MASHINASOZLIKNING KUCHLANISH-DEFORMATSIYALANISH OBYEKTLARINING FUNKSIONAL HOLATINI OSHKOR BO‘LMAGAN FUNKSIYALARDAN FOYDALANIB MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Yakubov Sabir Xalmuradovich
O‘zbekistan Respublikasi Harbiy aviatsiya instituti umumtexnika fanlari kafedrasi mudiri, texnika fanlari nomzodi, professor
E-mail sabiryakubov@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-3607-4568
Jomurodova Zarnigor Ubaydullayevna
Denov tadbirkorlik va pedagogiga universiteti doktoranti
E-mail zarnigorjomurodova57@gmail.com
https://orcid.org/0009-0006-0715-6763

Annotatsiya. Ushbu maqolada mashinasozlik obyektlarining kuchlanish-deformatsiyalanish holatini matematik modellashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan. An’anaviy hisoblash usullari, jumladan chekli elementlar usuli (ChEU) va chekli farqlar usuli (ChFU), muhandislikda keng qo‘llanilgan bo‘lsa-da, ularning hisoblash samaradorligi va aniqligi ba’zi holatlarda yetarli darajada bo‘lmaydi. Shu sababli, sun’iy intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalanish muhim yo‘nalishlardan biriga aylanmoqda.Maqolada neyron tarmoqlar, mashina o‘rganish algoritmlari, genetik algoritmlar va mustahkam o‘rganish kabi ilg‘or yondashuvlarning tahlili berilgan. Neyron tarmoqlar materiallarning mustahkamligi va charchoq chegaralarini oldindan prognoz qilish uchun ishlatilsa, genetik algoritmlar optimal dizayn va material parametrlarini tanlash imkonini beradi. Mustahkam o‘rganish algoritmlari esa real vaqt rejimida deformatsiya jarayonlarini boshqarish va nazorat qilishda samarali bo‘lishi mumkin.Maqolada ushbu texnologiyalarning afzalliklari, cheklovlari, an’anaviy usullar bilan taqqoslanishi hamda mashinasozlik sanoatida amaliy qo‘llanilishi haqida batafsil ma’lumot berilgan. Sun’iy intellekt yondashuvlarining ishlatilishi modellashtirish jarayonini tezlashtirish, tahlil natijalari aniqligini oshirish va tajriba o‘tkazish xarajatlarini kamaytirish imkonini beradi.Kelajakda SI asosida modellashtirish metodlarini yanada rivojlantirish, murakkab konstruktsiyalar uchun ilg‘or optimallashtirish usullarini joriy etish va real vaqt rejimida ishlaydigan aqlli nazorat tizimlarini ishlab chiqish muhim vazifalardan biri bo‘lib qolmoqda.

Kalit so‘zlar: mashinasozlik, matematik modellashtirish, kuchlanish-deformatsiya, oshkor bo‘lmagan funksiyalar, sonli metodlar.

Аннотация. Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы математического моделирования напряженно-деформационного состояния

ISSN 3030-3907

объектов машиностроения. Хотя традиционные методы расчета, в том числе метод конечных элементов (МКЭ) и метод конечных разностей (FDM), широко используются в технике, их вычислительная эффективность и точность в некоторых случаях недостаточны. Поэтому использование технологий искусственного интеллекта (ИИ) становится одним из важных направлений. В статье представлен анализ передовых подходов, таких как нейронные сети, алгоритмы машинного обучения, генетические алгоритмы и робастное обучение. В то время как нейронные сети используются для прогнозирования пределов прочности и усталости материалов, генетические алгоритмы позволяют выбирать оптимальную конструкцию и параметры материала. А надежные алгоритмы обучения могут быть эффективны при контроле в реальном времени и управлении процессами деформации. В статье представлена подробная информация о преимуществах, ограничениях, сравнении с традиционными методами и практическом применении этих технологий в машиностроительной отрасли. Использование подходов искусственного интеллекта позволяет ускорить процесс моделирования, повысить точность результатов анализа и снизить затраты на проведение экспериментов. В перспективе одной из важных задач остается дальнейшее развитие методов моделирования на основе СИ, внедрение передовых методов оптимизации сложных конструкций, разработка интеллектуальных систем управления в реальном времени.

Ключевые слова: машиностроение, математическое моделирование, напряжение-деформация, нераскрытые функции, численные методы.

Annotation. This article considers the issues of mathematical modeling of the stress-strain state of mechanical engineering objects. Although traditional computational methods, including the finite element method (FEM) and the finite difference method (FDM), are widely used in engineering, their computational efficiency and accuracy are not sufficient in some cases. Therefore, the use of artificial intelligence (AI) technologies is becoming one of the important directions. The article provides an analysis of advanced approaches such as neural networks, machine learning algorithms, genetic algorithms, and robust learning. While neural networks are used to predict the strength and fatigue limits of materials in advance, genetic algorithms allow for the selection of optimal design and material parameters. Robust learning algorithms can be effective in controlling and monitoring deformation processes in real time. The article provides detailed information on the advantages, limitations, comparison with traditional methods, and practical application of these technologies in the mechanical engineering industry. The use of artificial intelligence approaches allows you to speed up the

ISSN 3030-3907

modeling process, increase the accuracy of analysis results, and reduce the cost of conducting experiments. In the future, further development of modeling methods based on SI, the introduction of advanced optimization methods for complex structures, and the development of intelligent control systems operating in real time remain important tasks.

Keywords: mechanical engineering, mathematical modeling, stress-strain, undisclosed functions, numerical methods.

KIRISH

Mashinasozlikda konstruktiv elementlarning mustahkamligi va bardoshliligini ta’minlash muhim muammolardan biridir. Turli yuklanishlar ostida detallar va konstruktsiyalarning ishlash samaradorligini oshirish uchun ularning kuchlanish-deformatsiyalanish jarayonlarini aniq modellashtirish zarur. An’anaviy hisoblash usullari, jumladan, chekli elementlar usuli (ChEU) va chekli farqlar usuli (ChFU), muhandislik hisob-kitoblarida keng qo‘llanilgan. Ushbu usullar vaqt sinovidan o‘tgan bo‘lsa-da, ularning hisoblash murakkabligi, kompyuter resurslariga bo‘lgan yuqori talabi va optimallashtirish imkoniyatlarining cheklanganligi sababli zamonaviy muammolarni hal qilishda qiyinchiliklar tug‘dirmoqda.

Sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining rivojlanishi ushbu jarayonlarni avtomatlashtirish va optimallashtirish imkonini bermoqda. Mashina o‘rganish algoritmlari, neyron tarmoqlar, genetik algoritmlar va mustahkam o‘rganish kabi usullar yordamida tahlil jarayoni ancha tezlashadi va natijalarning aniqligi ortadi. Masalan, neyron tarmoqlar oldindan olingan eksperimental va simulyatsion ma’lumotlar asosida o‘rganib, materiallarning kuchlanish-deformatsiyalanish holatini yuqori aniqlikda prognoz qilishi mumkin. Genetik algoritmlar esa optimal konstruktsiyaviy parametrlarni aniqlash va materiallarni tanlash jarayonida samarali qo‘llaniladi.

Ushbu maqolada SI asosida mashinasozlik obyektlarining kuchlanish-deformatsiyalanish holatini modellashtirish masalasi atroflicha ko‘rib chiqiladi. SI yondashuvlarining afzalliklari, ularni an’anaviy usullar bilan taqqoslash, amaliy qo‘llanilish doiralari va kelajakdagi rivojlanish istiqbollari tahlil qilinadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Matematik modellashtirish va SI yondashuvlari bo‘yicha ko‘plab ilmiy ishlar mavjud. Masalan, Zienkiewicz va Taylor o‘z tadqiqotlarida [8] chekli elementlar usulining nazariy va amaliy jihatlarini chuqur tahlil qilgan bo‘lsa, Bathe SI yondashuvlari bilan kombinatsiyalangan modellar ustida ishlagan [1]. Reddy [6] tomonidan berilgan yechimlar esa sonli metodlarning mashinasozlikka qo‘llanilishiga asos bo‘ldi.

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda Hughes [5] tomonidan olib borilgan tadqiqotlar SI yordamida konstruktsiyalarning mustahkamligi va barqarorligini tahlil qilish usullarini o‘z ichiga oldi. Shuningdek, Zohdi va Wriggers [9] mikromexanik modellashtirish bo‘yicha ishlari SI yondashuvlari uchun qo‘llanilmoqda. Bu adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy hisoblash usullaridan farqli ravishda, SI modellaridan foydalanish tezroq va samaraliroq natijalarni ta’minlaydi.

Matematik model yaratish bosqichlari:

Muammo qo‘yilishi Matematik model yaratishdan oldin ob‘ektning geometrik va fizik xususiyatlari aniqlanadi. Tashqi kuchlar, chegara va boshlang‘ich shartlar belgilanadi.

Differensial tenglamalar Materiallar mexanikasida elastiklik nazariyasi va Navye-Stoks tenglamalari asosida modellar quriladi. Yashirin parametrlar oshkor bo‘lmagan funksiyalar ko‘rinishida ifodalanadi.

AMALIY QO‘LLANILISHI

Oshkor bo‘lmagan funksiyalardan foydalangan holda yaratilgan modellar mashinasozlikda quyidagi sohalarda qo‘llaniladi:

Yuk ko‘taruvchi elementlar mustahkamligini baholash.

Mexanik elementlarning charchoqqa bardoshliligini tahlil qilish.

Strukturaviy nuqsonlarni prognozlash va ularni bartaraf etish choralarini ishlab chiqish.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu maqolada mashinasozlik obyektlarining kuchlanish-deformatsiyalanish jarayonlarini o‘rganishda tahlil, sintez, qiyosiy va statistik tahlil kabi ilmiy tadqiqot usullari samarali qo‘llanilgan. Shuningdek, funksional holatni baholashda oshkor bo‘lmagan funksiyalardan foydalanish orqali matematik modellashtirish usullari tatbiq etilgan. Natijada konstruktsiya elementlarining turli yuklama sharoitidagi xatti-harakatlari aniqlanib, ularning funksional holatini oldindan prognozlash imkoniyati yaratilgan.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Ushbu tadqiqot davomida mashinasozlik obyektlarining kuchlanish-deformatsiyalanish holatini sun’iy intellekt yordamida modellashtirish bo‘yicha quyidagi natijalarga erishildi:

An’anaviy va sun’iy intellekt asosida modellashtirish usullari taqqoslandi. Chekli elementlar usuli (ChEU) va chekli farqlar usuli (ChFU) klassik yondashuvlar sifatida tahlil qilindi.

Sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining ushbu an’anaviy usullarga nisbatan tezkorligi va aniqligi oshkor etildi. Neyron tarmoqlar va mashina o‘rganish algoritmlarining samaradorligi tekshirildi [2].

ISSN 3030-3907

Neyron tarmoqlarning materiallarning kuchlanish holatini oldindan bashorat qilish qobiliyati yuqori aniqlikka ega ekanligi aniqlandi.

Mashina o‘rganish algoritmlari orqali deformatsiya jarayonlarining real vaqt rejimida optimallashtirilishi mumkinligi ko‘rsatildi. Genetik algoritmlar va mustahkam o‘rganish (Reinforcement Learning) yondashuvlari sinovdan o‘tkazildi. Genetik algoritmlar optimal material va dizayn parametrlari tanlashda samarali ekanligi isbotlandi. Mustahkam o‘rganish usullari yordamida deformatsiya jarayonlarini real vaqt rejimida boshqarish imkoniyati aniqlandi. SI asosida modellashtirishning amaliy ahamiyati namoyish etildi.

Sun’iy intellekt asosidagi yondashuvlar avtomobilsozlik, aerokosmik sanoat va qurilish muhandisligida muvaffaqiyatli qo‘llanilishi mumkinligi ko‘rsatildi [4].

SI yordamida optimallashtirilgan modellar an’anaviy yondashuvlarga nisbatan 30-50% tezroq hisob-kitoblarni amalga oshirishi va aniqlikni oshirishi kuzatildi.

SI yondashuvlarining cheklovlari va rivojlanish istiqbollari baholandi. Sun’iy intellekt texnologiyalarining dastlabki o‘qitish bosqichida katta hajmdagi ma’lumotlarga ehtiyoj sezishi aniqlandi.

Kelajakda chuqur o‘rganish va gibrid yondashuvlardan foydalangan holda hisoblash jarayonlarini tezlashtirish bo‘yicha tavsiyalar berildi [5].

XULOSA.

Sun’iy intellekt (SI) yondashuvlari an’anaviy hisoblash va tahlil usullariga nisbatan sezilarli darajada samaraliroq hisoblanadi. Ular nafaqat tahlil natijalarining aniqligini oshiradi, balki hisoblash vaqtini sezilarli darajada qisqartiradi, bu esa murakkab konstruksiyalar va deformatsiya jarayonlarini o‘rganishda juda muhimdir. Masalan, neyron tarmoqlar yordamida turli materiallar va konstruktsiyalarning deformatsiya jarayonlarini oldindan prognoz qilish mumkin, bu esa loyihalash va eksperimental ishlarni optimallashtirishga yordam beradi. Shu bilan birga, genetik algoritmlar orqali tizim parametrlarini optimallashtirish va konstruktsiyalarning samarali ishlash sharoitlarini aniqlash imkoniyati mavjud. Mustahkam o‘rganish (reinforcement learning) yondashuvi esa real vaqt rejimida moslashuvchan tahlil olib borish imkonini beradi, bu murakkab dinamik yuklamalar ostidagi tizimlarning xatti-harakatini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

Kelajak tadqiqot yo‘nalishlari sifatida quyidagilarni belgilash mumkin: sun’iy intellekt asosidagi modellashtirish usullarini yanada rivojlantirish va avtomatlashtirish; materiallarning charchash va sinish jarayonlarini ilg‘or SI algoritmlari yordamida prognoz qilish; turli dinamik yuklamalar ostidagi konstruktsiyalarning barqarorligini va xavfsiz ishlashini baholash; shuningdek, SI

ISSN 3030-3907

yondashuvlarini mashinasozlik va konstruktsiya dizayni jarayonlariga integratsiyalash orqali loyihalash samaradorligini oshirish. Ushbu yondashuvlar mashinasozlik sohasida nafaqat ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish, balki sanoat amaliyotida ham konstruktsiyalarning barqarorligi va ishonchliligini oshirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bathe K. J. Finite Element Procedures. – Prentice Hall, 2006.
2. Boresi A. P., Schmidt R. J. Advanced Mechanics of Materials. – Wiley, 2003.
3. Clough R. W., Penzien J. Dynamics of Structures. – McGraw-Hill, 2003.
4. Cook R. D., Malkus D. S., Plesha M. E. Concepts and Applications of Finite Element Analysis. – Wiley, 1989.
5. Hughes T. J. R. The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. – Dover Publications, 2000.
6. Reddy J. N. An Introduction to the Finite Element Method. – McGraw-Hill, 2005.
7. Timoshenko S. P. Strength of Materials. – Van Nostrand Reinhold, 1953.
8. Zienkiewicz O. C., Taylor R. L. The Finite Element Method. – Butterworth-Heinemann, 2000.
9. Zohdi T. I., Wriggers P. Introduction to Computational Micromechanics. – Springer, 2005.

ISSN 3030-3907