

苏联机器制造的 先进工艺

切削加工

第三册



机械工业出版社

6161
18
lx

苏联机器制造的先进工艺

切 削 加 工

第 三 册

苏联科学院机器学研究所机器制造工艺委员会編

罗 道 生 譯



机械工业出版社

1958

出版者的話

1954年12月苏联科学院召开了有关机器制造先进工艺的第一届全国生产革新者和科学工作者會議。苏联科学院出版社把这次會議上發表的論文匯編起来成一本「苏联机器制造的先进工艺」，包括鑄造、压力加工、焊接、切削加工等方面的論文数十篇。无疑的，这些理論联系实际的先进經驗，是我們必須學習的。为了便于專業讀者購買和早日出中譯本起見，我們准备把鑄造、压力加工、焊接方面的論文各出一册，切削加工（包括总的部分和會議的決議，其中关于水輪机的一篇准备另外出書）所占的篇幅較大，准备出三册。

这是切削加工專業中的第三册，其中包括有关金屬切削用的矿物陶瓷的生产、性能及使用經驗等四篇，其他六篇分述机械加工中怎样来实践多快好省的理論根据和实际經驗，最后并附一篇全苏机器制造学者和生产革新者會議的決議。

本書的讀者对象是以切削加工为專業的工人和工程技術人員。

苏联Академия наук СССР, институт машиноведения, комиссия по
технологии машиностроения 編 «Передовая технология машино-
строения» (Издательство академии наук СССР 1955 年第一版)

* * *

NO. 1618

1958 年11月第一版 1958 年11月第一版第一次印刷

787×1092 1/16 字数 114 千字 印張 5 2/9 0,001—4,100 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业許可証出字第 008 号

定价 (10) 0.77 元

目 次

提高金屬切削用的矿物陶瓷質量的途徑·····	基塔-郭罗德斯基	5
在莫斯科硬質合金联合工厂中矿物陶瓷产品的生产·····	克拉斯諾庫特斯基	11
在莫斯科加里宁机械制造厂中应用矿物陶瓷切刀的經驗·····	雷恩柯夫	17
陶瓷刀片的結構与耐用度的关系·····	柯茲洛娃	23
軸的外表面的多尺寸主动檢驗·····	瓦西里叶夫	26
分組加工零件法·····	庚勤	32
高速切削与革新者的成就·····	秋拉叶夫	55
为技术进步而斗争中的划綫工·····	杜比宁, 米罗石尼謙柯	59
高速銑削法·····	馬凱叶夫	69
發掘生产率及加工精度潜力的計算法·····	包婁达乔夫	71
苏联科学院于1954年12月14~18日召开第一届全苏机器制造学者与 生产革新者會議的決議·····		91

莫斯科門捷列夫 (Д И Менделеев) 化工學院
技術科學博士，基塔-郭德斯基教授 (И И Китайгородский) 著

提高金屬切削用的礦物陶瓷質量的途徑

新技術往往與舊的結構材料及工具材料的局限性相沖突。對於材料持久性的要求，在機械方面，熱的方面，及化學方面都大大的提高了。

材料的工作條件大大地複雜化了。這一切就引起了亟於尋求新材料的要求。在技術所屬的範圍內已經取得了，以碳化物、氮化物、硼化物及其他難熔而強固的化合物為基體的各种合金。

以純氧化鎂、氧化鋁、氧化鉍、氧化鈾等為基體的各种材料用得相當廣泛。人們開始採用各种金屬礦物成分，並且用塗料及復鍍來防止金屬在高溫下氧化。

以氧化鋁或矽土為基體的剛玉材料也是一種新材料。

由於剛玉材料耐火性高、耐蝕性強、強度大及電絕緣性好；所以這種材料越來越多地用來作耐火材料、化學耐蝕容器、電絕緣器和其他制件。除此以外，剛玉材料現在還有一個用途，這就是用來作金屬切削用的材料。

1 剛玉微晶體

在描述這種新的高強度剛玉材料（微晶體[●]）以前，必須先對其發現經過作簡短的說明。

刀具材料的發展情況是由普通鋼，經過合金鋼，而到以重金屬的碳化物為基體的新刀具材料。刀具材料是以金屬為基體而發展的。

金剛石用來切削金屬是有原則上的意義的，因為這是第一次用礦物來加工金屬。

為了利用某一種高硬度的脆性材料來作切削刀具的刀刃部分，必須把它作成或者如金剛石一樣的單晶體，或者找出將各晶體強固地聯接為一整體（如碳化鎢一樣）的方法。

在得到整塊的多晶體形成的燒結剛玉的方法出現以後，不久，便試圖用剛玉來進行切削。

● 剛玉微晶體也稱為陶瓷刀 ИМ-332。

1932年在德国噶尔金和柯奥耳(Гардиен и Коэль)首先得到燒結剛玉(‘Энтеркорунд’)

应当指出,在30年代中及其以后,燒結剛玉主要是用来作坩堝、絕緣子及爐子零件。燒結剛玉的强度在开始时是相当低的,抗弯强度不超过12~15公斤/公厘²。但是也曾个别地嚐試过用燒結剛玉代替金剛石来进行切削、修整砂輪及其他类似工作。

国外应用燒結剛玉所得到的結果,載于1948年柏林出版的磊石凱維奇(Рышкевич)所著的[氧化陶瓷]書中。

这些切削結果可以認為是很平凡的,因为燒結剛玉当时主要是用来切軟的有色金屬、塑料及石墨等。

1948年中央机器制造与工艺科学研究所(ЦНИИТМАШ)曾进行过用各种天然的及人造的非金属材料作金屬切削的鑑定試驗。試切用的材料包括燧石、磨石——砥石、金剛石代用品АЗ、全苏磨料与研磨科学研究所(ВНИИШ)所制的盘及莫斯科化工学院(МХТИ)制造的剛玉陶瓷的样品。

这些試驗肯定了用剛玉切刀切削金屬在原則上是可能的;但是由于这些切刀耐用度不大和强度不够,所以不能推荐用这些切刀去切削金屬。

必須消除这个主要的障碍,否則应用非金屬切刀的一切任务都不能实现了。

根据中央机器制造与工艺科学研究所的提議,取得金屬切削用的高强度陶瓷的任务是在1949年5月委托給莫斯科門捷列夫化工学院玻璃工艺教研室,过了半年以后,又吸收全苏磨料与研磨科学研究所来解决这一任务。

由于已进行过的工作的結果,找出了影响陶瓷材料生成过程的新方法。同时,也能合成高强度的剛玉材料——微晶体。在1950年就用此种材料作成第一批矿物陶瓷切刀。

这些切刀比中央机器制造与工艺研究所1948年所試驗的切刀要好得多。

1950年的下半年,在莫斯科化工学院玻璃工艺教研室創造出332型(即現在大家都知道的ЛМ-332),其性能超出当时世界技术中用陶瓷工艺法制造的一切著名的非金属材料●。

微晶体(ЛМ-332)的硬度与紅硬性(約1200°)比当时所有的工具材料都高,但是抗弯强度則比这些工具材料差得多。

在化学方面,微晶体主要是由氧化鋁組成,并且是由極小的剛玉結晶所組成的多晶体。

2 微晶体(ЛМ-332)的机械性能

*) 密度及比重● 在莫斯科門捷列夫化工学院用比重計方法測定出微晶体

● 在1951年这个工艺已交流給莫斯科硬質合金联合工厂(МКТС)。

● 原文为密度及容积比重,似以譯为密度及比重为宜。——校者

(LM-332)的比重为3.99[●]。微晶体的密度达到3.96~3.98克/公分³。

燒結剛玉的密度如下：噶尔金所得的是3.7克/公分³，磊石凱維奇的是3.86~3.87克/公分³，全苏磨料与研磨科学研究所的T13型熱剛玉的密度为3.75克/公分³。

6) 硬度 用洛氏硬度計算度A来測定时，微晶体(LM-332)的硬度在91~93單位范围以內。

低密度是硬度降低的原因。我們已經确定了粗晶粒試件的洛氏硬度比細晶粒試件的低。为了比較起見，特列出下列洛氏硬度(標度A)：BK8的硬度为88，T15K6的硬度为90，T60K6的硬度为91。

微晶体(LM-332)的显微硬度在2000~2300公斤/公厘²范围內变化。

Б) 抗弯强度極限 硬質合金的質量除了用硬度表明以外，常用抗弯靜强度来表明。微晶体的这个指标比重金屬作成的硬質合金低得多。例如：硬質合金的抗弯强度在70~130公斤/公厘²之間，而在莫斯科硬質合金联合工厂里，却只能把微晶体(LM-332)的这个指标提高至45公斤/公厘²。

把近20年来燒結剛玉的机械强度随其制造方法而变的数据列出是很有趣的。根据噶尔金的資料(1932年)合成剛玉的抗弯强度約为12公斤/公厘²，全苏磨料与研磨科学研究所A3型剛玉材料(1948年)的抗弯强度为12~17公斤/公厘²，根据磊石凱維奇的資料(1948年)，燒結剛玉的抗弯强度可达30公斤/公厘²，莫斯科化工学院1950年所出的微晶体(LM-332)的抗弯强度达40公斤/公厘²，1954年所出的微晶体达55公斤/公厘²。

就这样，以微晶体形成的燒結剛玉的强度在这段时期中提高了三倍有余。

但是，抗弯强度并不是矿物陶瓷的切削性能的通用特征。

例如莫斯科門捷列夫化工学院特別进行的試驗証明：可以得到抗弯强度約30公斤/公厘²的剛玉陶瓷，而它根本沒有切削性能。

与提高抗弯速度的同时，还必须特別注意提高韌性，現在韌性还不超过5~8公斤/公分³，还須提高材料对于摩擦作用的抗力，或微晶体的耐磨性。

Г) 抗压强度極限 这个机械强度的指标在陶瓷中是常用的指标，它常常用来代表各种粗細陶瓷制品的强度。

微晶体当然也应按这个强度試驗。但是这些試驗遇見了很大的技术困难，因为由于微晶体的抗压碎强度非常大，所以除了应用强力的压力机外，还須特別解决垫板的問題。

問題在于微晶体的抗压碎强度达500公斤/公厘²和更高些，也就是比硬質合金的高20~30%。

圓柱形試件是在这种条件下放在鋼垫板間压碎的，因此对于每一試件都須要換付垫板。

文献中有如下的抗压强度資料：噶尔金的合成剛玉是50公斤/公厘²，全苏磨料

● 原文中有單位克/公分³，譯者以为比重无單位，故删去。

与研磨科学研究所的A3型是100公斤/公厘²，中央机器制造与工艺研究所的T13型是180公斤/公厘²，磊石凱維奇的合成剛玉是300公斤/公厘²，而青玉（藍寶石）則为210公斤/公厘²。

4) 紅热性 微晶体的紅热性为1200°，硬質合金的为900°，高速鋼的为400°。

3 微晶体(LIM-332)性能的稳定性

要燒結微晶体就須要很高的溫度（約1800°），这样的溫度不仅需要特別的耐火材料，并且还要特別的加熱方式。

归根到底，微晶体的質量及其性能的稳定性都决定于燒結的規範。

微晶体的燒結 目前燒結矿物粉末及金屬粉末的方法用的很广泛。这个方法是陶瓷工业、硬質合金工业及其他工业部門的基础。

自古以来就应用燒結来作为由粉末得到强而紧密的物体的方法，但是这个方法的物理化学过程，至今尚未有一般公認的科学解釋。

国内外科学家們在其著述中創造一些燒結原理。我們認為：将各个晶粒連成一块的晶体間夾層是无定形的玻璃狀層。

試驗証明，燒結强度随着粉碎程度的增加而增加，也随溫度的增高以及溫度作用的時間的加長而增加。

当燒結件的显孔率达到零时，則燒結过程就認為是完全完成了。

因此，燒結可以表出由于将粉末材料加熱而获得紧密物体的过程。

应当指出，在陶瓷工艺中評定燒結質量时，一般都注意孔隙度、相成分与矿物成分，但是很少或者沒有注意晶体大小，形状及相互位置。

由于金屬切削的任务而对陶瓷提出的特殊要求，迫使人們用新的方式重新考虑已定的观点，并且拟定足以能控制陶瓷显微結構形成过程的方法。

由于这些方法而得以把剛玉陶瓷的强度（抗弯及抗压强度）几乎提高到国外文献所载数据的二倍。

微晶体剛玉与其他各式燒結剛玉（也包括熱剛玉在內）的不同处，在于它有非常細的显微結構，并且其中的晶粒尺寸平均在3至1公忽或更小。

为了燒結微晶体（LIM-332），已經拟定了特殊的溫度規範，此規範应当严格遵守，以便保證成品应有的質量。

用那一种方法实现規定的規範在原則上是沒有关系的，因为在任何情況下，对加熱微晶的主要要求是能实现規定的規範。

必須指出，用莫斯科化工学院式爐子的硬質合金联合工厂，在最近三年来在使用这些爐子方面已获得很大的成就，这可由下面事实来証明：联合工厂已經可靠地掌握了抗弯强度为30~35公斤/公厘²和更高的刀片的生产。

今后應該繼續研究的問題是保證在最近一、二年內可靠地提高抗弯强度至40~50公斤/公厘²，和大大降低微晶体产品的价值，現在它的价值是非常高的。

解决这个问题时，必须以把微晶体产品的目前生产水平提高到十倍为依据。

必须組織几个新車間，而对于那些用剛玉微晶体的工业部門來說，亦可以建几个工厂。

4 显微结构及其与各性能的关系

在叙述微晶体 (LM-332 瓷切刀) 的性能时，我們还没有涉及其他切削性能及这些性能与显微结构的关系。

金屬切削方面的專家們應該研究切削性能并确定它与显微结构的关系。

已經肯定的是：微晶体的結晶结构愈細，則其机械性能愈好。影响晶粒大小的有許多因素。圖1、2及3中示出優質刀片与不合格刀片的显微结构。

对微晶体五年研究的結果，肯定了下列事实：

1. 微晶体的生产过程必須轉变为連續的，并且工艺过程要完全机械化与自动化。

如果每套设备的年产量是按現在产量5~6倍左右計劃的，則实现微晶体的这种工艺形式是可能的。

現代的生产規模不能保証 LM-332 刀片的成本降低很多，每片成本不应超过8~10戈比，以代替硬質合金的2盧布至2盧布50戈比。

2. 为了組織大量采用陶瓷刀来加工金屬，就必须注意下列各項：

a) 在1955年上半年采用抗弯强度不低于35公斤/公厘²的 LM 332 陶瓷刀片，在1955年下半年則采用抗弯强度不低于40公斤/公厘²的刀片；

6) 宣布采用陶瓷刀片的竞

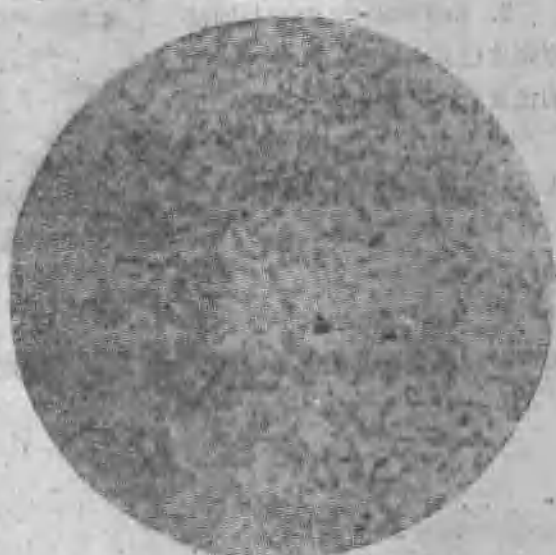


圖1 優質的 LM-332 刀片的磨片(放大 300 倍)。

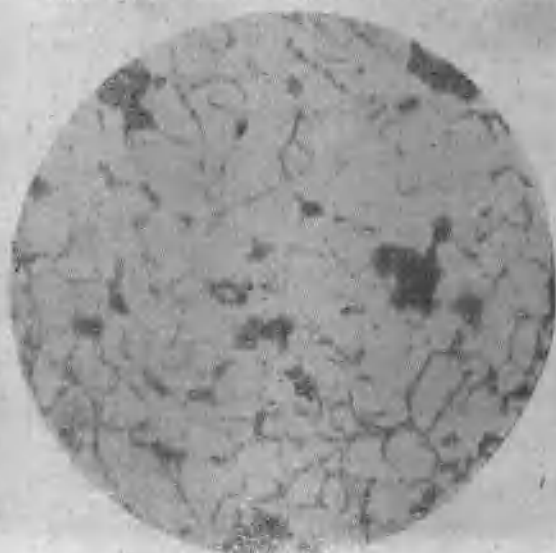


圖2 粗晶粒刀片的磨片(放大 300 倍)。

賽，并訂出金屬切削工厂的集体奖金；

в) 利用建筑与运输机械制造部（該部选莫斯科加里宁工厂，作为試驗基地）的經驗；

г) 請中央机械制造与工艺科学研究院及全苏工具科学研究院加强推行陶瓷刀的工作。

3. 由于微晶体LM-332的抗弯强度已达到 $30 \sim 40$ 公斤/公厘² 的优良水平，和由于在加里宁工厂、战士工厂，謝尔巴柯夫城的工厂及其他地方工作的結果，可以在1955年大胆地大量生产和推行陶瓷切刀。

4. 与增加微晶体的生产量的同时，还要在其他国民經济部門中增加它的应用范围。

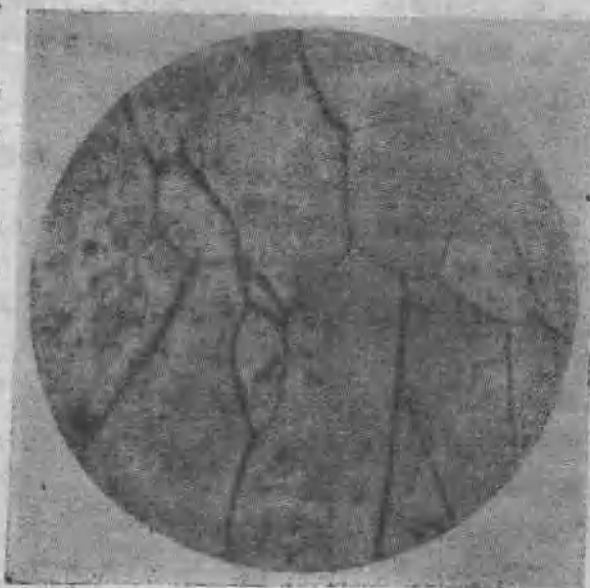


圖3 不合格刀片的磨片(放大300倍)。

克拉斯諾庫特斯基 (И. М. Краснокутский) 工程師

在莫斯科硬質合金聯合工廠中 礦物陶瓷產品的生產

1950年蘇聯已創造出新的剛玉陶瓷材料 ЦМ-332。

ЦМ-332 號陶瓷係由合成的細礦物粉末燒結而成。其強度比現今所知的各種陶瓷材料都高。這種陶瓷的抗彎強度極限為 30~40 公斤/公厘²，抗压強度極限為 380 公斤/公厘²。

這種礦物陶瓷的硬度不遜於紅玉及青玉，並且比硬質合金 Т30К4 的硬度高很多；其紅熱性比各種牌號的硬質合金的都高（圖 1），而其耐火度高於 1950°。

ЦМ-332 號陶瓷目前在金屬切削刀具中、織布機的導線器中及其他制品中可以部分地代替硬質合金。

在莫斯科門捷列夫化工學院中，在基塔-郭羅德斯基指導下所擬定的製造陶瓷 ЦМ-332 的實驗室製造工藝，已經傳給了莫斯科硬質合金聯合工廠，該廠於 1953 年在試制車間中調整了 ЦМ-332 產品的生產。

在聯合工廠中生產工作者以及科學工作者們對於新陶瓷材料所進行的一切工作，都是與下列各單位協作進行的：全蘇技術援助所、莫斯科加里寧機械製造廠，謝爾巴柯夫城的機械製造廠、謝爾巴柯夫絲織聯合工廠以及中央機械製造與工藝科學研究所和其他科學研究所。

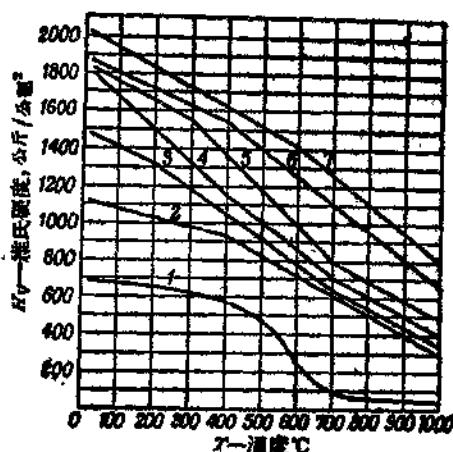


圖 1 硬質合金，陶瓷合金及工具鋼的硬度隨溫度而變化的關係（謝博士卡孔柯夫，И. Ф. Казаков 資料）：
1—高速鋼 P18；2—硬質合金 BK15；
3—BK6；4—T15K6；5—T30K4；
6—BK2；7—陶瓷材料 ЦМ-332。

產品的產量與品種

由於把生產的工藝過程加以合理化和改進的緣故，聯合工廠的員工在原有生產

面积上，把 1954 年的产品产量提高到比 1953 年的多 54%。

在 1954 年里，联合工厂将产品的品种大大增加了以后，已出产了下列产品：

а) 金属切削用的刀片（按 ГОСТ 2209-49）有：109, 111, 113, 225, 227, 223, 723, 725, 726, 729, 730, 731, 1109, 1305, 1307, 1315, 1317, 3201, МК2, МК1, МК3, МК4, К3305；

б) 拉丝模：Б4-01, Б4-04, Б5-06, Г5-05, Д5-0.8, Д5-1.3, Д5-1.8, Д5-2.3, Д5-2.8, Д5-3.8, Е5-3.8, Е5-4.2, Е5-4.7, Е5-5.7, Ж6-6.7, Ж6-12.5, Ж6-14.5, Т20-5.7, Т30-10.5；

в) 喷砂机上的喷嘴——5 种规格型式；

г) 纺织工业用的导线品——4 种规格型式；

д) 制绳工业所用导具——4 种规格型式。

根据用户的预定，目前共出产 70 种规格型式。

出产的陶瓷刀片 ЛМ-332 的质量及 检查这种刀片的新方法

1952 年至 1953 年间出产的陶瓷产品质量是不一致的，其抗弯强度在 18~35 公斤/公厘² 范围以内。刀片强度为 25~30 公斤/公厘² 的金属切削切刀有令人满意的切削性能，但刀片强度低于 25 公斤/公厘² 的切刀则很脆，并且常常碎裂。

在 1954 年第一季度里，把制造矿物陶瓷的工艺改善了，使产品（特别是刀片）的强度增加到了 35~38 公斤/公厘²。为了继续提高强度，就必须改善粉末（原料）及热处理工序的质量，还必须使许多工艺工序自动化。

必须指出：无论在工厂中或是在研究所中，检查成品质量的方法还是没有完全解决。仔细观察陶瓷刀片的外表及用墨水检验以找出髮裂和外来杂质，都是不能令人满意的方法。

为了提高产品的检验质量，实验室中已设计出一种可以查出厚度至 8~10 公厘刀片上的髮裂的仪器。

这种仪器的工作原理如下：把用光束照明的刀片在放大 10 倍后通过箱盒，这样就可以看出髮裂及极微小的内部外来杂质（污垢）。

在观察及研究各批陶瓷的大量磨片的基础上，我们得到下列结论：微晶体中的细粒结构并不能经常保证良好的切削性能。甚至那些机床上工作时迅速毁坏的刀片，也往往是具有细粒结构。显然，要改善陶瓷刀片的切削性能，就要有由各种不同大小晶粒组成的结构。

在联合工厂的实验室中，拟定了微晶体试件的研磨与抛光的方法、磨片腐蚀法及得到显微结构像片的方法，这样就可以检验所出产的各批刀片的粒度了。ЛМ-332 号陶瓷刀片结构的金相研究证明，产品的粒度常是不一致的：有的刀片的基体晶粒为 3 至 6 及 4 至 6 公忽（图 2, 3, 4, 5）；同时除开 1~2 公忽大小的小晶粒以外，也还有

个别的8, 10及15公忽的大晶粒。很多試驗的生产試件中, 含有长达30公忽的長針狀結晶, 这是成分为 $\text{Na}_2\text{O} \cdot 11\text{Al}_2\text{O}_3$ 的 β -矾土。变态的 β -矾土比 α -矾土(剛玉)的硬度低, 且研磨能力也差。所以在矿物陶瓷刀片中不希望有 β -矾土。

为了得到優質的陶瓷材料, 必須用Г-00号矾土, 这种材料中不含 Na_2O 。

燒結 矿物陶瓷刀片是在有增氧鼓風的平底火油爐中燒結的。用此类爐子工作时, 有下列缺点:

- 1) 会得到不均匀的矿物陶瓷成品;
- 2) 一部分成品(5~10%)由于有裂縫而报废;
- 3) 每1公斤产品要消耗的火油达40公斤。

在两年的时期中, 联合工厂的實驗室都是在帶有鉬电阻(管徑120公厘, 長3.2公尺)的剛鋁石电爐中进行燒結微晶体刀片的工作。

当利用氧气时, 爐子的寿命就非常低, 因为在高溫下鉬能产生氮化物。目前已完成了在弱还原剂(氫)中燒結工艺的研究。在电爐中燒結出的刀片的物理机械性能与在平底火油爐中燒結出的相似。

这些刀片的显微結構的研究証明, 这些刀片的粒度較細, 并且較均匀。試驗証明刀片的质量很均匀, 并且比在火油爐中燒結出的产品的切削性能高(表1)。

在矿物陶瓷刀片上鍍金屬 現有的焊合陶瓷刀片的方法不能使刀片牢固地緊固在切削刀具的刀杆凹槽中。所以很多工厂和研究所用机械夾固法將刀片固定在刀杆上。例如, 在莫斯科加里宁机器制造厂中莫罗淑夫工艺師研究出許多机械夾持刀片的結構, 这是有助于迅速并有效地推行陶瓷刀具的。

机械夾刀片可以且适于用在刀杆的开口槽中, 但是这里还没有一种合理的方法。

在刀杆上的密封凹槽中采用机械法夾持刀片是有困难的, 这时必須把刀片焊上。根据用户的反应。推荐的焊合方法不能經常提供足够的夾固强度。

硬質合金联合工厂的實驗室与运输机器制造部全苏設計工艺研究所共同校驗了陶瓷刀片鍍金屬的工作, 和用金屬焊料焊接刀片的工作。我們擬定的在真空爐中用



圖2 ИМ-332 的显微照片。基体晶粒3~6公忽, 很多8公忽的, 个别10公忽的(297批)。



圖3 ИМ-333 的显微照片。基体晶粒3~6公忽, 有8公忽的, 个别是12公忽的(296批)。

銅或透磁鉄鎳合金使陶瓷刀片鍍上金屬的方法如下：在陶瓷刀片的表面上放上搽有粘結劑（賽璐珞在戊基醋酸鹽中的溶液）的鉄鎳合金膏；然後將這個刀片加以熱處理，以便使鉄鎳合金能滲透在刀片的上層中。

使用銅時，刀片要用熔劑蓋住，在熔劑上面放上一塊銅箔，然後將刀片放在真空爐中。爐中的真空要保持8~10分鐘。將銅加熱至熔點總共需要3~4分鐘。

用真空法鍍金屬時，所鍍金屬層的表面平整，而且沒有凸瘤，並且很堅實。

用黃銅和高頻率焊法焊的這種鍍有金屬的陶瓷刀片，檢驗其強度可知，剪應力 σ 達900公斤/公分²，這比用現在已知的其他焊法的強度要高幾倍。這種鍍金屬和用黃銅焊陶瓷刀片的新方法，無論在刀杆上的閉槽及開槽中，都可以作出可靠的帶有陶瓷刀



圖4 UIM-332 的显微磨片。基体晶粒为4~8公忽，有到10公忽的，个别的是12公忽(第4批)。



圖5 UIM-332 的显微磨片。基体晶粒为4~8公忽，有10公忽的，个别的是12~15公忽(第2批)。

表1 用在電爐中燒結出的 UIM-332 号陶瓷刀片所进行的切削試驗

試 驗 材 料	工序数目	与自火油爐中燒結出的刀片比較时的耐用度%
鑄鉄-沿硬度規加工	6	109
軋鋼与鑄鋼-粗加工(3号, 45号, 40X, Y7鋼)	15	150

片的刀具。

真空法可以在各種形狀的陶瓷刀片上鍍金屬，這些刀片中已作出外圓車刀，端面車刀、鏟刀、切斷刀及其他切刀。焊在刀杆上的刀片已在莫斯科硬質合金聯合工廠的切削實驗室中，加里寧工廠中，[戰士]工廠中、柯洛緬的機車製造廠中試驗過。

為了廣泛地把UIM-332陶瓷刀片的真空鍍金屬法推薦給各個金屬加工工廠，就必須擬定和製造特殊設備。

陶瓷刀片的应用

現在舉出在工業中應用陶瓷刀片的幾個例子：

1. 制繩厂用的导向装置中的垫片 在哈尔科夫制繩厂中用圆柱形陶瓷件代替鋼墊，在試驗时表明了結果很好（表2）。

在制繩厂中当用鋼的导向装置时，每隔4~6班，必須使机床停止很長的时间，以便更換导向墊，这就大大地降低了生产率。用陶瓷墊代替鋼墊以后，由于减少了强迫停車时间，就可以增加制繩厂的产品产量。

联合工厂大规模出产的ЛМ-332陶瓷墊片，已在哈尔科夫、哈尔崔茲及列宁格勒制繩厂中采用了。

2. 絲織工业中的导綫器 在莫斯科謝尔巴柯夫絲織联合工厂中的徑紗机上，广泛地采用玻璃、瓷及金屬作的拉綫器与导綫器。它們的寿命不超过2~3周。拉綫器与导綫器寿命短的原因是絲綫及其他类型的纖維将其表面拉出槽子，这就会使綫和由綫所作的布的质量降低。

表2 在制繩工厂中导向装置的陶瓷墊片的相对寿命

墊片材料	寿命		生产对象
	小时	%	
鋼V8	93	100	鋼 繩
陶瓷 ЛМ-332	2782	3000	
鋼V8	140	100	麻 繩
陶瓷 ЛМ-332	3600	2500	
	无磨损		

在1953年硬質合金联合工厂的工作者們在与絲織联合工厂的工艺师們合作下，进行了矿物陶瓷的初步試驗，結果很好。自1954年一月起，謝尔巴柯夫联合工厂就在个别机器上采用了陶瓷拉綫器和导綫架。

在11个月的試驗期中，各种纖維都未拉坏导綫器的表面。同时綫并未变形，这就大大地改进了造絲及天然絲所織的綢的质量。陶瓷导綫盘的寿命已提高到11个月了，它們还可以由現在繼續用至磨損（而玻璃作的导綫器的寿命为2~3星期）。

产品的成本降低了。例如邊緣拋光的玻璃导綫盘值12盧布，而由微晶体作的盘則值6盧布。輕工业部絲織工业管理总局在1955年中应当保証采用微晶体的导綫盘与拉綫器以代替玻璃与普通的瓷器。

在絲織及棉織工厂中采用陶瓷作为导綫器及拉綫器，可以提高絲綢和棉布的质量，并且由于微晶体的寿命高而成本低，所以会給国家带来很大的經濟效果。

3. 噴砂机上的噴嘴 在謝尔巴柯夫机器制造厂中曾在噴砂装置中試驗过內徑8公厘的矿物陶瓷噴嘴，結果它的寿命約为20小时。而所用的淬火鋼噴嘴的寿命則仅为30~50分鐘。因此，用ЛМ-332矿物陶瓷所作的噴嘴的寿命为鋼噴嘴的寿命的30倍。

根据許多工厂的試驗数据，可得出下列結論：用矿物陶瓷噴嘴代替鋼噴嘴可以成功地应用在各种噴砂机上。

4. 切削刀具 在某一机器制造厂中，曾在加工鑄鐵件的两道工序中采用了鑲有 MK4 矿物陶瓷圓刀齿的端銑刀。由于加工余量很大及銑硬皮时有冲击，所以在銑鑄鐵件时刀齿的工作条件相当沉重。

采用帶陶瓷刀片的銑刀可以：

1) 增加主軸轉數：精加工时由 150 增加到 235 轉/分，粗加工时由 95 增加到 150 轉/分；

2) 把走刀量由 147 增加到 186 公厘/分。

与用帶有 BK8 硬質合金刀片的端銑刀加工这个工件比較时，这可以把劳动生产率增加 36%。

在橡胶机械托辣斯同盟（Союзреммаштрест）的一个工厂中曾进行用陶瓷切刀精銑鑄鐵套的試驗，切刀上鑲有 0722 型的 UM-332 号陶瓷刀片，鑄鐵套的布氏硬度为 $H_B = 363 \sim 444$ 。該工厂也用鑲有 BK2 硬質合金的切刀进行这个工序。硬質合金切刀的平均耐用度为 42 分鐘，而陶瓷切刀的平均耐用度为 68 分鐘，因此可以增加劳动生产率 38%。

在莫斯科加里宁机器制造厂中，采用了陶瓷切刀使很多工序的机动時間都大大减少（表 3）了。

表 3

合 金	工 序	切削速度（公尺/分）	机动時間减少到
BK8	加工 $H_B = 200$ 的鑄鐵輪	60	—
陶瓷	同 上	282	4.5 分之一
BK8	精加工鑄鐵形环	88	—
陶瓷	同 上	220	2.5 分之一
T5K10	加工錫杆(40 X)	101	—
陶瓷	同 上	200—260	2 分之一
T15K6	精加工齿輪(45 号鋼)	167	—
陶瓷	同 上	442	2.5 分之一

由表 3 可知，新材料可以很成功的代替硬質合金。即使只节约 15~25%，这种代替也可使國民經濟大大节省昂貴而且稀少的像鎢及鈷这些金屬。

但是在汽車拖拉机工业部、机床制造工业部、工具工业部及航空工业部的大多数工厂中，陶瓷刀具的推行进行得很不好：在很多大工厂中（斯大林汽車厂、高尔基城莫洛托夫汽車厂、齐略宾斯克、哈尔科夫及斯大林格勒的托拉机厂、烏拉尔重型机器制造厂等等）虽然有很好的工程师和高速車工等干部，但是差不多沒有利用陶瓷切刀。这是因为在大多数工厂中还没有指定負責推行陶瓷切刀的工程师的缘故。

在某些工厂中，車工革新者們用了有陶瓷刀片的切刀后，每班中能完成 5~10 个定額。但是，奇怪的是他們的工作經驗是沒有得到推广。

在最短期中新材料应給國民經濟服务，这是毫无疑義的。