

використовується метод, заснований на поєднанні положень малого параметра і кінцевих інтегральних перетворень.

Ключові слова: *нелінійна нестационарна теплопровідність, метод малого параметра, теплоємність, коефіцієнт лінійної залежності, інтегральне перетворення, граничні умови*

NONLINEAR TRANSIENT HEAT CONDUCTION WALL IN KIND BOUNDARY CONDITIONS III

B. Draganov

Abstract. *A method for solution of nonlinear transient heat transfer through a single and multi-layer wall for the boundary of channel III kind. For the formulation of a problem solving method is used on the basis of the provisions of the promptness of a small parameter and finite integral transformation.*

Keywords: *nonlinear transient heat transfer, small parameter method, the specific heat, the coefficient of linear dependence, the integral transformation, the boundary conditions*

УДК 621.316.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИКИ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ПНЕВМОМЕРЕЖІ МЛИНА В ПП «MATLAB»

П. Б. КЛЕНДІЙ, кандидат технічних наук

Г. Я. КЛЕНДІЙ, старший викладач

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

О. П. ДУДАР, інженер

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний коледж»

e-mail: pklen_@i.ua

Анотація. *У програмному пакеті Matlab проведено дослідження регульованого електроприводу пневмотранспортної установки млина Р6-АВМ-15, де визначено енергетичні показники при стохастичному завантаженні пневмомережі.*

Ключові слова: *регульований електропривод, імітаційна модель, енергетичні показники, електромеханічна система*

Дослідження режимів роботи електромеханічних систем із використанням фізичних моделей має наближений характер, оскільки фізична реалізація випадкових функцій навантаження є складною. Тому

© П. Б. Клендій, Г. Я. Клендій, О. П. Дудар, 2016

найбільш ефективним методом оптимізації електромеханічних систем з будь-яким збуренням по їх каналах є математичне моделювання.

Останніми роками у практику науково-дослідних розробок широко впроваджуються персональні комп'ютери, що зумовило подальший розвиток цифрового моделювання електромеханічних систем. На сьогодні розроблено значну кількість математичних пакетів, за допомогою яких моделюють інженерні системи, у тому числі й електромеханічні. Одним із таких пакетів є LABVIEN – комплекс апаратних, програмних і технологічних засобів аналізу, моделювання та керування, орієнтований на локальні об'єкти в техніці. Він дає змогу оптимізувати робочі режими й демонструвати результати, завдяки своїм бібліотекам. У системних бібліотеках LABVIEN зберігаються базові модулі, з яких користувач збирає об'єкти.

Подібні можливості має пакет MathConnex у середовищі MATHCAD (“Mathsoft”).

Зручні для користувача, що розроблює і досліджує моделі електромеханічних систем, математичні пакети DERIVE (“Soft Warehouse”), EUREKA (“Borland”), MATHCAD (“Mathsoft”), MATLAB (“Mathwork”).

Перелічені вище пакети підтримують звичні арифметичні дії та тригонометричні функції, розв'язання рівнянь, роботу з комплексними числами, визначення інтегралів, розрахунок похідних, згладжування функцій і матричні операції, перетворення Фур'є і функцій Бесселя, можливість за допомогою спеціальних команд подавати результати розрахунків у графічній формі.

Ефективність застосування різних пакетів для моделювання електромеханічних систем можна оцінити критеріями обчислювальної математики, основними з яких є універсальність, мова моделювання, зручність застосування та перспективність концепції.

Універсальність моделей визначається їх повнотою, яка оцінюється можливістю різнобічного описання об'єкта, ієрархічністю, тобто здатністю до послідовного, алгоритмічного визначення закономірностей і особливостей його поведінки; комплектністю; високою продуктивністю та надійністю.

Перспективність концепції моделюючого середовища виражається в єдиному підході до постановки і розв'язування задач. Сучасна моделююча система неможлива без здатності до перебудови, готовності до зміни умов експлуатації, без засобів оптимізації своєї конфігурації з урахуванням розвитку об'єкта. Узагалі, авторитет розробника відіграє надзвичайно важливу роль з точки зору перспективності вибраного в моделюванні напрямку.

Щодо мови моделювання, то тут заслуговують на увагу моделі, які будуються із залученням пакетів прикладних програм відомих виробників.

Зручність застосування – це інтегрована оцінка, що характеризує доступність і простоту моделюючої системи, її привабливість для освоєння (наявність ситуативних довідкових засобів, достатність літератури); локалізацію, тобто можливість спілкування на національній мові.

Універсальні, всеохоплюючі моделюючі рішення ефективні лише в тому випадку, коли вони спираються на традиційно сильні, що впевнено розвиваються, колективи розробників, які забезпечують їх гарантований супровід і оновлення в руслі сучасної інформаційної техніки та практики електромеханічних систем.

У багатьох практичних задачах становить інтерес іноді не стільки кількісна оцінка ефективності системи, скільки її поведінка в тій або іншій ситуації. Для такого спостереження дослідник повинен мати відповідні “оглядові вікна”, які можна за необхідності закрити, перенести на інше місце, змінити масштаб і форму подання характеристик, що спостерігаються, причому не очікуючи закінчення поточного модельного експерименту.

Реалізація таких можливостей на універсальній мові програмування дозволяє ППП MatLAB і доводить до досконалості створення цифрових моделей електромеханічних систем.

Мета досліджень – побудувати імітаційну модель регульованого електроприводу пневмотранспорту млина P6-ABM-15 та визначити енергетичні показники у разі зміни завантаження пневмережі.

Матеріали і методика досліджень. Імітаційна модель частотно-регульованого електроприводу пневмотранспортної установки млина розроблена на основі [1],[2],[3] та показана на рис. 1 і складається з таких основних блоків: пневмережа – Subsystem, асинхронного електродвигуна – АД, частотного перетворювача, вимірювального комплексу – Machines masurement, а також блоків Product і Product 1, в яких, відповідно, визначається потужність і момент вентиляційної установки. За допомогою блоку Constant задається значення витрати повітря $\text{м}^3/\text{с}$., а блоком Constant 1 – значення коефіцієнта для визначення потужності вентиляційної установки, Вт.

Регулювання частоти обертання електродвигуна приводу вентиляційної установки проводиться наступним чином. Залежно від завантаження матеріалопроводів пневмотранспортної мережі, у пневмовітках і, відповідно, в колекторі, виникають певні значення втрат тиску і витрат повітря, значення яких отримують на виходах H1 і Q блоку Subsystem. Ці значення подаються на блок Product, де визначається необхідна потужність пневмотранспортної установки. Значення витрат повітря Q подається на блок Sum, де віднімається від значення $Q_{\text{зад}}$. На виході блоку Sum формується керуючий сигнал, який подається на частотний перетворювач. Залежно від величини сигналу, на виході частотного перетворювача формується певне значення напруги і частоти, які споживає електродвигун приводу вентиляційної установки. Дана система електрообладнання буде підтримувати необхідні значення технологічних параметрів (H, Q) для нормальної роботи пневмережі з раціональним використанням електроенергії.

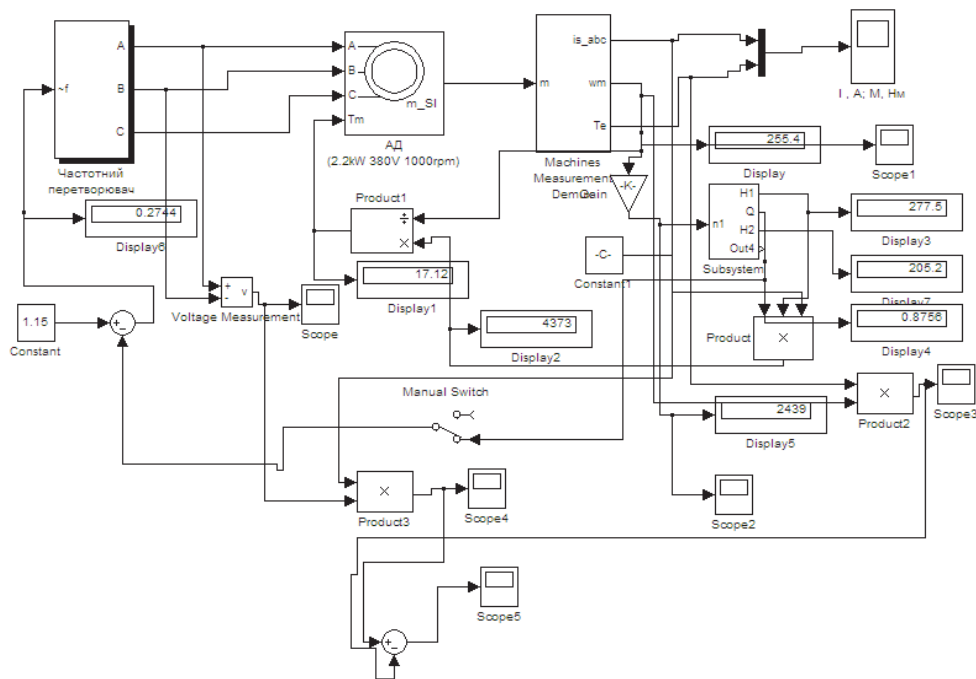


Рис. 1. Імітаційна модель частотно-регульованого електроприводу пневмотранспортної установки млина

Результати досліджень. Ця система електрообладнання буде підтримувати потрібні значення технологічних параметрів (Н, Q) для нормальної роботи пневмомережі та дає змогу визначати такі енергетичні показники, як: споживані електроприводом струм (1), електромагнітний момент (2) (рис. 2); потужність (рис. 3) і потужність на валу електродвигуна (рис. 4) при змінному завантаженні продуктопроводів пневмотранспорту (рис. 5). Після запуску вентиляційної установки і відсутності навантаження швидкість повітря в продуктопроводі сягає 30.4 м/с, а струм – 12А і потужність – 4.5кВт. Через 1 хв після пуску проходить послідовне завантаження продуктопроводів пневмосистеми, при цьому швидкість зменшується до 23.2 м/с, а струм і потужність зростають, відповідно – 13А, 5кВт. На 6 хв роботи млина в енергозберігаючому режимі різко зростає навантаження (на 20 % номінального), а швидкість у найбільш завантаженому продуктопроводі падає (рис. 5). Якщо не збільшити при цьому швидкість обертання вентиляційної установки, то трапиться завал продуктопровода. Причому, реакція системи регулювання на різке зменшення швидкості спрацьовує протягом 0,5–0,7 с. Система регулювання зумовлює збільшення швидкості вентиляційної установки і пневмосистема виходить на новий енергозберігаючий режим (рис. 5). При цьому швидкість аеросуміші знову досягає 12.6 м/с., а струм – 14А, потужність – 6 кВт (рис. 2 і 3), потужність на валу електродвигуна – 4,9 кВт (рис. 4) .

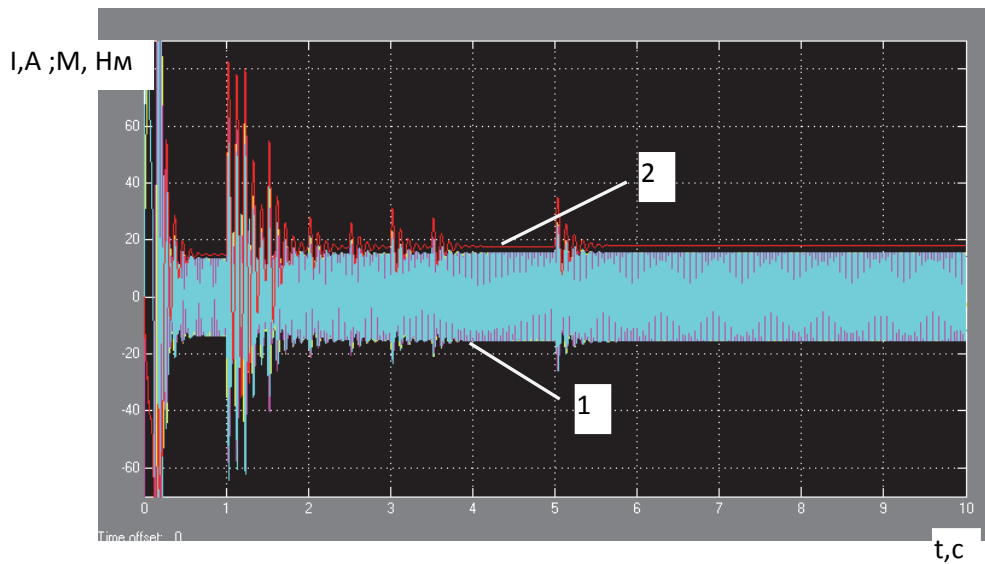


Рис. 2. Споживаний струм (1) і електромагнітний момент (2) електроприводу

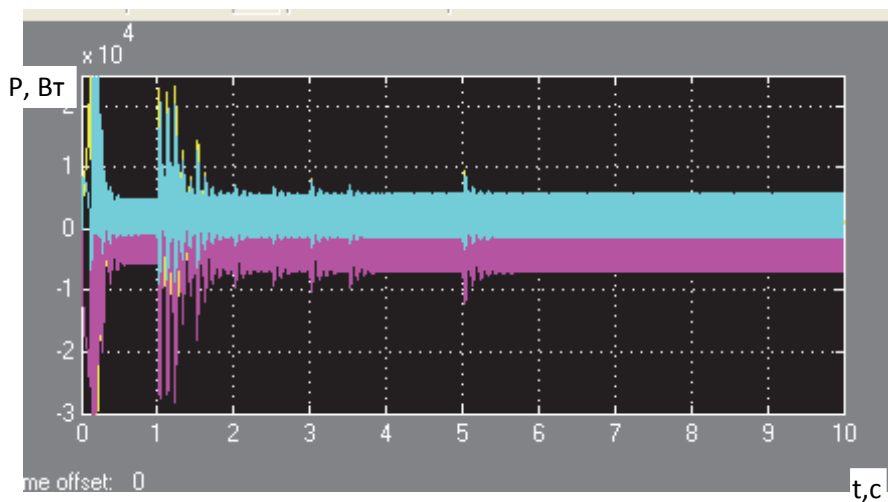


Рис. 3. Осцилограма споживання потужності електроприводом

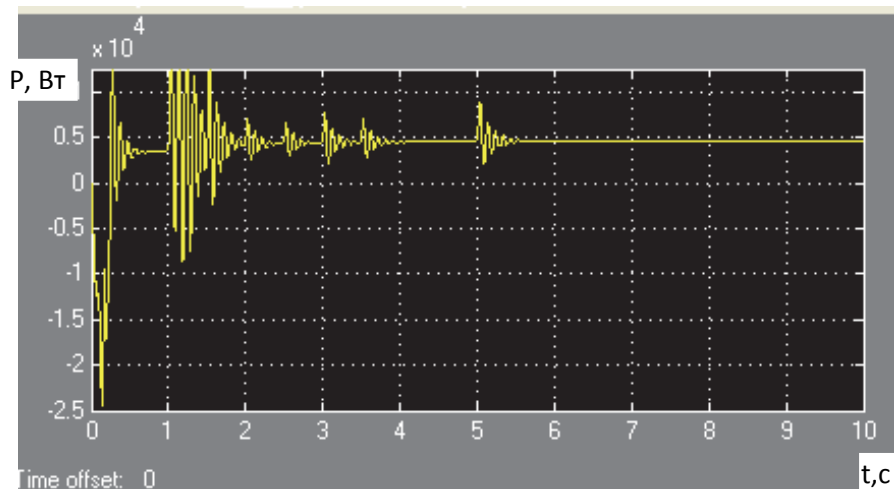


Рис. 4. Зміна потужності електроприводу залежно від режиму роботи пневмосистеми

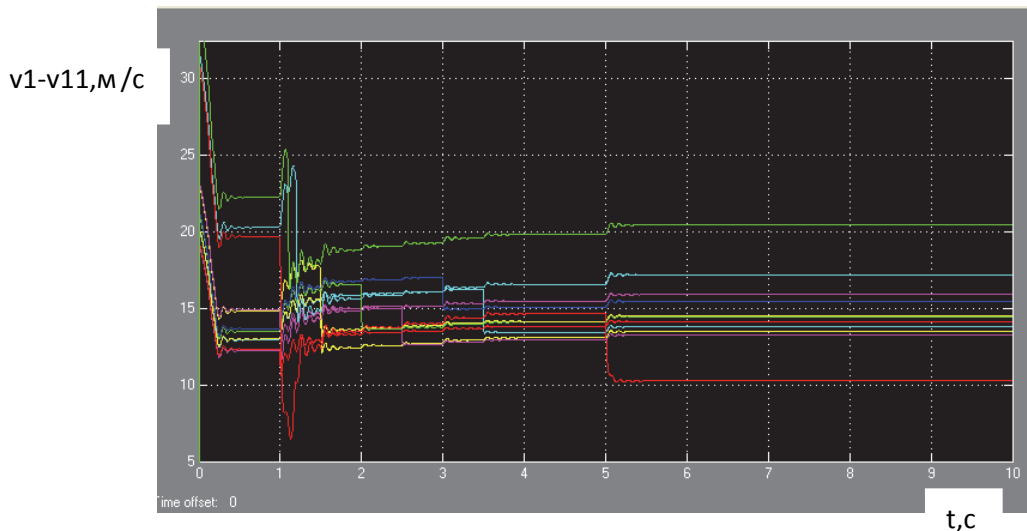


Рис. 5. Швидкість руху аеросуміші в матеріалопроводах при зміні їх завантаження

Висновки

Розроблена імітаційна модель дає змогу визначати енергетичні показники регульованого електроприводу пневмотранспорту млина в статичних і в динамічних режимах, а результати можуть бути використані при визначенні раціональних режимів роботи пневмотранспортних установок різної продуктивності, що транспортують сипкі матеріали з іншими фізико-механічними властивостями.

Список літератури

1. Катюха А. А. Обґрунтування закону керування частотно-регульованим електроприводом вентиляційної установки пневмосистем / А. А. Катюха, П. Б. Клендій, Г. Я. Клендій // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2013. – Вип. 13, т. 2. – С. 56–63.
2. Клендій П. Б. Математична модель процесу пневмотранспортування сипких матеріалів у продуктопроводі / П. Б. Клендій, Г. Я. Клендій, С. В. Гайдукевич // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2008. – № 1. – С. 119–124.
3. Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 / С. Г. Герман-Галкин. – СПб. : КОРОНА принт, 2001. – 320 с.

References

1. Katiukha, A. A., Klendii, P. B., Klendii, H. I. (2013). Obhruntuvannia zakonu keruvannia chastotno-rehulovanym elektropyvodom ventyliatsiinoi ustanovky pnevosystem [Ground of law of management of a the frequency-managed electromechanic vent setting of pneumatic systems]. Pratsi Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu, 13 (2), 56–63.
2. Klendii, P. B., Klendii, H. I., Haidukevych, S. V. (2008). Matematychna model protsesu pnevmotransportuvannia syppykh materialiv u produktoprovodi [The mathematical model of process of pneumotransporting of strew materials in product line]. Visnyk Ternopilskoho derzhavnoho tekhnichnoho universytetu, 1, 119–124.

3. German-Galkin, S. G. (2001). Komp'yuternoye modelirovaniye poluprovodnikovyykh sistem v MATLAB 6.0 [A computer design of the semiconductor systems is in MATLAB 6.0.]. SPb.: KORONA print, 320.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ РЕГУЛИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ПНЕВМОСЕТИ МЕЛЬНИЦЫ В ППП "MATLAB"

**П. Б. Клендий,
Г. Я. Клендий,
О. П. Дудар**

***Аннотация.** В статье в программном пакете Matlab проведено исследование регулируемого электропривода пневмотранспортной установки мельницы P6-ABM-15, где определены энергетические показатели при стохастической загрузке пневмосети.*

***Ключевые слова:** регулируемый электропривод, имитационная модель, энергетические показатели, электромеханическая система*

RESEARCH OF ENERGY MANAGED TO ELECTROMECHANIC OF A VENT SETTING OF PNEUMONETWORK OF MILL IN PPP "MATLAB"

**P. Klendiy,
G. Klendiy,
O. Dudar**

***Abstract.** In the article a study of the managed electromechanic of the pneumotransport setting of mill of P6-ABM-15 is undertaken in the programmatic package of Matlab, where the power indexes are certain at the stochastic loading of pneumonetwork*

***Keywords:** managed electromechanic, simulation model, power indexes, electromechanics system*