

УДК 621.225.001.4

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛАНЕТАРНЫХ ГИДРОМАШИН, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИЛОВЫХ ГИДРОПРИВОДАХ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Волошина А.А., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-04-42

Аннотация – работа посвящена разработке классификации планетарных гидромашин, учитывающей их основные конструктивные особенности: вид движения вытеснителей, способ компенсирования движения вытеснителей и способ распределения рабочей жидкости.

Ключевые слова – планетарная гидромашина, героторная гидромашина, внешнее зубчатое зацепление, карданная передача, внешний компенсирующий механизм, торцевое распределение, цапфенное распределение, непосредственное распределение, героторное распределение, рабочая жидкость.

Постановка проблемы. Непрерывно возрастающие масштабы производства мобильной техники делают особенно актуальным вопрос, гидрофикации ее активных рабочих органов. Недостаточно широкое применение силовых гидроприводов, как у нас в стране, так и за рубежом, объясняется ограниченной номенклатурой гидромашин и их конструктивным исполнением.

Анализ последних исследований. Самыми распространенными гидромашинами, применяемыми в силовых гидроприводах мобильной техники, являются планетарные гидромашины [1,2,3]. Эти гидромашины допускают форсирование по давлению, устойчиво работают в большом диапазоне частот вращения (в зависимости от кинематической схемы работы вытеснителей), обеспечивают режимы работы с высоким КПД во всем диапазоне регулирования, что позволяет получить большие пусковые моменты при работе на низких частотах вращения. Большим преимуществом этих гидромашин является возможность установки их непосредственно в приводной механизм транспортеров, лебедок, битеров, мотор-колес и т.д.

При множестве различных конструктивных исполнений, планетарные гидромашины, можно объединить по трем основным

узлам [1,2,3], определяющим эксплуатационную эффективность этих гидромашин: силовому соединению, со специальным циклоидальным профилем вытеснителей; механизму, компенсирующему планетарное движение ротора; распределительному механизму, создающему гидравлическое поле, необходимое для работы вытеснителей. Но, на сегодняшний день отсутствует классификация планетарных гидромашин, применяемых в силовых гидроприводах мобильной техники, учитывающая их основные конструктивные особенности.

Цель работы. На основе классификации планетарных гидромоторов выбрать направления дальнейших исследований в этой области.

Основная часть. Для решения проблем, связанных с гидрофикацией мобильной техники лабораторией «Гидравлические машины и гидропривод сельскохозяйственной техники» кафедры «Мобильные энергетические средства» Таврического государственного агротехнологического университета по заданию Минпромполитики Украины (договор № 44003/2 от 28 мая 2004 г.) разработано семейство планетарных гидромоторов (рис. 1), состоящее из четырех типоразмерных рядов [4,5,6].

Представителями данного семейства являются унифицированные гидромоторы ПРГ-33 (рис. 1, а), с номинальной мощностью 33 кВт и рабочим объемом 800–1600 см³, ПРГ-22 (рис. 1, б) мощностью 22 кВт и с рабочим объемом 160–630 см³, ПРГ-11 (рис. 1, в) мощностью 11 кВт и рабочим объемом 50–200 см³ и ПРГ-6,5 (рис. 1, г) мощностью 6,5 кВт и рабочим объемом 32–125 см³.



Рис. 1. Семейство унифицированных рядов планетарных гидромоторов, подготовленное к серийному производству:

- а – гидромоторы ПРГ-33; б – гидромоторы ПРГ-22;
- в – гидромоторы ПРГ-11; г – гидромоторы ПРГ-6,5

Представленные типоразмерные ряды, представленных планетарных гидромашин конструктивно выполнены одинаково и отличаются мощностью и габаритными размерами. Типаж размерных рядов основывался с учетом опыта отечественных и зарубежных производителей мобильной техники.

Развивающийся гидропривод мобильной техники постоянно предъявляет новые требования к гидромашинам вращательного действия. Сегодня для приводов мобильной сельскохозяйственной техники нужны гидромашинки малой мощности от 1 до 3 кВт, гидромашинки с очень большими (более 5000 Н·м) крутящими моментами и очень низкими (от 0,5 об/мин) частотами вращения, а также высокооборотные гидромашинки с большими частотами вращения (до 5000 об/мин). Таким требованиям удовлетворяют гидромашинки с карданной передачей (рис. 2, а), гидровращатели планетарного типа (рис. 2, б) и героторные гидромашинки (рис. 2, в).



Рис. 2. Планетарные гидромашинки, требующие дальнейших комплексных исследований:

- а – гидромотор с карданной передачей;
- б – гидровращатель планетарного типа;
- в – героторная гидромашинка

Если семейство гидромоторов серии ПРГ подготовлено к серийному производству, то гидромоторы с карданной передачей, гидровращатели планетарного типа и героторные гидромашинки требуют дальнейших комплексных исследований в области разработки методов расчета, проектирования, изготовления, испытания и эксплуатации.

Несмотря на то, что все рассмотренные гидромашинки (рис. 1, 2) являются гидромашинками с циклоидальной формой вытеснителей, в зависимости от конструктивных особенностей они различаются:

- по частоте вращения выходного вала;

- по виду движения вытеснителей;
- по способу компенсирования планетарного движения вытеснителей;
- по способу распределения рабочей жидкости.

В зависимости от частоты вращения выходного вала планетарные гидромашины делятся на:

- низкооборотные (частота вращения $0,5 \dots 50$ об/мин);
- среднеоборотные (частота вращения $50 \dots 500$ об/мин);
- высокооборотные (частота вращения $500 \dots 5000$ об/мин).

По виду движения вытеснителей гидромашины делятся на планетарные и героторные.

Планетарное движение вытеснителей применяется:

- в низкооборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала $0,5 \dots 50$ об/мин;
- в среднеоборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала $50 \dots 500$ об/мин;
- в высокооборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала $500 \dots 2500$ об/мин.

Планетарное движение этих гидромашин представлено следующим образом (рис. 3): внутри неподвижного (охватывающего) вытеснителя 1 со вставными зубьями 2 (роликами) вращается внутренний (охватываемый) вытеснитель 3.

Происходит вращение за счет действия гидравлического поля, которое поджимает подвижный вытеснитель. Здесь красным цветом показана зона нагнетания 4, желтым – зона слива 5, которые расположены строго симметрично.

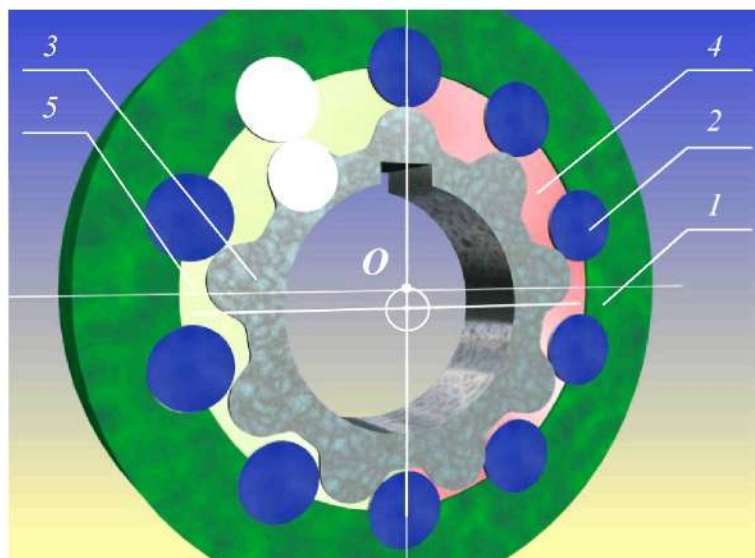


Рис. 3. Планетарное движение вытеснителей:

1 – охватывающий вытеснитель; 2 – ролики; 3 – охватываемый вытеснитель; 4 – зона нагнетания; 5 – зона слива

Двигается гидравлическое поле в сторону противоположную движению подвижного вытеснителя. За один оборот гидравлического поля подвижный вытеснитель поворачивается на один зуб. Сам подвижный вытеснитель 3 движется параллельно направляющей, по окружности, которую образывает неподвижный вытеснитель 1. Центр подвижного вытеснителя O движется по окружности, т.е. совершает планетарное движение. Отсюда и произошло название этих гидромашин – планетарные (или орбитальные).

Героторное движение вытеснителей (рис. 4) применяется в высокооборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 1500...5000 об/мин.

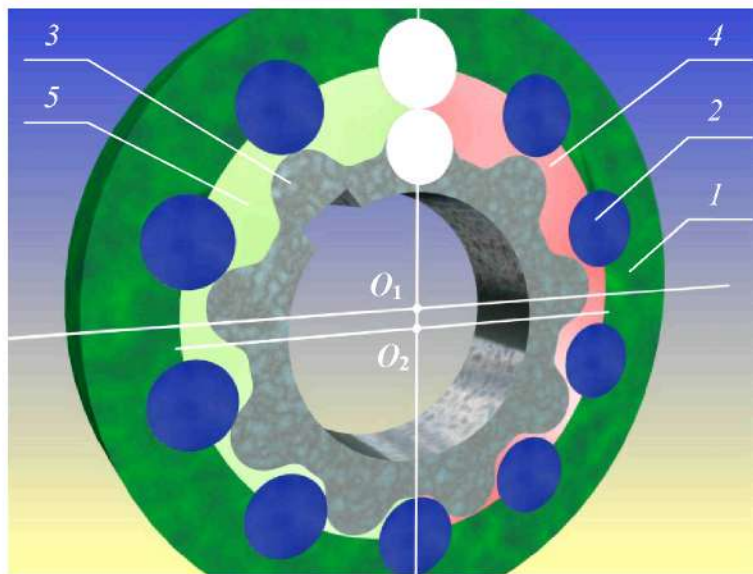


Рис. 4. Героторное движение вытеснителей:

1 – охватывающий вытеснитель; 2 – ролики; 3 – охватываемый вытеснитель; 4 – зона нагнетания; 5 – зона слива

Героторное движение представлено следующим образом (рис.4): внутри подвижного (охватывающего) вытеснителя 1 с вставными зубьями 2 (роликами) вращается внутренний (охватываемый) вытеснитель 3. Охватывающий вытеснитель 1 вращается вокруг центра O_1 , а охватываемый вытеснитель 3 - вокруг центра O_2 , т.е. каждый из вытеснителей вращается вокруг своего центра. Справа красным цветом показана зона нагнетания 4, слева желтым – зона слива 5, которые расположены строго симметрично. Гидравлическое поле в данном случае неподвижно. В этом случае охватываемый вытеснитель (внутренняя шестерня) повернется на один зуб относительно охватывающей шестерни, когда вал совершит один оборот.

По способу компенсации планетарного движения вытеснителей гидромашин делятся на четыре схемы

компенсирования:

- с помощью внешнего зубчатого зацепления;
- с помощью карданной передачи;
- с помощью дополнительного компенсирующего механизма;
- с помощью смещения вытеснителей (роторов).

Компенсирование планетарного движения вытеснителей с помощью внешнего зубчатого зацепления (рис. 5) применяется:

- в низкооборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 40...50 об/мин;
- в среднеоборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 50...500 об/мин;
- в высокооборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 500...2500 об/мин.

Принцип работы этих гидромашин аналогичен принципу работы планетарного редуктора. Роль солнечной шестерни (рис. 5) выполняет подвижный охватываемый вытеснитель 1. Он вращается концентрично корпусу 3, который выполняет роль коронной шестерни. Движение между ними компенсирует охватывающий вытеснитель 2, выполняющий роль сателлита, который контактирует внутренним зацеплением с солнечной шестерней 1 (подвижным охватываемым вытеснителем) и внешним зацеплением связан с коронной шестерней 3 (корпусом). Этот сателлит 2 и является компенсирующим механизмом планетарного движения вытеснителей. Роль водила в этой гидромашине, как и во всех гидромашинах планетарного типа, выполняет рабочая жидкость.

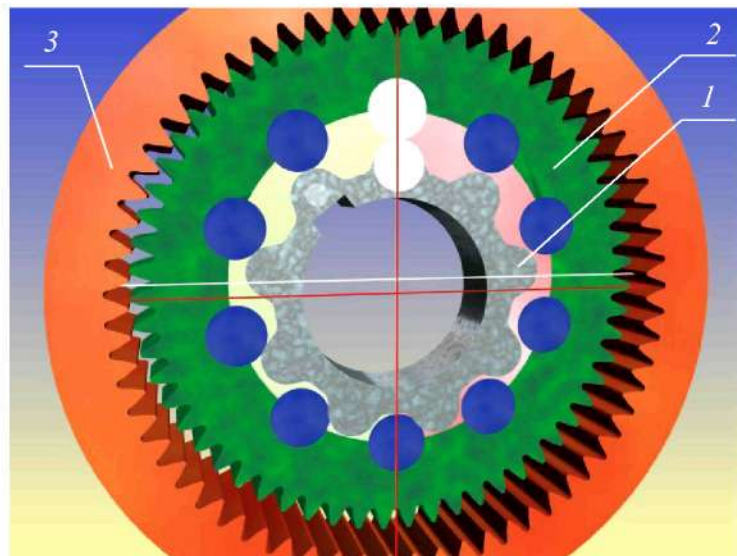


Рис. 5. Компенсирование планетарного движения вытеснителей с помощью внешнего зубчатого зацепления:

1 – охватываемый вытеснитель (солнечная шестерня); 2 – охватывающий вытеснитель (сателлит); 3 – корпус (коронная шестерня)

Компенсирование планетарного движения вытеснителей с помощью карданной передачи (рис. 6) применяется:

- в среднеоборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 200...500 об/мин;
- в высокооборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 500...2500 об/мин.

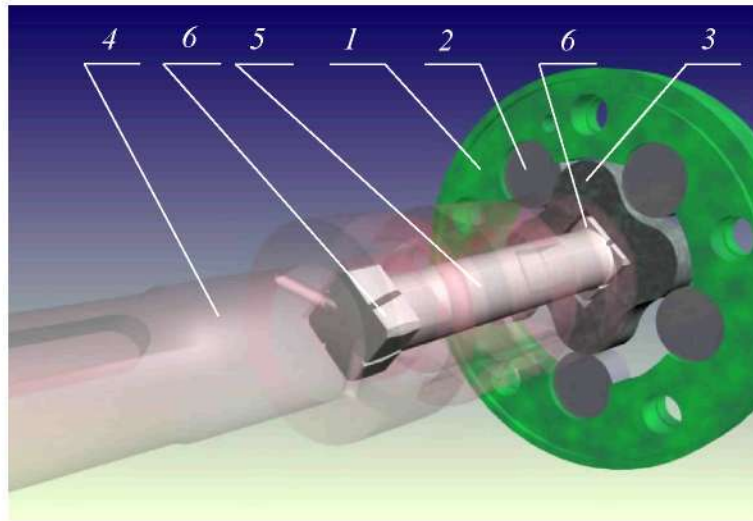


Рис. 6. Компенсирование планетарного движения вытеснителей с помощью карданной передачи:

1 – охватывающий вытеснитель; 2 – ролики; 3 – охватываемый вытеснитель; 4 – вал; 5 – кардан; 6 – элементы квадратного сечения

Внутри неподвижного охватывающего вытеснителя 1 (рис. 6) вставленными роликами 2 вращается охватываемый (внутренний) вытеснитель 3. Охватываемый вытеснитель 3 движется внутри неподвижного охватывающего вытеснителя 1, причем центр подвижного вытеснителя движется по окружности, т.е. совершает планетарное движение. Это движение может компенсироваться с помощью карданной передачи. Подвижный охватываемый вытеснитель 3 соединен с валом 4, который вращается концентрично неподвижному охватывающему вытеснителю 1. Внутри полого вала 4 находится кардан 5, выполненный в виде вала, на концах которого выполнены элементы квадратного сечения 6, позволяющие ему вращаться как внутри вала 4, так и внутри охватываемого вытеснителя 3. Кардан 5 по углу отклоняется на 5–10° от оси, что позволяет компенсировать планетарное движение внутреннего вытеснителя 3.

Компенсирование планетарного движения вытеснителей с помощью дополнительного внешнего компенсирующего механизма (рис. 7) применяется в низкооборотных гидромашинах (гидровращателях) с частотой вращения выходного вала 0,5...50 об/мин.

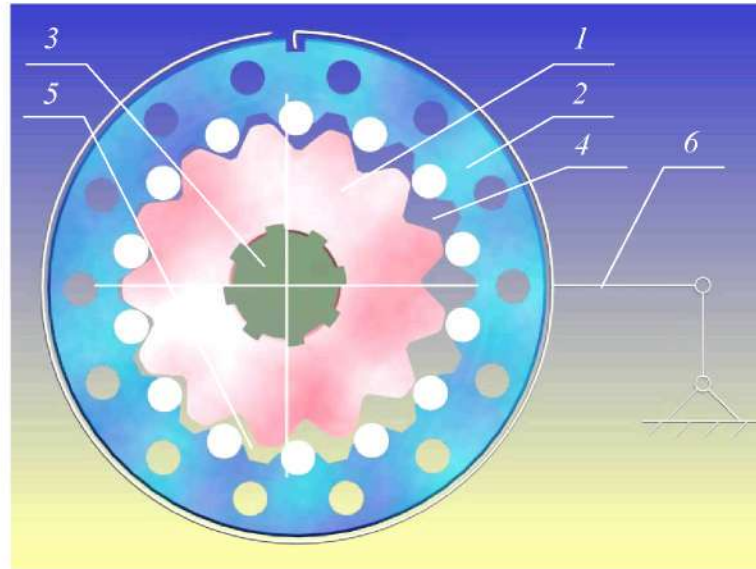


Рис. 7. Компенсирование планетарного движения вытеснителей с помощью внешнего компенсирующего механизма:

1 – охватываемый вытеснитель (шестерня); 2 – охватывающий вытеснитель (направляющая); 3 – вал приводного устройства; 4 – зона нагнетания; 5 – зона слива; 6 – двухзвенный рычаг

Внутри охватывающего вытеснителя 2 (рис.7) установлен охватываемый вытеснитель 1, на который с одной стороны равномерно действует давление рабочей жидкости. Под действием этого давления охватываемый вытеснитель 2 катится внутри охватывающего вытеснителя 1. Роль водила в гидровращателе, как и во всех гидромашинах планетарного типа, выполняет рабочая жидкость. Гидравлическое поле (зона нагнетания 4 и зона слива 5), создаваемое распределительной системой в рассматриваемой гидромашине, движется параллельно поверхности охватывающего вытеснителя 2, и, следовательно, вращается. Подвижный вытеснитель 1 обкатывается по неподвижному 2, с той же скоростью, что и гидравлическое поле, поворачиваясь при этом в противоположную сторону. Подвижный вытеснитель 1 соединен с валом 3 (зеленого цвета) активного рабочего органа гидрофицируемой машины при помощи шлицевого отверстия, при этом охватывающий вытеснитель 2 (направляющая) совершает плоскопараллельные колебательные движения. Планетарное движение корпуса компенсируется с помощью двухзвенного рычага 6.

Компенсирование героторного движения (частный случай планетарного движения) вытеснителей с помощью смещения вытеснителей (роторов) (рис. 8) применяется в высокооборотных гидромашинах (героторных) с частотой вращения выходного вала 1500...5000 об/мин.

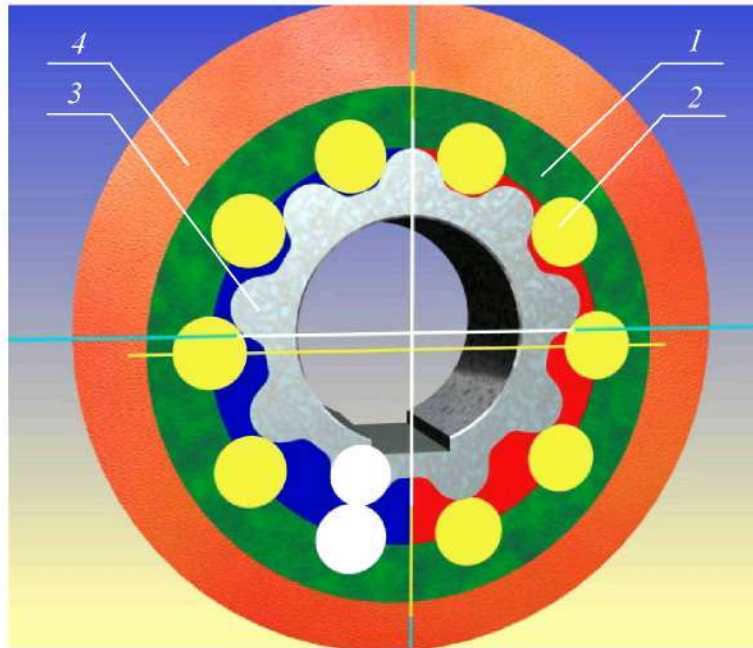


Рис. 8. Компенсирование героторного движения вытеснителей с помощью смещения вытеснителей (роторов):
1 – охватывающий вытеснитель; 2 – ролики; 3 – охватываемый вытеснитель; 4 – корпус

Подвижный (охватывающий) вытеснитель 1 (рис. 8) эксцентрично установлен в корпусе 4. Внутри подвижного (охватывающего) вытеснителя 1 со вставными зубьями 2 (роликами) вращается внутренний (охватываемый) вытеснитель 3. Центр охватываемого вытеснителя 3 расположен в центре корпуса 4, а центр охватывающего вытеснителя 2 смещен на величину эксцентриситета зубчатой пары (вытеснителей). Таким образом, охватывающий 1 и охватываемый 3 вытеснители вращаются каждый вокруг своего центра, а гидравлическое поле в данном случае неподвижно. Компенсирование героторного движения происходит за счет смещения центра охватывающего вытеснителя 1.

По способу распределения рабочей жидкости планетарные гидромашины различают:

- с торцевым распределением;
- с цапфенным распределением;
- с непосредственным распределением;
- с героторным распределением.

Торцевое распределение рабочей жидкости (рис. 9) применяется:

- в низкооборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 40...50 об/мин;
- в среднеоборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 50...500 об/мин;

- в высокооборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 500... 1500 об/мин.

Торцевое распределение (рис. 9) представляет собой прилегающие поверхности подвижного распределителя 2 и неподвижного золотника 1, на которых выполнены распределительные окна одинаковой формы и размера.

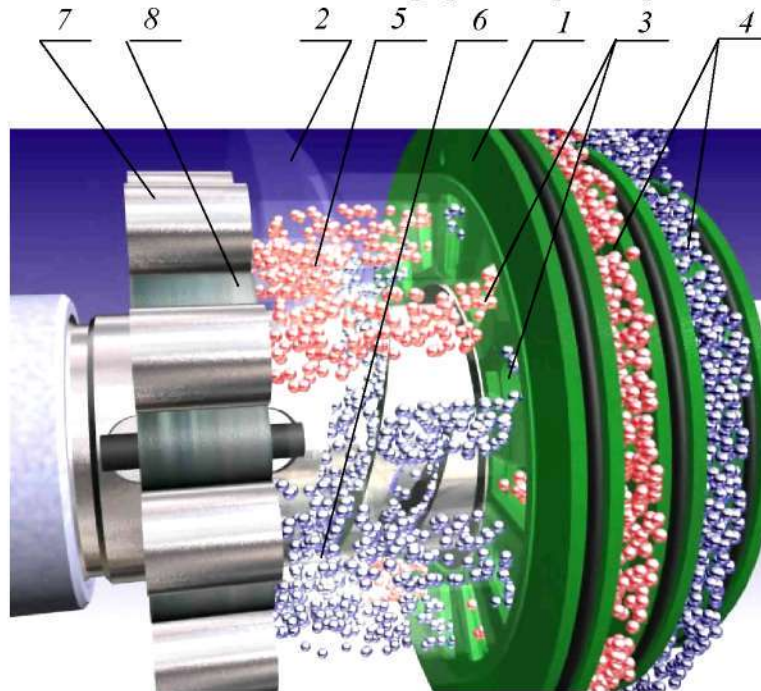


Рис. 9. Принцип работы торцевого распределения рабочей жидкости: 1 – золотник; 2 – распределитель; 3 – распределительные окна; 4 – кольцевые каналы; 5 – зона нагнетания; 6 – зона слива; 7 – охватывающий вытеснитель; 8 – охватываемый вытеснитель

Корпус гидромотора (рис. 9) изображен прозрачным, в нем есть входное отверстие, через которое подается рабочая жидкость под давлением (красный цвет) и выходное отверстие, через которое рабочая жидкость сливается (синий цвет). При работе планетарного гидромотора распределитель 2 вращается, а золотник 1 остается неподвижным. Рабочая жидкость под давлением (красный цвет) – зона нагнетания 5 движется по кольцевым каналам 4 и радиальным отверстиям, выполненным в кольцевых каналах 4 золотника 1 к окнам нагнетания 7 золотника 1, которые соединяются с распределительными окнами распределителя 2 и попадает в рабочие камеры, образованные зубчатыми поверхностями охватывающего 7 и охватываемого 8 вытеснителей, а затем при вращении распределителя зона нагнетания 5 сменяется зоной слива 6 и жидкость идет на слив, т.е. гидравлическое поле перемещается. В зависимости от фаз работы распределительной системы направление движения рабочей жидкости

по этим каналам, отверстиям и окнам меняется в ту или иную сторону, жидкость попадает в рабочие камеры или вытесняется из них.

Цапфенное распределение рабочей жидкости (рис. 10) применяется:

- в среднеоборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 200...500 об/мин;
- в высокооборотных гидромашинах с частотой вращения выходного вала 500...2500 об/мин.

Цапфенное распределенное устройство (рис. 10) представляет собой вал 6, с выполненными на нем проточками (пазами) нагнетания 4 и слива 5, который установлен в корпусе 1, с выполненными в нем радиальными 7 и торцевыми 8 отверстиями.

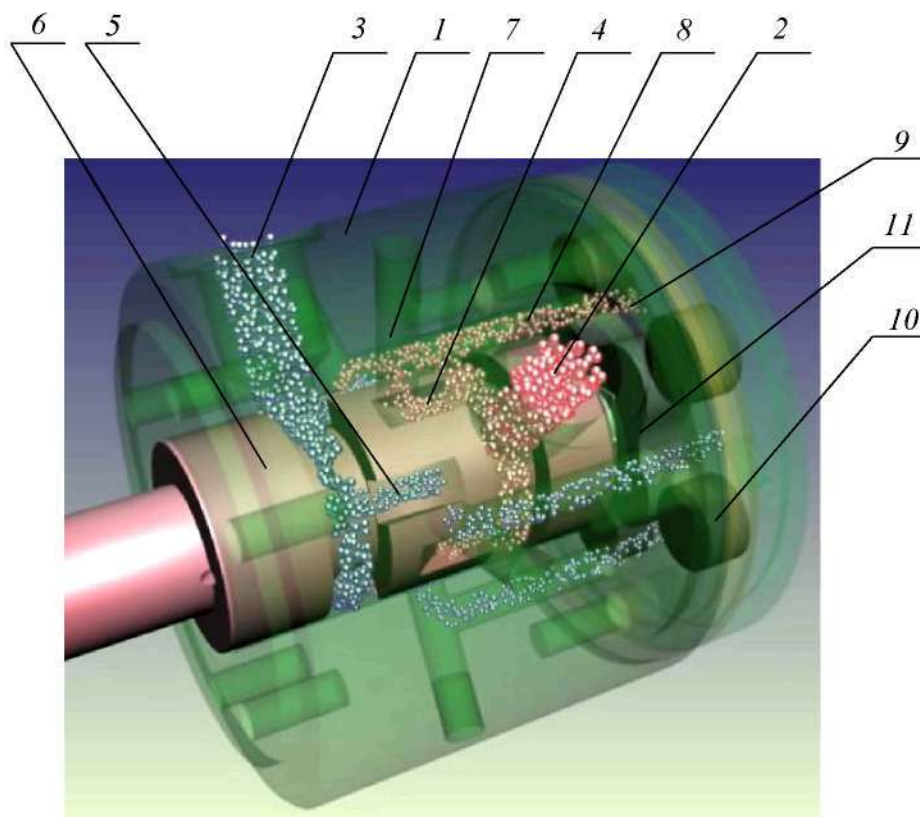


Рис. 10. Принцип работы цапфенного распределения рабочей жидкости: 1 – корпус; 2 – входное отверстие; 3 – выходное отверстие; 4 – пазы нагнетания; 5 – пазы слива; 6 – вал; 7 – радиальные отверстия; 8 – торцевые отверстия; 9 – рабочие камеры; 10 – охватывающий вытеснитель; 11 – охватываемый вытеснитель

В корпусе 1 (рис. 10) гидромотора имеется входное отверстие 2, через которое подается рабочая жидкость под давлением и выходное отверстие 3, через которое рабочая жидкость сливается. Жидкость под давление поступает в пазы нагнетания 4, выполненные на валу 6. Условимся, что вал 6 с нарезанными на нем пазы 4, 5 вращается, а

корпус 1 с отверстиями 7 - неподвижен. Далее при вращении вала 6 пазы нагнетания 4 соединяются с радиальными отверстиями 7, выполненными в корпусе 1, и рабочая жидкость попадает в них. Из радиальных отверстий 7, которые соединены с торцевыми отверстиями 8 жидкость попадает в рабочие камеры 9 (красный цвет), образованные охватывающим 10 и охватываемым 11 вытеснителями, и вытесняется из них (синий цвет). Гидравлическое поле (зона нагнетания и зона слива) движется в сторону противоположную вращению вала 6.

Непосредственное распределение рабочей жидкости (рис. 11) применяется в низкооборотных гидромашинах (гидровращателях) с частотой вращения выходного вала 0,5...50 об/мин.

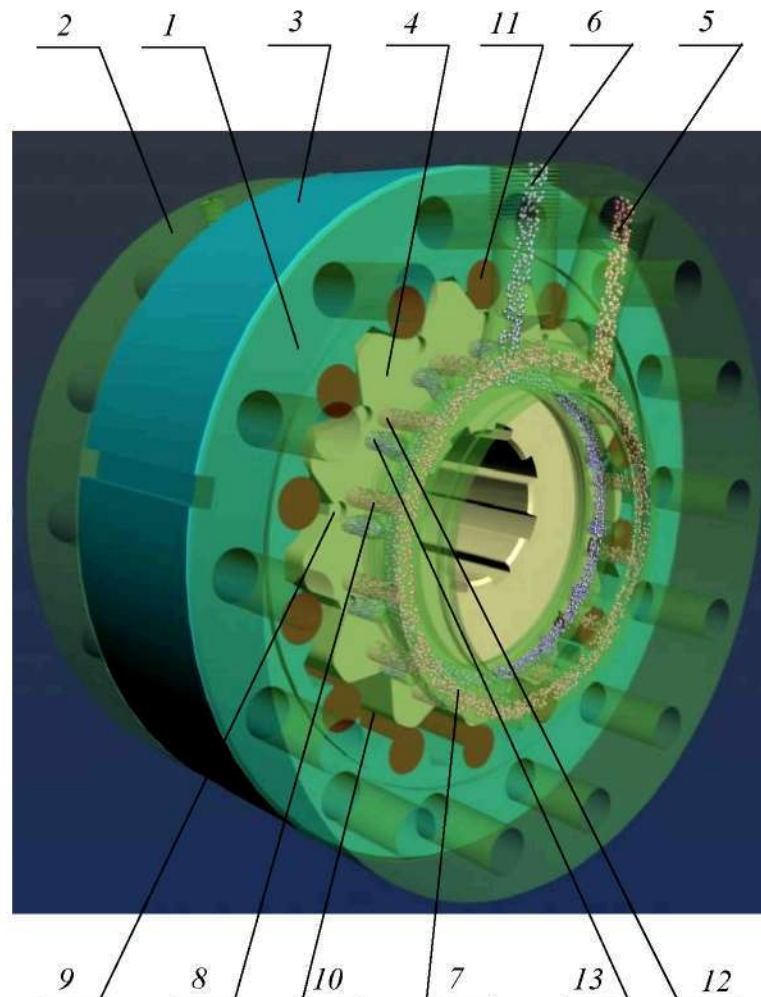


Рис. 11. Принцип работы непосредственного распределения рабочей жидкости:

- 1 – правая крышка; 2 – левая крышка; 3 – направляющая;
 4 – шестерня; 5 – входное отверстие; 6 – выходное отверстие;
 7 – кольцевой канал; 8 – аксиальные отверстия;
 9 – распределительные окна; 10 – рабочие камеры; 11 – ролики;
 12 – окна нагнетания; 13 – окна слива

Рабочая жидкость (рис. 11) под давлением подается во входное отверстие 5, а сливается через выходное отверстие 6. Из входного отверстия рабочая жидкость под давлением поступает в кольцевой канал 7, выполненный в правой крышке 1, и от него одновременно – в аксиальные отверстия 8, откуда через перепускной канал в направляющей 3, поступает в аксиальные отверстия, выполненные в левой крышке 2. Далее жидкость через отверстия 9, выполненные на торцевых поверхностях шестерни 4, поступает в рабочие камеры 10, которые образованы внутренней поверхностью направляющей 3 (охватывающего вытеснителя) с роликами 11 и внешней поверхностью шестерни 4 (охватываемого вытеснителя). Под действием давления жидкости направляющая 3 начинает обкатываться по шестерне 4, одновременно сообщая ей вращательное движение. Характерное (плоскопараллельное с вращением) движение шестерни 4 относительно торцевых поверхностей золотникового устройства обуславливает перемещение отверстий 9, выполненных на торцевых поверхностях шестерни 4 (распределительное устройство) по торцевой поверхности крышек 1 и 2, в которых выполнены отверстия нагнетания 12 и слива 13 золотникового устройства. Все это и представляет собой непосредственное распределение.

Героторное распределение рабочей жидкости (рис. 12) применяется в высокооборотных гидромашинах (героторных) с частотой вращения выходного вала 500...5000 об/мин.

Рабочая жидкость (рис. 12) под давлением подается во входное отверстие 5 крышки 1, откуда поступает в серповидное окно 6, выполненное в крышке 1, а затем в рабочие камеры 9, образованные охватывающим 2 и охватываемым 4 вытеснителями. В режиме гидромотора, поступающая жидкость разжимает вытеснители 2 и 4, заставляя их вращаться. Гидравлическое поле (зона нагнетания 7 и зона слива 8) в данном случае неподвижно.

Таким образом, в зависимости от частоты вращения выходного вала, вида движения вытеснителей, способа компенсирования планетарного движения вытеснителей и способа распределения рабочей жидкости нами предложена классификация планетарных гидромашин по конструктивным особенностям (табл. 1).

Анализ таблицы 1 показывает, что в зависимости от числа оборотов планетарные гидромашин делятся на:

- низкооборотные гидромашин с частотой вращения выходного вала 0,5...50 об/мин, имеющие планетарное движение вытеснителей, которое компенсируется с помощью

дополнительного внешнего компенсирующего механизма и непосредственное распределение рабочей жидкости и используются в качестве гидромотора;

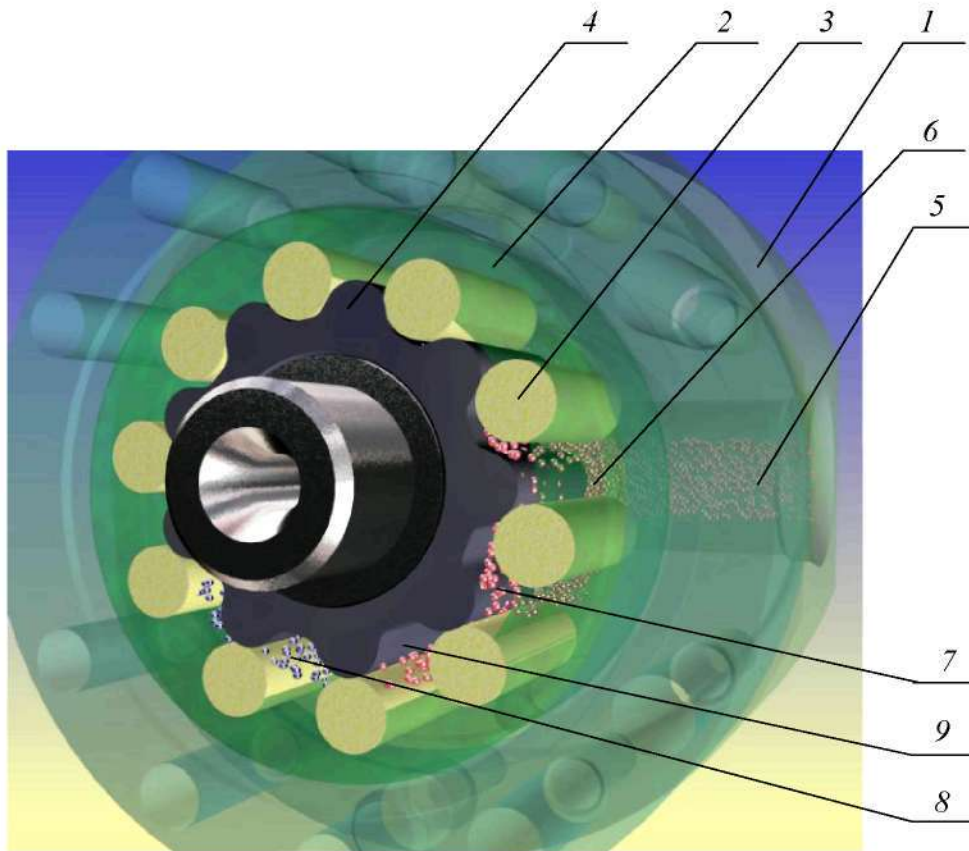


Рис. 12. Принцип работы героторного распределения рабочей жидкости:

1 – крышка; 2 – охватывающий вытеснитель; 3 – ролики; 4 – охватываемый вытеснитель; 5 – входное отверстие; 6 – серповидное окно нагнетания; 7 – зона нагнетания; 8 – зона слива; 9 – рабочие камеры

- низкооборотные гидромашины (гидровращатели) с частотой вращения выходного вала 40...50 об/мин, имеющие планетарное движение вытеснителей, которое компенсируется с помощью внешнего зубчатого зацепления и торцевое распределение рабочей жидкости и используются в качестве гидромотора;
- среднеоборотные гидромашины с частотой вращения выходного вала 50...500 об/мин, имеющие планетарное движение вытеснителей, которое компенсируется с помощью внешнего зубчатого зацепления или карданной передачи и торцевое распределение рабочей жидкости и используются в качестве гидромотора;

Таблиця 1

Класифікація планетарних гідромашин по конструктивним особливостям*

Наименование планетарной гидромашинны по классификатору	Номинальные параметры планетарных гидромашин			Движение вытеснителей	Компенсация планетарного движения вытеснителей	Распределение рабочей жидкости	Тип гидромашинны
	частота вращения, об/мин	расход (подача), л/мин	давление, МПа				
низко- оборотные	0,5...50	50...100	10...25	планетарное	дополнительный механизм внешнее зубчатое зацепление	непосредственное торцевое	гидромотор
	40...50	100...200					
средне- оборотные	50...500	50...200	5...25	планетарное	внешнее зубчатое зацепление; карданная передача	торцевое цапфенное	гидромотор
	200...500	50...100					
высоко- оборотные	500...1500	20...80	5...25	планетарное	внешнее зубчатое зацепление; карданная передача	торцевое цапфенное	гидромотор; гидронасос
	500...2500	20...80					
	1500...5000	20...200					

* Класифікація планетарних гідромашин складена на базі технічних характеристик існуючих гідромашин, а також на основі дослідницьких і конструкторських робіт, виконаних на кафедрі «Мобільні енергетичні засоби» Таврицького державного аграрно-технологічного університету.

- среднеоборотные гидромашины с частотой вращения выходного вала 200...500 об/мин, имеющие планетарное движение вытеснителей, которое компенсируется с помощью внешнего зубчатого зацепления или карданной передачи и цапфенное распределение рабочей жидкости и используются в качестве гидромотора;
- высокооборотные гидромашины с частотой вращения выходного вала 500...1500 об/мин, имеющие планетарное движение вытеснителей, которое компенсируется с помощью внешнего зубчатого зацепления или карданной передачи и торцевое распределение рабочей жидкости и используются в качестве гидромотора;
- высокооборотные гидромашины с частотой вращения выходного вала 1500...5000 об/мин, имеющие героторное движение (частный случай планетарного движения) вытеснителей, которое компенсируется с помощью смещения вытеснителей (роторов) и героторное распределение рабочей жидкости и используются, как в качестве гидромотора, так и в качестве насоса.

В зависимости от вида движения вытеснителей (табл. 1) планетарные гидромашины делятся на:

- планетарные низко-, средне- и высокооборотные гидромашины с частотой вращения выходного вала 0,5...2500 об/мин, компенсация планетарного движения которых может осуществляться с помощью дополнительного внешнего компенсирующего механизма, внешнего зубчатого зацепления и карданной передачи. В этих гидромашинах может применяться непосредственное, торцевое и цапфенное распределение рабочей жидкости; используются они в качестве гидромотора;
- героторные высокооборотные гидромашины с частотой вращения выходного вала 1500...2500 об/мин, компенсация планетарного движения которых может осуществляться с помощью смещения роторов. В этих гидромашинах может применяться героторное распределение рабочей жидкости; используются они, как в качестве гидромотора, так и в качестве насоса.

В зависимости от способа компенсации планетарного

движения вытеснителей (табл. 1) гидромашины могут быть:

- с дополнительным внешним компенсирующим механизмом – это низкооборотные планетарные гидромашины (гидровращатели) с частотой вращения выходного вала 0,5...50 об/мин и непосредственным распределением рабочей жидкости, применяющиеся в качестве гидромотора;
- с внешним зубчатым зацеплением – это низко-, средне- и высокооборотные гидромашины с частотой вращения выходного вала 40...2500 об/мин с торцевым распределением рабочей жидкости, применяющиеся в качестве гидромотора;
- с карданной передачей – это низко-, средне- и высокооборотные гидромашины с частотой вращения выходного вала 50...2500 об/мин с торцевым или цапфенным распределением рабочей жидкости, применяющиеся в качестве гидромотора;
- со смещением роторов – это высокооборотные героторные гидромашины с частотой вращения выходного вала 1500...5000 об/мин с героторным распределением рабочей жидкости, применяющиеся, как в качестве гидромотора, так и в качестве насоса.

В зависимости от способа распределения рабочей жидкости (табл. 1) планетарные гидромашины могут быть:

- с непосредственным распределением рабочей жидкости – это низкооборотные гидромашины (гидровращатели) с частотой вращения выходного вала 0,5...50 об/мин, дополнительным внешним компенсирующим механизмом планетарного движения, применяющиеся в качестве гидромотора;
- с торцевым распределением рабочей жидкости – это низко-, средне- и высокооборотные гидромашины с частотой вращения выходного вала 40...2500 об/мин, компенсация планетарного движения которых может осуществляться с помощью внешнего зубчатого зацепления и карданной передачи, применяющиеся в качестве гидромотора;
- с цапфенным распределением рабочей жидкости – это средне- и высокооборотные гидромашины с частотой вращения выходного вала 200...2500 об/мин, компенсация планетарного движения которых может осуществляться с помощью карданной передачи, применяющиеся в качестве гидромотора;
- с героторным распределением рабочей жидкости – это высокооборотные (героторные) гидромашины с частотой вращения выходного вала 1500...5000 об/мин, компенсация планетарного движения которых может осуществляться с помощью смещения роторов, применяющиеся, как в качестве гидромотора, так и в качестве насоса.

Таким образом, можно заключить, что подготовленное к серийному производству семейство унифицированных рядов планетарных гидромоторов (рис. 1), с планетарным движением вытеснителей, компенсирование движения которых осуществляется с помощью внешнего зубчатого зацепления и с торцевым распределением рабочей жидкости, только частично закрывает необходимый ряд низко-, средне- и высокооборотных планетарных гидромашин, то гидромашин мощностью от 1 до 3 кВт (рис. 2, а); гидромашин с очень низкими (от 0,5 об/мин) частотами вращения (гидровращатели) (рис. 2, б) и героторные гидромашин с очень большими (до 5000 об/мин) частотами вращения (рис. 2, в) требуют проведения комплексных исследований в области разработки методов расчета, проектирования, изготовления, испытания и эксплуатации.

Выводы. В результате проведенного анализа конструкций планетарных гидромашин разработана классификация гидромашин в зависимости от их основных конструктивных особенностей: частоты вращения выходного вала, вида движения вытеснителей, способа компенсирования планетарного движения вытеснителей и способа распределения рабочей жидкости.

Литература

1. Волошина А.А. Перспективи гідрофікації мобільної сільськогосподарської техніки / А.І. Панченко, А.А. Волошина, О.Ю. Золотарев, Д.С. Тітов // Промислова гідроліка і пневматика. – 2003. – №1. – С. 71–74.
2. Панченко А.І. Гідромашини для приводу активних робочих органів та ходових систем мобільної сільськогосподарської техніки / А.І. Панченко // Техніка АПК. – 2006. – №3. – С. 11–13.
3. 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. Декларацийний патент 37457А Україна F04C1/08. Гідравлічна машина з циклоїдальним внутрішнім зачепленням / А.І. Панченко, В.М. Кюрчев, С.В. Кюрчев, Д.С. Тітов, О.С. Крутіков // Заявл. 05.02.1999; Опубл. 15.05.2001, Бюл. №4. – 5 с.
5. Декларацийний патент 37477А Україна F04C2/08. Планетарно-роторний гідромотор / А.І. Панченко, В.М. Кюрчев, О.А. Іщенко, І.І. Мілаєва, О.Ю. Золоторьов // Заявл. 05.02.1999; Опубл. 15.05.2001, Бюл. № 4. – 6 с.
6. Декларацийний патент 37478А Україна F04C2/08. Планетарно-роторний гідромотор / А.І. Панченко, В.М. Кюрчев, А.А. Волошина,

П.В. Оберніхін, А.М. Бондар // Заявл.05.02.1999; Опубл.15.05.2001, Бюл. № 4. – 6 с.

**КЛАСИФІКАЦІЯ ПЛАНЕТАРНИХ ГІДРОМАШИН,
ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У СИЛОВИХ ГІДРОПРИВОДАХ
МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

Волошина А.А.

Анотація – роботу присвячено розробці класифікації планетарних гідромашин, що враховує їхні основні конструктивні особливості: вид руху витискувачів, спосіб компенсування руху витискувачів і спосіб розподілу робочої рідини.

**CLASSIFICATION OF PLANETARY HYDRAULIC
MACHINES USED IN VEHICLE HYDRAULIC**

A. Voloshina

Summary

The work is devoted to planetary hydraulic machine classification which takes main design parameters into account: type of displacer movement, mode of planetary displacer movement compensation and working fluid distribution.