

12-mavzu: *Ruteniy, iridiy va osmiy*

Reja:

1. Ruteniy
2. Iridiy
3. Osmiy

Ruteniy, iridiy va osmiy

Eritilgan siyanid elektrolitlar yordamida ruteniy va iridiy asosidagi nisbatan qalin va mustahkam qoplamalar olish samarali usulardan biri hisoblanadi. Ammo bu jarayon noqulay va noodatiy bo'lgani uchun sanoatda keng qo'llanilmaydi. Iridiy va ruteniy barcha platina guruhidagi metallar ichida yuqori qaytaruvchanlik xususiyatlariga ega bo'lib, ulardan foydalanish nisbatan samaralidir. Ruteniy qoplamasi qoplashga mo'ljallangan ruteniy sulfamin yoki nitrozilsulfaminden tashkil topgan elektrolitlar mavjud. Nisbatan samarali cho'ktirish anion komplekslarini $(\text{H}_2\text{O}\cdot\text{Cl}\cdot\text{Ru}\cdot\text{N}\cdot\text{RuCl}_4\text{OH}_2)^{3-}$ o'z ichiga olgan elektrolitda amalga oshiriladi. Eritma qalinligi taxminan 0,005 millimetr bo'lgan yaltiroq tusli qoplama olishda nisbatan yuqori katod samaradorlikka ega bo'ladi. U fizik xususiyatlariga ko'ra rodiy qoplamalariga juda o'xshash bo'lib, nisbatan qimmatroq qoplamalar o'rni bosishi mumkin. Ayniqsa, maxsus elektr kalit elementlari ishlab chiqarishda oltin yoki rodiy qoplamalari o'rnida ruteniydan foydalanish samarali natijalar beradi.

Iridiy qoplamalari xloridsulfamin hamda bromid elektrolitlaridan cho'ktirib hosil qilinadi. Osmiy cho'ktirish anion komplekslaridan foydalanishga asoslangan bo'lib, u sulfamin kislotasi bilan osmiyning to'rtoksidi o'rtasidagi reaksiyasi natijasida hosil bo'ladi. Bunday qoplamalarda nuqsonlar haqida hech qanday ma'lumot mavjud emas, shuningdek, ularning mexanik yeyilishga chidamligi juda yuqori. Iridiy va osmiyning erish temperaturasi juda yuqori. Bunday qoplamalar ikkilamchi elektronlar emissiyasini oldini olishga mo'ljallangan (elektron lampalarda) volframli berkituvchi qurilmalari ishlab chiqarish imkonini beradi.

Biroq, bu metallarning tannarxi nisbatan qimmatligi hamda zahirasining kamligi tufayli ulardan keng qo'llanilmaydi.

Ruteniy

Ruteniy platinaning analoglaridan birligi. U to'qqizta valentlik holatida qaytarilishi mumkin. Bunday elementning o'z-o'zidan paydo bo'lishini oldindan aytib bo'lmaydi va qobiliyatni rivojlantirish kimyoviy sinovlarni qiyin ahvolga soladi. Mashg'ulotlar uchun o'qishni o'rganish bo'yicha mutaxassislar bilan o'zaro aloqalarni rivojlantirish va ularga yaqin bo'lganlar uchun yaxshi va yaxshi bo'lishlari mumkin.

U 1844 yilda Qozon universiteti professori Karl Karlovich Klaus tomonidan Ural mahalliy platinasini tadqiq qilish paytida aniqlangan. Klaus ruteniumni platina rudasidan sof shaklda ajratib oldi va triadlarning o'xshashligini ko'rsatdi: ruteniy - rodyum - palladiy; osmiy - iridiy - platina. Rossiya sharafiga 44-element deb nomlangan elementning kashfiyotchisi, chunki Ruteriya (lotincha Ruteniya) Rus uchun o'rta asrlardagi Lotin ismlaridan biri.

Ko'plab mexanik va kimyoviy xususiyatlariga ko'ra, u platina va oltin bilan raqobatlashishi mumkin edi. Biroq, rutenium juda mo'rt va bu sinov qilingan namunalarning etarlicha tozaligi bilan bog'liq.

Sof ruteniumni olishga urinishlar ijobiy natijalarga olib kelmadi. Shuning uchun, hozirgi kunga qadar, ruteniyning kuchlanish kuchi kabi xarakteristikasi aniq o'rnatilmagan. Yaqinda uning erish nuqtasi - taxminan 2250 °C va qaynash harorati - taxminan 4900 °C aniq aniqlanmadi.

Rutiniyning radioaktiv izotoplari tabiatda o'rniga bo'ladi, ammo endi uran va plutoniy yadro radiatsion atom elektr stantsiyalarining reaktorlarida parchalanishi natijasida hosil bo'ladi. Yuqori darajadagi ma'lumotni o'rganish darajasi va uni oshirish uchun katta muammo.

Ruteniy - yer qobig'idagi noyob element, uning tarkibi 0,005 g/t. Ruteniyning faqat ikkita minerallari ma'lum - tabiatda juda kam uchraydigan RuS₂ laurit va ruteneseniid RuAs.

Dunyoda ruteriniy zaxiralari unchalik katta emas va 5 ming tonnadan oshmaydi. Ruteniy har doim platina, mis va nikel konlaridagi asosiy ma'dan bilan birga qazib olinadi. Platina konlaridagi chiqindilar dunyodagi qazib olingan ruteniumning asosiy manbai bo'lib, Janubiy Afrika respublikasi bu erga olib keladi. Platina konlarining asosiy qismi (90% dan ko'prog'i) besh mamlakatning ichki qismida joylashganligi sababli, ruteniumning dunyo zahiralari platina bilan taqsimlanadi (zaxiralarning kamayishi tartibida): Janubiy Afrika, AQSh, Rossiya, Zimbabve, Xitoy.

Ruteniyum ko'plab sohalarda qo'llaniladi. Kichik ruteniy qo'shimchalari odatda qotishmaning korroziyaga chidamliligini, kuchini va qattiqligini oshiradi. Rutenium ammiak va metandan gidrosian kislotasini sintez qilish uchun ishlatiladi. Turli xil materiallar va mahsulotlarga yupqa qatlam sifatida qo'llaniladigan rutenium qoplamalari ularning xizmat qilish muddatini sezilarli darajada oshiradi. Ruteriyning ko'pgina xususiyatlari hali oshkor etilmagan va ilmiy jamoatchilik ularni har tomonlama o'rganishga kirishgan. Ko'pgina mamlakatlarda ushbu elementdan foydalanishning istiqbolli yo'nalishlari ishlab chiqilmoqda, shuning uchun uni haqli ravishda kelajak metalli deb atashadi.

Ruteniumning kashfiyoti muallifi uchta olimga berilishi mumkin. Birinchisi Vilnyus universitetidan Andjey Snyadetski edi. 1808 yilda u Sankt-Peterburg Fanlar akademiyasini o'zining kashfiyoti to'g'risida xabardor qildi. Keyin yangi metall qo'rg'oshin deb nomlandi. Ammo katta obro'ga ega bo'lgan Frantsiya ilmiy instituti yangi metalning mavjudligini rad etdi.

Keyingi kashfiyotchi nemis kimyogari va fizigi Gotfrid Vilgelm Ozann edi. U rus platina rudalarini kashf etdi. Tajribalardan birida olim qizil-binafsha rangning yangi moddasini topdi. Ammo sof shaklda metall keyinchalik izolyatsiya qilinmagan, ammo sulfid shaklida olingan. Ozanne yangi element ruteniumni (Rossiya lotincha yozilishidan - Ruteniya) Ural konlarining vatani sharafiga nomlashni taklif qildi. Bu safar kashfiyotga shved kimyogari Berzelliusning obro'si to'sqinlik qildi.

13 yil o'tgach, Qozon universiteti kimyogari Karl Karlovich Klaus Ozannaning tajribalarini va izolyatsiya qilingan toza moddalarni takrorladi. Tadqiqot natijalari Berzelliushga yuborildi. Va yana, shved kimyogari yangi elementning kashfiyotini tan olmadi, u yomon tozalangan iridiyum ekanligini aytdi. Shunga qaramay, Klaus izlanishlarini davom ettirdi va kashfiyotini himoya qila oldi. Bu 1844 yilda sodir bo'ldi va 1845 yilda Berzelliush ruteniyning kashf etilishini tan olishga majbur bo'ldi.

Ruteniy metali yadro reaktori

Bugungi kunda ruteniy asosan platina qazib olishdan qo'shimcha mahsulot sifatida olinadi. Mutaxassislar fikriga ko'ra, ruteniyning dunyo zahirasi atigi 5000 tonnani tashkil qiladi. Hozirgi ishlab chiqarish sur'atlarida bu 250 yil uchun etarli bo'ladi. Biroq, ruteniyning yana bir manbai topildi. Ushbu metall sarflangan yadro yoqilg'isida hosil bo'ladi. Bir tonna xom ashyo tarkibida 250 gramm ruteniy mavjud.

Ruteniumning qattiqligi yuqori shafqatsizlik bilan birga keladi. Bu dinamik yuklarga toqat qilmasligini anglatadi. Shuning uchun metall osongina kukunga aylanishi mumkin. Ruteniumning asosiy ishlatilishi qotishmalarga ularning qattiqligini, issiqqa chidamliligini yoki korroziyaga chidamliligini oshirish uchun qo'shimchalar sifatida kiradi.

Zargarlik buyumlarida ruteniy chuqur qora rangdagi dekorativ qoplamalar uchun ishlatiladi. Ruteniyning titanga qo'shilishi qotishmaning korroziyaga chidamliligini oshiradi.

Ruteniy platin guruhidagi barcha boshqa metallardan farq qiladi, chunki u faqat tirik organizmlarda bo'ladi. Eng yuqori konsentratsiya mushak to'qimalarida uchraydi.

Ruteniy qoplamasi

Ruteniy eroziv sharoitida ishlaydigan elektr kontaktlari uchun elektroqoplama tavsifi. Yuqori xaroratlarda qoplamalar pasaymaydi va havoda va kislorodga boy muhitda o'z nurini yo'qotmaydi. Bu katta reflektorlarni ishlab chiqarishda kumushni qorayish kuni (1-1,5 mikrongacha) mumkin. Rutenium qoplamalari (uzunligi 1-2

mikron) ochin va korroziyaga chidamliligi jihatidan rodyum bilan taqqoslangan. Ruteniy qoplamalarini o'rganish rangi kumush-oq rangda. Ulanish tezligi 1200 kgf/mm² ga etadi va ochishga bog'liq kumushdan qariyb 10 baravar ma'lumot. Ruteniy qoplamalarini elektr qarshiligi $14,5 \times 10^{-4}$ Om•m ni mas'ul bo'lgan boshqa.

Ruteniy xlorid (RuCl₃) 2-3,5 HCl 35-40

Elektroliz rejimi: elektrolitlar harorati 20 ± 5 °C, $i_k = 40 \div 50$ A/dm², tabiiy tok, Sk: Sa = 3:1 ($i_a = 17$ A/dm²). Oqimning yo'nalishi qarama-qarshi yo'nalishda ishchi tarmog'iga yo'naltirilgan diodlar orqali bog'lanadi. Reostatlar diodlar bilan ketma-ket ulanadi, shu narsa va qancha o'zgarishni tanlash mumkin:

Mis, kumush, platina uchun qoplamalar yaxshilanadi, ammo og'irligi <15 mikron, qattiqligi 900-1100 kgf/mm². Elektroliz tajribasida uchuvchi va zaharli ruteniy tetroksidi ishlab chiqarishni yaxshilaydi, buning natijasida metall bilan bog'lanish orqali katod va anod bo'shliqlari diafragma bilan ishlaydi.

Xlorid bilan bir qatorda RuNOCl₃ (metall tarkibida) (4-5 g/l) va H₂SO₄ (5-15 g/l) mintaqadagi nitroklorid elektrolitlari tomonidan amalga oshiriladi. Elektroliz rejimi: elektrolitlar harorati 65-70 °C $i_k = 1,0 \div 1,5$ A/dm², platinadan yasalgan anodlar. Bunday sharoitda kenglik 6 mikrongacha bo'lgan tomonga yopiq bo'ladi.

Oltinugurt kislotasida (sulfamat) elektrolitda ruteniy trivalent va tetravalent shaklda, nitrokslorid xlorid bilan faqat tetravalent bo'ladi. Katodik so'zlar bilan tanishish, uzatish elektrolitlarda tetravalent ruteniyning tarkibi pasayadi. Anodik ishlov berish bilan rutenium shakli o'zgarmaydi. Nitroxlorid elektrolitidagi va yaqin katod oqimi bilan bog'liq bo'ladi.

Ruteniy gidroksikloridi (4 g/l) va H₂SO₄ (150 g/l) quruqlikda joylashgan oltinugurt kislotasi elektrolitida qoplamalari tarkibidagi sulfat kislota tarkibiy sharoitlarni hisobga olish: kam baholanganda ular doimiy ravishda yaxshi va ko'p bo'lganida ular eng yaxshi va yarim porloq bo'ladi.

Oldindan kumush yoki palladiy guruchlari rutenium tarkibiy qismlarni zaharlanishiga yo'l qo'ymaydi. Platina anodida, kuyish bo'yicha qo'llanma kislorod evolyutsiyasi kuzatiladi va $i_a = 0,4$ A/dm² ga teng jigarrang RuO₄ bo'ladi.

Osmiy Mendeleev davriy sistemasining VIII guruhiga mansub kimyoviy element. Tartib raqami 76, atom massasi, 190,2. Tabiiy Osmiy 7 ta barqaror izotopdan iborat: ^{184}Os (0,018%), ^{186}Os (1,59%), ^{187}Os (1,64%), ^{188}Os (13,3%), ^{189}Os (16,1%), ^{190}Os (26,4%), ^{192}Os (41,1%). Osmiyning sun'-iy radioaktiv izotoplari ichida ^{184}Os eng uzoq vaqt mavjud bo'luvchi ($T_{1/2}=700$ kun). Osmiyni 1804 yilda Osmiy Tennant plati-nani zar suvida eritishda ortib qolgan moddalar tarkibidan topgan. Osmiyning OsO_4 tarkibli angidridi o'ziga xos o'tkir hidli (xlor hidiga o'xshaydi), kukun holdagi Osmiy ham shunday hidga ega. Osmiy Yer po'stining massa jihatidan. 5-10~6% nitashkil qiladi. Tabiatda iridiy bilan qotishma holda, platina guruhi metallarining rudalarida uchraydi. O'zbekistonda Olmaliq va Qizilqum hududlaridagi polimetall rudalari tarkibida tarqoq holda mavjud.

Osmiy — ko'kimtir tusli qattiq metall. Metallar ichida eng og'iri. Zichligi $22,6 \text{ g/sm}^3$ (15°da), suyuqlanish temperaturasi 3027° , qaynash temperaturasi 5027° . Osmiy kimyoviy xossalari jihatidan platina guruhidagi boshqa metallardan keskin ajralib turadi; u ba'zan metallmaslik xossalarini ham namoyon qiladi. Osmiy havoda qizdirilsa, oksidlanib, OsO_4 — osmiy (USH)-oksidga aylanadi.

Osmiyning 2,4 va 8 valentli oksidlari bor. Osmiy oksidlari $600\text{—}950^\circ$ da uchuvchan. Osmiy monooksid yoki osmiy (P)-oksid, OsO — qora tusli kukun, suvda va kislotalarda erimaydi, juda tez oksidlanadi. Osmiy (I V) - o k -sid, OsO_2 jigarrang yoki kora kukun modda, suvda va suyultirilgan kislotalarda erimaydi, zichligi $7,91 \text{ g/sm}^3$ (22°da), 650° da parchalanadi. Havoda qizdirilganda osmiy (USH)oksidga aylanadi. Osmiy (USH)-oksid yoki osmiy angidrid OsO_4 rang-siz kristall modda, zichligi $4,96 \text{ g/ sm}^3$ (22°da), suyuqlanish temperaturasi $39,5^\circ$, kaynash temperaturasi 130° . Zaharli. Suv, spirt va efirda yaxshi eriydi. Suvdagi erit-masi osmat kislota $\text{H}_2[\text{OsO}_4(\text{OH})_2]$ de-yiladi. Metall Osmiy kukuni ftor bilan 250° gacha qizdirilsa, osmiy (VIII) - ftorid OsF_3 ga aylanadi. Qo'shimcha sifa-tida OsF_6 va OsF_4 xdm paydo bo'ladi. Osmiy xlor atmosferasida qizdirilsa, OsCl_4 , OsCl_j , OsCl_2 lar vujudga keladi.

Osmiy tarkibida misnikelli sulfid rudalari va mis molibden bo'lgan rudalardan platina guruhi metallari bilan ajratib olinadi. Uni boshqa metallardan ajratishda

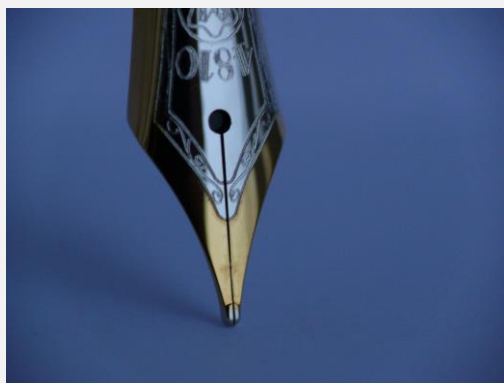
OsO₄ holidabosh-qa idishga o'tkaziladi. Osmiy qotishmalari aniq o'lchov asboblari o'klarini tayyorlashda, radiotexnikada, kompozitsion materiallar olishda, birikmalari esa katalizatorlar sifatida tibbiyotda va fotografiyada ishlatiladi.

Olimlar osmiyning tabiatda eng katta zichlikka ega modda ekanini aniqlashgach, uning zichligini yanada orttirish imkoniyati ustida izlanib ko'rishgan. Bu shunchaki qiziqish yuzasidan olib borilgan tajriba bo'lmay, balki, muayyan aniq ilmiy maqsadni ko'zlab qilingan ish edi. Chunki, ayrim moddalar katta bosim ostida qolganida, o'zining xossalarini keskin o'zgartirishi kuzatiladi. Xususan, yarqiroq metall natriy moddasi katta bosim ostida qolganida, shaffof tusdagi dielektrikka aylanadi. Odatda gaz holatida bo'ladigan kislorod esa, yuqori bosim ostida qotib, o'ta o'tkazgichga aylanishi mumkin. Bunday tajribalar orqali, olimlar, masalan, sayyoralar yadrosida mavjud bo'lgan o'ta yuqori katta bosim ostidagi sharoitlarda kechadigan fizik jarayonlar haqida tasavvurga ega bo'ladilar. Bunday sharoitni o'z ko'zi bilan ko'rish uchun Yer qa'riga, sayyoramiz yadrosiga tushib o'tirmaslik uchun, olimlar ajoyib laboratoriya uskunasi – olmos sandonni ixtiro qilishgan. Olmosning favqulodda qattiqligi tufayli, ikkita olmos orasida hatto Yer yadrosidagi bosimdan ham ikki barobar yuqori bo'lgan bosim hosil qilish mumkin. Olmosning shaffof modda ekanligi esa, bu bosim ostida qolgan moddani ham bemalol kuzatish imkonini beradi. Xuddi shunday uskuna bilan, olimlar biz aytayotgan eng zich modda – osmiyni ham katta bosim ostida qoldirib, uning zichligi yanada ortadimi, yo'qmi – tekshirmoqchi bo'lishgan. Bosim million atmosferagacha ko'tarilgan. Bu degani, har bir sm² ga 1033271 kg kuch bilan eziladi demakdir. Tasavvur qilyapsizmi, atiga bir kvadrat santimetr yuzaga 1 million kilogrammdan ortiq kuch bosmoqda!

Xo'sh, bunday favqulodda ulkan bosim ostida osmiy nima bo'ldi deysizmi? Deyarli hech narsa. Osmiy bunday bosim ostida ham o'z kristall strukturasi saqlab qoldi va yo'l-yo'lakay, «yuqori bosimga eng chidamli modda» nominatsiyasini ham qo'lga kiritdi.

O'ta yuqori bosimga ham bemalol chiday oladigan osmiyning yana bir muhim xossasi bor. U o'ta yuqori haroratlarga chidamliligi bo'yicha ham avvalgi

o'rinlardan birini egallaydi. Osmiyning erish harorati 3000 °C dan ham baland (anig'i 3033 °C). Uning ushbu xossasi cho'g'lanma lampa ishlab chiqaruvchilarning e'tiborini tortgan edi. Ushbu turdagi lampalar endi-endi paydo bo'lgan zamonlarda, muhandislar, lampa ichidagi ingichka sim tolni aynan osmiydan tayyorlashgan. Biroq, keyinchalik, bu maqsadda, osmiydan arzonroq va chidamliligi ham yanada yaxshiroq bo'lgan volfram qo'llanila boshladi.



Osmiy amaliy qo'llash sohasida cho'g'lanma lampalardagi o'z o'rnini volframga boy bergach, u keng qo'llaniladigan yana bir soha qolgan edi. Biroq, ko'p o'tmay osmiyning bu boradagi ahamiyati ham yo'qoldi. Gap avvallari keng qo'llanilgan avtoruchka perosi haqida bormoqda. Tushunganingizdek, oddiy sharikli o'ta arzon ruchkalar ommalashgach, odamlar birmuncha daxmazali avtoruchkani ishlatmay qo'yishdi. O'sha avtoruchkalarning uchidagi perosi uchidagi kichkinagina to'mtoq sharsimon joyi aynan osmiydan tayyorlanar edi. albatta, peroning uchidagi bu sharcha faqat osmiyning o'zidan tayyorlangan deyish ham noto'g'ri. Lekin, u nafaqat osmiy, balki, platina guruhi metallarining, xususan palladiy va iridiyning osmiy qotishmasidan yasalgan. Hozirda bunday peroli ruchkalar faqat shinavandalar uchun maxsus ishlab chiqariladi va asosan xattotlar, yoki, chiroyli yozish ishqibozlari tomonidan qadrlanadi. Bozor narxi juda qimmatbaho bo'lgan bunday ruchkalarni kundalik yozuv-chizuvlar uchun qo'llashga hech kimning jur'ati yetmasa kerak. Odatda, osmiy va palladiy qotishmasidan tayyorlangan peroli qimmatbaho avtoruchkalarni hozirda faqat puldor biznesmenlar va yoki ruchka to'plash vasvasasiga uchragan ishqiboz kolleksionerlar xarid qilishadi xolos.

Siz, Koinotda, masalan, kosmik stansiyada ish olib borgan fazogirlar kundalik yozuv-chizuvi uchun qanday ruchkadan foydalanishini hech o'ylab ko'rganmisiz? Kosmosda yozish masalasini NASA astronautlari va SSSR kosmonavtlari qanday hal qilgani haqida keng tarqalgan bir mif mavjud. Balki uni siz ham eshitgan bo'lsangiz kerak. Unga ko'ra, Koinotda yozish uchun, vaznsizlik sharoitida ishlaydigan, ya'ni, siyohi pastga oqib keladigan maxsus ruchka yaratish uchun NASA millionlab dollar sarflagani, bu vazifani esa, sovet kosmonavtlari bir tiyin ham sarflamasdan, juda oddiy hal qilgani ta'kidlanadi. Ya'ni, emishki, sovet kosmonavtlari oddiy qalam vositasida yozib-chizib yuraverishgan. Zadornovcha aytganda «tupoy» amerikaliklar esa, millionlab dollar sarflab, maxsus ruchka yaratishgan emish. Aytish joizki, bu gap – uydirmadan boshqa narsa emas. 1960-yillar o'rtalariga qadar, astronautlar ham, kosmonavtlar ham kosmosda yozish uchun faqat qalamdan foydalanishgan. Biroq, keyinchalik, AQSHlik xususiy tadbirkor va ixtirochi Pol Fisher vaznsizlik holatida va umuman boshqa ko'plab ekstremal sharoitlarda ham yozadigan maxsus ruchka ixtiro qilgan. U o'z mahsulotini NASA tavsiya qilgan va uni astronautlar sinab ko'rishgan. Fisher ruchkasining vaznsizlik holatida ham siyohi pastga oqaverishining siri shunda ediki, uning uchidagi yozadigan ishchi organi – sharik volfram karbididan tayyorlangan bo'lib, siyoh esa, qattiq holatda bo'lgan. lekin, ruchka qo'lga olib, yozish boshlansa, ushbu qattiq siyoh suyuqlanib, oqib kela boshlaydi. Uni ruchkaning ketidagi maxsus kartridjda, suyuq azot bosimi ostida tutib turiladi. Albatta, oddiy ruchkaning bu qadar murakkab konstruksiya bilan yasalishi uning narxini ham ancha qimmat qilib yuboradi. Lekin, bu ruchka, o'sha gap-so'zlarda aytilganidek millionlab dollar emas, atiga bir necha yuz dollar turgan. Fisher ruchkasi sinovdan muvaffaqiyatli o'tgach, astronautlar ham va hatto kosmonavtlar ham undan foydalanishga o'tishgan. Sizda haqli va oddiy savol tug'ilishi mumkin. Nega arzon va oddiy qalam turib, kosmosda yozish uchun baribir shu qimmat ruchkaga o'tildi? Gap shundaki, kosmosda qalam oson sinib qoladi. Uning singan bo'laklari esa kosmik kema ichida erkin suzib yuradi. Bu esa kosmonavtlar uchun va umuman kema uchun xavf tug'diradi. Arzimagan qalam sinig'i tufayli fazogir jarohatlanishi yoki, kema borti shikastlanishi hech gap emas.

Xavf-xatar maksimal istisno qilinishi lozim bo'lgan bunday sharoitda, qancha qimmat bo'lmasin, maxsus ruchka benazir yordamchi bo'ladi.



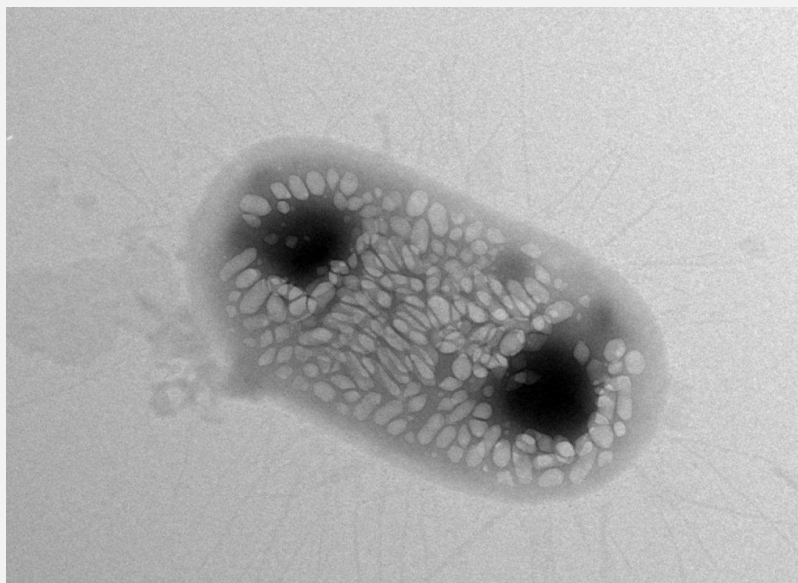
Fisher kosmik ruchkasi. © James Fee/Flickr.com CC BY-NC-ND 2.0

Biz kosmik ruchka haqida gapirishga o'tib ketib, asosiy mavzuimiz – osmiydan chetlashib ketdik.

Aytgancha, osmiy o'z nomini biroz yoqimsiz narsaning, aniqrog'i hidning nomidan kelib chiqib olgan. Osmiyning havodagi kislorod ta'sirida oksidlanishi tufayli, uning uchuvchan birikmasi – osmiy tetraoksidi hosil bo'ladi. Bu modda esa, aynigan sarimsoqpiyoz singari qo'lansa sassiq hid taratadi. Boz ustiga, bu modda favqulodda zaharli ham bo'lib, agar, uning bu xossasi ham hisobga olinsa, balki, element nomi yanada vahimaliroq nom berilishi mumkin edi. Yaxshiki, mazkur elementni 1803-yilda kashf qilgan ingliz kimyogari Smitson Tennat unga «qo'lansa», yoki, «sassiq» deb nom berishdan tiyilib, shunchaki, «hid» ma'nosini beruvchi yunoncha *osme* nomini bergan. Tajribalar jarayonida Tennat juda qiynalgan bo'lsa kerak...

Qanchalik qimmatbaho va zaharli, hamda, qo'lansa bo'lmasin, osmiy baribir kimyo laboratoriyalarida ko'p uchraydigan moddadir. Masalan, uni ayrim gormonal dori vositalarini sintez qilishda (masalan, kortizon olishda) ishlatiladi. Shuningdek,

o'ta mayda zarralarni elektron mikroskop ostida tekshirish uchun ham, unga avvaldan osmiy bilan ishlov beriladi.



Biror biologik obyektning elektron mikroskop orqali tasvirini olishda, unga osmiy tetraoksidi bilan ishlov beriladi. Rasmda ichak tayoqchasining osmiy bilan ishlov berish orqali olingan mikroskopik tasviri ko'rsatilgan. © *Anupama Lakshmanan/Caltech/Flickr.com CC BY-NC 2.0*

Endi, maqolaga qiziqish uyg'otish maqsadida yozilgan sarlavhadagi intriganing ma'nosini ochish vaqti keldi. Agar yo'lingiz Yevropa mamlakatlari yoki AQSHdagi yirik bog'dorchilik fermalariga yo'lingiz tushib qolsa, ular yaqinida aynan shunday, ya'ni, «Arzonga osmiy sotaman» degan e'lonlarni uchratishingiz mumkin. Bog'dorchilikka esa biz so'z yuritayotgan metall osmiyning hech qanday aloqasi yo'q. Bu bog'bonlarga daraxtlarni changlatish uchun taklif qilinayotgan asalarining bir turining nomi xolos. Haqiqatan ham, biologlar yaxshi biladigan osmiy nomli asalari turi mavjud. Bu turdagi asalarilar boshqa oddiy asalarilardan farq qiluvchi hayot tarzi bilan yashaydi. Ya'ni, osmiy asalarilari oilalarga birlashmaydi va aksincha, yolg'iz umr kechiradi. Shuningdek, osmiy asalarisi bol to'plamaydi va umuman, asal ishlab chiqarmaydi. Shunga qaramay, bu turdagi asalari gullarni changlatishda boshqa turdoshlaridan ko'ra yaxshiroq natija beradi. Osmiy asalarisi bilan changlatilgan bog'lardagi hosildorlik sezilarli darajada yaxshi bo'ladi. Shu sababli ham, bog'bonlarda bunday asalariga doim ehtiyoj mavjud

bo'ladi. Arzonga osmiy sotiladi degan e'lonlar ham, shular uchun o'ylab topilgan. Uning qimmatbaho metall – osmiyga mutlaqo aloqasi yo'q

IRIDIY (yun. iris, iridos — kamalak; lot. Indium) , Ir — Mendeleyev davriy sistemasining VIII guruhiga mansub kimyoviy element, platina metallari turkumiga kiradi. Tartib rakami 77, at. m. 192,22. Tabiiy Iridiy ikkita barkaror izotopdan tashkil topgan: «Chg (37,3%) va ^{193}Ir (62,7%). I. ning atom radiusi 0,135 nm; ion radiusi (koordinatsion soni 6 ga teng): Ir^{3+} 0,082 nm, Ir^{*+} 0,077 nm va Ir^{5+} 0,071 nm. Iridiy — siyrak element. Yer po'stida massa jihatidan $1 \cdot 10^{-7}\%$ ni tashkil qiladi. Tabiatda Iridiy va osmiy tutgan minerallar tarki-bida uchraydi. Iridiyni 1804-y. da ingliz kimyogari S. Tennat kashf etgan. I. Och kumushrang metall. Suyuklanish t-rasi 2447° , kaynash t-rasi 4380° ; zichligi $22,65 \text{ g/sm}^3$ (20°), suyuq holatdagi Iridiy ni-ki $19,39 \text{ g/sm}^3$. I. qattiqva mo'rt; Vik-kers bo'yicha qattiqligi 2000 MPa, Brinsel bo'yicha esa 1700—2200 MPa. Oddiy sharoitda havoda barqaror, kislotalar ta'siriga chidamli. Kislorodli muhitda 600—1000° da qizdirilganda oz mikdorda dioksid IrO_2 hosil qiladi. IrO_2 — qora rangli modda, zichligi $11,655 \text{ g/sm}^3$, parchalanish t-rasi 1100° dan yuqori. Ir_2O_3 — to'q havorang kristall modsa; 400° da metall Iridiy va kislorodga ajraladi. Iridiy oksidlari suv, kislotalar va ishqorlarda erimaydi; mikroelektronikada rezistiv pastalar tayyorlashda qo'llaniladi. Iridiy galogenlar, oltingugurt bilan birikib tegishli galogenidlar va sulfidlar hosil qiladi. Sof xrlidagi Iridiy maxsus idishlar yuzasini qoplashda, monokristallar (lazer materiallar, qimmatbaho toshlar va b.) o'stirishda ishlatiladigan tigellar tayyorlashda qo'llaniladi. Uning « ^{210}Ir » radioaktiv izotopi quvurlarni radiografik usudda tekshirishda, shuningdek, tibbiyotda o'smalarni radioterapiya usulida davolashda u-nurlar sifatida ishlatiladi.

Atom tuzilishi (qattiq sharsimon model) va sirt energiyasi (S_{hkl}) va (hkl)

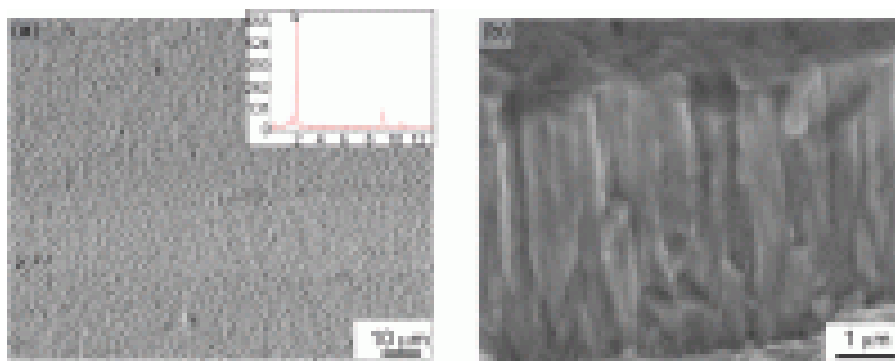
Kristall o'sishi printsipligiga ko'ra, tanlangan o'sish yo'nalishi odatda eng tez o'sadigan tezlikka ega. Yuzaki energiya nuqtai nazaridan, FK tuzilishida (111) yo'nalishni afzal ko'rish kutilgan edi. Yer usti energiyasi uchun S_{111} , S_{100} va S_{110} mos ravishda 2.59 J m^{-2} , 2.95 J m^{-2} va 3.19 J m^{-2} bo'lgan. $\langle 111 \rangle$ yo'nalishi frok metallarning o'sishi uchun xosdir, chunki u eng past sirt energiyasini va eng yuqori

atom zichligini ta'minlaydi. Tompson va Karel sirt va interfeys energiyasini minimallashtirish va kuchlanish energiyasini minimallashtirish kabi energetik cheklovlar to'qimalarni tanlashga olib kelishi mumkinligini taklif qildi. $\langle 111 \rangle$ aralashtirilgan don, ehtimol qoplama hosil bo'lishi va o'sishi paytida sirt va interfeys energiyasini minimallashtirish natijasi edi. $\langle 110 \rangle$ bug'doy donining o'sishi g'alla o'sishi paytida zo'riqish energiyasini minimallashtirish natijasi edi. Yuqori energiyali yuzda $\langle 111 \rangle$ Ir, adatomlar tezda klaster chetiga tarqalib, klasterlarni lateral ravishda kengaytirishi mumkin edi. Kam energiya yuzida $\langle 110 \rangle$ Tarqalishi cheklangan va o'sish vertikal yo'nalishda davom etgan. Balandlik afzalligi va natijada soyaning paydo bo'lishi tufayli ko'proq zarrachalar oqimi ushlab qolindi, bu esa $\langle 110 \rangle$ Ir donalarining tez o'sishiga olib keldi. Kam adatom harakatchanligida $\langle 110 \rangle$ yo'naltirilgan donalar $\langle 111 \rangle$ yo'naltirilgan donalardan oshib ketishi mumkin. $\langle 110 \rangle$ yo'naltirilgan Ir qoplama qo'pol, past zichlik va bo'shliq hosil bo'lgan. Yuqori energiyali ionlardan kuchli bombardimon qilinishi past energiya (100) va (111) kristalli yuzlarning shakllanishiga to'sqinlik qiladi. Bunday sharoitda faqat yuqori energiyali (110) kristalli yuzlar hosil bo'ladi va o'sadi, natijada afzal qilingan (110) yo'naltirish. Yorqinlik chiqishi va kuchli bombardimon shu sababli (100) va (111) diffraksiya cho'qqilarini zaiflashtiradi. O'sish yo'nalishi bo'yicha past atom zichligi tufayli (110) tuzilgan donalar (111) tuzilgan donalarga nisbatan bir xil atomlarning birikish tezligiga ega bo'lib, nihoyat raqobatga erishdilar.

Ir qoplamasining cho'kishi boshlanganda, substratning harorati nisbatan past edi, natijada depozit qilingan atomlarning sirt harakati kam edi. $\langle 110 \rangle$ donalari $\langle 111 \rangle$ zarralariga nisbatan tezroq o'sib bordi, chunki ular quyilgan atomlar sirt harakatchanligi past bo'lgan. FCC metallar uchun, voqea kuchli zarralar <rivojlanishini xabar 110 <ustidan> 111 > to'qimalarining tufayli <kanalize ta'siri va shu kam mahalliyashtirilgan radiatsiya zarar uchun 110 > don. DGP jarayoni uchun hosil bo'lgan Ir qatlami yuqori energiyali ion bombardimonidan va tupurgan ionlardan aziyat chekdi. Shunday qilib, DGP jarayonida $\langle 110 \rangle$ -tekstli Ir qoplama osongina olingan.

Tuzilish evolyutsiyasi

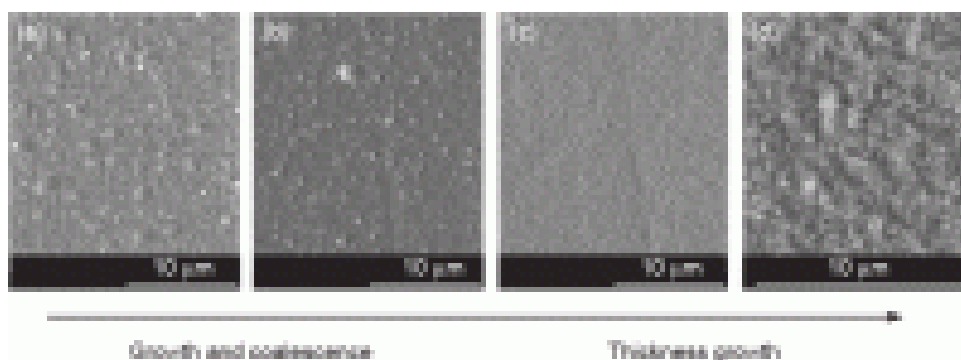
Polikristal qoplamalar odatda substrat yuzasida izolyatsiya qilingan kristallarning nukleatsiyasi natijasida hosil bo'ladi. Bundan tashqari, qoplamalar mikro va xususiyatlari don çekirdeklaşme, o'sish, birlashish va kino qalinligi o'sish. Qoplamaning yuzasi ko'plab kichik agregatlardan iborat edi. Qoplama yuzasida hech qanday yoriqlar yoki teshiklar yo'q edi. Qoplamaning kimyoviy tarkibi faqat Irdan iborat edi, buni energiya-dispersiyali rentgen spektroskopiyasi (EDS) namunasi ko'rsatdi. Qoplamaning sinish yuzasi ustunli donalardan iborat edi. Ustunli donalar qoplamaning butun qalinligi bo'ylab tarqaldi. Qoplamaning qalinligi 6-7 mkm edi. SEM mikrograflari: (a) sirt; va (b) Nb substratda ir qoplaminig sinish yuzasi.



O'sish va qo'shilish jarayoni qoplam hosil bo'lishining bir qismidir. Orollar o'sishi, ular doimiy qoplama hosil qilish uchun bir-biriga tegib turguncha sodir bo'ldi. Maxsus xususiyatlarga ega qoplamalarni loyihalashda qo'shilish jarayoni muhim ahamiyatga ega edi. Ikki orolning yaxlit yaxlit birlashuvidan so'ng, ular orasida don chegarasi bo'lishi mumkin yoki ular chegarasiz orolni tashkil qilishi mumkin. Yuzaki energiya va super to'yinganlik sirt va quyma tarqalish orqali material tashish orqali uyg'unlik va o'sish jarayonini boshqaradi. Yupqa qoplama uchun qo'pol yuzasi qalin bo'yash silliq yuzasiga aylandi. Nisbatan qo'pol sirt bir necha yirik to'plangan zarralardan iborat edi. Qoplama ba'zi tepalikka o'xshash zarralardan iborat edi, ammo sirt nisbatan silliq edi rasmlar bilan taqqoslaganda, qoplamaning tuzilish evolyutsiyasi past harorat va soyaning ta'siri tufayli yuzaga keldi, natijada adatomlarning kam harakatlanishi va adatomning tarqalishini cheklash yuzaga keldi. Ir atomlarining chegara qatlamidagi yuqori konsentratsiyasi

ularning aglomeratsiyasiga olib keldi. Aglomeratsiyalangan klasterlar va tupurilgan Ir zarralari hillokka o'xshash zarralarni hosil qilish uchun to'plangan. Qoplama, o'sish va birlashish jarayonlari tegishli qoplamaning yuzasi bir tekis va zich bo'lib, yuzasi mayda mayda donalardan tashkil topganligini ko'rsatadi. Yuzaki morfologiya qoplamaning qayta o'rnatilishi uchun xos bo'lgan. Sirt bir hil va zich edi. Ir atomlarining adsorbsiyasi va tarqalishi yuqori substratning yuqori harorati tufayli tezlashdi. Qiyshiq kuchlanish (qachon U_s) -400 V -100 V o'zgartirildi, qoplama, qalin bo'ldi. Ikkilanish kuchlanishi nafaqat substrat haroratiga, balki qoplamaning cho'kish tezligiga ham ta'sir qildi. Qoplamaning mikro tuzilishi uning o'sib boradigan qalinligi ta'sir qildi.

Mo substratlarida DGP Ir qoplama yuzasining SEM rasmlari: (a) $U_s = -100$ V; (b) $U_s = -200$ V; (c) $U_s = -300$ V; (d) $U_s = -400$ V (Elsevier (22) ruxsati bilan tayyorlangan)



Qoplamaning mikro tuzilishi uning xususiyatlariga va shuning uchun uning qo'llanilishiga ta'sir qilishi mumkin. Homolog harorati T_s/T_M sirt harorati nisbati sifatida belgilangan, T_s yupqa qoplama moddasining erish nuqtasiga T_M , asosiy parametrlari biridir. Adatom sirtining harakatchanligini va ommaviy tarqalish tezligini aniqlashda substrat harorati asosiy rol o'ynaydi. Tuzilish zonasi modellari T_s/T_M funktsiyasi sifatida metall qoplamalarning mikro tuzilishini uch xil zonalarga ajratdi:

- I zonasi ($T_s/T_M < 0.3$) bu juda ko'p gözenekli va ochiq ustunli chegaralarga ega bo'lgan ustunli tuzilish. Ushbu struktura yuqori gaz bosimi yoki past homologik harorat ta'sirida. Soyalanish ustunlik qiladi

- II zonasi ($0.3 < T_S/T_M < 0.5$) aniq va kristalli chegaralar bilan ajratilgan ustunli donalardan iborat. Donning o'lchamlari T_S/T_M bilan ortib boradi va yuqori T_S/T_M da qoplama qalinligidan o'tib ketishi mumkin. Yuzaki tarqalish katta ahamiyatga ega
- III zona ($0.5 < T_S/T_M < 1$) yorqin yuzasi bilan tenglashtirilgan donalardan iborat. Donning diametrlari T_S/T_M bilan ortadi va adatomlarning tarqalishi ustunlik qiladi.

Odatda, RFMS va DCMS ustunli taneli Ir qoplamasini ishlab chiqaradi. Shu bilan birga, 25 °C haroratda yotqizilgan DCMS Ir qoplama qo'pol sirtga ega edi, nosimmetrikliklar va soyaning ta'siri tufayli gozenekli ustunli tuzilishga ega edi. 800 °C haroratda yotqizilgan RFMS Ir qoplama zich ustunli tuzilishga ega edi. 100 °C dan past haroratda saqlanadigan RFMS Ir qoplamalari zich qadoqlangan sub-100 nm donalardan iborat bo'lgan "apelsin po'stlog'iga o'xshash" sirt topografiyasini ko'rsatadi. A MOCVD Ir yupqa qoplama ixcham ustunli va qo'pol donalarni taqdim etadi. Elektrodepositlangan Ir qoplama katta ustunli donalar bilan bir qatorda katta ekvivalent donalarga ega edi. 300 °C va 500 °C haroratda yotqizilgan PLD Ir plyonkalari nanometr donasining o'lchamiga ega bo'lgan polikristallik tuzilishga ega. 800-1000 °C haroratda yotqizilgan DGP Ir qoplamasida sub-mikrometr donalari bo'lgan ustunli don ko'rsatilgan. DGP jarayoni uchun ustunli Ir qoplama II zonasiga tegishli bo'lishi kerak. II zonaning mikro tuzilishi qoplama bilan mos edi. Ustunli don to'plangan atomlarning tarqalishi va don hajmini oshirish uchun etarli sirt harakatchanligiga ega bo'lganligi natijasida yuzaga keldi. Biroq, Ir qoplamasida yotqizilgan atomlarning past harakatchanligi va qoplamaning yuqori cho'kish tezligi bilan bog'liq bo'lgan interfeysda ko'plab nanovoidlar mavjud edi.