

9.	210	1	6,4
10	200	1	5,7

Як видно з таблиці піноутворююча здатність не всіх дослідних зразків гелів для душу відповідає вимогам НД, у зразка № 3 вона складала 135 см³, що не відповідає вимогам стандарту. Слід відмітити, що при дослідженні піноутворюючої здатності всі зразки мали компактну і монолітну піну, білого кольору. Під впливом спрямованого струменю повітря на піну вона не зникала, а загиналася по стінках посудини, це вказує на високу якість. Стійкість піни у всіх зразків крім № 3 була не менше 0,8 ум.од., що не відповідає увам Показник рН зразків гелів для душу був у межах від 5,5 до 7,9 що відповідає вимогам НД.

Отримані дані оцінки якості гелів для душу свідчать про те, що не всі виробники цього сегменту товару відповідально ставляться до його якості.

Список використаних джерел:

1. Криривова А.Ю., Паронян В.Х. Технология производства парфюмерно-косметических продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 3-4 с.
2. Пешук Л.В., Бавіка Л.І., Демідов І.М. Технологія парфюмерно-косметичних продуктів. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 9 с.

Синчук О.Н.

доктор технических наук, профессор;

Козакевич И.А.

кандидат технических наук;

Лоташ П.В.

аспирант,

Криворожский национальный университет

ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫМИ РЕАКТИВНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ БЕЗ ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА

Перспективы использования вентильных реактивных двигателей (ВРД) в электрических транспортных средствах горно-металлургической промышленности из-за их простой конструкции, низкой себестоимости при серийном изготовлении, отсутствии обмоток или постоянных магнитов на роторе, высокую надежность, ремонтпригодность и высокий коэффициент полезного действия при регулировании угловой скорости в широком диапазоне, являются несомненными. Особенно важными данные преимущества являются для электроприводов шахтных рудничных электровозов, работающих в тяжелых производственных условиях. Одним из самых существенных недостатков использования данного типа двигателей является необходимость измерения положения ротора для осуществления токового управления, что приводит к необходимости монтажа датчика на вал двигателя. В то же время за последнее десятилетие приобрели популярность бездатчиковые методы управления,

позволяющие выполнять идентификацию положения ротора по измеряемым электрическим сигналам, что позволяет исключить механический датчик из состава структуры электромеханической системы. Однако, существующие методы предусматривают необходимость заблаговременного определения электрических параметров обмоток двигателя и кривой намагничивания стали машины в зависимости от тока и угла поворота ротора, вносит существенные сложности в настройку системы, а также приводит к возможному снижению точности при изменении параметров объекта управления.

Основная идея изучаемого в данной работе метода управления заключается в идентификации выровненного положения ротора для данной обмотки путем исследования производной тока, протекающего в ней. Рассмотрим основные принципы токового управления ВРД. При работе на угловой скорости, меньше номинальной, процессы можно разделить на следующие шаги (рис. 1): начальное намагничивание при максимальной величине положительного напряжения; создание крутящего момента при постоянной величине тока; размагничивание двигателя путем включения отрицательного напряжения.

На рис. 1 в верхней части представлено линейную аппроксимацию изменения индуктивности обмотки машины. При этом принимается допущение о постоянстве величины данной индуктивности L_{min} при отклонении от невыровненной положения ротора не более чем на t_1 , а также постоянства величины максимальной индуктивности обмотки L_{max} при отклонении от выровненного положения не более чем на $\frac{t_2}{2}$. Между этими двумя состояниями индуктивность изменяется по линейному закону с постоянным наклоном, то есть

$$dL/d\theta_e = const$$

Из рисунка видно, что крутящий момент может быть создан только при условии подачи тока в момент изменения индуктивности. Поэтому при работе на угловой скорости, ниже базовой, одной из задач токовой управления является максимальное использование активной фазы с точки зрения возбуждения соответствующей обмотки непосредственно перед ростом индуктивности.

Данное первоначальное намагничивание выполняется с малой постоянной времени, поскольку индуктивность низкая, поэтому, приложив к обмотке полное напряжение звена постоянного тока, можно достичь быстрого роста тока. Как только обмотка будет возбуждена током и индуктивность начнет расти, будут существовать условия для создания крутящего момента. В этот период выходное напряжение преобразователя регулируется для обеспечения постоянной величины тока, а потокосцепления обмотки линейно растет.

Когда период роста индуктивности заканчивается, система управления переключается в режим размагничивания катушки путем подключения ее к отрицательному напряжению звена постоянного тока. Поскольку в это время индуктивность является большей, чем в невыровненном положении, то процесс размагничивания занимает больше времени, чем процесс намагничивания. Благодаря этим процессам получается импульс крутящего момента, причем крутящий момент является нулевым при постоянстве индуктивности обмотки даже при наличии ее частичного возбуждения, что является свидетельством

того, что механическая мощность на валу двигателя в данный момент равна нулю, а вся потребляемая приводом мощность расходуется на намагничивания. Итак, крутящий момент в общем случае можно изображать, как прямоугольный импульс.

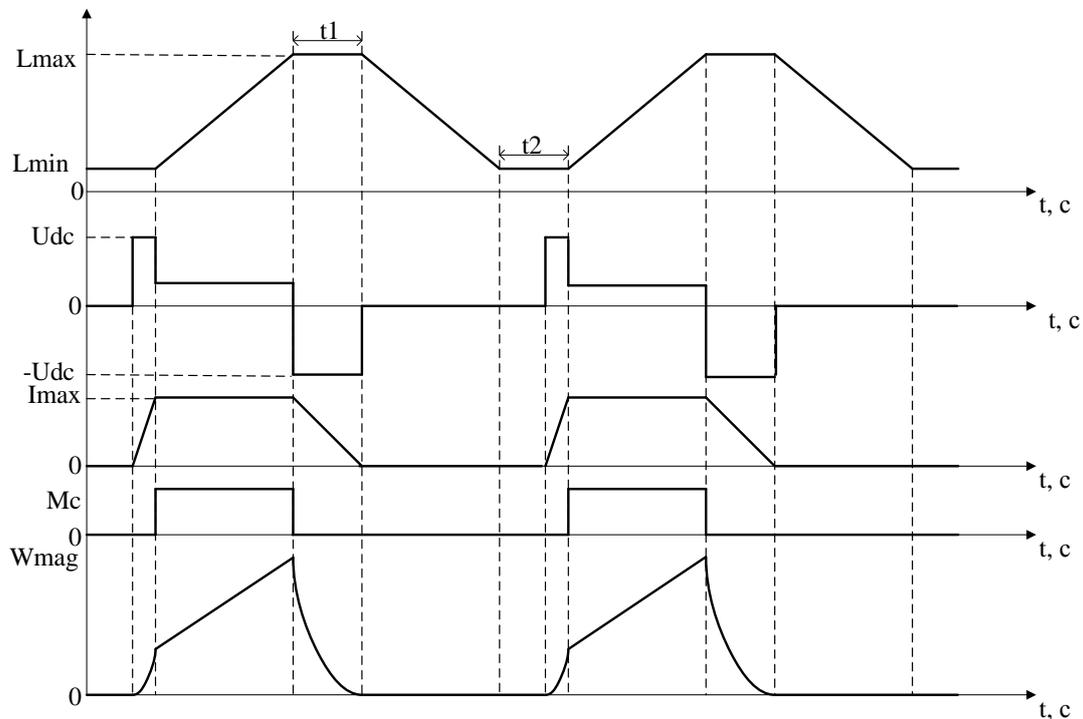


Рис. 1. Типовая диаграмма токового управления вентильного реактивного двигателя

Поскольку ток в обмотку подается до начала роста индуктивности, то данное явление можно использовать для бездатчикового оценивания положения ротора. На рис. 2 представлена форма тока в обмотке ВРД при токовом управлении с помощью широтно-импульсной модуляции. Из него видно, что в момент начала роста индуктивности обмотки возникает отрицательная производная тока в обмотке, что позволяет сформировать сигнал положения ротора. В дальнейшем сигналы каждой фазы, полученные описанным способом, поступают в подсистему косвенной идентификации положения, где осуществляется усреднение частоты следования импульсов, расчет средней частоты вращения ротора, а путем интегрирования получают оценку угла поворота ротора.

Для бездатчиковой идентификации положения ротора используется инжектирование группы импульсов напряжения за счет соответствующего управления ключами инвертора перед подачей тока в обмотку:

$$L(i, \theta) = \frac{U_{dc}}{\frac{di_{on}}{dt} - \frac{di_{off}}{dt}}$$

Таким образом, выполнена разработка системы бездатчикового оценивания угловой скорости и положения ротора ВРД на основе измерения индуктивности обмоток при возбуждении их кратковременными импульсами напряжения. Рассматривая индуктивность как функцию тока и угла поворота ротора и при известных значениях ее максимальной и минимальной величины

становиться возможным оценивать механические переменные состояния электропривода без установки датчика на валу двигателя, что является существенным в контексте повышения надежности тяговых систем шахтных рудничных электровозов.

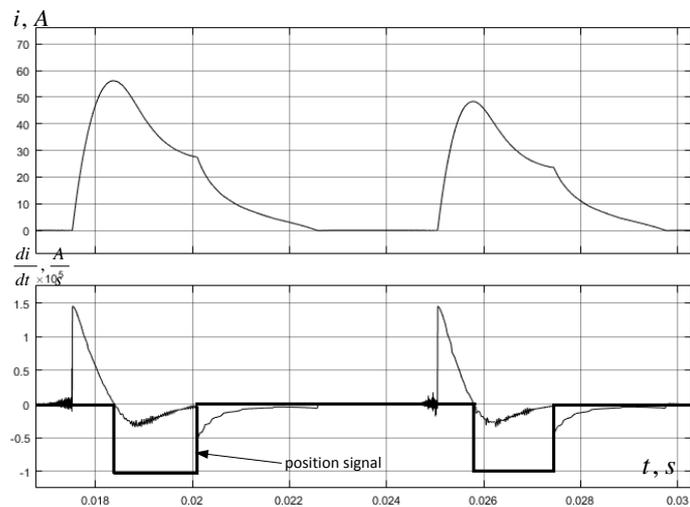


Рис. 2. Принцип формирования сигнала положения ротора

Список использованных источников:

1. Садовой О.В. Вентильный реактивный электропривод з використанням позитивних зворотних зв'язків / О.В. Садовой, Ю.В. Сохіна, Є.В. Польовий // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2011. – № 3. – С. 82-84.
2. Yousefi-Talouki A. Sensorless direct flux vector control of synchronous reluctance motor drives in a wide speed range including standstill / A. Yousefi-Talouki, G. Pellegrino // 2016 XXII International conference on electrical machines, 2016, pp. 1167-1173.
3. Синчук О.Н., Осадчук Ю.Г., Козакевич І.А. Бездатчиковое векторное управление на основе анизотропных свойств машины // Электротехнические и компьютерные системы. – К.: «Техника», № 15(91), 2014.
4. Козакевич І.А. Система бездатчикового векторного керування з використанням релейних регуляторів / І.А. Козакевич // Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика. Наукове видання. – Кременчук: КрНУ, 2015. – С. 80-82.
5. Синчук О.М. Дослідження систем бездатчикового векторного керування асинхронними двигунами з ковзним режимом при роботі на низькій кутовій швидкості / О.М. Синчук, Ю.Г. Осадчук, І.А. Козакевич // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2015. – № 12(1121). – С. 150-154.