

УДК 621.37

СОЗДАНИЕ АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Врублевский Р. Е., к.т.н., доцент кафедры общинженерной подготовки Херсонской государственной морской академии, e-mail: amor-vr@narod.ru

В статье рассмотрены вопросы экономической эффективности интеллектуальной системы управления МИО основанной на генетических алгоритмах и нечетких нейронных сетях. Произведенные экономические расчеты показателей затрат на процесс МИО с применением системы управления показали снижение трудоемкости процесса на 20–30 %, энергетических затрат на 15–25 % и времени на обработку 10–25 %.

Ключевые слова: интеллектуальная система, экономическая эффективность, магнитно-импульсная обработка.

Вступление. Производительность процесса магнитно-импульсной обработки (МИО) зависит от выбора необходимых параметров режимов, для обеспечения требуемой твердости обрабатываемой детали. При этом задача обеспечения максимальной производительности становится задачей многофакторной оптимизации. Необходимо учитывать, что экстремум каждой из функций зависит не только от управляемых параметров процесса обработки, но и от параметров состояния (загрязнение обрабатываемой детали, неоднородность материала). Параметры состояния носят случайный характер, что не дает возможности учета их влияния на результат обработки. Кроме этого параметры состояния невозможно измерить прямым методом, возможна лишь косвенная оценка их влияния на процесс обработки.

Цель статьи. Создание алгоритма функционирования системы управления магнитно-импульсной обработкой на основе генетических алгоритмов и нечетких нейронных сетей.

Основная часть. Существуют адаптивные и неадаптивные системы управления. У каждого класса систем существует своя область применения. Неадаптивные используются в случаях, когда известна математическая модель объекта управления и его свойства не изменяются в процессе управления. Адаптивные системы используют, когда с помощью обычных систем не удается справиться с поставленной задачей. Это обычно происходит, когда начальной информации об объекте недостаточно или характеристика объекта в процессе функционирования системы изменяется непредвиденным образом в широких пределах.

Так как процесс МИО очень сложный и все параметры не зависят друг от друга, для его управления следует использовать интеллектуальную систему, позволяющую выполнять программы целесообразной деятельности по решению поставленных перед ней задач на основании конкретной ситуации, складывающейся на данный момент. Применение такой системы при управлении процессом МИО, наиболее целесообразно как с технологической точки зрения, так и с экономической. На основании исследований и требований к системе управления МИО, был составлен алгоритм функционирования МИО (рис. 1).

Алгоритм функционирования ИСУ МИО работает по следующей схеме:

Перед началом обработки оператор вводит параметры обрабатываемой детали – материал заготовки и геометрические параметры детали. После получения этих данных компьютер ищет нужную комбинацию параметров обрабатываемой детали в Базе данных (БД).

Если такая комбинация найдена, из базы данных извлекаются диапазоны параметров режимов обработки (напряженность магнитного поля H , числом импульсов в серии n , временем импульса в серии τ , интервалом между импульсом в серии t , числом серий импульсов Θ). В том случае, если комбинация не найдена, производится поиск детали с максимально близкими параметрами.

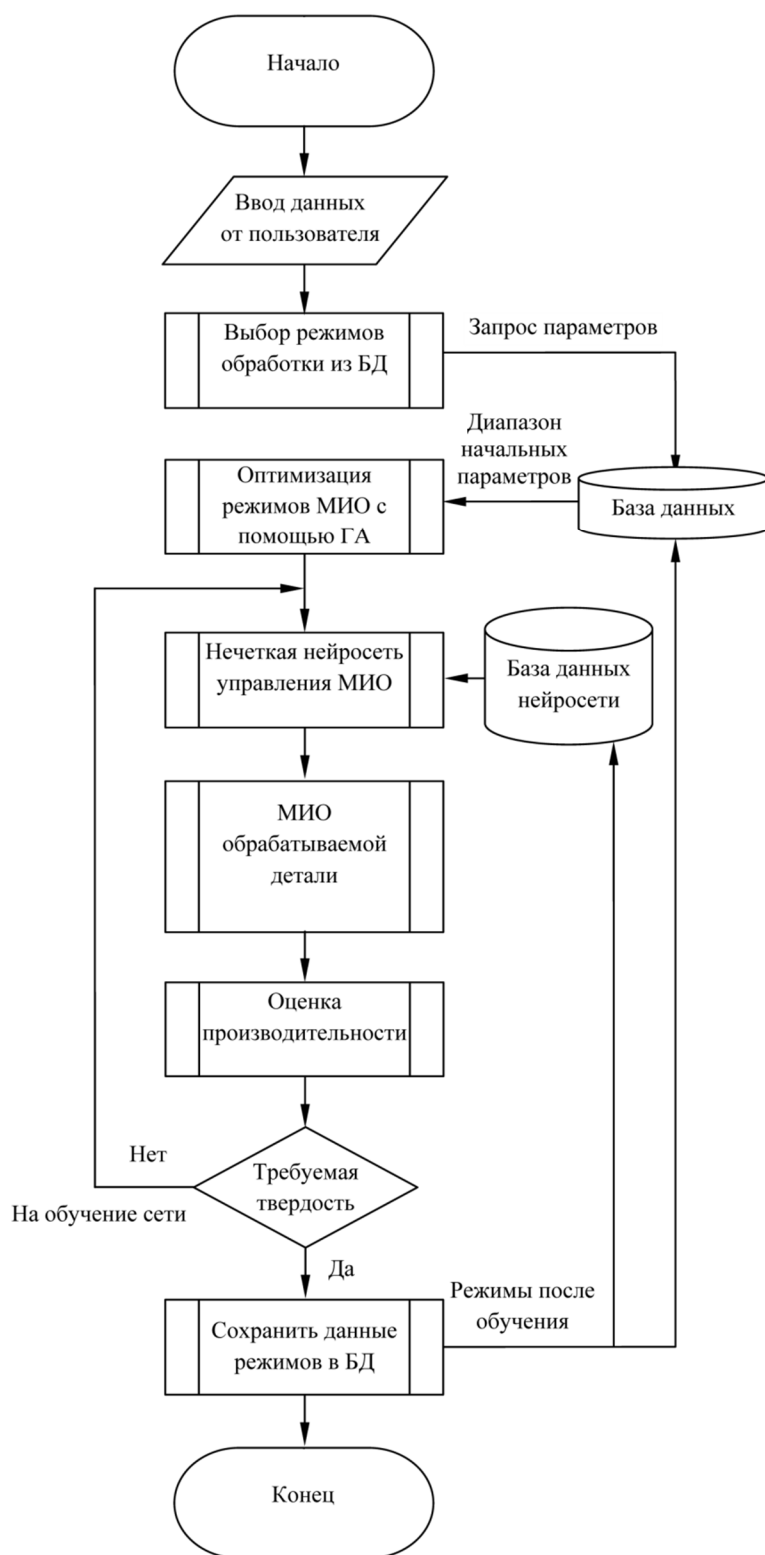


Рисунок 1 – Алгоритм функционирования ИСУ МИО

После того, как определен диапазон параметров режимов обработки, он оптимизируется с помощью генетического алгоритма. Генетический алгоритм оперирует совокупностью параметров режимов МИО (H, n, τ, t, Θ), при которых после МИО деталей определенного материала и геометрии, получают заданную стойкость.

С помощью функции приспособленности среди всех наборов параметров обработки алгоритм выделяет:

- наиболее приспособленные (более подходящие решения), которые получают возможность скрещиваться и давать потомство;

– наихудшие (плохие решения), которые удаляются из популяции и не дают потомства.

Таким образом, приспособленность нового поколения в среднем выше предыдущего.

Шаг алгоритма состоит из трех стадий:

1. Генерация промежуточной популяции путем отбора текущего поколения;

– начальная популяция наборов параметров обработки формируется случайным образом;

– размер популяции (количество особей N) фиксируется и не изменяется в течение работы всего алгоритма;

– длина кодировки для всех особей одинакова.

2. Скрещивание особей промежуточной популяции путем кроссовера, что приводит к формированию нового поколения. Наборы параметров обработки (особи) промежуточной популяции случайным образом разбиваются на пары, потом с некоторой вероятностью скрещиваются, в результате чего получают два потомка, которые записываются в новое поколение, или не скрещиваются, тогда в новое поколение записывается сама пара.

3. Мутация нового поколения. К полученному в результате отбора и скрещивания новому поколению применяется оператор мутации, необходимый для «выбивания» популяции из локального экстремума и способствующий защите от преждевременной сходимости. При схождении состояние популяции, когда все строки популяции находятся в области некоторого экстремума и почти одинаковы. То есть кроссовер практически никак не изменяет популяции, а мутирующие особи склонны вымирать, так как менее приспособлены. Таким образом, схождение популяции означает, что достигнуто решение близкое к оптимальному, алгоритм нашел комбинацию параметров обработки, при которых получается заданная стойкость при определенном материале и геометрии детали.

После того, как оптимизированы параметры режимов обработки, они проходят через нечеткую нейронную сеть.

На основе алгоритма нечеткого логического вывода строится система рассуждений рисунок 2.

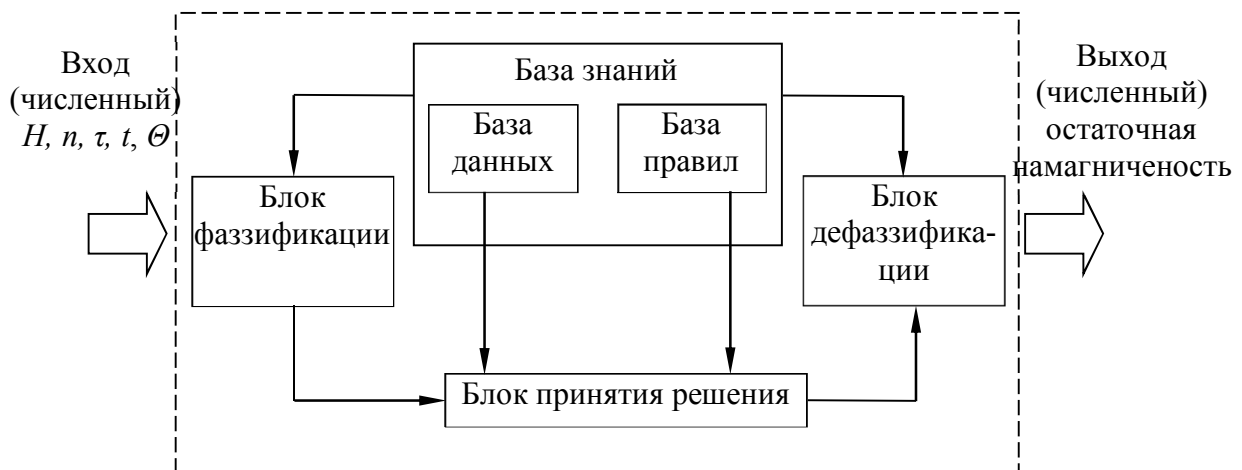


Рисунок 2 – Система нечетких рассуждений управления процессом МИО

Система нечетких рассуждений состоит из пяти функциональных блоков:

– блок фаззификации, преобразующий численные параметров режимов МИО (H , n , τ , t , Θ) в степени соответствия лингвистическим переменным;

– база правил, содержащая набор нечетких правил типа если-то;

– база данных, в которой определены функции принадлежности нечетких множеств используемых в нечетких правилах;

- блок принятия решений, совершающий операции вывода на основании имеющихся правил;
- блок дефаззификации, преобразующий результаты вывода в численные значения параметров режимов МИО (*остаточная намагниченность*).

Уточненные параметры подаются на управляющие элементы и происходит процесс МИО, деталь обрабатывается. После обработки производится оценка производительности, и если полученная стойкость не удовлетворяет заявленной, результаты обработки отправляются на обучение нечеткой нейросети. При обучении нечеткой нейронной сети производится изменение параметров режимов обработки, и измененные режимы подаются на МИО. Цикл повторяется, пока полученная после обработки стойкость детали не будет равна заявленной. После получения требуемой стойкости, режимы обработки записываются в базу данных и базу данных нечеткой нейросети.

Выводы. Созданный алгоритм работы интеллектуальной системы управления МИО позволит ей изменять параметры режимов обработки в зависимости от материала и геометрии обрабатываемого изделия. Это позволит быстро перенастраиваться на обработку изделий различных типов и материалов. Применению нечетких нейронных сетей в управлении, позволит точно оптимизировать параметры режимов МИО для конкретного типа изделия. Применение предложенного подхода к управлению МИО позволит сократить время на обработку изделий, повысить качество МИО, и сократить расход электроэнергии затрачиваемой на процесс МИО.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дистлер Г.И., Каневский В.Н. О влиянии слабого импульсного магнитного поля на реальную структуру твердых тел. – М.: АН СССР, 1983. – Т.268. – № 3. – С. 591–593.
2. Магнитные материалы и элементы : справочник. – М.: Высшая школа, 1976. – 335 с.
1. Малыгин Б.В., Бень А.П. Магнитное упрочнение изделий. (Теория и практика). – Херсон : Издательство Херсонского государственного морского института, 2009. – 352 с. : Ил.
3. Старков В.К. Технологические методы повышения надежности обработки на станках с ЧПУ. – М. : Машиностроение, 1984. – 120 с.
4. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. – М. : Машиностроение, 1989. – 296 с.
5. Сериков Г.С. Исследование индуктивных систем для магнитно-импульсной формовки листовых металлов: дис. ... канд. техн. наук: 05.09.13 / Сериков Георгий Сергеевич. Харьков, 2010. – 170 с.
6. Сигеру Омтау. Нейроуправление и его приложения. – М. : ИПРЖР, 2000. – Кн. 2. – 272 с.
7. Постников С.Н. и др. Некоторые физические аспекты магнитной обработки инструмента : труды Горьковского политехн. ин-та. – 1976. – № 4. – С. 27–35.
8. Пустовойт В.Н. Алгоритмизация и программа расчета параметров магнитного упрочнения. – Минск: ФТИ АН БССР, 1990. – 115 с.
9. Пустовойт В.Н. Физические и технологические основы термической обработки в магнитном поле. – Минск: ФТИ АН БССР, 1980. – 40 с.
10. Шаламов А.В., Мазеин П.Г. Виды кривых и поверхностей, используемых в современных САД системах // Педагогические и информационные технологии в образовании, 2002. – № 5. – С. 25–32.
http://scholar.urfu.ac.ru/ped_journal/numero5/article5.html.
11. Федин С.С., Шевченко Т.И., Зубрецькая Н.А. Система нечеткого логического управления точностью процесса изготовления ответственных деталей в условиях неопределенности: // Системи управління, навігації та зв'язку 2009, № 1(9). URL: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Sunz/2009_1/Fedin.pdf

REFERENCES

1. Distler G.I., Kanevskiy V.N. O vliyani slabogo impul'snogo magnitnogo polya na real'nyuyu strukturu tverdikh tel. – M.: AN SSSR, 1983. – T.268. – № 3. – S. 591–593.
2. Magnitnihe materialih i ehlementih : spravochnik. – M.: Vihsshaya shkola, 1976. – 335 s.
1. Malihgin B.V., Benj A.P. Magnitnoe uprochnenie izdeliy. (Teoriya i praktika). – Kherson : Izdatel'stvo Khersonskogo gosudarstvennogo morskogo instituta, 2009. – 352 s. : Il.
3. Starkov V.K. Tekhnologicheskie metodih povihsheniya nadezhnosti obrabotki na stankakh s ChPU. – M. : Mashinostroenie, 1984. – 120 s.
4. Starkov V.K. Obrabotka rezaniem. Upravlenie stabilnost'yu i kachestvom v avtomatizirovannom proizvodstve. – M. : Mashinostroenie, 1989. – 296 s.
5. Serikov G.S. Issledovanie induktivnykh sistem dlya magnitno-impul'snoy formovki listovykh metallov: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.09.13 / Serikov Georgiy Sergeevich. Khar'kov, 2010. – 170 s.
6. Sigeru Omtau. Neyjroupravlenie i ego prilozheniya. – M. : IPRZhR, 2000. – Kn. 2. – 272 s.
7. Postnikov S.N. i dr. Nekotorihe fizicheskie aspektih magnitnoy obrabotki instrumenta : trudih Gor'kovskogo politekhn. in-ta. – 1976. – № 4. – S. 27–35.
8. Pustovoyt V.N. Algoritmizatsiya i programma rascheta parametrov magnitnogo uprochneniya. – Minsk: FTI AN BSSR, 1990. – 115 s.
9. Pustovoyt V.N. Fizicheskie i tekhnologicheskie osnovih termicheskoy obrabotki v magnitnom pole. – Minsk: FTI AN BSSR, 1980. – 40 s.
10. Shalamov A.V., Mazein P.G. Vidih krivikh i poverkhnostey, ispol'zuemikh v sovremennykh CAD sistemakh // Pedagogicheskie i informatsionnihe tekhnologii v obrazovanii, 2002. – № 5. – S. 25–32.
http://scholar.urf.ac.ru/ped_journal/numero5/article5.html.
11. Fedin S.S., Shevchenko T.I., Zubreckaya N.A. Sistema nechetkogo logicheskogo upravleniya tochnost'yu processa izgotovleniya otvetstvennykh detaley v usloviyakh neopredelennosti: // Sistemi upravlinnya, navigacii ta zv'yazku 2009, № 1(9). URL: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Sunz/2009_1/Fedin.pdf

© Врублевський Р. Є.

Статтю прийнято
до редакції 10.10.18