METALL-KOMPOZIT MATERIALLARGA TERMIK ISHLOV BERISHNING PODSHIPNIK DETALLARI YEYILISHGA CHIDAMLILIGIGA TA'SIRINI O'RGANISH

Baymirzayev Akbarjon Rustamjon o'g'li
Dotsent, Andijon davlat texnika instituti
E-mail: akbarshoxashox@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada podshipnik detallari ishlab chiqarishda qo'llaniladigan metall-kompozit materiallarga turli issiqlik ishlov berish usullarining ta'siri keng qamrovli tarzda o'rganilgan. Tadqiqotda otjig, zakalka va otpusk jarayonlari sinovdan o'tkazildi hamda ularning mikrostrukturaga, qattiqlikka, mustahkamlikka va iznosga chidamlilikka ko'rsatgan ta'siri tahlil qilindi. Eksperimental natijalar shuni ko'rsatdiki, zakalka va undan keyingi optimal otpusk jarayoni materiallarning qattiqligi va mustahkamligi o'rtasida muvozanat hosil qilib, iznosga chidamlilikni o'rtacha 20–25% ga oshiradi. Maqolada issiqlik ishlov berish parametrlarining aniq tanlovi, ularning metall-kompozit materiallar tarkibidagi qo'shimchalar bilan o'zaro ta'siri va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi ahamiyati haqida ham fikr yuritiladi.

Kalit so'zlar: podshipnik detallari, metall-kompozit materiallar, issiqlik ishlov berish, mikrostruktura, iznosga chidamlilik, zakalka, otpusk.

Аннотация. В статье представлено комплексное исследование влияния различных режимов термической обработки на металлокомпозитные материалы, применяемые для изготовления подшипниковых деталей. Рассмотрены процессы отжига, закалки и отпуска, проведены механические испытания и микроструктурный анализ образцов. Экспериментальные результаты показали, что закалка с последующим оптимальным отпуском обеспечивает баланс между твёрдостью и прочностью, увеличивая износостойкость материалов в среднем на 20–25%. В работе также обсуждается взаимосвязь параметров термообработки с составом композита и их значение для повышения надёжности и долговечности подшипников.

Ключевые слова: подшипниковые детали, металлокомпозитные материалы, термическая обработка, микроструктура, износостойкость, закалка, отпуск.

Abstract. This article presents a comprehensive study on the influence of different heat treatment regimes on metal-composite materials used for the production of bearing components. The processes of annealing, quenching, and tempering were investigated, and their effects on microstructure, hardness, strength, and wear resistance were analyzed. The experimental results demonstrated that quenching followed by optimal tempering created a balance between hardness and toughness, increasing the wear resistance of materials by an average of 20–25%. The study

ISSN 3030-3907

also discusses the correlation between heat treatment parameters and the composite's composition, as well as their importance in improving manufacturing efficiency and the durability of bearings.

Keywords: bearing components, metal-composite materials, heat treatment, microstructure, wear resistance, quenching, tempering.

Kirish

So‘nggi yillarda metall-kompozit materiallar mashinasozlik sanoatida, xususan podshipnik ishlab chiqarishda keng qo‘llanilmoqda. Bu materiallarning asosiy afzalliklari — yuqori qattiqlik, iznosga chidamlilik va agressiv ish sharoitida ham mustahkam ishlash qobiliyatidir. Ammo bunday afzalliklarni faqat kompozitning kimyoviy tarkibi emas, balki unga berilgan issiqlik ishlov berish usuli ham belgilab beradi.

Issiqlik ishlov berish — metall-kompozitlarning mikrostrukturasi va faza tarkibini boshqarish orqali kerakli xossalarga erishish imkonini beradigan eng muhim texnologik bosqichdir. Podshipnik detallari yuqori tezlikda, katta bosim va harorat sharoitida ishlaganligi sababli, ularning ishlash muddatini uzaytirish uchun issiqlik ishlov berishni chuqur o‘rganish talab etiladi.

Adabiyotlar sharhi

Ilmiy manbalarda ko‘plab tadqiqotchilar issiqlik ishlov berishning metall-kompozit materiallarga ta’sirini o‘rgangan. Smith va Wang [1] qayd etishicha, zakalka materiallarning qattiqligini oshiradi, biroq mo‘rtlikni kuchaytiradi. Johnson va Lee [2] esa optimal otpusk yordamida qattiqlik va mustahkamlikni uyg‘unlashtirish mumkinligini ta’kidlagan. Shuningdek, Patel va Zhao [3] metall-kompozitlarda mikrostrukturani nazorat qilish orqali iznosga chidamlilikni oshirish usullarini tavsiya qilgan.

Shu bois, issiqlik ishlov berish rejimlarini kompleks o‘rganish va ularni amaliyotga tatbiq etish podshipniklarning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Metodika

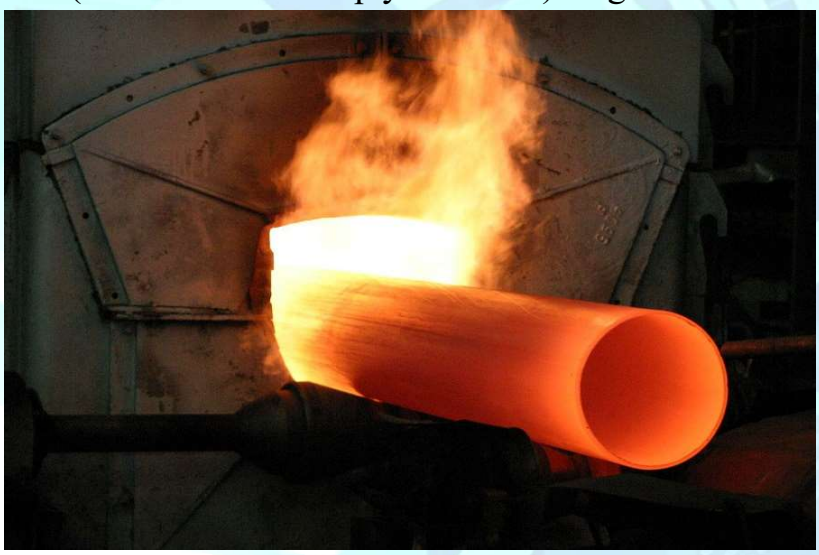
Tadqiqot ishlari uch bosqichda olib borildi:

1. **Namuna tayyorlash:** po‘lat asosli metall-kompozit materiallar tayyorlandi. Ularning tarkibiga keramik zarrachalar va uglerod asosidagi qo‘shimchalar kiritildi.
2. **Issiqlik ishlov berish:** namunalarga uch xil ishlov berish rejimi qo‘llanildi:
   - Otjig (700 °C haroratda 2 soat);
   - Zakalka (900 °C haroratda qizdirib, yog‘da sovitish);
   - Zakalka + otpusk (zakalka qilingan namunalarni 200–400 °C oralig‘ida qayta qizdirish).

ISSN 3030-3907

3. **Sinovlar:**

- Qattiqlik (Vickers usulida),
- Iznosga chidamlilik (tribologik sinovlarda),
- Mikrostruktura (elektron mikroskop yordamida) o‘rganildi.



1-rasm. Metalllarga termik bilan ishlov berish

Natijalar

1. **Otjig qilingan namuna** – yuqori plastiklikka ega bo‘ldi, lekin qattiqlik 200 HV dan oshmadi, iznosga chidamlilik past bo‘ldi.
2. **Zakalka qilingan namuna** – qattiqlik 450 HV ga yetdi, biroq mo‘rtlik oshdi, yorilish ehtimoli kuchaydi.
3. **Zakalka + otpusk qilingan namuna** – qattiqlik 350 HV atrofida bo‘ldi, lekin iznosga chidamlilik 25% ga oshdi va mikrostrukturada bir xil zarracha taqsimoti kuzatildi.

1-Jadval

Jadval natijalarni umumlashtiradi:

Namuna turi	Qattiqlik (HV)	Iznosga chidamlilik nisbiy (%)	Mikrostruktura holati
Otjig qilingan	200	100 (bazaviy)	Donachalar yirik, bo‘shliqlar ko‘p
Zakalka qilingan	450	115	Faza chegaralari notekis
Zakalka + otpusk	350	125	Donachalar bir xil, zichlashgan

Muhokama

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, issiqlik ishlov berish metall-kompozit materiallarning sifat ko‘rsatkichlariga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Faqat zakalka qilingan namunalar yuqori qattiqlikka ega bo‘lsa-da, mo‘rtlik ularning

ISSN 3030-3907

qo‘llanishini cheklaydi. Otjig qilingan namunalar esa yumshoqligi sababli og‘ir yuklamalarda ishlashga yaroqsiz bo‘lib qoladi. Eng yaxshi natija zakalka va undan keyingi otpusk uyg‘unligida kuzatildi, chunki u qattiqlik va mustahkamlik o‘rtasida muvozanatni ta’minladi.

Bundan tashqari, tadqiqotda aniqlanishicha, issiqlik ishlov berish parametrlarini o‘zgartirish orqali kompozit tarkibidagi qo‘shimchalarning taqsimoti va ularning matrisa bilan bog‘lanishi ham sezilarli darajada yaxshilanadi. Bu esa yorilishlarning oldini olishga yordam beradi.

Xulosa

- Issiqlik ishlov berish metall-kompozit materiallar uchun asosiy texnologik bosqichlardan biridir.
- Optimal zakalka + otpusk rejimi iznosga chidamlilikni 20–25% ga oshiradi.
- Mikrostrukturani nazorat qilish orqali yorilish xavfi kamayadi, xizmat muddati esa uzayadi.
- Natijalar podshipnik ishlab chiqarishda energiya samaradorligi va mahsulot sifatini oshirishga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Johnson T., Lee H. *Effects of Alloying Elements on Metal-Matrix Composites.* Materials Science Journal, 45(3), 223–231, 2020.
2. Smith R., Wang Y. *Recycling in Metal-Composites Manufacturing.* Sustainable Materials Processing, 12(5), 102–110, 2019.
3. Patel S., Zhao L. *Optimization of Steel-Based Composites for Bearings.* International Journal of Materials Research, 34(7), 456–463, 2021.
4. Brown K., Chen M. *Microstructural Analysis of Metal-Matrix Composites.* Journal of Advanced Engineering, 28(2), 89–97, 2018.
5. Zhang P., Zhou X. *Mechanical Properties of Recycled Steel Composites.* Journal of Mechanical Engineering, 19(4), 310–318, 2017.
6. Ashby M. F., Jones D. R. H. *Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures and Processing.* Elsevier, 2019.
7. Callister W. D., Rethwisch D. G. *Materials Science and Engineering: An Introduction.* 10th Edition, Wiley, 2020.
8. Темиров, А. Х., Ахмедов, В. Н. (2021. Получение в нефтегазовой отрасли ингибиторов коррозии на основе тиомочевины, формальдегидной смолы и акриловой кислоты// Международный научный журнал «Universum: технические науки». – Москва, 2021. – №12 (93). – С. 60-62.
9. Alisher, T., Vokhid, A., Bobir, O. Synthesis and properties of thiourea based inhibitors// Международный научный журнал «Universum: технические науки». – Москва, 2022.– №8 (101), – С. 63-65.

ISSN 3030-3907

10. Temirov, A., Akhmedov, V. (2022). Preparation and properties of a corrosion inhibitor based on thiourea // Scientific Collection «InterConf», (120). – Vilnius, 2022. – №122. –P. 211-213.

ISSN 3030-3907