

XÂY DỰNG BIỂU ĐỒ DỰ TRỮ ĐIỆN NĂNG ĐỂ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ PHÁT ĐIỆN TRẠM THỦY ĐIỆN NHỎ

Nguyễn Đức Nghĩa

Trường Đại học Thủy lợi, email: nghiand@tlu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Nghiên cứu sử dụng hiệu quả nguồn nước thu hút sự quan tâm lớn của các nhà khoa học cũng như các công ty chuyên giao công nghệ trên thế giới. Ở Việt Nam cũng đã đạt được những thành tựu lớn trong việc nghiên cứu quy trình vận hành trạm thủy điện.

Trong các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung vào điều tiết dòng chảy (thủy văn), chưa tối ưu hóa để hạn chế tổn thất năng lượng trên đường dẫn để nâng cao hiệu quả sử dụng nước của các trạm thủy điện.

Trong nghiên cứu này, tác giả đề xuất khái niệm “Suất dự trữ điện năng”, từ đó xây dựng biểu đồ dự trữ năng lượng cho các trạm thủy điện nhằm mục đích nâng cao hiệu quả phát điện cho các trạm thủy điện nhỏ.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Khái niệm “Suất dự trữ điện năng”

“Suất dự trữ điện năng” (ký hiệu là K_E) là điện năng phát ra của trạm thủy điện (TTĐ) khi sử dụng một đơn vị thể tích nước.

Hệ đơn vị:

- Điện năng E (kWh);
- Thể tích nước W (m^3);
- Suất dự trữ điện năng K_E (kWh/ m^3).

2.2. Thành lập công thức tính K_E “Suất dự trữ điện năng”

Các đại lượng được sử dụng trong xây dựng công thức tính K_E được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Các đại lượng chính

TT	Ký hiệu	Đại lượng (đơn vị)
1	E	Điện năng (kWh)
2	t	Thời gian (giờ)
3	Q	Lưu lượng phát điện (m^3/s)
4	Z_{tl}	Mực nước thượng lưu (m)
5	Q_{hl}	Lưu lượng chảy về hạ lưu (m^3/s)
6	Z_{hl}	Mực nước hạ lưu (m)
7	Q_{kd}	Khả năng qua nước của tuabin (m^3/s)
8	H	Cột nước phát điện (m)
9	H_{tp}	Cột nước toàn phần (m)
10	h_w	Tổn thất cột nước trong đường dẫn (m)
11	η_{tbi}	Hiệu suất của thiết bị
12	η_{ctr}	Hiệu suất của đường dẫn
13	K_E	Suất dự trữ điện năng (kWh/ m^3)
14	$g(t)$	Giá điện năng (VNĐ/kWh)
15	K_B	Hệ số lợi ích (VNĐ/ m^3)

Với các đặc trưng của công trình, thiết bị đã xác định, K_E được xác định từ các công thức từ (1) ÷ (9) ở phía dưới.

$$E = 9,81 \cdot \eta_{tbi} \cdot W \cdot H \quad (kWh) \quad (1)$$

$$E = 9,81 \cdot \eta_{tbi} \cdot Q \cdot H \cdot t \quad (kWh) \quad (2)$$

$$E = 9,81 \cdot \eta_{tbi} \cdot \eta_{ctr} \cdot Q \cdot H_{tp} \cdot t \quad (kWh) \quad (2)$$

$$H_{tp} = Z_{tl} - Z_{hl}$$

$$H_{tp} = Z_{tl} - Z_{hl}(Q_{hl})$$

$$H_{tp} = f_1(Z_{tl}, Q_{hl}) \quad (m) \quad (3)$$

$$Q = Q_{hl} \text{ khi } Q_{hl} \leq Q_{kd}$$

$$Q = Q_{kd} \text{ khi } Q_{hl} > Q_{kd}$$

$$\Rightarrow Q = f_2(Z_{tl}, Q_{hl}) \quad (m^3/s) \quad (4)$$

$$H = Z_{tl} - Z_{hl} - h_w$$

$$H = Z_{tl} - Z_{hl}(Q_{hl}) - h_w(Q)$$

$$\begin{aligned} H &= Z_{tl} - Z_{hl}(Q_{hl}) - h_w[f_2(Z_{tl}, Q_{hl})] \\ H &= f_3(Z_{tl}, Q_{hl})(m) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\eta_{ctr} = \frac{H}{H_{tp}} = \frac{f_3(Z_{tl}, Q_{hl})}{f_1(Z_{tl}, Q_{hl})} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \eta_{ctr} &= f_4(Z_{tl}, Q_{hl}) \\ \eta_{tbi} &= \eta_{tbi}(Q, H) \\ \eta_{tbi} &= \eta_{tbi}[f_2(Z_{tl}, Q_{hl}), f_3(Z_{tl}, Q_{hl})] \\ \eta_{tbi} &= f_5(Z_{tl}, Q_{hl}) \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} E &= 9,81 \cdot \eta_{tbi} \cdot \eta_{ctr} \cdot Q \cdot H_{tp} \cdot t \\ E &= 9,81 \cdot f_5(Z_{tl}, Q_{hl}) \cdot f_4(Z_{tl}, Q_{hl}) \\ &\quad \cdot f_2(Z_{tl}, Q_{hl}) \cdot f_1(Z_{tl}, Q_{hl}) \cdot t \\ E &= f_6(Z_{tl}, Q_{hl}) \cdot t \quad (kWh) \end{aligned} \quad (8)$$

$$K_E = \frac{E}{W} = \frac{E}{Q_{hl} \cdot t} \quad (kW \cdot s/m^3)$$

$$K_E = \frac{E}{3600 \cdot Q_{hl} \cdot t} \quad (kWh/m^3)$$

$$K_E = \frac{f_6(Z_{tl}, Q_{hl})}{3600 \cdot f_2(Z_{tl}, Q_{hl})} \quad (kWh/m^3) \quad (9)$$

$$K_B = K_E \cdot g(t) \quad (10)$$

2.3. Ý nghĩa của “Suất dự trữ điện năng” K_E

Suất dự trữ điện năng biểu thị lượng điện năng phát ra của TĐĐ khi sử dụng một đơn vị thể tích nước, nó nói lên mức độ hiệu quả của việc sử dụng nước.

K_E phụ thuộc các yếu tố sau:

- Mức nước hồ chứa (Z_{tl});
- Lưu lượng chảy về hạ lưu (Q_{hl});
- Đặc trưng của công trình dẫn nước (η_{ctr});
- Đặc trưng của thiết bị (η_{tbi}).

Như vậy, khi đánh giá hiệu quả sử dụng nước của TĐĐ cần xem xét đủ cả 4 yếu tố trên.

3. XÂY DỰNG BIỂU ĐỒ DỰ TRỮ ĐIỆN NĂNG CHO TĐĐ SÔNG GIANG 1

Trong nghiên cứu này, tác giả chọn TĐĐ Sông Giang 1 làm ví dụ tính toán. Thủy điện Sông Giang 1 dự kiến được xây dựng tại xã Khánh Trung, huyện Khánh Vĩnh, tỉnh Khánh Hoà.

3.1. Các thông số chủ yếu của TĐĐ Sông Giang 1

Bảng 2. Thông số chính của TĐĐ Sông Giang 1

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	MNDBT	m	615.00
2	MNC	m	600.00
3	N_{lm}	MW	12.00
4	L_{dd}	m	4600
5	D_{dd}	m	2.5 – 1.8
6	Phương thức cấp nước	-	Liên hợp
7	Loại tuabin	-	Tâm trục
8	D_1	m	0.95
9	n_{db}	v/p	750
10	a_{omax}	mm	34
11	Z	-	2

Các ký hiệu trong bảng:

MNDBT – mực nước dâng bình thường;

MNC – mực nước chết;

N_{lm} – công suất lắp máy;

L_{dd} – chiều dài đường dẫn;

L_{dd} – chiều dài đường dẫn;

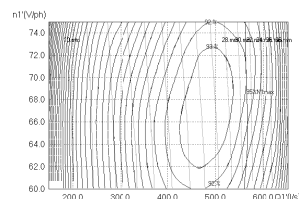
D_{dd} – đường kính đường dẫn;

D_1 – đường kính tuabin;

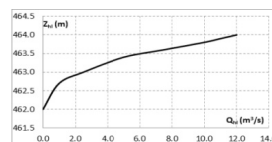
n_{db} – số vòng quay tổ máy;

a_{omax} – độ mở lớn nhất của cánh hướng nước;

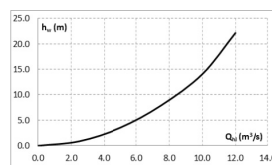
Z – số tổ máy.



Hình 1. Đường ĐTTHC của tuabin



Hình 2. Quan hệ mực nước hạ lưu

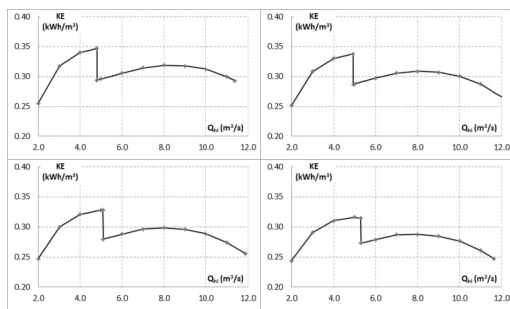


Hình 3. Tổn thất cột nước trên đường dẫn

3.2. Xây dựng biểu đồ dự trữ điện năng cho TTD Sông Giang 1

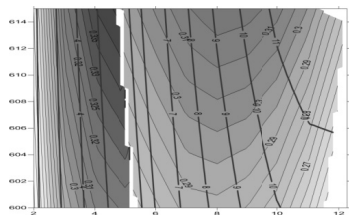
Sử dụng các công thức từ (1) ÷ (9), xây dựng mối quan hệ $K_E = f(Q_{hl})$ ứng với các mực nước thượng lưu khác nhau thu được kết quả tương như các đồ thị phía dưới (Hình 4).

Từ các biểu đồ trên hình 4 cho thấy: ứng với mỗi mực nước $Z_{tl} = \text{const}$, khi lưu lượng tăng ban đầu trong phạm vi lưu lượng 1 tổ máy thì K_E tăng do hiệu suất của thiết bị tăng nhanh trong khi hiệu suất của đường dẫn giảm chưa nhanh. Khi thay đổi số tổ máy làm việc thì hiệu suất của đường dẫn không đổi trong khi hiệu suất của thiết bị giảm mạnh nên tại vị trí này K_E có bước nhảy. Tiếp tục tăng lưu lượng qua tổ máy, tuy hiệu suất thiết bị tăng nhưng hiệu suất đường dẫn giảm mạnh nên K_E tăng nhẹ để đạt giá trị max rồi sau đó giảm. Tại vị trí $N = N_{kd}$ thì giá trị K_E tương đối thấp.



Hình 4. Quan hệ $K_E \sim Q_{hl}$ khi $Z_{tl} = \text{const}$
(1 - $Z_{tl} = 615m$; 2 - $Z_{tl} = 610m$;
3 - $Z_{tl} = 605m$; 4 - $Z_{tl} = 660m$)

Tổng hợp các quan hệ $K_E = f(Q_{hl})$ khi $Z_{tl} = \text{const}$ ta được biểu đồ dự trữ điện năng của TTD Sông Giang 1 $K_E = f(Z_{tl}, Q_{hl})$ như trên hình 5. Với TTD Sông Giang 1, K_E thay đổi từ 0,243 ÷ 0,347.



Hình 5. Biểu đồ dự trữ điện năng của TTD Sông Giang 1 (đường màu đen – đường đẳng K_E ; đường màu đỏ - đường đẳng công suất N)

Với TTD Sông Giang 1, K_E thay đổi từ 0,243 ÷ 0,347. Khi mực nước Z_{tl} giảm thì K_E giảm. Khi làm việc với 1 tổ máy thì trạng thái cho K_E max là tổ máy phát với công suất tối đa. Khi làm việc với 2 tổ máy, trạng thái đó tương ứng với $N \approx 9.0MW$ (75% công suất tối đa. Tại mực nước giảm dần về MNC nếu phát công suất tối đa thì K_E là rất nhỏ ($K_E \approx 0.247 (kWh/m^3)$)) nên cần có phương pháp vận hành phù hợp để nâng cao K_E .

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Thông qua kết quả tính toán cho một công trình cụ thể, ta nhận thấy:

- Biểu đồ dự trữ điện năng $K_E = f(Z_{tl}, Q_{hl})$ giúp ta có một cái nhìn chính xác về mức độ dự trữ năng lượng của hồ chứa ứng với từng trạng thái vận hành khác nhau;
- Biểu đồ K_E làm nổi rõ mức độ ảnh hưởng của đặc tính công trình và thiết bị lên mức độ dự trữ năng lượng của TTD;
- Từ biểu đồ K_E người vận hành có thể nhận thấy được phương thức mức độ hiệu quả của việc sử dụng năng lượng nước. Ở các trạng thái khác nhau, mức độ khác nhau hiệu quả của việc sử dụng năng lượng nước có thể lên đến 42%.
- Biểu đồ K_E cũng giúp đánh giá lại việc thiết kế các công trình đường dẫn và chọn thiết bị cơ khí thủy lực chính của TTD. Để khai thác có hiệu quả tài nguyên nước, đối với các TTD nhỏ nên được thiết kế sao cho khi mực nước thấp, lưu lượng lớn thì K_E vẫn còn tương đối lớn.
- Trong các nghiên cứu tiếp theo, trên cơ sở biểu giá theo thời gian, tác giả sẽ xây dựng biểu đồ $K_B = f(Z_{tl}, Q_{hl}, t) (VNĐ/m^3)$. Dựa vào biểu đồ K_B , trên cơ sở dự báo lượng nước được sử dụng trong các thời đoạn, người vận hành sẽ được hỗ trợ để đưa ra quyết định vận hành hợp lý nhằm nâng cao hiệu quả phát điện của các TTD.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ môn Thủy điện – Trường Đại học Thủy lợi (1974). Giáo trình Thủy năng. Nhà xuất bản nông thôn, Hà Nội.
- [2] Hồ Sỹ Dự và nnk (2006). Giáo trình Công trình trạm thủy điện.
- [3] Bộ môn Thiết bị Thủy năng – Trường Đại học Thủy lợi (2006). Tuabin thủy lực. Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.
- [4] Công ty cổ phần Tư vấn xây dựng điện 3 (PECC3) (2017). Hồ sơ thiết kế kỹ thuật công trình thủy điện Sông Giang 1./.