

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ 4А
В КОЛЕБАТЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ

В.В.Тодарев

Гомельский политехнический институт

В статье рассматриваются особенности работы асинхронных электродвигателей (АД) серии 4А в колебательном режиме на основе анализа амплитудно-частотных характеристик и коэффициента полезного действия, который определялся в соответствии с положениями статьи В.И.Лукожникова "О коэффициентах полезного действия и мощности электродвигателей периодического движения" настоящего сборника. Для расчета указанных характеристик использовались дифференциальные уравнения электрического и механического равновесий, полученные при общепринятых допущениях и представленные в системе координат α, β . С целью распространения результатов расчета на ряд АД серии 4А входные и выходные параметры представлены в относительных единицах [5]. Решение системы дифференциальных уравнений производилось численно по методу Рунге-Кутты для электродвигателя 4А71А6УЗ, включенного по двухфазной схеме. Колебательное движение создавалось двумя способами: амплитудной модуляцией [3], в которой напряжение одной из обмоток АД модулируется по амплитуде синусоидальным сигналом, и амплитудной модуляцией с круговым полем [4], в которой дополнительно модулируется выпрямленным сигналом напряжение другой обмотки. Для способа амплитудной модуляции напряжения, подаваемые на фазные обмотки АД, имеют вид

$$U_a = U_m \sin(\omega t + \varphi);$$

$$U_b = U_m \cos(\Omega t + \varphi) \cdot \cos(\omega t + \varphi),$$

- для способа амплитудной модуляции с круговым полем:

$$U_a = U_m (\cos(\Omega t + \varphi)) \cdot \sin(\omega t + \varphi);$$

$$U_b = U_m \cos(\Omega t + \varphi) \cdot \cos(\omega t + \varphi);$$

где: Ω - угловая частота модулирующего сигнала;

φ, ψ - начальные фазы.

Рассматривались случаи инерционной, демпфирующей нагрузки жидкого и сухого трения и позиционной, причем величина последней выбиралась из условия механического резонанса [1].

Результаты вычислений представлены в виде графиков, где сплошной линией показаны характеристики способа амплитудной модуляции, пунктирной – амплитудной модуляции с круговым полем.

На рис.1 показаны частотные характеристики скорости смещения нейтрали колебаний для холостого хода (1,2) и инерционной нагрузки, превышающей момент инерции ротора в 5 раз (1',2'). В случае демпфирующей нагрузки смещение нейтрали колебаний практически отсутствует.

Влияние инерционной нагрузки с моментом, кратным моменту инерции ротора, при работе в режиме механического резонанса с частотой 2 Гц на максимальную частоту вращения ротора (кривые 1,2), К.П.Д. (кривые 1',2') показано на рисунке 2.

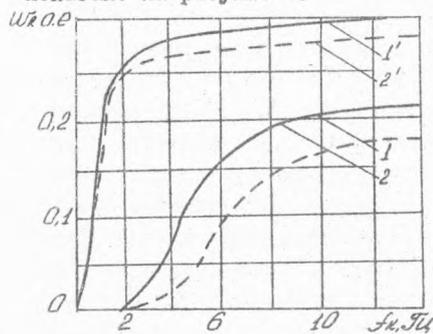


Рис.1

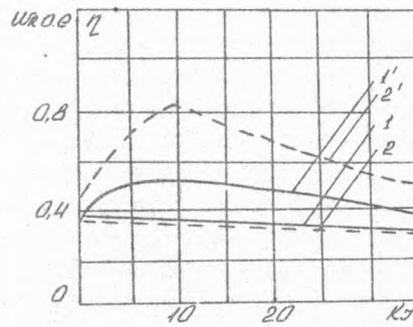


Рис.2

В случае демпфирующей нагрузки жидкого трения сопоставлены режимы с позиционной нагрузкой (рис.3,5) и без нее (рис.4,6), на рис.3,4 представлены частотные характеристики амплитуды скорости (1), полного (2), активного (3) и реактивного (4) К.П.Д. для способа амплитудной модуляции, на рис.5,6 – аналогично для амплитудной модуляции с круговым полем в случае нагрузки жидким трением с $M_c = M_H$.

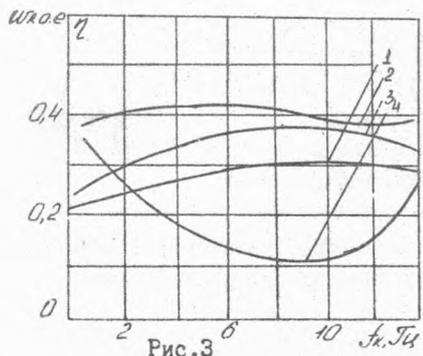


Рис.3

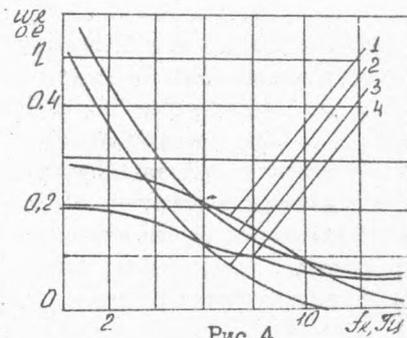


Рис.4

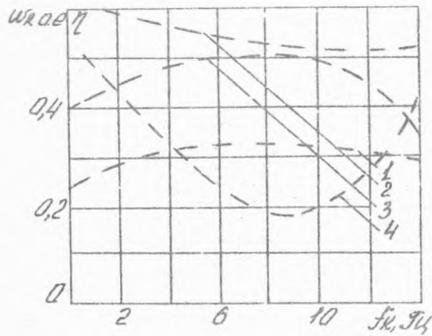


Рис.5

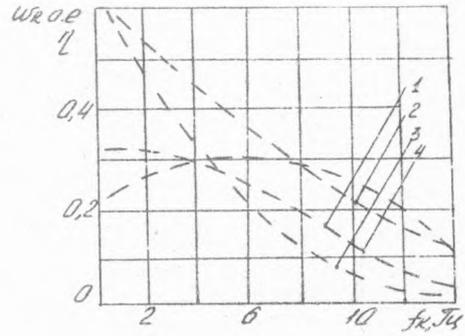


Рис.6

Демпфирующая нагрузка сухого трения является наиболее тяжелой случаем работы АД в колебательном режиме. При отсутствии позиционной

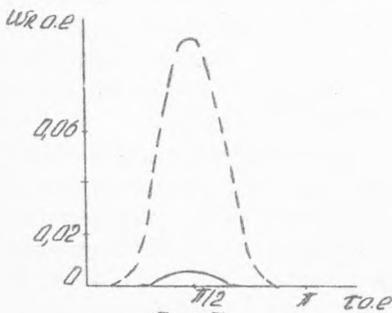


Рис.7

нагрузки искажается синусоидальная форма кривой и уменьшается амплитуда скорости, особенно при способе амплитудной модуляции. На рис.7 представл осциллограммы скорости за полупериод колебаний с частотой 6 Гц. При работ в режиме механического резонанса спо собом амплитудной модуляции с кругов полем вышеперечисленные недостатки практически устраняются. На рис.8,9 представлены частотные характери

амплитуды скорости колебаний (1), полного (2), активного (3) и реактно го (4) К.П.Д. для случая механического резонанса (рис.8) и без поз ционной нагрузки (рис.9) с возбуждением колебательного движения по с собу амплитудной модуляции с круговым полем и нагрузкой сухого трен с $M_c = M_H$.

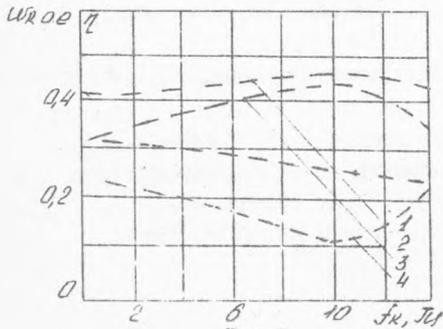


Рис.8

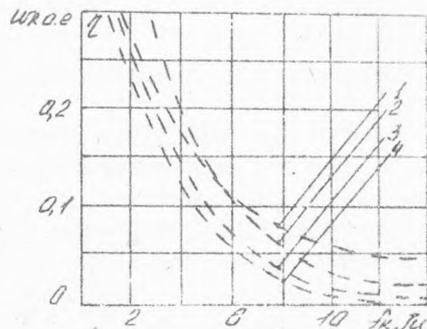


Рис.9

Влияние коэффициента загрузки жидким трением на скорость вращения (1), полный (2), активный (3), реактивный (4) К.П.Д. АД колебательного движения в режиме механического резонанса показано на рис. 10, 11.

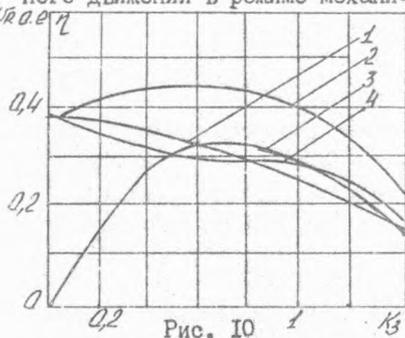


Рис. 10

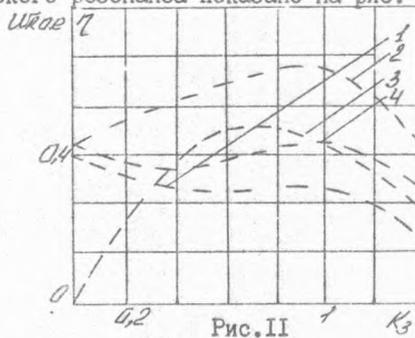


Рис. 11

- Анализ результатов расчета позволяет сделать следующие выводы:
- в отличие от исполнительных, электродвигатели серии 4А в случае отсутствия позиционной нагрузки работают в шагово-колебательном режиме, причем скорость смещения нейтрали определяется величиной и характером нагрузки, а также частотой колебательного режима;
 - при работе в режиме механического резонанса энергетические и механические характеристики по сравнению с режимом без позиционной нагрузки повышаются в 1,5 + 2 раза, увеличивается жесткость характеристик;
 - возбуждение колебательного режима по способу амплитудной модуляции с круговым полем позволяет снизить потери в меди в 1,3 + 1,8 раза, что повышает К.П.Д. и улучшает механические амплитудно-частотные характеристики.

Литература

1. Быховский И.И. Основы теории вибрационной техники. М.: Машиностроение, 1969.
2. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин. М.: Высшая школа, 1987.
3. Луковников В.И. Электропривод колебательного движения. М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. Положительное решение от 24.06.87 по заявке № 4179356/24-07. Способ создания колебательного движения вала асинхронного электродвигателя / В.И. Луковников, В.В. Тодарев, С.А. Грачев
5. Масандилов Л.Е. Системы относительных единиц для асинхронной машины // Электричество. 1973. № 8. С. 48-52.