

АКАДЕМИЯ НАУК  
ЭСТОНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ТЕРМОФИЗИКИ  
И ЭЛЕКТРОФИЗИКИ

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ  
СОВМЕЩЕНИЕ  
СИЛОВЫХ  
ПОЛУ-  
ПРОВОДНИКОВЫХ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**



Л.С. Рыбицкий, Я.П. Грейвулис  
(Рижский политехнический институт, г. Рига)

### ГАРМОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ В ТИРИСТОРНОМ АСИНХРОННОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ ПРИ УПРАВЛЕНИИ УГЛОМ БЕСТОКОВОЙ ПАУЗЫ ТИРИСТОРОВ

Известные тиристорные регуляторы переменного напряжения, позволяющие регулировать подводимое напряжение к асинхронным короткозамкнутым двигателям [1...3], используют принцип управления углом регулирования  $\alpha$  встречно-параллельных тиристоров с естественной коммутацией тока. Отсчет угла  $\alpha$  производится от начального момента перехода синусоидального фазного напряжения через нуль. В зависимости от угла  $\varphi = \arctg(\omega L/R)$  в значительной степени меняется действующее значение выходного напряжения и гармонический состав напряжений и токов.

Одним из способов уменьшения зависимости выходного напряжения и улучшения гармонического состава от угла  $\varphi$  является управление тиристоров от момента перехода напряжения на них [4]. В этом случае определяются моменты, когда имеет место в нагрузке бестоковая пауза, обозначаемая углом  $\gamma$ . При использовании этого способа управления зависимость выходного напряжения от  $\varphi$  значительно меньше, что придает свойства стабилизации электроприводу. Для короткозамкнутого асинхронного двигателя, соединенного в звезду без нулевого провода в зоне регулирования можно выделить два режима с одноразовой и двухразовой коммутацией тока за полупериод питающего напряжения [5]. В расчетах тиристоры приняты идеальными ключами. Углы бестоковой паузы в этих режимах соответственно имеют пределы

$$0 \leq \gamma \leq \frac{\pi}{3} \quad \text{и} \quad \frac{\pi}{3} \leq \gamma \leq \frac{2\pi}{3}.$$

Решая дифференциальные уравнения на участках, когда на нагрузке приложено фазное напряжение, половина линейного напряжения сети и напряжение на нагрузке равно нулю, можем определить действующие значения первой гармоники выходного напряжения и тока и коэффициенты высших гармоник. Ввиду симметрии кривых

напряжения относительно оси абсцисс отсутствуют постоянные составляющие и четные гармоники. Расчеты проведены на ЦЕМ. Так для случая, когда  $\varphi = 30^\circ$ , при  $\gamma = 30^\circ$  имеем следующие значения гармоник выходного напряжения (по отношению к глухо подключенным фазам):  $U_{(1)} = 0,75$ ;  $U_{(5)} = 0,28$ ;  $U_{(7)} = 0,20$ ;  $U_{(11)} = 0,06$ . При этом наибольшее значение  $U_{(5)}$  достигает при  $\gamma = 42^\circ$ , а кривые  $U_{(5)}$  и  $U_{(7)}$  в функции угла  $\gamma$  имеют несколько экстремальных значений. Гармоники тока нагрузки при  $\varphi = 30^\circ$  и  $\gamma = 30^\circ$ , полученные из разложения в ряд Фурье кривых токов, определяются следующими значениями:

$$I_{(1)} = 0,77; I_{(5)} = 0,08; I_{(7)} = 0,03; I_{(11)} = 0,01.$$

Все гармоники тока нагрузки, кроме первой гармоники, имеют несколько экстремальных значений.

При управлении тиристорного регулятора напряжения по углу  $\gamma$  исключена зона нечувствительности регулирования напряжения, величина которой зависит от  $\varphi$  при управлении  $\alpha$ .

В заключении следует отметить, что данный способ регулирования обеспечивает значительно меньшую зависимость выходного напряжения от угла нагрузки  $\varphi$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Булгаков А.А. Основы динамики управляемых вентилях систем. - М. АН СССР, 1963. 220 с.
2. Шубенко В.А., Браславский И.Я. Тиристорный асинхронный электропривод с фазовым управлением. - М. "Энергия", 1972. 200 с.
3. Mazda F.F. Thyristor control. - London: Newness-Butterworths, 1973. 385 p.
4. Пат.2427543 / ФРГ/. Elektronische Anordnung zur Drehzahlsteuerung eines Drehstrommotors/ Trübger P. - Заявл.7.06.74; Опубл. 24.02.77. МКИ НО 2 Р 7/62.
5. Рыбицкий Л.С., Э.А.Блумберг. Тиристорные регуляторы переменного напряжения с улучшенными нагрузочными характеристиками. - Известия АН Латв.ССР, серия физических и технических наук, 1978, № I, с. 110 - 115.