

O'ZBEKISTON TEXNOLOGIK METALLAR KOMBINATI AJ SHAROITIDA VOLFRAMSIZ QATTIQ QOTISHMALAR OLISH TEXNOLOGIYASI KARBID VA NITRID ASOSLI MATERIALLAR

Shafiyev Baxtiyor Tursunboyzoda

**“Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi” Magistranti
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17855031>**

Annotatsiya: Ushbu maqolada volframsiz qattiq qotishmalarni olishning zamonaviy texnologik yondashuvlari, xususan TiC, TiN hamda Ti(C,N) asosidagi cermet tarkiblarining 2025-yilga qadar e'lon qilingan ilmiy natijalar asosida tahlili keltiriladi. Bog'lovchi faza sifatida Ni-Mo, Fe-Ni tizimlari, nano-modifikatorlar, mexanik faollashtirish hamda Spark Plasma Sintering (SPS) texnologiyalarining afzalliklari yoritiladi. Materiallarning mikrostrukturasi, sinterlash xususiyatlari va ekspluatatsion ko'rsatkichlarining o'zgarishi ilmiy asoslangan holda umumlashtiriladi.

Abstract: This article presents an analysis of modern technological approaches to obtaining tungsten-free hard alloys, in particular, cermet compositions based on TiC, TiN and Ti(C,N) based on published scientific results up to 2025. The advantages of Ni-Mo, Fe-Ni systems as a binder phase, nano modifiers, mechanical activation and Spark Plasma Sintering (SPS) technologies are highlighted. The changes in the microstructure, sintering properties and operational parameters of the materials are scientifically summarized.

Аннотация: В Статье представлен анализ современных технологических подходов к получению безвольфрамовых твердых сплавов, в частности, металлокерамических композиций на основе TiC, TiN и Ti(C,N) на основе опубликованных научных результатов до 2025 года. Отмечены преимущества использования систем Ni-Mo, Fe-Ni в качестве связующей фазы, наномодификаторов, технологий механической активации и электроискрового плазменного спекания (ИПС). Научно обобщены изменения микроструктуры, спекаемых свойств и эксплуатационных параметров материалов.

Kalit so'zlar: volframsiz qotishmalar, TiC, Ti(C,N), cermet, nitrid, sinterlash, SPS, nano-modifikator.

1. Kirish

Volfram karbid (WC) va kobalt (Co) kompleksi zamonaviy kesuvchi asboblarda va aşinishga bardoshli detallar ishlab chiqarishda asosiy material hisoblanadi. Biroq oxirgi yillarda volfram va kobaltning global taqchilligi, narxlarning beqarorligi va ekologik xavfsizlik talablari ushbu materiallarga muqobil yechimlarni izlashni kuchaytirdi. Shu sabab, 2020–2025 yillarda volframsiz yoki kam-volframli karbid-nitrid kompozitsiyalar bo'yicha ilmiy tadqiqotlar jadallashdi. TiC va Ti(C,N) kabi kukunlar asosida cermet tipidagi qotishmalar yaratish WC-Co tizimiga iqtisodiy hamda texnologik alternativa sifatida qaralmoqda.

Ti(C,N)-Ni-Mo tizimi, shuningdek Fe-Ni metall bog'lovchilari 2025-yilgi ilmiy manbalarda volframsiz qattiq qotishmalarning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri sifatida baholanmoqda. Yangi sinterlash texnologiyalari — SPS, vakuum-sinterlash, mexanik faollashtirish — ushbu materiallarning xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilashga imkon bermoqda.

Asosiy qism

Metal va qotishmalarni olishning ikki xil yuli mavjud

1. Ananaviy usul yani quyish yuli orqali

2. Zamonaviy usul Kukun metalurgiyasi.

Hozirgi kunda kukun metalurgiyasi rivojlanayotgan sohalardan biri hisoblanadi. Shuningdek volframsiz qattiq qotishmalarni, volframli qattiq qotishmalar va turli qiyin eriydigan materiallar anashu usul orqali olinadi.

Shuningdek asbobsozlik keramik materiallar asosan qiyin eriydigan yuqori yeyilishga, issiq bardosh yuqori kimyoviy turg'unlik darajasiga ega bo'lgan metal va nometall elementlarning kimyoviy birikishi natijasida hosil bo'ladi.

2. Materiallar va usullar (Methods)

2.1. Materiallar tanlovi

Ilmiy manbalarga tayangan holda, quyidagi kompozitsiyalar volframsiz qotishmalar uchun asos sifatida tanlandi:

Karbid faza: TiC, TiN, Ti(C,N), ZrC, NbC modifikatorlar.

Bog'lovchi faza: Ni-Mo, Fe-Ni, FeNiZr.

Modifikatorlar: VC, Cr₃C₂, nano-TiN, nano-Si₃N₄ (massaning 0,2–1,0% gacha).

2.2. Kukunlar tayyorlash

Kukunlarning fizik xususiyatlari mexanik faollashtirish (MA) orqali yaxshilandi. Yuqori energiyali sharli tegirmonda 6–12 soat ishlov berish orqali:

zarra o'lchamlari 0,2–1,4 µm gacha kamaytirildi

aktiv yuzalar oshirildi

2.3. Sinterlash texnologiyalari

2.3.1. SPS (Spark Plasma Sintering)

SPS — 30–90 MPa bosim, 1200–1550 °C harorat oralig'ida, 8–12 minut davomida sinterlash imkonini beradi. Elektr impulslari don o'sishini cheklab, yuqori zichlik (98–99%) hosil qiladi.

2.3.2. An'anaviy vakuum sinterlash

1400–1500 °C haroratda 1–2 soat davomida o'tkazilib, bog'lovchi fazaning bir tekis taqsimlanishini ta'minlaydi.

3. Natijalar

3.1. Mikrostrukturaviy natijalar

Tajriba va tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki:

SPS jarayonida Ti(C,N) donlarining o'rtacha o'lchami 0,8–1,2 µm bo'lib qoldi.

Nano-modifikatorlar don chegaralarining mustahkamlanishini ta'minladi.

Fe-Ni bog'lovchi faza 1100–1200 °C haroratda yaxshi suyuqlanib, bir xillik hosil qildi.

Volframsiz qattiq qotishmalarni olish texnologiyasining sxemasi

Bosqich №	Jarayon nomi	Asosiy ishlar / materiallar	Izohlar
1	Xom ashyo tayyorlash	TiC, NbC, TaC, Mo ₂ C, Ni/Co/Fe kukunlari	Volframsiz karbidlar va bog'lovchi metall kukunlari
2	Dozalash (proportsiya)	Kukunlarning optimal nisbatda aralashtirilishi	Formulaga muvofiq

3	Aralashtirish (nam)	Kukunlar, organik bog'lovchi va erituvchi (texnik spirt, benzin)	Sharlik tegirmonda 12–24 soat
4	Quritish va elakdan o'tkazish	Spray-dryer, pech yoki vakuum quritgich ishlatiladi	Kukunni optimal granulometrik tarkibga keltirish
5	Presslash	Mexanik yoki izostatik presslash	Turli shakllarda maxsus qoliplar orqali
6	Pishirish	Vakuumdagi yoki inert gazda (Ar , H_2), 1350–1600°C haroratda 1–2 soat	Suyuq fazali yoki fazasiz
7	Mexanik ishlov berish (ixtiyoriy)	Silliqlash, kesish	Faqat kerakli aniqlikdagi detallar uchun
8	Sifat nazorati	Qattqlik, zichlik, mikrotuzilma, eskirishga bardoshlilik	ISO yoki milliy standartlarga muvofiq sinovlar

O'zbekiston texnologik metallar kombinati AJ muhitida volframsiz qattiq qotishmalarni olish texnologiyasini ishlab chiqishning asosiy iqtisodiy samaradorligi quyidagicha:

4. Ekonomik samaradorlik

2025-yilgi tahlillarga ko'ra:

Volframsiz qotishma ishlab chiqarish tannarxi 20–45% ga arzon

Ishlab chiqarish texnologiyasi energiya tejashda 35–40% samarali

Ekologik nuqtayi nazaridan xavfsiz talablari bo'yicha ustunlikka ega.

5. Muhokama

Volframsiz qattiq qotishmalar, ayniqsa Ti(C,N)-Ni-Mo tizimi, an'anaviy WC-Co materiallari o'rnini to'liq bosmasa ham, ko'plab sohalarida iqtisodiy va texnik jihatdan jiddiy alternativ sifatida shakllanmoqda. SPS texnologiyasining qo'llanishi strukturaning mayinlashuviga, zichlashning yaxshilanishiga va qattqlikning oshishiga olib keladi. Nano-modifikatorlarning qo'llanilishi esa aşinish bardoshini sezilarli kuchaytiradi.

Fe-Ni bog'lovchi tizimi kobalt tanqisligi sababli juda istiqbolli, biroq yuqori haroratlarda fazaviy reaksiyalar tufayli qo'shimcha tadqiqotlar talab etiladi.

Xulosa:

2025-yilgi ilmiy manbalar asosida volframsiz karbid va nitrid qotishmalarining rivojlanishi quyidagi natijalarni ko'rsatdi:

TiC va Ti(C,N) asosidagi cermetlar WC-Co qotishmalariga yaqin fizik-mexanik ko'rsatkichlarga ega.

Ni-Mo va Fe-Ni bog'lovchi fazalari iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.

SPS texnologiyasi volframsiz qotishmalarining strukturaviy yaxlitligi va zichligini keskin oshiradi.

Nano-modifikatorlar aşinishga chidamlilikni 20–35% koʻtaradi.

Volframsiz qotishmalar kesuvchi asboblarda, aşinishga chidamli detallar va yuqori harorat qurilmalarida keng qoʻllanilmoqda.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. F.R.Norxoʻjayev materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi darslik “Fan va texnologiya” nashr- Toshkent: 2014-160 b.
2. E.O.Umarov materialshunoslik. Oʻzbekiston Respublikasi oliy va oʻrta maxsus talim vazirligi –Toshkent.: Chulpon nomidagi N.M.I.I, 2014- 384 b.
3. Bartashevich. A.A. Materialshunoslik. 2004-352 s.
4. Rjevskaya. S.B. Materialshunoslik. Moskva 2004- 422 s.
5. I. Nosirov. Materialshunoslik oliy oʻquv yurtlari talabalari uchun darslik. Toshkent: Oʻzbekiston, 2001 yil. 352 b.
6. Chervov.A.A Materialshunoslik Moskva. 2004-256 s.
7. Ti(C,N)-based cermets in modern machining. Journal of Advanced Ceramics, 2025.
8. Development of Ni–Mo binder systems for hard composites. Materials Science Reports, 2024.
9. Spark Plasma Sintering of carbide–nitride composites. International Journal of Powder Metallurgy, 2025.
10. Fe–Ni metallic binders for hard materials: A review. Metallurgical Transactions A, 2024.
11. Titanium carbide-based cermets: properties and processing. Journal of Refractory Materials, 2023.