

## ПЛАВНЫЙ ПУСК И ТОРМОЖЕНИЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ИЗМЕНЕНИЕМ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРВОЙ ГАРМОНИКИ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕННОМУ ЗАКОНУ

Васильев Д.С.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

В большинстве современных тиристорных устройств плавного пуска и торможения (УПП) управление короткозамкнутым асинхронным двигателем (АД) осуществляется изменением действующего значения выходного напряжения устройства по определенному, чаще всего линейному, закону. Однако поскольку электромагнитный момент АД определяется первой гармоникой напряжения  $U_{(1)}$ , было бы целесообразно в пуско-тормозных режимах управлять АД изменением ее величины по определенному закону  $U_{(1)}(t)$ . В случае использования для этой цели УПП на основе тиристорного регулятора напряжения (ТРН) необходимо формировать соответствующую этому закону сложную функцию угла управления тиристорами  $\alpha(t)$ . Ввиду сильного искажения кривой выходного напряжения ТРН возникает сложность определения функции  $\alpha(t)$ . Для этого необходимо иметь зависимости действующего значения  $U_{(1)}$  от угла  $\alpha$  с учетом изменения угла нагрузки  $\varphi$  в процессе пуска и торможения АД. Получить такие зависимости можно, например, с помощью выражения, приведенного в [1], с учетом уравнения связи угла  $\alpha$ , угла  $\varphi$  и угловой длительности тока  $\lambda$ . Однако для решения подобной системы уравнений может потребоваться большое количество достаточно сложных и длительных вычислений с применением итерационного метода на компьютере [2].

Для формирования функции угла  $\alpha(t)$ , соответствующей определенному закону  $U_{(1)}(t)$ , предлагается использовать имитационную модель системы «ТРН-АД», разработанную в программе Matlab. Алгоритм формирования функции угла управления  $\alpha(t)$  с использованием данной модели следующий. Сначала проводится предварительное моделирование плавного пуска и торможения исследуемого АД при определенном законе  $\alpha(t)$ , например, линейном или экспоненциальном, в процессе которого в соответствующие переменные рабочей области Workspace программы Matlab в матричном виде записываются значения углов  $\alpha$  и времен моделирования  $t$ , соответствующие предварительно заданным в расчетных блоках модели значениям  $U_{(1)}$  для набора точек на кривой требуемого закона  $U_{(1)}(t)$  с некоторым шагом в Вольтах. При этом для определения текущего значения  $U_{(1)}$  в модели используется блок гармонического анализа выходного сигнала (напряжения) типа Fourier Analyzer из раздела SymPowerSystems, а для сравнения текущих значений  $U_{(1)}$  с предварительно заданными значениями  $U_{(1)}$  – блоки типа Switch из раздела Simulink программы Matlab. После окончания процесса предварительного

моделирования от блока системы управления ТРН в модели отключается блок задания определенного закона  $\alpha(t)$  и подключаются два блока типа Look-Up Table (для пуска и торможения) для задания функции  $\alpha(t)$ , соответствующей требуемому закону  $U_{(1)}(t)$ . В эти блоки в форме двухстрочной матрицы вводятся сохраненные в результате предварительного моделирования значения углов  $\alpha$  (2ая строка матрицы) и времен моделирования  $t$  (1ая строка матрицы) из соответствующих переменных рабочей области Workspace. Таким образом, в модели задается функция угла управления  $\alpha(t)$ , соответствующая требуемому закону изменения величины  $U_{(1)}$  в пускотормозных режимах АД. Теперь, используя эту же имитационную модель уже со сформированной по описанному выше алгоритму функцией угла управления тиристорами  $\alpha(t)$ , можно моделировать плавный пуск и торможение исследуемого АД изменением  $U_{(1)}$  по требуемому закону  $U_{(1)}(t)$ . Полученные результаты в виде линейного и экспоненциального изменения  $U_{(1)}$  в процессе плавного пуска и торможения АД типа 4МТКФ160LB8 приведены на рис. 1а,б.

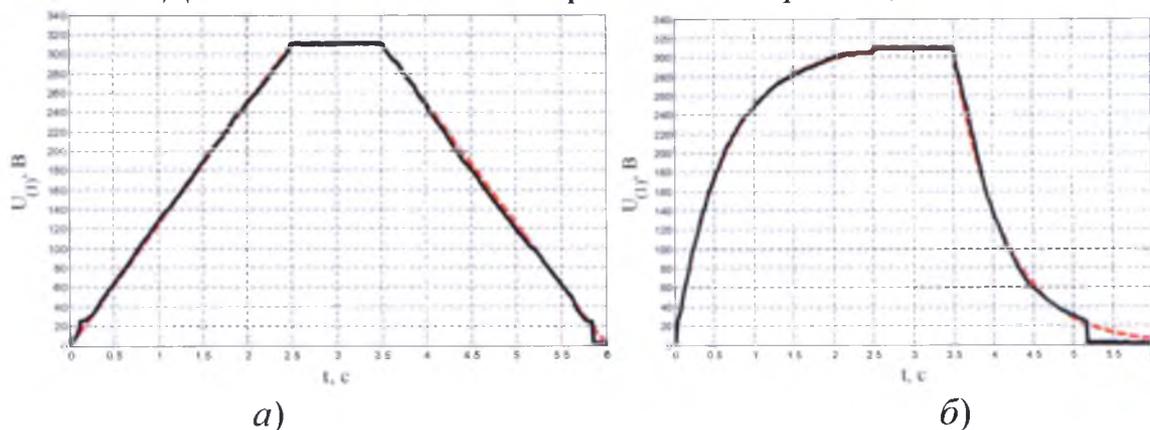


Рисунок 1 – Линейное (а) и экспоненциальное (б) изменение величины  $U_{(1)}$  в пуско-тормозных режимах АД типа 4МТКФ160LB8

Управление АД в пуско-тормозных режимах изменением  $U_{(1)}$  по определенному закону значительно проще реализовать, если в качестве альтернативы тиристорному УПП использовать УПП на основе импульсного регулятора напряжения (ИРН). В таком УПП требуемый закон  $U_{(1)}(t)$  можно получить заданием аналогичного закона изменения скважности импульсов управления  $\gamma(t)$  при определенной частоте коммутации (достаточно 1кГц) транзисторов силовой схемы устройства, т.к. из-за низкого уровня высших гармоник первая гармоника выходного напряжения ИРН является линейной функцией скважности  $\gamma$ .