

УДК 621.225.001.4

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ВЫХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНЕТАРНЫХ ГИДРОМАШИН

Волошина А.А., к.т.н., доцент

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0169) 42-04-42

Аннотация – Работа посвящена параметрическим исследованиям распределительного блока планетарной гидромашины, включающим исследования влияния геометрических параметров распределительного блока на выходные характеристики планетарной гидромашины в целом.

Ключевые слова – планетарная гидромашина, распределительная система, распределитель, золотник, сегментные окна, цилиндрические окна, дополнительные разгрузочные окна, смещение окон, пропускная способность.

Постановка проблемы – Анализ конструкции планетарных гидромашин показывает, что в большинстве случаев в планетарных гидромашинах применяется торцевое распределение [1,2], так как при равной производительности относительная скорость ротора по прилегающим к нему поверхностям в планетарной гидромашине в десятки раз меньше, а малые скорости ротора позволяют устанавливать значительно меньший зазор, который обеспечивает высокий объемный КПД гидромашин.

Основной характеристикой распределительной системы является ее пропускная способность (расход жидкости), т.е. площадь проходного сечения. Площадь проходного сечения зависит площадей перекрытия окон золотника окнами распределителя, которая в свою очередь от геометрических параметров и количества окон распределителя и золотника, а также от их формы. Если зависимость площади перекрытия распределительных окон от геометрических параметров и их количества нашли отражение в работах [1,2], то вопрос исследования влияния формы распределительных окон при одинаковых габаритных размерах торцевой распределительной системы на выходные характеристики планетарной гидромашины остается открытым. Поэтому очень остро встает вопрос исследования влияния формы окон торцевой распределительной системы на выходные характеристики гидромашин планетарного типа.

Анализ последних исследований – Физические процессы, протекающие в планетарных гидромашинах и их элементах [3] в процессе работы, всегда связаны с движением рабочей жидкости по каналам с местными сопротивлениями через окна распределительных систем. Основной характеристикой распределительной системы является ее пропускная способность (расход жидкости), т.е. площадь проходного сечения. Площадь проходного сечения зависит от площадей перекрытия окон золотника окнами распределителя, которая в свою очередь зависит от геометрических параметров и количества окон распределителя и золотника, а так же их формы.

Наибольшее применение в планетарных гидромашинах имеет торцевая распределительная система с сегментными окнами [1]. Необходимо отметить, что сегментные окна имеют достаточно сложную и трудоемкую технологию изготовления, поэтому перед производителями планетарных гидромашин очень остро стоит вопрос, связанный с заменой сегментных окон распределительной системы более технологичной формой, цилиндрической [2].

Анализ последних исследований показал [4], что

- различное расположение окон распределителя и золотника вызывает изменение площади проходного сечения распределительного блока, а также пульсацию давления, что приводит к снижению выходных характеристик гидромотора. Установлено, что с увеличением количества разгрузочных окон площадь проходного сечения распределительного блока возрастает, но из конструктивных соображений рекомендуется использовать не более 4 разгрузочных окон;

- при уменьшении зазора между распределительными окнами от $\Delta = 51'$ до $\Delta = 0$ площадь проходного сечения возрастает на 10...30%, а также на 10...70% снижается амплитуда колебаний площади;

- распределительные блоки с количеством окон, равным $Z_1 = 8$, ($Z_{дон.} = 4; \Delta = 0$) наиболее предпочтительны, так как в данном случае отсутствует пульсация жидкости; для блоков с количеством окон равным $Z_1 = 12$, $Z_1 = 20$ ($Z_{дон.} = 2; \Delta = 0$) и $Z_1 = 16$, $Z_1 = 24$ ($Z_{дон.} = 4; \Delta = 0$) при увеличении площади проходного сечения на 10...40% пропорционально повышается мощность гидромотора, а смещением окон распределителя полностью устраняются пульсации;

- с использованием двух, трех и четырех разгрузочных окон площадь проходного сечения распределительного блока с количеством окон $Z_1 = 12$ увеличивается на 33%, 50% и 68%, соответственно;

- при сдвиге окон распределителя средняя площадь проходного сечения не изменяется, а амплитуда колебаний уменьшается в 2,7 раза при использовании трех дополнительных окон и в 5,6 раза – четырех, а при использовании двух дополнительных окон колебаний площади

нет вообще.

Цель статьи. Повышение технологичности изготовления распределительного блока планетарного гидромотора путем использования распределительного механизма с цилиндрическими окнами.

Основная часть. Основной характеристикой распределительного блока является его пропускная способность (расход жидкости), т.е. площадь проходного сечения системы. Площадь проходного сечения складывается из площадей перекрытия окон золотника окнами распределителя. Площади перекрытия окон зависят от количества окон, их формы (рис. 1, 2) и геометрических параметров.

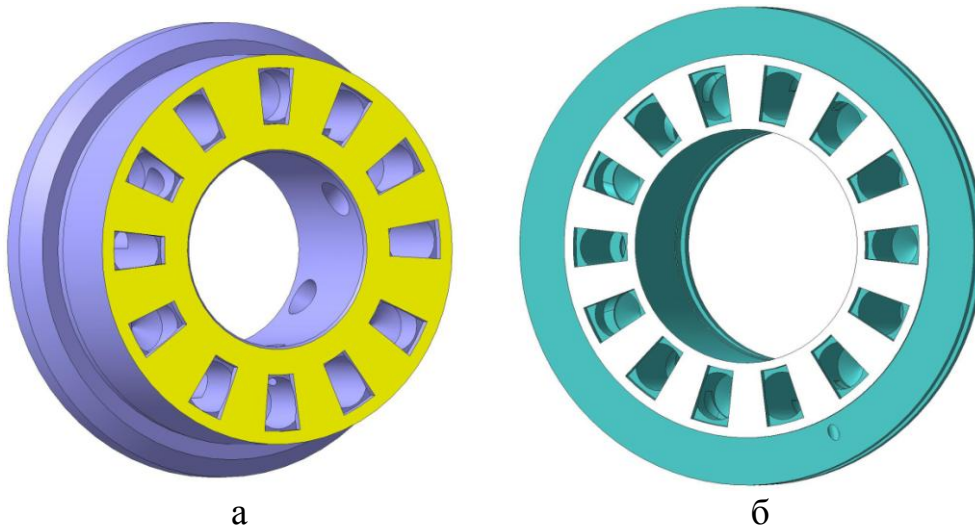


Рис. 1. Элементы торцевой распределительной системы с сегментными окнами: а – распределитель, б – золотник

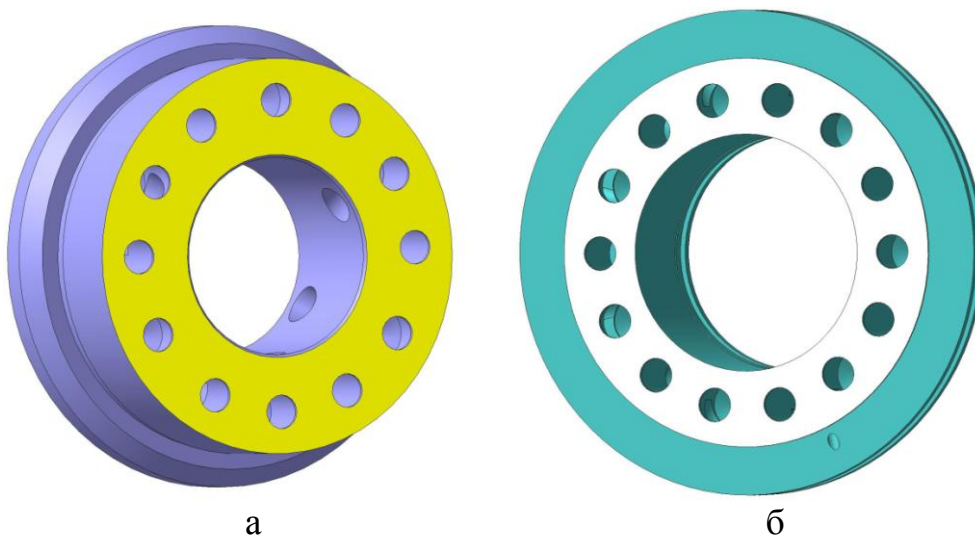


Рис. 2. Элементы торцевой распределительной системы с цилиндрическими окнами: а – распределитель, б – золотник

Условимся, что торцевая распределительная система, не зависимо от формы окон, имеет одинаковое количество окон распределителя Z_1 и золотника Z_2 ; одинаковые внутренние R_1 и внешние радиусы R_2 расположения окон; одинаковые углы расположения окон распределителя α_i и золотника β_i ; одинаковые углы раствора распределительных окон ε .

Геометрические формы распределителя и золотника выбираются так, чтобы их внутренние R_1 и внешние радиусы R_2 были равны между собой; для четкого разграничения окон распределителя и золотника, т.е., для создания герметичности распределительной пары должно быть обеспечено надежное разделение в каждый момент полостей высокого (нагнетания) и низкого (слива) давлений.

Взаимосвязь геометрических параметров распределительного блока планетарного гидромотора исследована на ПЭВМ с помощью пакета имитационного моделирования Vissim, который позволяет определить изменение геометрических параметров распределительного блока в любой момент времени при различном количестве окон распределителя и золотника.

Для моделирования работы распределительного блока приняты следующие исходные данные и начальные условия [5]:

- угловая скорость вала гидромотора равна $\omega_{z.m} = 68 \text{ c}^{-1}$;
- углы, ограничивающие геометрические параметры распределителя ε_1 и золотника ε_2 равны, т.е. $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$;
- внутренний радиус расположения окон $R_1 = 29 \text{ мм}$;
- наружный радиус расположения окон равен $R_2 = 43 \text{ мм}$.

Математическая модель работы распределительного блока, учитывающая совокупность его геометрических параметров, обеспечивающих работоспособное состояние исследована на ПЭВМ с помощью пакета имитационного моделирования Vissim, который позволяет определить влияние геометрических параметров распределительного блока в любой момент времени на объемные потери и работоспособность планетарного гидромотора в целом.

При моделировании работы распределительного блока принимаем следующие исходные данные и начальные условия [5]:

- коэффициенты кинематической и динамической вязкости постоянны;
- модуль упругости рабочей жидкости постоянный;
- плотность рабочей жидкости равна $\rho = 0,89 \text{ г/см}^3$;
- коэффициент динамической вязкости равен $\mu' = 0,267 \cdot 10^{-7} \text{ МПа}\cdot\text{с}$;

- давление в нагнетательной магистрали принимается номинальным и равным $p_n = 16 \text{ МПа}$; давление в сливной магистрали равняется нулю;
- угловая скорость вала гидромотора равна $\omega_{z.m} = 68 \text{ с}^{-1}$;
- геометрический расход гидромотора $Q_{z.m.z} = 1660 \text{ см}^3/\text{с}$;
- углы, ограничивающие геометрические параметры распределителя ε_1 и золотника ε_2 равны, т.е. $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$, рад.;
- внутренний радиус расположения распределительных окон равен $R_1 = 29 \text{ мм}$;
- наружный радиус расположения распределительных окон равен $R_2 = 43 \text{ мм}$;
- внутренний уплотняющий поясок равен $b_1 = 3 \text{ мм}$;
- наружный уплотняющий поясок равен $b_2 = 4 \text{ мм}$;
- высота зазора h' между торцевыми поверхностями распределителя и золотника равна $h' = 0,025 \text{ мм}$.

Известно [5], что наибольшая пропускная способность наблюдается в распределительной системе с сегментными окнами с количеством окон распределителя равным $Z_1 = 12$ при $\Delta = 0$ (рис. 3, а, кривая 1). Пропускная способность распределительной системе с цилиндрическими окнами при таких же габаритных размерах снижается в 2,5 раза (рис. 3, а, кривая 2), при этом пульсация рабочей жидкости снижается в 3,3 раза. Увеличения пропускной способности достигается использованием дополнительных разгрузочных окон, а снижение пульсации рабочей жидкости – сдвигом распределительных окон [5].

На рис. 3, б представлена площадь проходного сечения распределительных систем с сегментными (кривая 1) и цилиндрическими (кривая 2) окнами при использовании двух дополнительных разгрузочных окон и соответствующем сдвиге распределительных окон [5].

Анализ рис. 3, б показывает, что площадь проходного сечения распределительной системы с сегментными окнами (кривая 1) увеличивается на 25% при полном отсутствии пульсации рабочей жидкости, а площадь проходного сечения распределительной системы с цилиндрическими окнами (кривая 2) увеличивается на 25% при снижении пульсации в 2,4 раза.

Исходя из этого необходимо отметить, что наибольшая пропускная способность наблюдается в распределительной системе с сегментными окнами при неизменных габаритных размерах. Если же минимизации габаритов не требуется, то рекомендуется использовать распределительную систему с цилиндрическими окнами (рис. 4), так как она является более технологичной.

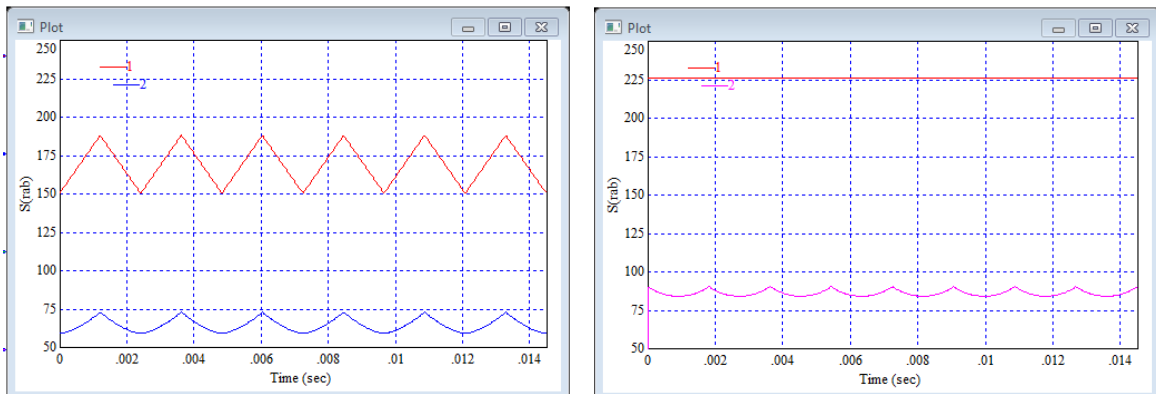


Рис. 3. Сравнение пропускной способности распределительных систем с сегментными (кривая 1) и цилиндрическими (кривая 2) окнами при одинаковых габаритных размерах ($R_1 = 29$ мм; $R_2 = 43$ мм)
 а – без использования дополнительных разгрузочных окон;
 б – с использованием дополнительных разгрузочных окон

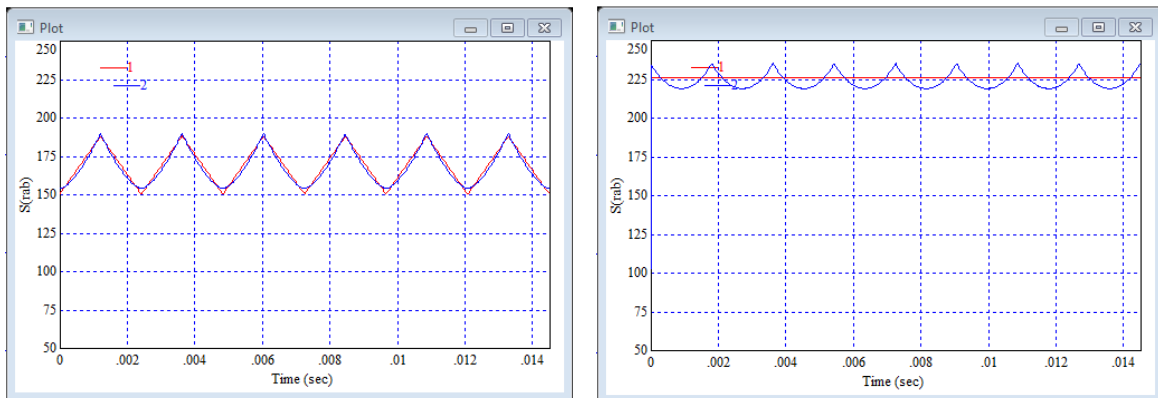


Рис. 4. Сравнение пропускной способности распределительных систем с сегментными (кривая 1) при $R_1 = 29$ мм; $R_2 = 43$ мм и цилиндрическими (кривая 2) окнами при $R_1 = 50$ мм; $R_2 = 66$ мм
 а – без использования дополнительных разгрузочных окон;
 б – с использованием дополнительных разгрузочных окон

Анализ рис. 4 показывает, что при увеличении габаритных размеров распределительной системы с цилиндрическими окнами на 30%, пропускная способность увеличивается в 2,5 раза (рис. 4, а, кривая 2) и становится такой же как у распределительной системы с сегментными окнами (рис. 4, а, кривая 1). При использовании двух дополнительных разгрузочных окон и соответствующем смещении площадь проходного сечения распределительной системы с цилиндрическими окнами возрастает в 2,6 раза при незначительной пульсации рабочей жидкости.

Выводы. В результате проведенных исследований можно заключить, что торцевая распределительная система с сегментными окнами имеет наибольшую пропускную способность, но эти окна имеют достаточно сложную и трудоемкую технологию изготовления, а у торцевой распределительной системы с цилиндрическими окнами пропускная способность значительно хуже, но эти окна наиболее технологичные в изготовлении. Однако путем увеличения габаритных размеров (внешнего радиуса R_2) на 30%, можно достичь увеличения пропускной способности в 2,6 раза.

Литература

1. *Волошина А.А.* Изменение геометрических параметров распределительной системы при работе планетарной гидромашины // Труды ТГАТА / *А.И. Панченко, А.А. Волошина, С.В. Кюрчев.* – Мелітополь. – 1998. – Вып.2. – Т.4. – С.61-65.

2. *Волошина А.А.* Математическая модель торцевой распределительной системы с цилиндрическими окнами // Праці ТДАТУ / *А.И. Панченко, А.А. Волошина, Д.С. Титов, А.И. Засядько.* – Мелітополь. – 2011. – Вып. 11. – т.1. – С.11-22.

3. *Волошина А.А.* Классификация планетарных гидромашин, применяемых в силовых гидроприводах мобильной техники // Праці ТДАТУ / *А.А. Волошина.* – Мелітополь. – 2011. – Вып. 11. – т.1. – С.67-85.

4. *Волошина А.А.* Исследование влияния формы окон торцевой распределительной системы на выходные характеристики планетарных гидромашин // Електронне фахове видання «Науковий вісник ТДАТУ» / *А.А. Волошина, В.М. Верещага, В.В. Тарасенко, Г.В. Бедлецкий.* – Мелітополь. – 2011. – Вып.1. – т.3. – с.177-185.

5. *Волошина А.А.* Параметрические исследования распределительного блока планетарного гидромотора // Праці ТДАТА / *А.И. Панченко, А.А. Волошина, Г.И. Иванов, И.И. Милаева.* – Мелітополь. – 2007. – Вып. 7. – т.4. – с.24-42

INFLUENCE OF THE DISTRIBUTIVE SYSTEMS CONSTRUCTIVE FEATURES ON THE OUTPUT CHARACTERISTICS OF THE ORBITAL HYDRAULIC MACHINES

Voloshina A.A.

Summary

The paper deals with the parametric researches of the orbital hydraulic machine distributive unit which include studies of the influence of the distributive unit geometrical parameters on the output characteristics of the orbital hydraulic machines in whole.