

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.83.062.1

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ ПОТУЖНОСТІ
У БЕЗСТУПНЧАСТИХ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЯХ

**В.Б. Самородов, професор, д.т.н.,
А.І. Бондаренко, доцент, к.т.н., НТУ «ХПІ»**

Анотація. Проаналізовано особливості розподілу потоків потужності в замкнутих контурах гідрооб'ємно-механічних трансмісій з диференціалом на вході та диференціалом на виході, наведено методи, що дозволяють визначати напрямки потоків потужності в замкнутих контурах.

Ключові слова: гідрооб'ємно-механічна трансмісія, гідрооб'ємна передача, циркуляція потужності, тракторобудування.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ МОЩНОСТИ
В БЕССТУПЕНЧАТЫХ ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКИХ
ТРАНСМИССИЯХ

**В.Б. Самородов, профессор, д.т.н.,
А.И. Бондаренко, доцент, к.т.н., НТУ «ХПИ»**

Аннотация. Проанализированы особенности распределения потоков мощности в замкнутых контурах гидрообъемно-механических трансмиссий с дифференциалом на входе и дифференциалом на выходе, приведены методы, позволяющие определять направления потоков мощности в замкнутых контурах.

Ключевые слова: гидрообъемно-механическая трансмиссия, гидрообъемная передача, циркуляция мощности, тракторостроение.

FEATURES OF POWER STREAMS DISTRIBUTION IN HYDROSTATIC-
MECHANICAL TRANSMISSIONS

**V. Samorodov, Professor, Doctor of Technical Science,
A. Bondarenko, Associate Professor, Candidate of Technical Science, NTU «KhPI»**

Abstract. The features of power streams distribution are analysed in the reserved contours of hydrostatic-mechanical transmissions with an input differential and an output differential, the methods, allowing to determine the directions of power streams in reserved contours are presented.

Key words: hydrostatic-mechanical transmission, hydrostatic transmission, power circulation, tractor-building.

Вступ

У процесі створення нових гідрооб'ємно-механічних трансмісій (ГОМТ) суттєва увага приділяється закономірностям розподілу кі-

нематичних, силових та енергетичних параметрів трансмісій, значення яких суттєво залежить від напрямку потоків потужності та їх циркуляції в замкнутому контурі двопотокової трансмісії.

Аналіз публікацій

У роботі [1] проаналізовано зміну циркулюючих та нециркулюючих потоків потужності, з урахуванням коефіцієнта корисної дії (ККД) гідрооб'ємної передачі (ГОП), та її вплив на якісну та кількісну картину розподілу цих потоків потужності у двопотокових безступінчастих ГОМТ із диференціалом на виході.

У роботах [2–5] зазначається, що значення і напрямки потоків потужності, котрі передаються ланками двопотокової трансмісії, визначаються тільки круговим передавальним відношенням замкнутого контуру.

Мета і постановка задачі

Метою даної роботи є дослідження особливостей розподілу потоків потужності у безступінчастих ГОМТ з диференціалом на вході та диференціалом на виході.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: навести кінематичні схеми ГОМТ з диференціалом на вході та диференціалом на виході, розподіл потужності в замкнутому контурі яких досліджується; визначити особливості розподілу потоків потужності в замкнутих контурах приведених схем; навести методи, що дозволяють визначати напрямки потоків потужності в замкнутих контурах.

Особливості розподілу потоків потужності у безступінчастих ГОМТ

У ГОМТ, що працюють за схемою «диференціал на вході», можливі 6 варіантів з'єднання механічної та гідравлічної гілок з ланками планетарного ряду (ПР), які можуть реалізовуватися у вигляді 24 схем спрощених замкнутих контурів ГОМТ (рис. 1).

Спрощені кінематичні та структурні схеми ГОМТ із замкнутим контуром, представленим на рис. 1, а, наведені на рис. 2–3. На рис. 2 подані спрощені кінематичні схеми ГОМТ з диференціалом на вході з однією регульованою і однією нерегульованою гідромашинами, двома регульованими гідромашинами, з робочим об'ємом гідронасоса 130 см^3 , робочим об'ємом гідромотора 130 см^3 та 250 см^3 . Схема № 2 є працездатною лише за підвищених об'ємів гідромашин – по 390 см^3 .

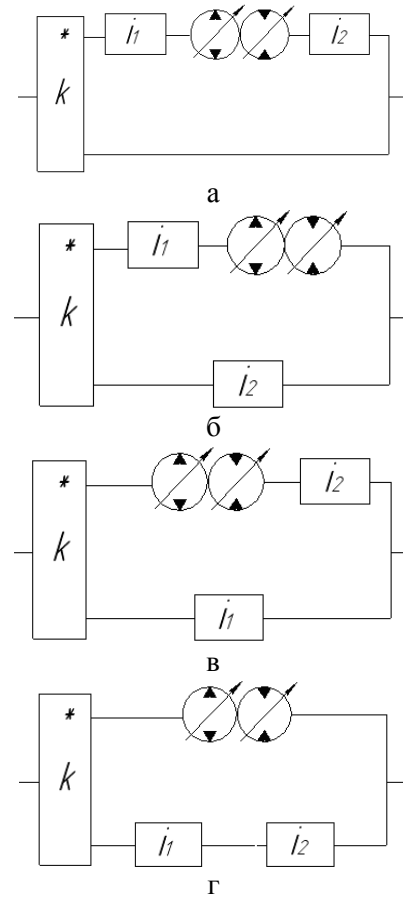


Рис. 1. Варіанти структурних схем замкнутих контурів ГОМТ із диференціалом на вході: а – два редуктори в гідравлічній гілці; б – один редуктор перед ГОП, другий – в механічній гілці; в – один редуктор за ГОП, другий – в механічній гілці; г – два редуктори в механічній гілці; * – ПР

Позначення на нижче наведених рисунках: i_j – передавальне число редуктора; k – внутрішнє передавальне відношення планетарного ряду; e_1, e_2 – відносний параметр регулювання ГОП; q_1, q_2 – максимальна продуктивність гідромашин; ω_i – кутова швидкість ланки; M_{nm} – моменти на ланках ГОМТ; m – індекс-число співпадає з номером кутової швидкості ланки; n – індекси-букви відповідають моментам на кінцях ланок; 1 – сонячна шестірня; 2 – коронна шестірня; 3 – водило.

Напрямки потоків потужності, що передаються ланками двопотокової ГОМТ із диференціалом на вході (рис. 2, 3), на даний момент прийнято визначати за допомогою кругового передавального відношення замкнутого контуру [3]

$$i_{xkbb} = -\frac{N_{2a}}{N_{5b}} = -\frac{M_{2a} \cdot \omega_2}{M_{5b} \cdot \omega_5}. \quad (1)$$

При $-\infty < i_{xkbbx} < 0$ напрямки потоків потужності по паралельних гілках двопотокової трансмісії є однаковими, а при $0 < i_{xkbbx} < \infty$ потужність по гілках двопотокової трансмісії передається у протилежних напрямках, тобто в замкнутому контурі виникає циркуляція поту-

жності (рис. 4, табл. 1). Як видно з табл. 1, на вид розподілу потоків потужності в замкнутому контурі ГОМТ не впливає максимальний робочий об'єм та конструкція гідромотора (регульований чи нерегульований).

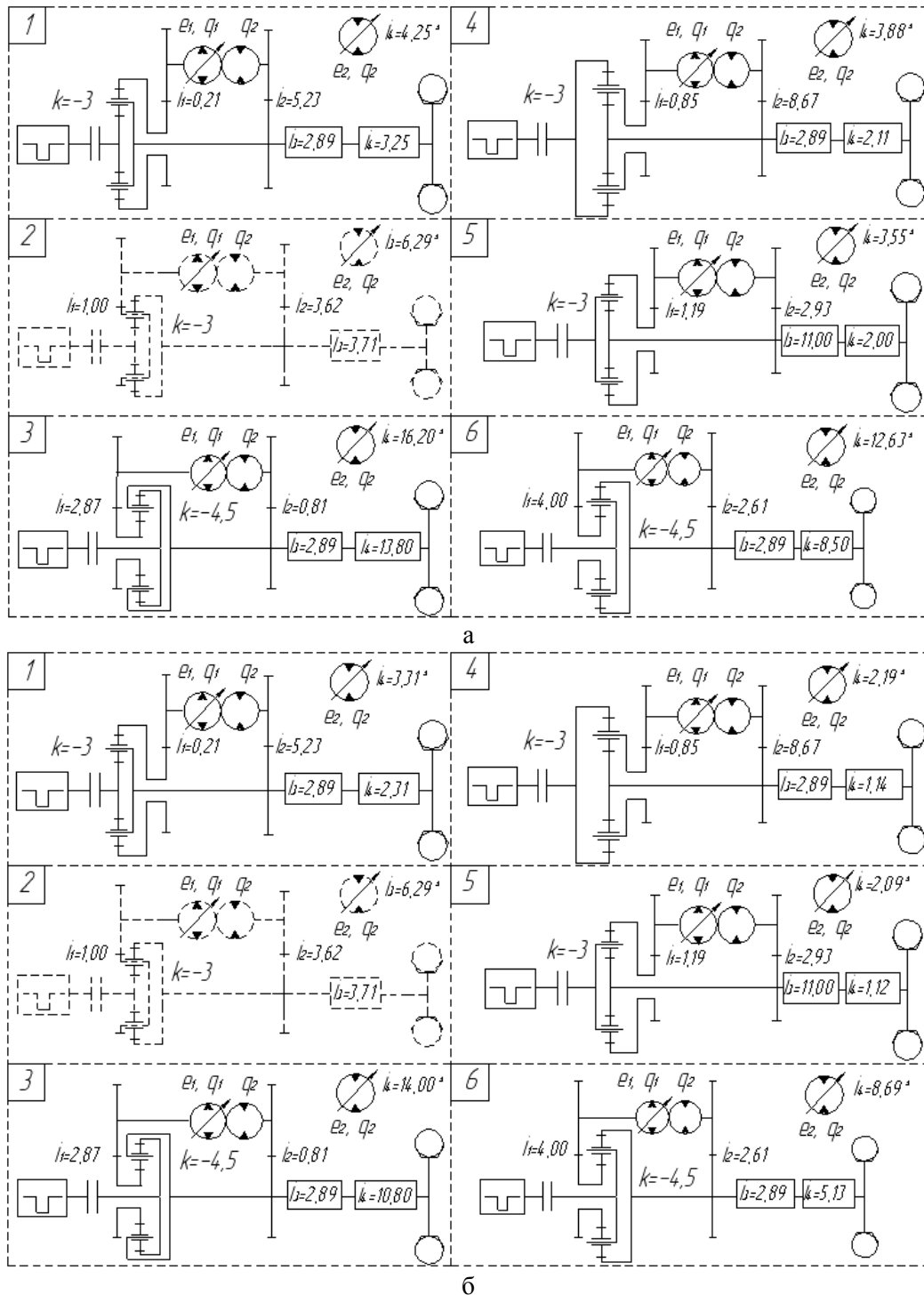


Рис. 2. Спрощені кінематичні схеми ГОМТ із диференціалом на вході при різних з'єднаннях механічної та гідравлічної гілок з ланками ПР та розташуванням двох редукторів у гідравлічній гілці замкнутого контуру: а – робочий об'єм гідронасоса – 130 см³, робочий об'єм гідромотора – 130 см³; б – робочий об'єм гідронасоса – 130 см³, робочий об'єм гідромотора – 250 см³; * – регульований гідромотор

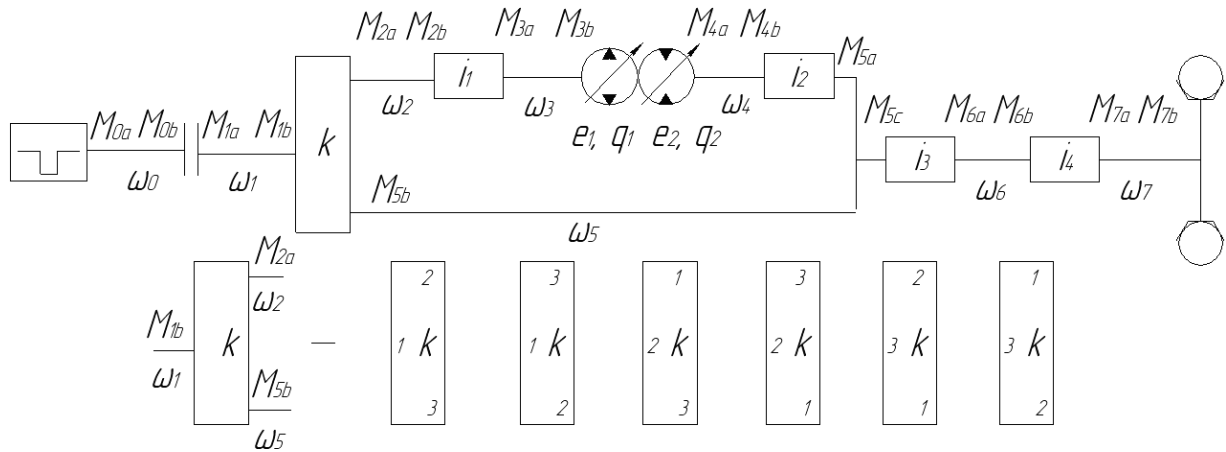


Рис. 3. Структурні схеми ГОМТ із диференціалом на вході та розташуванням двох редукторів у гідравлічній гілці замкнутого контуру

Таблиця 1 Знак кругового передавального відношення замкнутого контуру з диференціалом на вході (розташування двох редукторів у гідравлічній гілці замкнутого контуру)

Схема	i_{xkbx}	Схема	i_{xkbx}	Схема	i_{xkbx}	Схема	i_{xkbx}
Гідронасос має максимальний об'єм 130 см ³ , гідромотор – 130 см ³				Гідронасос має максимальний об'єм 130 см ³ , гідромотор – 250 см ³			
з нерегульованим гідромотором		з регульованим гідромотором		з нерегульованим гідромотором		з регульованим гідромотором	
1	«←→»	1	«←→»	1	«←→»	1	«←→»
2	«←→»	2	«←→»	2	«←→»	2	«←→»
3	«←→»	3	«←→»	3	«←→»	3	«←→»
4	«←+»	4	«←+»	4	«←+»	4	«←+»
5	«←→»	5	«←→»	5	«←→»	5	«←→»
6	«←→»	6	«←→»	6	«←→»	6	«←→»

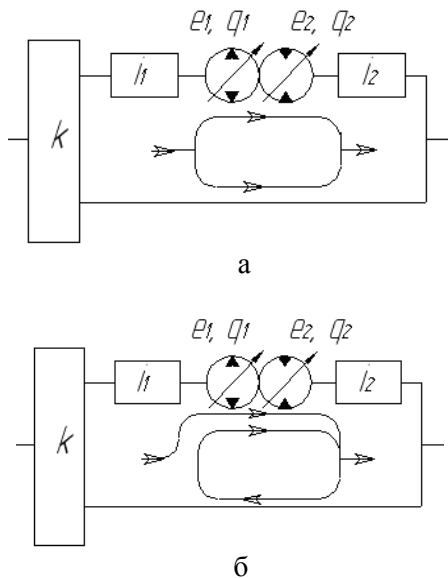


Рис. 4. Розподіл потоків потужності в замкнутих контурах ГОМТ із диференціалом на вході з рис. 2: а – схеми № 1 – № 3, № 5, № 6; б – схема № 4

Визначимо відповідність леми, введеної у роботу [6], розподілу потоків потужності в

замкнутих контурах ГОМТ із диференціалом на вході (рис. 2). Відповідно лемі, яка вводилась для ГОМТ із диференціалом на виході: при $\text{sign}\left(e \cdot \frac{de}{dV} \cdot V\right) > 0$ в замкнутому контурі ГОМТ циркуляція потужності відсутня, при $\text{sign}\left(e \cdot \frac{de}{dV} \cdot V\right) < 0$ – виникає циркуляція потужності. При цьому під V розуміють лінійну швидкість транспортного засобу (при $V > 0$ машина рухається вперед, при $V < 0$ – назад). Нагадаємо, що значення $e = e_1/e_2$, розглядається рух переднім ходом (табл. 2).

У результаті перевірки на відповідність леми [6] щодо розподілу потоків потужності в замкнутих контурах ГОМТ із диференціалом на вході (рис. 2) було встановлено, що вона не відтворює процесів, які відбуваються в замкнутому контурі. Напрямки потоків потужності, що передаються ланками двопотокової трансмісії, необхідно визначати з допомогою значення кругового передавального

відношення замкнутого контуру. У ГОМТ, що працюють за схемою «диференціал на виході», можливі 6 варіантів з'єднання механічної та гідравлічної гілок з ланками ПР, які

можуть реалізовуватися у вигляді 24 схем спрощених замкнутих контурів ГОМТ (рис. 5).

Таблиця 2 Перевірка на відповідність леми [6] щодо розподілу потоків потужності в замкнутих контурах ГОМТ із диференціалом на виході з рис. 2

Схема	sign (e)	sign($\frac{de}{dV}$)	sign (V)	sign($e \cdot \frac{de}{dV} \cdot V$)	Примітка
1	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
2	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
3	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
4	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова не виконується
5	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова виконується
6	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова виконується

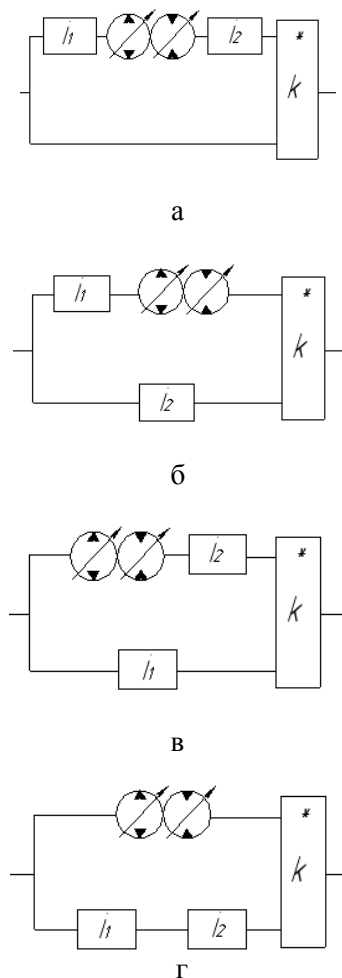


Рис. 5. Варіанти структурних схем замкнутих контурів ГОМТ із диференціалом на виході: а – два редуктори в гідравлічній гілці; б – один редуктор перед ГОП, другий – в механічній гілці; в – один редуктор за ГОП, другий – в механічній гілці; г – два редуктори в механічній гілці; * – ПР

Спрощені кінематичні та структурні схеми ГОМТ із замкнутим контуром, представленим на рис. 5, а, наведені на рис. 6, 7.

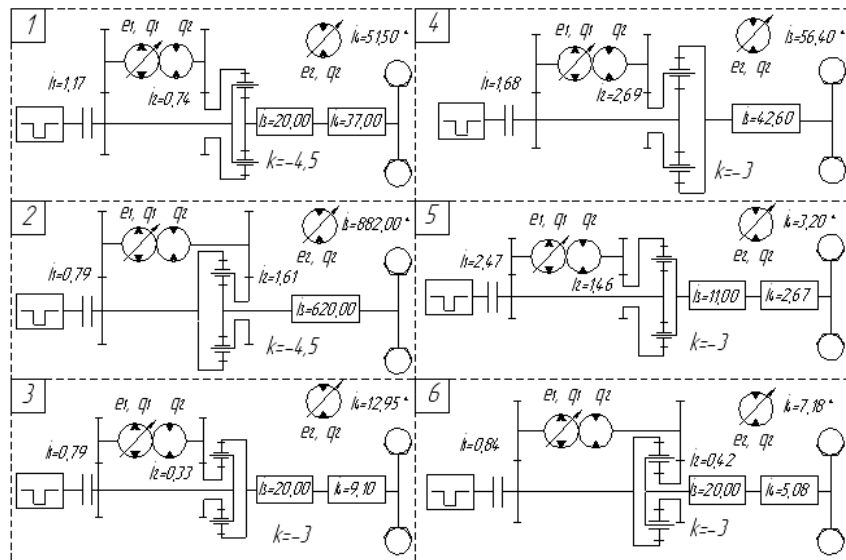
На рис. 6 наведені спрощені кінематичні схеми ГОМТ із диференціалом на виході з однією регульованою і однією нерегульованою гідромашинами, двома регульованими гідромашинами, з робочим об'ємом гідронасоса 130 см³, робочим об'ємом гідромотора 130 см³ та 250 см³.

Напрямки потоків потужності, що передаються ланками двопотокової ГОМТ із диференціалом на виході (рис. 6, 7), визначимо за допомогою кругового передавального відношення замкнутого контуру [3]

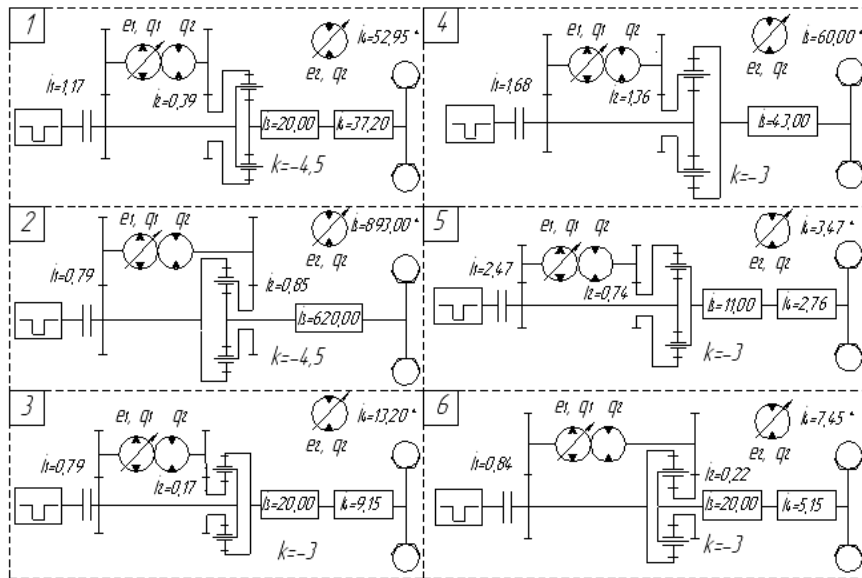
$$i_{dkbd} = -\frac{N_{4b}}{N_{1c}} = -\frac{M_{4b} \cdot \omega_4}{M_{1c} \cdot \omega_1} \quad (2)$$

При $-\infty < i_{dkbd} < 0$ напрямки потоків потужності по паралельних гілках двопотокової трансмісії є однаковими, а при $0 < i_{dkbd} < \infty$ потужність по гілках двопотокової трансмісії передається у протилежних напрямках, тобто в замкнутому контурі виникає циркуляція потужності (рис. 8, табл. 3).

Визначимо відповідність леми, введеної в роботі [6], розподілу потоків потужності в замкнутих контурах ГОМТ із диференціалом на виході (рис. 6). Результати дослідження наведені в табл. 4.



а



б

Рис. 6. Спрощені кінематичні схеми ГОМТ із диференціалом на виході при різних з'єднаннях механічної та гідравлічної гілок з ланками ПР та розташуванням двох редукторів у гідравлічній гілці замкнутого контуру: а – робочий об'єм гідронасоса – 130 см³, робочий об'єм гідромотора – 130 см³; б – робочий об'єм гідронасоса – 130 см³, робочий об'єм гідромотора – 250 см³; * – регульований гідромотор (закінчення)

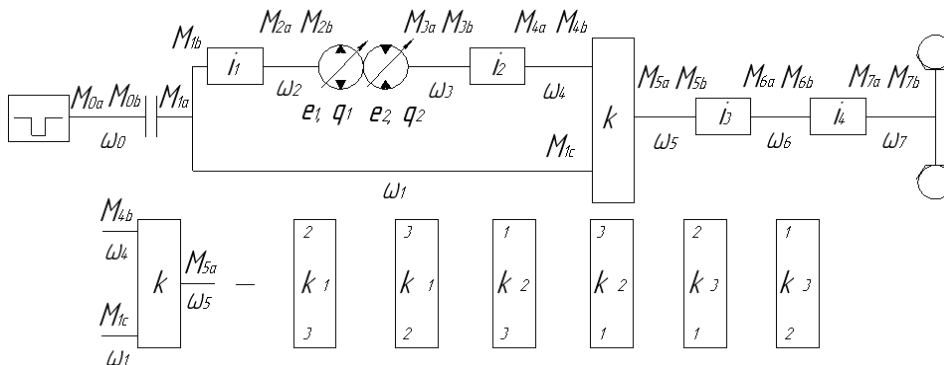


Рис. 7. Структурні схеми ГОМТ із диференціалом на виході та розташуванням двох редукторів у гідравлічній гілці замкнутого контуру

Таблиця 3 Знак кругового передавального відношення замкнутого контуру з диференціалом на виході (розташування двох редукторів у гідравлічній гілці замкнутого контуру)

Схема	e	V , км/год	i_{dkbd}	Схема	e	V , км/год	i_{dkbd}
Гідронасос має максимальний об'єм 130 см ³ , гідромотор – 130 см ³							
З нерегульованим гідромотором				З регульованим гідромотором			
1	[1; 0]	[0; 5,1]	«+»	1	[1; 0]	[0; 3,7]	«+»
	(0; -1)	(5,1; 10,0)	«-»		(0; -2)	(3,7; 10,0)	«-»
2	[1; 0]	[0; 5,1]	«+»	2	[1; 0]	[0; 3,6]	«+»
	(0; -1)	(5,1; 10,0)	«-»		(0; -2)	(3,6; 10,0)	«-»
3	[1; 0]	[0; 5,1]	«+»	3	[1; 0]	[0; 3,6]	«+»
	(0; -1)	(5,1; 10,0)	«-»		(0; -2)	(3,6; 10,0)	«-»
4	[1; -0,05]	[0; 5,7]	«+»	4	[1; -0,05]	[0; 4,2]	«+»
	(-0,05; -1)	(5,7; 10,0)	«-»		(-0,05; -2)	(4,2; 10,0)	«-»
5	[-1; 0,15]	[0; 6,1]	«+»	5	[-1; 0,15]	[0; 5,1]	«+»
	(0,15; 1)	(6,1; 10,0)	«-»		(0,15; 2)	(5,1; 10,0)	«-»
6	[-1; 0]	[0; 5,2]	«+»	6	[-1; 0]	[0; 3,7]	«+»
	(0; 1)	(5,2; 10,0)	«-»		(0; 2)	(3,7; 10,0)	«-»
Гідронасос має максимальний об'єм 130 см ³ , гідромотор – 250 см ³							
З нерегульованим гідромотором				З регульованим гідромотором			
1	[1; 0]	[0; 5,1]	«+»	1	[1; 0]	[0; 3,7]	«+»
	(0; -1)	(5,1; 10,0)	«-»		(0; -2)	(3,7; 10,0)	«-»
2	[1; 0]	[0; 5,1]	«+»	2	[1; 0]	[0; 3,6]	«+»
	(0; -1)	(5,1; 10,0)	«-»		(0; -2)	(3,6; 10,0)	«-»
3	[1; 0]	[0; 5,1]	«+»	3	[1; 0]	[0; 3,6]	«+»
	(0; -1)	(5,1; 10,0)	«-»		(0; -2)	(3,6; 10,0)	«-»
4	[1; -0,05]	[0; 5,6]	«+»	4	[1; -0,05]	[0; 4,0]	«+»
	(-0,05; -1)	(5,6; 10,0)	«-»		(-0,05; -2)	(4,0; 10,0)	«-»
5	[-1; 0,15]	[0; 6,0]	«+»	5	[-1; 0,1]	[0; 4,7]	«+»
	(0,15; 1)	(6,0; 10,0)	«-»		(0,1; 2)	(4,7; 10,0)	«-»
6	[-1; 0]	[0; 5,2]	«+»	6	[-1; 0]	[0; 3,6]	«+»
	(0; 1)	(5,2; 10,0)	«-»		(0; 2)	(3,6; 10,0)	«-»

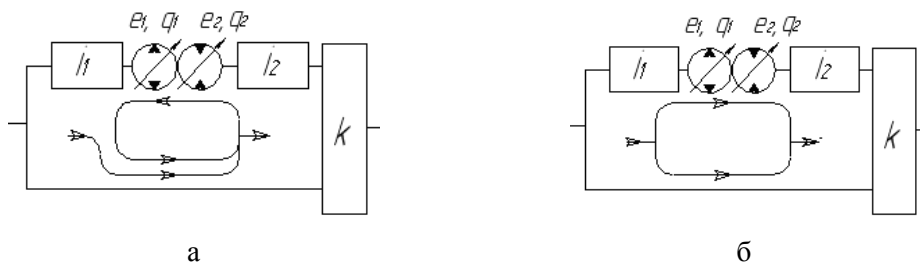


Рис. 8. Розподіл потоків потужності в замкнутих контурах ГОМТ із диференціалом на виході: а – $i_{dkbd} > 0$; б – $i_{dkbd} < 0$

Таблиця 4 Перевірка на відповідність леми [6] щодо розподілу потоків потужності в замкнутих контурах ГОМТ із диференціалом на виході з рис. 6

Схема	V , км/год	$\text{sign}(e)$	$\text{sign}\left(\frac{de}{dV}\right)$	$\text{sign}(V)$	$\text{sign}\left(e \cdot \frac{de}{dV} \cdot V\right)$	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
Гідронасос має максимальний об'єм 130 см ³ , гідромотор – 130 см ³						
З нерегульованим гідромотором						
1	[0; 5,1]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,1; 10,0)	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується

Закінчення табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
2	[0; 5,1]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,1; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
3	[0; 5,1]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,1; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
4	[0; 5,7]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,7; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
5	[0; 6,1]	«-»	«+»	«+»	«-»	Умова виконується
	(6,1; 10,0]	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова виконується
6	[0; 5,2]	«-»	«+»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,2; 10,0]	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова виконується
З регульованим гідромотором						
1	[0; 3,7]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(3,7; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
2	[0; 3,6]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(3,6; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
3	[0; 3,6]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(3,6; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
4	[0; 4,2]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(4,2; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
5	[0; 5,1]	«-»	«+»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,1; 10,0]	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова виконується
6	[0; 3,7]	«-»	«+»	«+»	«-»	Умова виконується
	(3,7; 10,0]	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова виконується
Гідронасос має максимальний об'єм 130 см ³ , гідромотор – 250 см ³						
З нерегульованим гідромотором						
1	[0; 5,1]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,1; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
2	[0; 5,1]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,1; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
3	[0; 5,1]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,1; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
4	[0; 5,6]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,6; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
5	[0; 6,0]	«-»	«+»	«+»	«-»	Умова виконується
	(6,0; 10,0]	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова виконується
6	[0; 5,2]	«-»	«+»	«+»	«-»	Умова виконується
	(5,2; 10,0]	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова виконується
З регульованим гідромотором						
1	[0; 3,7]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(3,7; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
2	[0; 3,6]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(3,6; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
3	[0; 3,6]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(3,6; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
4	[0; 4,0]	«+»	«-»	«+»	«-»	Умова виконується
	(4,0; 10,0]	«-»	«-»	«+»	«+»	Умова виконується
5	[0; 4,7]	«-»	«+»	«+»	«-»	Умова виконується
	(4,7; 10,0]	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова виконується
6	[0; 3,6]	«-»	«+»	«+»	«-»	Умова виконується
	(3,6; 10,0]	«+»	«+»	«+»	«+»	Умова виконується

Розглянемо детальніше сучасні ГОМТ: Fendt Varіo та ГОМТ для трактора «Беларус 3022 ДВ». У результаті аналізу ГОМТ із диференціалом на вході Fendt 939 Varіo було встановлено [7], що у замкнутому контурі трансмісії трактора відсутня циркуляція потужності при русі переднім ходом та виникає при русі заднім ходом (рис. 9, 10).

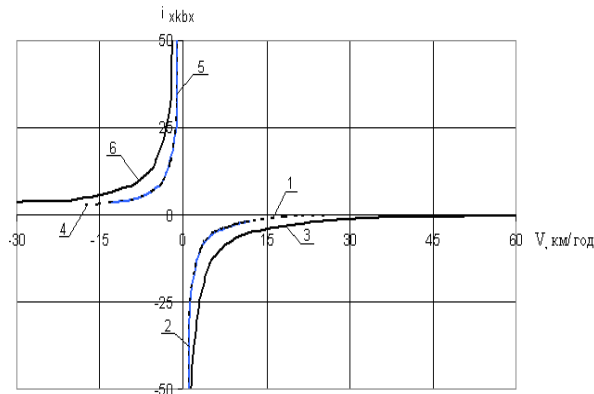


Рис. 9. Зміна кругового передавального відношення замкнутого контуру ГОМТ Fendt 939 Varіo: 1 – тяговий діапазон руху, коефіцієнт опору руху $f = 0,05$, передній хід; 2 – тяговий діапазон руху, $f = 0,5$, передній хід; 3 – транспортний діапазон руху, $f = 0,05$, передній хід; 4 – тяговий діапазон руху, $f = 0,05$, задній хід; 5 – тяговий діапазон руху, $f = 0,5$, задній хід; 6 – транспортний діапазон руху, $f = 0,05$, задній хід

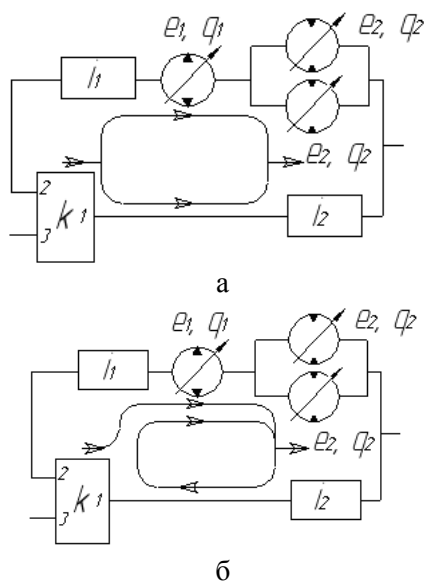


Рис. 10. Розподіли потоків потужності в замкнутому контурі трансмісії трактора Fendt 939 Varіo: а – рух переднім ходом; б – рух заднім ходом

У результаті аналізу ГОМТ із диференціалом на виході трактора-аналога «Беларус 3022 ДВ» [8] було встановлено, що у замкнутому контурі трансмісії трактора при русі переднім ходом на тяговому діапазоні зі швидкістю 8,3–10,0 км/год ($f = 0,5$), 8,3–24,5 км/год ($f = 0,05$); при русі переднім ходом на транспортному діапазоні зі швидкістю 22,0–60,0 км/год ($f = 0,05$), в замкнутому контурі трансмісії циркуляція потужності відсутня – потужність передається по паралельних гілках двопотокової трансмісії, в інших випадках при русі переднім ходом в замкнутому контурі з’являється циркуляція потужності, що призводить до перевантаження механічної гілки. При русі заднім ходом у замкнутому контурі з’являється циркуляція потужності, що призводить до перевантаження гідравлічної гілки (рис. 11, табл. 5).

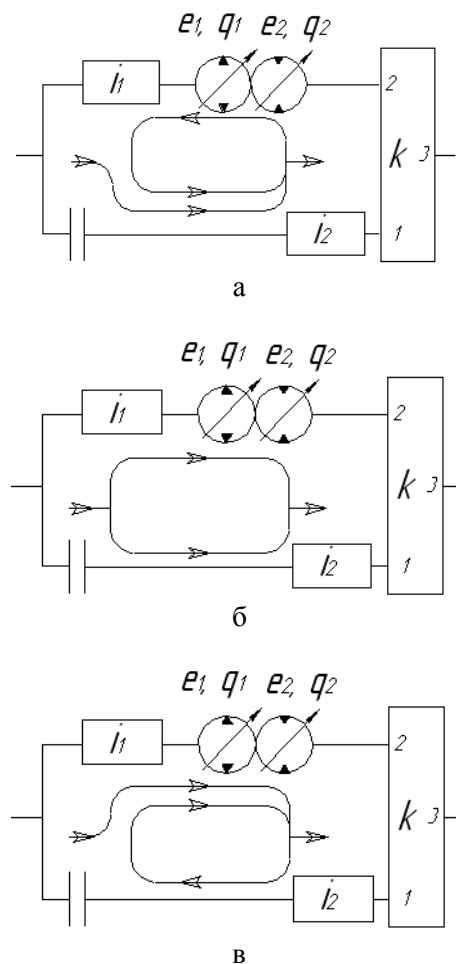


Рис. 11. Розподіл потоків потужності в замкнутому контурі ГОМТ трактора-аналога «Беларус 3022 ДВ»: а – рух переднім ходом, $i_{dkbd} > 0$; б – рух переднім ходом, $i_{dkbd} < 0$; в – рух заднім ходом

Таблиця 5 Знак кругового передавального відношення замкнутого контуру ГОМТ трактора-аналога «Беларус 3022 ДВ»

f	e	V , км/год	i_{dkbd}	f	e	V , км/год	i_{dkbd}
Передній хід, робочий діапазон				Задній хід, робочий діапазон			
0,5	[-1; 0,1]	[0; 8,3]	«+»	0,5	[-1,13; -2]	[0; -2,0]	«+»
	(0,1; 0,28]	(8,3; 10,0]	«-»		0,05	[-1; -2]	[0; -7,8]
0,05	[-1; 0]	[0; 8,3]	«+»	0,05		[-1; -2]	[0; -7,8]
	(0; 2]	(8,3; 24,5]	«-»		Передній хід, транспортний діапазон		
Передній хід, транспортний діапазон				Задній хід, транспортний діапазон			
0,05	[-1; 0]	[0; 22,0]	«+»	0,05	[-1; -2]	[0; -18,6]	«+»
	(0; 2]	(22,0; 60,0]	«-»				

Висновки

Вважалося, що в замкнутому контурі ГОМТ із диференціалом на вході при русі переднім ходом циркуляція потужності відсутня. Дане твердження не є правомірним, що доводить схема № 4 (рис. 2), де в результаті циркуляції потужності в замкнутому контурі спостерігається перевантаження гідравлічної гілки.

У двопотоковій ГОМТ трактора Fendt 939 Varjo з диференціалом на вході при русі переднім ходом в замкнутому контурі трансмісії циркуляція потужності відсутня – потужність передається по паралельних гілках двопотокової трансмісії. При русі заднім ходом в замкнутому контурі з'являється циркуляція потужності, що призводить до перевантаження гідравлічної гілки.

Суттєвим чинником, що впливає на напрямки потоків потужності по паралельних гілках двопотокових ГОМТ, які працюють за схемою «диференціал на вході», є кінематична схема трансмісії та напрямок руху трактора.

У всіх розглянутих схемах ГОМТ із диференціалом на виході, в тому числі ГОМТ трактора-аналога «Беларус 3022 ДВ», за певних швидкостей руху переднім ходом у замкнутому контурі з'являється циркуляція потужності, що призводить до перевантаження механічної гілки, а при русі заднім ходом спостерігається постійна циркуляція потужності з перевантаженням гідравлічної гілки.

Найбільш ефективний та достовірний спосіб, що дозволяє визначати напрямки потоків потужності в замкнутих контурах ГОМТ із диференціалом на вході та диференціалом на виході, базується на визначенні знаку круго-

вого передавального відношення замкнутого контуру.

Напрямки потоків потужності в замкнутих контурах ГОМТ із диференціалом на виході можна визначати також за допомогою леми [6]. Особливістю даної леми є те, що вона не є застосовною для схем ГОМТ із диференціалом на вході.

Література

1. Самородов В.Б. Розподіл потоків потужності у гідрооб'ємно-механічних трансмісіях, що працюють за схемою «диференціал на вході» / В.Б. Самородов, А.І. Бондаренко // Вісник національного технічного університету «ХПІ»: зб. наук. пр. Серія: «Автомобіле- та тракторобудування». – 2012. – № 60 (966). – С. 31–41.
2. Колесные и гусеничные машины высокой проходимости: в 10 томах. Том 3: Трансмиссии. Книга 2: Бесступенчатые трансмиссии: расчет и основы конструирования / Е.Е. Александров, В.Б. Самородов, Д.О. Волонцевич, А.С. Палащенко. – Х.: ХГПУ, 1997. – 184 с.
3. Красеньков В.И. Проектирование планетарных механизмов транспортных машин / В.И. Красеньков, А.Д. Вашец. – М.: Машиностроение, 1986. – 272 с.
4. Аврамов В.П. Гидрообъемные передачи в гидрообъемно-механических трансмиссиях транспортных машин: учеб. пособие / В.П. Аврамов, В.Б. Самородов. – Х.: ХПИ, 1986. – 76 с.
5. Самородов В.Б. Анализ распределения потоков мощности с учетом КПД гидрообъемной передачи в двухпоточных бесступенчатых гидрообъемно-механических трансмиссиях с дифференциалом

- на выходе / В.Б. Самородов, И.А. Таран // Вісник національного технічного університету «ХП»: зб. наук. пр. Серія: «Автомобіле- та тракторобудування». – 2012. – № 60 (966). – С. 7–16.
6. Бурлыга М.Б. Универсализация математических моделей гидрообъемных передач, работающих в составе двухпоточных бесступенчатых трансмиссий / М.Б. Булыга // Восточно-Европейский журнал передовых технологий: сб. науч. тр. – 2008. – №5/5 (35). – С. 4–7.
7. Самородов В.Б. Результаты математического моделирования трансмиссии Fendt Varjo колесных тракторов 900 серии / В.Б. Самородов, А.И. Бондаренко // Вестник НТУ «ХПИ»: сб. науч. тр. Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». – 2011. – № 56. – С. 144–156.
8. Самородов В.Б. Аналіз безступінчастих двопотокових гідрооб'ємно-механічних тракторних трансмісій: вибір і обґрунтування перспективних схем / В.Б. Самородов, О.В. Григоров, А.І. Бондаренко // Вісник національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»: зб. наук. пр. Тематичний випуск «Транспортне машинобудування». – 2012. – № 20. – С. 24–46.

Рецензент: В.І. Клименко, професор, к.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 17 вересня 2013 р.
