

УДК 621.3.076

УПРАВЛЕНИЕ С ПРОГНОЗИРУЮЩИМИ МОДЕЛЯМИ В ЗАДАЧАХ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Яременко А.М. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Демидова Г.Л.
(ИТМО)

Введение. Вентильно-индукторный электропривод в последние годы привлек к себе внимание в основном благодаря развитию электроники, появлению новых способов производства (аддитивные технологии) и требованиям к эксплуатации. Благодаря простоте своей конструкции и способности двигателя работать в условиях отказа одной из фаз, вентильно-индукторный двигатель (ВИД) рассматривается как перспективный кандидат для применения в электротранспорте. Однако конструктивные особенности данного типа электрических машин вызывают высокие пульсации крутящего момента и повышенный уровень шумов, что в свою очередь влияет на срок эксплуатации двигателя. Для устранения пульсаций применяют различные способы управления, однако одним из наилучших вариантов является метод управление с использованием предсказательной модели (MPC) [1]. Применение данного метода позволяет снизить пульсации крутящего момента с учетом нелинейности системы. В работе рассматриваются существующие алгоритмы управления с прогнозирующими моделями для ВИД.

Основная часть. На сегодняшний день существует несколько вариантов управления ВИД с прогнозирующими моделями [2]. В работе [3] описан алгоритм на основе обобщенного предсказательного управления или Generalized Predictive Control (GPC). Данный способ использует линеаризованную модель двигателя и основывается на функции стоимости, которая минимизирует отклонения от эталонного значения. Преимущество данного метода в относительно низких вычислительных требованиях, однако он не учитывает нелинейности двигателя. Предсказательное управление с гистерезисом или Hysteresis Predictive Control (HPC) представленное в работах [4], [5] аналогично традиционным гистерезисным регулятором, но использует предсказание ошибки для улучшения динамической реакции. Данный метод прост в реализации, однако требует точного знания параметров двигателя. Для управления с использованием предсказательной модели существуют два варианта: непрерывное управление с прогнозированием (CSS) и с конечным набором управляющих воздействий (FCS). В работе [6] детально рассматривается применение алгоритма с конечным набором управляющих воздействий. В работе [7] предложен вариант системы непрерывного управления с прогнозированием (СНУсП), который использует карты намагничивания. Данный метод требует подходящего представления карты намагничивания и точность стабилизации тока зависит от точности представления карты.

В данной работе проведено моделирование работы алгоритма непрерывного управления с прогнозированием. Были сняты характеристики с реального двигателя мощностью 7.5 кВт, по экспериментальным данным построены карты намагничивания и момента. Система управления была протестирована на экспериментальных данных для определения эффективности управления электродвигателем, проведена оценка влияния на пульсации момента.

Выводы. Управление вентильно-индукторным двигателем является нетривиальной задачей в виду нелинейности характеристики. Данная характеристика может быть получена экспериментальным путем, преобразована и внедрена в алгоритм. Результаты подтверждают принцип работы данного алгоритма, подтверждают его работоспособность. Характеристика момента получена с небольшой пульсацией, которая обусловлена низкой частотой коммутации. Показанные аномалии также могут быть вызваны не идеальностью датчиков.

Список использованных источников:

1. Peyrl H., Papafotiou G., Morari M. Model predictive torque control of a switched reluctance motor // IEEE Intern. Conf. on Industrial Technology. Gippsland, VIC, 2009. P. 1–6.
2. Zhu Y., Yao M., Sun X. A Review on Predictive Control Technology for Switched Reluctance Motor System // World Electric Vehicle Journal. 2023. Vol. 14. No. 8. p. 221.
3. W. A. Silva, L. L. N. dos Reis, B. C. Torricco and R. N. de C. Almeida, "Speed control in switched reluctance motor based on generalized predictive control," 2013 Brazilian Power Electronics Conference, Gramado, Brazil, 2013, pp. 903-908, doi: 10.1109/COBEP.2013.6785222.
4. S. Pratapgiri, "Hysteresis current control of switched reluctance motor using three term inductance model," 2016 IEEE 7th Power India International Conference (PIICON), Bikaner, India, 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/POWERI.2016.8077220.
5. S. Pratapgiri, "Comparative analysis of Hysteresis Current Control and Direct Instantaneous Torque Control of Switched Reluctance Motor," 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT), Chennai, India, 2016, pp. 2856-2860, doi: 10.1109/ICEEOT.2016.7755219.
6. Liu, H., Zhao, Yo., Fan, Yu., and Liu, J., Torque predictive control based on an improved finite control set model of switched reluctance motor, *7th Int. Conf. on Automation, Control and Robotics Engineering (CACRE)*, Xi'an, China, 2022, IEEE, 2022, pp. 126–131.
7. Continuous control set model predictive control of a switch reluctance drive using lookup tables / A. Anuchin, G. L. Demidova, C. Hao, A. Zharkov, A. Bogdanov, V. Šmídl // *Energies*. 2020. Vol. 13, № 3317. P. 1–14.