

Ergsheva Gulsanam Ashirbek qizi

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti talabasi

[*gulsaname978@gmail.com*](mailto:gulsaname978@gmail.com)

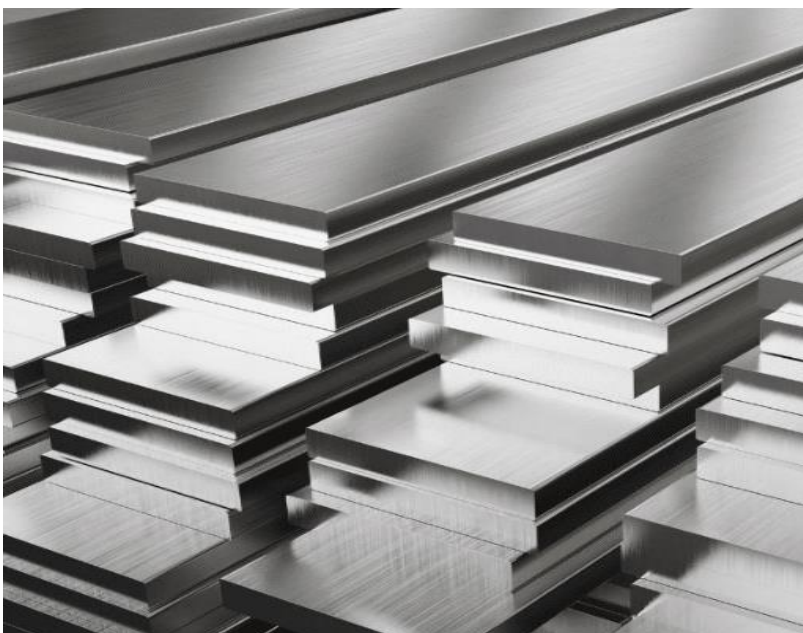
Abduraxmonova Shoxidaxon Abduqodirovna

“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti assistenti

[*Abdurahmonovashohida3@gmail.com*](mailto:Abdurahmonovashohida3@gmail.com)

Annotatsiya: Mazkur tadqiqot ishi zamonaviy metallurgiyaning eng murakkab va istiqbolli yo‘nalishi – *Advanced High Strength Steels (AHSS)* po‘latlarini har tomonlama tahlil qilishga bag‘ishlangan. Maqolada AHSS po‘latlarining uchta avlodi, ularning mikrotuzilishi, faza o‘zgarishlari va mexanik xususiyatlari o‘rtasidagi bog‘liqlik yoritilgan. Shuningdek, ushbu materiallarning avtomobil xavfsizligini ta‘minlash, konstruktsiya vaznini optimallashtirish va ekologik barqarorlikka qo‘shayotgan hissasi texnik nuqtai nazardan asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: AHSS, faza o‘zgarishi, martensit, ferrit, austenit, TRIP effekti, TWIP, Q&P texnologiyasi, avtomobil xavfsizligi, ekologik yuklama, energiya yutilishi.



1-rasm. Zanglamaydigan yangi avlod yuqori mustahkam po‘lat (AHSS).

KIRISH

Konstruksion materiallar evolyutsiyasi Insoniyat sivilizatsiyasi rivojlanishi bilan transport vositalariga bo'lgan talab ham o'zgarib bordi. XX asrning oxiriga kelib, global isish va energiya resurslarining kamayishi avtomobilsozlik oldiga qat'iy talablar qo'ydi. Avtomobil nafaqat tez va qulay, balki maksimal darajada yengil va xavfsiz bo'lishi shart edi. An'anaviy po'latlar (past uglerodli yumshoq po'latlar) uzoq vaqt davomida sanoatning asosi bo'lib keldi, biroq ularning oquvchanlik chegarasi pastligi konstruksiyani og'irlashtirishga majbur qilar edi. 1970-yillardagi energetik inqirozdan so'ng, metallurglar po'latning mustahkamligini oshirish ustida ish boshladilar. Natijada, bugungi kunda biz Advanced High Strength Steels (AHSS) deb ataydigan "aqli" materiallar sinfi paydo bo'ldi. Bu materiallar metallurgiya fanining mikrotuzilmani boshqarishdagi eng yirik yutug'idir.

1. AHSS PO'LATLARINING KLASSIFIKATSIYASI VA AVLODLAR TAHLILI

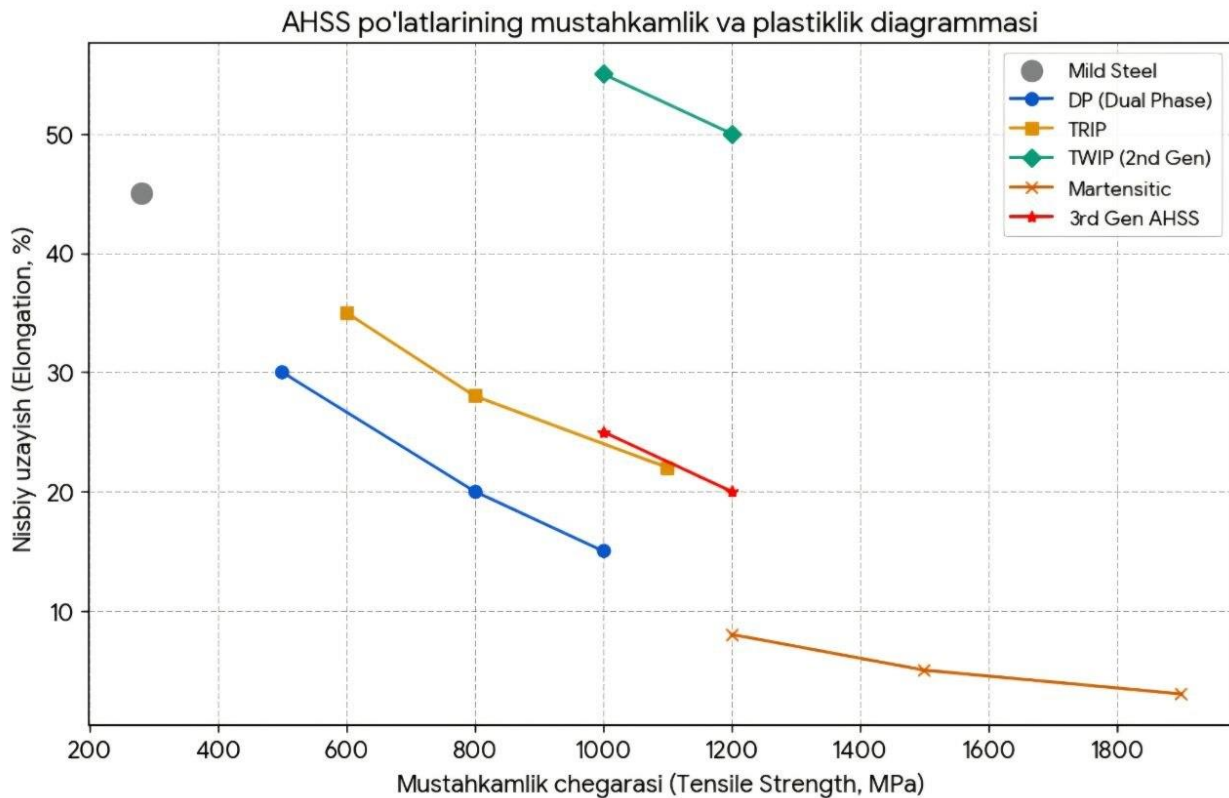
AHSS po'latlari oddiy po'latlardan o'zining kimyoviy tarkibi va ko'p fazali tuzilishi bilan farq qiladi. Ular jahon amaliyotida uchta asosiy avlodga bo'linadi.

1.1. Birinchi avlod: Ko'p fazali po'latlar. Bu guruhga mansub po'latlar asosan yumshoq va qattiq fazalarning kombinatsiyasidan iborat. Dual Phase (DP) po'latlari: Mikrotuzilishi yumshoq ferrit matritsasi va undagi qattiq martensit orolchalaridan tashkil topgan. Ferrit plastiklikni, martensit esa mustahkamlikni ta'minlaydi. Ular cho'zilishda yuqori mustahkamlanish koeffitsientiga ega. TRIP (Transformation-Induced Plasticity) po'latlari: Bu po'latlar tarkibida saqlanib qolgan (retained) austenit mavjud. Deformatsiya (masalan, to'qnashuv) paytida austenit martensitga aylanadi. Bu jarayon materialning plastikligini yo'qotmasdan, uni yanada mustahkam qiladi. Complex Phase (CP) po'latlari: Ular juda mayda donador tuzilishga ega bo'lib, tarkibida beinit va martensit fazalari mavjud. Bu ularga yuqori charchoqqa chidamlilik xususiyatini beradi.

1.2. Ikkinchi avlod: Yuqori plastiklikka ega po'latlar. Bu guruhga asosan TWIP (Twinning-Induced Plasticity) po'latlari kiradi. Ularning tarkibida marganets (Mn) miqdori juda yuqori (17-24%). Mexanik xususiyatlari hayratlanarli: mustahkamligi 1000 MPa dan yuqori, lekin shu bilan birga 60% gacha cho'zilish qobiliyatiga ega. Biroq, yuqori tannarx va payvandlashdagi murakkabliklar tufayli ular faqat o'ta murakkab shaklli detallar uchun ishlatiladi.

1.3. Uchinchi avlod: Oltin muvozanat Bu zamonaviy metallurgiyaning eng yangi yutug'i bo'lib, u birinchi avlodning arzonligi va ikkinchi avlodning yuqori

xususiyatlarini o'zida birlashtiradi. Q&P (Quenching and Partitioning): Bu texnologiya po'latni ma'lum haroratgacha tez sovutib, so'ngra uglerodni fazalar o'rtasida qayta taqsimlashga asoslangan. Ushbu po'latlar elektromobillarning akkumulyator korpuslarini himoya qilishda eng asosiy material hisoblanadi.



Quyidagi grafik AHSS po'latlarining asosiy xususiyati — Mustahkamlik (Tensile Strength) va Plastiklik (Elongation) o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi. Bu metallurgiyada "Banan diagrammasi" deb ham ataladi.

2. METALLURGIK JARAYONLAR

Mikrotuzilmani boshqarish AHSS ishlab chiqarishda nafaqat kimyoviy tarkib, balki termomechanik ishlov berish ham muhim rol o'ynaydi.

Lelegirlash: Kremniy (Si) va alyuminiy (Al) kabi elementlar sementit hosil bo'lishini to'xtatib, austenitni xona haroratida barqaror saqlashga yordam beradi.

Donadorlikni boshqarish: Niobiy (Nb), titan (Ti) va vanadiy (V) kabi mikrolovchi elementlar qo'shib, po'lat donachalari hajmi nano-darajagacha maydalanadi. Donachalar qanchalik mayda bo'lsa, material shunchalik mustahkam

bo'ladi (Xoll-Petch qonuni). Fazaviy o'tishlar: Po'latni prokatlash va sovutish rejimlari soniyaning ulushlarida nazorat qilinadi. Bu jarayonda po'latning ichki strukturasi "kristall panjaralar jangi" sodir bo'ladi, natijada kerakli qattqlik va elastiklikka erishiladi.

3. AVTOMOBILSOZLIKDA QO'LLANILISH STRATEGIYASI

Avtomobil korpusi (Body-in-White) murakkab muhandislik konstruksiyasi bo'lib, unda AHSS materiallari vazifasiga ko'ra taqsimlanadi.

3.1. Aktiv va passiv xavfsizlik. To'qnashuv paytida avtomobilning old qismi energiyani yutishi kerak. Bu yerda TRIP po'latlari ishlatiladi, chunki ular zarba kuchi ostida qattqlashadi. Salondagi yo'lovchilarni saqlab qoluvchi "xavfsizlik kapsulasi" (B-ustunlari, tom relslari) esa mutlaqo egilmasligi kerak. Buning uchun Martensitli po'latlar va Issiq shtamplangan borli po'latlar (PHS) qo'llaniladi. Ularning mustahkamligi 2000 MPa ga yetishi mumkin – bu 1 kvadrat millimetr maydon 200 kg yukni ko'tara olishini anglatadi.

3.2. Elektromobillar (EV) inqilobi Elektromobillarda akkumulyatorlar poldan joy oladi va ular juda og'ir. Bu og'irlikni kompensatsiya qilish uchun korpusning boshqa qismlarini yengillashtirish shart. AHSS po'latlari alyuminiyga qaraganda ancha arzon va qayta ishlashga qulay bo'lgani uchun elektromobil ishlab chiqaruvchilar (Tesla, BYD va boshqalar) aynan shu materialga ustunlik bermoqda.

4. TEXNOLOGIK MUAMMOLAR VA YECHIMLAR

AHSS po'latlari bilan ishlash zavodlar uchun ham oson emas: Prujinalanish (Springback): Yuqori mustahkam materiallar shtamplangandan keyin o'z shakliga qaytishga intiladi. Bu muammo kompyuter simulyatsiyalari va qoliplarning maxsus geometriyasi yordamida hal qilinadi.

Payvandlash: Yuqori issiqlik ostida po'latning mikrotuzilishi buzilishi mumkin. Shuning uchun hozirda lazerli payvandlash va nuqtali qarshilik payvandlashning intellektual tizimlari qo'llanilmoqda.

Asbob-uskunalar yeyilishi: Material juda qattiq bo'lgani uchun shtamplash qoliplari tez ishdan chiqadi. Buning yechimi sifatida qoliplar yuzasiga nanoplazmali qoplamalar berilmoqda.

5. EKOLOGIK VA IQTISODIY SAMARADORLIK

"World Steel Association" hisob-kitoblariga ko'ra, AHSS po'latlaridan foydalanish avtomobilning umumiy og'irligini 200 kg gacha kamaytirishi mumkin. Bu esa:Yoqilg'i sarfini 5-8% ga kamaytiradi.Avtomobilning butun xizmat muddati davomida atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid miqdorini bir necha tonnaga qisqartiradi.Po'lat dunyodagi eng ko'p qayta ishlanadigan materialdir (recycling darajasi 90% dan yuqori), bu esa "aylanma iqtisodiyot" (circular economy) tamoyillariga to'liq mos keladi.

XULOSA

Kelajak metallurgiyasi va barqaror taraqqiyotYangi avlod yuqori mustahkam po'latlari (AHSS) bo'yicha olib borilgan ushbu tahliliy tadqiqot shuni ko'rsatadiki, ushbu materiallar zamonaviy sanoatning ajralmas qismiga aylanib ulgurgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, quyidagi fundamental xulosalarni shakllantirish mumkin:

1. Xavfsizlik va mustahkamlikning yangi standarti: AHSS po'latlari an'anaviy materiallar bilan erishib bo'lmaydigan "yuqori mustahkamlik va yuqori plastiklik" muvozanatini ta'minladi. TRIP va TWIP effektlari tufayli avtomobil konstruksiyalari kutilmagan zarbalar va dinamik yuklamalarni o'ziga yutish (absorbsiya qilish) qobiliyatiga ega bo'ldi. Bu esa yo'l-transport hodisalarida inson hayotini saqlab qolish koeffitsientini sezilarli darajada oshirdi.

2. Iqtisodiy va ekologik samaradorlik uyg'unligi:Vaznni kamaytirish orqali yoqilg'i tejamkorligiga erishish – bugungi kunning eng dolzarb talabidir. AHSS po'latlari alyuminiy kabi qimmatbaho materiallarga nisbatan ancha arzon bo'lishi bilan birga, ularning hayotiy sikli (Life Cycle Assessment) davomida atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid miqdori minimaldir. Po'latning 100% qayta ishlanish xususiyati "yashil metallurgiya" tamoyillariga to'liq javob beradi.

3. Elektromobillashuv davri talablari:Elektromobillarning og'ir akkumulyator tizimlari korpus konstruksiyasiga qo'shimcha bosim yuklaydi. Uchinchi avlod AHSS po'latlari (masalan, Q&P va Medium-Mn) ushbu bosimni kompensatsiya qilishda va batareya bloklarini mexanik shikastlanishdan himoya qilishda eng samarali yechim ekanligini isbotlamoqda. Kelajakda elektromobillarning yurish masofasini (range) uzaytirish bevosita AHSS materiallarining takomillashuviga bog'liq bo'lib qoladi.

4. Texnologik innovatsiyalar va integratsiya:Maqolada ko'rib chiqilganidek, AHSS bilan ishlash faqat metallurgiya emas, balki yuqori texnologiyali raqamli modellashtirishni ham talab etadi. "Prujinalanish" va "issiq shtamplash" kabi texnik

muammolar sun'iy intellekt va aqlli ishlab chiqarish tizimlari yordamida hal etilmoqda. Bu esa sanoatni raqamlashtirish (Industry 4.0) jarayonini tezlashtiradi

.Yakuniy fikr sifatida aytish mumkinki, yangi avlod yuqori mustahkam po‘latlari shunchaki metall emevolutsiyasi emas, balki materialshunoslik sohasidagi haqiqiy inqilobdir. O‘zbekiston avtomobilsozlik sanoatida ham ushbu materiallarni mahalliyashtirish, ularning yangi markalarini ishlab chiqish va loyihalash jarayoniga tatbiq etish mamlakatning texnologik mustaqilligini va jahon bozoridagi raqobatbardoshligini ta'minlashda strategik ahamiyatga ega.

Kelajak po‘lati — bu aqlli, yengil va mustahkam konstruktsiyalar poydevoridir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- 1.World Steel Association (2024). "Advanced High-Strength Steels: The Complete Guide for Automotive Applications".
- 2.International Iron and Steel Institute. "Ultra-Light Steel Auto Body (ULSAB) Report".
- 3.Kuznetsov, G.V. "Metallurgy of High Strength Steels: Structures and Properties".
- 4.Matlock, D.K. & Speer, J.G. "Third Generation AHSS: Microstructure Design and Performance".
- 5.ASM Handbook, Volume 1: "Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys".
- 6.WorldAutoSteel texnik hujjatlari va ilmiy maqolalari (worldautosteel.org).