



УДК 621.225.001.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНЕТАРНОГО ГИДРОМОТОРА

Зуев А.А., к.т.н.,

Леженкин А.Н., к.т.н.,

Болтянский О.В., к.т.н.,

Засядько А.И., ас.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0169) 42-04-42

Аннотация – работа посвящена разработке способов увеличения (сглаживания) суммарной площади рабочих окон элементов распределительной системы планетарных гидромоторов для диапазона кинематических схем от $4/3$ до $17/16$.

Ключевые слова – планетарный гидромотор, торцевая распределительная система, рабочая поверхность, золотник, распределитель, кинематическая схема, рабочие и разгрузочные окна распределителя, окна нагнетания и слива золотника, площадь проходного сечения.

Постановка проблемы. На сегодняшний день гидрофикацию активных рабочих органов и ходовых систем строительной, дорожной, сельскохозяйственной и другой мобильной техники сдерживает ограниченная номенклатура гидромашин объемного действия. В последнее время в указанных приводах наибольшее применение находят планетарные гидромашин, выходные характеристики которых не всегда соответствуют предъявляемым требованиям. При эксплуатации этих гидромашин часто наблюдаются пульсации [1] крутящего момента и частоты вращения выходного вала, что говорит о несовершенстве расчета и проектирования распределительных систем данных гидромашин.

Распределительные системы планетарных гидромашин предназначены для формирования вращающегося потока рабочей жидкости, который воздействует на вытеснители гидромашин [2-4]. Пульсация выходных параметров планетарного гидромотора объясняется изменением потока рабочей жидкости и зависит от геометрических параметров элементов распределительной системы

гидромотора [1]. Таким образом, необходимо исследовать влияние изменения геометрических параметров распределительной системы планетарного гидромотора на формирование потока рабочей жидкости.

Анализ последних исследований. В планетарных гидромоторах применяется наиболее сложная – торцевая распределительная система, представляющая собой устройство для подачи рабочей жидкости в рабочие камеры и ее слива в строго определенной последовательности, зависящей от положения ротора [2-4]. От геометрических параметров распределительного устройства зависят не только гидравлический и объемный КПД, максимальное и минимальное число оборотов, но надежность, и эффективность его работы. Торцевое распределение представляет собой прилегающие поверхности подвижного распределителя и неподвижного золотника, на которых выполнены окна. Наибольшее применение в планетарных гидромашинах имеет торцевая распределительная система с сегментными окнами [2-4]. Предыдущими исследованиями установлено, что площадь проходного сечения распределительной системы представляет собой сумму площадей перекрытия окон золотника окнами распределителя и изменяется циклически в зависимости от угла поворота распределителя.

Цель работы. Целью данной работы является обоснование направлений формирования равномерного потока рабочей жидкости, подводимой к рабочим камерам планетарного гидромотора, путем оптимизации геометрических параметров элементов его распределительной системы.

Основная часть. Распределительная система планетарного гидромотора состоит из двух основных элементов – золотника и распределителя. Рабочая поверхность золотника представляет собой кольцо (рис.1), на котором симметрично расположены окна нагнетания рабочей жидкости 1-3-5-7 и окна слива 2-4-6-8.

Окна на рабочей поверхности золотника выполнены в форме сегмента, такая форма является оптимальной для данного типа распределительной системы [2].

На рабочей поверхности распределителя, выполненной также в виде кольца (рис.2), расположены рабочие окна 1-3-5, количество которых всегда на одно меньше, чем количество окон нагнетания (слива) золотника.

Для уравнивания распределителя относительно золотника, на его рабочей поверхности наряду с рабочими окнами располагают разгрузочные окна 2-4-6, количество которых всегда равно количеству рабочих окон.

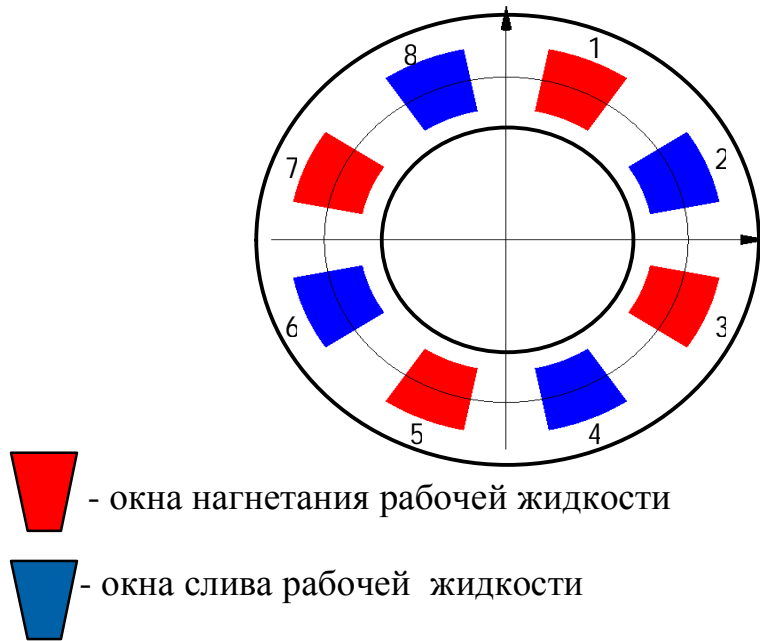


Рис.1. Рабочая поверхность золотника.

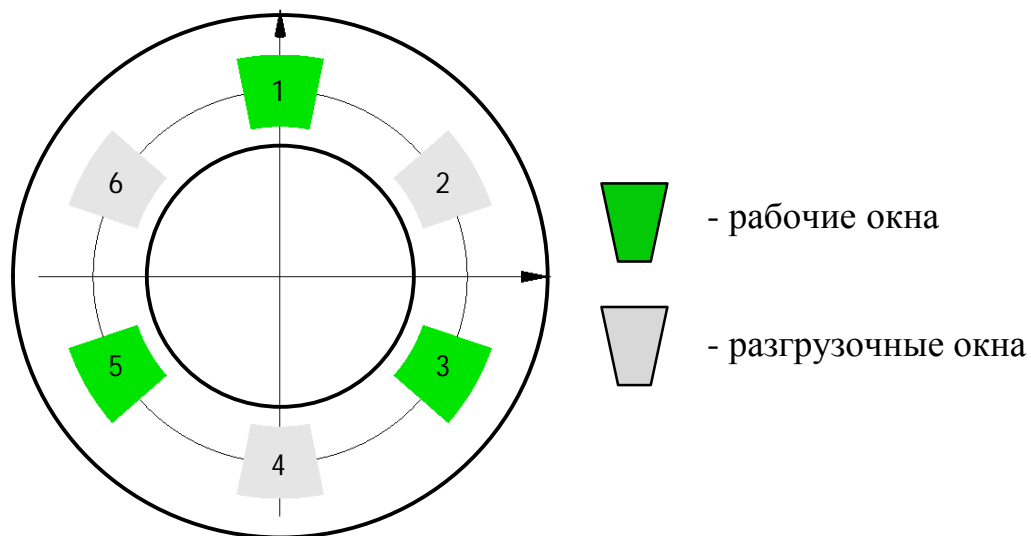


Рис.2. Рабочая поверхность распределителя.

Во время вращения распределителя его окна (рабочие и разгрузочные) поочередно совмещаются с окнами нагнетания и слива золотника [3,4] (рис.3).

Для различных планетарных гидромашин применяются соответствующие кинематические схемы распределительных систем, при этом количество окон золотника определяется суммой окон нагнетания и слива, а распределителя – суммой его рабочих и разгрузочных окон. Кинематическая схема распределительной системы определяется отношением количества окон нагнетания золотника к количеству рабочих окон распределителя.

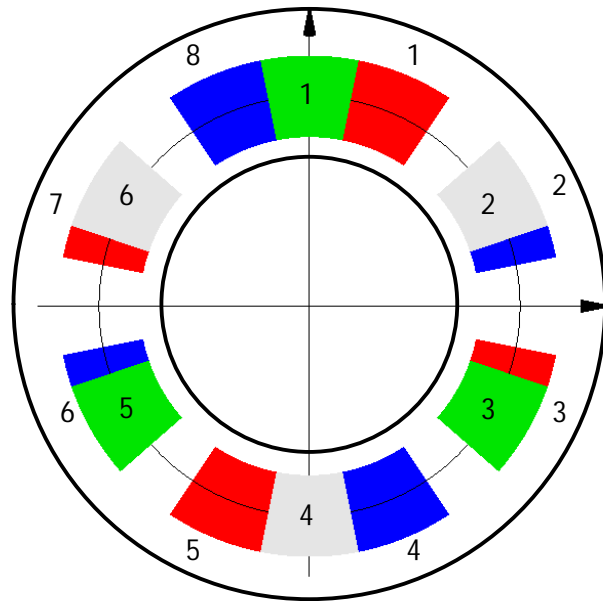


Рис.3. Наложение рабочих поверхностей золотника и распределителя.

Рассмотрим кинематическую схему распределительной системы 4/3, у которой золотник имеет четыре окна нагнетания и четыре слива, а распределитель – три рабочих окна и три разгрузочных. Моделируя работу распределительной системы, по условиям работы [2] с помощью программного обеспечения предложенного в работе [5], определяем закон изменения суммарной площади перекрытия распределительной системы как функцию угла поворота распределителя (рис.4).

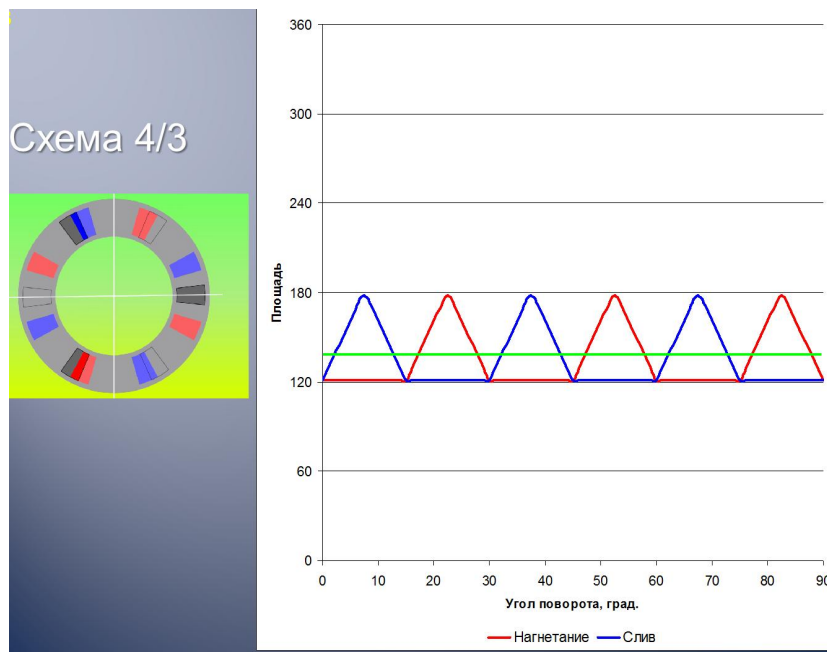


Рис.4. Изменение суммарной площади перекрытия распределительной системы для кинематической схемы 4/3.

Анализируя полученную зависимость можно сделать следующее заключение, что закон изменения суммарной площади перекрытия рассматриваемой распределительной системы одинаков, как для зоны нагнетания (кривая красного цвета), так и для зоны слива (кривая синего цвета). При этом колебания площади составляют 60 мм^2 ($\text{min} - 120 \text{ мм}^2$, $\text{max} - 180 \text{ мм}^2$). В зависимости от угла поворота распределителя кривые изменения площадей нагнетания и слива расположены в противофазе. Исходя из этого средняя суммарная площадь перекрытия, обеспечивающая необходимую пропускную способность (рабочая) будет выражена прямолинейными участками (с абсолютным значением – 135 мм^2) для кинематической схемы распределителя 4/3. Необходимо отметить, что несинхронное циклическое изменение площади пропускного сечения вызывает пульсацию давления, негативно влияющую на работу гидромотора [1].

Моделируя работу распределительных систем для кинематических схем от 4/3 до 16/15 в пределах одного цикла поворота распределителя [2] получаем ряд зависимостей описывающих изменение суммарной площади перекрытия распределительной системы для различных кинематических схем (рис.5).

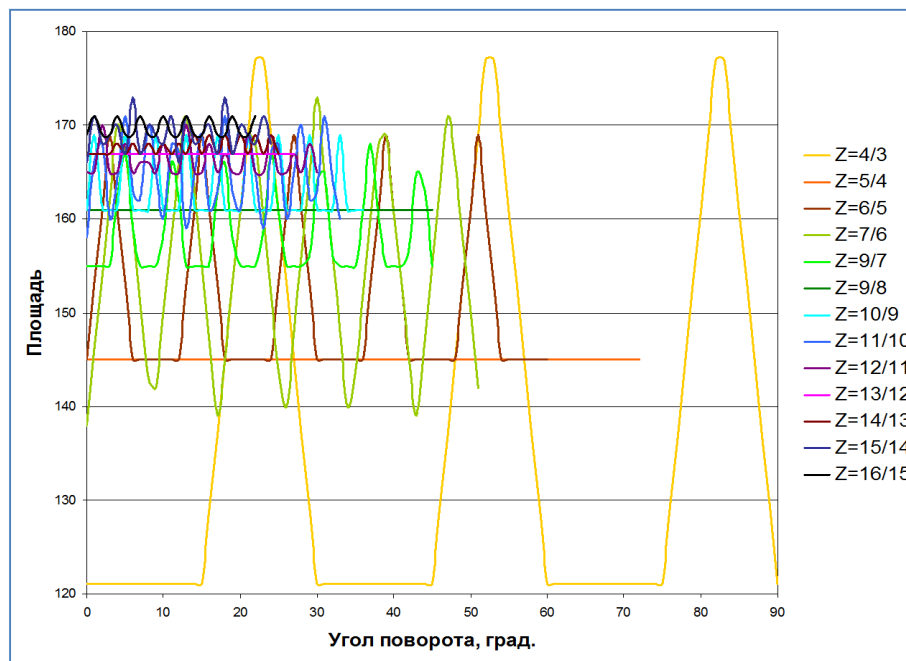
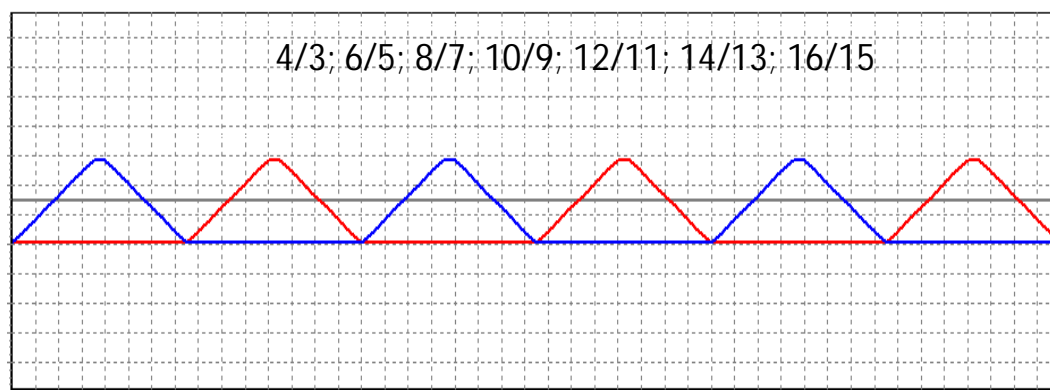


Рис.5. Изменение суммарной площади перекрытия распределительных систем для кинематических схем от 4/3 до 16/15.

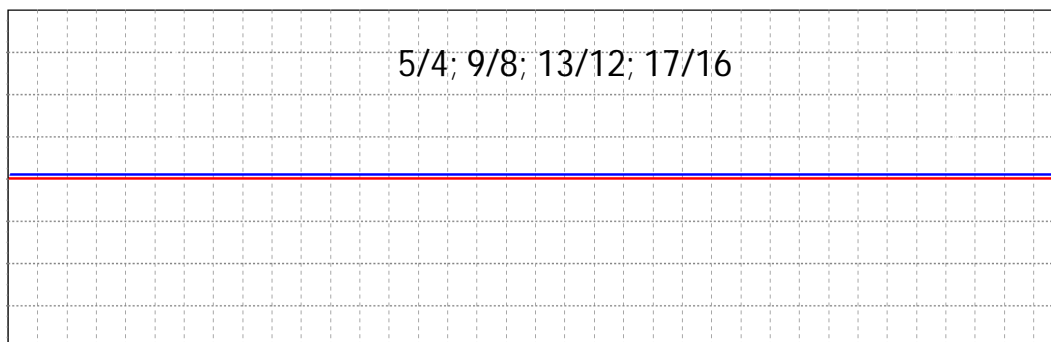
Анализ полученных зависимостей показывает, что суммарная площадь перекрытия распределительных систем для кинематических

схем от 4/3 до 16/15, изменяется по определенным законам, характер изменения которых можно представить тремя графиками (рис.6).

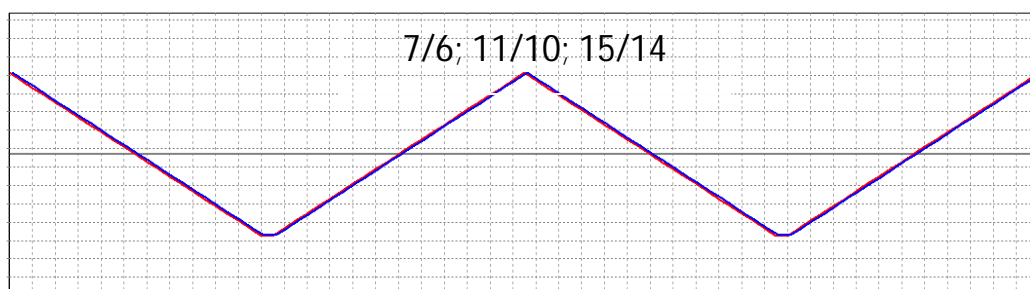
На рис. 6 суммарная площадь перекрытия окон нагнетателя золотника рабочими окнами распределителя обозначена красным цветом, суммарная площадь перекрытия окон слива золотника рабочими окнами распределителя – синим цветом. На рис. 6, а представлен закон изменения суммарных площадей перекрытия распределительных систем для кинематических схем 4/3; 6/5; 8/7; 10/9; 12/11; 14/13 и 16/15. Для вышеперечисленных кинематических схем зависимости изменения суммарных площадей перекрытия окон нагнетателя и слива золотника рабочими окнами распределителя изменяются в противофазе.



а



б



в

Рис.6. Законы изменения суммарных площадей перекрытия распределительных систем для различных кинематических схем.

Для устойчивой работы распределительной системы гидромотора (без пульсации потока рабочей жидкости), оптимальным является закон изменения суммарных площадей перекрытия распределительных систем для кинематических схем 5/4; 9/8; 13/12 и 17/16 выраженный прямой (рис. 6, б).

Закон изменения суммарных площадей перекрытия распределительных систем для кинематических схем 7/6; 11/10 и 15/14 и представляет собой ломанную (пилообразную) кривую (рис. 6, в) синхронно (в фазе) изменяющихся зависимостей суммарных площадей перекрытия зон нагнетания и слива.

Анализ полученных законов изменения суммарных площадей перекрытия распределительных систем для различных кинематических схем, позволяет сделать следующее заключение, что кинематические схемы 5/4; 9/8; 13/12 и 17/16 необходимо использовать при проектировании или модернизации планетарного гидромотора. Эти кинематические схемы распределительных систем создают равномерный поток рабочей жидкости, исключаящий его пульсацию при вращении распределителя.

Анализируя полученные закономерности изменения максимальной S_{max} , минимальной S_{min} и средней S_{cp} суммарных площадей перекрытия распределительных систем в зависимости от различных кинематических схем (рис.7), можно сделать заключение, что с возрастанием номера кинематической схемы распределительной системы среднее значение суммарных площадей перекрытия распределительных систем возрастает. Рассматривать кинематические схемы с отношением распределительных окон больше 17/16 нецелесообразно, т.к. это связано с технологическими трудностями при изготовлении элементов распределительной системы, а абсолютное среднее значение суммарных площадей перекрытия распределительных систем возрастает незначительно.

Наибольшие колебания значений максимальной S_{max} и минимальной S_{min} суммарных площадей перекрытия наблюдаются у распределительных систем с кинематическими схемами 4/3; 7/6; 11/12 и 15/14, при этом абсолютное значение амплитуды колебания суммарных площадей перекрытия у перечисленных кинематических схем - уменьшается.

Увеличить суммарную площадь перекрытия (площадь проходного сечения) распределительных систем для различных кинематических схем можно только путем использования разгрузочных окон распределителя в качестве рабочих [1].

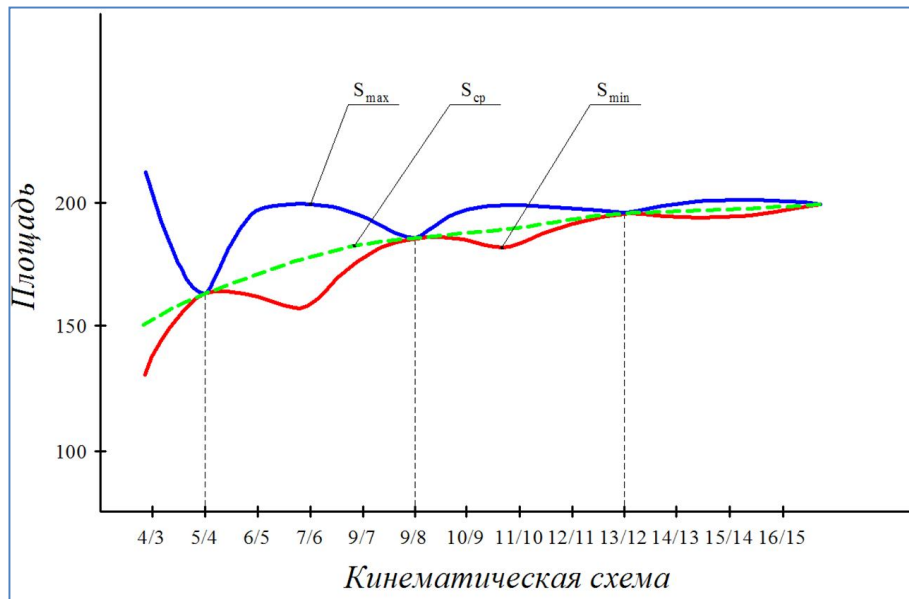


Рис.7. Закон изменения суммарных площадей перекрытия распределительных систем от различных кинематических схем.

Зависимость изменения суммарной площади перекрытия распределительной системы от угла поворота распределителя, при использовании в качестве рабочих – одного (рис. 8, а), двух (рис. 8, б) и трёх (рис. 8, в) разгрузочных окон для кинематической схемы 4/3 показывает, что с увеличением количества разгрузочных окон, используемых в качестве рабочих среднее значение суммарной площади перекрытия распределительной системы возрастает при неизменном максимальном значении S_{max} .

Анализируя изменение суммарной площади перекрытия распределительной системы в кинематической схеме 4/3+1 (рис. 8, а) можно сделать заключение, что при использовании одного разгрузочного окна распределителя в качестве рабочего, максимальное значение суммарной площади распределительной системы возрастает в два раза (до 360 мм^2). При этом среднее значение суммарной площади увеличилось в 1,37 раза (до 185 мм^2), а пульсации – в четыре раза ($\min - 120 \text{ мм}^2$, $\max - 360 \text{ мм}^2$).

В кинематической схеме 4/3+2 (рис. 8, б) при использовании двух разгрузочных окон распределителя в качестве рабочих, максимальное значение суммарной площади перекрытия распределительной системы возросло также в два раза (до 360 мм^2), среднее значение увеличилось в 1,67 раза (до 225 мм^2), а пульсации возросла в четыре раза.

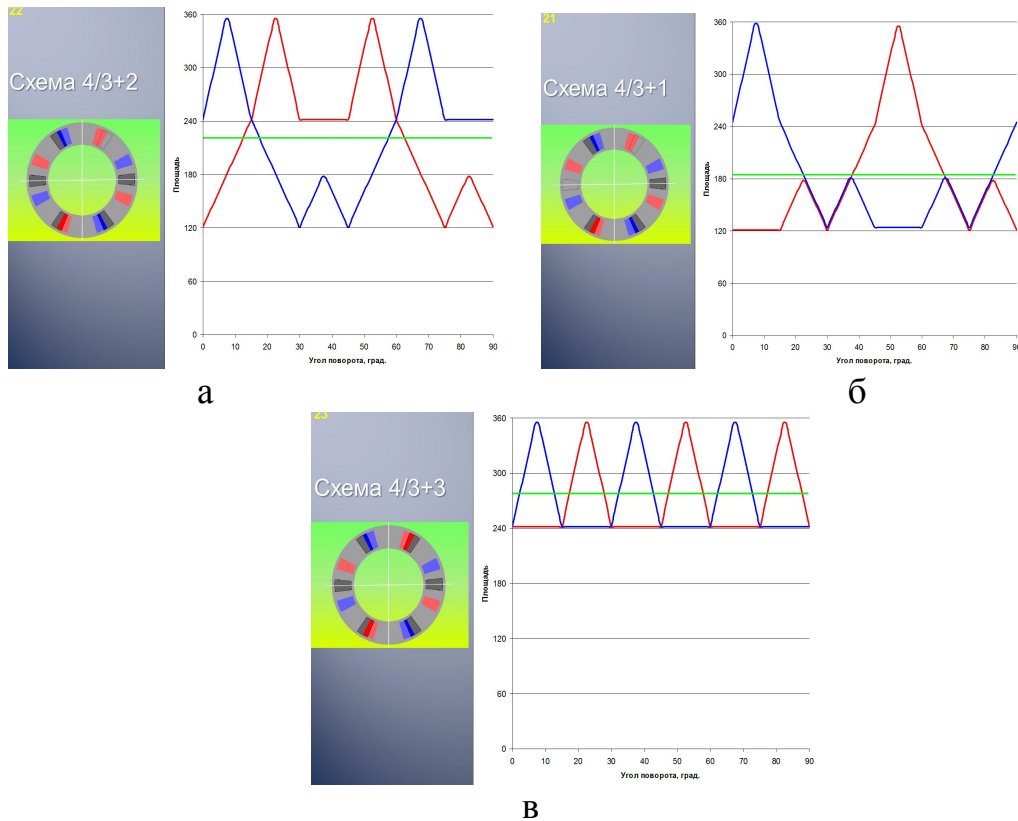


Рис.8. Изменение суммарной площади перекрытия распределительной системы с кинематической схемой 4/3, при использовании в качестве рабочих:

- а - одного разгрузочного окна в схеме 4/3+1;
- б - двух разгрузочных окон в схеме 4/3+2;
- в - трёх разгрузочных окон в схемы 4/3+3.

Анализируя кинематическую схему 4/3+3 (рис. 8, в) установлено, что при использовании трех разгрузочных окон распределителя в качестве рабочих, максимальное значение суммарной площади распределительной системы возросло в два раза (до 360 мм³), среднее значение суммарной площади также увеличилось в 2 раза (до 270см³). Необходимо отметить, что пульсации при этой кинематической схеме увеличились всего в два раза (min – 240 мм², max – 360 мм²).

Выводы. В результате моделирования работы распределительных систем планетарных гидромоторов, установлено, что суммарная площадь перекрытия распределительных систем для кинематических схем от 4/3 до 17/16, изменяется по трем определенным законам:

- для кинематических схем 4/3; 6/5; 8/7; 10/9; 12/11; 14/13 и 16/15 - суммарные площади перекрытия окон нагнетания и слива

золотника рабочими окнами распределителя изменяются в противофазе;

- для кинематических схем $5/4$; $9/8$; $13/12$ и $17/16$ - суммарные площади перекрытия окон нагнетания и слива золотника рабочими окнами распределителя выражены прямой;

- для кинематических схем $7/6$; $11/10$ и $15/14$ - суммарные площади рабочих перекрытия окон нагнетания и слива золотника рабочими окнами распределителя представляют собой синхронно изменяющуюся в фазе ломаную линию.

Изменение суммарной площади перекрытия распределительной системы в зависимости от угла поворота распределителя, при использовании в качестве рабочих - одного, двух и трёх разгрузочных окон для кинематической схемы $4/3$ показывает, что:

- в кинематической схеме $4/3+1$, максимальное значение суммарной площади перекрытия распределительной системы возрастает в два раза, при этом среднее значение суммарной площади увеличилось в 1,37 раза, а пульсации – в четыре раза;

- в кинематической схеме $4/3+2$, максимальное значение суммарной площади перекрытия распределительной системы возросло также в два раза, а среднее значение суммарной площади увеличилось в 1,67 раза, при этом пульсации возросли также в четыре раза;

- в кинематической схеме $4/3+3$, максимальное значение суммарной площади перекрытия распределительной системы возросло в два раза, среднее значение суммарной площади также увеличилось в 2 раза, и пульсации при этой кинематической схеме увеличились всего в два раза.

Литература

1. *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.
2. *Панченко А.И., Волошина А.А., Кюрчев С.В.* Изменение геометрических параметров распределительной системы при работе планетарной гидромашины / *А.И. Панченко, А.А. Волошина, С.В. Кюрчев* // Труды ТГАТА. – Мелітополь. – 1998. – Вып.2. – Т.4. – С.61-65.
3. *Панченко А.И., Волошина А.А.* Конструктивные особенности и принцип работы гидромашин с циклоидальной формой вытеснителей / *А.И. Панченко, А.А. Волошина* // Промислова гідроліка і пневматика. – №3(29). – 2010. – С.57–69.
4. *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.

6. Панченко А.И., Тарасенко В.В., Засядько А.И., Обернихин Ю.П. 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. – С. 332-340.

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНЕТАРНОГО ГІДРОМОТОРУ

Зуев А.А., Леженкин А.Н., Болтянский О.В., Засядько А.И.

Анотація

Робота присвячена розробці способів збільшення (згладжування) сумарної площі робочих вікон елементів розподільчої системи планетарних гідромоторів для діапазону кінематичних схем від 4/3 до 17/16.

SIMULATION OF CHANGE GEOMETRIC PARAMETERS OF THE PLANETARY HYDRAULIC MOTOR DISTRIBUTION SYSTEM

A. Zuev, A. Lezhenkin, O. Boltyansky, A. Zasyadko

Summary

A paper is devoted to the development of ways to increase (smoothing) of the total area of windows of elements of the distribution system of the planetary hydraulic motors for a range of kinematic patterns of 4/3 to 17/16.