

**ПРО ВИКОРИСТАННЯ ТОПОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ГІДРОБ'ЄМНИХ ПРИВОДІВ РУЛЬОВИХ КЕРУВАНЬ**

*В.М.Ярошенко, асист.*

*(Сумський державний аграрний університет)*

Питанням розрахунків гідравлічних приводів присвячено велику кількість публікацій. Це, перш за все, праці Т.М.Башти [1], Н.С.Гаминіна [2], Д.Н.Попова [3] та інших. У цих працях при розрахунку як окремих агрегатів, так і всього гідравлічного привода синтез структури і параметрів, оцінку динамічних якостей привода і т. д. розпочинають із виведення рівнянь, які описують його роботу і базуються на рівняннях рівноваги, руху і балансу витрат рідини. При цьому для кожного пристрою отримують нові рівняння, які відображують специфічні особливості привода, що проектується.

Математичною основою інформаційної моделі гідропривода може бути матрично-топологічний метод, який достатньо повно було розроблено для електричних схем, а вже потім - для гідромеханічних систем. Топологічний метод розрахунку складних гідравлічних приводів базується в основному на перетвореннях полюсних і сигнальних графів за допомогою топологічної формули Мезона [4]. При цьому основною топологічною заміщення складних типових елементів привода [5], в яких відна змінна  $a$  з урахуванням витрат перетворюється у вихідну змінну  $v$ .

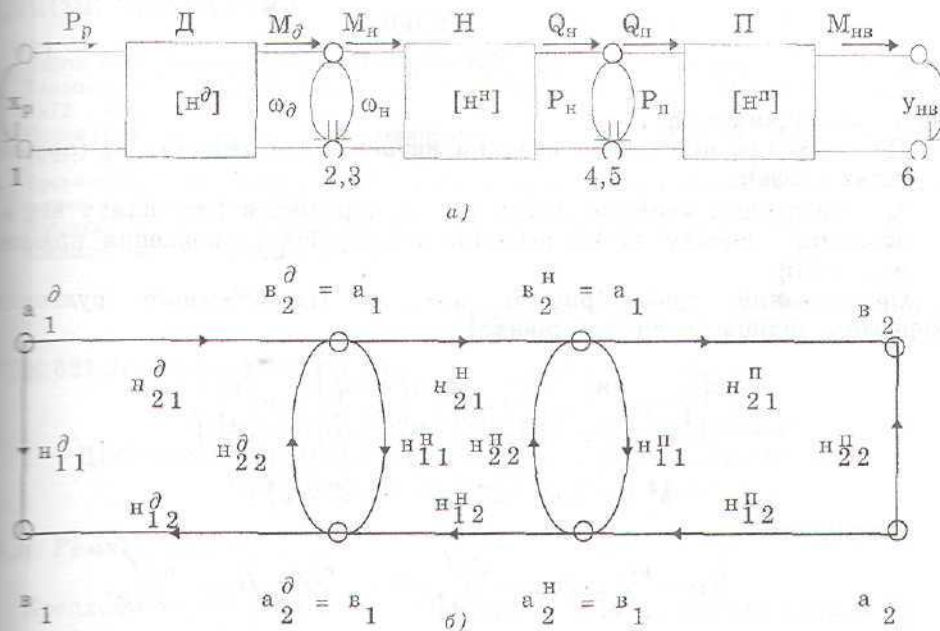


Рис. 1 - Схема привода гідрооб'ємного рульового керування трактора ХТЗ-121 (а) та її орієнтований граф (б)

Топологією принципової схеми гідрооб'ємного рульового керування є спосіб з'єднання двополюсних компонентів на його схемі заміщення. При цьому структуру схеми будемо описувати або за допомогою топологічного графа, або за допомогою топологічних матриць.

Перед тим як побудувати принципову схему рульового керування та її полюсний граф, розглянемо деякі основні поняття теорії графів [5].

Топологічний граф, який у подальшому будемо називати просто графом, це сукупність відрізків довільної довжини і форми, що називають гілками (дугами), і точок їх переміщення або закінчень, які називають вершинами (вузлами). Будь-яка сукупність гілок і вершин, що належать графу, називається підграфом. Для полюсників достатньо замінити її гілки відрізками ліній будь-якої форми, яким, як правило, дають напрямком, за можливості, що збігається, із дійсним напрямком потоку рідини. Будь-який замкнений шлях, що дозволяє вийти із вершини графа повернутись до неї, не проходячи двічі по одній гілці і не перетинаючи двічі одну вершину, називається контуром. Підграф, який вміщує всі вершини графа і не вміщує жодного контура, називається фундаментальним деревом графа, яке пізніше будемо називати просто деревом. Гілки графа, які входять в дерево, називаються ребрами, а які не входять - хордами.

Все сказане вище проілюструємо на прикладі схеми привода гідрооб'ємного рульового керування трактора ХТЗ-121 та її орієнтованого графа (рис. 1).

Послідовне з'єднання Д, Н і П можливе для режиму роботи гідрооб'ємного рульового керування при мінімальному радіусі повороту трактора, коли весь потік рідини направляється в гідроциліндр повороту. Для визначення показників  $n^D$ ,  $n^H$  і  $n^P$  необхідно скласти матрицю, визначити їх як коефіцієнти матриці витрат. Однак це довгий шлях, який вимагає дуже точних розрахунків і складання не однієї, а декількох матриць.

Для більш простіших і швидших розрахунків використаємо топологічну формулу Мезона [5]:

$$T_{кр} = \frac{x_k}{x_e} = \frac{\sum_i \Pi_i D_i}{D}, \quad (1)$$

де  $\Delta$  - визначник графа;

$\Pi_i$  - вага  $i$ -го шляху від вершини витoku  $x_e$  до вершини  $x_k$  (прямої шляху графа);

$\Delta_i$  - визначник частини графа, що не торкається  $i$ -го шляху від вершини - витoku до  $k$ -ї вершини (алгебраїчне доповнення прямої шляху  $\Pi_i$ ).

Орієнтований граф (рис.16) привода гідрооб'ємного рульового керування відповідає системі рівнянь:

$$\begin{bmatrix} V_1^D \\ V_2^D \end{bmatrix} = n^D \begin{bmatrix} a_1^D \\ a_2^D \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} V_1^H \\ V_2^H \end{bmatrix} = n^H \begin{bmatrix} a_1^H \\ a_2^H \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} V_1^P \\ V_2^P \end{bmatrix} = n^P \begin{bmatrix} a_1^P \\ a_2^P \end{bmatrix},$$

$$v_2^D = a_1^H; a_2^D = v_1^H; v_2^H = a_1^P; a_2^H = a_1^P.$$

Коефіцієнти

$$\hat{H}_{11} = \frac{V_1^D}{a_1^D}, \hat{H}_{12} = \frac{V_1^D}{a_2^D}, \hat{H}_{21} = \frac{V_2^D}{a_1^D}, \hat{H}_{22} = \frac{V_2^D}{a_2^D},$$

які належать до гідропривода, в цілому можуть бути виражені за допомогою топологічної формули Мезона через показники  $H^D$ ,  $H^H$  і  $H^P$  матриці витрат. Для цього запишемо шляхи від  $a_1^D$  до  $v_1^D$ :  $H_{11}^D$ ,  $H_{21}^D$ ,  $H_{11}^H$ ,  $H_{12}^D$ ,  $H_{21}^H$ ,  $H_{21}^P$ ,  $H_{11}^H$ ,  $H_{12}^H$ ,  $H_{12}^D$  і контури:  $H_{22}^D$ ,  $H_{11}^H$ ,  $H_{22}^D$ ,  $H_{21}^H$ ,  $H_{11}^P$ ,  $H_{22}^D$ ,  $H_{11}^H$ ,  $H_{11}^P$ ,  $H_{22}^D$ ,  $H_{11}^H$ .

Тепер за допомогою формули Мезона отримуємо

$$\hat{H}_{11} = H_{11}^D + \frac{1}{M} \left[ H_{21}^D H_{21}^D H_{11}^H (1 - H_{22}^H H_{11}^H) + H_{12}^D H_{12}^H H_{21}^D H_{21}^H H_{11}^H \right].$$

Записуючи шляхи від  $a_2^D$  до  $b_1^D$  і від  $a_1^D$  до  $b_2^D$ , одержимо

$$\hat{H}_{12} = \frac{1}{M} H_{12}^{\partial} H_{12}^u H_{12}^n; \hat{H}_{21} = \frac{1}{M} H_{21}^{\partial} H_{21}^u H_{21}^n.$$

Досліджуючи шлях від  $a_2^D$  до  $b_2^D$ , аналогічно запишемо

$$\hat{H}_{22} = H_{22}^n + \frac{1}{M} \left[ H_{21}^n H_{12}^u H_{22}^n (1 - H_{11}^u H_{22}^n) + H_{21}^n H_{12}^u H_{11}^u H_{22}^{\partial} \right].$$

В усіх випадках

$$M = 1 - H_{22}^{\partial} H_{11}^u - H_{22}^u H_{11}^n - H_{22}^{\partial} H_{21}^u H_{22}^n + H_{22}^{\partial} H_{21}^u H_{22}^n H_{11}^n.$$

Не розписуючи матриць і навіть не складаючи їх, можна отримати результати більш коротшим і швидшим шляхом. За допомогою топологічного методу можна визначити і інші параметри гідравлічних приводів.

## SUMMARY

In the article the questions of using the topological methods of the estimation of the hydrovolume drives of the wheel steering systems have been considered. On the example of the wheel steering of the tractor KTP-121 (Kharkov tractor plant) the oriented graph is made and with the help of Meson formula the analytical estimations of the expenses in the hydrodrive of the wheel steering are fulfilled.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика. - М.: Машиностроение, 1971. - 671 с.
2. Гамынин Н. С. Гидравлический привод систем управления. - М.: Машиностроение, 1972. - 376 с.
3. Попов Д. Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. - М.: Машиностроение, 1977. - 424 с.
4. Трохименко Я. К., Каширский И. С., Ловкий В. К. Проектирование радиотехнических систем на инженерных ЭЦВМ. - Киев: Техника, 1976. - 272 с.
5. Лебедев А. Т. Гидропневматические приводы транспортных агрегатов. - Москва: Машиностроение, 1982. - 184 с.

Надійшла до редколегії 19 лютого 1999 р.

УДК 621.191.1:621.186.07.01

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПО ДИАГРАММАМ СОЕДИНЕНИЯ ТРУБА - РЕШЕТКА

А. И. Ремнев, доц.

Крепление труб с трубной решеткой осевым деформированием [1-3] имеет ряд существенных отличий от известных механических способов, все они (кроме электросварки и пайки) связаны с пластическим деформированием трубы и упругой или упругопластической деформацией трубной решетки. К существенным отличиям процесса формирования крепления труб с трубной решеткой от известных способов [4,5] можно отнести: распределенность усилия радиального деформирования на участке заземления (фиксации) трубы в отверстии трубной решетки на первом этапе технологического процесса; объемное пластическое деформирование трубы (гидростатическое распределение усилия деформирования) в замкнутом объеме труба - решетка - цапговый зажим) и