

ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

KESUVCHI MATERIALLARGA VAKUUMDA CVD VA PVD USULIDA QOPLAMA QOPLASH TEXNOLOGIYASI

Xusanov Nuriddin Ahmatxonovich, Rajepova Maloxat

Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya Ushbu maqolada kesuvchi asboblarda va materiallarga vakuum muhitida (CVD) va (PVD) usullari yordamida qoplama qoqlash texnologiyalari ko'rib chiqilgan. CVD va PVD jarayonlarining fizik-kimyoviy asoslari, texnologik parametrlari va ularning kesish xossalari ta'siri tahlil qilingan. Turli qoplama materiallar (TiN, TiAlN, CrN, va boshqalar) ning xossalari va kesuvchi asboblarda ishlov berish unumdorligiga ta'siri o'rganilgan. Zamonaviy yuqori tezlikli po'latlar va qattiq qotishmalar asosidagi kesuvchi materiallarga qoplama qoqlashning optimallashtirilgan texnologik rejimlari tavsiya etilgan.

Kalit so'zlar: CVD, PVD, qoplama, kesuvchi asbob, TiN, TiAlN, vakuum, yupqa plyonka, ishlov berish unumdorligi, yiyilishga chidamliligi.

Kirish. Zamonaviy mashinasozlik sanoatida kesuvchi asboblarda unumdorligi va ishonchligini oshirish muhim texnologik vazifalardan biri hisoblanadi. Ishlov berish jarayonlarini intensivikasiya qilish, yuqori qattqlikdagi materiallarni kesish va asbob umrini uzaytirish talablari kesuvchi materiallar sifatiga yanada yuqori talablar qo'yimoqda. Bu muammoni hal etishda kesuvchi asbob yuzasiga qoplama qoqlash texnologiyalari muhim o'rin tutadi.

Kesuvchi asboblarga qoplama qoqlash texnologiyalari sohasida dunyo bo'yicha juda ko'plab tadqiqotlar olib borilgan. Bunday qoplama birinchi marta 1969-yilda nemis olimi W. Schintlmeister tomonidan CVD usulida TiC qoplama olish bilan boshlangan bo'lib, bu kashfiyot metallga ishlov berish sanoatida haqiqiy inqilob yasadi [1].

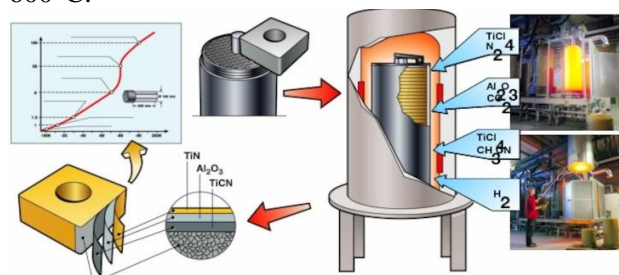
Keyingi o'n yilliklar davomida qoplama texnologiyalari tez rivojlandi. 1980-yillarda PVD usulining joriy etilishi muhim yutuq bo'ldi - bu yuqori tezlikli po'lat (YTP) va qattiq qotishma asboblarga past temperaturada (200-500°C) qoplama qoqlash imkonini berdi. Archer (1981) va Sproul (1996) ning tadqiqotlari PVD qoplama materiallarining CVD qoplama materiallaridan farqli xususiyatlarini aniqlab berdi: qoldiq siqilish kuchlanganligi, yaxshiroq yopishma chidamliligi va ingichkaroq donalar tuzilishi [2, 3].

O'zbekiston olimlaridan A. Tursunov, Sh. Umarov va boshqalar mahalliy sharoitda PVD texnologiyalarini joriy etish bo'yicha bir qator maqolalar e'lon qilgan [6]. Ushbu tadqiqotlar mahalliy mashinasozlik korxonalarida importning o'rnini bosuvchi qoqlangan asboblarda ishlab chiqarish imkoniyatlarini ko'rsatgan. CVD texnologiyasi: CVD usuli qoplama hosil qilishda kimyoviy reaksiyalarga asoslanadi. Bu jarayonda gaz holatidagi reaktiv moddalarning yuqori haroratda parchalanishi natijasida qattiq modda asbob sirtida cho'kadi. CVD texnologiyasi odatda 900-1100 °C harorat oralig'ida, vakuum yoki past bosim sharoitida amalga oshiriladi. CVD usulida hosil qilingan qoplama sirt bilan mustahkam bog'lanadi va yuqori issiqlik barqarorligiga ega

bo'ladi. Ushbu usul ayniqsa qattiq qotishmali plastinkalar va og'ir kesish sharoitlarida ishlatiladigan asboblarda uchun samaralidir. CVD qoplama materiallarga TiC, TiN, Al₂O₃ kabi materiallar kiradi. Ushbu qoplama asbobning termik yeyilishini kamaytiradi va yuqori tezlikda ishlov berishga imkon yaratadi.

Biroq, CVD jarayonining yuqori haroratda amalga oshirilishi tez kesar po'lat asosidagi asboblarda strukturaviy o'zgarishlarga olib kelishi mumkin, bu esa uning asosiy kamchiliklaridan biridir.

CVD jarayonining asosiy texnologik parametrlari: harorat 800-1100°C, bosim 0,1-100 mbar, gaz oqimi tezligi 100-1000 sccm, jarayon davomiyligi 2-8 soat. CVD jarayonida hosil bo'ladigan qoplama quyidagi xossalarga ega: qoplama qalinligi 3-20 mkm, Vickers qattqligi 2000-3500 HV, yopishma mustahkamligi 40-70 N (kritik yuk), oksidlanish harorati (TiN uchun) 500-600°C.

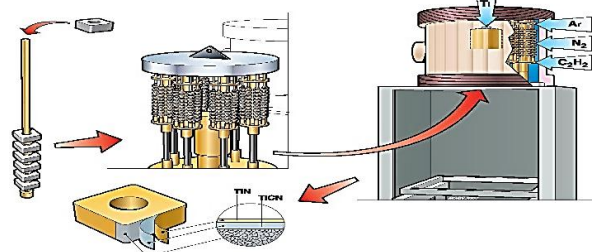


1-rasm.

PVD texnologiyasi: PVD texnologiyasi fizik jarayonlarga asoslanib, qoplama materiallari vakuum sharoitida bug'lantiriladi va ionlar ko'rinishida asbob sirtiga cho'ktiriladi. Ushbu jarayon 400-600 °C past haroratda amalga oshiriladi, bu esa PVD usulini tez kesar po'latdan tayyorlangan asboblarda uchun ayniqsa qulay bo'ladi.

PVD qoplama materiallari nozik tuzilishga ega bo'lib, kesuvchi qirrani deyarli o'zgartirmaydi va yuqori sirt silliqligini ta'minlaydi. Eng keng tarqalgan PVD qoplama materiallari TiN, TiAlN, CrN va AlTiN kiradi. Ushbu qoplama materiallari ishqalanishni kamaytiradi, yopishma yeyilishini bartaraf etadi va asbobning xizmat muddatini bir necha barobar oshiradi. PVD texnologiyasining asosiy afzalligi -

qoplama qalinligini aniq nazorat qilish va murakkab shaklli asboblarga bir tekis qoplama qoplash imkoniyatidir. PVD jarayonining asosiy parametrlari: harorat 150-500°C, bosim 10^{-3} - 10^{-2} mbar, substratga beriladigan kuchlanish -50 dan -300 V gacha, qoplama cho'ktirish tezligi 1-5 mkm/soat. PVD qoplamalarning xossalari: qoplama qalinligi 1-5 mkm, qattqlik 2500-4500 HV, qoldiq kuchlanish siqilish turida (-1 dan -5 Gpa gacha), silliq yuza mikro-geometriyasi ($Ra=0,05$ - $0,3$ mkm).



2-rasm.

1-jadval.

CVD va PVD usullarini taqqoslash

Ko'rsatkich	CVD	PVD
Jarayon harorati	800-1100°C	150-500°C
Qoplama qalinligi	3-20 mkm	1-5 mkm
Qattqligi (HV)	2000-3500	2500-4500
Qoldiq kuchlanish	Tortilish (+)	Siqilish (-)
Yuza sifati	O'rtacha	Yuqori
Asbob turi	Qattiq qotishmalar	YTP va qattiq qotishmalar
Murakkab shakllar	Yaxshi	Qiyin
Ekologiyasi	Zararli gazlar	Nisbatan toza

Qoplamalarning kesish jarayoniga ta'siri. Vakuumda qoplama qoplangan kesuvchi asboblarda ishqalanish koeffitsienti kamayadi, issiqlik kesuvchi qirrada kamroq to'planadi va natijada asbobning yeyilishi sezilarli darajada pasayadi. Qoplamalar chipning silliq ajralishini ta'minlab, ishlov berilayotgan sirt sifatini yaxshilaydi va ishlab chiqarish tannarxini kamaytiradi.

Kesuvchi asboblarga qoplama qoplashda quyidagi materiallar eng keng qo'llaniladi:

-titan nitrid (TiN) - oltin-sariq rangli klassik qoplama, qattqligi 2300-2500 HV, oksidlanish harorati 500°C, universal ishlatilish imkoniyati tufayli eng keng tarqalgan.

-titan-alyuminiy nitrid (TiAlN) - TiN ga nisbatan yuqori issiqliqqa chidamliligi (800°C gacha oksidlanish harorati), qattqligi 3200-3500 HV. Yuqori tezlikda va quruq kesishda samarali. Al miqdori 60-70% gacha bo'lganda yaxshi natijalar beradi.

-xrom nitrid (CrN) - yaxshi korroziyabardoshligi va yopishmalik xossalari, qattqligi 1800-2200 HV. Yopishqoq va abraziv materiallarni kesishda qo'llaniladi.

-alyuminiy oksid (Al₂O₃) - CVD usulida cho'ktiriladigan, qattqligi 2500-3000 HV, oksidlanish harorati 1200°C. Termik va kimyoviy barqarorligi yuqori, qattiq qotishma plastinalarda keng qo'llaniladi.

-ko'pqatlamli qoplamalar (TiN/TiAlN, AlCrN/TiSiN) - har qatlamning qalinligi 2-50 nm, jami 1000 gacha qatlam. Ichki kuchlanishlarni kamaytiradi va tribo-mexanik xossalarni yaxshilaydi.

Xulosa. Vakuum sharoitida CVD va PVD usullarida qoplama qoplash texnologiyalari kesuvchi asboblarning ishlash ishonchliligi va xizmat muddatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. CVD usuli orqali olingan qoplamalar yuqori haroratga va mexanik yuklamalarga bardoshli bo'lib, og'ir kesish sharoitlarida samarali natija beradi. PVD usulida hosil qilingan qoplamalar esa past haroratda qoplanishi, qoplama qalinligini aniq nazorat qilish va kesuvchi qirralarning geometrik aniqligini saqlab qolishi bilan ajralib turadi. Ushbu texnologiyalarni kesish sharoiti va asbob materialiga mos ravishda tanlash ishlab chiqarish unumdorligini oshirish, sirt sifati yaxshilanishi hamda asboblarning sarfini kamaytirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- Schintlmeister W., Munger G. The chemistry of vapour-deposited hard coatings // Thin Solid Films. - 1969.
- Archer N. J. Physical vapour deposition // Thin Solid Films. - 1981
- Sproul W.D. New routes in the preparation of mechanically hard films // Science. - 1996. - Vol.
- Fox-Rabinovich G.S., Veldhuis S.C., Dosbaeva G.K. et al. Nano-multilayered PVD coatings for machining of nickel superalloys // Surface & Coatings Technology. - 2010.
- PalDey S., Deevi S.C. Single layer and multilayer wear resistant coatings of (Ti,Al)N // Materials Science & Engineering. - 2003.
- Tursunov A., Umarov Sh. O'zbekistonda PVD qoplama texnologiyalarini joriy etish istiqbollari // Mashinasozlik texnologiyasi. - Toshkent, 2021.
- Andrievskiy R.A., Ragulya A.V. Nanostrukturirovannye materialy. - M.: Akademiya, 2005.
- Knotek O., Bosserhoff B. Structure and performance of magnetron sputtered hard coatings based on TiN // Surface & Coatings Technology. - 1992.
- Bobzin K., Bro'gelmann T., Grundmeier G. et al. Arc PVD coatings for forming tools // CIRP Annals - Manufacturing Technology. - 2016.

Шернаев А.Н, Негматов С.С., Усенова Г.С., Гулямов Г. Методология исследования структуры и триботехнических характеристик антифрикционных древесно-полимерных композитов	54
Xusanov N.A., Rajerova M. Kesuvchi materiallarga vakuumda CVD va PVD usulida qoplama qoplash texnologiyasi	56
Berdiyev Sh.A., Cho‘lliyev Z.F., Hamdamov D.H. Detallarni azotlash so‘ngra oksidlash bilan kompozit nitrid-oksidi qoplamalarini olish usuli	58
Mardanova Y.O’., Kamalova D.I., Abed N.S. Yarim elektr o‘tkazuvchi kompozitsion polimer materiallarning elektr o‘tkazuvchanlikning xossalari tadqiq etish	60
Раззоков Х.Қ., Амонов М.Р. Табиий сапропел минералини механик майдаланиш даражасининг поралар умумий ҳажми ўзгаришига таъсири	63

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Косимов Ш.Б., Абед Н.С., Негматов Ж.Н. Исследование и разработка технологии получения композиционных полипропиленовых материалов и колковых деталей из них для применения в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов	65
Номозов С.С., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Жовлиев Ш.Х., Абдуганиев А.И. Разработка научно-методических принципов и инновационной технологии получения композиционных химических ингибиторов на основе местного сырья и отходов производств..	68
Inog‘omov S.Y., Asrorov U.A. Natriy–karboksimetiltellyuloza va poliakrilamid asosida interpolimer kompleksini olinish texnologiyasi	70
Бердиев Ш.И., Эркабаев Ф.И., Абдулакимов И.Ф., Шокиров А.П., Эсанбаев Ф.И. Получение Н-пермутита	73
Талипов Н.Х., Панжиев О.Х., Салимова С.А., Абед Н.С., Икрамова М.Э. Разработка технологии получения тампонажных композиционных материалов на основе местного сырья и отходов производств, и растворов из них	76
Хамдамова Ч.Х., Очилов Э.А., Сайфиева П.О., Бекпулатов Х.О., Абед Н.С. Способы переработки золы от сжигания энергетических углей и перспективы комплексного использования золошлаковых отходов Ангренской ТЭС	77
Xasanova S.X., Shamanov Sh.X. Birlamchi va ikkilamchi polietilentereftalat asosida olingan kompozitsion kalavani bo‘yash jarayonini tadqiq etish	80
Эшдавлатова Г.Э., Исмаилова Х.Дж. Эффективность работы пеногасителей на основе ЭО-ПО-ПДМС в растворах диэтанолamina	82
Негматов С.С., Эрниева Н.Б., Негматов Ж.Н., Негматова К.С., Бозоров Д., Курбонов У.М., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Бозоров А.Н., Раупова Д.Н. О развитии металлургической промышленности в области извлечения цветных, благородных и редких металлов	86
Нурназарова Г.У., Тухтаев Ф.С., Негматова К.С., Уктамова Ф.А., Уктамова З.А. Исследование изотермических закономерностей адсорбционного процесса в композиционных сорбентах	91
Умиров Ф.Э., Шодиева М.С., Номозова Г.Р. Получение дефолианта на основе хлората магния, содержащего поверхностно-активные вещества	94
Джумаева М.С. Физико-химические основы крашения хлопчатобумажной тканей растворами металлокомплексными соединениями	96
Qoraboyeva N.M., Gafurova D.A., Qurbonov H.G., Ikramova S.M., Rustamov M.K. Xlorlangan polivinilxlorid asosida anionitning olinishi	99

4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

Номозов С.С., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Жовлиев Ш.Х., Абдуганиев А.И. Исследование физико-химических свойств органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья и отходов производств и разработка эффективных составов композиционных ингибиторов, применяемых для защиты от коррозии рабочих органов испытательных машин и механизмов, используемых в процессе оценки эффективности нефтегазовых скважин.....	104
--	-----