

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN CAO TRÌNH THIẾT KẾ ĐÁY KÊNH THÁO CỦA TRẠM BƠM TIÊU

La Đức Dũng¹ Nguyễn Tuấn Anh²

Tóm tắt: Bài báo này đề xuất cách xác định cao trình thiết kế đáy kênh tháo của các trạm bơm tiêu dựa trên nguyên tắc tiết kiệm năng lượng bơm. Qua xem xét so sánh tổng điện năng tiêu thụ của trạm bơm tương ứng với các trường hợp cao trình đáy kênh tháo được xác định ứng với mực nước bể tháo thiết kế tần suất 10%, 30%, 40%, 50% và 60% của hai trạm bơm tiêu thuộc hệ thống Bắc Nam Hà, bài báo kiến nghị để lựa chọn cao trình thiết kế đáy kênh tháo hợp lý nên xem xét một số tần suất thiết kế của mực nước bể tháo thay vì 10% như hiện nay.

Từ khóa: Mực nước, cao trình đáy kênh tháo, trạm bơm tiêu.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo các tài liệu hướng dẫn và quy định hiện hành, khi thiết kế các trạm bơm tiêu, lưu lượng bơm và mực nước ở bể tháo thiết kế thường được xác định tương ứng với tần suất 10%. Trong rất nhiều trường hợp, khi chọn mực nước bể tháo thiết kế với tần suất 10% dẫn đến mực nước thiết kế bể tháo cao, kéo theo đáy kênh tháo cao. Trong quá trình vận hành, nhiều thời gian mực nước trong bể tháo có thể cao hơn đáng kể so với mực nước lũ ngoài sông, tức là khi đó xuất hiện *cột nước địa hình dư thừa* [4] (đặc biệt đối với các trạm bơm tiêu ra sông Hồng, khi tương quan giữa mưa gây úng ngập trong đồng và lũ ngoài sông thấp).

Mặt khác với tiêu chuẩn thiết kế này, vùng hiệu suất cao của máy bơm được chọn tương ứng cột nước thiết kế (ứng với mực nước bể tháo thiết kế tần suất 10%). Nhưng trong quá trình vận hành trạm bơm, phần lớn thời gian máy bơm làm việc với mực nước ở bể tháo thấp hơn mực nước thiết kế và do mực nước bể hút thay đổi không đáng kể nên máy bơm chủ yếu làm việc với cột nước thấp hơn cột nước thiết kế, dẫn đến máy bơm thường làm việc trong vùng hiệu suất không cao.

Những tình trạng trên dẫn đến làm tăng năng lượng bơm. Ngoài ra, do mực nước bể tháo

thường xuyên cao hơn mực nước lũ ngoài sông, dẫn đến tình trạng xói lở kênh xả và bờ sông. Do đó việc nghiên cứu cải tiến phương pháp xác định mực nước bể tháo thiết kế và cao trình đáy kênh tháo thiết kế của trạm bơm tiêu nhằm tiết kiệm điện năng tiêu thụ, hạn chế xói lở, đảm bảo an toàn cho kênh tháo và ven sông sau kênh tháo cho các trạm bơm tiêu là rất cần thiết.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu ứng dụng phương pháp phân tích hệ thống cho bài toán thiết kế. Hàm mục tiêu được chọn là tổng điện năng tiêu thụ nhỏ nhất.

Trong bài báo này, các tác giả đề xuất xem xét năm phương án mực nước bể tháo thiết kế và cao trình đáy kênh tháo tương ứng các tần suất 10%; 30%; 40%; 50% và 60%. Để đảm bảo máy bơm làm việc được trong trường hợp kiểm tra, mực nước bể tháo lớn nhất được xác định theo quy định hiện hành. Trong nghiên cứu này, chọn tần suất kiểm tra là 5%. Các bước thực hiện như sau:

Bước 1: Xác định các giá trị mực nước sông và mực nước bể tháo thiết kế tương ứng với 05 tần suất là 10%; 30%; 40%; 50% và 60%.

- Mực nước bể tháo thiết kế xác định như sau:

$$Z_t^{tk} = Z_s^{tk} + h_{tt} \quad (1)$$

Trong đó: Z_s^{tk} = Mực nước sông bình quân 07 ngày lớn nhất, tại vị trí trạm bơm, ứng với tần suất thiết kế 10%; 30%, 40%, 50% và 60%; h_{tt} = Tồn thất thủy lực từ bể tháo ra sông, sơ bộ chọn $h_{tt} = 0,2$ m.

¹ Bộ Tài nguyên và Môi trường.

² Trường Đại học Thủy lợi.

- Mức nước bề tháo lớn nhất được xác định như sau:

$$Z_t^{\max} = Z_{\text{Ingaymax}}^{5\%} + h_{tt} \quad (2)$$

$Z_{\text{Ingaymax}}^{5\%}$ = Mức nước sông bình quân một ngày lớn nhất, tại vị trí trạm bơm, ứng với tần suất thiết kế kiểm tra $P=5\%$.

- Mức nước bề tháo nhỏ nhất xác định như sau:

$$Z^{\min} = Z_{\text{đkt}} + h_{\text{ktmin}} \quad (3)$$

h_{ktmin} = Chiều sâu mực nước nhỏ nhất trong kênh tháo.

Bước 2: Ứng với mỗi tần suất, cao trình thiết kế đáy kênh tháo được xác định theo công thức sau:

$$Z_{\text{đkt}} = Z_t^{\text{tk}} - h_{\text{tkkt}} \quad (4)$$

$Z_{\text{đkt}}$ = Cao trình thiết kế đáy kênh tháo.

h_{tkkt} = Chiều sâu nước trong kênh tháo tương ứng với lưu lượng thiết kế.

Các kích thước và cao trình bờ của kênh tháo được xác định theo các hướng dẫn hiện hành.

Bước 3: Tính toán tổng điện năng tiêu thụ của trạm bơm trong các năm quá khứ cho từng phương án thiết kế cao trình đáy kênh tháo.

Điện năng tiêu thụ trong một năm của trạm bơm được tính toán theo công thức sau:

$$E = \sum \frac{9,81 \cdot Q_i \cdot H_i}{\eta_i} T_i \quad (5)$$

Trong đó:

E = Điện năng tiêu thụ của trạm bơm trong một năm xem xét (Kwh);

Q_i = Lưu lượng bơm của trạm trong thời đoạn i (m^3/s).

$$Q_i = n_i \cdot Q_{1\text{mi}} \quad (6)$$

n_i = số máy bơm làm việc trong thời đoạn thứ i .

$$n_i = \begin{cases} \text{Round}\left(\frac{Q_{ti}}{Q_{1\text{mi}}}\right) & (\text{nu Round}\left(\frac{Q_{ti}}{Q_{1\text{mi}}}\right) < N) \\ N & (\text{nu Round}\left(\frac{Q_{ti}}{Q_{1\text{mi}}}\right) \geq N) \end{cases} \quad (7)$$

(Round là phép toán lấy phần nguyên)

Q_{ti} = Lưu lượng tiêu của lưu vực tính từ mưa, được xác định dựa trên tính toán quá trình mưa -

dòng chảy của các trận mưa trong quá khứ. Trong nghiên cứu này, dựa trên tài liệu mưa ngày và tài liệu sử dụng đất của khu vực, tiến hành tính toán lưu lượng tiêu của vùng trồng lúa, thổ cư, hoa màu,... và toàn khu vực theo phương pháp được giới thiệu trong [1]; $Q_{1\text{mi}}$ = Lưu lượng của một máy bơm trong thời đoạn thứ i , xác định dựa trên đường đặc tính $H \sim Q$ của máy bơm và cột nước H_i .

H_i = Cột nước bơm trong thời đoạn thứ i (m).

$$H_i = Z_{\text{bt-}i} - Z_{\text{bh-}i} + \sum h_{\text{ms}} \quad (8)$$

Trong đó: $Z_{\text{bt-}i}$ = Mức nước bề tháo trong thời đoạn i .

$$Z_{\text{bt-}i} = Z_{\text{đkt}} + h_i \quad \text{nếu } Z_{\text{đkt}} + h_i \geq Z_{\text{s-}i} + h_{tt} \quad (9)$$

$$Z_{\text{bt-}i} = Z_{\text{s-}i} + h_{tt} \quad \text{nếu } Z_{\text{đkt}} + h_i < Z_{\text{s-}i} + h_{tt} \quad (10)$$

Trong đó: h_i = chiều sâu nước trong kênh tháo trong thời đoạn i , được xác định dựa trên kích thước mặt cắt kênh tháo và lưu lượng bơm Q_i ; $Z_{\text{s-}i}$ = Mức nước sông tại vị trí trạm bơm trong thời đoạn i ;

$Z_{\text{bh-}i}$ = Mức nước bề hút trong thời đoạn i ;

$\sum h_{\text{ms}}$ = Tổng tổn thất cột nước trong đường ống hút và đẩy của máy bơm.

$$\sum h_{\text{ms}} = S \cdot Q_{1\text{mi}}^2 \quad (11)$$

S = Sức cản của đường ống hút và đẩy của máy bơm.

η_i = hiệu suất của trạm bơm trong thời đoạn thứ i , xác định dựa trên đường đặc tính $\eta \sim Q$ của máy bơm và hiệu suất động cơ, mạng điện.

T_i = Thời gian bơm trong thời đoạn thứ i (giờ).

N = số máy bơm làm việc lớn nhất của trạm bơm.

Bước 4: Phân tích kết quả và đề xuất phương án chọn.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Áp dụng các bước tính toán như trình bày ở trên cho hai trạm bơm tiêu Cốc Thành và Hữu Bị thuộc hệ thống tiêu Bắc Nam Hà. Kết quả tính toán cho 2 trạm bơm theo các tần suất thiết kế 10%; 30%; 40%; 50% và 60% như sau:

1. Trạm bơm Cốc Thành

Bảng 1. Các thông số thiết kế của trạm bơm Cốc Thành

TT	PA1 (P=10%)	PA2 (P=30%)	PA3 (P=40%)	PA4 (P=50%)	PA5 (P=60%)
Mức nước bề tháo thiết kế (m)	4,49	3,63	3,32	3,07	2,73
Mức nước bề tháo kiểm tra (m)	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28
Cao trình đáy kênh tháo thiết kế (m)	1,32	0,43	0,15	-0,10	-0,44
Chiều cao kênh tháo thiết kế (m)	4,46	5,35	5,63	5,88	6,22
Điện năng tiêu thụ từ năm 1990 đến 2012 (10^6 Kwh)	50,030	45,411	44,100	42,952	42,810

Từ kết quả tính toán cho thấy, tổng điện năng tiêu thụ của trạm bơm Cốc Thành từ năm 1990 đến năm 2012 giảm dần theo mức nước sông thiết kế ứng với tần suất thiết kế 10%, 30%, 40%, 50% và 60% do cột nước địa hình dư thừa giảm dần. Tổng điện năng tiêu thụ ứng với trường hợp tần suất thiết kế 50% giảm $1,107.10^6$ Kwh so với trường hợp tần suất thiết kế 40%; giảm $2,418.10^6$ Kwh so với trường hợp tần suất thiết kế 30% và giảm $7,038.10^6$ Kwh so với

trường hợp mức nước sông với tần suất thiết kế 10%. So với phương án tần suất 50%, phương án tần suất 60% có tổng điện năng tiêu thụ giảm không đáng kể ($0,142.10^6$ Kwh) do cột nước địa hình dư thừa tiến gần đến không. Tuy nhiên, phương án này (60%) có cao trình đáy kênh tháo thấp hơn 0,34m so với phương án tần suất 50% dẫn đến làm tăng chi phí xây dựng. Do vậy phương án tần suất 50% nên được chọn.

2. Trạm bơm Hữu Bị

Bảng 2. Các thông số thiết kế của trạm bơm Hữu Bị

TT	PA1 (P=10%)	PA2 (P=30%)	PA3 (P=40%)	PA4 (P=50%)	PA5 (P=60%)
Mức nước bề tháo thiết kế (m)	6,19	4,93	4,52	4,16	3,83
Mức nước bề tháo kiểm tra (m)	7,21	7,21	7,21	7,21	7,21
Cao trình đáy kênh tháo thiết kế (m)	3,56	2,30	1,89	1,53	1,2
Chiều cao kênh tháo thiết kế (m)	4,15	5,41	5,82	6,18	6,51
Điện năng tiêu thụ từ năm 1990 đến 2012 (10^6 Kwh)	24,008	21,556	20,456	19,821	19,711

Từ kết quả tính toán trên cho thấy, tổng điện năng tiêu thụ của trạm bơm Hữu Bị từ năm 1990 đến năm 2012 cũng giảm dần theo tần suất thiết kế 10%, 30%, 40%, 50% và 60% do cột nước địa hình dư thừa giảm dần. Tổng điện năng tiêu thụ ứng với tần suất thiết kế 50% giảm $2,711.10^6$ Kwh so với trường hợp tần suất thiết kế 40%; giảm $3,810.10^6$ Kwh so với trường hợp mức nước sông với tần suất thiết kế 30%; giảm $6,263.10^6$ Kwh so với trường hợp mức nước sông với tần suất thiết kế 10%. Cũng tương tự như trạm bơm Cốc Thành, phương án tần suất 60% của trạm bơm Hữu Bị có tổng điện

năng tiêu thụ giảm không đáng kể ($0,11.10^6$ Kwh) so với phương án tần suất 50% nhưng cao trình đáy kênh tháo thấp hơn 0,33m. Do vậy, phương án tần suất 50% có thể hợp lý hơn.

Kết quả điều tra khảo sát cho thấy, điện năng tiêu thụ tính theo lý thuyết ở trên cũng xấp xỉ với điện năng tiêu thụ trong thực tế của các trạm bơm này.

Mặt khác, kết quả tính toán trên cho thấy, chiều sâu kênh tháo tăng dần khi tăng tần suất từ 10% đến 60% do cao trình đáy kênh tháo hạ thấp dần. Chiều sâu kênh tháo ứng với tần suất 50% trong hai trường hợp trên có thể chấp nhận

được vì nó không quá lớn.

Lưu ý rằng, kết quả tính toán mực nước bề tháo nêu trên được xác định dựa trên số liệu thủy văn của 19 gần đây, do vậy nó có thể sẽ khác so với số liệu mực nước thiết kế của trạm bơm trước đây.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Khi thiết kế trạm bơm tiêu, việc lựa chọn mực nước bề tháo thiết kế và cao trình thiết kế đáy kênh tháo có ý nghĩa kinh tế và kỹ thuật, ảnh hưởng đến chi phí xây dựng và quản lý vận hành. Theo cách xác định mực nước bề tháo thiết kế và cao trình đáy kênh tháo hiện nay thường dẫn đến sự lãng phí năng lượng bơm do tạo ra cột nước địa hình dư thừa và do máy bơm thường làm việc trong vùng hiệu suất thấp hơn hiệu suất thiết kế. Do đó cần thiết phải nghiên cứu cải tiến cách xác định mực nước bề tháo và cao trình đáy kênh tháo. Bài báo đã giới thiệu các bước tính toán để lựa chọn hợp lý cao trình đáy kênh tháo thiết kế và ứng dụng cho hai trạm

bơm lớn của hệ thống Bắc Nam Hà. Kết quả tính toán cho thấy khi cao trình đáy kênh tháo được hạ thấp, tổng điện năng tiêu thụ sẽ giảm do cột nước địa hình dư thừa giảm. Do vậy khi thiết kế cần xem xét nhiều mức tần suất khác nhau (30%, 40%, 50%...) thay vì chỉ chọn tần suất 10% như hiện nay.

Nghiên cứu này mới chỉ đề cập đến khía cạnh tiết kiệm năng lượng bơm, chưa đề cập đến chi phí xây dựng kênh tháo và bề tháo. Ngoài ra, nghiên cứu mới khảo sát cho hai trạm bơm tiêu ở gần vùng ảnh hưởng triều. Đối với các trạm bơm tiêu ở vùng phía thượng lưu như trạm bơm Liên Mạc, Đông Mỹ, Phù Đổng... thì sự chênh lệch về điện năng tiêu thụ giữa các phương án có thể sẽ cao hơn nhiều. Do vậy cần có thêm những nghiên cứu tương tự cho các trạm bơm ở các vùng khác nhau, thuộc các hệ thống sông khác nhau và xét đến cả chi phí xây dựng bề tháo và kênh tháo, từ đó tổng hợp để kiến nghị sửa đổi tiêu chuẩn thiết kế trạm bơm tiêu

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ môn Thủy nông - Đại học Thủy lợi (1970), *Giáo trình Thủy nông, Tập 1*, NXB Nông thôn.
- [2]. Nguyễn Tuấn Anh và Đỗ Minh Thu, 2012, *Một phương pháp xác định cao trình đáy cống xả của trạm bơm tiêu*, Tạp chí KHKT Thủy lợi và Môi trường, số 38 (09/2012).
- [3]. Nguyễn Ngọc Bích, Hoàng Lâm Viện, Nguyễn Văn Tích, 2006, *Giáo trình Máy bơm và Trạm bơm*, NXB từ điển Bách Khoa.
- [4]. La Đức Dũng, Nguyễn Tuấn Anh, 2013, *Đánh giá bước đầu về phương pháp xác định mực nước thiết kế bề xả của các trạm bơm tiêu*, Tạp chí KHKT Thủy lợi và Môi trường, số 43 (12/2013).
- [5]. Lê Chí Nguyên, 2008, *Một số vấn đề cơ sở nghiên cứu hệ thống tưới tiêu bằng động lực*, NXB nông nghiệp.

Abstract

STUDY ON THE SELECTION OF DESIGN ELEVATION OF DISCHARGE CHANNEL BOTTOM OF DRAINAGE PUMPING STATION

This paper presents a proposal for improving the selection of design elevation of discharge channel bottom of drainage pumping station. By comparing the total electric energy of two drainage pumping stations of Bac Nam Ha irrigation-drainage system corresponding to design water levels of 10% 30%, 40%, 50% and 60% frequency at the discharge tank and channel of the pumping stations, the paper proposes that it is necessary to consider some design frequencies of water level of discharge tank of drainage pumping station in order to find out an optimal design option.

Keywords: water level, elevation of discharge channel bottom, drainage pumping station.

BBT nhận bài: 16/10/2014

Phản biện xong: 03/3/2015