

DETALLAR SIRTLARINI IONLI LEGIRLASH USULIDA PUXTALIGINI OSHIRISH

Babayev N.O.

Namangan muhandislik-qurilish institute, O‘zbekiston

Qattiq jismning sirti uning ichki tuzilishiga qaraganda bir qator o‘ziga xos xususiyatlarga ega. Mashina detallarini ishlatishdagi xossalari ko‘p holatlarda materialning makroskopik mustahkamligi bilan emas, balki sirt qatlamning holati va uning fizik-mexanikaviy xossalari bilan belgilanadi.

Sirtlarni puxtalash texnologiyalarning ko‘pchiligi materialga tabiati turlicha bo‘lgan energiya yoki modda oqimi ta’siriga asoslangan. Ularning ko‘pchiligi ma’lum bo‘lgan lazerli, elektruchqunli puxtalash, ionlarni singdirish (implantatsiya qilish) texnologiyalarda, himoya va yeyilishga chidamli qoplamalarni hosil qilishda, sirtni plastik deformatsiyalash va shu kabi usullarda amalga oshirilgan.

Ionli singdirish deb nishonning ustki qatlamlariga singish uchun energiyasi yetarli bo‘lgan ionlashgan atomlarni singdirish jarayoniga aytiladi. Bu jarayonda shakllanayotgan sirt strukturalarining elektrik va mexanik xossalarini bashorat qilish va boshqarish imkoniyati mavjud. Ionli singdirish (ionli legirlash) yuzalarning modifikatsiyalangan strukturalarini hosil qilish hisobiga puxtalashning istiqbolli usullardan biridir. Ionli singdirish yarim o‘tkazgich materiallarni, metal va qotishmalarni, keramika va plastmassalarni legirlash uchun sanoatda keng qo‘llaniladi [1,2].

Moddaning qattiq jism zarrachalari bilan o‘zaro ta’siri natijasida singdirilayotgan ionning kinetik energiyasi kamayadi, ya’ni ion sekinlashadi. Ion harakatining umumiy trayektoriyasi bo‘ylab bosib o‘tgan yo‘l uzunligi “R” deyiladi, singdirilayotgan ionni nishon sirtiga tik yo‘nalishda to‘xtaguncha bosib o‘tgan masofa esa proyeksiyalangan yo‘l uzunligi “R_p” deyiladi. Ionni qattiq jismda bosib o‘tgan yo‘li uning boshlang‘ich energiyasiga va massasiga hamda ishlanayotgan detalning fizikaviy xossalariga bog‘liq.

Amaliy maqsadlar uchun ionni boshlang‘ich harakati yo‘nalishiga uning bosib o‘tgan yo‘lining proyeksiyasining nisbati muhimdir, bu proyeksiya quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\frac{R}{R_p} = 1 + b \cdot \frac{M_2}{M_1}$$

Bunda, R_p – bosib o‘tgan yo‘lning proyeksiyasi; M₁ – ionning massa rusumi; M₂ – nishondagi atomlarning massa rusumi; b – ionning boshlang‘ich energiyasiga va bosib o‘tgan yo‘lning o‘rtacha qiymatiga bog‘liq parametr (birinchi yaqinlashishda uni b = 1/3 deb qabul qilish mumkin). Bosib o‘tgan yo‘lning proyeksiyasi odatda katta bo‘lmaydi, masalan E ≈ 1,0 MeV bo‘lganda, R_p ≈ 1,0 mkmg teng bo‘ladi.

Qattiq jismga singdirilgan ionlarning chuqurlik bo'yicha taqsimlanishi Gauss funksiyasi bilan ifodalanadi:

$$N(h) = \frac{D}{\sqrt{2\pi} \cdot \Delta R_p} \cdot \exp \left\{ -\frac{(h - R_p)^2}{2 \cdot \Delta R_p^2} \right\}$$

Bunda, D – nurlanish miqdori (sirtning yuza birligiga singdirilgan ionlar soni); h – chuqurlik.

Nurlanish miqdori ionli singdirish davomiyligiga va ion tokining zichligiga bog'liq, u quyidagi formuladan aniqlanadi:

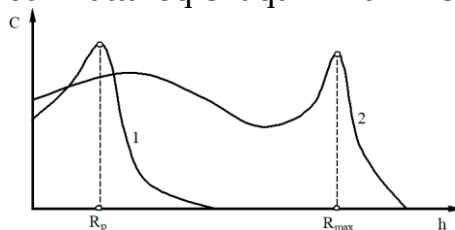
$$D = \frac{j t}{Z_i e}$$

Bunda, j – ion tokining zichligi; Z_i – atomni ionlashgan darajasi; e – elektron zaryadi; t – nurlanish vaqti.

Yuqoridagi ifodadan taqsimlanish maksimumi quyidagicha ekanligi kelib chiqadi:

$$N_{\max}(h) = \frac{D}{\sqrt{2\pi} \cdot \Delta R_p}$$

Singdirilgan element konsentratsiyasini taqsimlanishi material strukturasiga va kristall tuzilishning nuqsonlar zichligiga bog'liq. 1-rasmda har xil kristall strukturalar uchun shartli taqsimlanish egri chiziqlari keltirilgan. Kristall panjarada har doim atomlar bo'lmagan, ya'ni ionlar uchun harakatlanishi oson bo'lgan yo'nalishlar bor. Bu yo'nalishlar bo'ylab ionlarni tarqalishi va harakatlariga qarshilik juda kichik bo'ladi, shuning uchun singdirilayotgan elementlar qattiq jismga proyeksion masofadan kattaroq chuqurlikka kirishi mumkin.



1-rasm. Singdirilgan element konsentratsiyasining taqsimlanishi: 1 – amorf va polikristall material uchun; 2 – monokristall uchun.

Ionlarni singdirish jarayonida tanlangan materiallarning ionlarini singdirishdan tashqari, ustki qatlamning puxtalanishi ham vujudga keladi. Puxtalangan qatlam chuqurligi singdirilgan qatlamdan ancha chuqur bo'ladi.

Ionli singdirish natijasida sirt qatlamning kimyoviy tarkibi o'zgaradi, singdirilayotgan moddaning qo'shimchalari ishlov berilayotgan yuzaga singib boradi, kristall tuzilishning nuqsonlari paydo bo'ladi, bu sirtning mikroqattiqligini va g'adir-budurligini oshiradi, ichki zo'riqishlar paydo bo'lishiga olib keladi. Bu omillar singdirilgan elementning chuqurlik bo'yicha haqiqiy taqsimlanishini 1-rasmdagi taqsimlanishdan farq bo'lishiga olib keladi. Nurlanish miqdori oshganda konsentratsiyaning maksimumi detalning sirtiga qarab siljiydi.



Konstruksion va asbobsozlik po‘lat va qotishmalar uchun $U=30\text{kV}$ va $j=100\text{mkA/sm}^2$ bo‘lganda maksimal temperatura 970°K dan oshmaydi. Yumshatishga olib keladigan yuqori temperaturalar faqat yupqa buyumlarni ionlar bilan to‘yintirishda vujudga kelishi mumkin. Detal sirt qatlamining qizishini legirlangan qatlam qalinligini oshirish uchun qo‘llash mumkin.

Ionli singdirish ba‘zi holatlarda materialni vakansiya (mikrobo‘shliqlar)ni yoki inert gazlarning ionlarini singdirishda gaz pufaklarni hosil bolishi hisobiga “shishib” ketishiga olib keladi. Ionli singdirishning asosiy afzalligi - metastabil fazalarni va o‘ta to‘yingan qattiq eritmalarni olish imkoniyatidir. Bularni boshqa usullar bilan olib bo‘lmaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Адамсон А. Физическая химия поверхности. – М.: Мир, 1974, 568 с.
2. Бахарев М.С., Миркин Л.И. Структура и прочность материалов при лазерных воздействиях. – М.: Изд-во МГУ, 1988, 224 с.
3. Mashinasozlikda yuzalarga ishlov berish texnologiyalari: o‘quv qo‘llanma/ V.A.Kim, X.I.Turkmenov, X.P.Shermuxeamedov – Toshkent: 2020, 160 b.