

S u m m a r y

N. Šarpyová: *Polarographic determination of p-aminosalicylic acid.*

It has been found experimentally, that:

1. the height of the oxygen maximum does not depend either on the amount of the KCl solution, or how long this solution stands.
2. The addition of PAS-Na into the KCl solution proportionally decreases the height of the oxygen maximum.
3. the suppressing ability of the PAS-Na solution does not depend on time.

Received December 9, 1949.

*The Research and Control Institute of
the Chemical & Pharmaceutical Works,
National Corporation, Bratislava.*

Literatúra:

1. *Heyrovský J.: Polarographisches Praktikum (1949), str. 78.*

Výroba syntetických korundů a jejich použití v praxi*

JAN KAŠPAR

Již na úsvitu lidské civilizace, v době kamenné, byl kámen nepostradatelnou součástí existence člověka. Tato doba, trvající mnoho tisíciletí, umožnila vývoj až ke stupni poznání kovů. Časový odstup, který nás odděluje od konce doby kamenné, je celkem nepatrný ve srovnání s celým vývojem člověka, neboť v hrubých rysech skončila tato doba na naší zemi až v 16. století, kdy na obou pevninách amerických zastihli španělsí dobyvatelé v plném rozkvětu kulturu kamennou. Přísně vzato, lze ještě dnes najít u některých primitivních národů stopy doby kamenné.

Počátek nového uvědomělého zájmu o kameny s hlediska technického spadá do doby začínajícího rozvoje exaktního myšlení ve vědách přírodních, t. j. do začátku 18. století. Tehdy, r. 1744, byly použity po prvé nekovové průvlaky pro tažení drátů, o nichž se lze domnívat, že byly základem pro vznik hodinkových ložisek, která v polovině 18. století (mezi 1757—1770) byla sestrojena Harrisonem. Od té doby prudce stoupá zájem o technické kameny a sklo. Počátek moderního používání ložisek byl dán v r. 1821 Coulombem, který sestrojil ložiska z granátu, achátu, křišťálu a skla. I když tyto prvopočátky užití kamenů v technické praxi jsou velmi zajímavé, je nemožné v této přednášce se jimi zabývatí dopodrobna.

* Přednesené 24. januára 1950 na členskej schôdzke Čs. keramickej a sklárskej spoločnosti v Bratislave.

Stačí se jen na chvílku zamyslet, co vše bylo umožněno kameny pro naši současnou mechanisovanou civilizaci, aby jejich důležitost zřetelně vystoupila: dráty v žárovkách, nože na nejtvrdší ocel, palubní stroje u letadel a lodí, radiové vysílače, hodinky, elektroměry atd. jsou jen malým výčtem. osvětlujícím nezbytnost technických kamenů. Je třeba připojit, že není tomu tak jen v našem, t. zv. oboru kamenářském, ale i v oborech jiných, jako keramice, chemii, elektrotechnice atd., kde používání kamenů je základní potřebou. Uvedme si jen důležitost asbestů, slídy, živců, kryolitu, kaolinitu, bentonitu a mnoha nerostů jiných a snadno pochopíme, že žijeme v nové době, kdy kámen sice není výlučným a hlavním materiálem, ale tvoří naprosto nepostradatelnou součást naší techniky.

V zemích, kde tyto nerosty se nevyskytují nebo byly již vyčerpány, technika se uchyluje k syntetické výrobě, neboť jejich nezbytnost je tak veliká, že bez nich nebylo by ani vývoje ani obrany státu, jinými slovy, mnoho kamenů se stalo důležitými strategickými hodnotami.

Jednou s těchto hmot je korund.

Počátky použití korundu:

Slovo korund je souborným názvem pro řadu nerostů, které jsou v podstatě Al_2O_3 , avšak v důsledku zbarvení rozmanitými kovovými kyslíčnickými se vyskytují v různých odrůdách, z nichž širším vrstvám jsou zejména známy červené rubíny nebo modré a bílé safíry. V této přednášce budu používat jen slovo korund a jeho odrůdových jmen jen tam, kde to bude nezbytné.

Korund je nerost s řadou významných technických vlastností, z nichž zejména veliká tvrdost (v Mohsově stupnici č. 9) a tím i veliká odolnost k opotřebením, dále malá dilatace a velmi malé tření vůči kovům předurčily korund jako ideální hmotu pro ložiska. Podle literárních údajů použili jej takto poprvé v hodinkách v r. 1704 Debaufre a Facio¹⁾ ze Ženevy, a to podle anglického patentu. Zdá se, že v tomto případě měly kameny význam spíše ornamentální. Prvé skutečné použití ložisek se připisuje Johnu Harrisonovi asi v r. 1736. Ze zachovaných hodiněk dokazují to nezvratně výrobky z let 1757 až 1770, i když máme zachovány jedny hodinky z r. 1729, v nichž nepokoj je uložen ve vrtaném rubínu.

Ze zachovaných předmětů i písemných zpráv lze dokázat, že v 18. století znali angličtí hodináři ložiskové kameny a vyráběli je z rubínů, avšak jejich výrobu přísně tajili. Historicky je zajímavé, že v r. 1792 vyslala španělská koruna Antonia Molinu, aby podplacením vylákal tajemství této výroby.

Tehdejší rozvoj mořeplavby přímo si vynucoval přesných kompasů a hodiněk, a tak velmi záhy byl pocíťován nedostatek rubínů na výrobu ložiskových kamenů. Proto rubíny, resp. korundy, patří

k prvním nerostům, o jejichž syntetickou výrobu se věda pokusila. Prvního pozitivního výsledku se dopracoval Gaudin²⁾ r. 1837. Po něm desítky vědeckých pracovníků rozvíjeli syntesu korundů. Ačkoliv i tato kapitola v podrobnostech je neobyčejně zajímavá, vybočovala by z rámce dnešní přednášky. Jen tolik bych chtěl ještě poznamenati, že z význačných výzkumníků je nutno uvést E. Frémyho, který začal své pokusy v r. 1871, s počátku pracoval s Feilem a později s A. Verneilem a r. 1891 vydal svou klasickou „Synthèse du rubis“.

Není pochyby o tom, že Verneuilova práce s Frémym byla velmi podnětnou a patrně i upravila cestu k jeho historickému objevu rovněž v r. 1891, kdy Verneuil objevil nový, takřka revoluční proces výroby rubínů, který však publikoval teprve v r. 1902. Z toho důvodu bývá tento rok uváděn jako mezník ve výrobě syntetických korundů.

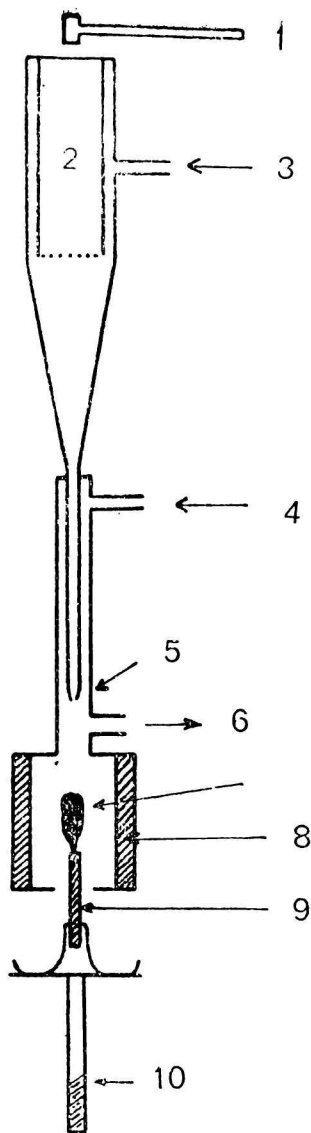
Verneuilova syntetická výroba:

Přirozené výskyty korundů bývají vázány na pegmatity a kontaktní horniny, výjimečně též na horniny ultrabazické. Vznikají za poměrů, které nemůžeme laboratorně napodobit, a proto trvalo přes půl století, než se dokonale podařila syntéza. Verneuilův proces z přírody ničeho nenapodobuje, neboť je geneticky naprosto odlišný. V podstatě spočívá na přetavování práškovitého Al_2O_3 v kyslíkovodíkovém plameni, k němuž se někdy k docílení vyšší teploty přidává acetylen. Verneuil za tím účelem sestavil zvláštní hořák, který obecně nazýváme Verneuilovou pecí. Ačkoliv tato pec je všeobecně známa a byla popsána v mnoha publikacích,³⁾ jsem nucen k pochopení dalšího opakovat některé základní skutečnosti.

Verneuilova pec skládá se ze tří částí: hořáku, šamotové pisky, ve které je t. zv. svíčka, na které krystaluje korund, a stojanu (viz obr. 1.). Hořák je nahoře rozšířen do válcové nádoby, ve které je zásobník s práškem Al_2O_3 . Tento má síťové dno. Nad víkem nádoby je kladívko, které při poklepu způsobuje prolétnutí malé části Al_2O_3 do trubice, která je současně přívodem pro kyslík. Hned pod nádobou vchází kyslíková trubice do širší plášťové trubice, která vede vodík. Na spodním konci je pak vlastní hořák, normálního vzhledu kyslíkovodíkových hořáků, kde plášťová — vodíková trubice je zúžena na průměr 20 mm a střední kyslíková trubice na 4 mm.

Základem výroby je naprosto pravidelný přívod plynů o tlaku 70 až 75 mm sloupec vody. Spotřeba plynů je ohromná. Na 1 car, t. j. 0,2 g, je zapotřebí 100—110 l kyslíku a třikrát tolik vodíku.

Vlastní pec, kterou procházejí plameny, je válcovitá, uvnitř se světlostí asi 40 mm a je 150 až 190 mm vysoká. Bývá dvoudílná, aby jí bylo možno snadno otevřít, a v předu mívá okénko, aby bylo možno pozorovat postup krystalisace. Tento ochranný válec



Obr. 1. Schematický průřez Verneuilovy pece

1 — kladívko, 2 — zásobník Al_2O_3 , 3 — přívod kyslíku, 4 — přívod vodíku,
 5 — hořák, 6 — odvod vodních par, 7 — korundový krystal t. zv. hruška,
 8 — vlastní pírka, 9 — t. zv. svíčka, 10 — šroub pro svislou regulaci svíčky.

bývá zpravidla šamotový a jeho stěny jsou přes 50 mm silné. Je dvouvrstevný, při čemž vnitřní vrstva, málo přes centimetr silná, skládá se z korundových úlomků, aby snesla veliký žár, který se pohybuje okolo 2000°C . Přirozeně, že takto namáhaná pec nevydrží dlouho, takže ochranný válec je nutno asi během 10 dnů vyměňovat.

Od spodu doprostřed pece zasahuje váleček z nějakého silně ohnivzdorného materiálu, kterému se říká svíčka. Je upevněn tak, že jej lze snadno regulovat jak ve směru svislém tak i bočném.

Ačkoliv výroba syntetických korundů je značně rozšířena, dosud nám schází velmi mnoho experimentálních dat z vlastního pochodu krystalisace. Úspěšná výroba je velmi obtížná a jednotlivé továrny své zkušenosti tají.

Postup výroby je následující:

Zapálí se hořák. Poklepem kladívka na horní konec hořáku dostane se část prášku Al_2O_3 do kyslíkové trubice a je stržena do hořáku. Padáním skrz plamen částičky Al_2O_3 se roztaví na nepatrné kapičky a některé z nich dopadnou na svíčku, kde ihned ztuhnou a zkrystalují. Tím vytvoří se počáteční zárodek krystalu. Vhodnou regulací svíčky, svisle i bočně, vyhledáme pro to nejvhodnější místo. Aby krystal mohl úspěšně růst, musíme přísně dodržovat některé podmínky, z nichž nejdůležitější jsou:

1. Při krystalisaci nesmí být krystal přehříván, neboť by snadno mohlo dojít k vypařování Al_2O_3 a tím vzniku zakalených nebo bublinatých kamenů. Musí tedy býti výroba řízena tak, aby krystalisace probíhala v části plamene vodíkem bohaté — a naopak, kyslíkem chudé.

2. Prášek Al_2O_3 musí být naprosto jemný. Tento dá se vyrobit jedině z hlinito-amonného kamence žháním v elektrické peci asi při $1200^\circ C$.

3. Dotyk krystalu se svíčkou musí být co nejmenší, aby během tuhnutí nevznikaly praskliny.

Výchozí látky musí být téměř spektrálně čisté. Docíluje se to opakovanou krystalisací kamence. Rovněž i plyny musí být čisté, zejména kyslík nesmí obsahovati dusík.

Práci zahajujeme plamenem kyslíkem chudým a postupně jeho obsah zvyšujeme. Číselně lze tento poměr vyjádřiti v následujícím schématu:

Start	600 l kyslíku, 2050 l vodíku za hodinu
po 15 min.	800 l „ , 2500 l „
po 45 min.	850 l „ „ , 2500 l „ „

Zhruba, používáme směsi kyslíku ku vodíku 1 : 3.

Za jednu hodinu lze vyrobiti 100—150 car korundů. Těmto syntetickým krystalům říkáme hrušky a jejich váha se obvykle pohybuje mezi 250—350 car. Trvá tedy výroba jedné hrušky 2—3 hodiny.

Z uvedených čísel je patrné, že k výrobě syntetických kamenů je zapotřebí veliké zkušenosti, neboť velmi snadnou regulací lze způsobiti značné energetické ztráty. K doplnění obrazu chtěl bych jen uvést, že na př. Fa. Sadem v Courtepinu (ve Švýcarsku), která produkuje ročně asi 20 milionů car, spotřebuje při elektrolytickém získávání plynů okrouhle ročně 10 milionů Kwh.

Poměry tepelné ve Verneuilově peci jsou nejméně známé. Podle Epplera taje Al_2O_3 při 2050°C . Povrch při tvoření hrušek má teplotu $1820\text{--}1840^\circ$, kdežto teplota spodní části hrušky se pohybuje mezi $1750\text{--}1780^\circ\text{C}$.

Použijeme-li čistého Al_2O_3 , získáme přetavením bílý safír. Přidáme-li ale k startovacímu prášku některé kysličníky, tu získáme barevné korundy. Cr vyvolává barvu červenou (rubíny), Fe modrozelenou a kombinace Fe—Ti modrou (safíry), V šedozele- nou, která je v umělém světle červená, Co modrou atd.

S ohledem na některé poznámky, které později řeknu, zmíním se ještě o výrobě syntetického spinelu. Přírozený spinel je $\text{Mg-Al}_2\text{O}_4$. V tomto molekul. poměru nelze jej synteticky vyrobit. Vždy je zapotřebí jistého přebytku Al_2O_3 , takže umělé spinely obsahují na 1 MgO asi 3,5 Al_2O_3 . Přebytké 2,5 Al_2O_3 jsou ve spinelech přítomny v podobě krychlové gama modifikace v pevném roz- toku spinelu MgAl_2O_4 . Normálně však korundy krystalují ve Ver- neuilově peci v šesterečné alfa modifikaci.

Jako v mnoha věcech jiných, tak i ve výrobě syntetických korundů byla za války provedena různá zlepšení, z nichž nejzají- mavější je produkce velmi úzkých hrušek, t. zv. rod-crystals, je- jichž výrobu zavedla Linde Air Product Co.; jsou 3—5 mm silné a asi 70 cm dlouhé. Dnes vyrábějí se též automaticky prakticky nekonečné délky, při čemž degulace svíčky provádí se pomocí fotobuňky. V tomto případě Verneuilova pec využívá mikroka- hanu o velmi zajímavé konstrukci.

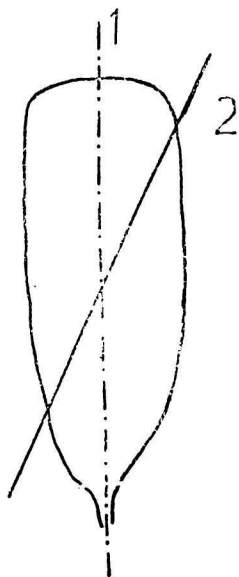
Vlastnosti syntetických korundů:

Jak bylo uvedeno, vytváří se krystal ve Verneuilově peci postupným přitavováním vrstviček ve tvaru ploché misky. Jejich tvar za horka je jiný než za chladu, a to proto, že korund vyka- zuje význačné vektoriální vlastnosti. Korundová hruška je mono- krystalem, při čemž její krystalografická orientace nesouhlasí s tvarem hrušky. Krystalografická osa C bývá k ose hrušky rúz- ným způsobem ukloněna, zpravidla mezi $5\text{--}75^\circ$, a ve výjimeč- ných případech stojí též k délce hrušky kolmo (viz obr. 2). Naproti tomu přírůstkové vrstvičky, které lze přirovnati k vrstevnatosti stalagmitu, jsou, jak je přirozené, orientovány souhlasně s tvarem hrušky. Tím vzniká ve všech korundových hruškách vnitřní pnutí, které je tak silné, že v extrémních případech vede k samovolnému podélnému puknutí. Normálně však stačí jen slabý náraz na ba- sální plochu nebo slabé skřípnutí „stopky“ hrušky, aby došlo k puknutí. Jest třeba podotknouti, že korund nemá žádnou štěp- nost, zato však má vyvinutou odlučnost podle základního klence a plochy spodové. Na této skutečnosti je založeno více-méně pra- videlné pukání hrušek. Je-li krystalografická orientace taková, že v ose hrušky leží plocha klencová nebo dokonce plocha spodová, tu hrušky pukají dokonale, ve velmi vzácném případě s hladkou plochou.

Pukání hrušek je význačnou vlastností syntetických korundů, a proto dříve, než jej použijeme k jakémukoliv účelu, je zapotřebí hrušky púlit, abychom je zbavili vnitřního pnutí. Tato vlastnost je velmi nevýhodná pro rod-crystals, které rovněž vykazují pnutí, a proto při jejich zpracovávání na ložiskové kameny je velmi mnoho odpadu.

Při synthese korundu byla uvedena čísla o tepelných poměrech. Poněvadž korundová hruška roste průměrně 2 až 3 hodiny, a je tedy vystavena dlouhou dobu vysoké teplotě, vyvolávají se během jejího růstu uvnitř difusní zjevy. Pozorným prohlížením, na př. modrých safírů, objevíme vždy, že barva směrem k okraji se stává sytější, kdežto jádro zůstává velmi světlé. Nejlépe je tento zjev patrný tehdy, když jako startující látky použijeme Al_2O_3 se stopou železnatých znečištěnin. Při růstu hrušky, v tomto případě bílého safíru, koncentruje se stále více a více obsah železa k okraji hrušky, až konečně při povrchu vytváří slabě rezavý nádech. Jest třeba zdůrazniti, že při produkci syntetických korundů některé podniky se uchylují k přidávání malých dávek alkalických kovů jakožto tavidla, které difusními pochody v hrušce vedou nakonec k její značné nehomogenitě. Taková hruška se skládá z vrstevnatých slupek o různém složení a tedy i o různých fyzikálních vlastnostech. Pro účely technické, zejména pro výrobu ložisek k nejpresnějším přístrojům, je zapotřebí vybírat chemicky nejčistší partie, t. j. jádra hrušek. Z takového materiálu jsou složena ložiska tak zv. super-sapphire. (Viz obr. 3).

Obr. 2. Vztah mezi osou růstu (1) a osou krystalografickou (2) u korundové hrušky.



Obr. 3. Schematický náčrt chemické nehomogenity hrušky, vyvolané slupkovitou stavbou.

Nejvýznamnější vlastností korundů je jejich tvrdost. Bývá označována v Mohsově stupnici číslem 9 a představuje tedy po diamantu druhý nejtvrdší nerost. Jen některé karbidy jsou tvrdší než korund, avšak jejich vlastnosti, jako křuchost nebo štěpnost, jsou tak nevýhodné, že nemohou nahradit korund. Toto číselné vyjádření je však velmi hrubé; přirozené safíry z různých nalezišť vykazují různou tvrdost: nejtvrdší jsou safíry z Kašmíru, po nich přicházejí safíry ceylonské, dále australské a konečně americké (Montana-safíry⁴). Rozdílly jsou tak značné, že zelené Montana-safíry nelze použít na výrobu ložisek. Samozřejmě, že tím větší jsou rozdíly u kamenů syntetických, kde kromě chemické čistoty jsou rozhodujícími momenty ještě rychlost růstu hrůšky a spád teploty při jejím chladnutí, což ovlivňuje její případnou křehkost.

Další význačnou vlastností syntetických korundů je jejich nepatrný koeficient tření vůči oceli a některým kovům. Toto tření bývá zkoušeno tím, že vyleštěné kousky kamenů se pokládají na vyleštěnou destičku z oceli nebo jiného zkoumaného kovu. Při pokusu se naklání kovová destička tak dlouho, až po ní kameny začnou klouzat. L. Trincano uvádí, že při úklonu o 9° klouže rubín, resp. umělé korundy, při $12\frac{1}{2}^\circ$ klouže granát, při 14° přirozený safír a při 16° přirozený rubín.

Tato čísla jsou jen velmi hrubým obrazem, ale výborně vystihující význam a vlastnosti syntetických korundů. Při dalším referátu se zmíním o přesném měření tohoto tření.

Je nemožné v jedné přednášce rozvést všechny vlastnosti syntetických korundů. Uvedl jsem jen hlavní z nich. Ty však stačí k tomu, aby bylo patrné, že tyto kameny mají následující technické přednosti, kterých nemá látka jiná:

1. vykazují nejmenší tření,
2. jsou tak tvrdé, že během používání zabraňují možným deformacím,
3. jsou homogenní a houževnaté, takže při zpracovávání a užívání nevznikají třísky.

Tyto vlastnosti nevykazují přirozené korundy; proto výroba syntetických kamenů nebyla diktována jen nedostatkem kamenů přírodních, ale především jejich významnými vlastnostmi technickými.

Leštění korundů:

Také v této kapitole pro její obsáhlou se dotknu jen nejdůležitějších bodů. Lesk kamenů je jejich charakteristickou fyzikální konstantou. Studium povrchů bylo zjištěno, že lesklá povrchová vrstvička je nejvýše asi 50 Å silná, a vytváří se za poměrů, které předpokládají plastický povrch. Tato vrstvička bývá srovnávána s obdobnou Beilbyho vrstvou na kovech⁵). Vytváření této vrstvičky dovoluje „zahovávání“ drobných bublinek nebo trhlin. Současná velmi podrobná studia ukázala, že od objevu G. Beilbyho

v r. 1921 se tato otázka rozvinula zásluhou hlavně anglických badatelů⁶⁾ do takové šíře, že v oboru kamenářském musíme rozznávat tři druhy těchto vrstviček. Difrakcí elek'ronů na povrchu leštěných hmot, provedené G. J. Finchem, se dokázalo, že křemen, chrysoberyl, korund, topas atd. mají vrstvičku krystalickou. Beryl, zirkon, turmalín, spinel, cassiterit atd. mají vrstvičku amorfni, tedy skutečnou Beilbyho vrstvu. Konečně nerosty jako cyanit nebo vápenec mají vrstvičku amorfni nebo krystalickou podle směru krystalografického.

Z mnoha set pokusů, které jsem provedl, se domnívám, že původně vzniká na všech leštěných nerostech amorfni Beilbyho vrstva, která však u některých zůstává trvale amorfni kdežto u jiných rekystalisací přechází do krystalinného stavu. Potvrzení této domněnky vidím ve studiu pochodu leštění na spinelu, které jsem provedl v r. 1946, a v pokusech svých spolupracovníků J. Marvšky a Z. Drahoňovského,⁷⁾ kteří provedli obdobné pokusy na křišťálu. Spinel, který má Beilbyho vrstvu, má průběh křivky leštění velmi jednoduchý. Naproti tomu křišťál při leštění vykazuje v prvé minutě vysoké maximum lesku, které pak klesá a ustaluje se během pěti minut na normálu. Toto maximum pokládám za fázi amorfni, neboť svými vlastnostmi je odchylná od konečného lesku.

Korundy byly od nepamětných dob leštěny pomocí křemelin. Tato skutečnost je jedním z důkazů, že pochod leštění není pochodem čistě fysikáním, ale podstatnou měrou pochodem chemickým. Dosud se nepodařilo experimentálně vysvětliti tento fakt. Domnívám se však, že v tomto speciálním případě se jedná o vytváření amorfni Beilbyho vrstvy, t. j. skelné vrstvy, působením SiO_2 z křemelin. Při tomto způsobu leštění se vyvolávají i několik set stupňů vysoké teploty a charakteristicky se uplatňuje krystalografický směr leštěného korundu.

Al_2O_3 svými vlastnostmi neodpovídá Zachariasenovým podmínkám pro tvoření tetraedrů, charakteristických pro sklo. Avšak Al^{+++} může velmi snadno nahraditi Si^{4+} , takže dochází k vytvoření tetraedrů AlO_4 , které, ačkoliv jsou poněkud větší než tetraedry SiO_4 , stávají se dokonalými sklotvořiči.⁸⁾ Předpokládám proto při leštění korundů částečnou difusi SiO_2 do povrchové vrstvičky Al_2O_3 — tedy reakci v prvému stavu.

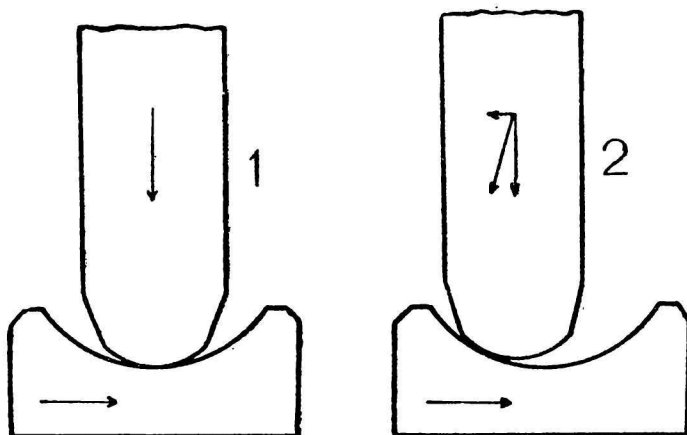
Staletím udržovaná tradice leštění korundů křemelinou byla v našem století zatlačena leštěním pomocí diamantového prachu.⁹⁾ Tento proces se rozvinul zejména v posledním desetiletí. Leštění diamantem probíhá 4 až 5-krát rychleji než leštění křemelinou a přitom to je práce velmi čistá a dokonalá. Vytvářená vrstvička leštění je krystalická.

Konečně lze korund lestiti též „olněm“ obdobně, jako leští sklo. Tento pochod se s výhodou zrychlí, potřebeme-li povrch leštěného korundu, na př. MgO , čímž v záru na povrchu se vytváří velebná, takřka monomolekulární vrstvička spinelu.

Korundová ložiska, jejich typy a vlastnosti:

Důvody, které vedly k použití korundu ve výrobě ložisek, byly již uvedeny. Zbývá jen dodat, že tato ložiska nevyžadují olejové lubrikace anebo pokud této lubrikace použijeme, tu se na korundu vytváří tak jemný a houževnatý film, že jej nelze žádným způsobem zničit.

Dříve než přikročím k speciálním otázkám, týkajícím se ložisek, rád bych upozornil na použití syntetických spinelů jako ložiskových kamenů. Spinel totiž lze mnohem snadněji opracovávat než korund a nadto není k tomu bezvýhradně zapotřebí diamantu. Proto byla za války vyráběna ložiska též ze spinelu, která před konečným leštěním byla dlouhodobě zahřívána nad 1000°C, čímž podstatná část Al_2O_3 , která se nachází, jak jsem již vpředu uvedl, v gama-modifikaci jako pevný roztok ve spinelovém mřížoví, přechází do původní modifikace alfa, čili v těchto spinelech dochází k odmísení korundu. Tím ložiska tvrdnou a nabývají vlastností téměř shodných s ložisky z čistého korundu.



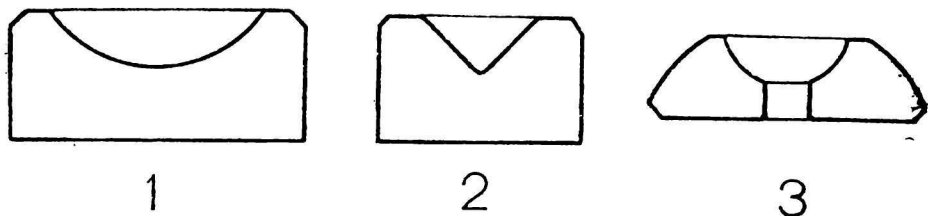
Obr. 4. Příklad použití miskového ložiska se svislou osičkou.

1 — osička správně centrovaná, 2 — osička excentrická, vyvolávající rozklad tlaku na dvě složky. Šipky v osičkách znázorňují směr a velikost tlaku, šipky v ložiskových kamenech udávají směr krystalografické osy.

Bylo již také uvedeno, že korund krystalograficky náleží do soustavy šesterečné. Též bylo uvedeno, že krystalografická orientace hrušek je pokaždé jiná. Vysvětluje proto při výrobě korundových ložisek naléhavá otázka jejich krystalografické, resp. optické orientace. V tomto směru v minulé válce bylo provedeno velmi mnoho významných pokusů,¹⁰⁾ z nichž nejpřednější je konstatování, že u kombinace ocel/safír (tím se rozumí bílý safír) pro běžné případy je nejvhodnější, aby osa šla kolmo nebo skoro kolmo k optické ose ložiska. Jedině v této poloze je rozklad sil tlaku tak příznivý, že porušuje nejméně ložisko (viz obr. 4). Technický

výzkum v tomto směru je neobyčejně podrobně rozvinut a ač je to otázka zajímavá, nemohu se jí zde blíže zabývat.

Podle tvaru rozeznáváme tři skupiny ložisek: ložiska misková, konická a vrtané kameny (kterým u nás říkáme běžně též průvlaky, i když této funkci neslouží) (viz obr. 5).



Obr. 5. Příklad ložiskových kamenů.

1. — ložisko miskové, 2 — konické (bodové), 3 — vrtané (ložisko hodinkové).

Ložiska misková slouží především při konstrukci elektroměrů, kde otáčivá osa má svislou polohu a nezáleží tolik na její centraci. Naproti tomu ložisek konických se používá všude tam, kde se jedná o přesné přístroje, jejichž osa musí vyhovovati následujícím podmínkám:

1. přesné centraci,
2. musí mít co nejmenší třecí plochu, aby citlivost byla co největší,
3. co možná největší bočnou pevnost kamene,
4. možnost veršikální regulace.

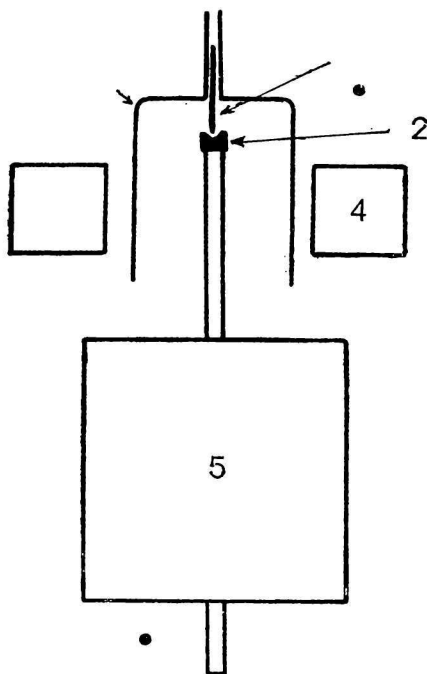
Kameny vrtané jsou především v hodinkách a sledují hlavně přesnou centraci osiček. Jejich tvary jsou velmi rozmanité podle funkce.

Uvedl jsem, že vyleštěná vrstvička na korundu má charakter krystalický na rozdíl od některých látek jiných, u nichž tato vrstva je amorfní. Pokusy bylo dokázáno, že krystalická vrstva jako třecí plocha je značně nevýhodná, a proto pochoď leštění korundů ložiskových kamenů je podstatně jiný než u kamenů bižuterních. U ložisek totiž kombinací velikých obrátek, ocelových leštících kolíčků a několika různých druhů diamantových prachů lze docílit, že povrchová vrstvička se rozloží na veliké množství samostatných krystalků a přitom jejich charakter není vysloveně krystalický, ale na přechodu mezi tímto stavem a stavem amorfním. Výroba ložisek je tedy vysoce specialisovaným technickým uměním, kde značná krystalisační mohutnost korundů se překonává důmyslným obcházením, takže leštěná vrstvička se co nejvíce blíží Beilbyho amorfní vrstvě.

Je přirozené, že současně s pokrokem výroby ložisek se vypracovaly též přístroje pro měření velikosti tření. I v tomto směru je rozvoj tak veliký, že se mohou jen v krátkosti zmíniti o způsobu měření, jehož používáme v našem Výzkumném ústavu v Turnově.

Princip této metody spočívá v následujícím: do svislé osy elektromotoru, který se otáčí rychlostí 700 obrátek za minutu, se vkládá zkoumané ložisko. O toto ložisko se opírá sledovaná osička, která nese klobouček o váze 10 gramů, což odpovídá normálnímu zatížení osičky u elektroměru. Tento klobouček se dá k pokusům též různě zatěžkávat a tím se může sledovat také vliv různých tlaků na ložiska.

Roztočí-li se motorek se zkoumaným ložiskem, po malé chvíli působením tření se počne unášeti i klobouček s osičkou. Nyní v úrovni kloboučku jsou umístěny 4 cívky, kterými můžeme vytvářeti magnetické pole protichůdného směru, než je otáčení kloboučku. Regulací můžeme docílití toho, že magnetické pole dosáhne takové intensity, že se klobouček zastaví. Příslušná síla, měřená pomocí galvanometru, kalibrovaného na mg/cm, nám uvádí obr. 6.



Obr. 6. Schematický průřez stroje na měření velikosti tření u ložisek kamenů. 1 — zkoumaná osička, 2 — zkoumané ložisko, 3 — klobouček, 4 — cívky, vytvářející magnetické pole, 5 — motor s osou.

K doplnění obrazu ložisek bych rád ještě uvedl, že tření u každého ložiska s počátku velmi rychle stoupá, pak se dlouho udržuje na určité úrovni — po mnoho set milionů obrátek — a nakonec opět prudce se zvětšuje, a tím končí životnost ložiska.

Některá speciální použití korundů:

Vyskytují se jisté technické obory, které by se nemohly bez korundů obejít. Vymenuji aspoň některé z nich: na př. textil: stoupající používání umělých vláken — umělého hedvábí a nylonu — je nemyslitelné bez safírových vodících oček. V tomto směru se nám podařilo stejně jako Američanům zhotoviti monokrystalové safírové tyčinky, které jsou leštěny pomocí ohně a jsou současně ohýbány. Pokládám tuto práci za jeden z nejsložitějších kamenářských úkonů. Gramofonový průmysl: zapisovací jehly, nahrávací jehly i dláta na seřezávání voskových matric jsou výhradně ze safíru. Hrací jehly vydrží neporušené až 30.000 přehrání. Různé druhy dyšen pro zmenšování profilu drátů, pro vytlačování válečku tuhy pro tužky, dyšny pro výrobu umělých vláken, rozprašovací kyselinovzdorné dyšny v průmyslu chemickém atd. Dále břity a ložiska pro speciální přístroje, pro analytické váhy, anti-magnetická kuličková ložiska atd. Takových příkladů bylo by možno uvést celou řadu. Korund se stal nerozlučnou součástí naší civilizace a množství jeho spotřeby je měřítkem stupně pokroku. Naš stát patří k nemnoha producentům syntetického korundu a současně k nemnoha jeho opracovatelům. Naše kamenářská tradice, která je již více než šestistiletá, zajistila nám v tomto odvětví významné postavení.

L i t e r a t u r a

1. *R. T. Gould: Watch Jewels. Industrial Diamond Review (London) 4, 133 (1944).*
P. G. Jewel Bearings in Watches and Instruments. Dito, 4, 100—102 (1944).
B. W. Anderson: One Hundred Years of Artificial Gemstones. The Gemmologist (London) 16, (1947).
3. *L. Merker: The Synthetic Stone Industry of Germany. F. I. A. T. Final Report No. 1001 and Supplement No. 1.*
Z různých kompendií je nejlepší — *H. Michel: Die künstlichen Edelsteine (Leipzig — W. Diehener) 1926.*
4. *L. Trincano: Die Edelsteine und ihre Bearbeitung für Uhrenmacherei. Bijouterie und Industrie (Biel—Magron) 1923.*
J. Kašpar: Studie o lesku. Zprávy Výzkumného ústavu pro drahokamy v Trutnově. Čís. 4. 1946.
F. B. Wade: On the True Nature of the Polished Surface of a Gem Stone. The Gemmologist (London) 15, 31—32 (1946).
6. *M. D. S. Lewis: The Structure of Gemstones. Part V., Polishing, Beilby Layer, Abrasion. The Gemmologist (London) 17, 141—151 (1948).*
F. B. Wade: The Theory of Polishing. Dito., 17, 248—250 (1948).
J. Maryško, Z. Drahoňovský: Broušení křišťálu. Zprávy Výzkumného ústavu pro drahokamy v Turnově. Čís. 5. 1946.

8. J. M. Stevels: Progress in the Theory of the Physical Properties of Glass (Amsterdam — Elsevier) 1948.
9. J. Kašpar, Z. Drahoňovský, Z. Lhoták: Leštění korundů diamantovým prachem. Zprávy Výzkumného ústavu pro jablonecký průmysl a drahokamy v Turnově. Druhá řada. Čís. 2. 1948.
10. G. F. Shoter: Meter and Instrument Jewels and Pivots. Technical Report: Reference T/T39. The British Electrical and Allied Industries Research Association (London) 1944.

Nové smery vo výrobe motorových palív.

1. Palivá z nafty*)

MIKULÁŠ ZANZOTTO

Motorové palivá staly sa základným znakom civilizácie 20. storočia. Hlavnou ich složkou zostáva benzín, ktorý ešte v 70. rokoch minulého storočia, kedy priemysel minerálnych olejov produkoval skoro výhradne lampový olej, sa považoval za obťažný odpadok, a preto sa spaľoval alebo vylieval do mora. Len zavedenie benzínových Otto-motorov vyriešilo jeho použitie a isté je, že bola to naopak lacná benzínová nafta, ktorá umožnila rýchly vývoj spaľovacích motorov, ktoré sa stali spoločníteľom druhej priemyselovej revolúcie na prahu nášho veku. Boly to aj nové vojnové prípravy po prvej svetovej vojne, ktoré spôsobily mechanizovanie a motorizovanie armád, ako aj rozvoj letectva, a vyžadovaly dostatočnú zásobu motorových palív.

Rýchle rozšírenie automobilov od r. 1910 postavilo už pred priemysel opačnú úlohu: zvýšiť výrobu benzínu. Je to ľahko pochopiteľné, keď si uvedomíme, že napr. počet aut r. 1912 odhaduje sa na 1 milión kusov, r. 1922 na 13 miliónov kusov a r. 1943 asi na 43 miliónov kusov. Podľa štatistiky „Automobile Facts and Figures“, vydanej r. 1948 Sväzom výrobcov automobilov v USA, sa ukazuje, že rozvoj motorizácie sa poslednou vojnovou nezastavil, a že v rokoch 1940—1949 počet vozidiel vzrástol takto:

Osobné autá z 36,2 miliónov na 42,8 miliónov, t. j. o 18%.

Nákladné autá z 8,3 miliónov na 14,6 miliónov, t. j. o 78%.

Autobusy z 304.770 kusov na 469.000 kusov, t. j. o 54%. Je zaujímavé, že v období 1940—1948 zaznamenali najväčší percentuálny vzostup počtu osobných aut — až 29% — práve v krajinách, ktoré sa nezúčastnily na druhej svetovej vojne. Na USA pripadá 78% všetkých osobných aut na svete. Ale ani v Európe sa vývoj nezastavuje a počet vozidiel stále rastie. Tak napr. aj v SSSR sa dá v najbližšom čase očakávať prudký vzrast výroby.

Vidíme, že zatiaľ čo počet vozidiel sa oproti roku 1912 zvýšil asi 40 násobne, produkcia nafty stúpila zo 48 miliónov ton len na 122 a potom na 307 ton, teda sotva sedemnásobne.

*) Prednesené 25. novembra 1949 na členskej schôdzke SChS v Bratislave.