

СТРУКТУРНА СХЕМА МОДЕЛІ ПНЕВМОЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПУЛЬСАТОРА

Лаврик Ю.М. ас.

(Львівський національний аграрний університет)

Розроблена структурна схема системи функціональних елементів пневмоелектромагнітного пульсатора з врахуванням передавальних функцій його елементарних ланок. Виведена система рівнянь, що описує залежність між вхідними та вихідними параметрами пневмоелектропульсатора.

Постановка проблеми. Для визначення динамічних властивостей вакуумно-клапанної системи пульсатора необхідно розробити структурну схему моделі, що дозволить описати процеси, які забезпечують його функціонування. Маючи структурну схему та володіючи інформацією про дію кожної елементарної ланки можна визначити перехідні процеси пульсатора, оцінити вплив зовнішніх факторів на його роботу, обґрунтувати параметри роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При дослідженні та аналізі пульсаторів доїльних апаратів значну увагу приділяють їх конструкції й роботі, не виокремлюючи при цьому його складових, що є однобічним й неповним вирішенням поставлених завдань.

Електромагнітні пульсатори недостатньо описані в сучасній літературі та опублікованих матеріалах[1,2]. Так автор описує динаміку роботи доїльного апарата для визначення статичних та динамічних його характеристик, при цьому розглядаючи пульсатор як елемент системи, а не сукупність елементарних ланок [2].

Постановка завдання. Завдання дослідження - розробити структурну схему й рівняння передавальних функцій системи електромагнітного пульсатора попарної дії.

Виклад основного матеріалу. Невисока швидкість передачі сигналу пневматичним шляхом (відсмоктуванням повітря), а також наявність в системі пружних елементів зумовлює велику інерційність роботи пульсатора. Оскільки основним його завданням є коливання із заданими часовими інтервалами від яких залежатиме робота доїльного апарата, то можливість підлаштування його параметрів до фізіологічних особливостей корів, особливо під час проходження процесу доїння, є першочерговим завданням у вдосконаленні доїльного обладнання. Тому розглядаючи роботу цього виконавчого механізму в статичній [1] ми упускаємо важливі моменти, які в кінцевому випадку можуть призвести до нероботоздатності запроектованої моделі пульсатора або до невідповідності технологічного процесу доїння з фізіологічними особливостями молоковіддачі корови.

Роботу пульсатора в динаміці зводимо до опису кожної його ланки й перейдемо до загального характеристичного рівняння [3-7]. Для цього розроблена структурна схема у вигляді передавальних функцій (рис.1,а):

$K_1(p)$ – передавальна функція електромагніта, на вхід якого подається напруга живлення;

$K_2(p)$ – передавальна функція клапана електромагніта;

$K_3(p)$ – передавальна функція мембранноштокової групи;

$K_4(p)$ – передавальна функція камер змінного вакуумметричного тиску (робочі камери);

$K_5(p)$ – передавальна функція камер постійного вакуумметричного тиску.

Вхідний сигнал $X_{вх}$ і вихідний сигнал $X_{вих}$ системи та підведення вакуумметричного $P_B(t)$ і атмосферного $P_A(t)$ тиску відповідають функціональним особливостям електромагнітного пульсатора попарної дії [8].

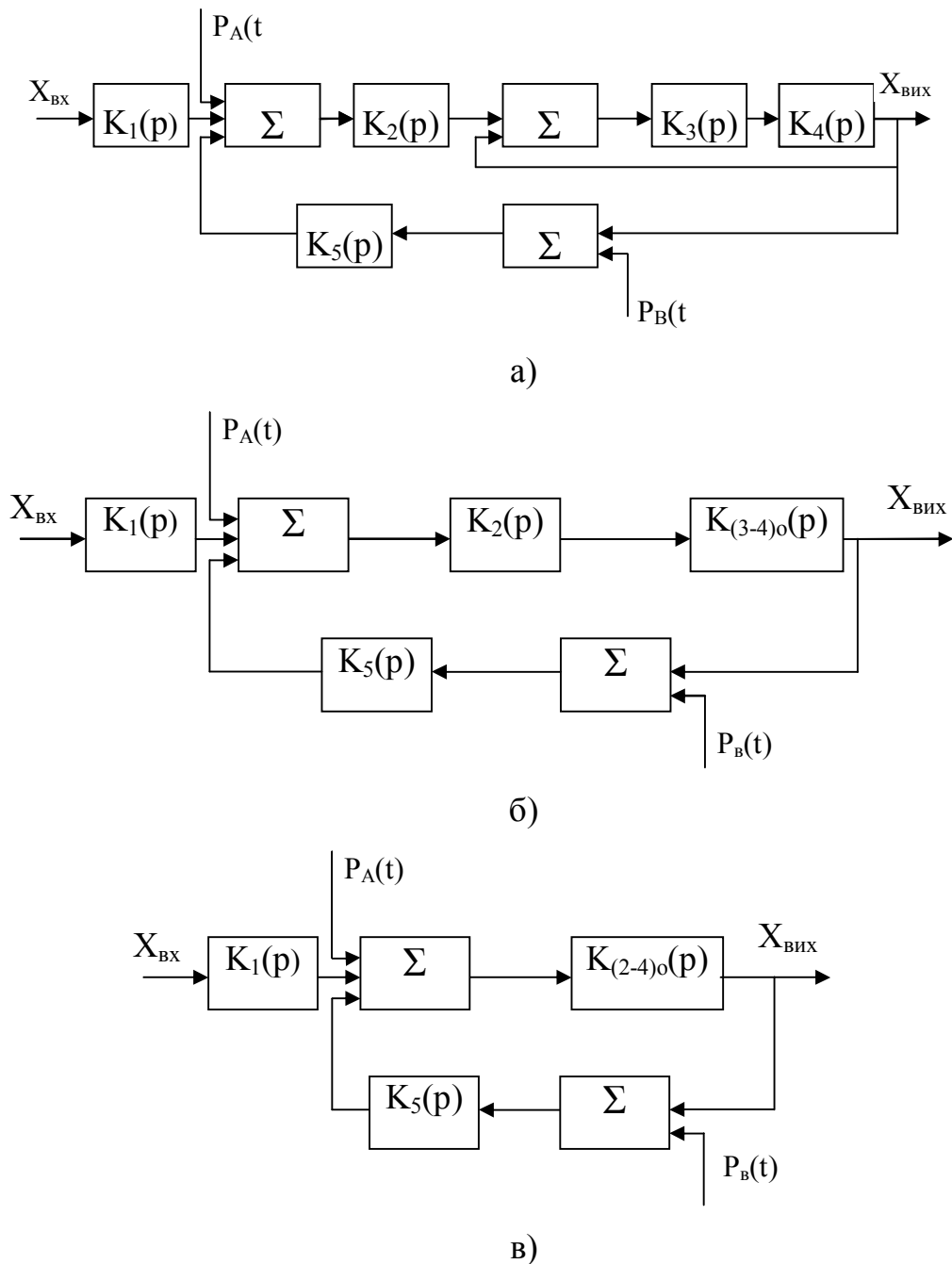


Рис.1. Структурні схеми моделі електромагнітного пульсатора доїльного апарата: а) початкова структурна схема; б) проміжний результат перетворення структурної схеми; в) кінцевий результат.

Для спрощення схеми та приведення її до зручного вигляду перетворення зручно провести в наступній послідовності:

- замінимо дві послідовно розміщених ланки $K_3(p)$ та $K_4(p)$ еквівалентною їм:

$$K_{3-4}(p) = K_3(p) K_4(p); \tag{1}$$

- Замінімо утворену нову ланку, що містить зворотній зв'язок, еквівалентною схемою:

$$K_{(3-4)o}(p) = K_{3-4}(p) / (1 \pm K_{3-4}(p)). \quad (2)$$

А з врахуванням формули (1) буде:

$$K_{(3-4)o}(p) = K_3(p) K_4(p) / (1 \pm K_3(p) K_4(p)) \quad (3)$$

Знак “±” береться відповідно до додатного чи від'ємного зворотного зв'язків.

Після перетворень схема набуде вигляду, який зображено на рис. 1,б.

Наступні дві ланки $K_2(p)$ та $K_{(3-4)o}(p)$ об'єднуєм, оскільки вони є послідовними в даній схемі. Еквівалентна ланка описується виразом:

$$K_{(2-4)o}(p) = K_2(p) K_{(3-4)o}(p) = K_2(p) K_3(p) K_4(p) / (1 \pm K_3(p) K_4(p)). \quad (4)$$

В кінцевому випадку схема набуде вигляду, який зображено на рис. 1,в.

Оскільки отримана схема включає в себе окрім вхідних (задаючих) дій, ще зовнішні впливи у вигляді вакуумного та атмосферного тисків, то нас цікавитиме як саме залежить вихідна величина від задаючих і зовнішніх впливів. Провівши відповідні дії загальне рівняння, котре включає в себе всі елементи структурної схеми матиме наступний вигляд:

$$X_{вих}(p) = [X_{вх}(p) + P_A(p) + (K_{(2-4)o}(p) + P_в(p)) K_5(p)] K_{(2-4)o}(p), \quad (5)$$

де $P_A(p)$ та $P_в(p)$ – передавальна функція впливу зміни атмосферного та вакуумметричного тиску.

Для зручності математичних операцій рівняння (5) доцільно розділити на систему рівнянь, кожна складова якої стосуватиметься відповідного вхідного чи збурюючого чинника:

$$\left. \begin{aligned} X_{вих}^{ВХ}(p) &= X_{вх}(p) K_{(2-4)o}(p) \\ X_{вих}^A(p) &= P_A(p) K_{(2-4)o}(p) \\ X_{вих}^B(p) &= (K_{(2-4)o}(p) + P_в(p)) K_5(p) K_{(2-4)o}(p) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де $X_{вих}^{вх}(p)$, $X_{вих}^A(p)$ і $X_{вих}^B(p)$ – складові керуючої величини, що обумовлюються дією вхідних (корисних) впливів, збурюючих впливів атмосферного та вакуумметричного тисків.

Тоді рівняння (5) у спрощеному вигляді буде:

$$X_{вих}(p) = X_{вих}^{вх}(p) + X_{вих}^A(p) + X_{вих}^B(p) \quad (7)$$

Висновок. Наведене характеристичне рівняння роботи електромагнітного пульсатора дозволяє моделювати динамічні перехідні процеси й оцінити постійні часу для тактів ссання і стиску, а також перевірити якість і стійкість системи вцілому.

Список літератури

1. Краснов Н.И. Доильные аппараты. – Ростов: Изд-во Ростов. ун-та, 1974. – 228 с.
2. Бенова Е.В. Динамические режимы и параметры вакуумного привода двух-трехтактного доильного аппарата: Автореф. дис...к.т.н.: 05.20.01/ ГНУ ВНИПТИМЭСХ. – зерноград. – 2007 г.
3. Зайцев Г. Ф. Теория автоматического управления и регулирования. – 2-е изд., перераб. И доп. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989. 431 с.
4. Бородин И.Ф., Кирилин Н.И. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов. М., “Колос”, 1977. – 328 с.
5. Вакуумная техника: Справочник/ Е.С. Фролов, В.Е. Минайчев, А.Т. Александрова и др.: Под общ. ред. Е.С. Фролова, В.Е. Минайчева. – М.: Машиностроение, 1992. – 480 с.
6. Воронов А.А. и др. Основы теории автоматического регулирования и управления. Учеб. Пособие для вузов. М., “Высш. Школа”, 1997. – 510 с.
7. Моделирование процессов и систем: Учеб. Пособие / В.Л. Волков; Нижегород. Гос. техн. ун-т. Н.Новгород, 2005. – 80 с.

8. Дмитрів В.Т., Лаврик Ю.М., Дмитрів І. В. Банга В. І. Електромагнітний пульсатор попарної дії // Патент України на корисну модель №34481. Опубл. 11.08.2008 Бюл. №15.

Аннотация

Структурная схема модели пневмоэлектромагнитного пульсатора

Лаврик Ю.М.

Разработана структурная схема системы функциональных элементов пневмоэлектромагнитного пульсатора с учетом передаточных функций его элементарных звеньев. Обоснована система уравнений, которая описывает зависимость между входными и выходными параметрами пневмоэлектропульсатора.

Abstract

Flow diagram of model pneumatic electromagnetic pulsator

Lavryk Y.M.

The flow diagram of the system functional elements of pneumatic electromagnentic pulsator is developed taking into account transmission functions him elementary links. The system of equalizations, is shown out which describes dependence between the input and output parameters of pneumatic electromagnentic.