

УДК 621.225.001.4

DOI: 10.31388/2078-0877-19-4-320-334

ОБГРУНТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНЕТАРНОГО ГІДРОМОТОРА

Волков С. В., старший викладач

Мілаєва І. І., старший викладач

Сельська А. А., інженер

Шамро А. В., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

Тел. (0619) 42-04-42

Волошин А. А., викладач

ВСП «Мелітопольський коледж ТДАТУ»

Анотація – Одним з основних факторів, що викликають відмови гідроприводів мехатронних систем самохідної техніки є наявність пульсації потоку робочої рідини, обумовленої конструктивними параметрами гідравлічних машин. Гідромашина є основним елементом гідроприводу, призначеним для перетворення механічного руху в потік робочої рідини (насос) і потоку робочої рідини в рух виконавчого органу (гідромотор, гідроциліндр і т.д.). Найбільшої уваги заслуговують планетарні гідромотори, так як вони працюють на низьких частотах обертання і з високими крутними моментами, що особливо важливо для гідроприводів мехатронних систем самохідної техніки. Планетарні гідромотори мають досить складну систему розподілу робочої рідини, необхідну для створення обертового гідравлічного поля робочої рідини. Основною характеристикою будь-якої розподільної системи є її пропускна здатність (витрата рідини), що визначається площею прохідного перетину. Площа прохідного перетину розподільної системи залежить від площі перекриття вікон нерухомого розподільника вікнами рухомого розподільника та кінематичної схеми. Моделювання зміни зазору між розподільними вікнами рухомого і нерухомого розподільників дозволило дослідити всі можливі варіанти використання додаткових розвантажувальних вікон рухомого розподільника. Встановлено, що зменшення зазору між розподільними вікнами рухомого і нерухомого розподільників дозволяє збільшити площу прохідного перетину розподільної системи та зменшити коливання площі в залежності від кількості використання робочих та розвантажувальних вікон рухомого розподільника. В результаті

раціонального використання розподільної системи планетарного гідромотора можна знизити пульсацію робочої рідини до 100% та збільшити площу прохідного перетину, і як наслідок, пропускну здатність на 10...30%.

Ключові слова – планетарний гідромотор, розподільна система, кінематична схема, прохідний перетин, робочі вікна, розвантажувальні вікна, зазор між розподільними вікнами, пульсація робочої рідини.

Постановка проблеми. Одним з основних факторів, що викликають відмови гідроприводів мехатронних систем самохідної техніки є наявність пульсації потоку робочої рідини, обумовленої конструктивними параметрами гідравлічних машин [1]. Гідромашина є основним елементом гідроприводу, призначеним для перетворення механічного руху в потік робочої рідини (насос) і потоку робочої рідини в рух виконавчого органу (гідромотор, гідроциліндр і т.д.).

Найбільшої уваги заслуговують планетарні гідромотори [2-6], так як вони працюють на низьких частотах обертання і з високими крутними моментами, що особливо важливо для гідроприводів мехатронних систем самохідної техніки. Планетарні гідромотори мають досить складну систему розподілу робочої рідини, необхідну для створення обертового гідравлічного поля робочої рідини [7].

Розподіл робочої рідини в планетарних гідромашинах може бути: торцевим [8-11], з рухомим і нерухомим розподільниками торцевого типу; цапфовими [11], коли рухомий і нерухомий розподільники мають циліндричну форму та безпосереднім [11, 12], коли розподіл рідини здійснюється безпосередньо одним з роторів, що обертається.

Відомо [7, 13-15], що одним з основних чинників, що викликають відмови гідроприводів мехатронних систем самохідної техніки є наявність пульсації потоку робочої рідини, обумовленої конструктивними параметрами планетарного гідромотора, а саме його розподільної системи.

Тому, при моделюванні процесу експлуатації гідроприводу мехатронної системи самохідної техніки необхідно обґрунтувати вплив конструктивних особливостей розподільної системи планетарного гідромотора на працездатність гідроприводу та його елементів, а також прогнозувати зміну вихідних характеристик планетарного гідромотора в умовах експлуатації (при обертанні розподільника).

Аналіз останніх досліджень. Сьогодні багато уваги приділяється розробці математичних моделей процесів, що відбуваються в мехатронних системах з гідравлічним приводом [8, 9, 16-19] при використанні орбітальних [16] та планетарних [8, 9, 17] гідромоторів, а

також гідрообертачів планетарного типу [18, 19]. Проведена оцінка адекватності математичної моделі робочих процесів, що відбуваються в планетарному гідромоторі [20]. Питання впливу конструктивних особливостей розподільних систем на вихідні характеристики гідравлічних машин не розглядаються.

Аналіз проведених досліджень, пов'язаних з проектуванням гідромашин [21-24], дозволяє зробити висновок, що багато уваги приділено проектуванню роторів героторних [21, 22], орбітальних [23] та планетарних гідромашин [24]. Запропановано методика контролю точності виготовлення елементів витискувальних та розподільних систем планетарних гідромашин [25]. Не розглянута робота гідромашини з урахуванням зміни геометричних параметрів рухомого та нерухомого розподільників.

Досліджено динаміку зміни вихідних характеристик гідрообертачів планетарного типу [26, 27] при роботі у складі мехатронної системи активних робочих органів самохідної техніки. Розглянуто вплив безпосереднього розподілу робочої рідини вихідні характеристики гідрообертача та мехатронної системи в цілому. Вплив конструктивних особливостей торцевої розподільної системи не розглядався.

Проведено аналіз пульсацій подачі робочої рідини шестеренним насосом з використанням математичного векторного моделювання [28]. Запропоновано уточнену залежність миттєвої теоретичної продуктивності шестеренного качаючого вузла від кута повороту шестерні. Не розглянуто пульсації рідини в планетарних гідромашинах.

Обґрунтовано кінематичні схеми розподільних систем планетарних гідромашин [14, 29], досліджено вплив форми розподільних вікон в формі сегменту [7, 10, 11], круга [9, 12, 15] та пазу [30] на вихідні характеристики планетарних гідромашин. Вплив зазору між розподільними вікнами рухомого та нерухомого розподільників на вихідні характеристики планетарного гідромотора не розглядався.

Таким чином, прогнозування зміни вихідних характеристик планетарних гідромоторів шляхом дослідження впливу конструктивних особливостей торцевої розподільної системи на його вихідні характеристики є актуальним завданням.

Формулювання цілі дослідження. Прогнозування зміни вихідних характеристик планетарного гідромотора шляхом дослідження впливу зазору між розподільними вікнами рухомого та нерухомого розподільників.

Для досягнення поставленої мети необхідно розробити математичний апарат, алгоритм розрахунку та дослідити вплив зазору

між розподільними вікнами рухомого та нерухомого розподільників на вихідні характеристики планетарного гідромотора.

Основна частина. Основною характеристикою будь-якої розподільної системи є її пропускна здатність (витрата рідини), що визначається площею прохідного перетину. Площа прохідного перетину розподільної системи залежить від площі перекриття вікон нерухомого розподільника вікнами рухомого розподільника та кінематичної схеми [7, 10, 11, 14, 29].

У свою чергу площа перекриття залежить від геометричних параметрів та кількості робочих та розвантажувальних вікон рухомого розподільника та вікон нагнітання та зливу нерухомого розподільника. Відношення кількості вікон нагнітання нерухомого розподільника до кількості робочих вікон рухомого розподільника визначає кінематичну схему розподільної системи [14, 29], яка залежить від кількості робочих камер гідромотора і характеризує синхронність обертання гідравлічного поля з його обертовими роторами. Від кінематичної схеми розподільного пристрою залежать такі вихідні параметри гідромашини, як число обертів і крутний момент вихідного валу, а також пропускна здатність гідромашини та витрата робочої рідини.

Одним з основних параметрів, що обумовлюють працездатність розподільної системи є площа прохідного перетину, яка визначає кількість робочої рідини, що проходить через гідромотор. Площа прохідного перерізу являє собою суму площ перекриття вікон нерухомого розподільника з вікнами рухомого та залежить від кінематичної схеми розподільної системи (кількості вікон) та зазору між розподільними вікнами (рис. 1).

Відомо [14, 29], що коливання потоку робочої рідини викликані розподільною системою планетарного гідромотора негативно впливають на його вихідні характеристики. Такі коливання викликають пульсацію тиску в порожнині нагнітання, при цьому їх амплітуда може перевищувати значення спрацьовування запобіжного клапана. Таким чином, розподільну систему планетарного гідромотора можна розглядати як джерело пульсацій, які викликають вібрацію елементів гідросистеми, що призводить до функціональних відмов.

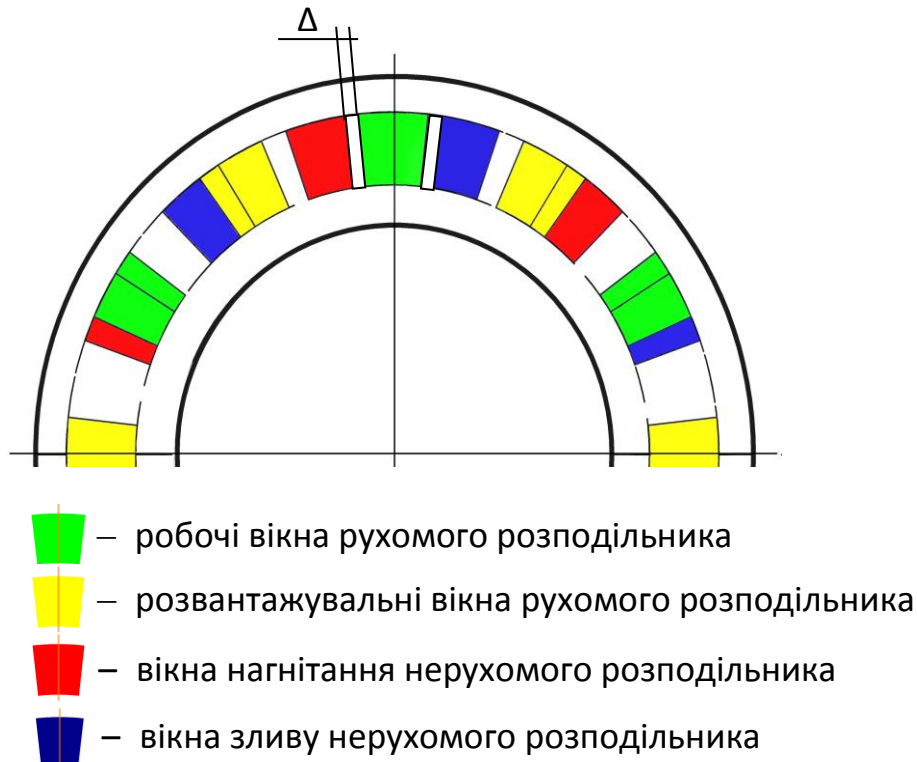


Рис. 1. Схема торцевої розподільної системи

Мірою виміру і оцінки величини пульсації площі прохідного перерізу є коефіцієнт пульсації площі [5, 10, 14]

$$P_S = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{S_{cp}} \cdot 100\% ,$$

де S_{\max} , S_{\min} – площа прохідного перетину за цикл, максимальна і мінімальна, відповідно;

S_{cp} – середня площа прохідного перетину за цикл: $S_{cp} = \frac{\sum S_i}{i}$.

На рис. 2 (а, б) представлена залежність амплітуди пульсації площі прохідного перетину A_S і коефіцієнтів пульсації площі P_S і тиску $P_{\Delta p}$ від кількості вікон рухомого розподільника Z_1 , $A_S = f(Z_1)$, $P_S = f(Z_1)$, $P_{\Delta p} = f(Z_1)$. Аналізуючи ці залежності, слід зазначити, що зі збільшенням кількості вікон пульсація значно зменшується та при кількості вікон рухомого розподільника понад 30 дуже не значна, тобто практично не впливає на вихідні характеристики планетарного гідромотора, а при кількості вікон рухомого розподільника кратній 8: $Z_1 = 8, 16, 24$ пульсації рідини не спостерігаються взагалі. Також слід зазначити, що збільшення кількості вікон рухомого розподільника понад 30 недоцільно, тому що збільшення кількості вікон розподільника більше 30 практично не впливає на площу прохідного перетину розподільної системи, а кут розчину вікон, а отже і їх площа в

цьому випадку настільки малі, що конструктивно такі вікна дуже важко виконати [5, 10, 14].

При використанні додаткових розвантажувальних вікон рухомого розподільника видно (рис. 2 в, г), що пульсації робочої рідини не спостерігаються тепер і при кількості вікон рухомого розподільника кратній 4 та при використанні всіх додаткових розвантажувальних вікон. В інших випадках, тобто при кількості вікон рухомого розподільника рівному 6 з подальшим збільшенням на 4, зі збільшенням площі прохідного перетину в 2 рази, в 2 рази збільшується і амплітуда коливань площі. Також необхідно відзначити, що розподільну систему з кількістю вікон рухомого розподільника більше 24 використовувати не доцільно, тому що площа прохідного перетину розподільної системи практично не змінюється, а площа самих вікон дуже мала.

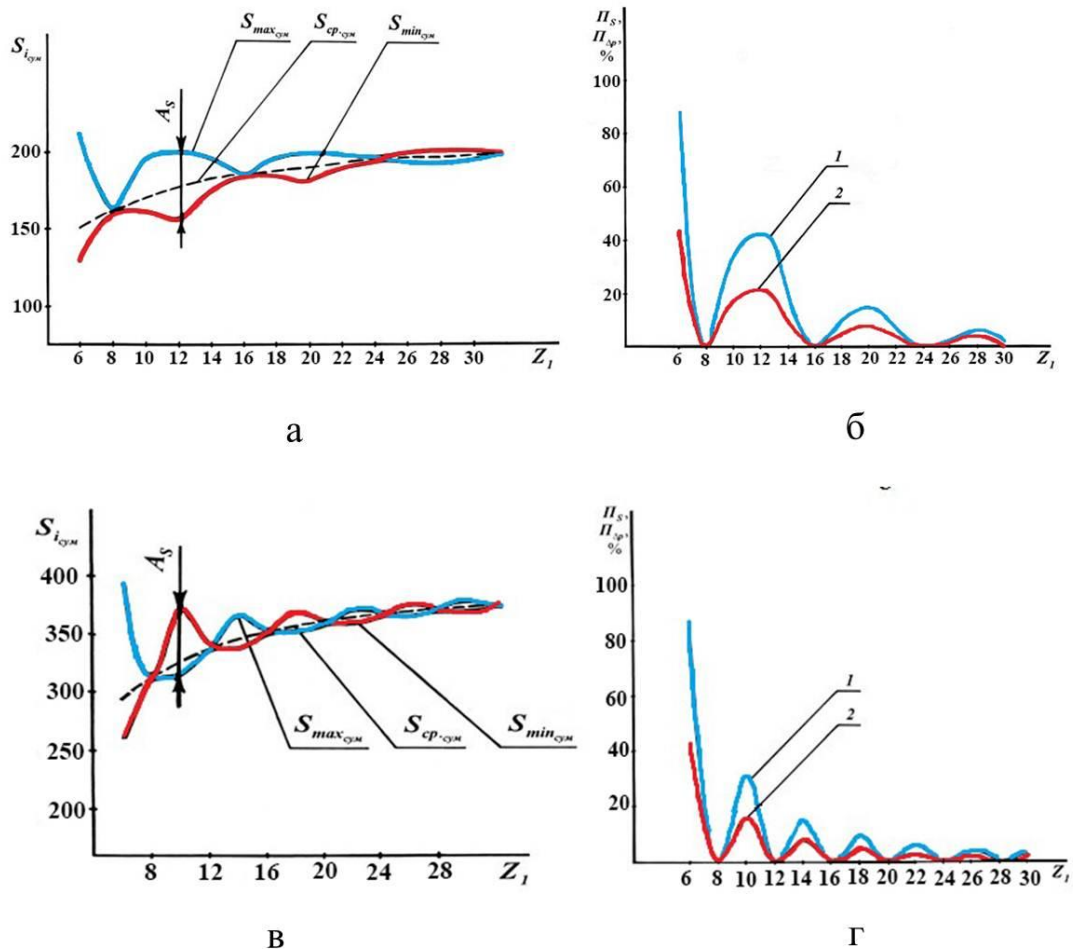


Рис. 2. Залежність а – амплітуди коливань площі прохідного перетину; б – коефіцієнтів пульсації площі (крива 1) та тиску (крива 2) від кількості вікон рухомого розподільника; в – амплітуди коливань площі прохідного перетину; г – коефіцієнтів пульсації площі (крива 1) та тиску (крива 2) від кількості вікон рухомого розподільника при використанні всіх додаткових розвантажувальних вікон

Однак використання додаткових розвантажувальних вікон виконати конструктивно важко, тому що довжина розподільника обмежена, і на ділянці валу, відповідного довжині рухомого розподільника можна виконати не більше 4 гвинтових канавок. Тому використовується не більше 4 додаткових розвантажувальних вікон розподільника [5, 10, 14].

В результаті моделювання геометричних параметрів планетарного гідромотора встановлено, що зі збільшенням кількості використання додаткових розвантажувальних вікон сумарна площа перекриття вікон розподільної системи зростає, але не завжди це призводить до поліпшення роботи гідромотора. У випадках, коли спостерігається пульсація робочої рідини в розподільній системі, спостерігається погіршення вихідних характеристик гідромотора та працездатності гідроприводу мехатронної системи в цілому. Зниження пульсації робочої рідини можна домогтися шляхом раціонального розташування вікон рухомого розподільника (їх зміщенням).

Аналіз залежності амплітуди коливань площі прохідного перетину показує (рис. 3, а), що середня площа як до зміщення, так і після зміщення вікон рухомого розподільника не змінюється, однак, важливим моментом є те, що в цьому випадку значно зменшується пульсація робочої рідини, а в деяких випадках пульсації не спостерігається взагалі. Також слід зазначити, що якщо без використання додаткових розвантажувальних вікон і з використанням додаткових розвантажувальних вікон площа прохідного перетину зростає зі збільшенням кількості вікон (рис. 2), то при використанні 2-ух додаткових розвантажувальних вікон, площа прохідного перетину зі збільшенням кількості вікон зменшується (рис. 3, а).

Аналізуючи залежність коефіцієнтів пульсації площі прохідного перетину розподільної системи (рис. 3, б) від кількості вікон рухомого розподільника при використанні 2-ух додаткових розвантажувальних вікон, слід зазначити, що зі збільшенням кількості вікон коефіцієнти пульсації площі зменшуються (крива 1), а після зміщення вікон рухомого розподільника коефіцієнти пульсації знижуються в 2 рази (крива 2), і при кількості вікон 12 та 20 пульсації не спостерігаються взагалі. Коефіцієнти пульсації тиску мають такий же характер залежності, але в 2 рази перевищують значення коефіцієнтів пульсації площі.

У таблиці 1 наведені можливі варіанти використання додаткових розвантажувальних вікон рухомого розподільника та коефіцієнти пульсації при різних значеннях зазору між вікнами рухомого і нерухомого розподільників.

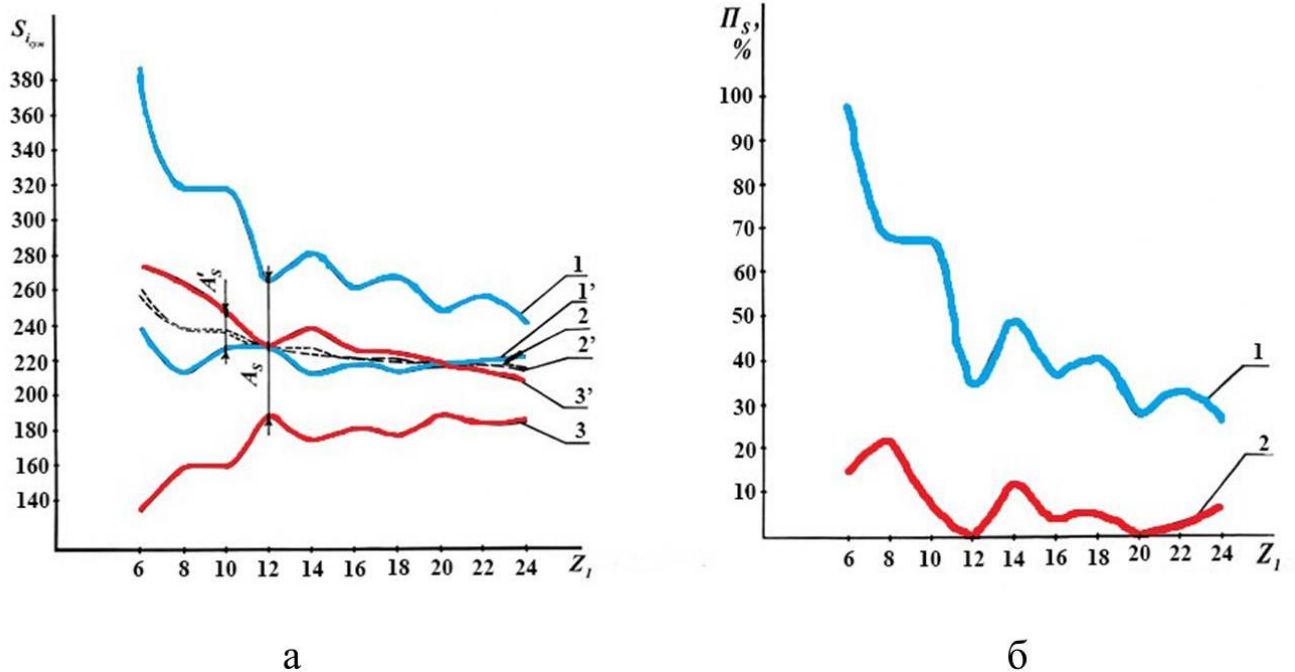


Рис. 3. Залежність а – амплітуди коливань площі прохідного перетину від кількості вікон рухомого розподільника до зміщення (криві 1, 2, 3) і після зміщення вікон (криві 1', 2', 3'); б – коефіцієнтів пульсації площі прохідного перетину від кількості вікон рухомого розподільника до зміщення (крива 1) і після зміщення (крива 2) вікон

Таблиця 1 - Вплив зазору Δ між вікнами рухомого і нерухомого розподільників на коефіцієнти пульсації площі прохідного перетину, швидкості, тиску та моменту.

Кількість вікон рухомого розподільника		Коефіцієнти пульсації					
		$\Pi_s = \Pi_v, \%$			$\Pi_{\Delta p} = \Pi_M, \%$		
робочих	додаткових	$\Delta = 51'$	$\Delta = 26'$	$\Delta = 0$	$\Delta = 51'$	$\Delta = 26'$	$\Delta = 0$
8	2	20,5	21,6	22,3	43	44,6	46
	4	2,4	0,99	0	4,6	2,18	0
12	2	4,1	1,9	0	8,56	3,72	0
	3	2,3	3,8	5,1	4,4	7,35	9,83
	4	6,9	7,6	8,1	13,2	14,95	16,6
16	2	3,3	3,98	3,6	6,48	8,04	7,22
	4	3,6	1,7	0	7,19	3,28	0
20	2	4,6	2,6	0	9,18	5,11	0
	4	2	3,1	3,97	4,02	6,14	7,86
24	2	4,3	4,8	6,1	8,51	9,55	12,2
	3	2,3	3,5	1,8	4,65	7,09	3,45
	4	4,3	2,3	0	8,59	4,59	0

Аналізуючи табл. 1 слід зазначити, що більш переважно використовувати два додаткових розвантажувальних вікна при кількості вікон розподільника 12 та 20, та чотири – при кількості вікон рухомого розподільника 8, 16 і 24 (при $\Delta = 0$), тому що в цих випадках відсутня пульсація робочої рідини, що позитивно позначається на вихідних характеристиках планетарного гідромотора.

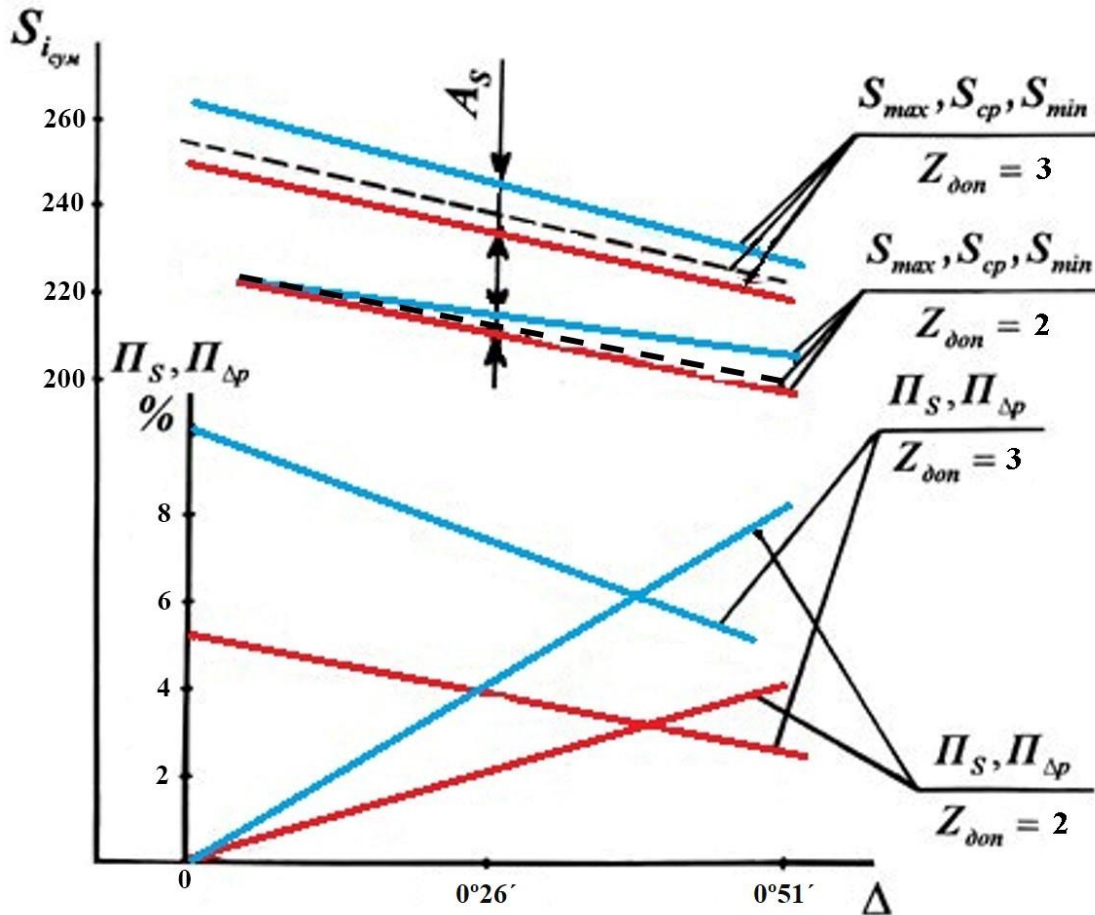


Рис. 4 Залежність амплітуди коливань площі прохідного перетину та коефіцієнтів пульсації площі і тиску від зазору між вікнами рухомого і нерухомого розподільників при кількості вікон рухомого розподільника $Z_1 = 12$

Аналіз залежностей амплітуди коливань площі прохідного перетину та коефіцієнтів пульсації площі і тиску від зазору між вікнами рухомого і нерухомого розподільників при кількості вікон рухомого розподільника $Z_1 = 12$ показує (рис.4), що:

- зі зменшенням зазору між вікнами рухомого і нерухомого розподільників площа прохідного перетину зростає;

- при використанні трьох додаткових розвантажувальних вікон рухомого розподільника не рекомендується зменшувати зазор між розподільними вікнами, тому що при зменшенні зазору до $\Delta = 0$ при збільшенні площі прохідного перетину на 14,4%, коефіцієнти пульсації площі, швидкості, тиску і моменту зростають більш, ніж в 2 рази;

- при використанні двох додаткових розвантажувальних вікон зі зменшенням зазору між вікнами до $\Delta = 0$ при збільшенні площі прохідного перетину на 14,7% пульсації робочої рідини не спостерігається, відтак не буде пульсації тиску і моменту.

Висновки.

Моделювання зміни зазору між розподільними вікнами рухомого і нерухомого розподільників дозволило дослідити всі можливі варіанти використання додаткових розвантажувальних вікон рухомого розподільника. Встановлено, що зменшення зазору між розподільними вікнами рухомого і нерухомого розподільників дозволяє збільшити площу прохідного перетину розподільної системи та зменшити коливання площі в залежності від кількості використання робочих та розвантажувальних вікон рухомого розподільника. В результаті раціонального використання розподільної системи планетарного гідромотора можна знизити пульсацію робочої рідини до 100% та збільшити площу прохідного перетину, і як наслідок, пропускну здатність на 10...30%.

Література:

1. Лурье З.Я., Цента Е.Н., Панченко А.И. Динамика двухмерной системы управления мехатронного гидроагрегата навесным оборудованием трактора / Промислова гідравліка і пневматика, 2017. – № 3. – С. 29-46.
2. Ерасов Ф. Н. Новые планетарные машины гидравлического привода // М: Машиностроение, Киев, 1969. – 55 с.
3. Панченко А. И. Гідромашини для приводу активних робочих органів та ходових систем мобільної сільськогосподарської техніки / Техніка АПК, 2006. – С. 11-13.
4. Панченко А. И., Волошина А. А., Золотарьов О. Ю., Тітов Д. С. Перспективи гідрофіксації мобільної сільськогосподарської техніки / Промислова гідравліка і пневматика, 2003. – №1. – С.71-74.
5. Панченко А.И. Планетарно-роторные гидромоторы. Расчет и проектирование: монография / А.И. Панченко, А.А. Волошина // Мелитополь: Издательско-полиграфический центр «Люкс», 2016. – 236 с.
6. Панченко А. И. Разработка планетарных гидромоторов для силовых гидроприводов мобильной техники / А. И. Панченко, А. А. Волошина, И. А. Панченко // MOTROL. – Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, 2015. – Vol. 17. – No 9. – P. 29-36.
7. Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А. Конструктивные особенности планетарных гидромоторов серии PRG / Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Х.: НТУ «ХП», 2018. – № 17 (1293). – С.88-95.

8. *Панченко А.И.* Математическая модель гидроагрегата с планетарным гидромотором / Промислова гідравліка і пневматика, 2005. – № 4 (10). – С. 102-112.

9. *Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А., Ю. П. Обернихин* Математическая модель рабочих процессов распределительной системы гидровращателя планетарного типа / Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Х.: НТУ «ХП», 2015. – № 45 (1154). – С.53-59.

10. *Панченко А. И., Волошина А. А., Засядько А. І.* Вплив конструктивних особливостей торцевої розподільної системи на функціональні параметри планетарного гідромотора / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Вип. 17. – Т. 3. – С. 33-50.

11. *Панченко А.И.* Способы распределения рабочей жидкости в планетарных гидромашинах / А. И. Панченко, А. А. Волошина, И. А. Панченко // Вісник НТУ «ХП». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Х.: НТУ «ХП», 2016. – № 20 (1192) – С.46-52.

12. *Панченко А. И., Волошина А. А., Кольцов Н. П., Панченко И. А.* Конструктивные особенности и принцип работы гидровращателей планетарного типа / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 12. – т.3. – С. 174–184.

13. *Панченко А. И., Волошина А. А., Гуйва С. Д.* Регулювання фази розподілу робочої рідини в гідромоторі планетарного типу / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Вип. 17. – Т. 3. – С. 154-159.

14. *Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А.* Обгрунтування кінематичних схем розподільних систем гідромашин планетарного типу / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – Вип. 18. – Т. 2. – С. 30-49.

15. *Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А., Засядько А. И.* Поліпшення вихідних характеристик планетарних гідромашин / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – Вип. 19. – Т. 2. – С. 68-85.

16. *Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А.* Модель гідравлічного приводу мехатронної системи / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – Вип. 18. – Т. 2. – С. 59-83.

17. *Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А.* Математическая модель насосной станции с приводным двигателем / Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – Вип. 13. – т.6. – С. 45-61.

18. *Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А.* Исследование выходных характеристик гидравлического вращателя планетарного типа, работающего в составе гидроагрегата / *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Вип. 17. – Т. 3. – С. 59-82.

19. *Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А.* Особенности моделирования рабочих процессов, происходящих в гидравлической системе насос-клапан-гидровращатель / *А. И. Панченко, А. А. Волошина, И. А. Панченко // Науковий вісник ТДАТУ [Електронний ресурс].* – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 6. – Т. 1. – С. 63-79.

20. *Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А.* Оценка адекватности математической модели планетарного гидромотора в составе гидроагрегата / *Промислова гідравліка і пневматика, 2018.* – № 1 (59). – С. 55-71.

21. *Stryczek J., Bednarczyk S., Biernacki K.* Strength analysis of the polyoxymethylenecycloidal gears of the gerotor pump. *Archives of Civil and Mechanical Engineering, 2014. No 14 (4). P. 647–660. Doi: 10.1016/j.acme.2013.12.005.*

22. *Stryczek J., Bednarczyk S., Biernacki K.* Gerotor pump with POM gears: Design, production technology, research. *Archives of Civil and Mechanical Engineerin, 2014. No 14 (3). P. 391–397. Doi:10.1016/j.acme.2013.12.008.*

23. *Choi T., Kim M., Lee G., and others.* Design of Rotor for Internal Gear Pump Using Cycloid and Circular-Arc Curves. *Journal of Mechanical Design, 2012. No 134 (1). 011005-12. Doi:10.1115/1.4004423.*

24. *Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А.* Методика проектирования элементов вытеснительных систем гидровращателей планетарного типа / *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси та устаткування.* – Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – № 1 (1044) – С. 136-145.

25. *Панченко А. И., Волошина А. А., Гуйва С. Д., Леус Г. В.* Методика контроля точности изготовления элементов вытеснительных и распределительных систем планетарных гидромашин / *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 16. – Т. 2. – С. 3-27.

26. *Панченко А. И., Волошина А. А.* Исследование динамики гидравлической системы насос-клапан-гидровращатель / *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету.* – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – Вип. 15. – Т. 3. – С. 66-79.

27. Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А. Динамика изменения выходных характеристик гидровращателя планетарного типа в составе гидроагрегата с приводным двигателем / MOTROL. – Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Vol. 18. – No 1. – P.17-27.

28. Косенок Б. Б., Крючков А. Н., Родионов Л. В., Шахматов Е. В. Математическое векторное моделирование пульсаций подачи жидкости шестеренным качающим узлом. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2009. № 11 (3). С. 257-262.

29. Voloshina A., Panchenko A., Boltvansky O., Panchenko I., Titova O. Justification of the Kinematic Diagrams for the Distribution System of a Planetary Hydraulic Motor / International Journal of Engineering and Technology, 2018, 7 (4.3), 6–11, doi: 10.14419/ijet.v7i4.3.19544.

30. Voloshina A., Panchenko A., Panchenko I., Zasiadko A. Geometrical Parameters for Distribution Systems of Hydraulic Machines / Springer Nature Switzerland AG, V. Nadykto (ed.), Modern Development Paths of Agricultural Production, 2019. – P. 323-336.

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНЕТАРНОГО ГИДРОМОТОРА

С. В. Волков, И. И. Милаева, А. А. Сельская, А. В. Шамро,
А. А. Волошин

Аннотация – Одним из основных факторов, вызывающих отказы гидроприводов мехатронных систем самоходной техники является наличие пульсации потока рабочей жидкости, обусловленной конструктивными параметрами гидравлических машин. Гидромашина является основным элементом гидропривода, предназначенным для преобразования механического движения в поток рабочей жидкости (насос) и потока рабочей жидкости в движение исполнительного органа (гидромотор, гидроцилиндр и т.д.). Наибольшего внимания заслуживают планетарные гидромоторы, так как они работают на низких частотах вращения и с высоким крутящим моментом, что особенно важно для гидроприводов мехатронных систем самоходной техники. Планетарные гидромоторы имеют достаточно сложную систему распределения рабочей жидкости, необходимую для создания вращающегося гидравлического поля рабочей жидкости. Основной характеристикой любой распределительной системы является ее пропускная способность (расход жидкости),

что определяется площадью проходного сечения. Площадь проходного сечения распределительной системы зависит от площади перекрытия окон недвижимого распределителя окнами подвижного распределителя и кинематической схемы. Моделирование изменения зазора между распределительными окнами подвижного и недвижимого распределителей позволило исследовать все возможные варианты использования дополнительных разгрузочных окон подвижного распределителя. Установлено, что уменьшение зазора между распределительными окнами подвижного и недвижимого распределителей позволяет увеличить площадь проходного сечения распределительной системы и уменьшить колебания площади в зависимости от количества использования рабочих и разгрузочных окон подвижного распределителя. В результате рационального использования распределительной системы планетарного гидромотора можно снизить пульсацию рабочей жидкости до 100% и увеличить площадь проходного сечения, и как следствие, пропускную способность на 10...30%.

Ключевые слова - планетарный гидромотор, распределительная система, кинематическая схема, проходное сечение, рабочие окна, разгрузочные окна, зазор между распределительными окнами, пульсация рабочей жидкости.

SUBSTANTIATION OF GEOMETRIC PARAMETERS OF THE DISTRIBUTION SYSTEM OF THE PLANETARY HYDROMOTOR

S. Volkov, I. Milaeva, A. Selskaya, A. Shamro,
A. Voloshin

Summary

One of the main factors causing hydraulic drive failures of mechatronic systems of self-propelled equipment is the presence of pulsation of the working fluid flow due to the design parameters of hydraulic machines. The hydraulic machine is the main element of the hydraulic drive, designed to convert mechanical motion into the flow of the working fluid (pump) and the flow of the working fluid into the movement of the actuator (hydraulic motor, hydraulic cylinder, etc.). The planetary hydraulic motors deserve the greatest attention, since they operate at low rotational speeds and with high torque, which is especially important for hydraulic drives of mechatronic systems of self-propelled vehicles. Planetary hydraulic motors have a fairly complex distribution system of the working fluid necessary to create a rotating

hydraulic field of the working fluid. The main characteristic of any distribution system is its throughput (fluid flow), which is determined by the area of the passage section. The cross-sectional area of the distribution system depends on the overlapping area of the windows of the immovable distributor with the windows of the movable distributor and the kinematic scheme. Modeling the change in the gap between the distribution windows of the movable and immovable distributors allowed us to explore all possible options for using additional unloading windows of the movable distributor. It was found that reducing the gap between the distribution windows of the movable and immovable distributors allows you to increase the area of the passage section of the distribution system and reduce the variation in area depending on the number of working and unloading windows of the moving distributor. As a result of the rational use of the distribution system of the planetary hydraulic motor, it is possible to reduce the pulsation of the working fluid by up to 100% and increase the area of the through section, and as a result, the throughput by 10...30%.

Keywords - planetary hydraulic motor, distribution system, kinematic scheme, cross-section, working windows, unloading windows, gap between distribution windows, pulsation of working fluid.