УДК 621.01

РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКИХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АГРЕГАТОВ ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Холмирзаев Жавлонбек Закиржанович, *к.т.н., доцент,*
E-mail:javlonbek1972@gmail.com,
Наманганский государственный технический университет

Аннотация: *Пахта тозалаш машинасининг машиналарининг динамик ва математик моделлари электр моторларининг динамик хусусиятларини ва ҳақиқий иш қаршилигини ҳисобга олган ҳолда тузилган. Экспериментал равишда тозаловчи ишчи органларининг юкланган қуввати олинди.*

Аннотация: *Составлены динамические и математические модели машинных агрегатов очистителя с учетом динамических характеристик электродвигателей и реальных рабочих сопротивлений. Получены экспериментальным путем силовые нагруженные рабочих органов очистителя.*

Abstract: *Dynamic and mathematical models of machine units of the cleaner are compiled, taking into account the dynamic characteristics of electric motors and real operating resistances. Obtained experimentally power loaded working bodies of the cleaner.*

Kalit so‘zlar: *Dinamik va matematik modellar, paxta jini, asinxron elektr motorining dinamik xususiyatlari, tizimning potensial energiyasi, tizimning 115inetic energiyasi, inersiya momentlari, egiluvchan lentali uzatmalarning qattiqligi.*

Ключевые слова*: Динамические и математические модел, очиститель хлопка, динамическая характеристика асинхронного электродвигателя, потенциальная энергия системы, кинетическая энергия системы, моменты инерции, жесткости гибких ременных передач.*

Key words: *Dynamic and mathematical models, cotton gin, dynamic characteristics of an asynchronous electric motor, potential energy of the system, kinetic energy of the system, moments of inertia, rigidity of flexible belt drives.*

Очиститель хлопка предназначен для очистки хлопка-сырца, кинематическая схема очистителей хлопка состоит из двух частей: привода пильчатых барабанов и питателя–шестимассовая система с двумя разветвлениями и привода съемных барабанов–трехмассовая система с двумя разветвлениями [1].

Динамическая модель очистителей хлопка представляет собой, в соответствии с методикой составления расчетным схем динамических моделей, шестимассовую систему с двумя разветвлениями и трехмассовую систему с двумя разветвлениями, обладающую упругими, инерционными и диссипативными свойствами [2].

Динамическая характеристика асинхронного электродвигателя имеет вид:

$$\dot{M}_д = (\omega_c - P\dot{\varphi}_д)\phi - \frac{M_д}{T_э}; \qquad \dot{\phi} = \frac{(2M_к - \phi)}{T_э} - (\omega_c - P\dot{\varphi}_{д1})M_{д1} \tag{1}$$

где: $M_{д1}$ - движущий момент двигателя, Нм; P - число пар полюсов двигателя; ω_c - круговая частота сети, питающей двигатель, с$^{-1}$; $\dot{\varphi}_{д1}$ - угловая скорость вала двигателя, с$^{-1}$; $T_э=(\omega_c-S_к)^{-1}$ - электромагнитная постоянная времени двигателя, с; S, $S_к$ - соответственно скольжение ротора двигателя и его критическое значение; $\phi=S_к(M_д+T_э(dM_д/dt)/S$ - вспомогательная переменная [3], Нм.

При составлении дифференциальных уравнений данной системы воспользуемся уравнением Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_i}\right)-\frac{\partial T}{\partial \varphi_i}+\frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_i}+\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\varphi}_i}=Q(\varphi_i) \quad (2)$$

где: T - кинетическая энергия системы; Π - потенциальная энергия системы; Ф - диссипативная функция системы; φ_i - обобщенная координата; $\dot{\varphi}_i$ - обобщенная скорость; $Q_i(\varphi_i)$ - обобщенная сила.

Для очистителя справедливы следующие кинематические соотношения

$$i_{\partial 12}=\frac{\dot{\varphi}_{\partial 1}}{\dot{\varphi}_2};\ i_{\partial 12}i_{23}=\frac{\dot{\varphi}_{\partial 1}}{\dot{\varphi}_3};\ i_{\partial 12}i_{23}i_{34}=\frac{\dot{\varphi}_{\partial 1}}{\dot{\varphi}_4};\ i_{\partial 12}i_{23}i_{34}i_{45}=\frac{\dot{\varphi}_{\partial 1}}{\dot{\varphi}_5};\ i_{\partial 12}i_{26}=\frac{\dot{\varphi}_{\partial 1}}{\dot{\varphi}_6} \quad (3)$$

где : $\dot{\varphi}_{\partial 1},\dot{\varphi}_2,\dot{\varphi}_3,\dot{\varphi}_4,\dot{\varphi}_5,\dot{\varphi}_6$ – угловые скорости ротора двигателя и валов второго, третьего пильчатых барабанов, ножевого барабана, питающих валиков и шестого пильчатого барабана, связанных ременными передачами, с$^{-1}$; $i_{\partial 12},i_{23},i_{43},i_{45},i_{26}$ – соответственно передаточные отношения между соответствующими валами.

За обобщенные координаты принимаем угловые перемещения вращающихся масс машинного агрегата $\varphi_{\partial 1},\varphi_2,\varphi_3,\varphi_4,\varphi_5,\varphi_6$.

Кинетическая энергия первой части очистителя имеет вид:

$$T=\frac{J_{\partial 1}\dot{\varphi}_{\partial 1}^2}{2}+\frac{J_2\dot{\varphi}_2^2}{2}+\frac{J_3\dot{\varphi}_3^2}{2}+\frac{J_4\dot{\varphi}_4^2}{2}+\frac{J_5\dot{\varphi}_5^2}{2}+\frac{J_6\dot{\varphi}_6^2}{2} \quad (4)$$

Записав дифференциальные уравнения движения асинхронного двигателя (1) и подставив в (2) определенные члены Лангранжевых уравнений, получим дифференциальные уравнения движения для первого машинного агрегата очистителя и имеют вид:

$$\dot{M}_{\partial 1}=(\omega_c-P\dot{\varphi}_{\partial 1})\phi-\frac{M_{\partial 1}}{T_э};\quad \dot{\phi}=\frac{(2M_к-\phi)}{T_э}-(\omega_c-P\dot{\varphi}_{\partial 1})M_{\partial 1}$$

$$J_{\partial 1}\ddot{\varphi}_{\partial 1}=M_{\partial 1}-c_1(\varphi_{\partial 1}-i_{\partial 12}\varphi_2)-в_1(\dot{\varphi}_{\partial 1}-i_{\partial 12}\dot{\varphi}_2)$$

$$J_{\partial 1}\ddot{\varphi}_{\partial 1}=M_{\partial 1}-c_1(\varphi_{\partial 1}-i_{\partial 12}\varphi_2)-в_1(\dot{\varphi}_{\partial 1}-i_{\partial 12}\dot{\varphi}_2)$$

$$J_2\ddot{\varphi}_2=c_1i_{\partial 1}(\varphi_{\partial 1}-i_{\partial 12}\varphi_2)-c_2(\varphi_2-i_{23}\varphi_3)-c_5(\varphi_2-i_{26}\varphi_6)+$$
$$+в_1i_{\partial 1}(\dot{\varphi}_{\partial 1}-i_{\partial 12}\dot{\varphi}_2)-в_2(\dot{\varphi}_2-i_{23}\dot{\varphi}_3)-в_5(\dot{\varphi}_2-i_{26}\dot{\varphi}_6)-M_2$$

$$J_3\ddot{\varphi}_3=c_2i_{23}(\varphi_2-i_{23}\varphi_3)-c_3(\varphi_3-i_{34}\varphi_4)+$$
$$+в_2i_{23}(\dot{\varphi}_2-i_{23}\dot{\varphi}_3)-в_3(\dot{\varphi}_3-i_{34}\dot{\varphi}_4)-M_3$$

$$J_4\ddot{\varphi}_4=c_3i_{34}(\varphi_3-i_{34}\varphi_4)-c_4(\varphi_4-i_{45}\varphi_5)+$$
$$+в_3i_{34}(\dot{\varphi}_3-i_{34}\dot{\varphi}_4)-в_4(\dot{\varphi}_4-i_{45}\dot{\varphi}_5)-M_4$$

$$J_5\ddot{\varphi}_5 = c_4 i_{45}(\varphi_4 - i_{45}\varphi_5) + в_4 i_{45}(\dot{\varphi}_4 - i_{45}\dot{\varphi}_5) - M_5$$
$$J_6\ddot{\varphi}_6 = c_5 i_{26}(\varphi_2 - i_{26}\varphi_6) + в_5 i_{26}(\dot{\varphi}_2 - i_{26}\dot{\varphi}_6) - M_6$$

Для второго машинного агрегата очистителя справедливы следующие кинематические соотношения:

$$i_{д27} = \frac{\dot{\varphi}_{д2}}{\dot{\varphi}_7} \quad ; \qquad i_{д28} = \frac{\dot{\varphi}_{д2}}{\dot{\varphi}_8}$$

За обобщенные координаты принимаем угловые перемещения вращающихся масс второго машинного агрегата очистителя $\varphi_{д2}, \varphi_7, \varphi_8$.

Кинетическая энергия для второго машинного агрегата очистителя имеет вид:

$$T = \frac{J_{д2}\dot{\varphi}_{д2}^2}{2} + \frac{J_7\dot{\varphi}_7^2}{2} + \frac{J_8\dot{\varphi}_8^2}{2}$$

Подставив в (2) определенные члены Лангранжевых уравнений и записав уравнение движения асинхронного двигателя, получим дифференциальные уравнения машинного агрегата для II части очистителя в общем виде:

$$\dot{M}_{д1} = (\omega_c - P\dot{\varphi}_{д1})\phi - \frac{M_{д1}}{T_э} \quad ; \quad \dot{\phi} = \frac{(2M_к - \phi)}{T_э} - (\omega_c - P\dot{\varphi}_{д1})M_{д1}$$
$$J_2\ddot{\varphi}_{д2} = M_{д2} - c_6(\varphi_{д2} - i_{д27}\varphi_7) - c_7(\varphi_{д2} - i_{д28}\varphi_8) -$$
$$- в_6(\dot{\varphi}_{д2} - i_{д27}\dot{\varphi}_7) - в_7(\dot{\varphi}_{д2} - i_{д28}\dot{\varphi}_8)$$
$$J_7\ddot{\varphi}_7 = c_6 i_{д27}(\varphi_{д2} - i_{д27}\varphi_7) + в_6 i_{д27}(\dot{\varphi}_{д2} - i_{д27}\dot{\varphi}_7) - M_7$$
$$J_8\ddot{\varphi}_8 = c_7 i_{д28}(\varphi_{д2} - i_{д28}\varphi_8) + в_7 i_{д28}(\dot{\varphi}_{д2} - i_{д28}\dot{\varphi}_8) - M_8$$

Динамические характеристики электродвигателей первого и второго машинного агрегата при пуске и в установившемся режиме представлены на рис. 1-2.

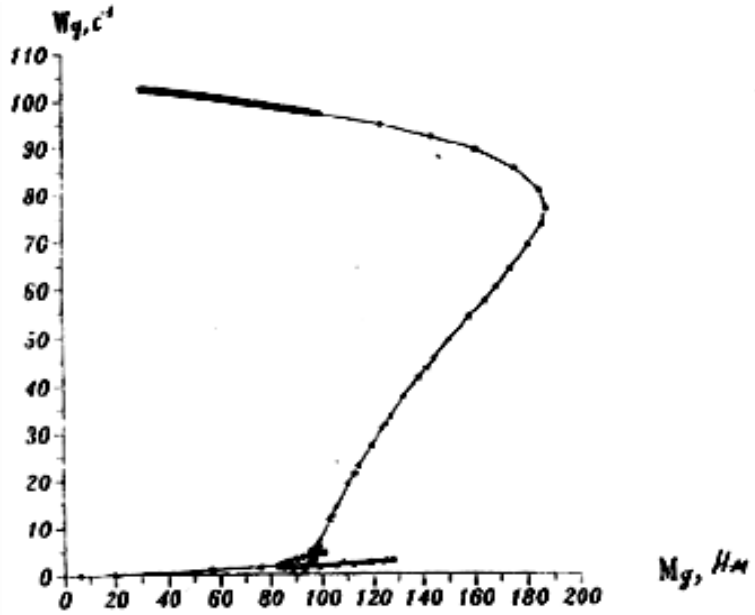

Рис.1. Изменение движущего момента асинхронного двигателя первого машинного агрегата очистителя в функции его угловой скорости

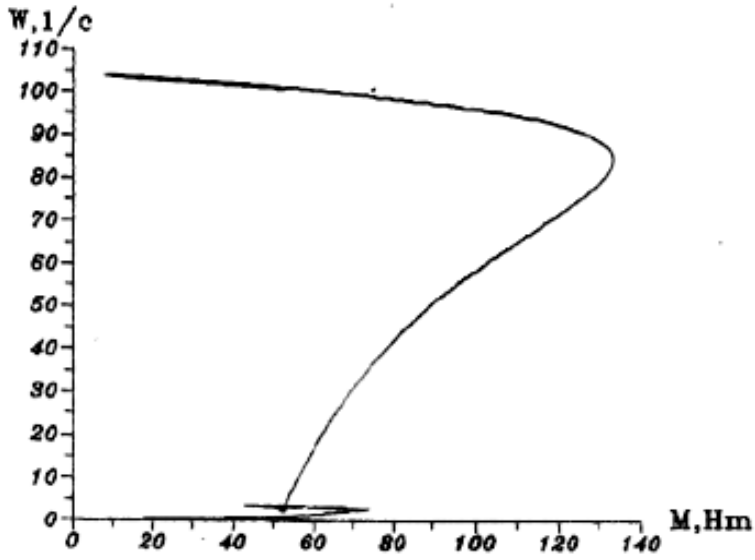

Рис.2. Изменение движущего момента асинхронного двигателя второго машинного агрегата очистителя в зависимости от угловой скорости

Для определения динамических характеристик механической части привода машин необходимо предварительно подготовить расчетную схему, т.е. вычислить моменты инерции масс вращающихся деталей привода, жесткость (податливость) упругих звеньев между дискретными массами [2] и характеристиками демпфирования.

На компьютере изучено изменение потребляемой мощности электродвигателем и неравномерности вращения рабочих органов в функции от момента сопротивления, момента инерции и упруго-диссипативных параметров ременных передач очистителя.

Список использованной литературы

1. Воронов А.Е., Вороно Е.Н. Механическая система приводов ротационных машин. Исследование, расчет, проектирование. – Омск: ОмГТУ, 2008. – 116 с.

2. Холмирзаев Ж.З. Динамика машинных агрегатов и рабочих органа очистителя ЧХ-5 // Дисс. …канд. техн. наук. – Ташкент, 1999. -147 с.

3. Djuraev A. Dj., Turdalieyv V. M., Qosimov A. A. Definition of movement laws of winging and milling drums of the unit for processing of soil and crops of seeds // European science review. – Vienna, Austria, 2016. -№ 5-6. – P. 197-200.

4. Джураев А., Турдалиев В. Динамический анализ пятимассового машинного агрегата // Научно-технический журнал ФерПИ. - Фергана, 2016. – Спец. вып. - С. 22-26.