

Данные из набора предварительно перемешивались. Число входных узлов = 784 (28 · 28), число скрытых узлов – 75, число выходных импульсов – 36 (26 букв английского алфавита и 10 цифр), значение импульса обучения (альфа) – 0,001. Количество эпох – 800 с темпом обучения 0,001, с возможностью вычисления суммы квадратичной ошибки после каждой эпохи. Для повышения скорости обучения вычисление градиента проводилось отдельно для каждого сформированного в процессе работы мини-набора, вместо вычисления для всех тренировочных данных сразу. Затем проводилась оценка качества работы модели путем вычисления успешности предсказания на тренировочном наборе (вероятность). Все части разработанной системы были протестированы на реальных изображениях. Результатом проделанной работы является программный продукт, реализующий алгоритм распознавания ОИ.

Разработанный программный продукт способен распознавать символы, цифры, а также буквы английского алфавита, верхнего и нижнего регистра, а также поддерживает возможность проведения дообучения на основе набора данных, представляемого пользователем через графический интерфейс.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 19-01-00357 и № 18-01-00314.

Список использованных источников

1. Epshtein, B. Detecting text in natural scenes with stroke width transform / Epshtein, B., Ofek, E. et al. // In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) –2010.
2. Nguyen, H.T. Text-independent writer identification using convolutional neural network / Nguyen, C.T., Ino, T., Indurkha, B., Nakagawa, M. // Pattern Recognition Letters. – 2019. – Vol. 121. – Pp.104–112.

УДК 621.791.72

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКИ (ЭЛО)

Г.Г. Горанский², А.И. Поболь

¹Научно-технологический парк БНТУ «Политехник», ²Физико-технический институт НАН Беларуси

Моделирование влияния высокоэнергетического воздействия на структуру обрабатываемого материала проводилось методом термодинамического конечно-элементного (КЭ) анализа. Моделировали условия близкие к реальным процессам, происходящим при ЭЛО поверхности без оплавления. За основу взяты экспериментальные данные. Считали, что вся энергия луча идет на нагрев, а затем для корректировки применяли коэффициент, учитывающий особенности взаимодействия луча с поверхностью детали. При моделировании сделан ряд допущений:

- энергия, затрачиваемая и высвобождаемая во время фазовых переходов в материалах, во время нагрева и охлаждения не учитывалась;
- пучок электронов представлялся как равномерный тепловой поток по всей обрабатываемой поверхности, т.е. допускалось идеально равномерное сканирование всей обрабатываемой зоны;
- влиянием излучения нагретой детали и теплопередачи в оснастку в связи с быстрым протеканием процесса решено пренебречь.

ЭЛО образцов материалов выполнялась на базе установки с энергоблоком ЭЛА-15 с вакуумом в рабочей камере 10^{-2} Па. Система управления электронным лучом позволяла реализовывать ЭЛ воздействие на материалы в режимах точечного нагрева с высокой плотностью энергии (до 10^5 Вт/см²), нагрева расфокусированным лучом, линейного перемещения луча без сканирующей развертки, сканирования луча по заданной траектории. Эффективность ЭЛ нагрева образцов стали У8 оценивали с применением различной плотности энергии электронного пучка (таблица 1).

Таблица 1 – Режимы ЭЛО экспериментальных образцов стали У8

№ кривой	1	2	3	4
$q_{эл}, \text{Вт/см}^2$	848	1357	1683	2255
$t_{н}, \text{с}$	14,0	10,0	6,0	2,4

В центре образца с размерами $30 \times 30 \times 20$ мм зачеканивалась хромель-алюмелевая термопара, значения температуры записывались с помощью шлейфового осциллографа. Электронный луч диаметром 1 мм разворачивался в зону нагрева прямоугольной формы. Тепловой поток направлялся на центральную область образца размерами 10×10 мм². Мощность и плотность энергии ЭЛ нагрева регулировалась изменением тока луча.

Удельная мощность воздействия рассчитывалась как $q_{эл} = U \cdot I / F$, где U – ускоряющее напряжение в ЭЛ пушке (60 кВ), I – ток луча, F – площадь нагрева поверхности образца. Теплофизические свойства стали У8 взяты из справочников. Экспериментальное время воздействия соответствовало таблице 1. Удельная мощность потока подбиралась так, чтобы график изменения температуры, полученный КЭ моделированием максимально совпал с экспериментальным. В результате КЭ моделирования получены диаграммы распределения температур в различные моменты времени (рис. 1).

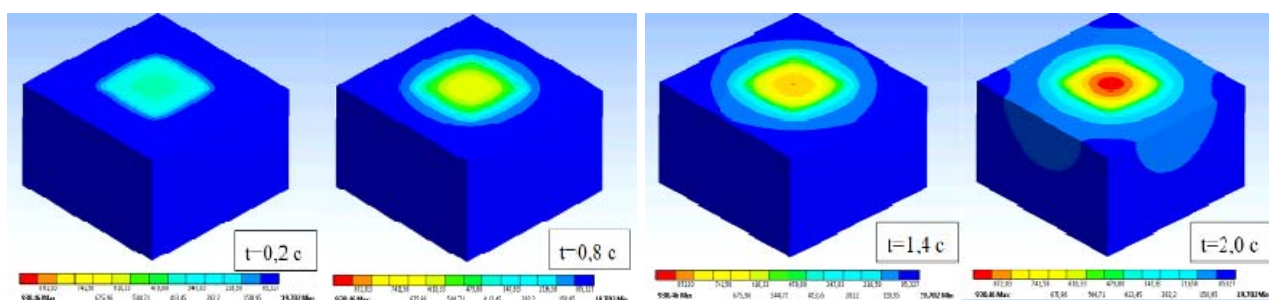


Рисунок 1 – Временные диаграммы распределения температур

Распределения температур в эксперименте и по результатам КЭ моделирования – на рисунке 2. Цифрами со штрихами обозначены смоделированные кривые 1–4 таблицы 1. Расхождение значений эксперимента и КЭ модели для максимальных и установившихся температур не превысило 35 °С.

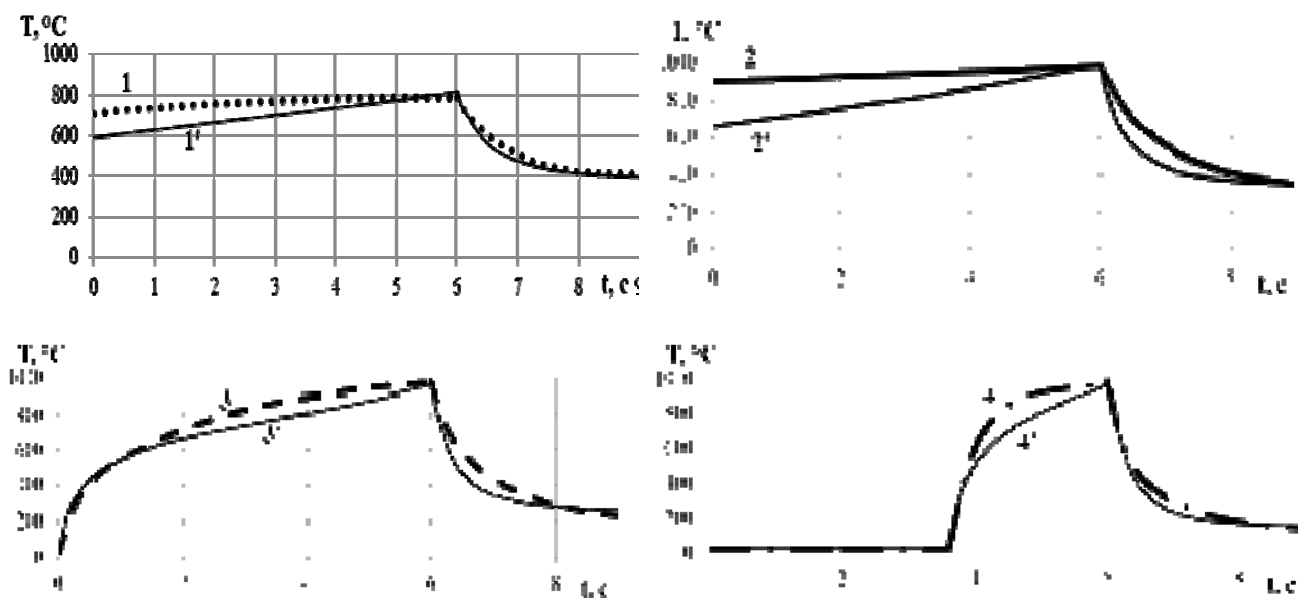


Рисунок 2 – Распределение температур (эксперимент и КЭ моделирование)

На рис. 3 дана зависимость эффективной удельной тепловой мощности от затраченной. Зависимость можно считать линейной, а пересчет проводить, пользуясь уравнением для линии тренда $Q_{уд.зат.} = 3,1 \times Q_{уд.эфф.} - 672$. Разработанная методика моделирования использована для расчета энергетических параметров (режимов и циклограмм) процесса ЭЛО.

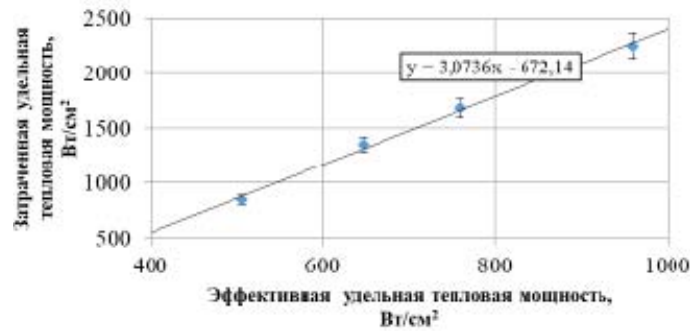


Рисунок 3 – Эффективная и затраченная удельные тепловые мощности

УДК 621.81.:621.337

АЛГОРИТМ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО СПЕКАНИЯ

Г.Г. Горанский², А.И. Поболь

¹Научно-технологический парк БНТУ «Политехник», ²Физико-технический институт НАН Беларуси

Учет структурных изменений порошкового материала при электроконтактном спекании (ЭКС) и вытекающих из этого изменений его механических свойств выполнялся методом многошагового моделирования в соответствии с блок-схемой (рис. 1).

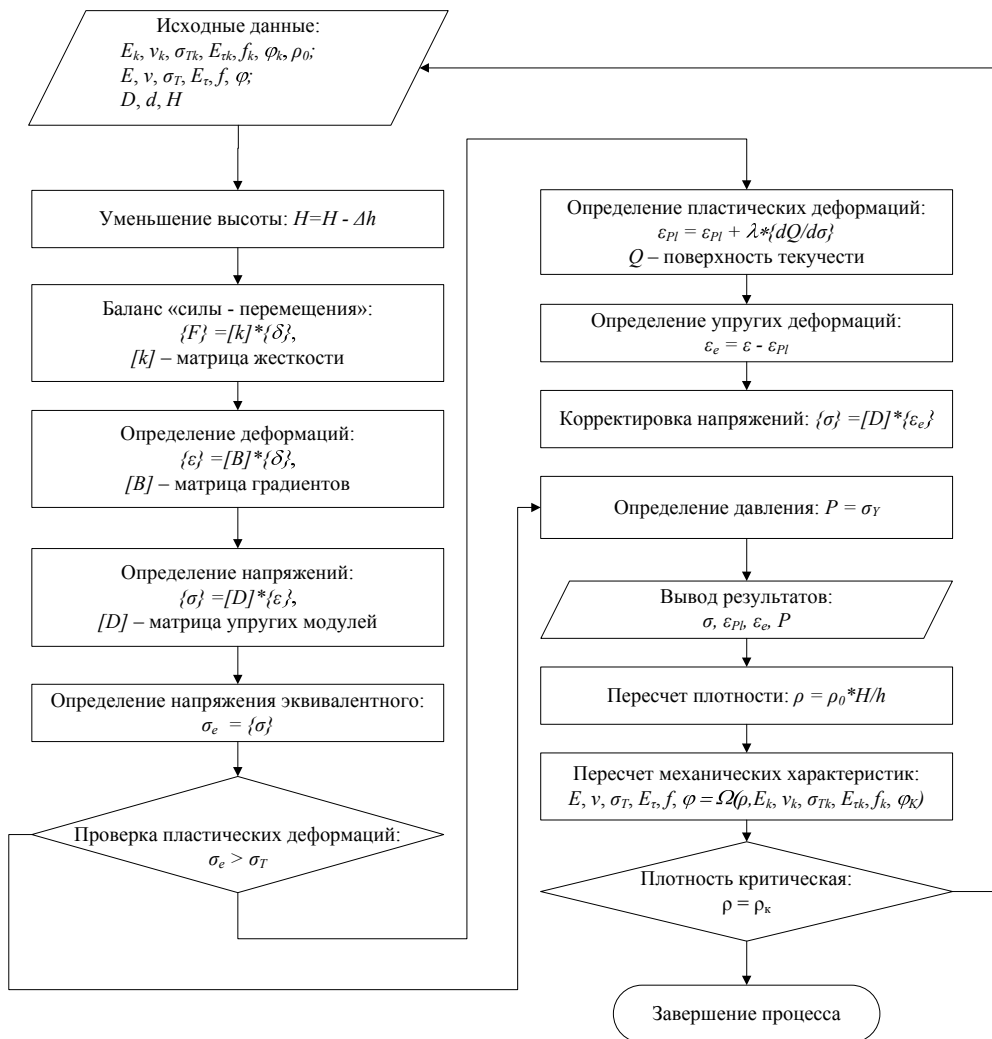


Рисунок 1 – Блок-схема адаптивного изменения механических свойств порошка