

Ханахмедова С.А. Динамические процессы одномашинного комплекса. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XVI Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2016. – С. 55-58.

УДК 621.313.1.2

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОДНОМАШИННОГО КОМПЛЕКСА

С.А. Ханахмедова

DYNAMIC PROCESSES OF THE ONE-MACHINE COMPLEX

S.A. Khanakhmedova

Аннотация. Анализируются динамические процессы в системе стартер – генератор, причины возникновения колебаний в системе и методы устранения вибраций при пуске.

Ключевые слова: стартер, генератор, двигатель внутреннего сгорания, двигатель постоянного тока, вал, пускопереключающее устройство.

Abstract. Dynamic processes in system a starter – the generator, the causes of fluctuations in system and methods of elimination of vibrations at start-up are analyzed.

Keywords: starter, generator, an internal combustion engine, direct current engine, shaft, starting switching device.

Как известно, наряду с развитием отраслей современной промышленности постоянно происходят серьезные изменения также по всем элементам свободно движущихся объектов. В автономных передвижных объектах пуск и управление двигателями внутреннего сгорания осуществляется системами, в которых размещены относительно мощные элементы: стартер, т.е. машина постоянного тока, осуществляющий процесс пуска, генератор, предусмотренный для электроснабжения. Изменение режима работы стартера – генератора, в том числе запуск двигателя внутреннего сгорания (ДВС), переход в генераторный режим, резкое изменение частоты вращения коленчатого вала ДВС в ту или иную сторону и т.д. приводит к появлению динамических процессов. Исследование динамики стартер-генераторного механизма с условно принятым законом изменения действующего момента, не учитывающим переходные процессы в двигателе постоянного тока и отдельных узлах, может привести к значительным ошибкам. В реальных механизмах практически любое звено обладает той или иной степенью податливости. Известно, что в любой упругой механической системе с одной или несколькими степенями свободы в неустановившихся процессах имеют место свободные и вынужденные колебания [1].

В системе стартер – генератор колебания могут возникать при изменении момента в двигательном режиме. Причиной появления этих колебаний может быть пуск стартера – генератора – двигателя постоянного тока. Данный комплекс относится к механизмам с последовательным соединением упругих звеньев, работающих в условиях свободного движения всех элементов.

С целью вывода уравнения моментов, действующих на один и тот же вал стартер генераторного комплекса, использован метод электромеханической аналогии. Этот метод широко используется в теориях электромеханических колебаний и электрических аппаратов [1, 2].

Для начала определяется векторное значение периодической силы, действующее на тело механизма:

$$F = F_0(\cos \omega t + j \sin \omega t) = F_0 e^{j\omega t}. \quad (1)$$

Аналогично для линейного движения запишем следующее выражение:

$$V = V_0(\cos \omega t + j \sin \omega t) = V_0 e^{j\omega t}. \quad (2)$$

Если иметь в виду, что значение скорости выражается в нижеследующем виде:

$$\dot{V} = j\omega(V_0 e^{j\omega t}) = j\omega t \quad \text{и} \quad V = \frac{\dot{V}}{j\omega}, \quad (3)$$

тогда получим:

$$\begin{aligned} \dot{V} &= j\omega(j\omega V_0 e^{j\omega t}) = j\omega \dot{V} (j\omega)^2 V = -\omega^2 V, \\ \dot{V} &= j\omega \dot{V}. \end{aligned} \quad (4)$$

По принципу Даламбера суммы скоростей и сил, действующие на отдельные узлы:

$$\dot{V} - \dot{V}_m - \dot{V}_r - \dot{V}_k = 0; \quad (5)$$

$$F - F_m - F_r - F_k = 0, \quad (6)$$

где индексы m, r и k – параметры, предусматривающие инерционность, трение и эластичности.

Сила, действующая на вал:

$$F = \left(r + \frac{k}{j\omega} + j\omega m \right) \dot{V} = r + j \left(\omega m - \frac{k}{\omega} \right) \dot{V} = z, \quad (7)$$

где z – механическое сопротивление в линейной движении,

$$z = \frac{F}{V} = r + j \left(\omega m - \frac{k}{\omega} \right). \quad (8)$$

Аналогично запишем следующие выражения:

$$M_j = J \dot{\zeta} = j\omega J \dot{\zeta}; \quad M_p = \rho \dot{\zeta}; \quad (9)$$

$$M_x = \chi \zeta = \frac{\chi}{j\omega} \dot{\zeta}; \quad (10)$$

$$z = \frac{M}{\dot{\zeta}} = \rho + j\omega J + \frac{\chi}{j\omega} = \rho + j\omega \left(J - \frac{\chi}{\omega^2} \right) M_x = \chi \zeta = \frac{\chi}{j\omega} \dot{\zeta}. \quad (11)$$

Отсюда для угловой скорости вращения получим:

$$\dot{\zeta} = \frac{M(t)}{\chi + j\omega J + \frac{\chi}{j\omega}} = \frac{M(t)}{\rho + j\omega \left(J - \frac{\chi}{\omega^2} \right)}. \quad (12)$$

Из условий для четырехмассовой системы $J_1 + J_4 = \frac{\chi_1 + \chi_4}{\omega^2}$ получим аналитическое выражение для резонансной части:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{(J_1 + J_2) \left(\frac{1}{\chi_1 + \chi_2} \right)}}. \quad (13)$$

Таким образом, выясняется, что из-за большего значения знаменателя в выражении (13) резонанс возможен лишь при малых частотах $\omega = \omega_0$.

Библиографический список

1. Фархадзаде Э.М., Алиев Э.С., Ханахмедова С.А. Электрический привод: учеб. пособие. Ч. 1. Баку: Изд-во Азербайджанской государственной нефтяной академии, 2010.

2. Мусаев З.Н. Одномашинная система электромеханического преобразования : патент Азербайджанской Республики I990212 –01.12.1999 г.

Ханахмедова

Самира Алхадидзы

Азербайджанский государственный

университет нефти

и промышленности,

г. Баку, Азербайджан

E-mail: samira1009@mail.ru

Khanakhmedova S.A.

Azerbaijan State University of Oil

and the Industry, Baku, Azerbaijan