YUQORI HARORATGA CHIDAMLI QOTISHMALAR VA ULARNING AVTOMOBIL HAMDA AVIATSIYA SANOATIDAGI QO‘LLANILISHI

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

Annotatsiya. Ushbu maqolada yuqori haroratga chidamli qotishmalarning fizik-kimyoviy xossalari, ularning ishlab chiqarish usullari va mashinasozlikning muhim sohalaridagi – ayniqsa avtomobil va aviatsiya sanoatlaridagi – amaliy qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Qotishmalarning issiqlikka, oksidlanishga, kuchlanishga va korroziyaga chidamliligi ularning energetika, aerokosmik va transport texnologiyalarida muhim ahamiyat kasb etishiga sabab bo‘lmoqda.

Kalit so‘zlar: yuqori harorat, qotishmalar, issiqlikka chidam lilik, nikel asosli qotishmalar, titan qotishmalari, superqotishmalar, oksidlanishga chidamlik, aviatsiya sanoati, avtomobil dvigatellari, turbinalar, issiqlik bardoshlik, konstruktiv mustahkamlik, fazoviy barqarorlik, kristall struktura, termik barqarorlik, kuchlanishga chidamlik, korroziyaga qarshilik, alyuminiy qotishmalari, sovitish tizimlari, innovatsion materiallar.

Аннотация. В статье анализируются физико-химические свойства жаропрочных сплавов, методы их производства и практическое применение в важных областях машиностроения, особенно в автомобильной и авиационной промышленности. Устойчивость сплавов к нагреву, окислению, напряжению и коррозии является причиной того, что они имеют большое значение в энергетике, аэрокосмической и транспортной технике.

Ключевые слова: Высокая температура, сплавы, жаропрочность, сплавы на основе никеля, титановые сплавы, суперсплавы, стойкость к окислению, авиационная промышленность, автомобильные двигатели, турбины, жаропрочность, структурная прочность, пространственная стабильность, кристаллическая структура, термическая стабильность, стойкость к напряжениям, коррозионная стойкость, алюминиевые сплавы, системы охлаждения, инновационные материалы.

Abstract. This article analyzes the physicochemical properties of high-temperature alloys, their production methods and practical application in important areas of mechanical engineering - especially in the automotive and aviation industries. The resistance of alloys to heat, oxidation, stress and corrosion is the reason why they are of great importance in energy, aerospace and transport technologies.

Keywords: high temperature, alloys, heat resistance, nickel-based alloys, titanium alloys, superalloys, oxidation resistance, aviation industry, automotive engines, turbines, heat resistance, structural strength, spatial stability, crystal structure,

ISSN 3030-3907

thermal stability, stress resistance, corrosion resistance, aluminum alloys, cooling systems, innovative materials.

I. Kirish

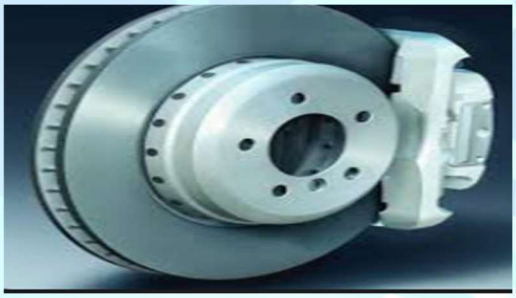
Yuqori haroratga chidamli qotishmalar bugungi kunda mashinasozlik sanoatida, xususan energetika, aviatsiya va avtomobilsozlik sohalarida eng muhim materiallardan biri hisoblanadi. Bu qotishmalar murakkab termik yuklamalarga bardosh bera olish, strukturaviy yaxlitlikni saqlab qolish, oksidlanishga qarshilik ko‘rsatish va mexanik xossalarning barqarorligini ta’minlash xususiyatlariga ega. Ularga nikel asosli, titan asosli va keramika bilan qoplangan metall qotishmalar kiradi[1]. Mazkur materiallar yuqori haroratli muhitlarda ishlovchi turbinalar, pistonli dvigatellar va chiqindili gaz tarmoqlari kabi murakkab tizimlarning ishonchli faoliyatini ta’minlaydi. Zamonaviy aviatsiya sanoatida reaktiv dvigatellar, gaz turbinalari va issiqlik almashinish tizimlari aynan yuqori haroratga bardoshli materiallardan yasaladi. Ayniqsa, nikel asosli superqotishmalar bu borada keng qo‘llaniladi. Bunday materiallar 1000°C dan yuqori haroratda ham o‘zining strukturasini saqlab qoladi, kristall panjarasi barqaror bo‘lib, cho‘zilishga, tebranishlarga va termik kengayishga chidamli bo‘ladi. Bu ularni havo dvigatellari, issiqlik almashinuvchisi qismlari va boshqa termoaktiv komponentlar uchun zaruriy elementga aylantiradi[2].

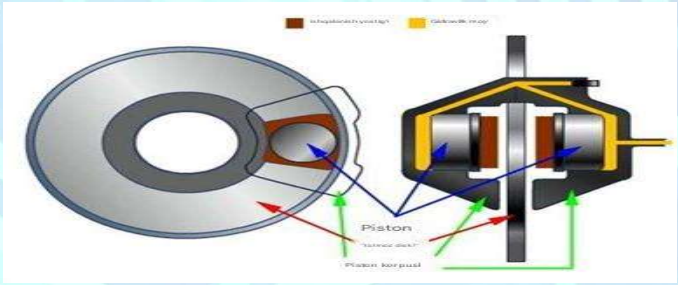
Avtomobil sanoatida esa yuqori haroratga chidamli qotishmalar ayniqsa turbozaryadkali dvigatellar, chiqindi gaz tizimlari, tormoz disklari va egzoz kollektorlari uchun zarurdir. Endilikda ekologik talablar kuchaygan bir paytda, dvigatelning samaradorligini oshirish va chiqindi gazlarini kamaytirish uchun yuqori haroratli rejimda ishlovchi materiallarga ehtiyoj oshdi. Aynan shu nuqtai nazardan, yangi avlod qotishmalari ishlab chiqilib, real sanoat jarayonlarida joriy etilmoqda[3].

II. Tadqiqot va usul. Mazkur tadqiqot doirasida yuqori haroratga chidamli qotishmalarning strukturasi, issiqlikka chidamliligi va sanoatdagi amaliyotda qo‘llanilishi tahlil qilindi. Eksperimental metodlar sifatida quyidagi bosqichlar qo‘llanildi: namunaviy qotishmalar tayyorlash, laboratoriyada termik sinovlar o‘tkazish, struktura tahlili va sanoat tajribalari asosida real qo‘llanilish imkoniyatlarini baholash. Dastlab nikel, titan va kobalt asosli qotishmalarning namunalari maxsus laboratoriya sharoitida ishlab chiqildi. Bu namunalar 800°C dan 1200°C gacha bo‘lgan haroratda sinovdan o‘tkazildi. Namunalarning oksidlanishga chidamliligi, cho‘zilishga va termik charchoqqa bardoshliligi metallografik tahlil, rentgen fazoviy tahlil va termik og‘irlik tahlili (TGA) yordamida aniqlangan[4].

ISSN 3030-3907

So‘nggi bosqichda avtomobil va aviatsiya sanoatlarida ushbu materiallarning amaliy samaradorligi real sanoat sharoitlarida baholandi. Turbozaryadka, tormoz diski, turbina pichog‘i va egzoz tizimi qismlarida yuqori haroratga chidamli qotishmalar sinovdan o‘tkazilib, ularning ishlash muddati, issiqlik barqarorligi va xizmat samaradorligi aniqlashtirildi. Natijalar keyingi bobda bayon etiladi[5].





1-rasm. Tormoz diski

1-jadval.

Har bir qotishma uchun qo‘llangan sinov usullari va tegishli xususiyatlar keltirilgan:

Qotishma turi	Sinov turi	O‘lchangan parametr	Asbob-uskunalar
Inconel 718 (nikel asosli super qotishma) 50-55% Nikel (Ni) 17-21% Xrom (Cr) 4.75-5.5% Kolumbiy (Nb) va Tantal (Ta) 2.8-3.3% Molibden (Mo) 0.65% gacha Titan (Ti) 0.2-0.8% Aluminiy (Al)	Termik barqarorlik	Maks. harorat (°C)	TGA, pech sinovi
Ti-6Al-4V Ti-6Al-4V (titan asosidagi qotishma) bo‘lib, uning tarkibida: 6% alyuminiy (Al) 4% vanadiy (V) 90% dan ortig‘i titan (Ti) mavjud.	Mexanik cho‘zilish	Uzayish (%)	Universal sinov mashinasi
Haynes 188. Kobalt (Co) – ~39% (asosiy element) Nikel (Ni) – ~22% Xrom (Cr) – ~22% Volfram (W) – ~14%	Oksidlanishga bardoshlilik	Massaning yo‘qolishi (%)	Termik pech, kimyoviy tahlil

ISSN 3030-3907

Nimonic 80A. Nikel (Ni) ~69–72% (asosiy element) Xrom (Cr) ~18–21% Titan (Ti) ~1.8–2.7% Aluminiy (Al) ~1.0–1.8% Uglerod(C) ≤0.1 %	Struktura tahlili	Kristall panjara doimiysi	Rentgen difraktometriya (XRD)

III. Natija va muzokara. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, nikel asosli qotishmalar 1100°C haroratda ham kristall strukturasini saqlab qoladi va oksidlanishga chidamlilik darajasi yuqori. Turbinalar pichoqlarida qo‘llanilganda, ular 1500 soatgacha xizmat qilishga qodir bo‘lgan. Titan asosli qotishmalar esa o‘zining yengil vazni va yaxshi issiqlik bardoshliligi tufayli, ayniqsa aviatsion shassi tizimlarida samarali qo‘llanmoqda. Kobalt asosli qotishmalar esa dinamik mexanizmlarda yuqori yuklama ostida ishlashi bilan ajralib turadi[6].

2-Jadval

Quyidagi jadvalda ba’zi yuqori haroratli qotishmalar va ularning asosiy xossalari solishtirilgan:

Qotishma turi	Maks. ish harorati (°C)	Cho‘zilish (%)	Oksidlanishga chidamlik	Asosiy soha
Inconel 718	1100	25	Juda yuqori	Aviatsiya turbinalari
Ti-6Al-4V	900	14	O‘rta	Aviatsion shassi
Haynes 188	1150	20	Juda yuqori	Egzoz tizimlari
Nimonic 80A	1050	18	Yuqori	Turbozaryadkalar

Shuningdek, avtomobil sanoatidagi tahlillar shuni ko‘rsatadiki, egzoz kollektorlari va tormoz disklari uchun ishlatilgan yuqori haroratga chidamli qotishmalar harorat ta’sirida deformatsiyalanmaydi, o‘zining struktura yaxlitligini saqlaydi. Bu esa avtomobilning energiya samaradorligini oshiradi va chiqindi gazlar darajasini pasaytiradi. Xususan, yangi ishlab chiqilgan intermetallik qotishmalar – Fe-Al va Ni-Al asosli – uzoq muddatli xizmatga ega bo‘lib, ekologik standartlarga mos keladi. Aviatsiya sanoatida bu qotishmalar dvigatel segmentlari,

ISSN 3030-3907

kompressor kameralarida, issiqlik almashtiruvchilarda va boshqa harorat ta’siriga uchraydigan tizimlarda keng joriy etilmoqda[7]. Bunday komponentlarning xizmat muddati va xavfsizligi yuqori darajada ta’minlanadi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, yuqori haroratli qotishmalar, ayniqsa nikel asosli superqotishmalar, aerokosmik texnologiyalarning ajralmas qismi sifatida yetakchi o‘rinda turadi[8].

IV. Xulosa. Yuqori haroratga chidamli qotishmalar mashinasozlik sanoatining eng talabchan tarmoqlarida, xususan avtomobil va aviatsiya sanoatlarida, ishonchli va samarali material sifatida keng qo‘llanilmoqda. Ularning yuqori issiqlikka, oksidlanishga va kuchlanishga bardosh berish xususiyatlari bu materiallarni turbozaryadkalar, turbinalar, egzoz tizimlari va tormoz komponentlari kabi muhim elementlar uchun muqobil qilmoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bu qotishmalar xizmat muddatini uzaytiradi, energiya samaradorligini oshiradi va ekologik talablarni bajarishga yordam beradi[9].

Kelgusida yuqori haroratli qotishmalarni ishlab chiqish va ularni sanoatga joriy etish texnologiyalarini rivojlantirish muhim vazifadir. Ayniqsa, intermetallik fazalar, nanostrukturaviy kompozitsiyalar va ekologik toza ishlab chiqarish texnologiyalari asosida ishlanadigan yangi avlod qotishmalari texnologik taraqqiyotda muhim rol o‘ynashi kutilmoqda[10].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Reed, R.C. The Superalloys: Fundamentals and Applications. Cambridge University Press, 2006.
2. Sims, C.T., Stoloff, N.S., Hagel, W.C. Superalloys II. Wiley, 1987.
3. Donachie, M.J., Donachie, S.J. Superalloys: A Technical Guide. ASM International, 2002.
4. Boyer, R.R. An overview on the use of titanium in the aerospace industry. Materials Science and Engineering A, 1996.
5. Pollock, T.M., Tin, S. Nickel-based superalloys for advanced turbine engines. Science, 2006.
6. Leyens, C., Peters, M. Titanium and Titanium Alloys. Wiley-VCH, 2003.
7. Froes, F. Titanium: Physical Metallurgy, Processing, and Applications. ASM International, 2015.
8. Gurrappa, I. Characterization of high temperature materials. Materials Characterization, 2001.
9. Hemker, K.J., Last, H.R. High-temperature mechanical behavior of metallic systems. JOM, 2001.

ISSN 3030-3907