

УДК 621.83.062

В. Б. САМОРОДОВ, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХПИ»;
И. А. ТАРАН, канд. техн. наук, доц. НГУ, Днепропетровск

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ МОЩНОСТИ С УЧЕТОМ КПД ГИДРООБЪЕМНОЙ ПЕРЕДАЧИ В ДВУХПОТОЧНЫХ БЕССТУПЕНЧАТЫХ ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЯХ С ДИФФЕРЕНЦИАЛОМ НА ВЫХОДЕ

Дан анализ изменения циркулирующих и нециркулирующих потоков мощности с учетом КПД ГОП и его влияния на качественную и количественную картину распределения этих потоков мощности в двухпоточных бесступенчатых ГОМТ с дифференциалом на выходе.

Ключевые слова: бесступенчатая трансмиссия, дифференциал, мощность, циркуляция.

Введение и анализ литературы по проблеме. В трудах [1,2] решена классическая задача по определению потоков мощности по ветвям двух- и многопоточных механических трансмиссий как с дифференциалом на входе, так и с дифференциалом на выходе с учетом механических потерь в зубчатых зацеплениях и в зависимости от кругового передаточного отношения замкнутого контура трансмиссии. Попытка решения задачи распределения потоков мощности при работе бесступенчатых двухпоточных гидрообъемно-механических трансмиссий (ГОМТ) с учетом механического, объемного и общего коэффициентов полезного действия (КПД) гидрообъемной передачи (ГОП) с учетом механических потерь в механической части трансмиссии в зависимости от кругового передаточного отношения замкнутого контура сделана в работах [3-7].

В настоящей работе предлагается системный подход к определению взаимосвязи характера изменения потоков мощности в ГОМТ от кругового передаточного отношения замкнутого контура, которое изменяется в зависимости от параметра регулирования ГОМТ (он же является и параметром регулирования ГОП). Именно этот параметр регулирования и архитектура трансмиссии отвечают за распределение потоков мощности по ветвям трансмиссии, а потери в ГОП и ее КПД существенно влияют на качественное и количественное изменение потоков мощности по сравнению с двухпоточными механическими трансмиссиями подробно описанных в работах [1,2].

Однако в теории синтеза планетарных механизмов [1,2] не рассматриваются ветви или звенья, включающие вариаторы, имеющие переменные передаточные отношения, вследствие чего круговое передаточное отношение замкнутого контура двухпоточных ГОМ КП является не постоянным как в классике, а существенно переменным. Этот факт вносит качественные и количественные изменения в распределении потоков мощности по гидравлической и механической ветвям двухпоточных ГОМ КП и ГОМТ в целом.

Цель работы. Построение математической модели по определению распределения потоков мощности в двухпоточных бесступенчатых ГОМТ с дифференциалом на выходе и анализ изменения циркулирующих и нециркулирующих потоков мощности с учетом КПД ГОП, определение влияния указанного КПД на качественную и количественную картину распределения потоков мощности.

Рассмотрим класс двухпоточных бесступенчатых гидрообъемно-механических коробок передач, как основной подсистемы ГОМТ, с планетарным механизмом на

© В. Б. Самородов, И. А. Таран, 2012

выходе. Принципиальная схема ГОП в прямом и обратном потоках мощности представлена на рис. 1.

Для описания угловых скоростей ω , параметров регулирования e , потерь и КПД η первый индекс «1» будет относиться к регулируемой гидромашине (ГМ1), индекс «2» – к нерегулируемой гидромашине (ГМ2). Перепад рабочего давления Δp для обеих гидромашин примем одинаковым. Очевидно, что в прямом потоке мощности регулируемая гидромашина ГМ1 – гидронасос, а ГМ2 – нерегулируемый гидромотор. В обратном потоке мощности регулируемая гидромашина ГМ1 – регулируемый гидромотор, а ГМ2 – нерегулируемый гидронасос. Как правило, перед регулируемой гидромашинной ГМ1 ставится согласующий редуктор с передаточным отношением i_1 , а после нерегулируемой гидромашинной ГМ2 – редуктор с передаточным отношением i_2 . В ГОМ КП может быть (а может и отсутствовать) механическая часть, эквивалентная редуктору с передаточным отношением i_3 .

На рис. 1 N_1, M_1 и N_2, M_2 – мощности и моменты на валах ГМ1 и ГМ2; $\Delta N_1, \Delta N_2$ – суммарные гидромеханические потери на гидромашинных; $\Delta Q_1, \Delta Q_2$ – суммарные объемные потери; p_0, p_1 – давление нагрузки и подпитки соответственно; μ – средний коэффициент динамической вязкости рабочей жидкости. Стрелки одинакового цвета на рис. 1 указывают возможные направления потоков мощности в двухпоточной ГОМТ с дифференциалом на выходе.

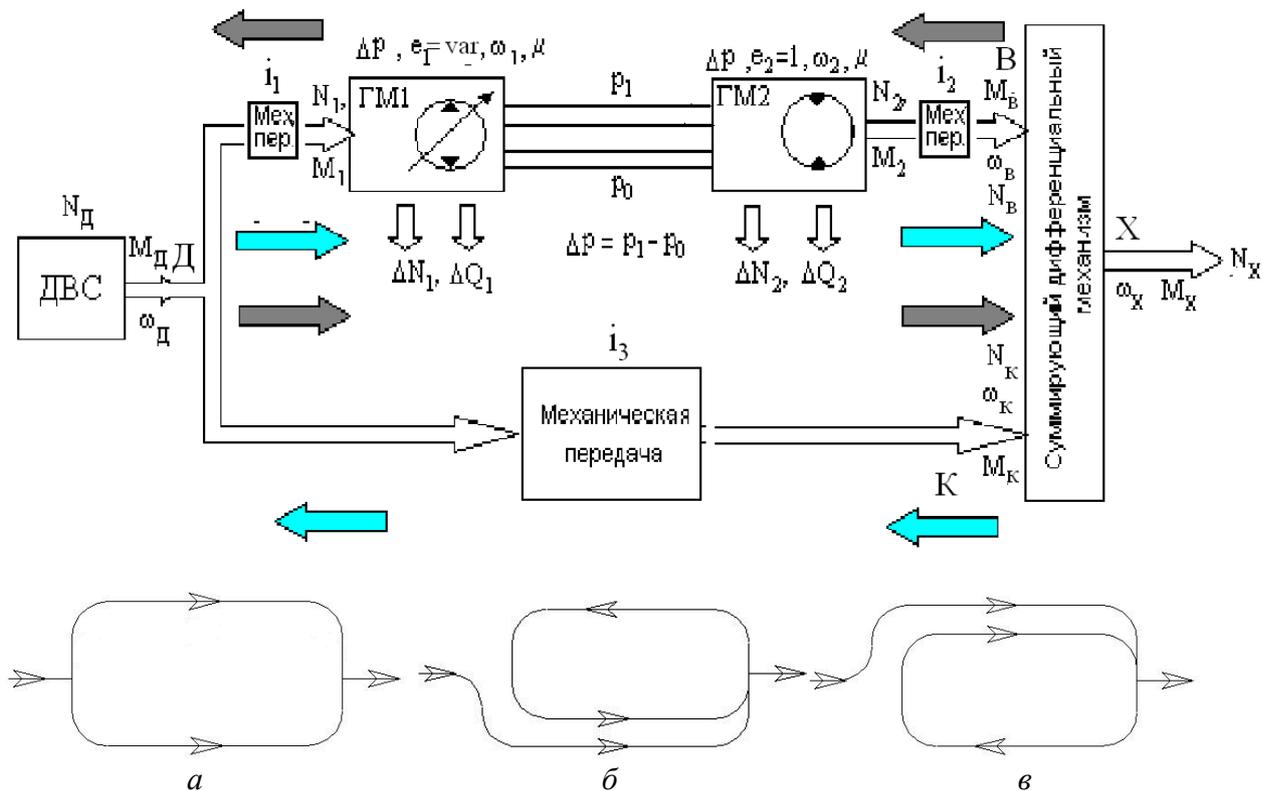


Рисунок 1 – Функциональная схема двухпоточной бесступенчатой ГОМ КП с планетарным механизмом на выходе и возможные распределения потоков мощности: а – параллельное распределение; б – циркуляция мощности в направлении ДКВД; в – циркуляция мощности в направлении ДВКД

На рис. 1 выделены звенья Д, К, В замкнутого контура двухпоточной ГОМ КП. Через $N_в$ и $N_к$ обозначены потоки мощности, проходящие через звенья В и К дифференциального механизма; N_x – мощность на выходе.

Адекватное расчетно-теоретическое описание КПД гидронасоса, гидромотора и ГОП в целом ($\eta_{ГОП}$), в прямом и обратном потоках мощности дает необходимую информацию для оценки схемного решения двухпоточных ГОМТ для конкретной мобильной машины. С другой стороны – на основе подробного математического моделирования потерь в ГОП на ЭВМ строятся универсальные характеристики ГОП и ГОМТ с учетом возможных направлений потоков мощности, конструктивных изменений в элементах как ГОП, так и механической части ГОМТ, что является важным с точки зрения совершенствования этого вида бесступенчатых трансмиссий. Такой подход делает доводку ГОМТ целенаправленной, прогнозируемой и научно обоснованной.

В работах [4-7] введена и эффективно используется следующая аксиоматика: формально считается, что мощность N_1 , входящая на вход «1» любого элемента трансмиссии отрицательна, а выходящая N_2 с выхода «2» этого элемента – положительна. В этом смысле хорошей иллюстрацией является ДВС: производимая им мощность всегда является положительной, в то время как в режиме торможения двигателем, например, при движении под уклон, мощность, входящая на ДВС, принимается отрицательной. Такая аксиоматика продиктована спецификой потоков мощности в трансмиссиях транспортных средств и наличием в ГОМТ обратимых ГОП, работающих как в прямом, так и в обратном потоке мощности.

Напомним известные определения для кинематических и силовых передаточных отношений а также для КПД элементов, участвующих в передаче угловых скоростей и моментов (редукторов, планетарных рядов, гидropередач, электропередач, механических вариаторов и т.п.).

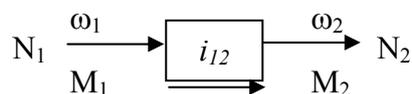


Рисунок 2 – К определению передаточных отношений

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \text{ – кинематическое передаточное отношение элемента } (i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1}{i_{12}});$$

$$i'_{12} = -\frac{M_2}{M_1} \text{ – силовое передаточное отношение элемента } (i'_{21} = -\frac{M_1}{M_2} = \frac{1}{i'_{12}});$$

$$\eta_{12} = \frac{i'_{12}}{i_{12}} = -\frac{M_2 \omega_2}{M_1 \omega_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow M_1 \omega_1 \eta_{12} + M_2 \omega_2 = 0,$$

что полностью совпадает с формализацией, введенной выше – мощность, входящая на элемент формально отрицательна, выходящая из элемента – положительна, алгебраическая сумма мощностей на элементе с учетом КПД равна нулю.

Для вывода важных на наш взгляд соотношений, позволяющих установить взаимосвязи потерь в гидрообъемных передачах с распределением потоков мощности в

двухпоточных ГОМТ, воспользуемся классическим подходом, изложенным в теории синтеза планетарных передач [1,2]. Отношение мощностей N_k к N_ϵ на звеньях К и В (рис.1) имеет вид:

$$\frac{N_k}{N_\epsilon} = \frac{M_k \omega_k}{M_\epsilon \omega_\epsilon} = -i'_{\epsilon k} \frac{\omega_k}{\omega_\epsilon} = -i'_{\epsilon k} \frac{\omega_{\delta k \delta}}{\omega_{\delta \epsilon \delta}} = -i'_{\epsilon k} i_{k \delta} i_{\delta \epsilon} = -i_{\delta \epsilon} i_{\epsilon k} i_{k \delta} \frac{i'_{\epsilon k}}{i_{\epsilon k}} =$$

$$= -\eta_{\epsilon k} i_{\delta \epsilon} i_{\epsilon k} i_{k \delta} = -\eta_{\epsilon k} i_{\delta \epsilon k \delta}; \quad (1)$$

$$\frac{N_\epsilon}{N_k} = -\frac{1}{\eta_{\epsilon k} i_{\delta \epsilon} i_{\epsilon k} i_{k \delta}} = -\frac{i_{\delta k} i_{k \epsilon} i_{\epsilon \delta} i_{\delta \epsilon}}{i'_{\epsilon k}} = -\frac{i_{\delta k} i_{k \epsilon} i_{\epsilon \delta} i'_{k \epsilon}}{i_{k \epsilon}} =$$

$$= -\eta_{k \epsilon} i_{\delta k} i_{k \epsilon} i_{\epsilon \delta} = -\eta_{k \epsilon} i_{\delta k \epsilon \delta}, \quad (2)$$

где $i_{\delta \epsilon k \delta}$ и $i_{\delta k \epsilon \delta}$ – круговые передаточные отношения замкнутого контура.

В случае 1 (рис. 1, а) параллельного распределения потоков мощности при отсутствии циркуляции в замкнутом контуре, на основании баланса мощностей с учетом КПД соответствующих участков ГОМТ, имеем:

$$N_D = \frac{N_k}{\eta_{\delta k}} + \frac{N_\epsilon}{\eta_{\delta \epsilon}} = \frac{N_k}{\eta_{\delta k}} + \left(-\frac{N_k \eta_{k \epsilon} i_{\delta k \epsilon \delta}}{\eta_{\delta \epsilon}} \right) =$$

$$= N_k \left(\frac{1}{\eta_{\delta k}} - \frac{\eta_{k \epsilon} i_{\delta k \epsilon \delta}}{\eta_{\delta \epsilon}} \right) \Rightarrow \quad (3)$$

$$\Rightarrow \frac{N_k}{N_D} = \frac{\eta_{\delta \epsilon} \eta_{\delta k}}{\eta_{\delta \epsilon} \eta_{\delta k} - \eta_{k \epsilon} i_{\delta k \epsilon \delta}}.$$

Выражая из соотношения (2) N_k через N_ϵ и подставляя в (3) получим

$$\frac{N_\epsilon}{N_D} = \frac{\eta_{\delta k} \eta_{\delta \epsilon} \eta_{k \epsilon} i_{\delta k \epsilon \delta}}{\eta_{\delta k} \eta_{k \epsilon} i_{\delta k \epsilon \delta} - \eta_{\delta \epsilon}}. \quad (4)$$

Очевидно, что на основании (1) и (2) $N_\epsilon / N_k = -\eta_{k \epsilon} i_{\delta k \epsilon \delta}$ и поскольку КПД любого участка ГОМТ по физическому смыслу всегда положительный, то в случае 1 (рис. 1, а) параллельного распределения потоков мощности при отсутствии циркуляции в замкнутом контуре всегда выполняется неравенство $i_{\delta k \epsilon \delta} < 0$.

Учитывая, что при параллельных потоках мощности по обеим ветвям ГОМТ ГОП работает в прямом потоке мощности, и пренебрегая потерями в зубчатых зацеплениях по сравнению с потерями в ГОП, имеем:

$$\eta_{\delta \epsilon} = \eta_{\text{ГОП}} \text{ и } \eta_{k \epsilon} = \eta_{\delta k} = 1. \quad (5)$$

Тогда из (3) и (4) получим соотношения:

$$\frac{N_k}{N_D} = \frac{\eta_{ГОП}}{\eta_{ГОП} - i_{dk\delta d}} \quad (6)$$

и

$$\frac{N_e}{N_D} = \frac{\eta_{ГОП} i_{dk\delta d}}{i_{dk\delta d} - \eta_{ГОП}}. \quad (7)$$

Акцентируем внимание на то, что в выражениях (6) и (7) $\eta_{ГОП}$ вычисляется строго, как КПД ГОП, работающей в прямом потоке мощности, поскольку при одних и тех же рабочих параметрах объемных гидромашин их КПД в прямом и обратном потоках мощности могут существенно отличаться [8]. Из выражений (6) и (7) следует также и то, что при любом значении $\eta_{ГОП}$ при $i_{dk\delta d} < 0$ в случае 1 выполняются равенства знаков мощностей $\text{sign}N_D = \text{sign}N_B = \text{sign}N_K = +1$. То есть мощности равнонаправлены.

В случае 2 (рис. 1, б) имеет место циркуляция мощности в контуре в направлении ДКВД, ГОП работает в обратном потоке мощности, что необходимо учитывать при вычислении КПД $\eta_{ГОП}$.

На основании баланса мощностей с учетом КПД соответствующих участков ГОМТ и, учитывая соотношения (5), в случае 2 (рис. 1, б) имеем:

$$\begin{aligned} N_D + |N_e| \eta_{ГОП} = N_k; \\ N_e = -N_k i_{dk\delta d}. \end{aligned} \Rightarrow \frac{N_k}{N_D} = \frac{1}{1 - i_{dk\delta d} \eta_{ГОП}}; \quad (8)$$

$$\begin{aligned} N_D + |N_e| \eta_{ГОП} = N_k; \\ N_k = -N_e / i_{dk\delta d}. \end{aligned} \Rightarrow \frac{N_e}{N_D} = \frac{i_{dk\delta d}}{i_{dk\delta d} \eta_{ГОП} - 1}. \quad (9)$$

В выражениях (8) и (9) $\eta_{ГОП}$ вычисляется строго, как КПД ГОП, работающей в обратном потоке мощности [8]. Из выражений (8) и (9) следует, что при любом значении $\eta_{ГОП}$ при $i_{dk\delta d} > 0$ в случае 2 выполняются равенства знаков мощностей $\text{sign}N_D = \text{sign}N_K = +1$ и $\text{sign}N_D = -\text{sign}N_B$, то есть мощности N_D и N_B , N_B и N_K разнонаправлены. Из выражений (8) и (9) следует также, что при любом значении $\eta_{ГОП}$ при $i_{dk\delta d} > 0$ в случае циркуляции мощности в направлении ДКВД (случай 2) выполняется важное неравенство:

$$0 < i_{dk\delta d} < \frac{1}{\eta_{ГОП}}, \quad (10)$$

суть которого поясняется ниже графически.

В случае 3 (рис. 1, в) имеет место циркуляция мощности в контуре в направлении ДКВД, ГОП работает в прямом потоке мощности. На основании баланса мощностей с учетом КПД соответствующих участков ГОМТ и учитывая соотношения

(5), имеем:

$$\begin{aligned} (N_D + |N_k|)\eta_{ГОП} = N_\epsilon; \Rightarrow \frac{N_k}{N_D} = \frac{\eta_{ГОП}}{\eta_{ГОП} - i_{\text{дквд}}}; \\ N_\epsilon = -N_k i_{\text{дквд}}. \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} (N_D + |N_k|)\eta_{ГОП} = N_\epsilon; \Rightarrow \frac{N_\epsilon}{N_D} = \frac{\eta_{ГОП} i_{\text{дквд}}}{i_{\text{дквд}} - \eta_{ГОП}}. \\ N_k = -N_\epsilon / i_{\text{дквд}}. \end{aligned} \quad (12)$$

В выражениях (11) и (12) $\eta_{ГОП}$ вычисляется строго, как КПД ГОП, работающей в прямом потоке мощности [8]. Из выражений (11) и (12) следует, что при любом значении $\eta_{ГОП}$ при $i_{\text{дквд}} > 0$ в случае 3 выполняются равенства знаков мощностей $\text{sign}N_D = \text{sign}N_B = +1$ и $\text{sign}N_D = -\text{sign}N_K$, то есть мощности N_D и N_K , N_B и N_K разнонаправлены. Из выражений (11) и (12) следует также, что при любом значении $\eta_{ГОП}$ при $i_{\text{дквд}} > 0$ в случае 3 циркуляции мощности в направлении ДВКД выполняется важное неравенство:

$$i_{\text{дквд}} > \eta_{ГОП} \quad (13)$$

Обобщая соотношения (6) – (13), описывающие рассмотренные три направления потоков мощности (рис. 1) в двухпоточных ГОМТ с дифференциалом на выходе, можем записать универсальные выражения:

$$\frac{N_k}{N_D} = \frac{\eta_{ГОП}^{\pm 1}}{\eta_{ГОП}^{\pm 1} - i_{\text{дквд}}}; \quad (14)$$

$$\frac{N_\epsilon}{N_D} = \frac{\eta_{ГОП}^{\pm 1} i_{\text{дквд}}}{i_{\text{дквд}} - \eta_{ГОП}^{\pm 1}}. \quad (15)$$

Универсальность выражений (14), (15) состоит в том, что в случае 1 при параллельных потоках мощности в ГОМТ (рис. 1, а), когда ГОП работает в прямом потоке мощности, показатель степени при $\eta_{ГОП}$ равен +1. Вычисляется $\eta_{ГОП}$ по алгоритму расчета КПД ГОП, работающей в прямом потоке мощности. Круговое передаточное отношение контура отрицательно ($i_{\text{дквд}} < 0$). В этом случае универсальные выражения (14) и (15) приводят к соотношениям (6) и (7).

В случае 2 при циркуляции мощности в контуре в направлении ДКВД, когда ГОП работает в обратном потоке мощности (рис. 1, б), показатель степени при $\eta_{ГОП}$ равен -1. Вычисляется $\eta_{ГОП}$ по алгоритму расчета КПД ГОП, работающей в обратном потоке мощности. Круговое передаточное отношение контура положительно

($0 < i_{\text{дквд}} < \frac{1}{\eta_{\text{ГОП}}}$). В этом случае универсальные выражения (14) и (15) приводят к соотношениям (8) и (9).

В случае 3 при циркуляции мощности в контуре в направлении ДКВД, когда ГОП работает в прямом потоке мощности (рис. 1, в), показатель степени при $\eta_{\text{ГОП}}$ равен +1. Вычисляется $\eta_{\text{ГОП}}$ по алгоритму расчета КПД ГОП, работающей в прямом потоке мощности. Круговое передаточное отношение контура положительно ($i_{\text{дквд}} > \eta_{\text{ГОП}}$). В этом случае универсальные выражения (14) и (15) приводят к соотношениям (11) и (12), которые в свою очередь совпадают с соотношениями (6) и (7) для случая 1. Акцентируем внимание на то, что при одинаковых соотношениях для случая 1 и 3 используются разные по знаку круговые передаточные отношения контура ($i_{\text{дквд}} < 0$ и $i_{\text{дквд}} > \eta_{\text{ГОП}}$ для случаев 1 и 3 соответственно).

В идеальном случае при отсутствии потерь в ГОП ($\eta_{\text{ГОП}} = 1$), как частный случай, выражения (14) и (15) приводят к известным соотношениям, полученным в работах [1, 2] для планетарных коробок передач, которые для всех трех случаев направлений мощности в двухпоточных ГОМТ одинаковы:

$$\frac{N_k}{N_{\text{д}}} = \frac{1}{1 - i_{\text{дквд}}}; \quad \frac{N_{\text{в}}}{N_{\text{д}}} = \frac{i_{\text{дквд}}}{i_{\text{дквд}} - 1}. \quad (16)$$

В случае 1 $i_{\text{дквд}} < 0$ и циркуляция мощности в контуре ДКВД отсутствует. На рис. 3 показаны графики отношений $N_k / N_{\text{д}}$ и $N_{\text{в}} / N_{\text{д}}$ в случае отсутствия потерь в ГОП и с их учетом. Видно, что при уменьшении $\eta_{\text{ГОП}}$ с 1 до 0,1, соответственно уменьшаются ординаты отношений $N_k / N_{\text{д}}$ и $N_{\text{в}} / N_{\text{д}}$ (II квадрант системы координат рис. 3).

В случае 2 $i_{\text{дквд}} > 0$ (рис. 4) и при обращении знаменателей в выражениях (8), (9) в нуль, то есть в точках пересечения вертикальных асимптот с осью $i_{\text{дквд}}$ в точках $i_{\text{дквд}} = 1 / \eta_{\text{ГОП}}$ теоретически циркулирующие мощности N_k и $N_{\text{в}}$ равны по абсолютной величине бесконечности и имеют разные знаки. При переходе через точки, в которых $i_{\text{дквд}} = 1 / \eta_{\text{ГОП}}$, циркулирующие мощности меняют знаки. В случае 2 циркулирующая мощность $N_{\text{в}}$ противоположна по направлению, а значит и по знаку с мощностью двигателя $N_{\text{д}}$. И отношения $N_k / N_{\text{д}}$ и $N_{\text{в}} / N_{\text{д}}$ рассматриваются соответственно в I и IV квадрантах системы координат на рис. 4 при $0 < i_{\text{дквд}} < 1 / \eta_{\text{ГОП}}$. С уменьшением $\eta_{\text{ГОП}}$ от 1 до 0,1 вертикальная асимптота $i_{\text{дквд}} = 1 / \eta_{\text{ГОП}}$ отодвигается от оси ординат вправо, при этом циркулирующие мощности N_k и $N_{\text{в}}$ уменьшаются по абсолютной величине по сравнению со случаем отсутствия потерь при $\eta_{\text{ГОП}} = 1$ (см. рис. 4).

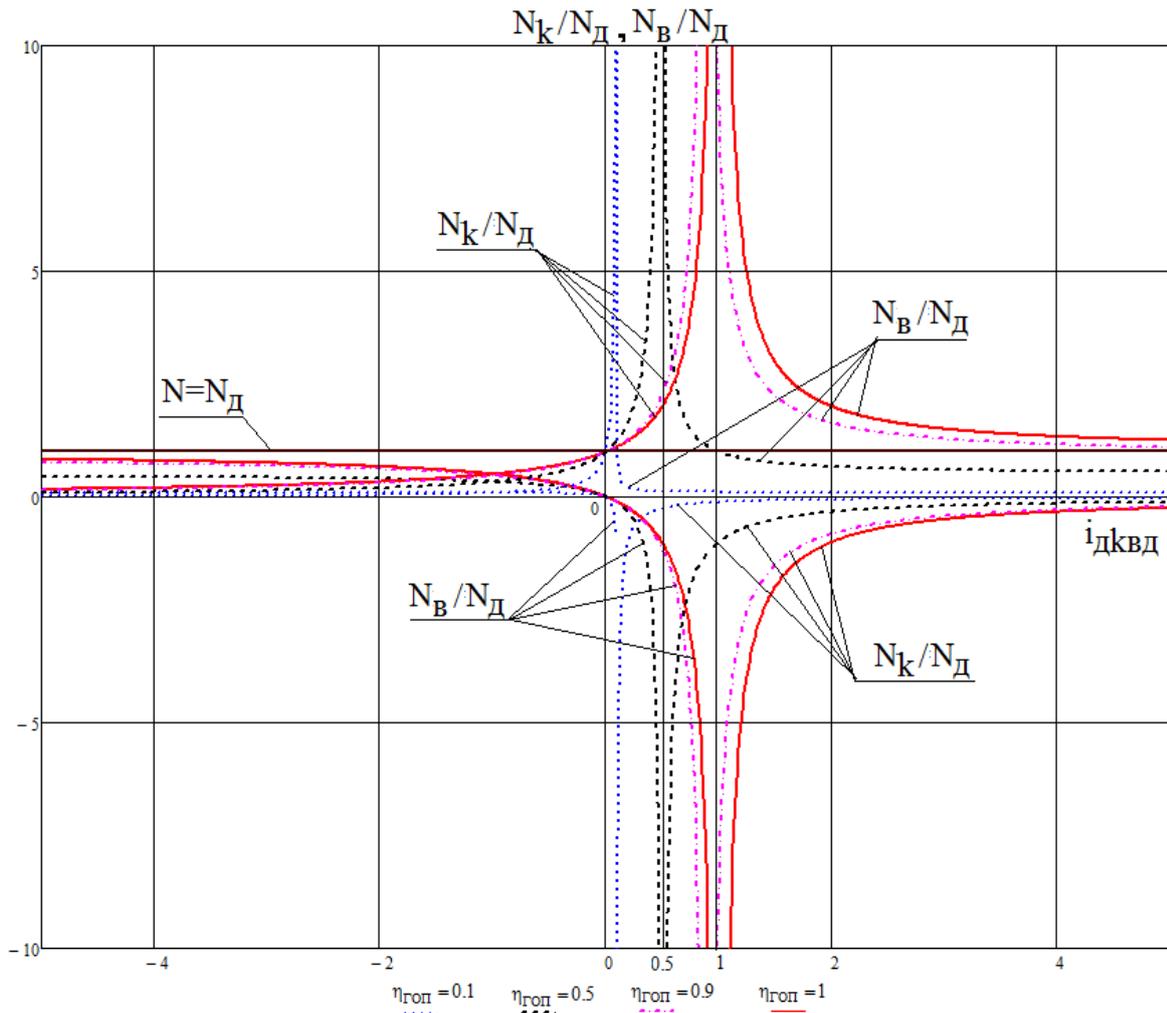


Рисунок 3 – Взаимосвязи циркулирующих мощностей с круговым передаточным отношением контура ГОМТ для случаев 1 и 3

Так, при $\eta_{ГОП} = 0,5$ вертикальная асимптота $i_{dkвд} = 1/\eta_{ГОП} = 2$ (показана на рис. 3); при $\eta_{ГОП} = 0,9$ вертикальная асимптота $i_{dkвд} = 1/\eta_{ГОП} = 1,1$; при $\eta_{ГОП} = 0,1$ вертикальная асимптота $i_{dkвд} = 1/\eta_{ГОП} = 10$ и выходит за пределы рис. 4. Следует отметить, что в случае 2 циркуляция мощности начинается при $i_{dkвд} = 0$ и продолжается до $i_{dkвд} = 1/\eta_{ГОП}$.

В случае 3 $i_{dkвд} > 0$ (рис. 3) и при обращении знаменателей в выражениях (11), (12) в нуль, то есть в точках пересечения вертикальных асимптот с осью $i_{dkвд}$ в точках $i_{dkвд} = \eta_{ГОП}$ теоретически циркулирующие мощности N_k и N_b устремляются в бесконечность по абсолютной величине и имеют разные знаки. При переходе через точки $i_{dkвд} = \eta_{ГОП}$ циркулирующие мощности меняют знаки.

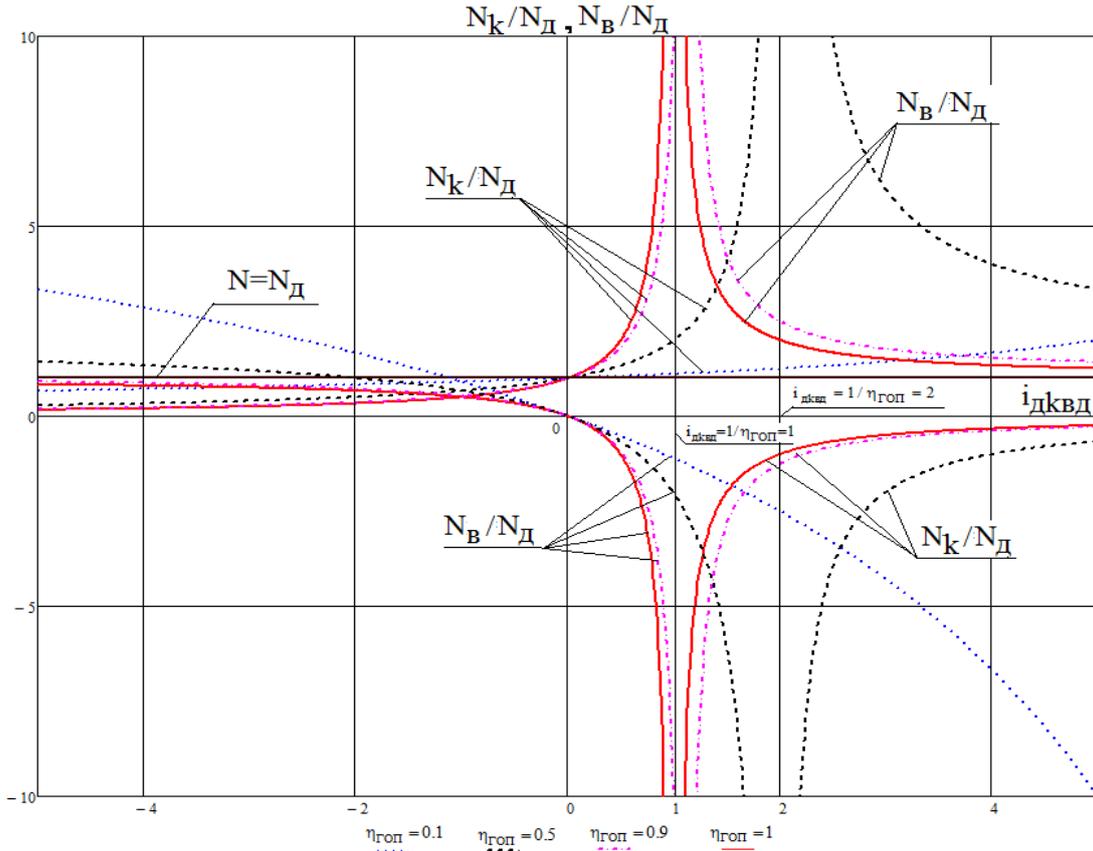


Рисунок 4 – Взаимосвязи циркулирующих мощностей с круговым передаточным отношением контура ГОМТ для случая 2

В случае 3 циркулирующая мощность $N_в$ совпадает по направлению, а значит и по знаку с мощностью двигателя $N_д$. И отношения $N_k / N_д$ и $N_в / N_д$ рассматриваются соответственно в I и IV квадрантах системы координат на рис. 3 при $i_{dkvD} > \eta_{ГОП}$. В этом случае перегружена ГОП и звено в. С уменьшением $\eta_{ГОП}$ от 1 до 0,1 вертикальная асимптота $i_{dkvD} = \eta_{ГОП}$ приближается к оси ординат справа налево, циркулирующие мощности N_k и $N_в$ уменьшаются при этом по абсолютной величине по сравнению со случаем отсутствия потерь при $\eta_{ГОП} = 1$ (см. рис. 3).

Так, при $\eta_{ГОП} = 0,5$ вертикальная асимптота $i_{dkvD} = \eta_{ГОП} = 0,5$ (показанная на рис. 3); при $\eta_{ГОП} = 0,9$ вертикальная асимптота $i_{dkvD} = \eta_{ГОП} = 0,9$; при $\eta_{ГОП} = 0,1$ вертикальная асимптота $i_{dkvD} = \eta_{ГОП} = 0,1$. Следует отметить, что в случае 3 циркуляция мощности начинается при $\eta_{ГОП} = 0,5$ и продолжается с ростом i_{dkvD} . Однако потери в ГОП и ее к.п.д. существенно меняют характер циркуляция мощности. Так в интервале $0,5 < i_{dkvD} < 1$ при $\eta_{ГОП} = 0,5$ без учета потерь (при $\eta_{ГОП} = 1$) в замкнутом контуре ГОМ КП должна быть, теоретически, циркуляция по случаю 2 с обратным потоком мощности через ГОП, а с учетом потерь (при $\eta_{ГОП} = 0,5$) в этом интервале наблюдается циркуляция по случаю 3 с прямым потоком мощности через ГОП.

Выводы

1. В результате построения математической модели по определению распределения потоков мощности в двухпоточных бесступенчатых ГОМТ с дифференциалом на выходе с учетом КПД ГОП и проведенного анализа выявлены взаимосвязи характера изменения циркулирующих и нециркулирующих потоков мощности и влияние КПД ГОП на качественную и количественную картину распределения потоков мощности.
2. Показано, что в случае учета потерь и КПД ГОП нельзя однозначно, как это принято в классическом планетарном синтезе [1,2], утверждать о перегрузке механической или гидравлической ветвей ГОМТ в зависимости от направления циркуляции мощности в контуре двухпоточной бесступенчатой ГОМТ с дифференциалом на выходе.

Список литературы: 1. *Кристи М.К.* Новые механизмы трансмиссий / *М.К. Кристи, В.И. Красеньков.* – М.: Машиностроение, 1967. – 216 с. 2. *Красеньков В.И.* Проектирование планетарных механизмов транспортных машин / *В.И. Красеньков, А.Д. Вашец.* – М.: Машиностроение, 1986. – 272 с. 3. *Аврамов В.П., Самородов В.Б.* Гидрообъемные передачи в гидрообъемных трансмиссиях транспортных машин: Учеб. Пособие.–Харьков: ХПИ.–1986.–76с. 4. *Самородов В.Б.* Основные параметры гидрообъемно-механических трансмиссий, работающих по схеме “дифференциал на входе” / *В.Б. Самородов, А.И. Бондаренко* // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 2/7 (56).– С. 25 – 35. 5. *Самородов В.Б.* Анализ бесступенчатой трансмиссии тракторов серии Fendt 900 Vario: что скрывается за рекламой? / *В.Б. Самородов, А.И. Бондаренко* // “Тракторы и сельхозмашины. Ежемесячный научно-практический журнал”. – 2012. – № 6.– С. 48 – 52. 6. *Самородов В.Б.* Основные параметры гидрообъемно-механических трансмиссий, работающих по схеме “дифференциал на выходе” / *В.Б. Самородов, А.И. Бондаренко* // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 3/7 (57).– С. 4 – 12. 7. *Таран И.А.* Взаимосвязь кругового передаточного отношения двухпоточной трансмиссии с параметром регулирования в случае планетарного механизма на выходе / *И.А. Таран* // Науковий вісник НГУ. – 2012. – № 3. – С. 78 – 85. 8. Колесные и гусеничные машины высокой проходимости (конструкции, теория, проектирование, расчет, производство, эксплуатация) в 10-ти томах. Том 3: Трансмиссии, Книга 2: Бесступенчатые трансмиссии: расчет и основы конструирования / *В.Б. Самородов, Е.Е. Александров, Д.О. Волонцевич, А.С. Палащенко* / под ред. *Е.Е. Александрова.* – Харьков.: ХГПУ, 1997.–185 с.

Поступила в редколлегию 12.12.2012

УДК 621.83.062

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 НТУ «ХПИ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2012. – № 60 (966). – С. 7–16. – Бібліогр.: 8 назв.

Дано аналіз зміни циркулюючих та нециркулюючих потоків потужності з врахуванням ККД ГОП і його впливу на якісну й кількісну картину розподілу цих потоків потужності у двохпоточних безступінчастих ГОМТ із диференціалом на виході.

Ключові слова: безступінчаста трансмісія, диференціал, потужність, циркуляція.

It is given analysis of the change circulating and not circulating flow of powers with provision for KPD GOP and its influences upon qualitative and quantitative picture of the distribution these flow of powers in two-flow continuously variable hydro-volumetric mechanical transmission with differential on output.

Key words: continuously variable transmission, differential, power, circulation.