

**ĐIỀU KHIỂN TỶ SỐ TRUYỀN CỦA TRUYỀN ĐỘNG VÔ CẤP NHỜ VAN TỰ ĐỘNG 2 CẤP**Nguyễn Công Thuật<sup>1\*</sup>, Bùi Việt Đức<sup>2\*</sup>, Bùi Hải Triều<sup>2</sup><sup>1</sup>Trường Đại học Công nghiệp Việt-Hung; <sup>2</sup>Trường Đại học Nông nghiệp Hà NộiEmail\*: *cthuatst@gmail.com*; *bvduc@hua.edu.vn*

Ngày gửi bài: 31.05.2013

Ngày chấp nhận: 22.08.2013

**TÓM TẮT**

Trong truyền động vô cấp, việc điều khiển chính xác tỷ số truyền đáp ứng kịp thời các điều kiện tải trọng thay đổi là nhiệm vụ hết sức quan trọng. Có nhiều phương pháp điều khiển, nhưng điều khiển nhờ hệ thống thủy lực thủy tĩnh được xem như một lựa chọn tối ưu. Truyền động điện - thủy lực được đặc trưng bởi khả năng truyền lực lớn, điều khiển điều chỉnh vị trí chính xác và khả năng tự động hóa cao. Bài báo là kết quả mô hình hóa và tính toán mô phỏng hệ thống điều khiển – truyền động điện – thủy lực sử dụng van tùy động 2 cấp, với mục đích điều khiển, điều chỉnh vị trí xi lanh thủy lực, tác động làm thay đổi vô cấp tỷ số truyền của bộ truyền động đai biến tốc trên hệ thống truyền lực của máy kéo.

Từ khóa: Đai biến tốc hình V, truyền động vô cấp, van tùy động.

**Control the Ratios of Continuously Variable Transmission by 2 Level Sevo Valve****ABSTRACT**

In continuously variable transmission, accurate control of gear ratios matching well with loading conditions is of crucial importance. There are many methods of control, of which control by hydrostatic hydraulic system is considered as an optimal choice. Electricity – hydraulics transmission is characterized by the ability to transmit large forces, adjust the position control accuracy and automation capabilities. This article reports the results of modeling and simulation control systems, adjusting the position to control the ratio of V-belt variator using electricity – hydraulics system by servo valve.

Keywords: CVT, servo valve, V-belt variator.

**1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Tỷ số truyền của bộ truyền động đai vô cấp được xác định qua vị trí tương đối của dây đai khi các bánh đai dẫn động di chuyển dưới tác động của lực ép. Các giá trị tỷ số truyền thay đổi từ  $i_{\min}$  đến  $i_{\max}$  được xác lập thông qua việc điều khiển chính xác như mong muốn vị trí phần di động của bánh đai chủ động.

Truyền động đai thang bản rộng vô cấp có đặc điểm kết cấu và các quan hệ động lực học khá phức tạp liên quan đến quá trình thay đổi tỷ số truyền (Erleben, 1984). Các kết quả nghiên cứu về điều khiển tỷ số truyền của bộ truyền động đai vô cấp chủ yếu tập trung cho đai xích hoặc đai dây kim loại, việc nghiên cứu

ảnh hưởng của các yếu tố kết cấu, đặc tính hệ thống điều khiển – truyền động điện – thủy lực đến quá trình hoạt động của truyền động đai bản rộng vô cấp và hệ thống truyền lực máy kéo vẫn chưa được quan tâm và giải quyết đầy đủ.

Trên cơ sở tiếp nối các công trình nghiên cứu đã công bố (Bùi Việt Đức & cs., 2011; Bùi Việt Đức và Nguyễn Công Thuật, 2013), nhằm xây dựng cơ sở lý thuyết cho việc điều khiển tự động truyền lực vô cấp cho máy kéo nhỏ, bài báo tập trung nghiên cứu, mô hình hóa và mô phỏng phương án điều khiển vị trí piston xi lanh thủy lực thông qua van tùy động, khảo sát và phân tích đánh giá quá trình điều khiển sự thay đổi tỷ số truyền của bộ truyền động đai bản rộng vô cấp lắp trên máy kéo công suất nhỏ.

## 2. MÔ HÌNH HÓA HỆ THỐNG

Một hệ thống điều khiển vị trí thủy lực điển hình bao gồm một nguồn cung cấp năng lượng thủy lực, van điều khiển lưu lượng, xi lanh truyền động, các cảm biến và bộ điều khiển điện tử. Bộ điều khiển sử dụng phương thức điều khiển theo sai lệch, tạo ra tín hiệu điều khiển van phân phối từ sự sai lệch giữa giá trị mong muốn và giá trị đo được của đại lượng cần điều khiển. Van tùy động điều khiển đường dầu thủy lực ra - vào xi lanh cho đến khi đạt được vị trí

mong muốn, được xác định bởi các tín hiệu lỗi giảm xuống bằng không.

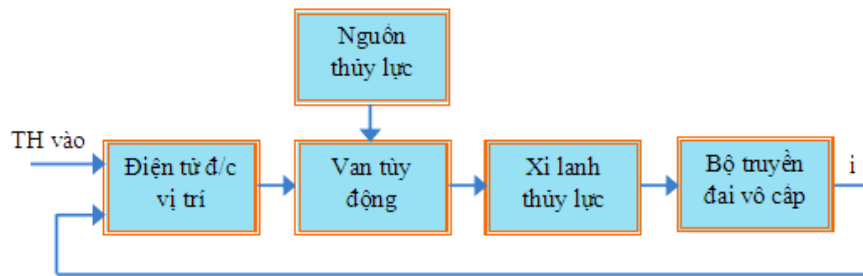
### 2.1. Mô hình hóa hệ thống

Xi lanh: Sử dụng xi lanh vi sai tác động kép

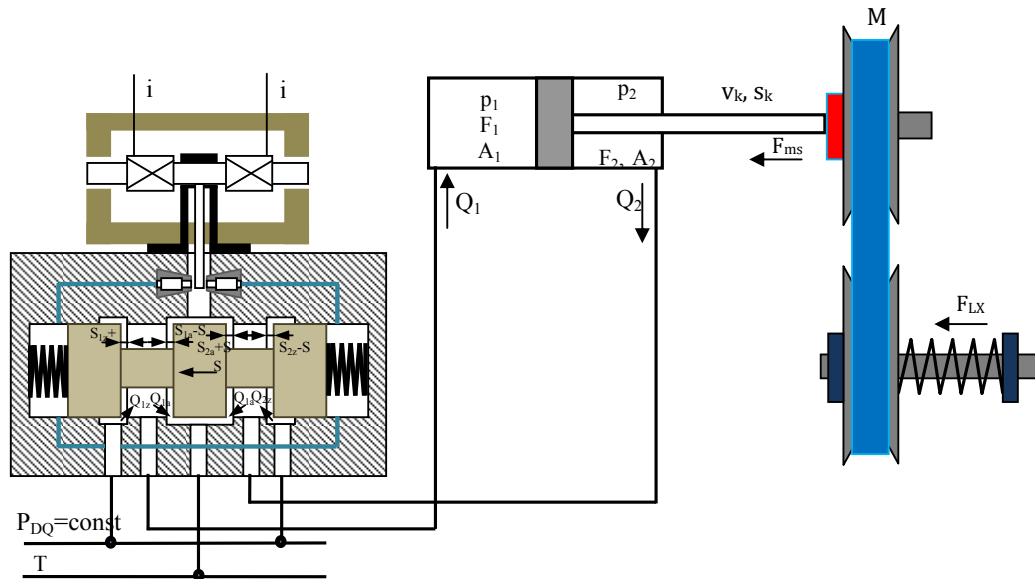
Phương trình gia tốc chuyển động của piston: 
$$a = \frac{F_1 - F_2 - F_{LX} - F_{ms}}{m} \quad (1.1)$$

$$F_1 = A_1 \cdot p_1$$

$$F_2 = A_2 \cdot p_2$$



Hình 1. Sơ đồ hệ thống thủy lực điều khiển vị trí



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều khiển và truyền động điện - thủy lực

Ghi chú:  $p_1, p_2, F_1, F_2, A_1, A_2$  - áp suất, áp lực, diện tích tác động của hai buồng xi lanh;  $Q_1, Q_2$  - lưu lượng vào và ra xi lanh;  $s$  - hành trình dịch chuyển của con trượt điều khiển;  $Q_{1a}, Q_{2a}, Q_{1b}, Q_{2b}$  - lưu lượng ra và vào van điều khiển;  $i$  - dòng điện điều khiển;  $T$  - thùng chứa;  $P_{DQ}$  - nguồn dầu thủy lực;  $v_k, s_k$  - vận tốc và hành trình piston;  $F_{LX}$  - lực lò xo;  $F_{ms}$  - lực ma sát.

$F_{lx}$  - là lực ép của bánh đai bị động, thỏa mãn điều kiện đai không trượt trong dải tỉ số truyền ứng với công suất truyền cực đại của máy kéo(30 mã lực)

$$F_{LX} = F_0 + C.x$$

$F_{ms}$  - lực ma sát:

$$F_{ms} = k.v_s$$

Cấp điều khiển trước của van tỉ lệ:

$$s = K_{VS}.i \quad (1.2)$$

Cấp điều khiển chính của van tỉ lệ (Richard Poley, 2005):

$$+ Q_{1Z} = k_{Dr}.A_{1Z}.\sqrt{P_{DQ} - P_1}.sign(P_{DQ} - P_1) \quad (1.3)$$

$$+ Q_{1a} = k_{Dr}.A_{1a}.\sqrt{P_1} \quad (1.4)$$

$$+ Q_{2a} = k_{Dr}.A_{2a}.\sqrt{P_2} \quad (1.5)$$

$$+ Q_{2Z} = k_{Dr}.A_{2Z}.\sqrt{P_{DQ} - P_2}.sign(P_{DQ} - P_2) \quad (1.6)$$

$$+ Q_1 = Q_{1Z} - Q_{1a} \quad (1.7)$$

$$+ Q_2 = Q_{2a} - Q_{2Z} \quad (1.8)$$

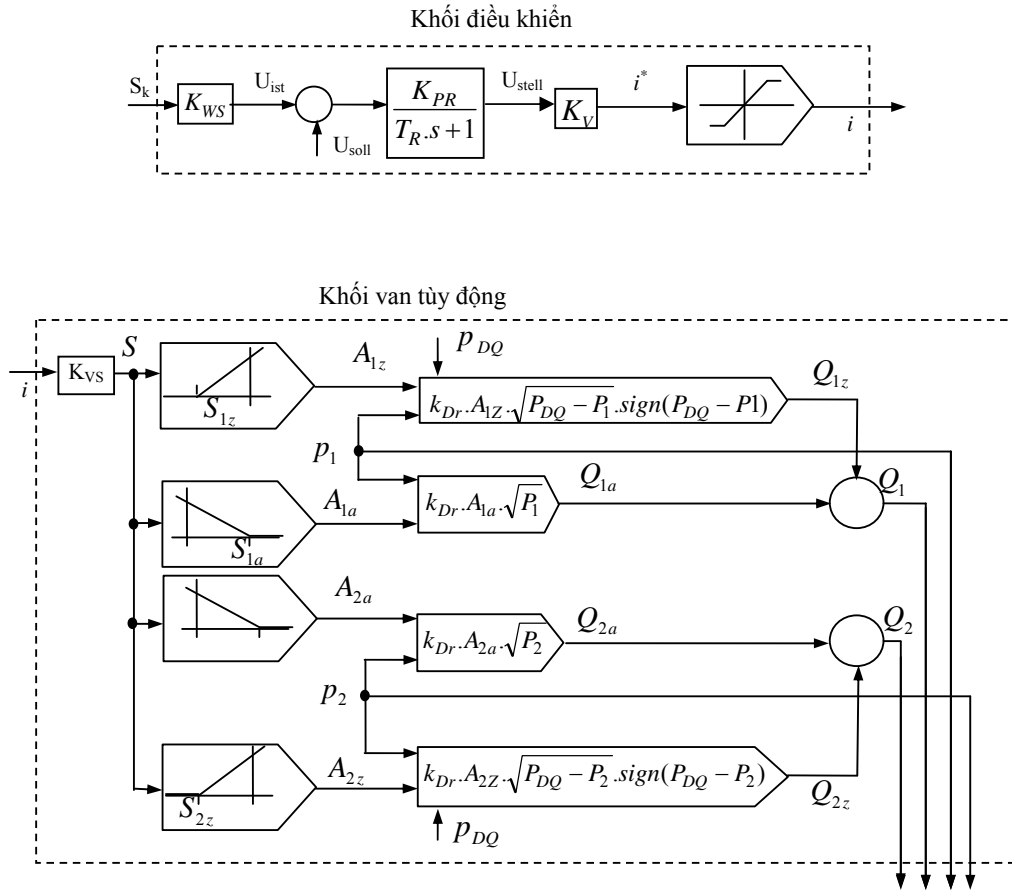
$$A_{1Z} = \begin{cases} d.\pi.(s_{1z} + s) & khi \ s > -s_{1z} \\ 0 & khi \ s \leq -s_{1z} \end{cases}$$

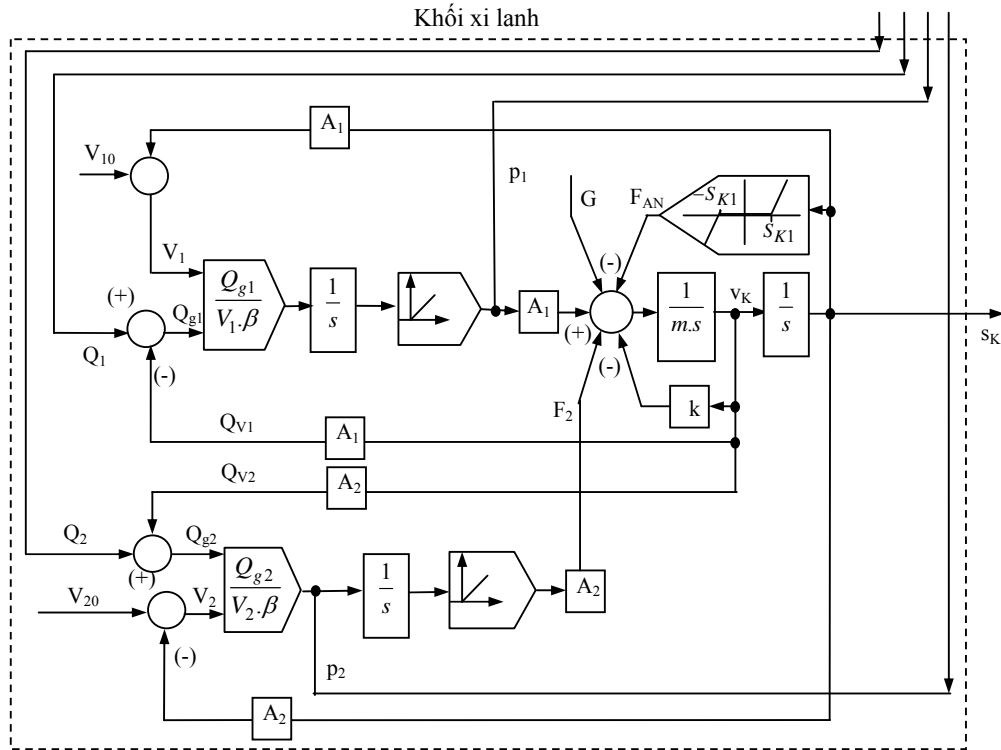
$$A_{2a} = \begin{cases} d.\pi.(s_{2a} + s) & khi \ s > -s_{2a} \\ 0 & khi \ s \leq -s_{1a} \end{cases}$$

$$A_{1a} = \begin{cases} d.\pi.(s_{1a} - s) & khi \ s > s_{1a} \\ 0 & khi \ s \leq s_{1a} \end{cases}$$

$$A_{2z} = \begin{cases} d.\pi.(s_{2z} - s) & khi \ s > s_{2z} \\ 0 & khi \ s \leq s_{2z} \end{cases}$$

## 2.2. Sơ đồ mô phỏng





Hình 3. Mô hình hệ thống điều khiển điện – thủy lực

### 3. KẾT QUẢ KHẢO SÁT

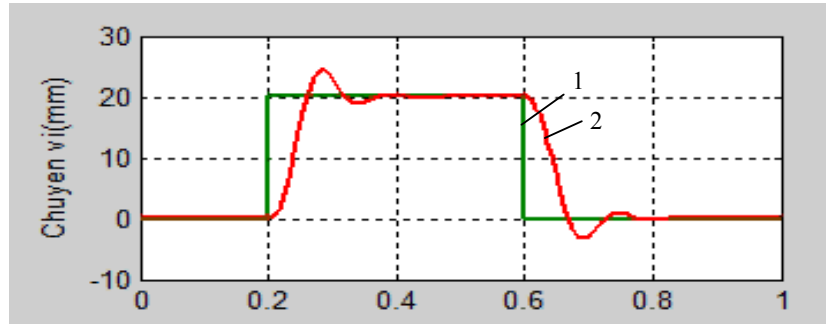
Kết quả khảo sát là các đặc tính biểu diễn sự thay đổi các thông số đặc trưng cho hệ thống điều khiển điện - thủy lực, dựa trên các tính toán điều khiển tỷ số truyền của bộ truyền động đai vô cấp bản rộng có khả năng truyền công suất tới 30 mã lực; các thông số của thiết bị thủy lực lấy từ Catalog của hãng Yuken - Hàn Quốc (Yuken Kogyo).

#### Nhận xét:

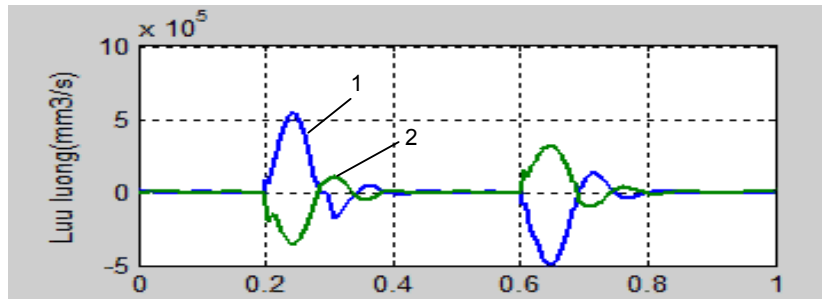
Tín hiệu điều khiển là xung dạng bậc có biên độ 20mm. Tác động tăng từ 0 lên 20mm tương ứng với quá trình mở van cấp dầu vào khoang 1, xả dầu từ khoang 2 của xi lanh, hành trình của piston đáp ứng chính xác theo yêu cầu của tín hiệu vào, với thời gian đáp ứng nhỏ, biên độ dao động cực đại không lớn (độ lệch cực đại trước khi ổn định là 4,5mm). Sau 0,2 giây trong đó thời

gian điều chỉnh của hệ thống là 0,15 giây, hành trình của piston đạt giá trị ổn định. Vận tốc cực đại của piston là 460 mm/s, dao động áp suất của quá trình chuyển tiếp nằm trong phạm vi cho phép. Dưới tác động này giá trị tỷ số truyền của truyền động đai vô cấp thay đổi khá ổn định từ 2 đến 1 trong thời gian 0,2 giây.

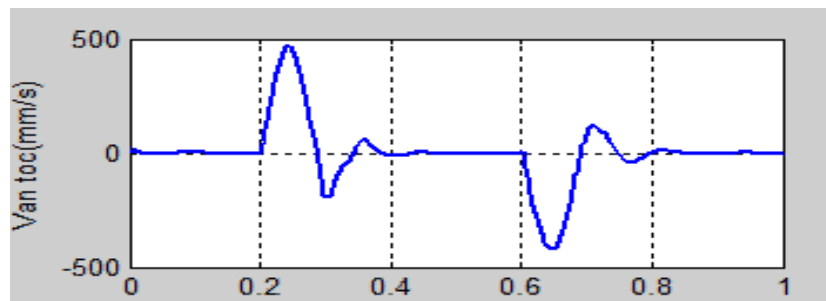
Tác động giảm hành trình từ 20mm xuống 0 tương ứng với quá trình mở van cấp dầu cho khoang 2, xả dầu từ khoang 1 của xi lanh thủy lực, hành trình trả về của piston có sự hỗ trợ của lực lò xo, tuy nhiên nhờ các tác động liên quan đến đặc tính của van thủy lực tác động kép, nên tốc độ dịch chuyển của piston không thay đổi nhiều, quá trình đáp ứng và chuyển tiếp của hệ thống tương tự như hành trình tác động tăng. Tỷ số truyền của truyền động đai vô cấp tăng ổn định từ giá trị 1 đến 2.



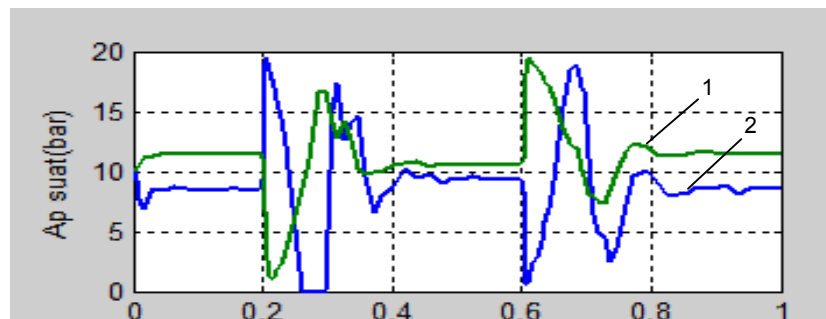
Hình 4. Hành trình piston (1. Xung điều khiển; 2. Hành trình)



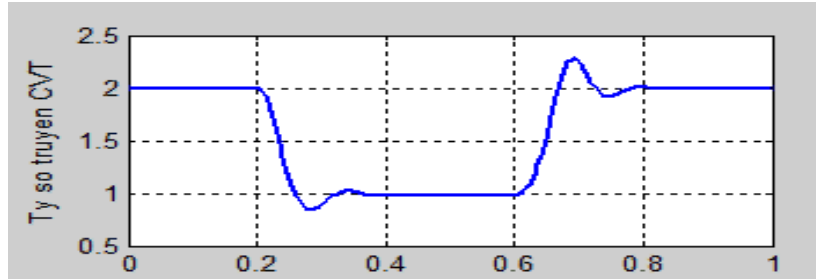
Hình 5. Lưu lượng cấp và xả dầu (1. Lưu lượng vào xi lanh; 2. Lưu lượng ra xi lanh)



Hình 7. Vận tốc hành trình piston



Hình 6. Áp suất dầu hai khoang của piston  
(1- Áp suất khoang 1 của xi lanh; 2- Áp suất khoang 2 của xi lanh)



Hình 8. Tỷ số truyền của truyền động đai bản rộng vô cấp

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng mô hình mô phỏng quá trình điều khiển tỉ số truyền cho truyền động đai vô cấp. Các kết quả tính toán mô phỏng cho thấy hệ thống điều khiển hoạt động khá linh hoạt và kịp thời (thời gian trễ cho hành trình 20mm là 0,2 giây, vận tốc cực đại cho hành trình tiến là 480mm/s), đáp ứng được yêu cầu điều khiển chính xác vị trí của piston, tỉ số truyền của truyền động đai vô cấp thay đổi ổn định, phù hợp với các tác động điều khiển. Như vậy, việc sử dụng van tùy động trong hệ thống điều khiển là phương án hợp lý.

Quá trình khảo sát chưa tính tác động phát sinh trong hệ thống thủy lực như đặc tính dòng chảy phức tạp của van và ma sát nội bộ trong bộ truyền động.

Kết quả mô phỏng có thể được sử dụng để lựa chọn thiết bị, xây dựng và thiết kế mạch điều khiển, hiệu chỉnh và đánh giá hệ thống thực.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bùi Việt Đức, Nguyễn Công Thuật, Bùi Hải Triều (2011). Ứng dụng truyền vô cấp cho máy kéo công suất nhỏ sản xuất tại Việt Nam. Tạp chí Cơ khí Việt Nam 2011 số đặc biệt, tr. 48-52.
- Bùi Việt Đức, Nguyễn Công Thuật (2013). Khảo sát quá trình thay đổi tỷ số truyền của bộ truyền động đai bản rộng vô cấp trên máy kéo công suất nhỏ. Tạp chí Cơ khí Việt Nam 2013 số đặc biệt, tr. 195-198.
- Erleben, S. (1984). Untersuchungen zum Betriebsverhalten von Riemengetrieben unter Berücksichtigung des elastischen Materialverhaltens. RWTH Aachen, Dissertation.
- Richard Poley (January 2005). DSP Control of Electro-Hydraulic Servo Actuators, SPRAA76.
- Yuken Kogyo CO., LTD, Hydraulic Equipment Engineering Information Catalogue, Edit.11