

## **ДИСКРЕТНЫЙ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГИДРОПРИВОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

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

***Белорусский национальный технический университет***

***(г. Минск, Республика Беларусь)***

### **Введение**

Одной из тенденций развития дорожно-строительного машиностроения является создание мобильных, специализированных высокопроизводительных машин большой единичной мощности, выполняющих за один проход комплекс технологических операций. Эффективность работы такой машины напрямую зависит от числа рабочих органов, одновременно выполняющих технологические операции.

Возможности реализации объединения ряда активных и пассивных рабочих органов в одной мобильной машине ограничиваются технологической совместимостью, габаритами, системой отбора мощности силовой установки на привод оборудования.

В дорожно-строительной отрасли перспективным типом передачи мощности от двигателя к рабочему оборудованию строительных и дорожных машин является объемный гидропривод. Недостатком гидравлических приводов является сложность деления потока мощности на несколько потребителей.

### **Дискретизация потока рабочей жидкости**

При выборе принципа объемного деления потока рабочей жидкости возможно техническое решение, состоящее в дискретной подаче фиксированных объемов рабочей жидкости последовательно по напорным магистралям потребителей.

Дискретизация потока рабочей жидкости достигается фиксацией времени связи насоса с контурами последовательно всех потребителей. Эта задача решается посредством установки в цепи гидролиний связи насоса с рядом потребителей дискретного гидрораспределителя, подключающего насос последовательно в контур каждого потребителя на малое, точно фиксированное время.

Дискретный гидрораспределитель может быть реализован по пути создания гидромашин роторного типа.

Дискретный гидрораспределитель роторного типа

При равномерном вращении ротора 1 дискретного гидрораспределителя относительно центральной оси в распределяющей втулке 3 корпуса 4 рабочая жидкость насоса поступает в полости продольных каналов 2 ротора 1, и периодически, в полости рабочих камер 5, 6, 7, связанных через каналы в корпусе 4 с напорными магистралями потребителей (рис. 1) [1].

Определим выражения, описывающие работу дискретного гидрораспределителя. Геометрические параметры в относительном виде

$$a_1 = \frac{\gamma}{\theta_j}; a_2 = \frac{\alpha}{\gamma}; b_1 = \frac{\beta_1}{\theta_j}; b_i = \frac{\beta_i}{\theta_j}; b_n = \frac{\beta_n}{\theta_j}$$

где  $\theta_j$  – угол поворота ротора 1, в течение которого совершается полный цикл подачи рабочей жидкости в контуры потребителей

$$\theta_j = \sum_{i=1}^n \beta_i + n\gamma = \frac{2\pi}{K},$$

где  $K$  – коэффициент дискретизации;

$\beta_1, \beta_i, \beta_n$  – центральный угол отводящего канала распределительной втулки;

$1, \dots, i, \dots, n$  – номер и число рабочих камер;

$\gamma$  – центральный угол перешейков между рабочими камерами

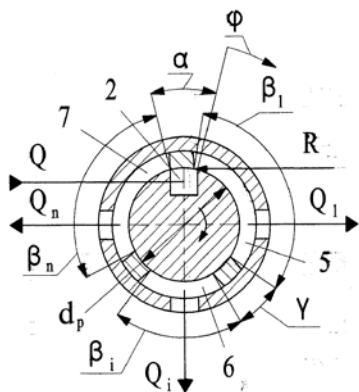


Рис. 1. Схема дискретного гидрораспределителя:  
 1 – ротор; 2 – продольный канал;  
 3 – распределительная втулка;  
 4 – корпус; 5, 6, 7 – рабочая камера;  
 $Q, Q_1, Q_i, Q_n$  – подача рабочей жидкости насоса, по магистралям потребителей;  $R$  – горизонтальная составляющая гидродинамических сил

При вращении ротора 1 в распределительной втулке 3 площадь  $F_i$  каждого из отводящих каналов дискретного гидрораспределителя изменяется по времени  $t$  от нуля до заданной величины  $F_{\max}$  (рис. 2).

Время  $t_{pj}$   $j$ -го цикла подачи рабочей жидкости по всем отводящим каналам

$$t_{pj} = \sum_{i=1}^n t_{pij} = \frac{\theta_j}{\omega} = \frac{2\pi}{\kappa\omega},$$

где  $t_{pij}$  – время  $j$ -го цикла подачи рабочей жидкости в канал  $i$ -го потребителя,  $t_{pij} = t_0 + t_{\Sigma ij}$ ;

$t_0$  – время перекрытия смежных рабочих камер;

$t_{\Sigma ij} = (t_{1ij} + t_{2ij} + t_{3ij})$  – суммарное время открытого положения рабочей камеры  $i$ -го потребителя;

$t_{1ij}, t_{2ij}, t_{3ij}$  – время открытия, открытого положения, закрытия рабочей камеры  $i$ -го потребителя;

$j = 1 \dots \kappa$  – номер цикла подачи рабочей жидкости по всем отводящим каналам;

$\omega$  – частота вращения ротора

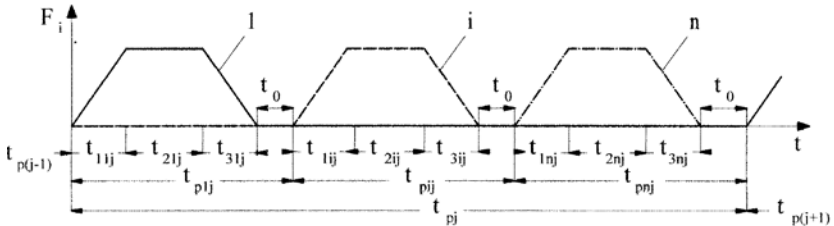


Рис. 2. Геометрические параметры дискретного гидрораспределителя:

1 –  $F_1(t)$ , 2 –  $F_i(t)$ , 3 –  $F_n(t)$  – площадь первого,  $i$ -го,  $n$ -го отводящего канала;  $t$  – время

Время перекрытия смежных рабочих камер 5, 6, 7 агрегата дозирования

$$t_0 = \frac{\alpha - \gamma}{\omega} = \frac{2\pi a_1(a_2 - 1)}{\kappa\omega}.$$

Время  $t_{1ij}$  изменения площади проходного сечения каналов  $F_i(t) = 0 \div F_{\max}$ , и  $t_{3ij}$   $F_i(t) = F_{\max} \div 0$

$$t_{11j} = t_{31j} = t_{1ij} = t_{3ij} = t_{1nj} = t_{3nj} = t_{1n\kappa} = t_{3n\kappa} = \frac{2F}{d_p h \omega \kappa},$$

где  $d_p$  – диаметр ротора;

$h$  – длина рабочей камеры 5, 6, 7

$$t_{2ij} = \frac{2\pi[1 - na_1(1 - a_2)]k_{Qi}}{\omega\kappa \sum_{i=1}^n k_{Qi}} - \frac{4F}{d_p h \omega \kappa},$$

где  $k_{Qi}$  – коэффициент,  $k_{Qi} = \Delta V_i / \Delta V_1$ ;

$\Delta V_i$  – дискретный объем рабочей жидкости, поступающий в напорную магистраль  $i$ -го потребителя за время  $t_{\Sigma ij}$ ,  $\Delta V_i = Q t_{\Sigma ij} = 2\pi(b_i + a_1 a_2)Q / \omega \kappa$ ;

$Q$  – подача насоса;

$F$  – условным проход магистрали насоса

Изменение геометрических параметров отводящих каналов дискретного гидрораспределителя по времени описывается выражениями

$$\sum_{i=1}^{i-1} t_{pij} < t \leq \sum_{i=1}^{i-1} t_{pij} + t_{1ij}, F_i = 0,5d_p h \omega \kappa;$$

$$\sum_{i=1}^{i-1} t_{pij} + t_{1ij} < t \leq \sum_{i=1}^{i-1} t_{pij} + t_{1ij} + t_{2ij}, F_i = F;$$

$$\sum_{i=1}^{i-1} t_{pij} + t_{1ij} + t_{2ij} < t \leq \sum_{i=1}^{i-1} t_{pij} + t_{\Sigma ij}, F_i = F - 0,5d_p h \omega \kappa;$$

$$\sum_{i=1}^{i-1} t_{pij} + t_{\Sigma ij} < t \leq t_{pj} + \sum_{i=1}^{i-1} t_{pi(j+1)}, F_i = 0.$$

Ротор дискретного гидрораспределителя вращается равномерно при достаточной мощности двигателя привода ротора. Момент  $M_\delta$  на валу двигателя привода ротора определяется выражением

$$M_\delta = M_{mp} + Rr_p,$$

где  $M_{mp}$  – момент трения, возникающий при вращательном движении ротора агрегата дозирования;

$r_p$  – радиус ротора.

Суммарная горизонтальная составляющая гидродинамических сил  $R$ , действующих на ротор, определяется с учетом положения ротора для диапазонов времени

$$2\pi \left[ \sum_1^{i-1} b_i + a_1(i-2+a_2) + m \right] / \omega k < t \leq 2\pi \left( \sum_1^i b_i + ia_1 + m \right) / \omega k$$

$$R = \frac{2F_i |\Delta p_i|}{\sqrt{\zeta}} \operatorname{sgn}(\Delta p_i) \cos \left[ 69^\circ + 42^\circ \left( \frac{\omega k}{a_1 a_2 + b_i - 2\xi} \right) t \right].$$

$$2\pi \left( \sum_1^i b_i + ia_1 + m \right) / \omega k < t \leq 2\pi \left[ \sum_1^i b_i + a_1(i-1+a_2) + m \right] / \omega k$$

$$R = \frac{2F_i |\Delta p_i|}{\sqrt{\zeta}} \operatorname{sgn}(p_n - p_i) \cos 111^\circ + \frac{2F_{(i+1)} |\Delta p_{(i+1)}|}{\sqrt{\zeta}} \operatorname{sgn}(\Delta p_{(i+1)}) \cos 69^\circ.$$

где  $p_n, p_i$  – давление в полости насоса, исполнительного гидроцилиндра,  $\Delta p_i = p_n - p_i$ .

Относительная погрешность параметров подачи рабочей жидкости по магистралям потребителей может быть определена по выражению

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Q_i}{Qk_i} - 1 \right|,$$

где  $\varepsilon$  – 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