

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АСИНХРОННОГО КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАЯТНИКОВОГО ТИПА С ИМПУЛЬСНЫМ ПИТАНИЕМ

И. А. Клименко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. В. Тодарев

Работая в составе асинхронного колебательного электропривода, силовой двигатель имеет низкие энергетические показатели по причине очень высокого среднего за полупериод колебаний скольжения и, соответственно, больших потерь мощности в обмотках.

$$\Delta P_{M2} \approx \Delta P_{M1} = P_{эм} S,$$

где ΔP_{M1} , ΔP_{M2} – потери мощности в обмотках статора и ротора, соответственно.

$$\Delta P_{M2} = \frac{1}{0,5T_k} \int_0^{0,5T_k} P_{эм}(t) S(t) dt,$$

где $P_{эм}(t)$ – электромагнитная мощность двигателя за период изменения питающего напряжения; $S(t)$ – текущее значение скольжения; T_k – период колебаний.

Особенно это явно выражено при нескомпенсированной механической нагрузке, когда появляются участки колебательного движения со скольжением больше единицы, следовательно, общее среднее значение скольжения близко к единице. Тогда потери мощности в обмотках соизмеримы с пусковыми.

В колебательном электроприводе маятникового типа происходит компенсация инерционной составляющей нагрузки, исчезает механический фазовый сдвиг, среднее скольжение уменьшается и уменьшаются потери мощности. Временные зависимости для колебательного режима данного типа показаны на рис. 1.

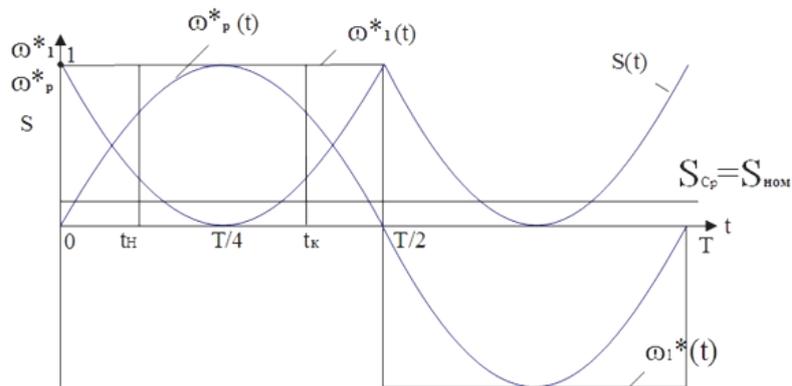


Рис. 1. Временные зависимости параметров колебательного движения.

Здесь ω_1^* — относительная угловая частота вращения поля статора;

ω_p^* — относительная угловая частота вращения поля ротора

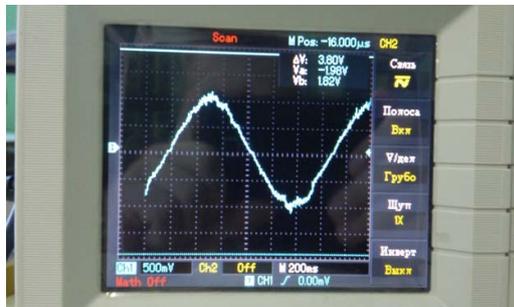
Подпитывать колебательный контур механической энергией (другими словами, включать двигатель) в течение всего полупериода колебательного движения нецелесообразно, поскольку при больших скольжениях момент и относительная мощность отчасти малы, в то время как потери мощности в обмотках значительны. Стоит питать колебательный двигатель импульсно, в момент, когда КПД его наибольший, т. е. в зоне скольжений близких к номинальным на интервале времени $t_n - t_k$. Таким образом, при помощи импульсного питания колебательный привод подпитывается в момент, когда двигатель имеет наилучшие показатели.

Для проверки адекватности результатов теоретических исследований была разработана физическая модель маятникового колебательного электропривода, включающая электродвигатель 4A71A6УЗ, одноступенчатый понижающий редуктор, имитатор нагрузки в виде генератора постоянного тока, тахогенератор и маятник с изменяемыми плечом и массой (рис. 2).

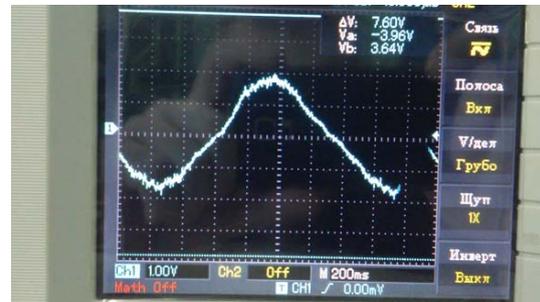


Рис. 2. Функциональная модель маятникового колебательного электропривода

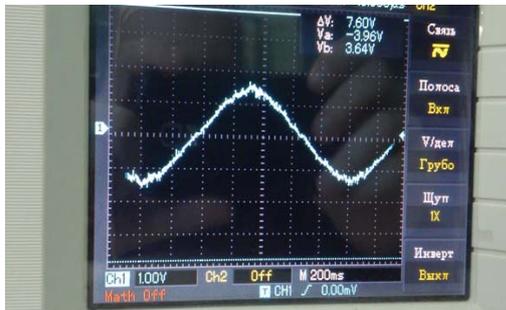
Экспериментальным путем механически была проверена возможность импульсного питания. Это происходило следующим способом: в определенных точках подталкивался маятник до нужного угла отклонения, чтобы колебания были установившимися (рис. 3).



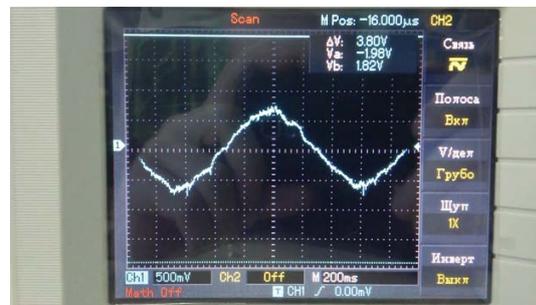
а)



б)



в)



г)

Рис. 3. Осциллограммы тахогенератора:
 а – 90° с усилием в нижнем положении; б – без усилия;
 в – 90° с усилием в верхнем положении; г – 35° без усилия

На осциллограммах, снятых с тахогенератора, можно наблюдать изменения скорости, такие как пики и искажения. Это небольшие изменения, но в основном все определяется массой маятника. Есть системы приводов, где эти искажения скорости не столь заметны, как, например, в маятниковых дробилках.

Разработана система импульсного питания (рис. 4), которая состоит из микроконтроллера ATmega8, оптпары МОС3023 и симистора BT138.

Через данное устройство электропривод подключается к сети.

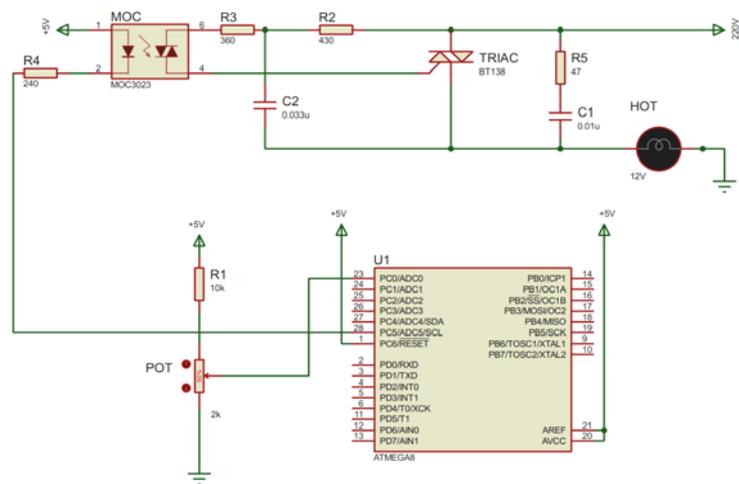


Рис. 4. Схема импульсного питания, разработанная в среде Proteus

Литература

1. Грачев, С. А. Безредукторный электромашинный привод периодического движения / С. А. Грачев, В. И. Луковников. – Минск : Высш. шк., 1991. – 160 с.
2. Материалы XVII Междунар. конф. МНТК–2017 / ГГТУ им. П. О. Сухого. – Гомель, 2017. – 536 с.