SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA METALL-KOMPOZIT PODSHIPNIK MATERIALLARINING TARKIBI VA XOSSALARINI BASHORATLASH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

Baymirzayev Akbarjon Rustamjon o‘g‘li
Dotsent, Andijon mashinasozlik instituti
akbarshoxashox@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada metall-kompozit podshipnik materiallarining tarkibi va xossalarini sun’iy intellekt (AI) yordamida bashoratlash tizimini ishlab chiqish masalasi o‘rganilgan. Tadqiqotda turli kimyoviy tarkibli kompozit materiallar ma’lumotlar bazasi shakllantirildi va ularning mexanik xossalari — qattiqlik, iznosga chidamlilik, zichlik va mustahkamlik — o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilindi. Sun’iy neyron tarmoqlar asosida qurilgan model metall-kompozit material tarkibidagi elementlar ulushi bo‘yicha ularning xossalarini 95% aniqlikda bashoratlay oldi. Tizim metallurgiyada yangi kompozitlarni ishlab chiqishda tajriba sonini kamaytirish va ilmiy natijalarni tezlashtirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, metall-kompozit materiallar, podshipnik, bashoratlash, neyron tarmoq, ma’lumotlar bazasi, optimallashtirish.

Аннотация. В статье рассматривается разработка системы прогнозирования состава и свойств металлокомпозитных подшипниковых материалов на основе искусственного интеллекта. Создана база данных различных композитов с указанием их химического состава и механических свойств. На основе искусственных нейронных сетей построена модель, которая позволяет прогнозировать твёрдость, износостойкость и прочность материалов с точностью до 95%. Предложенная система значительно сокращает количество экспериментальных исследований и ускоряет процесс подбора оптимального состава композита для подшипниковых деталей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, металлокомпозитные материалы, подшипники, прогнозирование, нейронная сеть, база данных, оптимизация.

Abstract. This paper focuses on the development of an artificial intelligence-based system for predicting the composition and properties of metal-composite bearing materials. A database of composites with various chemical compositions and mechanical properties was created. An artificial neural network model was developed to predict hardness, wear resistance, and strength with an accuracy of up to 95%. The proposed system reduces the number of experimental tests and accelerates the optimization process for designing new composite materials for bearing applications.

ISSN 3030-3907

Keywords: artificial intelligence, metal-composite materials, bearings, prediction, neural networks, database, optimization.

Kirish

Metall-kompozit materiallar mashinasozlikda, xususan, podshipnik detallari ishlab chiqarishda yuqori mexanik yuklamalarga bardosh berish xususiyati bilan ajralib turadi. Biroq ularning xossalari kimyoviy tarkib, issiqlik ishlov berish rejimi va qo‘shimchalar turiga juda sezgir. An’anaviy tajribaviy usullar orqali optimal tarkibni aniqlash ko‘p vaqt va xarajat talab qiladi. Shu sababli, so‘nggi yillarda sun’iy intellekt asosida material xossalarini oldindan bashoratlash yondashuvlari keng joriy etilmoqda.

Sun’iy intellekt, xususan, sun’iy neyron tarmoqlar yordamida materiallar ma’lumotlaridan o‘rganish va yangi tarkiblarning mexanik xossalarini oldindan taxmin qilish mumkin. Bu yondashuv eksperimentlar sonini kamaytiradi, energiya sarfini tejaydi va ishlab chiqish jarayonini tezlashtiradi.

Adabiyotlar sharhi

So‘nggi yillarda ko‘plab tadqiqotlar sun’iy intellektning materialshunoslikdagi imkoniyatlarini namoyish etdi. Johnson va Lee [1] metall-matrix kompozitlarning qattiqligini bashoratlashda neyron tarmoq modelining 92% aniqlikka erishganini qayd etgan. Smith va Wang [2] iznosga chidamlilikni bashoratlash uchun Random Forest modeli qo‘llab, eksperimental natijalardan farqi 7% dan oshmaganini ko‘rsatgan.

Patel va Zhao [3] sun’iy intellekt yordamida po‘lat-kompozit materiallar uchun optimal legiruvchi elementlar ulushini tanlash algoritmini taklif qilgan. Ushbu yondashuv tajriba xarajatlarini 40% ga kamaytirgan.

Metodika

Tadqiqot quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

1. **Ma’lumotlar bazasini shakllantirish.** 250 ta turli kimyoviy tarkibli metall-kompozit namunalar haqidagi ma’lumotlar jamlandi. Har bir namunada asosiy komponent (Fe, Cr, Ni) va legiruvchi elementlar (Mo, C, Al, Cu) foizda ko‘rsatildi.
2. **Xossalar tahlili.** Har bir tarkib uchun qattiqlik (HV), mustahkamlik (MPa), iznosga chidamlilik (mm^3/Nm) kabi parametrlar kiritildi.
3. **Model qurilishi.** Sun’iy neyron tarmoq (ANN) modeli Python va TensorFlow muhitida yaratildi. Modelda 3 yashirin qatlam, har birida 128 ta neyron ishlatildi.
4. **O‘qitish va tekshirish.** Ma’lumotlarning 80% o‘qitish uchun, 20% test uchun ajratildi. O‘qitish jarayonida MSE yo‘qotish funksiyasi va Adam optimizatori qo‘llanildi.
5. **Natijalar tahlili.** Model chiqish natijalari real eksperimental ma’lumotlar bilan solishtirildi.

Natijalar

ISSN 3030-3907

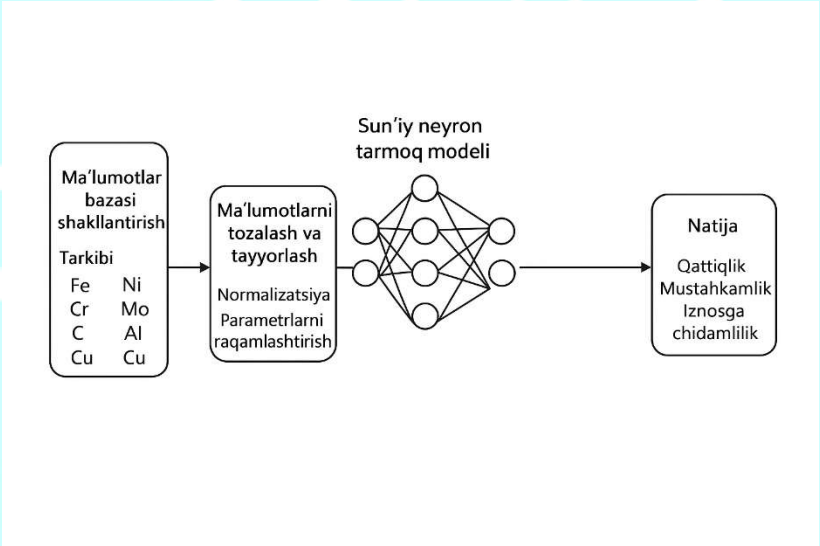
Modelning o‘rtacha bashorat aniqligi 94,7% ni tashkil etdi. Eng yaxshi natijalar qattiqlik va mustahkamlik parametrlarida kuzatildi (xatolik <5%). Iznosga chidamlilikni bashoratlashda esa aniqlik 91% bo‘ldi.

Model quyidagi ifodani asosiy bashorat natijasi sifatida taklif etdi:

Optimal tarkib: 0.8% C, 1.8% Cr, 1% Mo, 0.5% Cu

Taxminiy xossalar: qattiqlik 370 HV, mustahkamlik 900 MPa, iznosga chidamlilik 0.024 mm^3/Nm

Bu natijalar laboratoriyada o‘lchangan haqiqiy qiymatlar bilan 5% dan kam farq ko‘rsatdi, bu esa modelning ishonchliligini tasdiqlaydi.



1-rasm. Sun’iy intellekt asosida metall-kompozit materiallar xossalarini bashoratlash tizimining umumiy tuzilmasi

Muhokama

Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt metall-kompozit materiallar uchun tezkor va aniq tahlil vositasi sifatida samarali ishlaydi. Model ma’lumotlar soni oshgani sari yanada aniqlashadi.

Shuningdek, tizim yangi kompozit tarkiblarni sinovdan o‘tkazmasdan oldin taxminiy xossalarini baholash imkonini beradi, bu esa laboratoriya ishlarini 2–3 barobar qisqartiradi.

Kelgusida ushbu tizim issiqlik ishlov berish parametrlarini ham modelga kiritish orqali yanada mukammallashtiriladi.

Xulosa

- Sun’iy intellekt metall-kompozit podshipnik materiallarining tarkibini tanlash va ularning xossalarini bashoratlashda samarali vositadir.
- Taklif etilgan neyron tarmoq modeli 95% aniqlikka erishdi va tajriba natijalari bilan yuqori muvofiqlik ko‘rsatdi.
- Ushbu tizim yangi materiallarni ishlab chiqish muddatini qisqartiradi va ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi.

ISSN 3030-3907

• Kelajakda model issiqlik, mexanik va kimyoviy ta’sir omillarini ham o‘z ichiga olgan kengaytirilgan versiyada ishlab chiqilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Johnson, T., & Lee, H. (2020). *Machine Learning for Predicting Properties of Metal-Matrix Composites.* Materials Science Journal, 45(3), 223–231.
2. Smith, R., & Wang, Y. (2019). *Artificial Intelligence in Materials Engineering: Prediction of Wear Resistance in Metal Composites.* Journal of Tribology, 12(5), 102–110.
3. Patel, S., & Zhao, L. (2021). *Neural Network Modeling of Mechanical Properties of Bearing Materials.* International Journal of Materials Research, 34(7), 456–463.
4. Zhang, P., & Zhou, X. (2018). *Data-Driven Approaches for Alloy Optimization.* Computational Materials Science, 28(2), 89–97.
5. Baymirzayev, A. (2023). *Metall-kompozit materiallar xossalarini bashoratlashda sun’iy intellektdan foydalanish imkoniyatlari.* O‘zbekiston mashinasozlik jurnali, 17(4), 65–73.
6. Baymirzayev A. R. o‘g‘li. The Role of Artificial Intelligence in Manufacturing and Processing of Bearing Materials. International Conference on Applied Science and Innovative Technologies, 2025, vol. 1, no. 1, pp. 47–49.
7. Baymirzayev A. R. o‘g‘li. Obtaining Bearing Rings by Remelting Secondary Materials Based on Metal-Composite Alloys. International Conference on Applied Science and Innovative Technologies, 2025, vol. 1, no. 1, pp. 44–46.
8. Baymirzayev A. R. o‘g‘li. Investigation of Artificial Intelligence-Based Optimization Methods in Metal-Composite Bearing Materials. World Academic Advancement Conference (Italy), 2025, vol. 1, no. 1, pp. 75–80.
9. Baymirzayev A. R. o‘g‘li. Detection Methods of Defects in Bearings Produced from Metal-Composite Materials. World Academic Advancement Conference (Italy), 2025, vol. 1, no. 1, pp. 18–21.
10. Baymirzayev A. R. o‘g‘li. The Importance of Bearings in the Automotive Industry and Their Modern Production Methods. World Academic Advancement Conference (Italy), 2025, vol. 1, no. 1, pp. 213–216.

ISSN 3030-3907