

где ε – параметров подачи рабочей жидкости по магистралям потребителей;

k_i – коэффициент подачи, $k_i = t_{pij} / t_{pj}$

Заключение

1. Предложен принцип деления потока рабочей жидкости насоса многомоторного гидропривода, состоящий в дискретной подаче фиксированных объемов рабочей жидкости последовательно по напорным магистралям потребителей.

2. Определены основные математические выражения, позволяющие рассчитать конструктивные параметры дискретного гидрораспределителя роторного типа.

Литература

1. Модульная дозирующая система: пат. 3674 Респ. Беларусь, МПК7 F 15B 11/22 / В.А. Коробкин, А.Я. Котлобай, А.Н. Ивановский, Ю.А. Андрияненко, Б.А. Луцков, А.А. Котлобай; заявитель Республиканское унитарное предприятие «Минский тракторный завод». – № u 20060846; заявл. 13.12.06; опубл. 30.06.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 3. – С. 216.

УДК 69.002.5 – 82

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

*Котлобай А.Я., канд. техн. наук доцент,
Котлобай А.А.*

Белорусский национальный технический университет

(г. Минск, Республика Беларусь)

Введение

Применение делителей потока рабочей жидкости насоса в объемном многомоторном гидроприводе рабочих органов технологического оборудования многофункциональных дорожно-строительных машин позволит уменьшить удельный вес механических передач в кинематической цепи привода. Такая задача может решаться

применением делителей потока рабочей жидкости насоса. Разработан принцип деления потока рабочей жидкости насоса, состоящий в дискретной подаче фиксированных объемов рабочей жидкости последовательно по напорным магистралям потребителей.

Математическая модель гидропривода

Динамическая схема двухмоторного привода представлена на рис.

1.

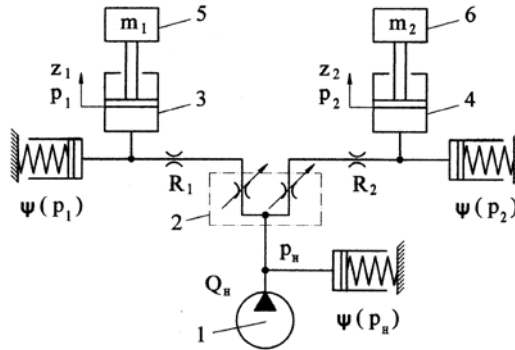


Рис. 1. Динамическая схема двухмоторного привода:
1 – насос; 2 – дискретный гидрораспределитель (ДГ);
3, 4 – исполнительный гидроцилиндр; 5, 6 – груз

Переходные процессы при работе насоса 1 с исполнительными гидроцилиндрами 3, 4 и двухпоточным дискретным гидрораспределителем описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{z}_1 &= (F_1 p_1 - P_1 - P_{mp1} \operatorname{sgn} \dot{z}_1) / m_1 \\ \ddot{z}_2 &= (F_2 p_2 - P_2 - P_{mp2} \operatorname{sgn} \dot{z}_2) / m_2 \\ \dot{p}_n &= \left[Q_n - \sum_{i=1}^{n-2} F_{oi} \sqrt{\frac{2|\Delta p_i|}{\rho}} \operatorname{sgn}(\Delta p_i) \right] / \phi(V_{en} + f_{ln}) \\ \dot{p}_1 &= \left[F_{o1} \sqrt{\frac{2|\Delta p_1|}{\rho}} \operatorname{sgn}(\Delta p_1) - F_1 \dot{z}_1 \right] / \phi(F_1 z_1 + f_{l1}) \\ \dot{p}_2 &= \left[F_{o2} \sqrt{\frac{2|\Delta p_2|}{\rho}} \operatorname{sgn}(\Delta p_2) - F_2 \dot{z}_2 \right] / \phi(F_2 z_2 + f_{l2}) \end{aligned} \right\} , (1)$$

где z_1, z_2 – координата поршня исполнительного цилиндра;

F_1, F_2 – площадь поршня исполнительного цилиндра;
 m_1, m_2 – масса поднимаемого груза и подвижных частей,
 приведенная к поршню;

P_{mp1}, P_{mp2} – сила трения;

P_1, P_2 – сила сопротивления массы поднимаемого груза;

p_n, p_1, p_2 – давление в полости насоса, исполнительного гидроцилиндра, $\Delta p_1 = p_n - p_1; \Delta p_2 = p_n - p_2$;

Q_n – подача насоса;

ϕ – коэффициент податливости рабочей жидкости;

V_{2H} – объем гидравлического гасителя в цепи насоса;

k – показатель политропы;

f – площадь проходного сечения всех гидролиний;

l_n – длина гидролиний, соединяющих насос с гидравлическим гасителем и ДП;

l_1, l_2 – длина трубопровода от ДП до исполнительного гидроцилиндра;

ρ – плотность рабочей жидкости;

ζ – коэффициент местного сопротивления

При работе дискретного гидрораспределителя изменяются площади отводящих каналов $F_{\partial i} = f(t)$ (рис. 2).

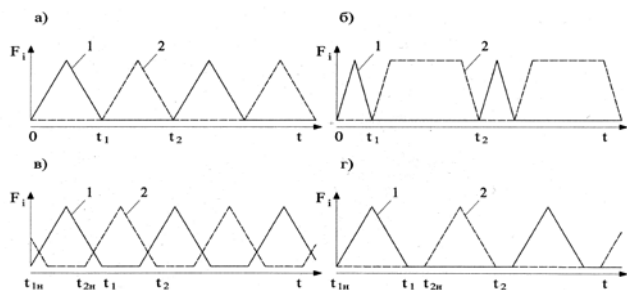


Рис. 2. Параметры дискретного гидрораспределителя:

1 – $F_{\partial 1}(t)$, 2 – $F_{\partial 2}(t)$ – площадь первого, второго отводящего канала;

t – время; t_{iH}, t_i – время открытия и закрытия каналов i -го потребителя

При нулевом перекрытии каналов $t_{2н} = t_1$ и $t_{1н} = t_2$ (см. рис. 2, а, б) в интервалах времени $0 - t_1$: $F_{\partial 1} = f_1(t)$, $F_{\partial 2} = 0$; и $t_1 - t_2$: $F_{\partial 1} = 0$, $F_{\partial 2} = f_2(t)$. Дискретный гидрораспределитель запирает один из каналов в течение расчетного времени, при открытом втором. При положительном перекрытии каналов (см. рис. 2, в) в интервалах времени $t_{2н} - t_1$ и $t_{1н} - t_2$ оба канала одновременно открыты $F_{\partial 1} = f_1(t)$ и $F_{\partial 2} = f_2(t)$. Существует дифференциальная связь между напорными магистралями потребителей. Отрицательное перекрытие каналов (см. рис. 2, г) приводит к запираанию обоих каналов в интервалах времени $t_2 - t_{1н}$ и $t_1 - t_{2н}$. Точность деления потока рабочей жидкости по напорным магистралям потребителей максимальная. Изменение подачи рабочей жидкости по напорным магистралям потребителей достигается изменением параметров каналов 4, 5, приводящим к изменению значений интервалов времени $0 - t_1$ и $t_1 - t_2$ (см. рис. 2, б).

Реализация дискретного гидрораспределителя

Дискретный гидрораспределитель может быть выполнен как роторная гидромашина. Дискретный гидрораспределитель реализован в виде отдельного агрегата, установленного в напорной магистрали насоса [1] (рис. 3).

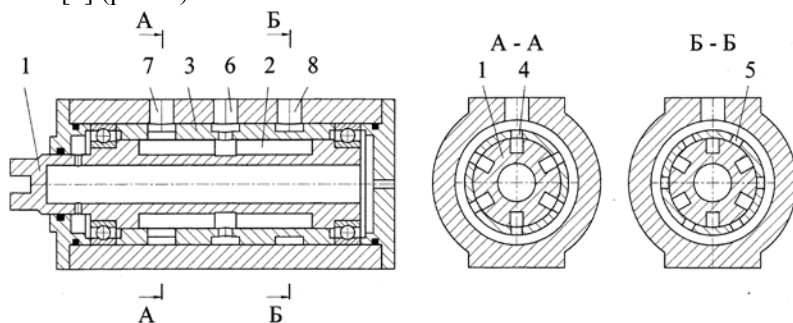


Рис. 3. Дискретный гидрораспределитель

Рабочая жидкость через канал 6 корпуса поступает в полости продольных пазов 2 ротора 1, откуда, периодически, через каналы

4, 5 распределительной втулки 3, – в магистрали потребителей, подключенные к каналам 7, 8 корпуса.

Изменение числа потоков достигается изменением числа групп продольных каналов распределяющей втулки, и каналов подключения контуров потребителей.

Предложены варианты привода ротора:

- дискретный гидрораспределитель устанавливается на фланец насоса. Ротор выполнен в виде силовой муфты, соединяющей валы насоса и привода;

- дискретный гидрораспределитель устанавливается в рациональном месте трансмиссии, с приводом ротора от любого вала;

- для привода ротора дискретный гидрораспределитель оснащается гидромотором, либо электрическим двигателем [3].

Дискретный гидрораспределитель может модульно наращиваться, обеспечивая одновременное дозирование различных потоков рабочей жидкости, оснащаться системами автоматического выключения при изменении режима работы гидросистемы.

Решение системы дифференциальных уравнений (1) в программе Mathcad 11 проводилось для двухпоточного дискретного гидрораспределителя, установленного в напорной магистрали насоса. Анализ работы двухмоторного привода показал:

- обеспечивается независимость нагрузочного режима работы контура данного потребителя от нагрузочного режима контура второго потребителя в широком диапазоне изменения нагрузок;

- увеличение дискретизации потока рабочей жидкости и частоты вращения ротора дискретного гидрораспределителя уменьшает неравномерность давления в напорных магистралях потребителей;

- параметры продольных пазов ротора и каналов распределительной втулки выбираются из условия отсутствия перекрытия;

- объем гидравлического гасителя $V_{гн}$ должен быть минимальным, что предполагает установку дискретного гидрораспределителя возле насоса.

Перспективным может оказаться оснащение шестеренных (рис. 4), аксиально-поршневых насосов дискретным гидрораспределителем.

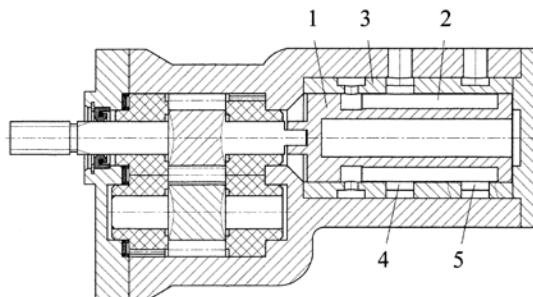


Рис. 4. Двухпоточный шестеренный насос

Рабочая жидкость качающего узла насоса поступает в полости продольных пазов 2 ротора 1, и периодически через каналы 4, 5 распределительной втулки 3 – в магистрали потребителей.

Реализация предложенной схемы гидравлического дискретного гидрораспределителя позволит уменьшить число насосов при создании гидравлических систем приводов ходового и технологического оборудования многофункциональных машин большой единичной мощности, исключить из системы приводов механические агрегаты, упростить разработку технологической машины, снизить ее стоимость.

Заключение

1. Использование дискретного гидрораспределителя в многомоторном приводе рабочих органов многофункциональных дорожно-строительных машин обеспечивает независимость работы контуров исполнительных гидромоторов.

2. Реализация предложенного принципа дискретизации потока рабочей жидкости насоса позволяет создать агрегаты дозирования объемного типа, обеспечивающие необходимое число потоков и параметры подачи рабочей жидкости по напорным магистралям потребителей.

3. Рациональным является объединение насоса и дискретного гидрораспределителя в единый насосный агрегат.

4. Увеличение дискретизации потока рабочей жидкости насоса положительно сказывается на параметрах работы многомоторного гидропривода.