

УДК 621.314.5:621.337.521

А.В. Бондаренко

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ АВТОНОМНЫЙ ИНВЕРТОР НАПРЯЖЕНИЯ - АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ В ТЯГОВОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Аннотация. Рассмотрен аналитический метод расчета мгновенных значений фазного тока асинхронного двигателя, который дает возможность определить энергетические характеристики электромагнитных процессов системы автономный инвертор напряжения–асинхронный двигатель.

А. В. Бондаренко

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИСТЕМИ АВТОНОМНИЙ ІНВЕРТОР НАПРУГИ - АСИНХРОННИЙ ДВИГУН В ТЯГОВОМУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ

Анотація. Розглянуто аналітичний метод розрахунку миттєвих значень фазного струму асинхронного двигуна, який дає можливість визначити енергетичні характеристики електромагнітних процесів системи автономний інвертор напруги–асинхронний двигун.

A. V. Bondarenko

ANALYTICAL CALCULATION OF THE ENERGY PERFORMANCE OF THE SYSTEM AUTONOMOUS VOLTAGE INVERTER - INDUCTION MOTOR IN TRACTION MOTOR DRIVE ELECTRIC ROLLING

Abstract. The analytical method of calculation of instantaneous values of a phase current of an induction motor which gives the chance to compute power performances of electromagnetic processes of system induction motor fed voltage source inverter.

Известно, что добавочные потери в тяговом асинхронном электродвигателе (ТАЭД) от несинусоидальности фазного напряжения составляют порядка 2...2,5 % от всей потребляемой мощности.

Определив энергетические показатели системы автономный инвертор напряжения–асинхронный двигатель (АИН – АД), можно минимизировать добавочные потери в АД, исходя из входных и выходных значений параметров системы (тока, напряжения и мощности).

Аналитический метод расчета мгновенных значений фазного тока дает возможность вычислить энергетические характеристики электромагнитных процессов в системе АИН – АД, а именно: среднее и действующее значения токов и напряжений, гармонический состав, коэффициент гармоник, коэффициент искажений и т.д.

На основании этого расчета легко определить ток в любой точке инвертора, ток через диод и через фильтр.

Рассчитываем среднее значение тока на входе инвертора

$$I_d = \frac{2}{\pi} \cdot \int_{\gamma}^{\pi-\gamma} i_{\phi}(t) dt, \quad (1)$$

где $i_{\phi}(t)$ – фазный ток.

Определив с помощью предыдущей формулы среднее значение тока на входе инвертора, находим мощность на входе инвертора

$$P_d = I_d U_d, \quad (2)$$

где I_d и U_d – ток и напряжения на входе инвертора.

© Бондаренко А.В., 2011

Действующее значение фазного тока

$$I_{\phi} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot \left[\int_0^{\pi} (i_{\phi}(t))^2 dt \right]}. \quad (3)$$

Действующее значение первой гармоники фазного тока

$$I_1 = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} i_1(t) dt}. \quad (4)$$

Общее действующее значение напряжения определяется при $\gamma = \pi/8$

$$U = \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot [\pi - 2\gamma] \cdot U_d^2}, \quad (5)$$

где U_d – входное напряжение инвертора.

Действующее значение первой гармоники напряжения

$$U_1 = \frac{U_{1a}}{\sqrt{2}}, \quad (6)$$

где U_{1a} – амплитудное значение первой гармоники напряжения.

Коэффициенты искажения напряжения и тока

$$K_u = \frac{U_1}{U}, \quad (7)$$

$$K_i = \frac{I_1}{I}, \quad (8)$$

где U_1 – действующее значение первой гармоники;

U – общее действующее значение напряжения и тока

I_1 – действующее значение первой гармоники тока;

I – общее действующее значение тока.

Рассчитываем коэффициенты гармоник напряжения и тока, а также действующие значения высших гармоник напряжения и тока:

коэффициент гармоник напряжения

$$K_{g_u} = \frac{\sum U_v}{U}, \quad (9)$$

где $\sum U_v$ – действующее значение высших гармоник напряжения; U – общее действующее значение;

действующее значение высших гармоник напряжения

$$\sum U_v = \sqrt{U^2 - U_1^2}, \quad (10)$$

где U_1 – действующее значение первой гармоники;

U – общее действующее значение напряжения;

коэффициент гармоник тока

$$K_{g_i} = \frac{\sum I_v}{I}, \quad (11)$$

где $\sum I_v$ – действующее значение высших гармоник тока; I – общее действующее значение тока;

действующее значение высших гармоник тока

$$\sum I_v = \sqrt{I^2 - I_1^2}, \quad (12)$$

где I_1 – действующее значение первой гармоники тока; I – общее действующее значение тока.

Поскольку по действующему значению напряжения и тока судить о форме кривых соответствующих периодических несинусоидальных электрических величин нельзя, пользуются коэффициентом формы и коэффициентом искажения формы кривых.

Определяем коэффициент формы напряжения

$$K_{f_u} = \frac{U_{cp}}{U}, \quad (13)$$

где U_{cp} – среднее значение напряжения; U – общее действующее значение напряжения, при этом

$$U_{cp} = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} U(\beta) \cdot d\beta. \quad (14)$$

Коэффициент формы тока

$$K_{f_i} = \frac{I_{cp}}{I}, \quad (15)$$

где среднее значение тока

$$I_{cp} = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} i_{\phi}(\beta) \cdot d\beta; \quad (16)$$

I – общее действующее значение тока.

Коэффициент мощности инвертора

$$\chi = \cos(\varphi) \cdot K_u, \quad (17)$$

где φ – угол смещения.

Аналитический расчет энергетических показателей системы АИН – АД в ТАЭП дает возможность определить:

– оптимальные режимы работы системы АИН–АД;
 – оптимальные режимы работы ТАЭП с питающей сетью.

Данный аналитический расчет справедлив для разных схмотехнических решений АИН и любых форм выходного напряжения.

Список использованной литературы

1. Гусевский Ю. И. Расчет фазных токов инвертора методом двух составляющих / Ю. И. Гусевский, С. Н. Полтораки, М. В. Мажинский // *Электротехн. пром-сть. Сер. Тяговое и подъемно-трансп. электрооборуд.* – 1984. – № 6(96). С. 6–8.
2. Гусевский Ю.И. Розрахунок фазних струмів двофазної системи «Автономний інвертор напруги – Асинхронний двигун» / Ю.И. Гусевський, О.В. Пасько, В.П. Шаповал // *Зб. Наук. праць УкрДАЗТ.* – 2000. – №44. – С. 59-62.
3. Гусевский Ю.И. Двухфазный тяговый электропривод при улучшенной форме питающего напряжения / Ю.И. Гусевский, А.В. Бондаренко, – Информационно – керуючі системи на залізничному транспорті. – 2007. – № 4 (Додаток). – С. 5-6.

Получено 19.07.2011



Бондаренко
 Андрей Валентинович,
 асс. Укр. гос. акад.
 жел-дор. тр-та,
 г. Харьков,
 пл. Фейербаха, 7,
 тел. 057-730-1075
 bondarenko1982@ya.ru