

**Иванов Д.М., ассистент, Нефедов С.С., ассистент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**

**ВЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАК НАИБОЛЕЕ ПРОГРЕССИВНЫЙ
МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЕМ И
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ МОМЕНТОМ АСИНХРОННОГО
ДВИГАТЕЛЯ**

Наиболее распространёнными электродвигателями, применяемыми в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства, являются двигатели переменного тока. Предпочтение отдаётся асинхронным двигателям (АД), которые составляют более 75 % общего числа электродвигателей. Это наиболее надёжные и простые по своей конструкции машины переменного тока с хорошими энергетическими показателями. Однако у данного типа двигателей возникают сложности регулирования скорости вращения вала.

В свою очередь двигатели постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ) обладают лучшей управляемостью, но имеют более сложную конструкцию, увеличенные массогабаритные размеры и большую стоимость. Поэтому производители всегда стремились достичь такого же уровня управляемости в более простых и надёжных АД.

Сегодня с развитием микропроцессорной техники на базе полностью управляемых полупроводниковых приборов, основой которых является трёхслойная структура металл-оксид-полупроводник силовых IGBT – транзисторов, указанную проблему регулирования скорости АД возможно решить с помощью преобразователя частоты. Данные устройства позволяют реализовать различные законы регулирования, построенные по скалярному и векторному управлению.

При скалярном управлении частотно-амплитудное изменение напряжения питания определяется по отношению $U/f = \text{const}$. В математической основе скалярного управления лежат уравнения, описывающие установившиеся режимы работы двигателя, когда скорость и момент нагрузки двигателя остаются неизменными. Поэтому в динамических системах, при изменении скорости и нагрузки в широком диапазоне, корректность математической модели нарушается, что обуславливает существенные недостатки скалярного управления:

- узкий диапазон скоростного регулирования и низкий момент на малых скоростях;
- низкая эффективность при динамически изменяющейся нагрузке;
- относительно невысокое быстродействие.

В сложных системах, в которых существуют значительные возмущающие воздействия и требуются при управлении широкие диапазоны нагрузочных моментов и угловых скоростей, предпочтение отдаётся векторному управлению. Его математической основой являются дифференциальные уравнения, описывающие работу АД одинаково корректно как в динамическом, так и статическом режиме работы. При данном управлении обеспечивается не только формирование гармонического тока (напряжения), как в скалярном управлении, но и осуществляется регулирование потокосцепления и электромагнитного момента двигателя при этом диапазон регулирования близок к ДПТ НВ. Векторное управление обеспечивает:

- высокую точность;
- широкий диапазон регулирования;
- быстрое реагирование на изменение нагрузки;
- снижаются потери на нагрев и намагничивание, повышается КПД электродвигателя.

Сущность векторного управления заключается в следующем. В АД различают три вектора потокосцепления: статора $\overline{\psi}_1$, взаимоиндукции $\overline{\psi}_m$ и ротора $\overline{\psi}_2$, которые в осях x-y неподвижны. Каждый из этих векторов потокосцепления можно использовать для формирования электромагнитного момента [1,2].

При векторном управлении создаются условия подобные тем, которые имеются в ДПТ НВ [1,3]:

- перпендикулярность векторов, которые формируют электромагнитный момент;
- возможность независимого регулирования магнитного потокосцепления и электромагнитного момента.

Так как АД имеет только один канал управления по напряжению (или току) статора, для реализации независимого регулирования потокосцепления и электромагнитного момента при векторном управлении вводят компенсирующие напряжения и выделяют две составляющие вектора тока статора: намагничивающую и моментную. Намагничивающая составляющая определяет требуемое потокосцепление, а моментная регулирует величину электромагнитного момента двигателя. Полученные составляющие вектора тока статора аналогичны току возбуждения и току якоря ДПТ НВ.

Существует много видов векторного управления, для наглядности на рисунке 1 приведена структурная схема.



Рис. 1 – Классификация векторного управления

Каждый вид векторного управления может отличаться использованием потокосцеплений: ψ_1 , ψ_m или ψ_2 .

Наиболее распространённым векторным управлением, которое используется в подавляющем большинстве систем, является бездатчиковое косвенное векторное управление с поддержанием потокосцепления по ротору АД. Данный вид управления наиболее простой и не требует дополнительных элементов в схеме, что увеличивает её надёжность, но снижает точность. В данных системах точность поддержания скорости примерно в 100 раз меньше по сравнению с системами, где она измеряется датчиками [3]. Тем не менее, для большинства систем в которых не требуется управление моментом при нулевой скорости данного вида управления достаточно, диапазон регулирования при бездатчиковом косвенном векторном регулировании лежит в пределах 1:100, а скалярного управления не превышает 1:10, поэтому выбор в пользу данного вида управления очевиден.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что в современных сложных системах, большинство из которых являются динамическими, применение скалярного управления не всегда позволяет достичь должного результата, из-за неспособности данного управления быстро реагировать на возмущающие воздействия. В данных системах предпочтение отдаётся векторному управлению, которое значительно быстрее реагирует на изменение нагрузки и позволяет достигать широкого диапазона регулирования скорости и поддержания момента на малых скоростях.

Список использованных источников

1. Фираго, Б.И. Теория электропривода: учеб. пособие. 2-е изд./ Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. – Минск: Техноперспектива, 2007. – 585с.
2. Усольцев, А.А. Частотное управление асинхронными двигателями. Учебное пособие / А.А. Усольцев. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 94 с.
3. Фираго, Б.И. Векторные системы управления электроприводами: учеб. пособие / Б.И. Фираго, Д.С. Васильев. – Минск: Высшая школа, 2016. – 159с.

**Кардашов П.В., к.т.н., доцент, Корко В.С., к.т.н., доцент,
Дубодел И.Б., к.т.н., доцент, Мрыхин Ф.И., магистрант
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**

ОБРАБОТКА СЕМЯН ПЕТРУШКИ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫМИ РАСТВОРАМИ

Одним из перспективных способов повышения всхожести семян с одновременным их обеззараживанием является их обработка электрохимически активированными (ЭХА) растворами. Анолит, фракция ЭХА воды, обладает бактерицидным и фунгицидным действием, а католит, оказывает в ряде случаев биостимулирующее действие на рост и развитие растений. Этот способ экологически чистый, поскольку высокоактивные структуры воды не попадают в конечную продукцию и не влияют на её органолептические свойства.

Задачами экспериментальных исследований являлось определение влияния электрохимически активированных растворов с различным уровнем водородного показателя (рН) и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) на показатели всхожести и энергию прорастания семян.

В качестве объекта активирования использовалась водопроводная вода с добавлением поваренной соли до 10 г/л. Электрохимически активированные растворы приготовлены при рабочем токе 4А.

Предпосевной обработке подвергали семена петрушки. Исследования проводили по общепринятой методике проведения агрономической оценки. В результате исследований контролировали длину корней и проростков.

Энергия прорастания и всхожесть семян петрушки определялась при использовании растворов со следующими показателями: исходная (водопроводная) вода рН 7,1...7,5, ОВП +250...+309 мВ, католит – рН 7,8...8,2, ОВП -350...-530 мВ, анолит рН 5,1...6,0, ОВП +600...+940 мВ, смесь анолита и католита рН 3,1...4,1, ОВП +700...+900 мВ.

Результаты исследований длины корней для контрольных и обработанных семян петрушки, представлены в таблице 1.