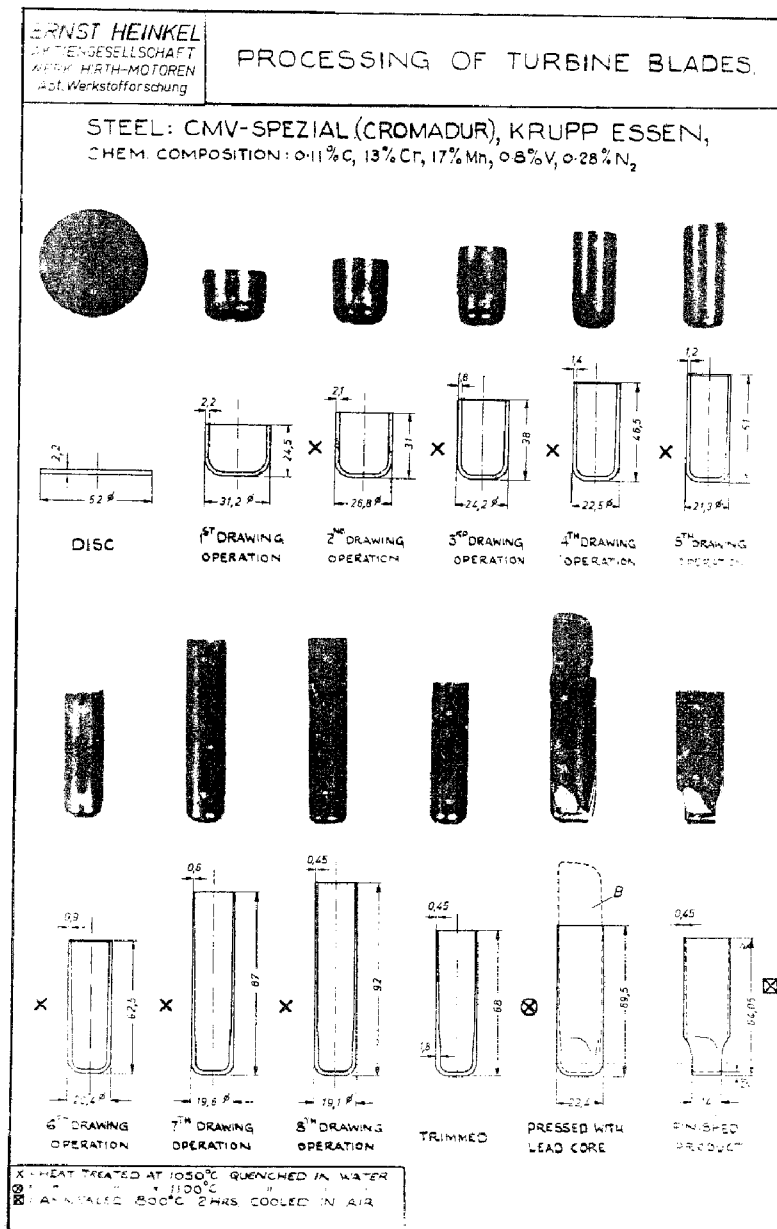
Bylo navrženo vytvořit duté vodou chlazené lopatky pro rotory (návrh prof. E. Schmidta) a keramické pro lopatky statoru, pracující p í 1 100 °C. Meyer Hartwig ze společnosti Hesho vyvinul metodu spojování alumina s ocelí sintrováním vrstvou fležného prachu mezi nimi. Také pracoval na p íprav hliníkového oxidu a fležného prá-ku takovou cestou, že se složky stejnom rn í-ily od 100 % Al₂O₃ do na konci 100 % Fe.

-str. 10-

Rozhovor s Dr. Eugenem Ryschkewitschem v Kemptenu 30. 9. 1945 - 3. 10. 1945 a Dr. R. Kieffem (Reutte)

Topné elementy pro 1400-1700 °C

Dr. Ryschkewitsch s Dr. Schwartzknopf navrhnul grafitové tepelné elementy.
í í .



Postup výroby ocelových turbínových lopatek z oceli Cromadur pro motory společnosti Heinkel AG