

УДК 629.3.027 : 629.3.064

Узунов Олександр Васильович, д.т.н., проф., Матвієнко Тетяна Геннадіївна, студент,
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м.Київ, Україна

Модульна будова математичної моделі пристрою керування тиском в шинах транспортних засобів

Анотація. Вирішення задачі керування тиском в шинах транспортних засобів дозволяє отримати ряд переваг таких, як підвищення комфорту, підвищення прохідності, збільшення терміну експлуатації та зменшення витрат пального. В роботі розроблено систему незалежного керування тиском в кожній шині транспортного засобу на основі однотипного електропневмомеханічного пристрою. Для вказаного пристрою розроблено модульну будову математичної моделі та математичні описи її модулів. Результати роботи можуть бути використані для проектування систем керування тиском в шинах транспортних засобів.

Ключові слова: транспортні засоби, шини, тиск, математичне моделювання, процес.

Широке використання транспортних засобів на колісному ході обумовлює їх постійне вдосконалення. Одним з напрямків вдосконалення є збільшення безпеки та комфорту транспортування. Використання шин в таких транспортних засобах з одного боку додає ряд можливостей, а, з іншого боку, призводить до виникнення ряду проблем.

Одною з проблем є можливість проколу шин. Окрім того, що це спричинить неможливість пересування, ймовірно також виникнення аварійної ситуації з небажаними наслідками. Другою суттєвою проблемою є різна керованість транспортного засобу при різних дорожніх умовах. Наприклад, при пересуванні по різних поверхнях - піску, ґрунту, або щебеню тиск в шинах напряму впливає на прохідність транспортного засобу. Є також економічна складова, яка залежить від тиску в шинах. Тиск в шині впливає на термін її експлуатації і на витрати пального. Наприклад, при зменшенні опору кочення шини за рахунок збільшення тиску в шинах на 3% зменшується витрата пального і його економія складає 1% [1].

Метою роботи є підвищення безпеки, економія палива та підвищення комфорту завдяки налаштуванню та підтриманню заданого тиску в шинах транспортного засобу. Задачами роботи є – удосконалення принципової схеми технічної системи для можливості незалежного керування тиском в шинах транспортного засобу; розробка принципової схеми та математичної моделі пристрою завдання та підтримання тиску в шині; - налаштування та тестування математичної моделі.

Для можливості керування тиском та його підтримання в шинах транспортних засобів розроблено принципову схему автоматичної системи. Вона ґрунтується на застосуванні пристроїв завдання та підтримання тиску в шині кожного окремого колеса, які живляться від одного джерела стиснутого повітря і керуються одним контролером. В свою чергу, пристрій завдання та підтримання тиску (рис.1) містить золотник, розміщений в корпусі з можливістю переміщення вздовж осі. Права торцева поверхня золотника разом з внутрішньою частиною корпусу утворює пневматичну камеру, а лівий торець золотника контактує з пружиною, яка з іншого боку притискається механізмом задавання потрібного тиску. Механізм містить гвинт, що має можливість загвинчуватись в отвір в корпусі вздовж осі золотника, і зв'язаний з валом крокового двигуна, а сам кроковий двигун зафіксовано в корпусі.

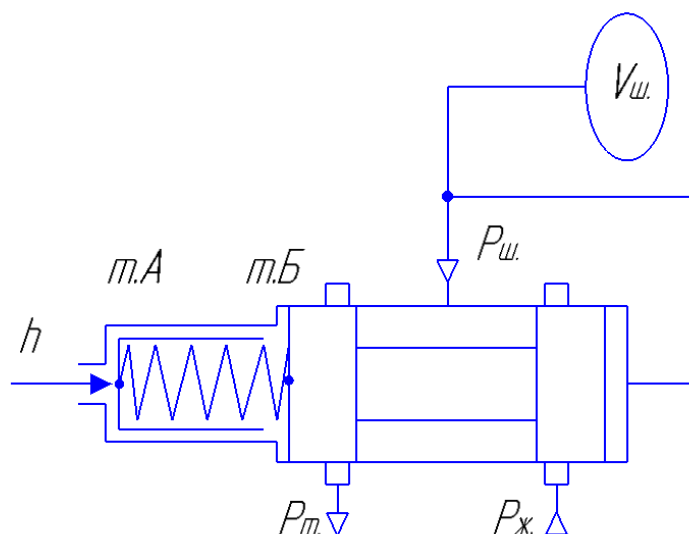


Рис.1 Схема пристрою завдання та підтримання тиску

Початкове положення елементів пристрою відповідає стану рівноваги, тиск в усіх порожнинах пристрою і в шині дорівнює атмосферному. Для накачування шини до заданого тиску лівий край пружини переміщується на величину h . Правий край пружини контактує з золотником. Переміщення h призводить до виникнення сили, яка діє на золотник і переміщує його. Протидіють цій силі сила тертя $F_{\text{тертя}}$ та сила $P_{\text{ш}}$. Коли тиск в шині зростає до заданого, сила $P_{\text{ш}}$ поверне золотник у середнє положення, який буде знаходитись в ньому поки не зміняться налаштування пристрою на інший тиск або тиск в шині зміниться у разі зміни умов експлуатації.

Побудова моделі виконувалась за циклічно-модульним підходом. Принципову схему пристрою завдання та підтримання тиску (рис.1) було розподілено на три основні модулі, кожен з яких відповідає окремому процесу, і їх дію описано математичними залежностями. Схема першого модулю пристрою містить два під модулі. Перший під модуль містить послідовно з'єднані - елемент живлення який забезпечує тиск $P_{\text{жив}}$ і подачу стисненого повітря, регульований дросель зі змінною площею поперечного перерізу дроселя – $f_{\text{др.}}$, та камеру шини, яка має об'єм $V_{\text{ш}}$. Другий під модуль містить камеру шини, регульований дросель зі змінною площею поперечного перерізу дроселя – $f_{\text{др2}}$, та елемент, який забезпечує зв'язок з атмосферою P_a . Математичний опис першого під модулю відображає процес наповнення камери шини повітрям. Математичний опис другого під модулю відображає процес скидання повітря з камери шини в атмосферу. Математичний опис містить також логіку взаємодії під модулів у складі першого модулю. Оскільки робочим тілом є повітря опис враховує два режими його перетікання - надкритичний (критичний) і підкритичний [2].

Схема другого модулю містить джерело сигналу, яке контактує з пружиною, яка, в свою чергу іншою стороною, контактує з золотником, що розташований в корпусі. Математичний опис цього модулю відповідає процесу переміщення золотника вздовж осі під дією сили пружини, яка виникає при дії переміщення на її лівий край.

Схема третього модулю пристрою містить торцеву камеру, яка утворена правою торцевою поверхнею рухомого золотника і частиною корпусу, а також канал для повітря. Математичний опис цієї частини відповідає процесу формування сили $P_{\text{ш}}$ для переміщення золотника в осьовому напрямку, ліворуч, під дією тиску на правий торець золотника. Ця сила має рухати золотник ліворуч.

Деталізація моделі пристрою на модулі представляє можливість їх окремого тестування і налаштування. Для прикладу, модель другого модулю тестувалась шляхом аналізу процесу руху золотника під дією зовнішнього сигналу h . Графіки процесу (Рис.2) показали наступне.

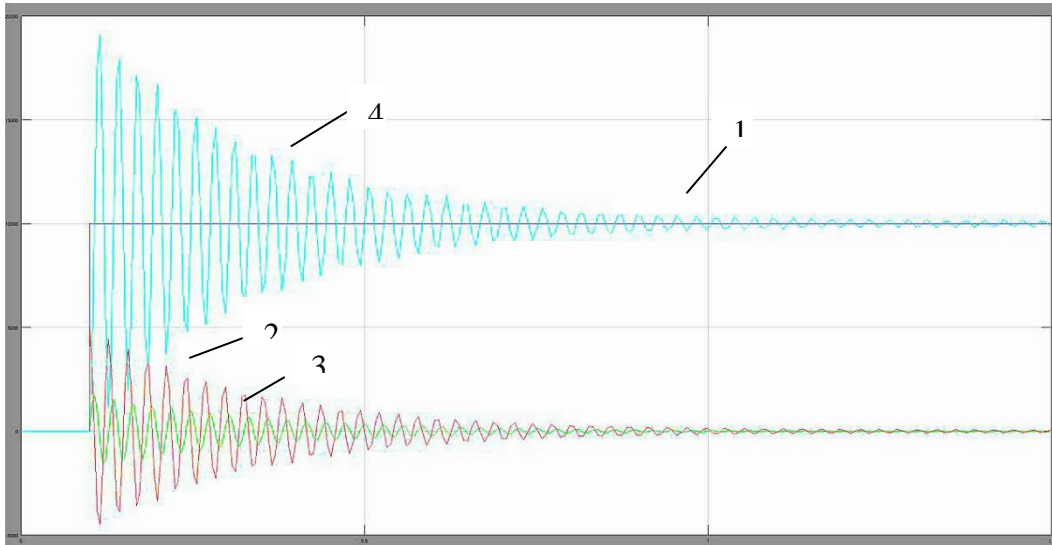


Рис.2. Графіки залежностей: величини вхідного сигналу від часу $h(t)$ (1), прискорення від часу $a(t)$ (2), швидкості від часу $V(t)$ (3), переміщення від часу $s(t)$ (4)

При подачі сигналу h , виникає деформація пружини і відповідно сила, яка надає золотнику прискорення. Золотник набирає швидкість і переміщується. При зміщенні золотника сила на ньому зменшується, що пояснюється зменшенням деформації пружини. Прискорення і швидкість також зменшуються. В момент часу коли деформація пружини дорівнює нулю сила на золотнику відсутня і золотник зупиняється. Величина переміщення золотника дорівнює

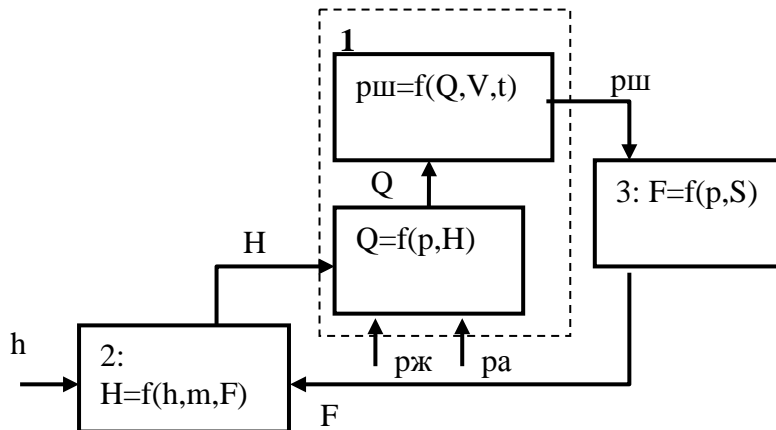


Рис.3. Схема взаємодії моделей модулів у складі моделі пристрою

величині сигналу h . В результаті аналізу процесу встановлено, що черговість дій процесу і характер змін чисельних значень величин, які спостерігались, не суперечать законам фізики, що є підтвердженням коректної роботи моделі другого модулю. Моделювання виконано при переміщенні $h=0,001$ м масі золотника $m=0,2$ кг, коефіцієнті тертя $b=1,6$; жорсткості пружини $k=10000$ Н/м.

В подальшій роботі планується отримати модель роботи пристрою шляхом об'єднання заздалегідь протестованих та налаштованих модулів відповідно до схеми (рис.3).

Математична модель буде використано для моделювання процесів в пристрої для режимів наповнення шини, налаштування заданого тиску, підтримання заданого тиску в режимі втрати тиску через пошкодження шини. В останньому режимі модель потребує додаткового керованого дроселю, з'єднаного з камерою шини, який сполучає її з атмосферою. Це забезпечить можливість імітації процесу підтримання тиску в шині в ситуації її пошкодження.

Список використаних джерел

1. http://www.mehanik.ru/page/tire_monitoring.
2. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие, М.: «Машиностроение», 1975 . 272 с. с ил. Герц Е. В., Крейнин Г. В.