

УДК 629.113-592.5

*БОНДАРЕНКО А.І.*, НТУ «ХП»**ВИБІР МЕТОДУ ДЛЯ ОПИСУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ПНЕВМАТИЧНОМУ ГАЛЬМІВНОМУ ПРИВОДІ**

Проведен сравнительный анализ результатов, которые отражают изменение давления, времени наполнения/опорожнения емкостей пневматического тормозного привода, полученных вследствие математического моделирования рабочего торможения автомобиля и при циклическом режиме работы привода (математические модели составлялись методами Метлюка Н.Ф. и Герц Е.В. для пневматического тормозного привода автомобиля КРАЗ-6510). Сформулированы рекомендации касательно выбора метода для описания переходных процессов в пневматическом тормозном приводе при различных режимах работы.

**Вступ.** На теперішній час існує велика кількість методів для опису перехідних процесів в пневматичному гальмівному приводі (ППП). Нажаль, результати, що отримані в процесі моделювання за різними методиками при одних і тих же початкових даних, інколи відрізняються між собою в декілька разів. Вибір методу в значній мірі впливає на обґрунтування доцільності застосування тих чи інших конструктивних змін в ППП, в даному випадку – схем установки антиблокувальної системи (АБС) з модулятором тиску (МТ) із змінними прохідними перетинами (ЗПП).

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Найпоширенішим методом для опису перехідних процесів в ППП при робочому гальмуванні є метод Метлюка М.Ф. [1]. За методом Метлюка М.Ф. математична модель ППП складається на основі балансу миттєвих масових витрат у вузлах пневмоланцюгів з використанням гіперболічної функції миттєвої масової витрати через дросель [1]. Хоча метод Метлюка М.Ф. не має на увазі опис роботи ППП в циклічному режимі, в деяких роботах саме при циклічному режимі роботи його застосовують [2, 3], при цьому результати теоретичного та експериментального дослідження мають непогану збіжність між собою.

Більш універсальним є метод Герц О.В. [4], який можна застосовувати до всіх режимів роботи пневмоприводу.

В роботах [5 - 7] запропоновано нові методи опису перехідних процесів в ППП, різноманітні модифікації функції витрати, проте методи Метлюка М.Ф. та Герц О.В. на теперішній час користуються найбільшим попитом, що обумовлено найбільшою їх достовірністю, поширеністю та популярністю серед інженерів, які займаються динамікою ППП. Основна відмінність диференціальних рівнянь, складених за двома методами, полягає в різних функціях витрати.

**Мета та постановка задачі.** Метою даної роботи є вибір методу для опису перехідних процесів в ППП який би достовірно відтворював зміну тиску в емкостях ППП як при робочому гальмуванні, так і при циклічній роботі приводе. Для цього буде проведений порівняльний аналіз результатів, що отримані в процесі моделювання (математичні моделі склалися за методами Метлюка М.Ф. та Герц О.В. для ППП автомобіля КРАЗ-6510) та запропоновані відповідні рекомендації з урахуванням побажань, що наведені в роботах [1, 6, 7].

**Вибір методу для опису перехідних процесів в пневматичному гальмівному приводі.** В роботі [8] доведено, що установка МТ за схемою: пневматичний гальмівний кран (ПГК) – МТ – клапан прискореної дії (КПД) – гальмівний циліндр (ГЦ) є оптимальною з погляду зниження часу наповнення та спорожнення виконавчих апаратів ПГП.

Застосування МТ на базі КПД із ЗПП при ШІМ є найкращим як з погляду витрати запасів стислого повітря, часу спрацьовування гальмівного приводу, так і собівартості конструкції [8].

В даній роботі предметом дослідження виступає метод опису перехідних процесів в ПГП. Порівняння методів між собою буде відбуватися за результатами зниження витрати запасів стислого повітря та часу наповнення ємкостей ПГП, що отримані в результаті математичного моделювання.

Виконані розрахунки часу наповнення та спорожнення ГЦ при робочому гальмуванні показали добру збіжність за двома методами (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Результати розрахунків часу наповнення та спорожнення ГЦ ПГП

Місце розташування ГЦ	Час наповнення, с (підвищення тиску до 90% від $P_{max}$ )		Час спорожнення, с (зниження тиску до 10% від $P_{max}$ )	
	метод Метлюка М.Ф.	метод Герц О.В.	метод Метлюка М.Ф.	метод Герц О.В.
Передній міст	0,1715	0,1679	0,211	0,2348
Середній міст	0,164	0,1702	0,212	0,2348
Задній міст	0,17	0,171	0,212	0,235

Результати моделювання роботи ПГП в циклічному режимі (МТ із ЗПП [9], шпаруватість сигналу  $C = 0,3; 0,5; 0,7$ , частота  $F = 15 Гц$ , діаметр ЗПП 0,6; 1,2; 1,8 мм) наведені в табл. 2 та на рис. 1 – 2.

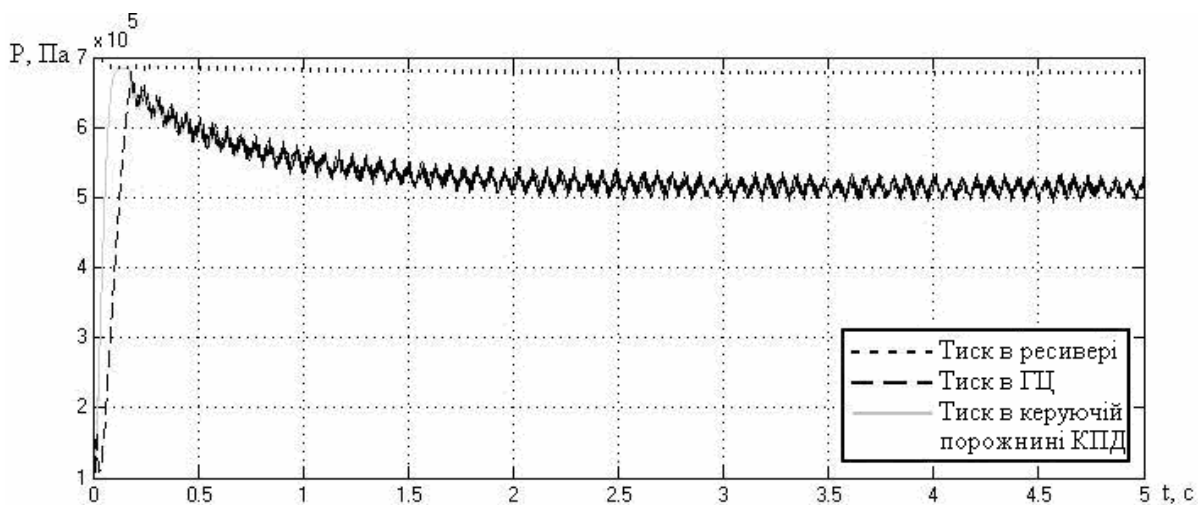


Рисунок 1 – Графіки залежності зміни тиску від часу при роботі контуру ПГП в циклічному режимі (метод Метлюка М.Ф.,  $C = 0,5$ ,  $F = 15 Гц$ , діаметр ЗПП 1,2 мм)

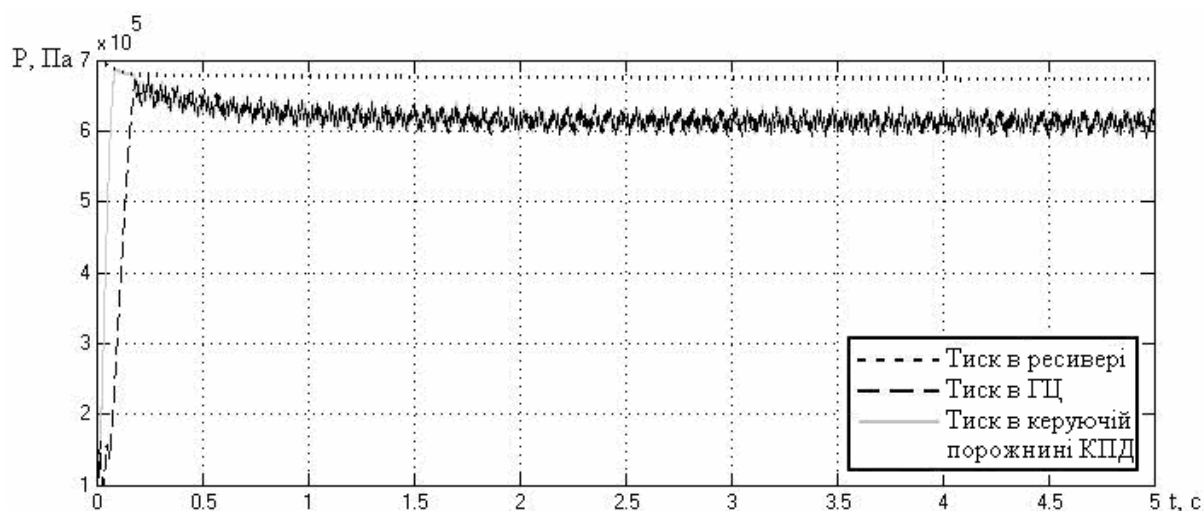


Рисунок 2 – Графіки залежності зміни тиску від часу при роботі контуру ППП в циклічному режимі (метод Герц О.В.,  $C = 0,5$ ,  $F = 15 Гц$ , діаметр ЗПП 1,2 мм)

Таблиця 2 – Результати математичного моделювання (МТ із ЗПП)

Діаметр прохідних перетинів, мм	Шпаруватість	Падіння тиску в ресивері при гальмуванні протягом 5с з АБС, МПа					
		частота 5 Гц		частота 10 Гц		частота 15 Гц	
		метод Метлюка М.Ф.	метод Герц О.В.	метод Метлюка М.Ф.	метод Герц О.В.	метод Метлюка М.Ф.	метод Герц О.В.
1,8	0,3	0,072	0,01	0,0887	0,003	0,092	0,0103
	0,5	0,1187	0,1115	0,122	0,1127	0,1228	0,1137
	0,7	0,0889	0,1042	0,0838	0,1006	0,0785	0,09756
1,2	0,3	0,04255	0	0,0476	0	0,0478	0
	0,5	0,0185	0,0267	0,0175	0,0276	0,0216	0,02765
	0,7	0	0	0	0	0	0
0,6	0,3	0,0241	0	0,0238	0	0,02405	0
	0,5	0,0166	0,025	0,01645	0,0253	0,0167	0,0254
	0,7	0	0	0	0	0	0

**Висновки**

1. Результати, одержані в процесі моделювання робочого гальмування автомобіля при розташуванні МТ за схемою ПГК-МТ-КПД-ГЦ, показали, що при одних і тих же початкових даних збіжність при наповненні ємкостей ПГП за двома методами (Герц О.В. та Метлюка М.Ф.) складає 96,3 – 99,4%, при спорожненні – 89,8 – 90,3%.

За результатами моделювання роботи ПГП в циклічному режимі значення витрат стислого повітря, визначених за двома методами, мають абсолютну похибку 0 – 0,024 МПа при малих площах прохідних перетинів. Із збільшенням діаметру ЗПП похибка зростає і досягає 0,0478 МПа.

2. Для опису перехідних процесів в ПГП при робочому гальмуванні доцільніше застосовувати метод Метлюка М.Ф. (криві отримані за цим методом найбільш наближені до кривих, отриманих експериментально [1, 3]), при роботі ПГП в циклічному режимі – метод Герц О.В. (за методом Метлюка М.Ф. не відомі значення констант  $A$  і  $B$  [1], які в свою чергу можуть привести до значної похибки при моделюванні роботи ПГП із АБС).

**Список літератури:** 1. Метлюк Н.Ф., Автушко В.П. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобиля / Н.Ф. Метлюк, В.П. Автушко. – М.: Машиностроение, 1980. – 231 с. – (Библиотека конструктора). 2. Северин А.А. Совершенствование исполнительской части антиблокировочной системы автомобилей с пневматическим тормозным приводом: Дис... канд. техн. наук: спец. 05.05.03 “Автомобили и тракторы” / Северин Александр Александрович. – Харьков, 1985. – 217с. 3. Кравець Ф.К. Обоснование параметров питающей части при работе пневматического тормозного привода большегрузных автомобилей и автопоездов в циклическом режиме: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.03 “Автомобили и тракторы” / Ф.К. Кравець. – Харьков, 1985. – 23 с. 4. Герц Е.В. Пневматические приводы. Теория и расчет / Елена Васильевна Герц. – М.: Машиностроение, 1969.– 359 с. 5. Повышение эффективности торможения автотранспортных средств с пневматическим тормозным приводом / Туренко А.Н., Богомолов В.А., Клименко В.И., Кирчатый В.И. – Харьков: ХГАДТУ, 2000. – 472 с. 6. Туренко А.Н. Повышение эффективности торможения грузовых и пассажирских автотранспортных средств с пневматическим тормозным приводом. Монография. / Анатолий Николаевич Туренко. – Харьков: ХГАДТУ, 1997. – 353 с. 7. Крамской А.В. Совершенствование методов расчета динамики пневмоаппаратов и пневматического тормозного привода автотранспортных средств: дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.22.02 “Автомобили и тракторы” / Крамской Александр Владимирович. – Харьков, 2006. – 270 с. 8. Гецович Е.М. Влияние схемы установки и проходных сечений модулятора давления на расход запасов сжатого воздуха в пневматическом тормозном приводе / Гецович Е.М., Бондаренко А.И // Сборник научных трудов. – Тематический выпуск “Транспортное машиностроение”. – Харьков НТУ “ХПИ”, 2006. – № 26. – С. 81 – 86. 9. Пат. на кор. модель 35140 Україна, МПК В 60 Т 8/00. Модулятор тиску для пневматичного гальмівного приводу / Є.М. Гецович, А.І. Бондаренко; заявитель та патентообладач Є.М. Гецович, А.І. Бондаренко (Україна). – № а 2007 14047; заявл. 14.12.07; опубл. 10.09.08, Бюл. № 17.