QUYMA DETALLAR UCHUN YEYILISHGA CHIDAMLI QOTISHMALARNI MODIFIKATSIYALASHNING FIZIK-KIMYOVIY TAMOYILLARI

K.Qosimov
D.Zuxriddinov
Andijon davlat texnika instituti
M.Mansurov
X.Abdulxayev
O.Toshpo'latov
Namangan davlat texnika universiteti
E-mail: mtmansurov@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada yo'l-qurilish texnikasining ishqalanish va abraziv yeyilish sharoitida ishlaydigan quyma detallari resursini oshirishning texnologik asoslari ko'rib chiqilgan. Diffuzion modifikatsiyalash va legirlash usullarining metall qotishmalari strukturasi, fazaviy tarkibi, qattiqligi hamda yeyilishga chidamliligiga ta'siri tahlil qilingan. Diffuzion-legirlangan qo'shimcha materiallar yordamida qotishma sirt qatlamining tarkibi va xossalarini boshqarish, karbid va boshqa mustahkamlovchi fazalarni hosil qilish hamda ishchi sirtning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilashning fizik-kimyoviy tamoyillari bayon etilgan.

Kalit so'zlar: yo'l-qurilish texnikasi, quyma detallar, abraziv yeyilish, diffuzion modifikatsiyalash, legirlash, diffuziya, karbidlar, mikrostruktura, sirt qattiqligi, yeyilishga chidamli qotishma.

Kirish

Yo'l-qurilish texnikasining ishchi organlari va uzellari og'ir ekspluatatsion sharoitlarda ishlaydi. Ekskavator kovshining tishlari, maydalagichlarning ishchi elementlari, buldozer pichoqlari, yuklagichlarning ishchi qismlari va boshqa quyma detallar tuproq, qum, shag'al hamda maydalangan tog' jinslari bilan uzluksiz kontaktda bo'ladi. Bunday sharoitda metall sirtida abraziv yeyilish, zarbiy yuklanish, plastik deformatsiya va charchash jarayonlari yuzaga keladi.

Detallarning tez yeyilishi texnikaning ish unumdorligini pasaytiradi, ehtiyot qismlar sarfini oshiradi va ta'mirlashlar oralig'idagi muddatni qisqartiradi. Shu sababli detallarning faqat boshlang'ich qattiqligini oshirish emas, balki ishchi sirtida yeyilishga chidamli, ichki qismida esa zarbiy yuklanishlarga bardoshli struktura hosil qilish muhim ilmiy-texnik vazifa hisoblanadi.

Mazkur vazifani hal etishning istiqbolli yo'nalishlaridan biri diffuzion modifikatsiyalash va legirlash jarayonlarini qo'llashdir. Ushbu usullar yordamida metallning kimyoviy tarkibi, fazaviy holati va mikrostrukturasi boshqarilib, ishqalanish sharoitida ishlaydigan detallar sirtining ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash mumkin.

Maqolaning maqsadi — diffuzion modifikatsiyalash, legirlash va diffuzion-legirlangan qo'shimcha materiallar ta'sirida yeyilishga chidamli qotishmalar strukturasini shakllantirishning fizik-kimyoviy tamoyillarini tahlil qilish hamda ularni yo'l-qurilish texnikasining quyma detallariga tatbiq etish imkoniyatlarini asoslash.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

1. Diffuzion modifikatsiyalash orqali quyma detallarning yeyilishga chidamliligini oshirishning texnologik asoslari

Diffuzion modifikatsiyalash — metall yoki qotishmaning sirt qatlamiga tashqi muhitdan ayrim elementlarning atomlari diffuziya orqali kirib borishi natijasida uning kimyoviy tarkibi va strukturaviy holatini o'zgartirish jarayonidir. Jarayon qattiq, suyuq yoki gaz muhitida, shuningdek, maxsus diffuzion qoplamalar va texnologik aralashmalar yordamida amalga oshirilishi mumkin. [1, 2, 8]

Diffuziya atomlarning konsentratsiyasi yuqori bo'lgan hududdan konsentratsiyasi past hududga ko'chishi bilan tavsiflanadi. Jarayonning tezligi harorat, vaqt, elementlarning atom radiusi, kristall panjaradagi holati va materialning fazaviy tarkibiga bog'liq. Diffuziyaning umumiy qonuniyatlari Fik qonunlari bilan ifodalanadi. Birinchi qonun quyidagicha yoziladi:

$$J=-D\frac{dC}{dx}$$

bunda J — diffuziya oqimi; D — diffuziya koeffitsiyenti; C — diffuziyalanuvchi element konsentratsiyasi; x — sirtga perpendikulyar koordinata.

Ushbu tenglama diffuziya oqimi konsentratsiya gradientiga bog'liqligini ko'rsatadi. Harorat ortishi bilan ko'pchilik atomlarning diffuziya tezligi oshadi. Diffuziya koeffitsiyentining haroratga bog'liqligi Arrenius tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$D=D_0\exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

bunda D_0 — diffuziya koeffitsiyentining oldingi ko'paytuvchisi; Q — diffuziyaning faollanish energiyasi; R — universal gaz doimiysi; T — mutlaq harorat.

Diffuzion qatlam chuqurligi soddalashtirilgan holda quyidagicha baholanishi mumkin:

$$h\approx\sqrt{Dt}$$

bunda h — diffuziya ta'sir qilgan qatlamning xarakterli chuqurligi; t — jarayon davomiyligi. Ushbu munosabat sifat jihatidan baholash uchun xizmat qiladi; amaldagi qatlam chuqurligi element turi, fazaviy o'zgarishlar va ishlov berish sharoitlariga bog'liq.

Quyma detallarning sirtini modifikatsiyalashda xrom, bor, uglerod va boshqa elementlardan foydalanish mumkin. Ularning tanlanishi asosiy qotishmaning kimyoviy tarkibi, ishlash harorati, abraziv zarrachalarning xususiyatlari va zarbiy yuklanish darajasiga bog'liq. Masalan, bor bilan boyitish natijasida temir boridlari, xrom va uglerod ishtirokida esa xromga boy karbidlar hosil bo'lishi mumkin. Bunday fazalar sirt qattiqligini oshirishi mumkin, biroq ularning haddan tashqari ko'p yoki uzluksiz mo'rt qatlam shaklida hosil bo'lishi zarbiy yuklanishlarga chidamlilikni pasaytirishi ehtimoli mavjud.

Diffuzion modifikatsiyalashning asosiy afzalligi shundaki, materialning butun hajmini qimmat legirlovchi elementlar bilan boyitish talab etilmaydi. Yeyilish eng jadal kechadigan sirt qatlamining tarkibi va xossalarini maqsadli o'zgartirish orqali material sarfi hamda texnologik xarajatlarni kamaytirish mumkin.

Texnologik rejimni tanlashda diffuzion qatlamning qalinligi, qattiqlik gradienti, asosiy metall bilan bog'lanish mustahkamligi va qoldiq kuchlanishlar hisobga olinishi kerak. Yo'l-qurilish texnikasi detallari zarbiy-abraziv sharoitda ishlaganda faqat yuqori qattiqlik emas, balki sirt qatlamining darz ketishiga qarshiligi va asosiy metallning yetarli plastiklik xususiyatlari ham muhimdir.

2. Legirlash orqali quyma detallarning yeyilishga chidamliligini oshirishning texnologik asoslari

Legirlash — metall yoki qotishma tarkibiga maqsadli ravishda legirlovchi elementlar kiritish orqali uning mexanik, fizik va kimyoviy xususiyatlarini o'zgartirish usulidir. Quyma detallarda legirlash eritma

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

tayyorlash bosqichida, metallni kovshda qayta ishlashda yoki maxsus qo‘shimchalar yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Yeyilishga chidamli qotishmalarni olishda xrom, marganes, molibden, nikel, vanadiy, titan va boshqa elementlardan foydalaniladi. Ularning ta’siri qotishmaning asosiy tarkibi va termik ishlov berish rejimiga bog‘liq.

Xrom karbid hosil qilish qobiliyati va qotishmaning qattiqlashishiga ta’siri bilan ajralib turadi. Uglerod bilan birgalikda u yeyilishga chidamlilikni oshiruvchi karbid fazalar hosil qilishi mumkin. Marganes ayrim po‘latlarda austenitni barqarorlashtiradi va zarbiy yuklanish sharoitida deformatsion mustahkamlanishga yordam beradi. Molibden qattiqlanish va yuqori haroratdagi strukturaviy barqarorlikka ta’sir ko‘rsatadi. Vanadiy va titan esa tegishli sharoitlarda mayda karbid yoki karbonitrid zarrachalarining hosil bo‘lishiga yordam berishi mumkin.

Legirlash samaradorligi faqat elementlarning miqdori bilan belgilanmaydi. Ularning o‘zaro nisbati, uglerod miqdori, sovish tezligi va termik ishlov berish tartibi yakuniy strukturaning shakllanishida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Masalan, xrom miqdorini oshirish ayrim qotishmalarda karbidlar hajmini ko‘paytirishi mumkin, ammo noto‘g‘ri tanlangan tarkib mo‘rtlikning ortishiga yoki karbidlarning notekis taqsimlanishiga olib kelishi mumkin.

Quyma detallarning yeyilishga chidamliligini oshirishda uchta asosiy strukturaviy omil muhimdir:

1. Matritsaning xususiyatlari. Metall matritsaning qattiqligi va plastiklik xususiyatlari abraziv zarrachalarning botishi hamda materialning plastik surilishiga qarshilikni belgilaydi.
2. Mustahkamlovchi fazalarning mavjudligi. Karbidlar va boshqa qattiq fazalar abraziv zarrachalarning metall sirtiga botishini cheklashi mumkin.
3. Fazalarning taqsimlanishi va bog‘lanishi. Mustahkamlovchi fazalarning matritsada bir tekis taqsimlanishi hamda ular bilan matritsa orasidagi mustahkam bog‘lanish yeyilish jarayonida zarrachalarning ajralib chiqishini kamaytirishga yordam beradi.

Yo‘l-qurilish texnikasining quyma detallari uchun material tanlashda ishlash sharoitlarini farqlash zarur. Asosan abraziv yeyilish ta’siridagi detallar uchun qattiq karbidli struktura foydali bo‘lishi mumkin. Zarbiy yuklanishlar katta bo‘lgan detallar uchun esa yuqori qattiqlik bilan birga yetarli zarbiy qovushqoqlikka ega matritsa talab etiladi. Demak, optimal qotishma tarkibi detalning shakli, yuklanish turi, abraziv muhit va ta’mirlash imkoniyatlarini hisobga olgan holda tanlanishi lozim.

Legirlashning muhim cheklovi — qimmat elementlar sarfi va ularning qotishma hajmi bo‘yicha taqsimlanishidir. Shu sababli yuqori legirlangan materiallardan faqat zarur bo‘lgan ishchi qatlamni shakllantirishda foydalanish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo‘lishi mumkin.

3. Diffuzion-legirlangan qo‘shimcha materiallar yordamida qotishmalarni modifikatsiyalashning fizik-kimyoviy tamoyillari

Diffuzion modifikatsiyalash va legirlash usullarini o‘zaro uyg‘unlashtirish quyma detallarning sirt qatlamida talab etilgan kimyoviy tarkib va strukturani shakllantirish imkonini beradi. Bunda diffuzion-legirlangan qo‘shimcha materiallar tarkibidagi faol elementlar metall sirtiga o‘tadi, asosiy metall bilan o‘zaro ta’sirlashadi va belgilangan texnologik sharoitlarda mustahkamlovchi fazalarning hosil bo‘lishiga olib keladi. [6–9]

Mazkur jarayonning fizik-kimyoviy mohiyati uchta asosiy bosqichdan iborat: qo‘shimcha material tarkibidagi elementlarning faollashishi, ularning metall sirtiga ko‘chishi va diffuziyasi hamda hosil bo‘lgan elementlarning asosiy qotishma bilan reaksiyaga kirishib, yangi fazalarni shakllantirishi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Birinchi bosqichda qo‘shimcha material tarkibidagi legirlovchi elementlarning kimyoviy faolligi muhim ahamiyatga ega. Elementlarning metall bilan o‘zaro ta’sirlashish imkoniyati ularning termodinamik holati, kimyoviy potensiali va jarayon haroratiga bog‘liq. Ikkinchi bosqichda atomlar metall sirtidan ichki qatlamlarga tarqaladi. Uchinchi bosqichda esa elementlarning konsentratsiyasi va o‘zaro kimyoviy moyilligiga qarab karbidlar, boridlar yoki boshqa fazalar hosil bo‘lishi mumkin.

Karbid hosil bo‘lish jarayonini umumiy ko‘rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:

$M + C \rightarrow MC$

bunda M — karbid hosil qiluvchi metall elementi; C — uglerod; MC — hosil bo‘ladigan karbid fazasining soddalashtirilgan ifodasi. Amalda karbidlarning stexiometrik tarkibi va kristall tuzilishi elementlar tabiatiga bog‘liq.

Bor bilan modifikatsiyalashda temir va legirlovchi elementlarning bor bilan o‘zaro ta’siri natijasida borid fazalari hosil bo‘lishi mumkin. Bunday fazalar yuqori qattiqlikka ega bo‘lishi bilan ajralib turadi. Biroq borid qatlamining haddan tashqari mo‘rtlashishi yoki notekis o‘sishi ishchi sirtning ekspluatatsion ishonchliligini kamaytirishi mumkin. Shuning uchun qo‘shimcha material tarkibi va diffuzion ishlov berish rejimi o‘zaro muvofiqlashtirilishi zarur.

Diffuzion-legirlangan qo‘shimcha materiallar samaradorligini baholashda termodinamik va kinetik omillar hisobga olinadi. Termodinamik omillar reaksiyaning borish imkoniyatini belgilasa, kinetik omillar uning tezligi va hosil bo‘ladigan qatlamning rivojlanishiga ta’sir ko‘rsatadi. Reaksiya yo‘nalishini baholashda Gibbs erkin energiyasining o‘zgarishi qo‘llaniladi:

$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$

bunda ΔG — Gibbs erkin energiyasining o‘zgarishi; ΔH — entalpiya o‘zgarishi; T — mutlaq harorat; ΔS — entropiya o‘zgarishi. Berilgan harorat va bosim sharoitida $\Delta G < 0$ bo‘lishi jarayonning termodinamik jihatdan amalga oshishi mumkinligini ko‘rsatadi. Biroq reaksiyaning amalda borishi uchun yetarli kinetik sharoit ham talab etiladi.

Diffuzion-legirlangan qo‘shimcha materiallardan foydalanishning asosiy afzalligi — sirt qatlamining tarkibi va qattiqligini boshqarish imkoniyatidir. Bunda ishchi sirt abraziv zarrachalarning botishi va kesuvchi ta’siriga qarshilik ko‘rsatadigan fazalar bilan boyitilishi, detalning ichki qismi esa zarbiy yuklanishlarni qabul qilish qobiliyatini saqlab qolishi mumkin.

Diffuzion-legirlangan kukunlar va ulardan foydalanib olinadigan yeyilishga chidamli qoplamalar bo‘yicha V. M. Konstantinov va hammualliflarning ishlari mazkur yondashuvning ilmiy asoslarini kengaytiradi. Xususan, metall kukunlarini diffuzion legirlash jarayoniga bag‘ishlangan tadqiqotda qo‘shimcha material tarkibi va diffuzion ishlov berish sharoitlari o‘rtasidagi bog‘liqlik ko‘rib chiqilgan [6]. Keyinchalik diffuzion-legirlangan cho‘yan qirindisi asosidagi gaz-termik qoplamalar bo‘yicha monografiyada ushbu materiallardan yeyilishga chidamli qatlamlar olish masalalari umumlashtirilgan [7]. Bu natijalar yo‘l-qurilish texnikasining quyma detallariga tatbiq etilganda, qo‘shimcha materialning tarkibi, asosiy metall bilan mosligi va qoplama/qatlamning ekspluatatsion xususiyatlarini birgalikda baholash zarurligini ko‘rsatadi.

Konstantinovning diffuzion-legirlangan qotishmalarga bag‘ishlangan doktorlik dissertatsiyasi himoya qoplamalari uchun materiallar va ularni shakllantirish masalalarini tizimli o‘rgangan manba hisoblanadi [8]. Muallifning V. A. Kukareko bilan birgalikdagi keyingi maqolasida esa termik va kimyoviy-termik ishlov berishda diffuziya jarayonlarini jadallashtirish orqali vaqt va energiya sarfini kamaytirish imkoniyatlari tahlil qilingan [9]. Ushbu ishlanmalar quyma detalni modifikatsiyalash texnologiyasini tanlashda diffuziya kinetikasi va energiya samaradorligini hisobga olish muhimligini

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

asoslaydi. Biroq himoya qoplamalari va kukunlardan olinadigan qatlamlar bo'yicha natijalarni quyma detalning butun hajmiga bevosita ko'chirish mumkin emas; har bir quyma qotishma uchun alohida tajriba va sinovlar talab etiladi.

Texnologik jarayonni ishlab chiqishda quyidagi parametrlar o'zaro bog'liq holda tanlanishi lozim:

- qo'shimcha materialning kimyoviy va granulometrik tarkibi;
- asosiy quyma materialning kimyoviy tarkibi va dastlabki mikrostrukturasi;
- ishlov berish harorati va davomiyligi;
- diffuzion qatlamning chuqurligi va qattiqlik taqsimoti;
- sovitish tezligi va zarur bo'lsa, keyingi termik ishlov berish rejimi;
- sirt qatlamining darz ketishga va ajralib chiqishga qarshiligi.

Taklif etilayotgan texnologik yondashuvni amaliyotga joriy etish uchun metallografik tahlil, mikroqattiqlikni o'lchash, rentgen-fazaviy tahlil hamda abraziv yeyilish sinovlarini o'tkazish maqsadga muvofiq. Sinovlarda modifikatsiyalangan namunalar dastlabki holatdagi material bilan bir xil yuklanish, abraziv muhit va sinov davomiyligida taqqoslanishi kerak. Bu usul modifikatsiyalashning haqiqiy samaradorligini aniqlash, hosil bo'lgan fazalarning ta'sirini baholash va texnologik rejimni optimallashtirish imkonini beradi. [1, 3, 4, 9]

Yeyilishga chidamlilikni baholashda massa yo'qotilishi, hajmiy yeyilish, yeyilish tezligi va sirt qattiqligi kabi ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin. Massa yo'qotilishi bo'yicha nisbiy yaxshilanish quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$K_m = \frac{\Delta m_0}{\Delta m_1}$$

bunda K_m — massa yo'qotilishi bo'yicha nisbiy ko'rsatkich; Δm_0 — dastlabki materialning massa yo'qotilishi; Δm_1 — modifikatsiyalangan materialning massa yo'qotilishi. $K_m > 1$ bo'lishi belgilangan sinov sharoitida modifikatsiyalangan materialning yeyilishga chidamliligi yuqoriroq ekanini ko'rsatadi. Sinov sharoitlari bir xil bo'lishi va natijalar takrorlanuvchanligi ta'minlanishi lozim.

Shunday qilib, diffuzion-legirlangan qo'shimcha materiallardan foydalanish yo'l-qurilish texnikasining quyma detallarida sirt xususiyatlarini maqsadli boshqarish, qimmat legirlovchi elementlar sarfini optimallashtirish va ekspluatatsion resursni oshirishga qaratilgan istiqbolli texnologik yo'nalish hisoblanadi. Biroq uning samaradorligi qo'shimcha materialning aniq tarkibi, asosiy qotishma turi va ish sharoitlariga mos ravishda tajribaviy tasdiqlanishi kerak.

4. Xulosalar

1. Yo'l-qurilish texnikasining ishqalanish va abraziv yeyilish sharoitida ishlaydigan quyma detallari resursini oshirishda diffuzion modifikatsiyalash va legirlash usullaridan foydalanish muhim texnologik imkoniyatlarni yaratadi. Diffuzion modifikatsiyalash sirt qatlamining kimyoviy tarkibi va strukturaviy holatini o'zgartirishga, legirlash esa qotishmaning fazaviy tarkibi va mexanik xususiyatlarini boshqarishga imkon beradi.

4. Diffuzion-legirlangan qo'shimcha materiallar yordamida yeyilishga chidamli qatlam hosil qilishning fizik-kimyoviy asosini elementlarning diffuziyasi, kimyoviy reaksiyalar va mustahkamlovchi fazalarning shakllanishi tashkil etadi. Jarayonning samaradorligi harorat, ishlov berish davomiyligi, elementlar konsentratsiyasi va ularning asosiy metall bilan o'zaro ta'siriga bog'liq.

5. Quyma detallarning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash uchun yuqori sirt qattiqligini yetarli zarbiy qovushqoqlik bilan uyg'unlashtirish zarur. Shu sababli diffuzion-legirlangan qatlamning

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

chuqurligi, fazalar taqsimoti, asosiy metall bilan bog'lanishi va darz ketishga chidamliligi birgalikda baholanishi lozim.

6. Diffuzion-legirlangan qo'shimcha materiallarning samaradorligini asoslash uchun metallografik, rentgen-fazaviy, mikroqattiqlik va abraziv yeyilish sinovlarini o'tkazish zarur. Ushbu tadqiqotlar asosida texnologik rejimni optimallashtirish, material sarfini kamaytirish va yo'l-qurilish texnikasi quyma detallarining ta'mirlashlar oralig'idagi resursini oshirish imkoniyatlari aniqlanishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Davis J. R. (ed.). Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance. Materials Park, OH: ASM International, 2001.
2. ASM Handbook. Vol. 4A: Steel Heat Treating Fundamentals and Processes. Materials Park, OH: ASM International, 2013.
3. ASM Handbook. Vol. 18: Friction, Lubrication, and Wear Technology. Materials Park, OH: ASM International.
4. Hutchings I. M., Shipway P. Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials. 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2017.
5. Totten G. E. (ed.). Steel Heat Treatment: Metallurgy and Technologies. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2006.
6. Konstantinov V. M., Panteleenko F. I., Shtempel O. P. Исследование процесса диффузионного легирования металлических порошков для защитных покрытий // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия B. Промышленность. Прикладные науки. 2002. Т. 1, № 2. С. 49–56.
7. Konstantinov V. M., Spiridonov N. V., Devoino O. G., Avsievich A. M. Износостойкие газотермические покрытия из диффузионно-легированных порошков на основе чугунной стружки / под ред. Ф. И. Пантелеенко. Минск: Технопринт, 2005. 146 с. ISBN 985-464-780-3.
8. Konstantinov V. M. Диффузионно-легированные сплавы для защитных покрытий: дис. … д-ра техн. наук: 05.02.01. Минск, 2008. 474 с.
9. Konstantinov V. M., Kukareko V. A. Ways of energy saving during thermal and chemical-thermal treatment of steel due to acceleration of diffusion processes // Foundry Production and Metallurgy. 2023. No. 4. P. 72–80. DOI: https://doi.org/10.21122/1683-6065-2023-4-72-80.
10. Konstantinov V. M. Ускоренная диффузия легирующих элементов в железе при химико-термической обработке порошков во вращающемся контейнере // Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2007. Т. 51, № 2. С. 103–107.
11. Voroshnin L. G., Panteleenko F. I., Konstantinov V. M. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО. 2-е изд. Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 2001. 148 с.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.