76.13
161
2.2

粉末冶金

Φ·艾貞科尔勃等 著
韓 凤 麟 译

中国科学技术大学 图书馆

中[redacted]业出版社

本书系根据苏联黑色与有色冶金科技出版社1959年出版的，Ф·艾貞科尔勃等著的“粉末冶金学的新发展”一书的俄譯本譯出的。原著系德文，1955年由VEB VERLAG TECHNIK BERLIN出版。

书中詳細地闡述了金屬粉末的制造、压制及烧結的理論与实践問題。还詳細論述了粉末金屬材料与烧結材料的制造和其在技术中的应用，并闡述了粉末金屬材料与烧結材料的不同的性能等。

本书系供科学工作者、高等学校教师、从事粉末冶金方面工作的工程技术人員参考之用。

Ф. Айзенкольб
ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ
МОСКВА 1959.

* * *

粉 末 冶 金
韓凤麟 译

*

冶金工业部图书編輯室編輯（北京猪市大街73号）
中国工业出版社出版（北京修绠圆路丙10号）
（北京市書刊出版事业許可証出字第110号）
中国工业出版社第三印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 850×1168 1/32·印张 14 13/16·字数 392,000
1963年1月北京第一版·1963年1月北京第一次印刷
印数 001—790·定价（10—7）2.45元

*

統一书号：15165·1932（冶金-287）

作 者 序

粉末冶金学不仅包括金属粉末制造和烧結材料与制品的制造，而且，还包括这时所发生的与物理化学、无机化学、金属物理及固体物理相关的問題。二十世紀上半世紀，这种材料与制品的生产就已成为現代冶金学的一个相当重要的分支，同时还正在不断地发展着。

德国与外国的文献中，无論是关于整个粉末冶金学或粉末冶金的个别問題都发表有大量的著作。这本书是德累斯頓工业大学材料学院两年的工作成果。作者的目的是基于个人研究与最新文献資料将粉末冶金的各种問題系統化与相互連系起来。恰巧，最近发表的粉末冶金方面的著作数量大增，因此，就必須扩大以前拟定的原稿篇幅。这本书大体上是1954年3月脫稿的；某些較迟的著作在原稿付印期間曾加以补充。

作者认为，这本书包括了决定粉末冶金的理論与实践发展的新著作的大部分。个别研究的內容是摘要叙述的；問題涉及到不同領域时，有关著作将在书的若干章节或专門分出的章节中予以研討。为了书的內容完整，也提到論述粉末冶金的改进与合理应用的著作。只在个别情况下采用了专利資料。

在粉末冶金学的未解决的問題上存在有相互矛盾的观点时，介紹了所有的重要观点。仅当有相当重要的依据时，才偏重于某些肯定的結果。只在有助于理解技术过程的情况下，才談到粉末冶金的应用。

作者的任务是給出关于粉末冶金現状的一般概念。同时，这本书对粉末冶金科学技术的进一步发展也可能是有益的。

艾貞科尔勃

06113

俄譯本序

粉末冶金是一个发展異常迅速的科学技术部門。虽然，粉末冶金比較《年輕》（現代粉末冶金学才几十年）；但其使用范围却极广。在許多场合下，粉末冶金实践的成就都超过了有关的科学研究；至少，常常发現这种情况。

所有国家的期刊每年都发表几百种关于粉末冶金的研究、专利及建議；而且，数量每年都有所增加。也已出版了許多基础論著——专論、概論、教科书。所有这些浩瀚的材料都十分需要系統化。从这种观点看来，应十分注意提供給苏联讀者的这本德累斯頓工业大学材料学院（民主德国）的集体著作，这本书是在教授艾貞科尔勃博士的直接参与和領导下完成的。作者成功地概括了决定粉末冶金理論与实践发展的重要著作，同时給出了关于这个科学技术部門的現状与发展道路的明晰概念。还应指出叙述的精密系統化与严格連貫性，这些都使本书具有很宝貴的教学参考价值。

这是一本公认为对各方面的技术人員——高等技术学校粉末冶金专业与某些相近专业（金属学、金属物理、稀有金属）的师生，以及科学机关的工作者，在有关专业的工业試驗室与工厂車間工作的工程师与技术員——均为有益的技术图书。

根据我們的請求，本版增添了教授艾貞科尔勃博士的簡短跋言，以及1954～1957年期間发表的专門文献的詳細目录。这个目录是按各个問題依年月日的先后順序編成的。

本书是由莫斯科鋼学院稀有金属冶金与粉末冶金教研室的教师技术科学副博士馬烏拉赫，莫茲茹欣与那坦松及技术科学副博士列文翻譯的。

編　者

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　录

作者序
俄译本序
第1章　粉末冶金的发展和对国民经济的意义(塞费尔特)… 1
概述…… 1
经济学…… 5
参考文献 …… 8
第2章　金属粉末（艾尔里赫） …… 9
金属粉末制造…… 9
制造粉末的机械法…… 9
用还原法制造粉末……19
电解粉末的制造……27
制造金属粉末的其他化学方法 ……31
特殊粉末的制造……34
金属粉末的物理性能与物理化学性能……43
决定于粉末活性的性能 ……44
金属粉末的磁性能……49
金属粉末的研究方法……53
物理研究方法 ……54
化学活性的研究……69
力学-工艺学的试验方法……70
化学分析 ……75
参考文献 ……77
第3章　金属粉末的压制（包姆加尔特） ……83
冷压制…… ……83
压制时的过程……83
压制压力与密度之间的关系 ……84
压块体积中的压力与密度的分布……87
特殊压制方法……92
热压制……92
热压制的影响……92
加热方法 ……94

金属粉末压制时的性状（維季格）……94
参考文献 ……97
第4章 烧结理论（丘姆列尔） ……97
烧結过程的热力学……98
烧結反应的开始…… 101
一元系統烧結的动力学…… 112
物质迁移概述…… 112
物质迁移过程的研究 …… 113
烧結現象学的研究 …… 136
阻滞与加速烧結的因素 …… 144
多元系統…… 160
无液相烧結 …… 162
液相烧結 …… 168
烧結的进程与程度的研究 …… 174
結語…… 175
参考文献 …… 178
第5章 烧结物体的物理性能（维季格） …… 182
密度与力学性能…… 183
电性能…… 186
磁性能…… 187
粉末材料性能的相互依賴性和結构的影响（丘姆列尔与維季格）…… 191
参考文献 …… 198
第6章 粉末材料的抗腐蚀性能（丘姆列尔） …… 199
电解质中腐蚀…… 199
气体介质中腐蚀（形成氧化皮）…… 201
防腐蚀…… 205
参考文献 …… 208
第7章 工艺设备（谢尔尼卡乌） …… 209
生产金属粉末用的設备…… 209
压制装置…… 212
炉子設备…… 218
参考文献 …… 220
第8章 铁材料（艾贞科尔勒） …… 220

生产与应用范围…… 220
烧結鉄与烧結鋼的性能和試驗…… 241
烧結合金鋼…… 256
参考文献 …… 271
第9章 有色金属（难熔金属除外）（艾贞科尔勃）…… 273
轻金属…… 274
有色重金属…… 286
貴金属…… 293
参考文献 …… 301
第10章 多孔性烧结材料（艾贞科尔勃）…… 302
参考文献 …… 311
第11章 机械与机构零件（巴姆加尔特）…… 311
多孔性零件…… 312
精密零件…… 313
粉末材料的特殊应用領域…… 314
参考文献 …… 315
第12章 难熔金属（施宾德列尔）…… 315
鎢…… 317
鉬…… 317
鉻…… 320
鉅…… 321
鈮…… 322
釩…… 323
鉭…… 324
鋯…… 325
鈦…… 330
鉿…… 336
参考文献 …… 336
第13章 金属碳化物与烧结硬质合金（巴姆加尔特）…… 339
金属碳化物…… 339
难熔化合物的結构与粘結剂 …… 339
碳化物的制造与性能 …… 341
烧結的硬质合金…… 346

硬质合金生产…… 348
硬质合金的研究…… 351
硬质合金的应用…… 356
参考文献 …… 364
第14章 硅化物、硼化物及氮化物基材料(艾贝科尔勃)… 367
硅化物…… 367
硼化物…… 377
氮化物…… 388
参考文献 …… 391
第15章 陶瓷金属材料（施特罗别尔与李赫捷尔）…… 392
参考文献 …… 410
第16章 磁性材料（拉斯曼与维季格）…… 411
磁介质…… 411
永久磁体…… 418
一般烧结材料…… 418
超细粉末磁体…… 420
非金属磁性材料 …… 423
软磁材料…… 423
参考文献 …… 424
第17章 浸渍合金、假合金及电接点材料（德久巴）…… 425
铁基浸渍合金…… 427
其他浸渍合金…… 429
电接点材料（假合金）…… 430
参考文献 …… 437
第18章 真空材料与吸气剂（维季格）…… 438
参考文献 …… 441
1954—1957年期间粉末冶金学的发展（作者的跋）…… 441
补充参考文献 …… 444

第1章　粉末冶金的发展和对国民經济的意义

塞費尔特

概　　述

現在，許多国家都对粉末冶金賦予极大注意，故有数量相当可观的著作闡明了粉末冶金的現代发展。有些著作闡述了粉末冶金的一般原理，另一些著述专讲了粉末冶金的不同部分。战时，粉末冶金发展的方向主要是改进已有材料与研究新的特殊材料，不断扩大成批生产的鋼鉄粉末冶金制品的品种，后者是由于粉末冶金在制造尺寸精确的零件时特别有利的緣故。許多作者都研究过战后粉末冶金的发展过程。赫尤提格与基費尔[1]概述过世界上重要国家的粉末冶金的現代技术經济状态。作者指出了鈦、鉬、鋯及其他以前很少利用的金属应用的扩大情况，同时还指出了适于用粉末冶金法生产和粉末冶金生产的制品的許多情况。

粉末冶金的增长刺激了粉末冶金过程原理——金属的粉末状状态，粉碎，压制，烧結及浸漬过程的学說的研究进一步发展。扩大了碳化物、硅化物、硼化物及氮化物的研究。至今，对无机化学的这些領域还研究得很少。

别涅索夫斯基[2—5]渊博地評述过粉末冶金学。他在发表的論文中簡短地摘要叙述了德国与其他国家在1949至1954年初这段时間內粉末冶金方面的重要著作，他特别着重指出了稀有金属与难熔金属方面的成就。

什拉傑尔与法連勃拉赫[6]研究了粉末冶金的原理、現状及任务。他們将粉末金属材料分为不經烧結即压制金属粉末（大半

情况是借粘結剂）制造的材料，和經液相（或无液相）烧結制造的材料。作者指出了这还沒有令人滿意的烧結理論，并认为必須从理論与实驗上詳細地研究与烧結过程有关的問題。

基費尔与霍托普的著作〔7〕中詳細叙述了1948年以前鋼鉄粉末冶金的发展。艾貞科尔勃〔8,9〕也报导过这个問題。他指出了战爭后果所造成的与阻碍粉末冶金在德国发展的困难，虽說，近年来能够将粉末冶金的发展水平提高到現代水平。注意到鉄粉的机械粉碎法制造已轉为雾化法制造。此外必須指出，改进了烧結鋼制品的性能，并且适当地扩大了这种材料的使用范围。

鑒于粉末冶金日益增长着的意义，在最近出版的《鉄与鋼》手册中个别篇章专門讲述了粉末冶金材料；霍托普与李特察烏〔9a〕在其中汇集了关于粉末冶金材料的最重要的資料。

不久以前才譯成德文的巴利新的关于粉末冶金的現代发展与状态（特别是在苏联）的专著❶引起了兴趣。书中指出，这个技术部門在苏联具有怎样的意义，和如何众多的苏联科学家参加了发展粉末冶金。相当全面地闡明了粉末冶金在最新技术中的作用的烏曼斯基〔9б〕也着重指出了粉末冶金对于苏联工业的意义。在这方面还可指出关于1953年初在莫斯科举行的粉末冶金会議的报导，在这次会議上討論了粉末冶金的現状与今后发展的前景。在苏联认为粉末冶金的科学問題与技术应用都具有特殊的意义。

格林烏德〔10，11，12〕叙述了英、美、德、苏的粉末冶金的状态，列举了近十年来发表的粉末冶金方面的著作。格林烏德着重指出了用一种金属浸潰另一种金属制造的鋼組合物的意义，这种組合物比其他金属好的地方，及金属陶制硬质合金方面的成就。作者认为《陶瓷金属》的創制是現代粉末冶金的重要成就。《陶瓷金属》是由金属与热稳性的非金属物质——氧化物、碳化物及硼化物——的混合物制成的。格林烏德认为，由被复以較軟金属的硬质基体材料顆粒組成的《多层》粉末的应用是有前途

❶ 見书末的文献目录。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

的。他还指出了鈦的日益增长着的意义，和用鈦制造难熔的与热稳性的碳化物。按格林烏德的意見，以后，粉末冶金应对高溫材料、热强材料及热稳性材料的制造給予很大注意，故作者认为上述的陶瓷金属材料的发展特别有前途。

什瓦尔次科普夫发表了許多与粉末冶金一切領域有关的有趣資料〔13，14，15〕来补充他所著的《粉末冶金的理論与实践》一书。

兰格哈麦尔〔16〕着重指出了，研究对于探索粉末冶金新的使用領域的意义。他着重指出了，粉末冶金零件比鑄造零件好的地方，和前者的优良性能；指出了用粉末冶金法制造自动潤滑軸承与其他零件时可省掉許多道工序。他着重指出，借制造金属与非金属組分的組合物，有可能进一步改进其质量。

粉末冶金在人民民主国家也取得了很大成就。按阿格泰(Agte)的报导〔17〕，1945年以前，捷克斯洛伐克实际上沒有粉末冶金方面的研究，那时粉末冶金制品的生产还非常有限。1949年，捷克斯洛伐克才建立了专門的粉末冶金研究所。除研究像硬质合金、难熔金属、电接点合金、磁性材料、烧結鋼、过濾器及剎車片这类重要的材料的問題外，他們还研究了粉末冶金的原理。1952年国民經济改組时，这个研究所改由捷克斯洛伐克人民共和国黑色冶金与矿业部領导。对研究所也提出了其他的重要課題，首先是用本国原料制造以前从国外进口的制品。1953年捷克斯洛伐克举行的粉末冶金会議表明，捷克斯洛伐克在粉末冶金方面进行了紧张的工作，同时也取得了頗大成就。

勃利亚克〔18〕叙述波兰人民共和国粉末冶金发展的著述引起了兴趣。在波兰，几乎在一切粉末冶金部門都取得了一定的成就。

魯特科夫斯基〔19〕較詳細地叙述了在波兰进行的工作；他认为，研究粉末冶金时的主要困难是由于工艺过程的許多因素不定而造成的。上述的著作中詳細研究了粉末的制造方法，这些粉末的性能与制造方法的关系。着重指出，用較易熔金属浸潰多孔性

烧結制品的优点。

对于制造不大的烧結制品，例如，齿輪、变压器芯子和永久磁体，提出过許多建議的特尔热勃亚托夫斯基〔20〕闡述了重要的生产問題。他还詳細叙述了只能用粉末冶金法制造的特别难熔的金属与合金，陶瓷金属及多孔性金属的制造与加工。

大川〔21〕叙述了日本1952年以后的粉末冶金的发展。与其他工业国比起来，粉末冶金在日本的实际应用发展不大；但是近年来，日本已取得了一些成就。大川认为，未来的主要課題是进一步改进工业設备，研究粉末的物理与化学性能，以及查明烧結机理。

最近的专門文献中詳細地闡述了粉末冶金的一般問題。已提到过基費尔与霍托普，巴利新及什瓦尔次科普夫的著作。盖特采尔的三卷集《粉末冶金学》中論述了这个技术部門的所有問題。这部著作的第三卷中列出了1951年以前发表的一切工作的題目目录和有关的专利及所研究的著作的簡評。

1929年11月出版的斯卡烏皮的书《金属陶制学》（当时为不大的小册子），于1950年出版了大大修改补充过的第二版〔23〕。和1948年出版的基費尔与霍托普的《粉末冶金与粉末冶金材料》一书的第二版〔24〕一样，上述斯卡烏皮的书对科学与生产也是特别珍貴的貢献。

基費尔与什瓦尔次科普夫（在别涅索夫斯基与列申斯基参加下）写的《硬质合金》一书中詳細叙述了持硬金属互化物与硬质合金的发展〔25，26〕。

阿格泰与别特尔德里克〔27、28、29〕在《金属粉末的性能与試驗》、《硬质合金》、《鎢与鉬》三书中，詳細研討了現代粉末冶金学的重要領域。

許多国家，在多次会議上都詳細討論过粉末冶金学的問題，在这些会議上都有著名的专家作报告。这些报告和討論的內容都是广大的有关专家可以了解的，同时都以书籍或专門出版的科学技术公报的形式发表了。例如，1952年在列烏特（契罗利）組織

的《De re metallic（普兰西）》第一次报告会上宣讀的报告皆汇集于别涅索夫斯基出版的《粉末冶金学》一书中〔30〕。

許多国家都設有专門的粉末冶金委員会，在委員会的会議上也討論所发表的关于各种粉末冶金問題的报导。

经 济 学

許多专門著作都讲过粉末冶金在制造金属材料时的經济意义；其中还着重指出了粉末冶金在技术中日益增长着的意义。例如，赫尤提格与基費尔〔1〕指出了粉末冶金材料在美国汽車工业中的重大实际意义，汽車工业的需要促进了粉末冶金生产的发展。

应該特别指出，粉末冶金在实际利用某些难加工的金属的行业中的重大作用。例如，鈦和鉭最初只能用粉末冶金法制造，較迟，这些金属才能用熔化法制造。

粉末冶金大批生产的經济适宜性在很大程度上取决于金属粉末的价值。为了滿足更高的要求，常常采用合金化粉末或不同金属的粉末混合物。

制造的零件的尺寸是經济性的另一标准。因为压机与压模的价值占成本的一大部分，故应当力求用一副压模压制出尽可能多的尺寸相同的制品。美国正在制造重达100公斤的制品，計划制造重达300公斤的制品〔31〕。

当然，决定零件的制造方法（鑄造，压力加工，切削加工或金属粉末压制）时，还必須考虑到对产品质量的要求。

米特舍与奥尼特什〔32〕分析过鑄造与烧結坯件的优缺点。烧結件的特殊优点是沒有偏析。在还原性气氛中烧結时，照例，可除去烧結制品中可能存在的氧化膜染污。常常把鑄件的密度高看作是比烧結制品优越的地方，但鑄件的密度也并非总比烧結制品高。由鋼錠制造的金属，大体上只有經过压力加工（和热处理——編者注）后才会具有最佳性能；故奥尼特什与米特舍认为，

制造作为軋制与鍛造毛坯的粉末材料是有意义的，从而可消除鑄造金属固有的許多不良性能。湟捷尔与齐尔姆〔33〕认为，直接軋制鉄粉制造带鋼比鑄造与軋制鋼錠便宜，問題就在于此。

弗兰先〔34〕的著作批判地分析了粉末冶金生产的經济学。他根据統計資料作出了关于損耗根源，废品原因，以及評定半成品所需資料的有趣結論。

弗兰先〔35〕还研究过軋制粉末的經济学；軋制粉末法对于制造一定的材料（如減磨材料）可以采用，而对于另外一些材料粉末的价值具有决定性的意义。

只有以后加工半成品时的节約超过比鑄造金属之价值高的粉末价值时，用粉末生产半成品在經济上才是适宜的。包南諾〔36〕根据他的工作經驗，借分析生产贏利性的技术与經济的先决条件，比較了烧結零件生产的优缺点。儘管設备的基本价值与管理費用都很高，烧結制品的价值还是比鑄造金属低。这首先是由于制造周期短和粉末冶金生产法可与其他加工方法，如淬火、滲碳、焊接或电鍍相結合的緣故。

齐哈切夫〔37〕的比較各种方法制造的制品的精度的工作引起人們的兴趣。按照这些資料，除切削加工外，粉末冶金法比所有的其他生产方法都优越。这时，可保証的精度甚至比精密鑄造都高。精度級与制造方法的关系如下。

	精度級
机械鑄造	7
硬模鑄造	4
离心鑄造	4
压力鑄造	3
自由鍛造	9
热模压	7
冷模压	6
深拉	4
精压	3
粉末冶金生产	2

当地的具体条件和提出的要求对粉末冶金法的应用具有决定性的影响。不言而喻，只能用粉末冶金法制造的材料，如某些难熔金属，許多硬质合金或多孔性机械零件具有特殊的意义。就是用較易弄到的与較易加工的金属全部或部分地代替稀缺的貴重金属的可能性也具有重大的意义，故应提到想以陶瓷金属材料与用烧結鉄材料代替烧結有色金属材料的意图。

設备——自动压机与高生产效率的烧結炉——在粉末冶金生产中起着重大的作用。

因为，如上面指出的，生产的大量性对生产的經济性有重大影响，故目的在于使零件尺寸划一的每一措施对粉末冶金的发展都将是有利的。

应特别指出材料試驗的意义。专門委員会曾討論过关于原材料与粉末冶金制品成品的試驗須知。并且，通过了顧及到了这类材料特点的决議。評定粉末冶金制品的质量应与鑑定鑄造或鍛造制品少許有所不同，因此，对于粉末冶金材料必須另外制定质量标准。

巴利新在其著的一书的最后一章〔38与38a〕（这本书大体上是1946年写的）中分析了粉末冶金的經济学与发展远景。按他的意見，在全世界的冶金生产中粉末冶金部分总共才占0.1%左右，但是，粉末冶金的重大經济意义不在于产品数量，而在于用这种方法制造的产品的质量。巴利新认为，粉末冶金材料的意义将来定会增大，改进制造工艺，扩大已有粉末冶金材料的应用及研究新的粉末冶金材料都是这一点的保証。

最后，应指出粉末冶金（特别是在德国）在工业的修理业务中的良好作用。由于战后最初几年原料非常缺乏，連許多重要机械零件的制造都变得很困难。可是，用粉末冶金滑动軸承（即含油軸承——譯者）代替滚动軸承和用粉末冶金法制造急需的許多其他的碳鋼与合金鋼零件帮助克服了这些困难。

参考文献

1. Hüttig, G. F., Kieffer, R.— Angew. Chemie, 1952, Bd. 64, S. 41—54.
2. Benesovsky, F.— Metall, 1950, Bd. 4, S. 332—36.
3. Benesovsky, F.— Metall, 1951, Bd. 5, S. 384—88.
4. Benesovsky, F.— Metall, 1952, Bd. 6, S. 679—85.
5. Benesovsky, F.— Metall, 1954, Bd. 8, S. 378—85.
6. Schrader, H., Fahlenbrach, H.— Z. Vereines dtsch. Ingr. 1949, Bd. 91, S. 485—92.
7. Kieffer, R., Hotop, W.— Sintereisen und Sinterstahl. Wien, Springer—Verlag, 1948.
8. Eisenkolb, F.— Metallurgie und Giessereitechnik, 1951, Bd. 1, S. 241—44.
9. Eisenkolb, F.— Forsch. und Fortschritte, 1954, Bd. 28, S. 164—71.
9а. Hotop, W., Ritzau, G. Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, J 41—1/—4, Düsseldorf, Verlag Stahleisen, 1953.
9б. Уманский, Я. С. Порошковая металлургия и ее применение в современной технике. М., Изд-во «Правда», 1950.
9в. Камионский, Л. М.— Вестн. машиностроения, 1953, № 7, с. 100—03.
10. Greenwood, H. W.— Engineering, 1947, v. 163, p. 492;— Metall, 1948, Bd. 1/2, S. 118—19.
11. Greenwood, H. W.— Metallurgia (Manchester), 1950, v. 42, p. 336—38.
12. Greenwood, H. W.— Machinery (London), 1951, v. 79, p. 236—37.
13. Schwarzkopf, P.— Powder Metallurgy Bull., 1949, v. 4, p. 28—56.
14. Schwarzkopf, P.— Powder Metallurgy Bull., 1949, v. 4, p. 64—111.
15. Schwarzkopf, P.— Powder Metallurgy Bull., 1950, v. 5, p. 4—14.
16. Langhammer, A. J.— Metal Progr., 1952, v. 61, p. 72—75.
17. Agte, C.— Hutnické Listy, 1953, r. 8, s. 257.
18. Bryjak, E.— Hutnik (Polska), 1951, t. 18, s. 279—84.
19. Rutkowski, W.— Hutnik (Polska), 1951, t. 18, s. 293—97.
20. Trzebiatowski, W.— Hutnik (Polska), 1951, t. 18, s. 275—78.
21. Ogawa, K.— Powder Metallurgy Bull., 1948, v. 3, p. 128—29.
22. Goetzel, C. G. Treatise on powder metallurgy. New York—London, Interscience Publichers Inc., 1949, v. 1; 1950, v. 2, 1952, v. 3.
23. Skaupy, F. Metallkeramik. Berlin, Verlag Chemie, 1950 (4 Aufl.).
24. Kieffer, R., Hotop, W. Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe, Berlin—Göttingen—Heidelberg, Springer-Verlag, 1948 (2 Aufl.).
25. Kieffer, R., Schwarzkopf, P. Hartstoffe und Hartmetalle. Wien, Springer—Verlag, 1953.
26. Schwarzkopf, P., Kieffer, R. Refractory hard metals. New-York, The Macmillan Company, 1953.
27. Agte, C., Petrdlik, M. Vlastnostikovových prásku a jejich mereni. Praha, Technicko—Vedecké, 1951.
28. Agte, C., Petrdlik, M. Tvrdé kovy. Praha, Práce-Vydavatelstvo Roh, 1951.
29. Agte, C., Vacek, J. Wolfram a molybden.
30. Benesovsky, F. Pulvermetallurgie. I Plansee Semin. Wien, Springer—Verlag, 1953.
31. Langhammer, A. J.—Precis. Metal Mold., 1953, v. 11, p. 34—35, 80—81.
32. Mitsche, R., Onitsch, E. M.— Berg- und Hüttenmänn Monatsch., 1950, Bd. 95, S. 61—64.
33. Naeser, G., Zirm, F.— Stahl und Eisen, 1950, Bd. 70, S. 995—1004.
34. Fransen, H.— Metall, 1950, Bd. 4, S. 484—86.
35. Fransen, H.— Metall, 1954, Bd. 8, S. 365—68.
36. Bonappo, J. L.— Mater. and Methods, 1952, v. 35, p. 101—05.
37. Чихачев, С. А. Труды Всесоюзной конференции по станкостроению. Т. 2. Машгиз, 1946, с. 213.
38. Balschin, M. Ju.— Pulvermetallurgie. VEB Verlag Wilhelm Knapp, Halle (Saale), 1954.
38а. Бальшин, М. Ю. Порошковая металлургия. Металлургиздат, 1948.

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com