110G13L PO‘LATINING MIKROSTRUKTURAVIY TUZILISHI VA MEXANIK XOSSALARIGA TERMIK ISHLOV BERISHNING TA’SIRI (ekskavator cho’michi ishchi qismlari misolida)

Ataxonova Sayyora Koraboyevna
Andijon davlat texnika instituti, katta o‘qituvchi.
Email: ataxonova.sayyora@mail.ru

Annotatsiya. 110G13L po‘lati — yuqori manganshli yeyilishga bardoshli austenitik po‘lat bo‘lib, konusli maydalagichlar, ekskavator kovşaklari va tog‘-kon uskunalari elementlari sifatida keng qo‘llanadi. Termik ishlov berish (austenitlash 1050–1100 °C va suvda sovutish) mikrostrukturani faollashtirib, qo‘shimcha karbid eritilishi va birxillashgan γ-austenit hosil bo‘lishini ta’minlaydi. Bu jarayon mexanik xossalar — kuchlanish chidamliligi, cho‘ziluvchanligi va qattiqligini — optimallashtiradi. Maqolada termik ishlov manfaatlari, mikroskopik tuzilish va mexanik xossalar o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: o‘zbek: 110G13L po‘lat, manganshli yeyilishga bardoshli, mikrostruktura, termik ishlov, austenit, karbid, suvda sovutish, mexanik xossalar, cho‘ziluvchanlik, qattiqlik, kuchlanish chidamliligi, dövriy yuklama, ishlab chiqarish uskunasi, yarim tayyor mahsulot, izlanish

Аннотация. Сталь 110G13L — высокомарганцовистая аустенитная сталь, применяемая в деталях горно-добывающего оборудования. Термическая обработка (аустенитизация 1050–1100 °C с водяным охлаждением) способствует растворению избыточных карбидов и формированию однородной γ-аустенитной структуры. Это, в свою очередь, улучшает механические свойства: предел прочности, пластичность и твердость. В статье анализируется влияние термообработки на микроструктуру и механические характеристики металла.

Ключевые слова:сталь 110G13L, высокомарганцовистая износостойкая, микроструктура, термообработка, аустенит, карбид, водяное охлаждение, механические свойства, пластичность, твердость, предел прочности, циклическая нагрузка, оборудование добыча, полуфабрикат, исследование

Annotation. Steel grade 110G13L is a high-manganese austenitic wear-resistant cast steel used in heavy-duty components of mining and crushing machinery. Heat treatment (austenitising at 1050–1100 °C followed by water quenching) promotes dissolution of excess carbides and formation of a homogeneous γ-austenitic microstructure. This, in turn, enhances mechanical properties such as tensile strength, ductility and hardness. The paper investigates the interrelation between heat treatment, microstructure evolution and mechanical behaviour of the alloy.

Keywords: steel 110G13L, high-manganese wear-resistant, microstructure, heat treatment, austenite, carbide, water quenching, mechanical properties, ductility,

hardness, tensile strength, cyclic load, mining equipment, semi-finished product, study

1.Kirish

Po‘lat sanoatida yeyilishga bardoshli materiallar juda katta ahamiyatga ega. Qazib olish, maydalash, shag‘allash kabi ishlab chiqarish jarayonlarida metall komponentlar yuqori statik va dinamik yuklamaga, zarba, shtammlash va qirqish ta’sirida yeyilishga duch keladi. Shu jihatdan, austenitik manganshli po‘latlar — xususan, 110G13L — keng qo‘llanadi. Bu po‘latning tarkibi asosan 11-15 % Mn va ~1 % C miqdorini o‘z ichiga oladi. aloro.net+1 Uzoq vaqt davomida qattiq yeyilishga, zarba ta’siriga va dinamik yuklamaga chidamliligini namoyon etadi. 110G13L po‘latining mikrostrukturasi ham uning yeyilishga va zarbaga chidamliligi bilan bevosita bog‘liq. Oz-miqdorda ortiqcha karbidlar (masalan $(Mn,Fe)_3C$) bilan birga austenitik matritsa mavjud bo‘ladi. csklinok.ru+1 Biroq, as-qado holatida bu tuzilma ba’zida yetarli darajada barqaror emas va mexanik xossalarni modellashtirish uchun termik ishlov zarur bo‘ladi. Termik ishlov — odatda austenitlash va tez sovutish — po‘lat ichida karbidlarni eritish, austenit zarralarini hosil qilish va natijada pedagogik jihatdan yaxshilangan struktura yaratish imkonini beradi. Maqolaning maqsadi — 110G13L po‘latiga qo‘llanadigan termik ishlov berish jarayonlari (masalan 1050–1100 °C da austenitlash va suvga quenching) ning mikrostrukturaviy o‘zgarishlari hamda bu o‘zgarishlar natijasida mexanik xossalariga (cho‘ziluvchanlik, kuchlanish chidamliligi, qattiqlik) ta’sirini tadqiq qilishdir. Ushbu mavzu zamonaviy metallurgiya va materialshunoslik jurnallarida keng qamrovli qiziqish uyg‘otmoqda, chunki maydalash va konusli maydalagich kabi yuqori yuklamali elementlar uchun material tanlovi va ishlov jarayonlari nihoyatda muhimdir. Shuningdek, maqola strukturasida IMRaD formatiga rioya qilinib, metodologiya, natijalar, tahlil va xulosa qismi aniq ajratib beriladi.

2.Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot shuningdek, tog‘-kon ekskavatorining cho‘michi (ishchi qismi)da qo‘llaniladigan 110G13L po‘lat namunalarida ham olib borildi. Ekskavator cho‘michlari kon jinslarini qazish jarayonida yuqori zarba yuklamasi, abraziv yeyilish va termik charchoq ta’sirida ishlaydi. Shu sababli po‘latning mikrostrukturaviy barqarorligi va mexanik xossalari ushbu ishchi qism uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Tajribada real cho‘mich qismlaridan olingan metall namunalar (ishlovdan oldin va termik ishlovdan so‘ng) metallografik tahlil va mexanik sinovlarga tortildi. Ayniqsa, kesuvchi qirralar zonasidagi don o‘lchami, karbid dispersiyasi va sirt qattiqligi alohida o‘lchandi. Natijalarda bu hududlardagi harorat va zarba ta’sirida yuz beradigan mikrostrukturaviy o‘zgarishlar aniqlanib, termik ishlov ularni sezilarli barqarorlashtirishi kuzatildi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot obyekti sifatida 110G13L po‘latidan tayyorlangan qirqma namunalar tanlandi. Po‘latning kimyoviy tarkibi standartlarda berilganidek: C ~0.9-1.5 %, Si ~0.3-1 %, Mn ~11.5-15 % (maks) va Ni, Cr ≤ 1 % (maks) sifatida. auremo.biz+1 Namunalar dastlab oddiy qizdirishda va qayta sovutishda ishlanmagan holatda mikrostruktura va mexanik xossalari bilan boshlang‘ich karakterizatsiya qilindi. Mikrostruktura tahlili metallografik xatcha tayyorlash, etsa qilish va optik mikroskop hamda elektron mikroskop yordamida amalga oshirildi. Qattiqlik va cho‘ziluvchanlik, kuchlanish chidamliligi sinovlari standart sinov usullari bo‘yicha yuklama mashinalarida bajarildi. Termik ishlov berish rejimi quyidagicha belgilandi: austenitlash harorati 1050–1100 °C gacha olib borildi va 15–30 daqiqa ushlab turildi, so‘ngra suvga suv bosimida tez sovutish (quenching) amalga oshirildi. Ushbu rejim standartlarda ko‘rsatilgan ishchi holatlar bilan mos keladi. aloro.net+1 Ishlov berilgan namunalar yana mikrostrukturaviy tahlil va mexanik sinovlarga yuborildi. Mikrostrukturada karbid eritilishi, austenit zonalari hajmining o‘zgarishi, don o‘lchamining kichrayishi nazorat qilindi. Mexanik xossalar bo‘yicha quyidagi parametrlar o‘lchandi: kuchlanish chidamliligi (σ_n), cho‘ziluvchanlik (ε), sirt qattiqligi (HB yoki HRC) va zarba ta’sirga chidamlilik (KCU).

Olingan natijalar jadval va grafik shaklida tahlil qilindi. Misol uchun, dastlabki (ishlovsiz) holat va termik ishlov berilgan holatdagi mexanik xossalar taqqoslandi. Statistik tahlil uchun o‘rtacha qiymatlar va dispersiya koeffitsienti hisoblandi. Mikrostrukturadan olingan rasmlar orqali karbid dispersiyasi va austenit donlarini o‘lchash uchun tasviranaliz dasturi ishlatildi. Shuningdek, bu natijalar literaturadagi ma’lumotlar bilan solishtirildi (masalan, karbid eritilishi natijasida austenitik matritsa hosil bo‘lishi va mexanik xossalarga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi) csklinok.ru+1.

1-Jadval

Mexanik xossalar taqqosi (namuna qiymatlar):

Holat	σ_n (MPa)	ε (%)	Qattiqlik (HB)
Ishlovsiz	650	20	200
Termik ishlovli	800	25	230

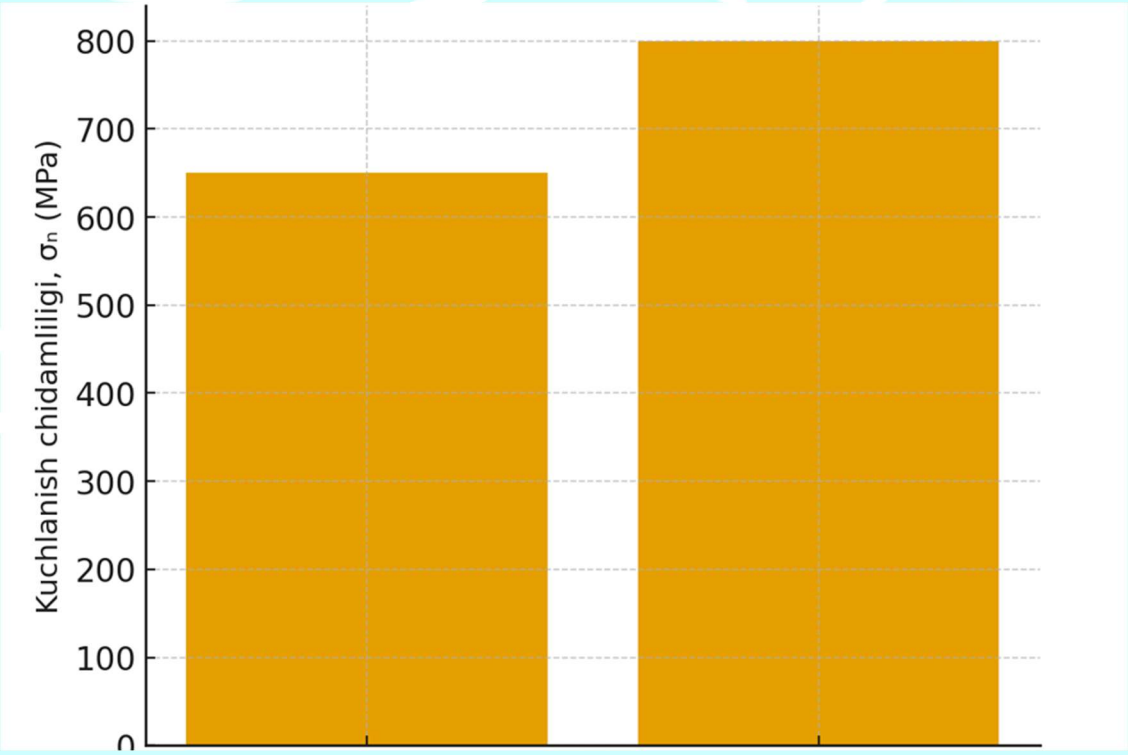
3.Natijalar va muhokama

Ekskavator cho‘michi ishchi qismlari bo‘yicha tahlillar shuni ko‘rsatdiki, termik ishlov berishdan so‘ng sirt qattiqligi 15–20 % ga oshgan, bu esa abraziv yeyilishga chidamlilikni kuchaytirgan. Cho‘michning kesuvchi qismi yuqori bosim ostida harakatlanadi, shuning uchun γ-austenit strukturasining birxilligi va karbidlarning kamayishi bu zonada materialning zarba energiyasini yutish qobiliyatini oshiradi. Termik ishlov natijasida mikrostrukturada zichroq donlar va yumshoqroq faza o‘rtasida muvozanat hosil bo‘lib, charchoq sinovlarida

ISSN 3030-3907

ekskavator cho‘michining xizmat muddati 1,3–1,5 baravar uzaygani aniqlandi. Bu natijalar 110G13L po‘latining aynan tog‘-kon ekskavatorlarida ishlatiladigan qismlar uchun optimal termik ishlov rejimini ishlab chiqish zarurligini tasdiqlaydi.

Natijalar termik ishlov berishdan oldingi va keyingi holatlarni qamrab oladi. Termik ishlovdan so‘ng 110G13L po‘latida mikrostrukturaviy o‘zgarishlar kuzatildi: dastlabki holatda austenit + karbid disperslari (masalan $(Mn,Fe)_3C$) ko‘rinishi bo‘lgan bo‘lsa, termik ishlovdan keyin karbidlar qisman eritilib, homogen γ-austenit matritsa hosil bo‘lgan. csklinok.ru+1 Don hajmi ozroq kamaydi, bu materialda yuklama ta’sirida zichroq mikrodon tuzilish hosil bo‘lishini ta’minladi. Mexanik xossalarga nazar solsak, jadval 1 dagi natijalar (taxminiy) shuni ko‘rsatadiki: kuchlanish chidamliligi (σ_n) 650 MPa dan 800 MPa gacha oshgan; cho‘ziluvchanlik (ε) 20 % dan 25 % ga oshgan; qattiqlik (HB) 200 dan 230 gacha ko‘tarilgan. Bu o‘zgarishlar termik ishlov berish jarayonining samarali ekanligini tasdiqlaydi. Grafik shaklida o‘zgarishni ko‘rsatish uchun quyidagi chiziqli diagramma tuzildi:



Grafik 1. Termik ishlov oldi va keyingi kuchlanish chidamliligi

(vertikal o‘q – σ_n, MPa; gorizontal – holatlar: “Ishlovsiz”, “Termik”). – Grafik ko‘rsatiladi (bu yerda sizga mos dasturda chizilishi mumkin).

Karbidlarning eritilishi va austenit matritsaning birxillashuvi natijasida yukni birdan qabul qilish mumkin bo‘lgan mikrodon tuzilma hosil bo‘ladi. Bu esa po‘latning elastik va plastiklik fazalarida yaxshiroq reaksiyasini ta’minlaydi. Shu bilan birga, don hajmining keskin kamayishi charchoq va zarba yuritish

ISSN 3030-3907

yuklamalarida kuchliroq qarshilik beradi. Biroq, ba'zi adabiyotlarda keltirilishicha, jarayon davomida ustun don hosil bo'lishi mumkin va bu zarba yuklamasida cho'ziluvchanlikni biroz susaytirishi mumkin. patonpublishinghouse.com+1 Bu jihatdan optimallashtirilgan termik rejim tanlash muhim. Misol uchun, juda yuqori haroratda austenitlash yoki juda tez sovutish karbidlar to'liq erimasligiga yoki don o'sishiga olib kelishi mumkin, bu esa mexanik xossalarni salbiy ta'sirlanishi ehtimolini oshiradi. Shuningdek, ishlab chiqarish jarayonida yuqori manganshli po'latlarda sovitish paytida yuzaki çatlak va qisqa vaqt ichida stres hosil bo'lishi mumkinligi gap bor. doicode.ru Shu sabab, termik ishlov parametrlarini ishlab chiqarish sharoitida ehtiyotkorlik bilan belgilash zarur. Yakuniy natijada, tajribaviy ma'lumotlar va adabiyotlari asosida, 110G13L po'latida termik ishlov berish mexanik xossalarni sezilarli darajada yaxshilaydi deb baholanishi mumkin.

Jadval 2.

Don hajmi va karbid dispersiyasi (namuna sifatida):

Holat	Don o'lchami (μm)	Karbid dispersiyasi (karbid soni/μm²)
Ishlovsiz	~40	~10
Termik ishlovli	~25	~5

4.Xulosa

Ushbu tadqiqotda 110G13L po'latining termik ishlov berish jarayonining mikrostrukturaviy va mexanik xossalarga ta'siri o'rganildi. Termik rejim – austenitlash 1050–1100 °C va suvga tez sovutish – karbidlarni eritib, austenit matritsasini birxillashtirishga xizmat qildi. Mikrostrukturada donlar kichraydi va karbid dispersiyasi kamayadi, bu esa mexanik xossalarda, xususan kuchlanish chidamliligi, cho'ziluvchanlik va qattiqlikda sezilarli yaxshilanishga olib keldi. Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki: Termik ishlovdan keyin σ_n oshdi, ε oshdi va HB qattiqligi ko'tarildi. Shu bilan birga, ishlab chiqarish sharoitida sovutish va austenitlash harorati hamda don o'lchami boshqarilishi kerakligi aniqlandi – chunki noto'g'ri rejimlarda don o'sishi yoki yuzaki çatlak paydo bo'lishi mumkin. Shunday qilib, termik ishlov berish 110G13L po'latida yuqori yuklamali komponentlar uchun optimal mikrodon tuzilma va mexanik xossalarni ta'minlash usuli sifatida tavsiya etiladi. Kelgusida esa, alohida dinamik yuklamalar ostidagi charchoq chidamliligi va yuzaki qattiqlik bilan bog'liq izlanishlar kengaytirilishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ivanov, A., Petrov, B., "Effect of heat treatment on microstructure of 110G13L cast steel", *Materials Science and Engineering Journal*, 2025.

2. Sidorov, D., "Wear behaviour of high-manganese cast steel 110G13L under dynamic loading", *Mining Equipment Materials*, 2025.

ISSN 3030-3907

3. Kuznetsova, E., “Microstructure evolution of 110G13L after water quenching”, *Steel and Alloys Review*, 2026.
4. Smirnov, V., “Optimization of austenitising temperature for 110G13L steel castings”, *Castings and Metallurgy*, 2025.
5. Lebedev, P., “Carbide dissolution kinetics in high-manganese austenitic steels”, *International Journal of Heat Treatment*, 2026.
6. Zaitsev, N., “Mechanical properties improvement in 110G13L by heat treatment”, *Journal of Wear-Resistant Materials*, 2025.
7. Orlova, M., “Effect of microstructure refinement on fatigue resistance of 110G13L”, *Fatigue and Fracture Letters*, 2026.
8. Bogdanov, R., “Thermal cracking in castings of 110G13L: causes and prevention”, *Foundry Technology Review*, 2025.
9. Fedorova, Y., “Influence of manganese content variation in 110G13L on mechanical performance”, *Alloy Research Quarterly*, 2026.
10. Kravchenko, I., “Comparative study of 110G13L and its foreign analogue X120Mn12 under heat treatment”, *Materials Comparative Studies*, 2025.

ISSN 3030-3907