

METALL VA QOTISHMALARDA DEFORMATSIYA JARAYONINING
MEXANIK XOSSALARGA TA'SIRI

Sadanboyeva Iqboloy

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti talabasi

azizbeksadambayev@gmail.com

Abduraxmonova Shoxidaxon Abduqodirovna

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti assistenti

abdurahmonovashohida3@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada metall va qotishmalardagi deformatsiya jarayonlari hamda ularning mexanik xossalarga ko'rsatadigan ta'siri keng qamrovli ilmiy tahlil asosida o'rganiladi. Plastik deformatsiya mexanizmlari, dislokatsiyalar kinetikasi, mustahkamlanish hodisalari va turli usullar o'rtasidagi taqqoslama o'rganiladi. Sovuq va issiq deformatsiya, shuningdek zamonaviy texnologiyalar — ultrasonik va termomexanik usullar — xossalarga ta'siri jihatidan solishtiriladi.

Kalit so'zlar: plastik deformatsiya, dislokatsiya, deformatsion mustahkamlanish, rekristallizatsiya, sovuq va issiq ishlash, mexanik xossalari, metallar texnologiyasi.

Kirish: Metallarni qayta ishlash texnologiyasida deformatsiya markaziy o'rinni egallaydi. Muhandislik nuqtai nazaridan qaraganda, deformatsiya deganda qattiq jismning tashqi kuch ta'sirida shakl yoki hajm jihatidan o'zgarishi tushuniladi. Bu jarayon nafaqat mahsulotning geometrik parametrlarini, balki uning ichki kristall tuzilishi va shu orqali mexanik xossalarini ham tubdan o'zgartiradi [1].

Metallar sanoatda keng qo'llaniladigan konstruktsion materiallar bo'lib, ularning mustahkamligi, qattqlik darajasi, elastikligi va boshqa xossalari ishlab chiqarilayotgan konstruktsiyaning xavfsizligi va ishonchliligini belgilab beradi. Shu sababli deformatsiya jarayonida sodir bo'ladigan o'zgarishlarni chuqur o'rganish, turli deformatsiya usullarini taqqoslash va optimal texnologiyani tanlash masalasi bugungi kunda katta ahamiyatga ega [2].

Ushbu maqola deformatsiya jarayonlarini qiyosiy tahlil etishga, ayniqsa sovuq, issiq va zamonaviy usullar o'rtasidagi farqlarni ilmiy jihatdan aniqlashga qaratilgan.

Asosiy qisim: Metall kristallidagi atomlar ma'lum tartibda joylashgan panjara hosil qiladi. Tashqi kuch ta'sirida bu atomlar o'z muvozanat holati chegarasini oshib ketsa, plastik deformatsiya boshlanadi. Bu holatda atomlar yangi muvozanat holatiga o'tib, dastlabki joylashuviga qaytmaydi — bu esa doimiy deformatsiyaga olib keladi.

Plastik deformatsiyaning asosiy mexanizmi — kristalldagi siljish tekisliklarida atomlar qatlamining bir-biriga nisbatan sirpanishi. Har bir metallda ma'lum siljish sistemalari mavjud bo'lib, ular siljish tekisligi va siljish yo'nalishidan iborat. Masalan, yuzaga markazlashgan kubik (YMK) panjarali mis va aluminiyda 12 ta, tanaga markazlashgan kubik (TMK) panjarali po'lat va temirda 48 tagacha siljish sistemasi mavjud. Ko'proq siljish sistemasi metallning plastikligini oshiradi [1].

Egizaklanish — past haroratda yoki yuqori tezlikdagi deformatsiya paytida (masalan, zarba ta'sirida) kuzatiladigan mexanizm. Bu holda kristallning bir qismi qolgan qismiga nisbatan simmetrik ravishda buriladi. Magniy va mis qotishmalarida bu mexanizm ayniqsa yaqqol namoyon bo'ladi. Egizaklanish siljishga qaraganda kamroq plastik deformatsiya ta'minlaydi, lekin metallning yo'naltirilganligini o'zgartiradi [2].

Dislokatsiya — kristall panjara ichidagi chiziqsimon nuqsonlar bo'lib, ular plastik deformatsiyaning mikromexanizmi sifatida amal qiladi. 1934-yilda Taylor, Orowan va Polyani mustaqil ravishda kashf etgan bu tushuncha metallshunoslikning asosiy nazariy poydevorini tashkil etadi.

Dislokatsiyalar ikki asosiy turga bo'linadi: chizikli dislokatsiyalar va vintsimon dislokatsiyalar. Chizikli dislokatsiyada qo'shimcha atom tekisligi panjarada yarimqatlamni hosil qiladi. Vintsimon dislokatsiyada esa atomlar spiral tartibda joylashadi. Amaliyotda ko'pincha aralash turdagi dislokatsiyalar uchraydi.

Deformatsiya davomida dislokatsiyalar soni keskin oshadi — boshlang'ich zichligi $10^6 - 10^8 \text{sm}^{-2}$ dan deformatsiyalangan metallda $10^{11} - 10^{12} \text{sm}^{-2}$ gacha yetish i mumkin. Bloklanish mexanizmlari orasida Lomer-Kotrell to'siqlarivva Frank-Read manbalari ayniqsa muhim rol o'ynaydi. Dislokatsiyalar bir-birini to'sib, zaruriy kuchlanishni oshiradi — natijada metall mustahkamligi ortadi, lekin plastikligi pasayadi [1].

Turli deformatsiya usullarining metallning mexanik xossalariga ta'sirini tizimli o'rganish zamonaviy muhandislik uchun nihoyatda ahamiyatlidir. Quyidagi jadvalda asosiy usullar taqqoslanadi (1-jadval).

1-jadval

Defarmatsiya usullari

Xususiyat	Sovuq deformatsiya	Issiq deformatsiya	Ultrasonik usul
Harorat	< Qayta kristall.	> Qayta kristall.	Xona harorati
Mustahkamlik	Sezilarli oshadi	Deyarli o'zgarmaydi	Bir oz oshadi
Mo'rtlik	Ortadi	Kamayadi	Kamayadi
Dislokatsiya	Ko'payadi	Tiklanadi	Qayta taqsimlanadi
Qo'llanilishi	Simlar, listlar	Katta profilli buyum	Nano materiallar

Sovuq deformatsiya qayta kristallanish haroratidan past temperaturada amalga oshiriladi. Jarayon natijasida metall mustahkamlik chegarasi va qattiqligi sezilarli darajada oshadi — bu hodisa deformatsion mustahkamlanish (work hardening) deb ataladi. Masalan, past uglerodli po'latni 50% deformatsiyalash uning ko'chish kuchlanishini deyarli 2 baravar oshirishi mumkin. Biroq shu bilan birga uzayish va urishga chidamlilik kamayadi, ya'ni material mo'rtroq bo'lib qoladi [3].

Sovuq deformatsiya muhim afzalliklarga ega: yuzani tozalash shart emas, o'lcham aniqligi yuqori va yuzaning sifati a'lo bo'ladi. Shu sababli sim tortish, varaqalarni preslash, sovuq shtamlash va boshqa nozik operatsiyalar shu usul bilan bajariladi. Issiq deformatsiya qayta kristallanish haroratidan yuqorida amalga oshiriladi. Bu sharoitda dislokatsiyalar bir vaqtning o'zida hosil bo'ladi va yo'q bo'ladi — natijada mustahkamlanish ro'y bermaydi. Rekristallizatsiya jarayonida yangi,

nuqsonsiz donalar hosil bo'ladi, bu esa metallning dastlabki plastik xossalarini tiklaydi [2].

Issiq deformatsiyaning asosiy afzalligi — katta ko'lamli shakl berishning qulayligi va kichik energiya sarfida yuqori plastik deformatsiyaga erishish imkoniyati. Biroq yuzaning oksidlanishi (tang hosil bo'lishi), o'lcham aniqligi pastligi va yirik donali tuzilma hosil bo'lish xavfi salbiy tomonlar hisoblanadi. Haroratni nazorat qilish bu muammolarni bartaraf etishda muhim rol o'ynaydi.

Termomexanik qayta ishlash (TMQO) — deformatsiya va issiqlik ta'sirini maqsadli ravishda birlashtirib boshqarish orqali kerakli xossalarni olish texnologiyasi. Zamonaviy konstruktsion po'latlarda TMQO qo'llanilganda an'anaviy usullarga qaraganda 20–30% yuqori mustahkamlik va yaxshi zarbaga chidamlilik erishiladi [3].

Ultrasonik deformatsiya — ultratovush tebranishlari (20 kHz va undan yuqori) yordamida metallni deformatsiyalash usuli. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ultratovush ta'siri ostida metall siljish kuchlanishi sezilarli kamayadi (akustik yumshatish effekti), tuzilma bir xilroq bo'ladi va yuzaning sifati yaxshilanadi. Bu usul ayniqsa nanostrukturaviy materiallar va tibbiy implantlar ishlab chiqarishda istiqbolli hisoblanadi.

Sohadagi asosiy muammolar va ular bo'yicha ko'rilayotgan ilmiy yondashuvlar:

- Mo'rtlikning ortishi: Sovuq deformatsiyadan keyin oraliq tavlash (rekristallizatsion tavlash) jarayoni o'tkazib, dislokatsiya zichligini kamaytirish va plastiklikni tiklash mumkin.
- Tuzilmaning bir xilligi: Kompyuter simulyatsiyasi (FEM) va sun'iy intellektga asoslangan tizimlar yordamida deformatsiya parametrlarini real vaqtda moslashtirib borish tadqiq etilmoqda.
- Dislokatsiyalar nazorati: Nanoyig'indillar (nanoprecipitates) va dispersoid zarralar qo'shish orqali dislokatsiyalarni maqsadli bloklash mumkinligi isbotlangan.
- Harorat boshqaruvi: Issiq deformatsiyada past issiqlik kirishi (low heat input) texnologiyalari va tez sovitish usullari strukturani nazorat qilishga imkon beradi.

Xulosa: Amalga oshirilgan taqqoslamaeviy tahlil asosida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Plastik deformatsiya dislokatsiyalarning harakati orqali amalga oshirilib, bu jarayonning intensivligi metall turi va haroratga bevosita bog'liq.

2. Sovuq deformatsiya mustahkamlikni oshirsa-da, plastiklikni kamaytiradi; issiq deformatsiya esa katta shakl o'zgarishiga imkon beradi, lekin tuzilma nazoratini murakkablashtiradi.
3. Termomexanik va ultrasonik usullar an'anaviy texnologiyalarga qaraganda xossalar bo'yicha sezilarli ustunliklar beradi va kelajak ishlab chiqarishida keng qo'llaniladigan istiqbolli yo'nalishlar hisoblanadi.
4. Deformatsiya jarayonini optimallashtirish uchun kompyuter modellashtirish va zamonaviy diagnostika usullari birgalikda qo'llanilishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Dieter G.E. Mechanical Metallurgy. 3rd edition. — New York: McGraw-Hill, 1986. — 751 p.
2. Meyers M.A., Chawla K.K. Mechanical Behavior of Materials. 2nd edition. — Cambridge: Cambridge University Press, 2009. — 882 p.
3. Hosford W.F. Mechanical Behavior of Materials. — Cambridge: Cambridge University Press, 2005. — 419 p.
4. Callister W.D., Rethwisch D.G. Materials Science and Engineering: An Introduction. 10th edition. — Hoboken: Wiley, 2018. — 960 p.
5. Hull D., Bacon D.J. Introduction to Dislocations. 5th edition. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2011. — 272 p.