

## Đập xả lan và máy thủy điện củ hành trục ngang 4SV3FB trên sông Thao

**Vinh Phong**  
Tiến sĩ – Kỹ sư  
[vinh.phong@neuf.fr](mailto:vinh.phong@neuf.fr)

**BBT.** Sau khi bài 'GIẢI PHÁP CHỐNG HẠN CHO ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG MÙA KIẾT BẰNG HỆ THỐNG BẠC THANG CÔNG TRÌNH ĐIỀU TIẾT TRÊN SÔNG' của PGS.TS. Trần Đình Hòa & cộng sự được đăng trên [www.vncold.vn](http://www.vncold.vn) ([/Web/Content.aspx?distid=2665](#)), TS. Vinh Phong, kỹ sư cao cấp về tuabin của Tập đoàn ALSTOM (Pháp) đã đề xuất sử dụng loại tuabin 'củ hành' cho các công trình điều tiết nói trên ([/Web/Content.aspx?distid=2807](#)). Bài dưới đây trình bày chi tiết hơn đề xuất đó. Xin giới thiệu với bạn đọc.

ooo

### **Điều kiện giúp công trình trên sông Thao dễ khả thi**

Nếu công trình sông Thao thỏa mãn được những điều kiện sau đây thì sự tiến triển có thể rất thuận lợi:

giao thông thuận lợi suốt năm,  
cung cấp nước cho đồng ruộng và sinh hoạt vào mùa kiệt  
kinh tế: vốn đầu tư không quá cao  
thoát lũ: tổng lưu lượng thoát lũ ít nhất bằng lượng lũ tự nhiên  
phát điện với hiệu suất khá tốt

#### **Ba điều kiện: Giao thông, cấp nước và kinh tế**

Nhờ theo kỹ thuật xả lan để xây đập ngăn sông (GS Trương Đình Dự và GS Trần Đình Hoà) nên 3 điều kiện này sẽ chắc chắn được thỏa mãn

#### **Hai điều kiện : Phát điện và thoát lũ**

Với đập xả lan ngăn sông , nếu không có phát điện thì việc thoát lũ là đương nhiên ; chỉ cần giữ diện tích thoát lũ của công trình bằng diện tích tự nhiên trước khi có công trình ( GS Trương Đình Dự và GS Trần Đình Hoà)

Trong trường hợp có phát điện thì diện tích mặt cắt thoát lũ của công trình thế nào cũng nhỏ hơn diện tích tự nhiên vì phải đặt các tổ máy phát điện dưới van clapet. Việc thoát phần lũ còn lại dưới van clapet, tổ máy 4SV3FB phải phụ trách .

Trường hợp phát điện bình thường Lưu lượng sông : 1 000-10 000 m<sup>3</sup>/s

LLTKTC: lưu lượng thiết kế tổng cộng = 1 000- 2 000 m<sup>3</sup>/s để vẫn phát điện tối đa với lưu lượng vào mùa kiệt trong lúc bảo hành; tùy theo chu kỳ bảo hành là hai hay ba năm và tùy theo đội ngũ chuyên viên bảo hành; đội ngũ bảo hành này rất quan trọng để chắc chắn phát điện tối đa và thoát lũ an toàn.

Kích thước và số tổ máy có thể là mấy chục; sẽ tùy theo bề sâu khúc sông dựng đập; vì phải giữ toàn tổ máy dưới mực nước tối thiểu hạ lưu.

Với 1000m<sup>3</sup>/s và cột nước tối đa 5mwc (meter of water column) và hiệu suất khoảng 75%: công suất tối đa ước tính là 30MW.

Mục đích tháo lũ .

Lưu lượng lũ = 10 000- 20 000 m<sup>3</sup>/s?

Lượng lũ này phần lớn sẽ tràn qua van clapet đã được hạ xuống đáy; phần còn lại phải tháo qua các tổ máy 4SV3FB Vì cần phải tháo lũ cho nên số tổ máy hoàn toàn tùy thuộc vào lưu lượng lũ còn lại và cần phải tháo qua các tổ máy.

Các tổ máy hướng trục (Kaplan, bulb...) với bánh xe công tác có số cánh quạt nhỏ (3-5) có đặc tính này:

Lưu lượng đơn vị (unit flow)  $Q_{11}$  là hàm số đồng biến của  $n_{11}$  vận tốc đơn vị (unit speed)

$$n_{11} = n * D / (H)^{0.5} \quad n = \text{vận tốc quay của tổ máy}$$

D = đường kính ngoài của bánh xe công tác

H = cột nước

$$Q_{11} = Q / D^2 / (H)^{0.5} \quad Q = \text{lưu lượng}$$

Ở mỗi độ mở của vành cánh hướng và/hay của bánh xe công tác  $Q_{11}$  luôn tăng theo  $n_{11}$ .

Trong phòng thử nghiệm muốn tìm thật chính xác vận tốc quay lồng của tổ máy trên mô hình thu nhỏ, mô hình được máy điện kéo cho quay tới khi hiệu suất chuyển từ dương sang âm; vận tốc  $n_{11}$  lúc đó cao hơn vận tốc quay lồng và  $Q_{11}$  cũng cao hơn lưu lượng quay lồng. Nếu tổ máy 4SV3FB (phần thủy lực và phần phát điện) được thiết kế cho vận tốc cao hơn quay lồng thì sẽ dùng được để tháo lũ. Nhờ được đơn giản hoá tối đa và cột nước thấp, tổ máy 4SV3FB thoải mái được các điều kiện để tháo lũ.

### **Tổ máy trục ngang 4SV3FB với vận tốc quay không cố định**

Loại máy này có những đặc điểm sau :

-cấu trúc theo hình củ hành trục ngang (cap sun hay bulb)

- 4 tiền cánh hướng bất động ; không vành cánh hướng
- 3 cánh quạt công tác có độ nghiêng cố định
- máy phát điện có vận tốc không cố định nhờ điện tử sóng suất

#### Không vành cánh hướng di động

Không có vành cánh hướng di động thì làm sao để đóng , mở máy khi cần ?

Có thể dùng van phẳng đặt sau tổ máy để đóng mở; công tác này thi hành được nhờ cột nước qua đập nhỏ nên áp lực lên van phẳng cất lưu lượng nước qua tổ máy không lớn quá .

Để tăng an toàn , nếu cần, van phẳng, đặt sau 3 cánh quạt công tác, sẽ được thiết kế bằng 2 lớp, một lớp lưới và một lớp thường( grid & plate); lớp đầu là lưới để hạ lưu lượng ; lớp sau để cất lưu lượng. Để tiết kiệm khối lượng thép , van phẳng có thể đặt không quá xa sau 3 cánh quạt công tác.

Như vậy có đủ an toàn không ? Rất có thể đủ vì :

- cơ điện được thiết kế để chịu đựng được vận tốc cao hơn quay lồng với mục đích tháo lũ (xem phần sau) nên không cần phải đóng nhanh như trường hợp quay lồng của các tổ máy thông thường cần phải dùng vành cánh hướng;
- cột nước rất thấp, van có thể được thiết kế để hạ xuống bằng trọng lực mà không cần thủy lực dầu áp suất cao; chỉ cần gắn những con quay phía hạ lưu; như vậy vừa tăng an toàn, vừa rẻ và vừa không có nguy hiểm ô nhiễm môi trường .
- để mở cũng có thể không dùng xi lanh thủy lực mà dùng tời điện kéo lên?

#### Độ nghiêng cố định của 3 cánh quạt công tác (3 fixed blade runner).

Con số 3 cánh quạt công tác được lựa chọn chiếu theo 2 tiêu chuẩn: kinh tế sản xuất và hiệu suất tổ máy.

Thật vậy, trong phần thủy của tổ máy Kaplan, Bulb thông thường, ba bộ phận cần phải tốn nhiều công và của nhất để chế tạo là vành cánh hướng, cơ cấu điều chỉnh độ nghiêng của cánh quạt công tác và cánh quạt của bánh xe công tác. Với các tổ máy hành ngang đường kính khoảng FI2000-3000, một trong những qui trình thích nghi để sản xuất bánh xe công tác là chế tạo riêng từng cánh quạt một rồi lắp ráp vào ổ trục; như vậy số cánh quạt càng nhỏ thì càng rẻ; hai cánh sẽ rẻ hơn ba cánh?

Lý luận này cần phải đi đôi với hiệu suất thủy lợi.

Theo kinh nghiệm được biết, muốn có hiệu suất khá tốt thì mặt cắt ngang của vận tốc nước trên đướng vào ống hút (diffusor) cần điều chỉnh cho phù hợp với kích thước và hình dạng của ống hút, nhất là với tua bin cột nước rất thấp. Bánh xe công tác với 2 cánh quạt , mặc dầu rất khó, cũng có thể được thiết kế để đạt hiệu suất mong muốn; song sẽ phải tăng bề dài cánh quạt do đó tăng bề dài bánh xe công tác và nhất là bề dài ổ trục của tổ máy.

Để cho quay lồng được an toàn, đường kính trục truyền cũng phải tăng theo bề dài trục truyền; vì vậy bánh xe công tác với 2 cánh quạt khó thiết kế để kính tế bằng với 3 cánh quạt.

### Vận tốc quay không cố định

Tổ máy không vành cánh hướng, độ nghiêng cánh công tác cố định sẽ rất dễ thi công sản xuất song phải vận hành với vận tốc không cố định để duy trì hiệu suất.

Hiện nay trên thị trường đã có máy thủy điện có vận tốc quay không cố định; chẳng hạn các máy phát điện của VLH (Very Low Head turbine dùng cho cột nước rất thấp) dùng nam châm(permanent magnet) trong khối quay (rotor) ; turbine VLH có công suất tối đa là 500KW. Cấu trúc của máy này không thể dùng cho đập ngăn sông Thao được (xem [www.vlh-turbine.com](http://www.vlh-turbine.com)).

Phải có tổ máy hành ngang 4SV3FB với vận tốc quay( $n$ ) điều chỉnh từ  $n=n_{tt}$  (vận tốc quay tối thiểu ứng với cột nước tối thiểu) đến  $n>n_{ql}$  (vận tốc quay lồng) mới hội đủ các điều kiện của đập ngăn dòng chính sông Thao :

- 1-  $n=n_{tt}$
- 2-  $n$  thay đổi vì cột nước rất thấp nhưng biên độ rất lớn
- 3-  $n>n_{ql}$  để giúp tháo nước lũ

Nhờ điện tử công suất ĐTCS, tổ máy 4SV3FB không cần vận tốc quay cố định mà vẫn phát được điện với tần số cố định đưa vào mạng; công nghệ này đã được phổ biến nhiều trong phong điện. Máy phát điện phát ra tần số khác 50Hz; điện tử công suất đổi dòng điện xoay chiều ra dòng điện một chiều; sau đó máy “tạo tần số” phát ra dòng điện xoay chiều với tần số cần thiết để đưa vào mạng.

Mặc dầu với độ nghiêng của cánh quạt công tác cố định(non adjustable blade) và tiền cánh hướng cố định, hiệu suất sẽ vẫn được duy trì ở mức tối đa: chỉ cần điều chỉnh cho vận tốc  $n$  luôn thỏa mãn điều kiện

$$n_{11} = n_{11tur}$$

Tổ máy 4SV3FB khi quay với vận tốc đơn vị (unit speed) tối ưu  $n_{11tur}$  sẽ phát điện và nếu được kéo để quay nhanh hơn vận tốc quay lồng  $n_{11ql}$  thì sẽ bơm nước về hạ lưu để tháo lũ.

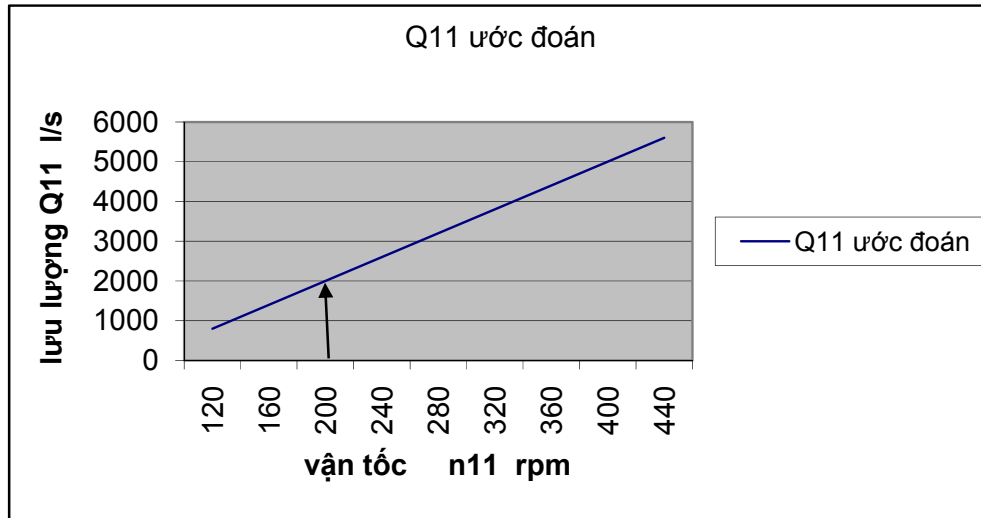
### ***Tổ máy 4SV3FB phát điện với hiệu suất luôn luôn tối ưu***

Hai đường biểu diễn  $Q_{11}(n_{11})$  và  $\eta(n_{11})$  được định dạng trên mô hình thu nhỏ trong phòng thử nghiệm mô hình là tài liệu cơ bản của tổ máy 4SV3FB.

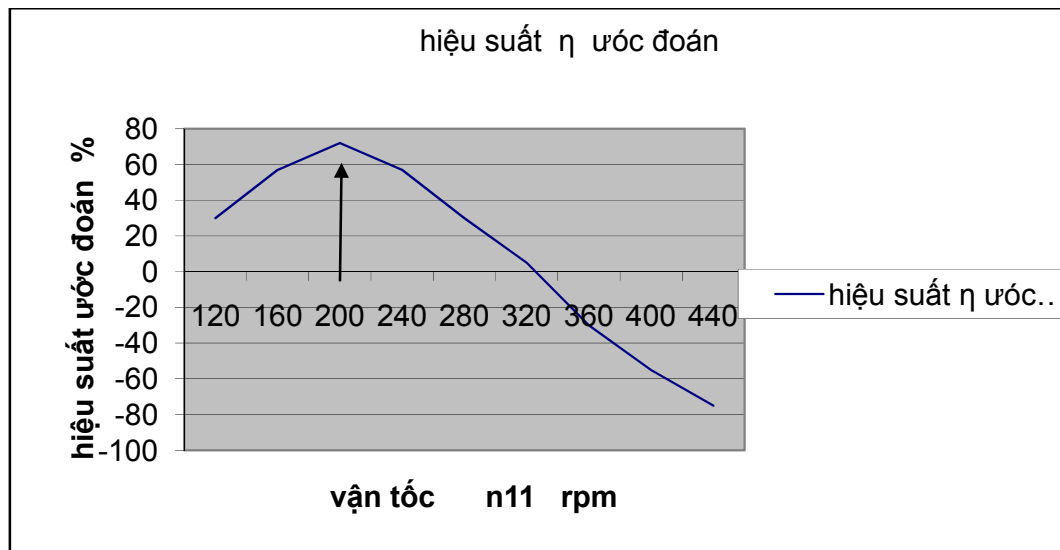
Khi cột nước thay đổi, nếu vận tốc quay của tổ máy  $n$  được điều tiết để  $n_{11}$  tiến tới  $n_{11tur}$  thì

$$Q_{11} \text{ cũng tiến tới } Q_{11tur}(n_{11tur})$$

$\eta$  cũng tiến tới  $\eta_{t\text{ur}} (n_{11t\text{ur}})$



Điểm tối ưu ước đoán của tổ máy là :  $n_{11t\text{ur}} = 200$   
 $Q_{11t\text{ur}} = 2000$   
 $\eta_{t\text{ur}} = 75\%$



Điểm vận hành của tổ máy có thể luôn luôn ở điểm tối ưu ( $n_{11t\text{ur}}$ ,  $Q_{11t\text{ur}}$ ,  $\eta_{t\text{ur}}$ ).

Khi cột nước thay đổi, nếu vận tốc tổ máy 4SV3FB được điều tiết để  $n_{11}$  không thay đổi thì  $Q_{11}$  cũng sẽ không thay đổi do đó hình dạng của hai tam giác vào và ra bánh xe công tác luôn vị tự (homothetic). Hệ thống dòng chảy qua bánh xe công tác và qua ống hút sẽ không thay đổi ; nhờ vậy năng lượng tiêu tán trong bánh xe công tác

và trong ống hút thay đổi cùng tỷ lệ với cột nước nên biến đổi của hiệu suất tổ máy rất nhỏ.

### **Tổ máy 4SV3FB giúp tháo lũ**

Vận tốc vận hành sẽ phải thay đổi rất nhiều, từ  $n = n_{tt}$  đến  $n > n_{ql}$ , nên hình dạng cánh quạt công tác phải được thiết kế đặc biệt.

Trong phạm vi vận hành thông thường để sản xuất điện thì đương nhiên cánh quạt công tác không có khí thực (cavitation) và không có tách dòng (flow separation) hay cò cựa dòng (shear flow).

Song trong trường hợp vận hành để tháo lũ thì không thể tránh hiện tượng khí thực và tách dòng. Khi lưu lượng sông đã lên cao cần phải tháo dần về hạ lưu, vận tốc tổ máy sẽ được điều khiển để điểm vận hành ( $n_{11}$ ,  $Q_{11}$ ) di chuyển từ điểm tối ưu ( $n_{11\text{tr}}$ ,  $Q_{11\text{tr}}$ ) đến điểm quay lồng ( $n_{11ql}$ ,  $Q_{11ql}$ ) hay xa hơn điểm này nếu cần. Trên đoạn vận hành này khí thực và tách dòng bắt đầu xuất hiện

Khi  $n = />n_{ql}$  thì các hiện tượng này sẽ ở mức tối đa, góp phần lớn vào tiêu năng và có thể tác hại xâm thực trên bánh xe công tác.

- Nhờ - cột nước tương đối thấp
  - tổ máy củ hành được đặt nằm ngang ở đáy lòng sông
  - vào mùa lũ mực nước hạ lưu cao hơn bình thường,
- nên hiện tượng xâm thực bớt trầm trọng trong lúc quay lồng thoát lũ trên sông Thao; song mép vào của cánh quạt công tác vẫn phải được thiết kế một cách đặc biệt; một trong những phương cách là mặt cắt trên mặt trụ tròn (cylindrical section) của cánh quạt công tác sẽ có hình con nòng nọc. Thiết kế phải đặc biệt chú ý đến vận hành  $n > n_{ql}$  để thoát lũ

### Tránh kiểm tra sau quay lồng thoát lũ

Nhờ không quá dài (không có vành cánh hướng, và nhờ 3 cánh quạt công tác chứ không phải 2), nên trục truyền sẽ dễ được thiết kế để chịu đựng được quay lồng với đủ độ ổn định (không xoắn cong) để tránh phải kiểm tra tổ máy sau vận hành quay lồng.

Nhờ phần thủy lợi của tổ máy rất đơn sơ, (không có hệ thống thủy lực để di động cánh hướng hay thay đổi độ nghiêng cánh quạt công tác) chỉ cần thiết kế cánh quạt công tác đủ chắc chắn, làm cân bằng thật kỹ lưỡng bánh xe công tác và khe hở giữa cánh quạt và vành đai bánh xe công tác đủ lớn thì sẽ không cần kiểm tra sau mỗi lần quay lồng.

Nhờ dùng ĐTCS nên máy phát điện không cần phải có số cực đủ lớn để ra tần số 50 hay 60 Hz. Do đó đường kính máy phát có thể giảm thiểu và dễ thiết kế

đủ kinh tế nhưng vững chắc để chịu đựng được quay lồng với đủ độ ổn định ( không móp méo, nứt hoặc gãy), giúp tránh kiểm tra tổ máy sau mỗi lần quay lồng như các tổ máy Kaplan hay Bulb thông thường hiện nay.

Nhờ được thiết kế để khỏi kiểm tra sau vận hành quay lồng nên tổ máy sẽ được dùng giúp thoát lũ khi cần.

## **Kết luận**

Khai thác 2 đặc tính của 2 công nghệ hiện hành :

Đập xảlan ngăn sông ( áp dụng mỹ mẫn bởi Viện Thủy Lợi Việt-nam)

Điện Tử Công Suất ( thông dụng trong ngành phong điện )

dễ thiết kế Tuabin cột nước rất thấp củ hành trực ngang 4SV3FB là một ý kiến khả thi có thể đóng góp cho công trình điều tiết sông Thao giúp

giữ mực nước vào mùa kiệt,

thoát lũ vào mùa mưa và

phát điện khi có đủ lưu lượng dưới cột nước thay đổi.

Phần đầu có đề cập đến điều kiện kinh tế để công trình có triển vọng khả thi; câu hỏi có thể đặt ra là tổ máy 4SV3FB có phải là thiết bị đủ kinh tế để dùng cho công trình này không?

Theo kinh nghiệm được biết thì giá thành phần thủy điện ước đoán giảm ít nhất 50% nhờ không có vành cánh hướng và độ nghiêng cố định của cánh quạt bánh xe công tác ; đường kính máy phát điện nhỏ hơn bình thường cũng sẽ giúp giảm giá thành của 4SV3FB; các tiết kiệm này sẽ dùng để mua thiết bị cần thiết trong phần điện tử công suất. Điện tử công suất cần cho 4SV3FB đang phát triển rất mau và rất mạnh cho ngành phong điện từ Âu sang Á, từ 2MW tới 6MW và sẽ tới 10MW trong tương lai; giá cả sẽ nhất định càng ngày càng rẻ mà thôi.

Còn một yếu tố rất quan trọng để 4SV3FB được áp dụng trong công trình sông Thao là Việt Nam tự thiết kế rồi sản xuất từ đầu ( thiết kế mô hình thủy lợi) tới chót ( sản xuất thiết bị tổ máy trừ phần điện tử công suất chưa sản xuất được). Yếu tố này giúp giảm kinh phí công trình khá nhiều.

Một điều lợi nữa không kém quan trọng là đội ngũ thiết kế và sản xuất được 4SV3FB rồi thì sẽ đủ kinh nghiệm để biến chế loại máy củ hành trực ngang này để áp dụng cho các công trình khác trong Đồng Bằng Sông Hồng, Đồng Bằng Sông Cửu Long và các sông miền Trung; kể cả trong các công trình ngăn cửa sông chống triều cường và bơm thoát lũ khi lũ lớn về trong lúc triều cường lên tới đa.

Chỉ có biện pháp này (vừa ngăn triều cường vừa bơm tháo lũ) mới bảo đảm được khỏi ngập lụt cho các đồng bằng và thành phố Việt Nam trong tương lai.

Biviers ngày 31 tháng 10 năm 2011