

КИНЕТОСТАТИКА ПРОГРАММНЫХ РАЗГРУЖАТЕЛЕЙ ЦИКЛИЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ НЕПОВНОЗУБИХ КОЛЕС С УЧЕТОМ ДИСИПАТИВНЫХ СИЛ

Приводятся результаты кинестатического исследования программного разгрузителя циклического механизма неповнозубих колес с кулачковым включением с учетом сил трения в кинематических парах.

KINETOSTATICS OF PROGRAMMATIC RAZGRUZHATELEY OF CYCLIC MECHANISMS OF NEPOVNOZUBIKH OF WHEELS TAKING INTO ACCOUNT DISIPATIVNIKH OF FORCES

The results of kinetostatics research of programmed cyclic mechanism unloader of complete-cogged tooth gears supplied with cam input and including friction forces in kinematics pairs have been offered in this article.

Стаття надійшла 03.03.11

УДК 681.536

В. О. Лаптев

Українська академія друкарства

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗРІВНОВАЖУЮЧОГО КУЛАЧКОВОГО МЕХАНІЗМУ (ЗКМ) З ПОРШНЕВИМ НАВАНТАЖУВАЧЕМ ОСНАЩЕНИМ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЮ СИСТЕМОЮ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТИСКУ (САР) В ПНЕВМОЦИЛІНДРІ

Побудована модель мікроконтролерної системи автоматичного регулювання тиску в пневмоциліндрі ЗКМ з поршнеvim навантажувачем та проведено її дослідження в середовищі Mathlab-Simulink. Проаналізовано роботу системи на різних режимах роботи машини та подані рекомендації з підвищення ефективності САР.

Зрівноважуючий кулачковий механізм, пневмоциліндр, середовище Mathlab-Simulink, мікроконтролерна система

Зрівноважуючи кулачкові механізми з пневматичними навантажувачами, в яких можна автоматично регулювати тиск повітря (енергоємність) залежно від швидкісного режиму роботи машини-автомата й умов навантаження залишаються найперспективнішими пристроями програмного зрівноваження надлишкових навантажень [4].

Перевага зрівноважуючих кулачкових механізмів полягає в тому, що з їх допомогою можна зрівноважувати надлишкові навантаження будь-якого циклового механізму незалежно від довготривалості і характеру навантаження під час робочого і холостого ходів. Більшість машин-автоматів мають широкий

діапазон робочих швидкостей, тому виникає необхідність у створенні надійної системи автоматичного регулювання тиску повітря в циліндрі пневмонавантажувача, згідно з змінним швидкісним режимом роботи машини-автомата, для забезпечення постійного ефекту зрівноваження. Автори запроектували декілька таких систем САР, які постійно удосконалювались [1, 4]. Особливістю САР у пневмонавантажувачах є нелінійна залежність потрібного тиску від швидкості роботи машини.

Також для пневмонавантажувачів односторонньої дії з ізобарним процесом зміни стану повітря можна досягти повного зрівноваження за умови зміни тиску згідно з залежністю [3]:

$$P_{on\ i} = P_{on} \cdot \left(\frac{n_i}{n_0} \right)^2,$$

де P_{on} — надлишковий тиск повітря в камері пневмонавантажувача, який відповідає початковому швидкісному режиму роботи машини; $P_{on\ i}$ — надлишковий тиск повітря, який характерний для нового швидкісного режиму роботи машини; n_i — частота обертання головного вала при новому швидкісному режимі роботи машини-автомата.

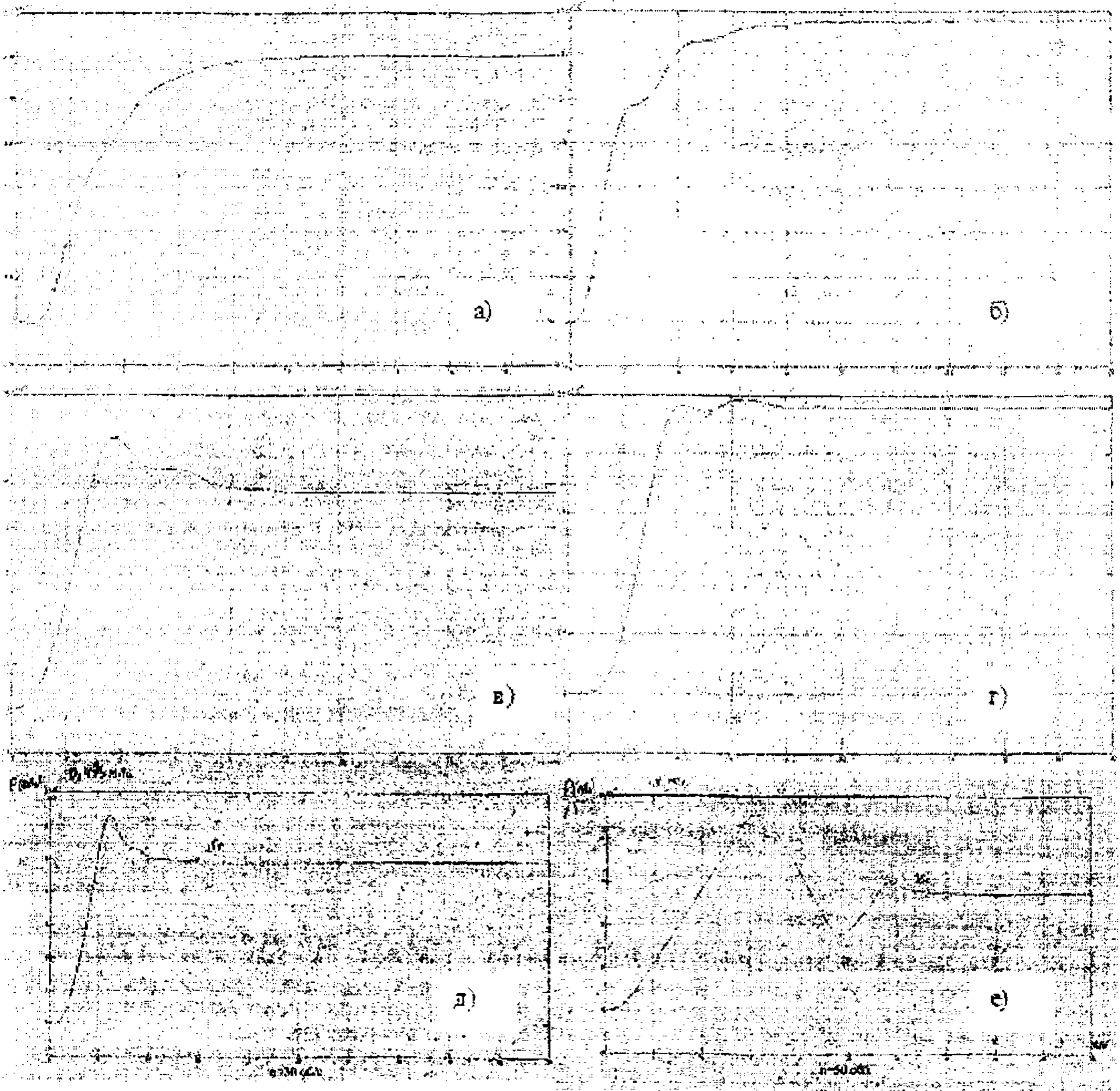
Пневмопружні елементи різної енергоємності отримуються внаслідок зміни початкового надлишкового тиску в камері навантажувача через застосовування САР тиску повітря в пневмоциліндрі [3].

Для підвищення ефективності САР була запропонована удосконалена мікроконтролерна система автоматичного регулювання тиску повітря в пневмоциліндрі ЗКМ [1]. Отож розроблено математичну модель САР тиску, побудовано структурну схему системи автоматичного регулювання тиску в пневмоциліндрі, на основі якої складено схему моделі системи автоматичного регулювання тиску в середовищі Matlab-Simulink і проведено моделювання.

Виконавчий і зрівноважувачий механізми досліджувалися при частоті обертання головного вала $n = 3,3; 5; 21; 30; 50$ с⁻¹.

Результати досліджень подані в графіках (див. рисунок), при заданій швидкості $n_0 = 3,3$ об. (надлишковий тиск у пневмоциліндрі має відповідати $P_{on} = 0,006$ МПа. Як видно з графіка (див. рисунок, а) система виходить на усталений режим приблизно за 10 сек. І тиск, який при цьому встановлюється, відповідає початковому надлишковому тиску P_{on} . Якщо швидкість роботи машини збільшувати до 4 і 21 об/с, то отримуємо перехідний процес, графік якого наведено на рисунку б, в. З аналізу графіків випливає, що час перехідного процесу збільшився несуттєво, приблизно на 10%, а тиск збільшився до 0,024 МПа. При збільшенні швидкості до $n = 30$ об/с збільшився час перехідного процесу t до 15 с і надлишковий тиск збільшився до 0,493 МПа (див. рисунок, г). Якщо задавати максимальну швидкість $n = 50$ об/с, то час перехідного процесу збільшується до 35 с, а тиск у пневмоциліндрі зростає до 1,4 МПа, отримуємо характер перехідного процесу системи автоматичного

регулювання тиску, який подано на рисунку, д. Аналіз графіків (див. рисунок б, в) показує, що час перехідного процесу, як і в попередньому випадку становить приблизно 10 с, але з'явилося перерегулювання вихідного параметра, яке становить 20%, це пов'язано з тим, що на моделі ми задаємо швидкість роботи машини як ступеневу функцію, яка змінюється від нуля до максимального значення миттєво, на практиці і така зміна відбувається з певним запізненням, що суттєво зменшить перерегулювання.



Результати досліджень

Для прикладу приймемо, що час зміни виходу роботи машини на максимальну швидкість становить 2 с, а швидкість при цьому зростає лінійно, тоді після введення такої умови отримаємо графік перехідного процесу, який зображено на рисунку, е. Як видно з рисунку, величина перерегулювання зменшилася порівняно з попереднім випадком у 10 разів (див. рисунок в).

Відповідно до того, що практично здійснити миттєвий запуск машини неможливо, тому розроблена САР тиску забезпечує оптимальний режим

роботи пневмонавантажувача і суттєво підвищує демпфівальний ефект ЗКМ.

Водночас аналіз графіка (див. рисунок, d), якщо швидкість машини $n = 50$ об/с або $\omega = 300$ р/с ($n = 3000$ об/хв) показує, що подальше збільшення швидкості роботи машини приведе до збільшення часу виходу роботи машини на усталений режим роботи ($t = 35$ с) і збільшення перерегулювання. У цьому випадку виникає потреба побудови детальніших моделей для введення в систему автоматичного регулювання додаткових корегувальних елементів, які б дали можливість оптимізувати якість перехідного процесу системи регулювання.

1. Верхола М. Мікроконтролерна система автоматичного регулювання тиску в пневмоциліндрі зрівноважуючого кулачкового механізму / М. Верхола, В. Лаптев // Комп'ютерні технології друкарства. — 2008. — № 19. — с. 32–45. 2. Католюз Е. И. Конструкция и расчет однокулачкового энергоконстантного механизма / Е. И. Католюз // Теория механизмов и машин. — Х., 1979. — № 26. — с. 41–45. 3. Лаптев В. О. Система автоматичного регулювання тиску в пневмокулачковому зрівноважуючому механізмі / В. О. Лаптев // Поліграфія і видавнича справа. — 1982. — № 18. — с. 57–60. 4. Полюдов А. Н. Пневматические уравновешивающие кулачковые механизмы / А. Н. Полюдов, Е. И. Католюз, В. А. Лаптев. — Львов : Свит, 1990. — 175 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ УРАВНОВЕШИВАЮЩЕГО КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА (ЗКМ) С ПОРШНЕВЫМ ПОГРУЗЧИКОМ ОСНАЩЕННЫМ МИКРОКОНТРОЛЕРНОЙ СИСТЕМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ ДАВЛЕНИЯ (САР) В ПНЕВМОЦИЛИНДРЕ

Построенная модель микроконтролерной системы автоматической регуляции давления в пневмоцилиндре ЗКМ с поршневым погрузчиком и проведено ее исследование в среде Matlab-simulink. Проанализирована работа системы на разных режимах работы машины и даны рекомендации по повышению эффективности САР.

RESEARCH OF FIST EQUILIBRATOR (ZKM) WITH PISTON LOADER EQUIPPED MIKROKONTROLERNOY BY SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF PRESSURE (SAR) IN PNEVMOCILINDRI

The model of this system in the Matlab-Simulink environment has been built and the work of automatic adjusting of pressure system has been researched and analyses.

Стаття надійшла 02.03.11