

УДК 621.316

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПНЕВМОТРАНСПОРТНОЇ УСТАНОВКИ БОРОШНОМЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

***П.Б. Клендій, кандидат технічних наук,
М.О. Русиняк, кандидат технічних наук,
Г.Я. Клендій, старший викладач,
В.Ю. Рами, кандидат технічних наук***

*Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і
природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»*

У статті в середовищі «Simulink» прикладної програми «MATLAB», розроблено комп'ютерну модель частотно-регульованого електроприводу пневмотранспортної установки млина та проведено дослідження динаміки процесу пневмотранспортування зерна і продуктів його розмолу.

Частотно-регульований електропривод, математична модель, комп'ютерне моделювання, пневмотранспортна установка.

Щоб дослідити динаміку процесу пневмотранспортування зерна і продуктів його помолу на борошномельних підприємствах, яка впливає на енергетичні показники млина, потрібно застосувати сучасні математичні апарати з використанням комп'ютерної техніки, оскільки дослідження режимів роботи електромеханічних систем з використанням фізичних моделей має наближений характер і фізична реалізація випадкових функцій навантаження є складною. Тому найбільш ефективним методом оптимізації електромеханічних систем з будь-яким збуренням по їх каналах є математичне моделювання.

Існуючі на сьогоднішній день математичні моделі динаміки процесу пневмотранспортування зерна і продуктів його розмолу є спрощені і в більшості випадків їх опис не відповідає реальним явищам, що виникають при роботі млина, через складність процесу і впливу різних випадкових збурень. Тому для розгляду роботи пневмомережі в динамічному режимі потрібно розробити математичні моделі на основі комп'ютерного моделювання. Застосування комп'ютерних систем дозволить відтворити реальність процесу транспортування і дослідити його на предмет енерговитрат.

Мета дослідження – розробити математичну модель частотно-регульованого електроприводу пневмотранспорту млина і провести дослідження швидкісних режимів процесу пневмотранспортування зерна та продуктів його розмолу.

Матеріали і методика досліджень. В останні роки у практику науково-дослідних розробок широко впроваджуються персональні комп'ютери, що зумовило подальший розвиток цифрового моделювання електромеханічних систем. На сьогоднішній день розроблено значну кількість математичних

пакетів, за допомогою яких моделюють інженерні системи, у тому числі і електромеханічні. 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'єкту, ієрархічністю, тобто здатністю до послідовного, алгоритмічного визначення закономірностей і особливостей його поведінки; комплектністю; високою продуктивністю та надійністю.

Оцінюючи за допомогою цих критеріїв комп'ютерні системи математичного моделювання, однозначно слід віддати пріоритет пакету MatLAB.

Результати досліджень. Використовуючи функціональну схему частотно-регульованого електроприводу вентиляційної установки пневмосистеми [1] і [2] за допомогою ППП "Matlab" в середовищі "Simulink" розроблена імітаційна модель енергозберігаючої системи пневмотранспортної установки млина типу Р6-АВМ-15, яка показана на рис. 1.

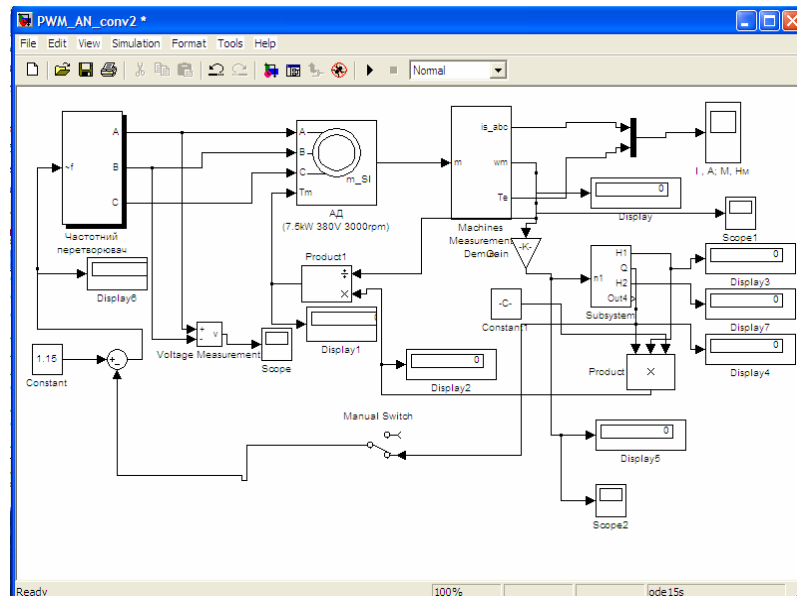


Рис. 1. Імітаційна модель частотно-регульованого електроприводу пневмотранспортної установки млина

Імітаційна модель частотно-регульованого електроприводу пневмотранспортної установки млина складається з таких основних блоків: пневмомережа – 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. В залежності 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. В залежності 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 пневмомережі з раціональним використанням електроенергії. На рис. 2 і 3 показано зміну швидкості (v) аеросуміші у найбільш завантаженому продуктопроводі та тиску (H) в колекторі пневмосистеми. Після запуску млина і відсутності навантаження розрідження в колекторі пневмосистеми і рух в продуктопроводі сягають відповідно 2850 Па і 30.4 м/с. Через 1 хв після

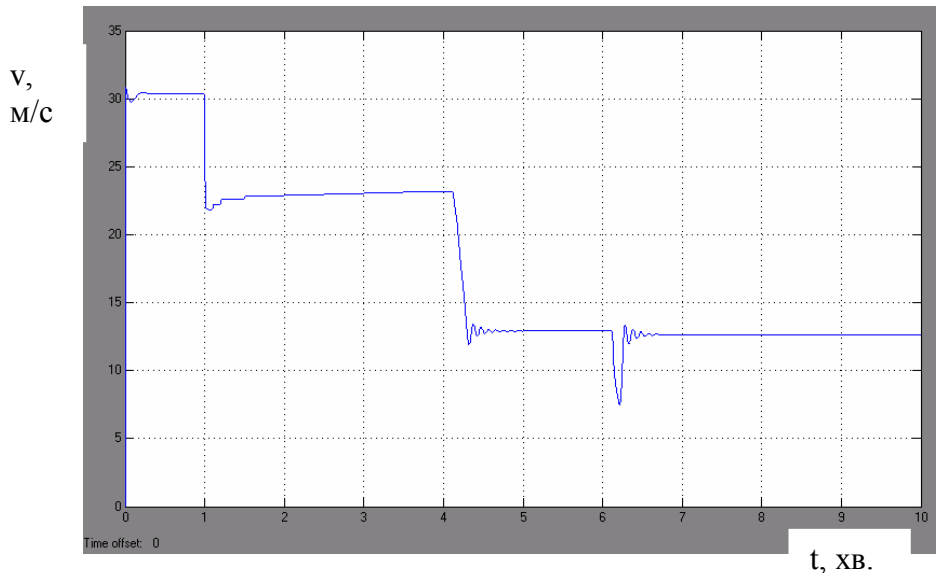


Рис. 2. Зміна швидкості аеросуміші в часі залежно від режиму роботи пневмосистеми

пуску розпочинається послідовне завантаження продуктопроводів пневмосистеми (завершується через 3,5 хв) при цьому тиск зростає до 3200 Па, а швидкість зменшується до 23,2 м/с. на 4 хв роботи систему переводять в енергозберігаючий режим, швидкість руху аеросуміші зменшується до 12,6 м/с, а тиск – до 1850 Па.

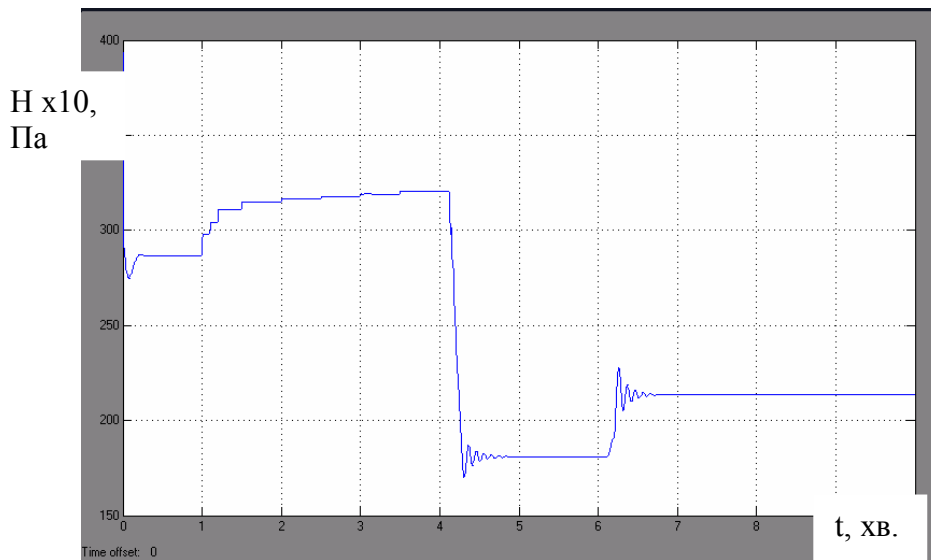


Рис. 3. Зміна тиску в колекторі в залежності від режиму роботи пневмосистеми

Оскільки потужність, що споживається вентиляційною установкою

$$P = \frac{kQH}{\eta_m}, \quad (1)$$

де k – постійний коефіцієнт; $\eta_m = f(Q)$ – ККД вентиляційної установки, то зменшення тиску в 1,73 рази і швидкості руху аеросуміші в 1,84 рази в енергозберігаючому режимі в порівнянні з цими параметрами у звичайних (нерегульованих) режимах роботи приводить до зменшення споживаної потужності у 3,2 рази. Але на 6 хв роботи млина в енергозберігаючому режимі різко падає швидкість в найбільш завантаженому продуктопроводі і зростає розрідження в колекторі пневмосистеми рис. 2 і 3 внаслідок зростання навантаження (на 20% номінального). Якщо не збільшити при цьому швидкість обертання вентиляційної установки то трапиться завал продуктопровода.

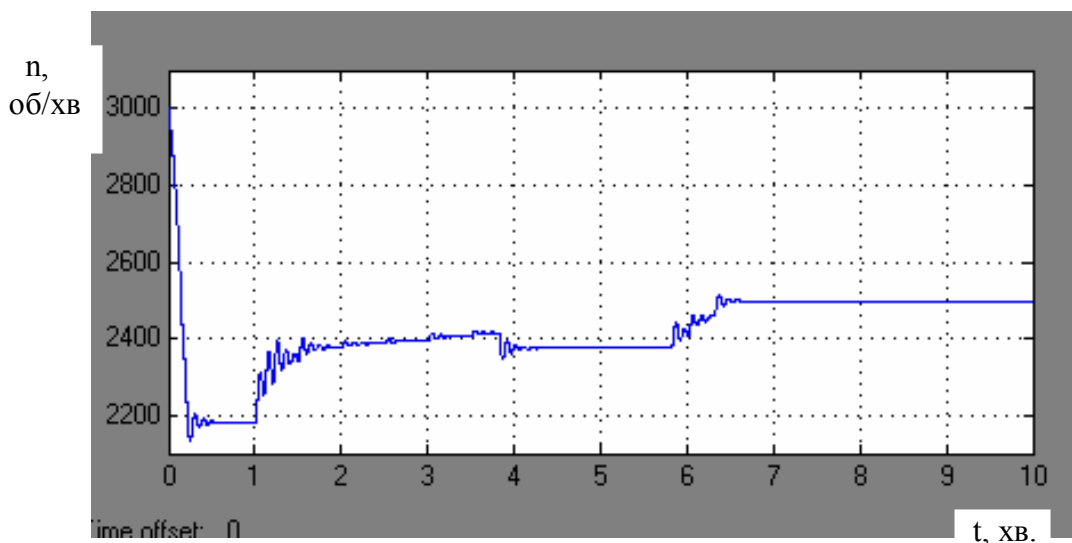


Рис. 4. Зміна частоти обертання електроприводу вентиляційної установки в залежності від режиму роботи пневмомережі

Причому реакція системи регулювання на різке зменшення швидкості повинна спрацювати протягом 0,5 – 0,7 с. Коректуюча ланка системи регулювання зумовлює збільшення швидкості вентиляційної установки (рис. 4) і пневмосистема виходить на новий енергозберігаючий режим (рис. 2 і 3). При цьому швидкість аеросуміші знову досягає 12,6 м/с., а розрідження в колекторі – 2100 Па.

Висновки

1. Розроблена комп'ютерна модель електроприводу пневмотранспортної установки із системою регулювання її режимів роботи дозволяє досліджувати характеристики і параметри процесу транспортування зерна і продуктів помолу в робочих і аварійних режимах.

2. Якість і надійність роботи пневмотранспортної установки і швидкодія системи регулювання найкраще забезпечується при реалізації закону управління електроприводом $\Psi_2 = \text{const}$ і корекції керуючої дії за відхиленням продуктивності пневмоустановки.

3. Запропонований спосіб корекції керуючої дії системи управління, коли оцінку тиску і продуктивності пневмосистеми визначається за параметрами електроприводу, виключає необхідність датчиків безпосереднього вимірювання цих характеристик транспортування аеросуміші, що підвищує надійність і ефективність роботи борошномельного підприємства.

Список літератури

1. Катюха А.А., Клендій П.Б., Клендій Г.Я. Обґрунтування закону керування частотно-регульованим електроприводом вентиляційної установки пневмосистем // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 13. Т. 2 – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – С.56 - 63.

2. Клендій П., Клендій Г., Гайдукевич С. Математична модель процесу пневмотранспортування сипких матеріалів у продуктопроводі // Вісник Тернопільського державного технічного університету № 1, 2008. – С 119 - 124.

В статье в среде «Simulink» программы "MATLAB" разработана компьютерная модель частотно-регулируемого электропривода пневмотранспортной установки мельницы и проведено исследование динамики процесса пневмотранспортирования зерна и продуктов его размола.

Частотно-регулируемый электропривод, математическая модель, компьютерное моделирование, пневмотранспортная установка.

The article in the medium «Simulink» application "MATLAB" Computer models developed frequency-controlled electric pneumatic installation mill and studied the dynamics of pnevmotransportuvannya grain and grinding it.

Variable frequency drives, mathematical models, computer simulation, pneumatic installation.