

УДК 621.225.001.4

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ СУММАРНОЙ ПЛОЩАДИ ПРОХОДНОГО СЕЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНЕТАРНОГО ГИДРОМОТОРА

Панченко А.И., д.т.н.,  
Волошина А.А., к.т.н.,  
Верещага В.М., д.т.н.,  
Засядько А.И., асп.\*

*Таврический государственный агротехнологический университет*  
тел. (0169) 42-04-42

**Аннотация** – работа посвящена разработке способа устранения пульсации давления рабочей жидкости в торцевой распределительной системе планетарного гидромотора на основе обеспечения постоянства суммарных площадей перекрытия рабочих окон элементов распределительной системы.

**Ключевые слова** – планетарный гидромотор, кинематическая схема, площадь перекрытия рабочих окон, распределитель, золотник, торцевая распределительная система.

*Постановка проблемы.* Постоянно растущее внедрение мобильной техники в различных отраслях народного хозяйства предъявляет повышенные требования к гидроприводам ее активных рабочих органов и ходовых систем. В последнее время в указанных приводах наибольшее применение находят планетарные гидромашины, выходные характеристики которых не всегда соответствуют предъявляемым требованиям. При эксплуатации планетарных гидромоторов часто наблюдаются пульсации крутящего момента и частоты вращения выходного вала, что говорит о несовершенстве расчета и проектирования распределительных систем этого типа гидромоторов.

Распределительные системы планетарных гидромашин предназначены для формирования вращающегося потока рабочей жидкости, который воздействует на вытеснители гидромашин [1]. Пульсация выходных параметров планетарного гидромотора объясняется изменением потока рабочей жидкости и зависит от геометрических параметров элементов распределительной системы.

Для исключения пульсации рабочей жидкости в распределительной системе планетарных гидромоторов необходимо, чтобы суммарные площади перекрытия рабочих окон элементов распределительной системы были равны и постоянны независимо от угла поворота распределителя [2].

*Анализ последних исследований.* Для подачи рабочей жидкости в рабочие камеры планетарного гидромотора в строго определенной последовательности применяется торцевая распределительная система [1]. Надежность и эффективность работы торцевого распределительного устройства планетарного гидромотора, его гидравлический и объемный КПД, максимальное и минимальное число оборотов зависят от геометрических параметров элементов распределительной системы, представляющие собой прилегающие поверхности подвижного распределителя и неподвижного золотника, на которых выполнены рабочие окна. В современных планетарных гидромашинах наибольшее применение имеет торцевая распределительная система с сегментными окнами [3,5].

Предшествующими исследованиями [2] было установлено, что процесс изменения (пульсации) потока жидкости от суммарной площади проходного сечения элементов золотника и распределителя, характеризуется чередованием резких повышений и понижений давления в зависимости от кинематической схемы распределительной системы [4]. Как следствие, такая пульсация сопровождается характерным шумом, разрушением элементов гидромашин и гидросистемы, преждевременным износом уплотнений и снижением КПД гидропривода в целом [6].

*Цель работы.* Разработать способы обеспечения равенства и постоянства суммарных площадей перекрытия рабочих окон распределителя с окнами нагнетания и окнами слива золотника планетарного гидромотора.

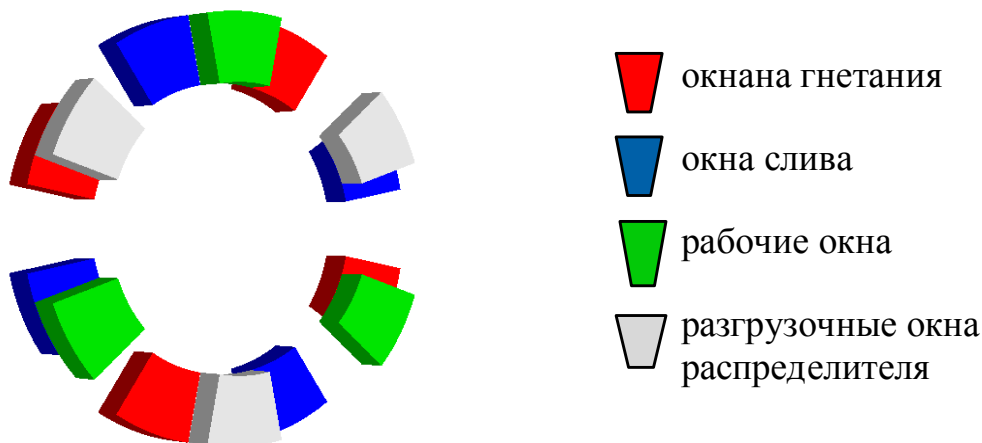


Рис.1. Схема расположения окон торцевого распределителя.

*Основная часть.* Торцевое распределительное устройство, применяемое в планетарных гидромоторах, представляет собой два

элемента: неподвижный золотник и подвижный распределитель на контактирующих поверхностях которых, выполнены распределительные окна (рис. 1).

В распределительном устройстве планетарного гидромотора с кинематической схемой 4/3, у которой золотник имеет четыре окна нагнетания и четыре слива, а распределитель – три рабочих окна и три разгрузочных, при вращении распределителя каждое его рабочее окно за один цикл последовательно проходит следующие зоны рабочей поверхности золотника: зона перед окном нагнетанием (ПН) – зона нагнетания (Н) – зона перед сливом (ПС) – зона слива (С) (рис. 2).

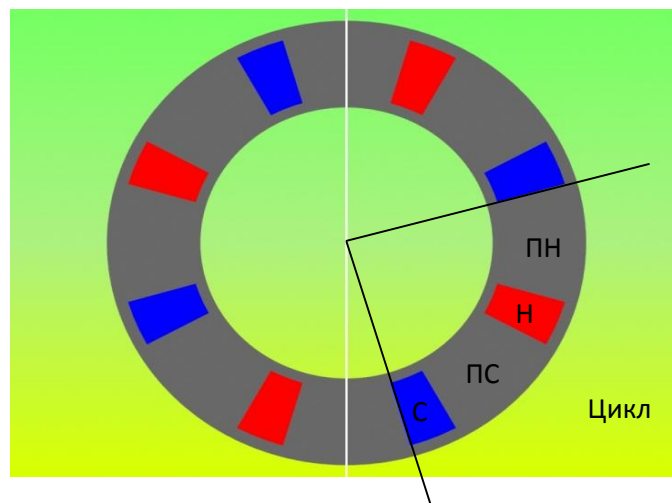


Рис.2. Зоны рабочей поверхности золотника.

Угол раствора каждой из этих зон примем одинаковым и равным углу раствора рабочего и разгрузочного окна распределителя. Количество окон нагнетания золотника определяет количество циклов и, следовательно, количество каждой из вышеуказанных зон. Для распределительной системы с кинематической схемой 4/3 количество циклов равно 4, а зоны рабочей поверхности золотника для каждого из четырех циклов будут выглядеть, как представлено на рис. 3.

При полном обороте распределителя каждое его рабочее окно последовательно проходит все зоны на рабочей поверхности золотника. Каждое из рабочих и разгрузочных окон распределителя может занимать одно из восьми возможных положений относительно зон золотника, а именно:

- полностью накладываться на зону «перед нагнетанием»;
- частично накладываться на зоны «перед нагнетанием» и «нагнетания»;
- полностью накладываться на зону «нагнетания»;

- частично накладаються на зони «нагнетання» і «перед сливом»;
- повністю накладаються на зону «перед сливом»;
- частично накладаються на зони «перед сливом» і «слива»;
- повністю накладаються на зону «слива»;
- частично накладаються на зони «слива» і «перед нагнетанням».

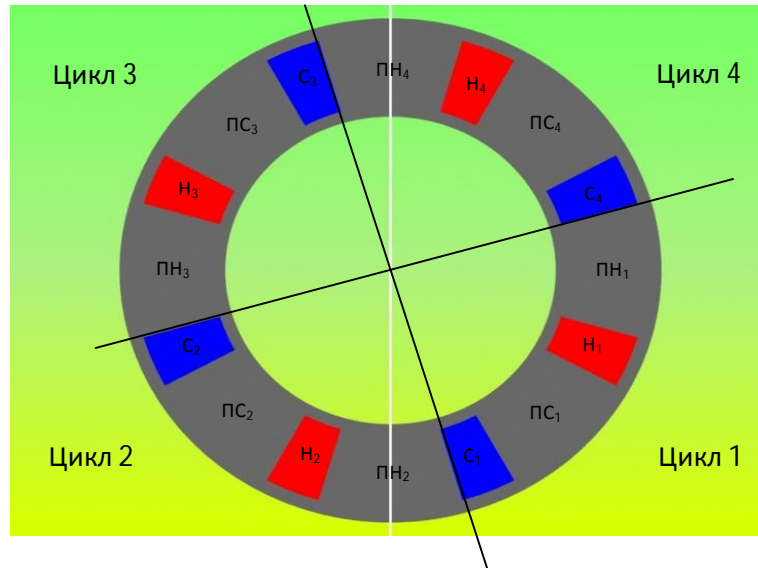


Рис.3. Зони робочей поверхності золотника для кінематическої схеми 4/3.

В произвольный момент времени каждое рабочее окно распределителя занимает определенное положение относительно зон золотника (рис. 4. а). Так как циклы абсолютно идентичны (угол раствора зон и их чередование), то при моделировании работы распределительной системы планетарного гидромотора можно не «привязывать» положение каждого рабочего окна распределителя к конкретному циклу золотника, а учитывать положение одного рабочего окна относительно определённой (из перечисленных) зоны золотника.

Моделирование изменения суммарной площади рабочих окон распределителя [7], связанных с окнами нагнетания золотника (красный цвет) и с окнами слива (синий цвет) при вращении распределителя для кинематической схемы 4/3 (рис. 4. б) позволяет установить, что суммарная площадь изменяется с достаточно большими колебаниями (130...190 мм<sup>2</sup>) и при этом кривые, характеризующие изменение суммарной площади для нагнетания

(кривая красного цвета) и слива (кривая красного цвета), расположены в противофазе.

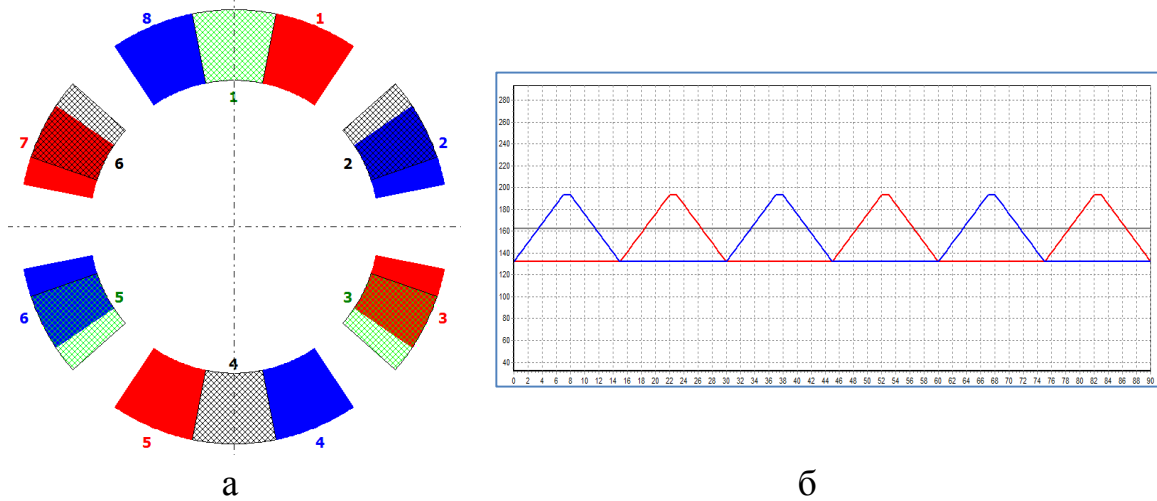


Рис.4. Изменение суммарной площади перекрытия распределительной системы для кинематической схемы 4/3 в зависимости от угла поворота распределителя.

С целью устранения (сглаживания) пульсации суммарной площади перекрытия (рис. 4. б) для распределительной системы с любой кинематической схемой нами разработан способ углового смещения рабочих окон распределителя, позволяющий производить сглаживание этих пульсаций. Для реализации данного способа необходимо расположить рабочие окна распределителя таким образом, чтобы они охватывали все вышеуказанные зоны цикла и при этом не пересекались между собой. В рассматриваемых распределительных системах (рис. 3) цикл всегда содержит 4 зоны, а угол раствора рабочего окна распределителя равен углу раствора зоны золотника. Поэтому, для распределительной системы с кинематической схемой 4/3 трёх рабочих окон распределителя (рис. 4. а) явно недостаточно, чтобы соблюдалось выполнение вышеуказанного условия. В этой связи для кинематической схемы 4/3 необходимо дополнительно в качестве рабочего окна распределителя использовать одно (любое) из его разгрузочных окон, при этом количество рабочих окон распределителя станет равным количеству зон цикла – четырем, а кинематическая схема такой распределительной системы будет иметь вид –  $4/3+1$ .

Для распределительной системы с кинематической схемой  $4/3+1$ , у которой теперь четыре рабочих окна распределителя ( $3+1$ ), которые можно расположить таким образом, чтобы каждое из рабочих окон располагалось в соответствующей зоне цикла. После такой трансформации распределительной системы (увеличение рабочих окон у распределителя) путем углового перемещения рабочих окон

распределителя можно обеспечить постоянство суммарной площади перекрытия рассматриваемой распределительной системы при любом произвольном угловом положении распределителя.

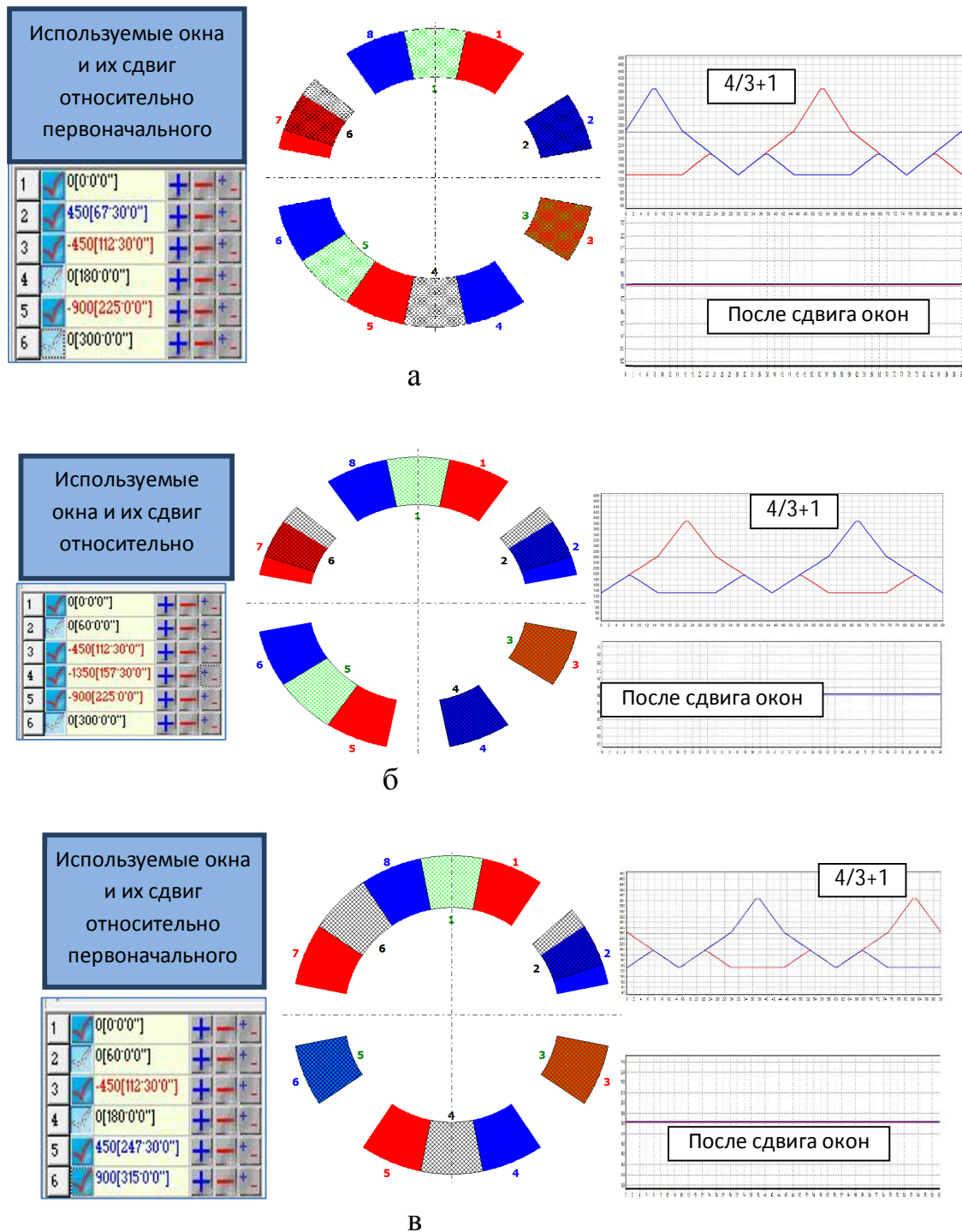


Рис. 5. Результаты реализации способа сглаживания пульсаций суммарной площади перекрытия для кинематической схемы 4/3+1: а - 1,3,5+2; б - 1,3,5+4; в - 1,3,5+6 (четырем), путем углового перемещения этих окон удастся сгладить (выровнять) пульсации суммарной площади перекрытия.



Реализация предложенного способа устранения (сглаживания) пульсаций суммарной площади перекрытия путем использования разгрузочных окон распределителя в качестве рабочих приведены на рис.5.

Анализ результатов реализации предложенного способа (рис. 5) для распределительной системы с кинематической схемой 4/3+1 позволил установить, что при количестве рабочих окон распределителя равным или кратным числу зон рабочей поверхности золотника.

Указанное равенство (кратность) рабочих окон распределителя и чисел зон рабочей поверхности золотника (рис. 2) обеспечивается изменением кинематической схемы распределительной системы путем использования соответствующего количества разгрузочных окон распределителя в качестве рабочих. Необходимо отметить, что при данном способе разгрузочные окна на распределителе выбираются независимо от их геометрического расположения (порядкового номера).

В качестве примера, описанного в данной работе, при сглаживании пульсаций суммарной площади перекрытия распределительной системы для кинематической схемы 4/3+1 вначале выбрано разгрузочное окно №2 (рис. 5. а), следующим - разгрузочное окно №4 (рис.5. б) и затем разгрузочное окно №6 (рис. 5. в).

Анализируя полученные результаты можно сделать заключение, что в каждом рассматриваемом случае (рис. 5) несмотря на увеличившуюся в 4,3 раза пульсацию суммарной площади перекрытия ( $130...390 \text{ мм}^2$ ), после добавления одного (каждый раз разного) рабочего окна и при равномерном их расположении после сглаживания, применяя способ углового смещения этих окон, во всех трех рассматриваемых случаях (рис. 5) пульсации были устранены, а суммарная площадь перекрытия возросла на 40% (от  $130 \text{ мм}^2$  до  $185 \text{ мм}^2$ ). Такое увеличение суммарной площади перекрытия может реализоваться, например, увеличением мощности проектируемого гидромотора (за счет увеличения расхода) или повышением его гидромеханического КПД (за счет уменьшения скорости течения жидкости).

*Выводы.* Проведенными исследованиями установлено, что при работе распределительной системы с кинематической схемой 4/3 суммарная площадь перекрытия пульсирует в диапазоне  $130...190 \text{ мм}^2$ . Установлено, что при количестве рабочих окон распределителя равным или кратным числу зон рабочей поверхности золотника, путем их углового перемещения, удастся сгладить имеющиеся пульсации.

Анализ полученных результатов показывает, что при использовании разгрузочных окон в качестве рабочих при их равномерном расположении, пульсации суммарной площади перекрытия возрастают в 4,3 раза. После углового перемещения этих окон пульсации были устранены, а суммарная площадь перекрытия возросла на 40% (от  $130\text{мм}^2$  до  $185\text{мм}^2$ ). Такое увеличение площади перекрытия позволит увеличить мощность проектируемого гидромотора или повышению его гидромеханического КПД.

### Литература

1. *Волошина А.А.* Классификация планетарных гидромашин, применяемых в силовых гидроприводах мобильной техники / А.А. Волошина // *Праці ТДАТУ*. – Мелітополь. – 2011. – Вип. 11. – т.1. – С.67-85.
2. *Волошина А.А.* Оптимізація параметрів торцевої розподільної системи з додатковими розвантажувальними вікнами / А.А. Волошина // *Праці ТДАТА*. – Мелітополь. – 2000. – Вип.2. – Т.17. – С.88-94.
3. *Панченко А.И.* Изменение геометрических параметров распределительной системы при работе планетарной гидромашин / А.И. Панченко, А.А. Волошина, С.В. Кюрчев // *Труды ТГАТА*. – Мелітополь. – 1998. – Вып.2. – Т.4. – С.61-65.
4. *Зуев А.А.* Моделирование изменения геометрических параметров распределительной системы планетарного гидромотора / А.А. Зуев, А.Н. Леженкин, О.В. Болтянский, А.И. Засядько // *Електронне фахове видання «Науковий вісник ТДАТУ»*. – Мелітополь. – 2011. – Вип.1. – т.3. – С.166-175.
5. *Волошина А.А.* Исследование влияния формы окон торцевой распределительной системы на выходные характеристики планетарных гидромашин / А.А. Волошина, В.М. Верещага, В.В. Тарасенко, Г.В. Бедлецкий // *Електронне фахове видання «Науковий вісник ТДАТУ»*. – Мелітополь. – 2011. – Вип.1. – т.3. – С.177-185.
6. *Баишта Т.М.* Машиностроительная гидравлика / Т.М. Баишта. – М.: Машиностроение, 1971. – 672с.
7. *Панченко А.И.* Разработка инструментария для моделирования изменения геометрических параметров распределительной системы гидромотора / А.И. Панченко, В.В. Тарасенко, А.И. Засядько, Ю.П. Обернихин // *Праці ТДАТУ*. – Мелітополь. – 2011. – Вип. 11. – т.6.



## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОСТІЙНОЇ СУМАРНОЮ ПЛОЩІ ПРОХІДНОГО ПЕРЕТИНУ РОЗПОДІЛЬЧОЇ СИСТЕМИ ПЛАНЕТАРНОГО ГІДРОМОТОРУ**

Панченко А.І., Волошина А.А., Верещага В.М., Засядько А.І.

*Анотація* – робота присвячена розробці способу усунення пульсації тиску робочої рідини в торцевій розподільчій системі планетарного гідромотора на основі забезпечення сталості сумарних площ перекриття робочих вікон елементів розподільної системи.

## **ENSURING CONTINUOUS TOTAL AREA OF ORIFICE DISTRIBUTION SYSTEM PLANETARY HYDROMOTORS**

A. Panchenko, A. Voloshina, V. Vereschaha, A. Zasyadko

The work is devoted to developing ways to eliminate the pressure pulsation of the working fluid in the face of planetary hydraulic distribution system by ensuring the constancy of the total floor area of windows of operating elements of the distribution system.