

УДК 634.113

ШАГОВЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ. ВИДЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРИМЕНЕНИЕ В АПК

Андрей Юрьевич Астапов

кандидат технических наук, доцент

astapow_a@mail.ru

Артём Евгеньевич Морозов

студент

tmych.morozov@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве напрямую зависит от развития энергетической инфраструктуры в этой отрасли. Переход к промышленным методам ведения сельского хозяйства значительно связан с активным использованием электроприводов для различных механизмов, особенно в таких сферах, как животноводство и приготовление кормов.

Ключевые слова: шаговые двигатели, ротор, статор, автоматизация, контроллер, сельское хозяйство.

Шаговые электродвигатели (ШД) представляют собой электромеханические устройства, обеспечивающие точное позиционирование и управление вращательным или поступательным движением с дискретными шагами. В отличие от традиционных двигателей постоянного или переменного тока, ШД не требуют системы обратной связи для контроля положения ротора, что упрощает конструкцию и управление. Эти свойства делают шаговые двигатели привлекательными для использования в различных областях, включая агропромышленный комплекс (АПК) [1].

Шаговый двигатель - работает на основе взаимодействия магнитных полей статора и ротора. Управление осуществляется путем подачи последовательности электрических импульсов на обмотки статора.

Этапы функционирования:

1. Подача электрического тока на обмотки статора.
2. Генерация магнитного поля в обмотках, которое взаимодействует с ротором.
3. Вращение ротора на заданный угол в ответ на магнитное поле.
4. Удержание ротора в определенном положении до подачи следующего импульса.

Шаговый принцип вращения:

1. Обмотки статора активируются последовательно, генерируя вращающееся магнитное поле.
2. Ротор следует за этим полем, выполняя дискретные шаги.
3. Переключение направления вращения достигается путем изменения порядка подачи тока на обмотки.

Шаговые двигатели могут быть классифицированы в зависимости от конструкции ротора и количества обмоток.

Существует несколько основных типов шаговых двигателей, различающихся по принципу работы и конструктивным особенностям:

Двигатели с постоянными магнитами: наиболее распространенный тип, характеризующийся простотой конструкции и относительно низкой стоимостью. Они обеспечивают высокую точность позиционирования, но имеют ограниченный крутящий момент и скорость вращения.

Двигатели с переменными релюктивными магнитами: в этих двигателях используется электромагнитное взаимодействие для создания крутящего момента. Они характеризуются более высокой мощностью и скоростью вращения по сравнению с двигателями с постоянными магнитами, но имеют меньшую точность позиционирования [2].

Гибридные шаговые двигатели: сочетают в себе преимущества двигателей с постоянными и переменными релюктивными магнитами. Они обладают высокой точностью, мощностью и скоростью вращения.

Двигатели с реактивным моментом: используют принцип магнитной релюксации для создания вращающего момента. Они отличаются высокой надежностью и долговечностью, но имеют ограниченную скорость вращения.

Технологические особенности шаговых электродвигателей:

Ключевые технологические особенности ШД, определяющие их применение в АПК:

Высокая точность позиционирования: шаговые двигатели обеспечивают точное позиционирование исполнительных механизмов с минимальной погрешностью, что важно для автоматизированных систем в сельском хозяйстве.

Простота управления: ШД управляется с помощью относительно простых электронных схем, что снижает стоимость и сложность системы управления.

Устойчивость к перегрузкам: ШД обладают высокой устойчивостью к кратковременным перегрузкам, что важно для работы в условиях сельскохозяйственного производства.

Компактность и надежность: современные ШД отличаются компактными размерами и высокой надежностью, что делает их удобными для использования в ограниченном пространстве и сложных условиях.

Возможность работы в широком диапазоне температур: многие ШД способны работать в широком диапазоне температур, что важно для применения в условиях переменного климата.

Режимы работы шагового двигателя.

Режим одиночного шага. Двигатель выполняет один шаг при подаче одного импульса, что используется для точного позиционирования.

Режим непрерывного вращения. При подаче последовательных импульсов двигатель вращается с частотой, пропорциональной частоте импульсов [3].

Важные параметры режима работы:

1. Приемистость: максимальная частота импульсов, при которой двигатель работает без пропусков тактов.
2. Предельная механическая характеристика: зависимость максимального крутящего момента от частоты импульсов.

Шаговые двигатели находят широкое применение в различных областях АПК:

Автоматизированные системы управления: в системах управления поливом, сбором урожая, доением коров, контролем микроклимата в теплицах и животноводческих комплексах.

Роботизированные системы: в роботах для посадки и сбора урожая, в автоматизированной сортировке продукции.

Прецизионное оборудование: в системах точного земледелия, при дозировании удобрений и средств защиты растений.

Контроль технологических процессов: в системах управления технологическим оборудованием на перерабатывающих предприятиях [4].

Шаговые электродвигатели — это надёжные, точные и относительно недорогие устройства, которые успешно применяются в АПК для автоматизации различных процессов. Их использование способствует повышению эффективности сельскохозяйственного производства, снижению трудозатрат и улучшению качества продукции. Дальнейшее развитие технологий производства шаговых электродвигателей и совершенствование систем управления будут способствовать расширению сферы их применения в АПК.

Список литературы:

1. Чернавский С. А. Курсовое проектирование деталей машин. М. Машиностроение. 1979. Куклин Н.Г.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя Т.1. М.: Машиностроение. 1978. 728с., ил. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя Т.1. 2.: Машиностроение. 1978. 728с., ил.
3. Скобкарева Е.О. Шаговый двигатель // Библиофонд. – URL: www.bibliofond.ru/view.aspx?id=796630.
4. Области применения шагового двигателя // GeeksForGeeks – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/applications-of-stepper-motor/>(дата обращения: 01.12.2024)

UDC 634.113

STEPPER MOTORS. TYPES, TECHNOLOGICAL FEATURES, APPLICATION IN AGRICULTURE

Andrey Yu. Astapov

candidate of technical sciences, associate professor

astapow_a@mail.ru

Artem Ev. Morozov

student

tmych.morozov@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. Scientific and technological progress in agriculture directly depends on the development of energy infrastructure in this industry. The transition to industrial farming methods is significantly associated with the active use of electric drives for various mechanisms, especially in areas such as animal husbandry and feed preparation.

Keywords: stepper motors, rotor, stator, automation, controller, agriculture.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 25.12.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.