

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

УДК 681.5.004

## **ВРУБЛЕВСКИЙ Роман Евгеньевич**

аспирант, начальник редакционно-издательского  
отдела Херсонской государственной морской академии.

**Научные интересы:** информационные системы, системы поддержки принятия  
решений, магнитно-импульсная обработка изделий.

**e-mail:** amor-vr@narod.ru

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время одним из приоритетных направлений развития техники, является решение задач, связанных с повышением надежности и ресурса узлов и деталей машин. Использование на практике энергии импульсных электромагнитных полей открывает новые перспективы по созданию прогрессивных технологий с обработки материалов различной физической природы. Повышение надежности узлов и деталей с помощью магнитно-импульсной установки (МИО), обеспечивает экологическую чистоту, высокую продуктивность, экономию материальных и энергетических ресурсов, при решении задач повышения их надежности.

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Магнитно-импульсная обработка (МИО) в настоящее время применяется в различных сферах промышленности: металлообработке, обработке и упрочнении инструмента, деталей машин. В связи с этим возрастает интерес исследователей к исследованию технологии МИО в указанных отраслях, что находит свое отражение в соответствующих публикациях. В публикациях [1, 4] обобщены существующие разработки и определены возможности импульсных электромагнитных полей для создания широкого класса прогрессивных технологий формирования элементов кузовов автомобилей. В

работе [6] авторы рассматривают проблему создания конструкций установок для магнитно-импульсной обработки инструмента, деталей машин и рабочих органов технологического оборудования, исследуют методы повышения их надежности. Как следует из приведенных работ авторов, использование МИО является эффективным методом для решения проблем повышения: износостойкости, ресурса, прочности деталей машин и механизмов.

Вместе с тем следует отметить, что ключевым моментом обеспечения эффективности МИО является правильный выбор режимов обработки. Выбор режимов является сложной технической задачей, требующей индивидуального подхода к решению для каждой конкретной области применения. Успешное решение задачи выбора режимов МИО может быть достигнуто путем создания интеллектуальных систем управления этим процессом.

В настоящее время идет интенсивное развитие методов и средств МИО, в связи с чем особый интерес приобретает проблема математического моделирования МИО с целью оптимального управления ее основными параметрами. Сложность управления процессом МИО заключается в том, что необходимо одновременно осуществлять управление несколькими параметрами (напряженностью магнитного поля, числом импульсов в серии, временем импульса в серии, интервалами

между импульсом в серии, числом серий импульсов). Вместе с тем, в настоящее время фактически отсутствуют четкие формальные модели, характеризующие процесс воздействия импульсного магнитного поля на изделие. Управление МИО приходится осуществлять на основании эмпирических зависимостей и опытных данных, на которые существенное влияние оказывают материал и форма изделия. В сложившейся ситуации возникает необходимость создания интеллектуальной системы управления МИО, позволяющей оптимизировать режимы обработки для конкретных типов и материалов обрабатываемых изделий.

**Целью настоящей статьи** является определение базовых подходов к проектированию и созданию интеллектуальной системы управления МИО, выявлению ее функциональных особенностей, а также определение требований к программному инструментарию для их практической реализации.

#### ИЗЛОЖЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наличие априорно заданных режимов МИО, зачастую ведет к снижению качества обработки, так как при программировании не могут быть учтены особенности МИО конкретной детали и расчет ведется по усредненным среднестатистическим данным. Вместе с тем, во многих случаях оптимальные режимы МИО являются уникальными для конкретного образца изделия.

Для преодоления указанных недостатков необходимо наличие интеллектуальной системы управления, позволяющей оптимизировать процесс обработки каждой детали, определяющим условия и качество процесса МИО.

Поскольку эффективность процесса МИО напрямую зависит от точности выбора режимов, возникает необходимость решения задачи оптимального управления режимами. Под термином «режимы МИО» понимается совокупность числовых значений нескольких параметров, основными из которых являются: *напряженности магнитного поля, время импульса в серии, число импульсов в серии, интервал между импульсами в серии, число серий импульсов*. Управление процессами МИО в интеллектуальной системе управления МИО может быть осуществлено с помощью методов адаптивного управления.

В соответствии с принципами адаптивного управления [2, 4, 5], воздействие на управляемый процесс ведется согласно целевой функции – закона управления, направленного на достижение и поддержание наиболее эффективного значения какого-либо параметра. Использование классических методов адаптивного управления для решения задач МИО малоприменно, так как процесс МИО характеризуется непостоянством параметров обрабатываемых изделий и сложностью построения точных математических моделей, описывающих изменение физических характеристик изделия под воздействием магнитного поля.

Описание происходящих при обработке изделия процессов, получают либо теоретически при использовании соответствующих допущений, либо эмпирически на основании статистической обработки результатов экспериментов для типичных случаев. Эти зависимости не учитывают значительного количества многообразия факторов, действующих в реальных условиях в каждый момент времени. Задача прогнозирования результатов МИО относится к классу задач, алгоритм решения которых, либо не является единственным, либо не позволяет оценить качество решения.

Для преодоления указанных недостатков необходимо создание системы управления, позволяющей:

- решить задачу управления, моделирования и прогнозирования результатов МИО.
- оптимизировать режимы МИО конкретного изделия, используя текущую информацию по параметрам, определяющим условия и качество процесса МИО.

Произведя сравнительный анализ существующих подходов к созданию интеллектуальных систем в машиностроении [5, 7], можно сделать вывод, что для управления МИО необходимо использовать интеллектуальную систему управления на основе генетических алгоритмов и нечетких нейронных сетей.

Целесообразность применения генетических алгоритмов при оптимизации режимов МИО обоснована тем, что на практике сложно зафиксировать свойства функциональной зависимости выходных параметров режимов МИО от входных величин, еще сложнее произвести аналитическое описание такой зависимости. В связи с этим встает задача использования при проектировании системы управления МИО таких методов оп-

тимизации, которые были бы способны отыскивать решение практически при полном отсутствии предположений о характере исследуемой функции. Генетический метод образует класс алгоритмов поисковой оптимизации, основанных на математическом модели-

ровании биологических механизмов и процессов в живой природе с помощью принципов популяционной генетики, которые позволяют находить оптимальные или близкие к ним (субоптимальные) решения.



Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема управления МИО

Целесообразность применение нечеткой нейросети в системе управления МИО, обусловлено необходимостью классификации данных используемых при обработке. Эффективно решить задачу моделирования и прогнозирования результатов МИО. Использовать априорную информацию, приобретать новые знания и быть для пользователя логически прозрачными. Значительную роль при управлении процессом МИО имеет технология объективизации процесса принятия решений. Информационная неопределенность и непредсказуемые условия обуславливают рациональность применения методов теории нейро-нечетких систем для управления сложным процессом МИО.

В Херсонской государственной морской академии, в лаборатории ресурсосберегающих технологий, была создана опытная установка МИО с интеллектуальной системой управления МИО (ИСУ МИО). На рис. 1 пред-

ставлена обобщенная структурная схема управления МИО, включающая в себя: блок оптимизации параметров МИО; блок обучения и прогнозирования результатов МИО

Разработанная система обладает следующими возможностями:

1. Выбор параметров режимов МИО под конкретное изделие с использованием информации относительно начальных режимов обработки содержащихся в базе данных системы.
2. Уточнение оптимальных режимов МИО с использованием нечеткой нейронной сети.
3. Сохранение результатов обработки конкретных изделий в базе данных и реализация механизма самообучения.

На основании разработанной структуры ИСУ МИО и требований к ней, составлен алгоритм функционирования ИСУ МИО рис. 2

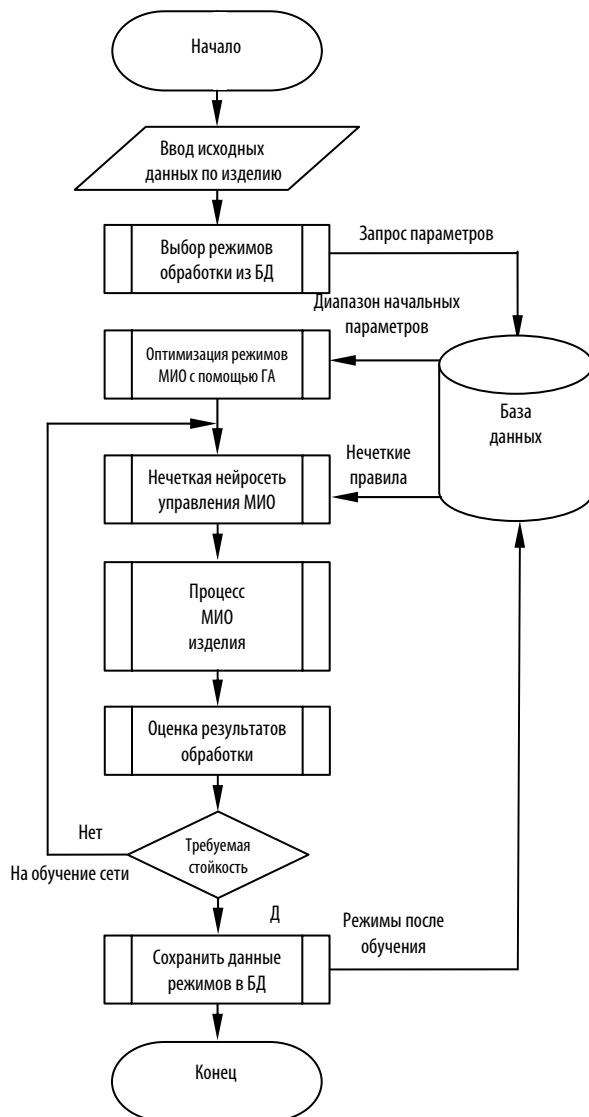


Рисунок 2 – Алгоритм функционирования интеллектуальной системы управления МИО

Перед началом обработки вводятся параметры обрабатываемой детали – материал заготовки и геометрические параметры детали. После получения этих данных компьютер определяет нужную комбинацию параметров обрабатываемой детали из базы данных (БД). Если такая информация найдена, из базы данных извлекаются диапазоны параметров режимов обработки (напряженность магнитного поля  $H$ , число импуль-

сов в серии  $n$ , временем импульса в серии  $t$ , интервалом между импульсом в серии  $t$ , числом серий импульсов  $\Theta$ ). Если информация не найдена, производится поиск детали с максимально близкими параметрами.

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

После того, как определены параметры режимов обработки, они подаются через нечеткую нейронную сеть. Параметры режимов МИО проходят пять блоков системы нечеткого логического вывода.

- блок фазификации, преобразующий численные параметры режимов МИО ( $H, n, t, t, \Theta$ );
- база данных, содержащая набор нечетких правил по изменению режимов обработки;
- блок принятия решений, осуществляющий операции вывода на основании имеющихся правил;
- блок дефазификации, преобразующий результаты вывода в численные значения параметров режимов МИО ( $H, n, t, t, \Theta$ ).

Уточненные параметры подаются на модуль управления соленоидом, после чего осуществляется процесс МИО. После обработки производится оценка производительности, и если полученный результат не удовлетворяет заявленному, 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, до получения требуемых результатов, после чего режимы обработки записываются в базу данных и базу данных нечеткой нейросети.

На основе разработанного алгоритма функционирования интеллектуальной системы управления МИО, была создана установка МИО, функциональная схема которой представлена на рис. 3.

Установка функционирует следующим образом: в рабочую полость соленоида (6) помещают деталь (7), подлежащая МИО. Оператор вводит данные об обрабатываемой детали в базу данных интеллектуальной системы управления МИО (2). Полученная информация

обработывается системой управления (2), которая по полученным данным задает параметры режимов обработки. После этого сигнал подается на микроконтроллер (3), через преобразователь (4) и модуль управления соленоидом (5). В соленоиде возникает

магнитный поток, который концентрируется на изделии. Установка оснащается набором соленоидов для различных типов деталей (в специальных электрозащитных кожухах).

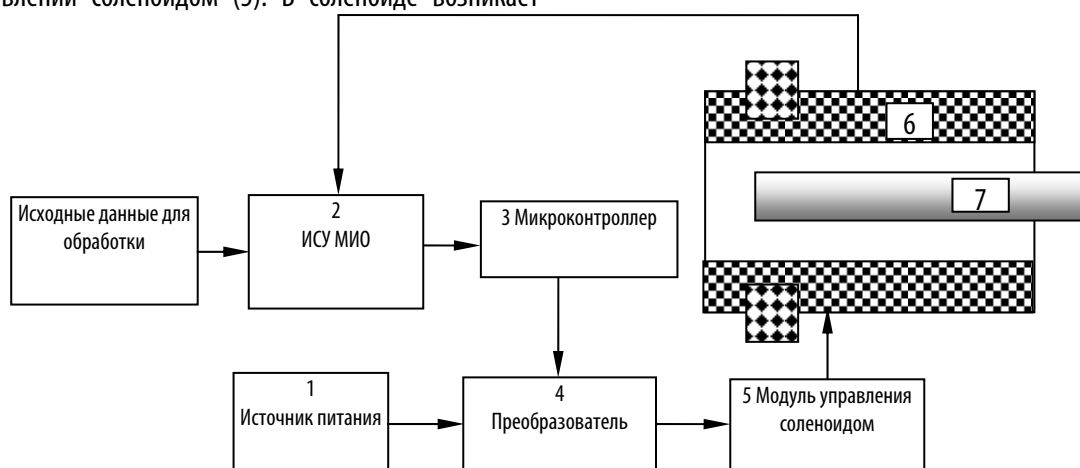


Рисунок 3 – Функциональная схема установки с интеллектуальной системой управления МИО

Программная реализация алгоритма функционирования ИСУ МИО осуществлена с помощью инструментальных средств пакета прикладных программ MATLAB 7 – Genetic Algorithm Tool (пакет генетические алгоритмы) и Fuzzy Logic Toolbox (пакет нечеткой логики).

### ВЫВОДЫ

Применение интеллектуальной системы управления МИО позволит 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. В настоящее время разработанная установка МИО, используется для упрочнения лезвийного инструмента, увеличения стойкости и износа деталей машин и механизмов.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Малыгин Б.В., Бень А.П. Магнитное упрочнение изделий. (Теория и практика). – Херсон: Издательство Херсонского государственного морского института, 2009. – 352 с.
2. Старков В.К. Технологические методы повышения надежности обработки на станках с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1984. – 120 с.
3. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. – М.: Машиностроение, 1989. – 296 с.
4. 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.
5. Сигеру Омтау. Нейроуправление и его приложения. – М.: ИПРЖР, 2000. – Кн. 2. – 272 с.
6. Шаламов А.В., Мазеин П.Г. Виды кривых и поверхностей, используемых в современных CAD системах //Педагогические и информационные технологии в образовании. – 2002. – №5. – С.25-32. [http://scholar.urfu.ac.ru/ped\\_journal/numero5/article5.html](http://scholar.urfu.ac.ru/ped_journal/numero5/article5.html)
7. 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). – С.13-18. [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Sunz/2009\\_1/Fedin.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Sunz/2009_1/Fedin.pdf)