

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Способ бесконтактной дистанционной диагностики воспалительных процессов и физиологических расстройств организма путём оценки теплового излучения / М. Белов, А. Азархов, Т. Пастухова, Е. Сорочан, В. Паладюк, А. Шайко-Шайковский // *East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*. – 2016. – Vol. 1, No 3(7). – Pp. 100–105.

2. Методика сравнительной биомеханической оценки стабильности остеосинтеза поперечных диафизарных переломов бедренных костей с помощью различных интрамедуллярных и накостных конструкций / А. Шайко-Шайковский, И. Олексюк, Е. Бурсук, А. Азархов, Е. Сорочан, Т. Пастухова // *Международный симпозиум*. – Пенза, 2016. – С. 269–271.

3. Методика компьютерной оптимизации размещения фиксирующих элементов на корпусе 8-ми винтовой накостной пластины при поперечных диафизарных переломах длинных костей опорно-двигательного аппарата / А. Шайко-Шайковский, Е. Сорочан, М. Белов, И. Олексюк, Д. Леник // *Международный симпозиум*. – Пенза, 2017. – С. 346–348. – ISSN 2220-6418.

4. Методика компьютерной оптимизации размещения фиксирующих элементов на корпусе накостной пластины при поперечных диафизарных переломах / А. Шайко-Шайковский, Е. Сорочан, М. Белов, А. Богорош, И. Олексюк // *X Международная научная конференция Наука и образование*. – Хмельницкий, 2017. – С. 96–102.

5. Пат. № 114602. МПК А 61 В 17/58 (2006.01), А 61 В 17/00. Накісткова малоко-
тактна пластина для остеосинтезу із підвищеною жорсткістю та зниженою масою / О. М. Сорочан, О. Ю. Азархов, О. Г. Шайко-Шайковський, І. С. Олексюк, М. Є. Білов, Є. Г. Махрова. – № 2 2016 10067 ; заявл. 03.10.2016 ; опубл. 10.03.2017, Бюл. № 5.

6. Пат. № 114603. МПК А 61 В 17/82 (2006.01). Накісткова малоко-
тактна пластина для остеосинтезу з приливками та дротям серкляжем / О. М. Сорочан, О. Ю. Азархов, О. Г. Шайко-Шайковський, І. С. Олексюк, М. Є. Білов, Є. Г. Махрова. – № 2 2016 10069; заявл. 03.10.2016 ; опубл. 10.03.2017, Бюл. № 5.

7. Методика проектування та біомеханічної оцінки конструктивних параметрів накісткових фіксаторів для лікування переломів трубчастих кісток / О. Сорочан, О. Азархов, І. Олексюк, М. Білов та О. Шайко-Шайковський // *Молодий вчений*. – 2016. – № 9. – С. 106–111. – ISSN: 2304-5809.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЗАГОТОВОК В ПРОЦЕССАХ ИНТЕНСИВНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Алтухов А. В., Тарасов А. Ф.

ДГМА, г. Краматорск

Получение материалов с повышенными прочностными характеристиками методами интенсивного пластического деформирования (ИПД) широко применяются в авиастроении, химической промышленности и медицине [1]. Для моделирования технологических процессов ИПД используют метод конечных элементов (МКЭ) реализованный в САЕ-системах, которые позволяют изучить процесс формоизменения заготовки и оценить распределение накопленной деформации по ее объему, а, следовательно, и получаемых физико-механических свойств. Для получения достоверных

результатов моделирования требуется высокая детализация сетки конечных элементов, которая может включать тысячи или десятки тысяч узлов. Результаты моделирования процесса деформирования заготовки включают ряд физических величин и обобщающих показателей (K_e), в скалярном или тензорном представлении, для каждого узла сетки конечных элементов. Анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) на основе накопленной деформации, компонентов тензоров деформаций и напряжений выполняется для определения распределения каждого показателя и зон с его минимальными и максимальными значениями.

Выбор технологических параметров процесса деформирования на основе изучения НДС заготовки выполняется в ручном режиме инженером и достаточно просто проходит для 1–2 операций деформирования. Наибольшие затруднения возникают при анализе НДС заготовки в процессах ИПД, когда количество операций деформирования увеличивается до 4–5 (винтовая экструзия, циклическая ковка в закрытом пространстве, реверсивный сдвиг и др.), а иногда до 15 (равноканальное угловое прессование), при этом применяют различные маршруты деформирования (последовательность поворотов заготовки между операциями деформирования) для достижения оптимальных результатов: уровня накопленной деформации и ее равномерного распределения по объему.

Выявить закономерности изменения НДС заготовки от технологических параметров и маршрутов деформирования можно с использованием методов искусственного интеллекта [2, 3]. Объединение нейронных сетей [4, 5] и методов реализации генетического алгоритма позволит оптимизировать маршрут деформирования заготовки в процессе ИПД. Большой объем данных в виде набора показателей НДС для каждого узла сетки конечных элементов, полученный в результате моделирования в САЕ-системе, является исходным для обеспечения работы нейронной сети. В ходе обучения нейронная сеть или их совокупность должны качественно описывать этапы процесса деформирования, а генетический алгоритм обеспечить получение максимальной степени деформации при минимальной неравномерности деформации и минимальном количестве операций деформирования.

Выбор методов реализации генетического алгоритма и обучения нейронной сети для анализа процессов ИПД зависит от набора исходных данных и критериев оценки конечного результата для достижения оптимальности маршрута деформирования заготовки.

Таким образом, применение методов искусственного интеллекта в процессах ИПД позволит выполнить поиск оптимальных маршрутов деформирования заготовок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bulk Nanostructured Materials with Multifunctional Properties* / I. Sabirov, N. A. Enikeev, M. Yu. Murashkin, R. Z. Valiev // Springer. – 2015. – 126 p.

2. Бровкова М. Б. *Системы искусственного интеллекта в машиностроении* : учеб. пособ. – Саратов : Сарат. гос. техн. ун-т, 2004. – 119 с.

3. Даринцев О. В. Использование методов искусственного интеллекта в системах управления техпроцессами получения наноструктурных материалов / О. В. Даринцев, А. Б. Мигранов // Штучний інтелект. - 2013. - № 4. - С. 407-415. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/II_2013_4_48

4. Гудфеллоу Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; пер. с англ. А. А. Слинкина. – 2-е изд., испр. – М. : ДМК Пресс, 2018. – 652 с.

5. Николенко С., Кадурич А., Архангельская Е. Глубокое обучение. – СПб. : Питер, 2018. – 480 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГЕНЕРАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Аносов В. Л., Когут А. С., Тарасов А. Ф.

ДГМА, г. Краматорск

В настоящее время для создания различных изделий и их частей разработано множество вариантов технических решений. Они могут быть основаны на различных физических принципах, иметь различное качество и стоимость. Поэтому выбор вариантов технических решений в каждом случае требует их анализа и оценки.

Среди методов решения поисковых задач одним из наиболее перспективных является метод морфологического анализа, который относится к методам систематизированного поиска новых идей [1]. С помощью данного метода можно получить новые варианты конструктивных или технических решений, а также модернизировать существующие. Суть метода состоит в выделении и декомпозиции общей функции проектируемого объекта на частные и в отыскании всех теоретически возможных вариантов их выполнения с требуемой функциональностью, в соответствии с целью поставленной задачи. Сочетание технических решений для реализации всех частных функций составляет описание одного из вариантов реализации объекта или процесса. Таким образом, можно увидеть варианты, которые ранее не рассматривались.

Существует много вариантов реализации морфологического анализа, отличающихся в основном методом отбора полезных решений. В первоначальном варианте Ф. Цвикки не описаны процедуры составления морфологической таблицы (ящичка), а также нет единого алгоритма проведения самого морфологического анализа. В. М. Одрин [2] предложил алгоритм построения морфологических таблиц на основе приведения множества технических решений, схожих по признакам, к обобщенной функциональной модели, что облегчает программную реализацию метода. В настоящее время используются самые различные модификации метода морфологического анализа [3, 4].

Основным недостатком метода является то, что количество возможных решений определяется декартовым произведением чисел вариантов реализации каждой из частных функций и для объектов со значительным