

ỨNG DỤNG BƠM THỦY LUÂN CẢI TIẾN CHO ĐỊA BÀN MIỀN NÚI PHÍA BẮC

PGS.TS Nguyễn Vũ Việt, TS. Phùng Hồng Tuấn

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Tóm tắt: *Bơm thủy luân là một thiết bị bơm nước tự động có kết cấu đơn giản, làm việc hiệu quả trong lĩnh vực cấp nước cho sản xuất và sinh hoạt tại các vùng nông thôn miền núi. Tuy nhiên, trong thực tế sử dụng, bơm thủy luân bộc lộ một số nhược điểm cần nghiên cứu cải tiến để hoàn thiện. Bài báo giới thiệu một số kết quả nghiên cứu bơm thủy luân cải tiến nhằm nâng cao hiệu suất cũng như độ bền của loại bơm này, đồng thời đánh giá khả năng áp dụng của nó tại các tỉnh miền miền núi phía Bắc.*

Summary: *Water turbine pump is an automatically pumping system with simple structure design; it is operating efficiency in water supply for living and producing in the rural mountainous areas. However, in the actual of using, water turbine pump has some disadvantages need to be researched to innovate perfectly. This article has been presented some researching results of Innovative Water Turbine Pump to improve efficiency and durability of this pump, and to evaluate its applicability in the Northern mountainous provinces of Vietnam.*

I. MỞ ĐẦU

Trung du và miền núi nước ta chiếm 3/4 diện tích cả nước, là khu vực còn nhiều tiềm năng mở rộng diện tích đất nông nghiệp. Chỉ tính riêng các tỉnh miền Núi phía Bắc, đất có khả năng canh tác nông nghiệp khoảng 1,3 triệu ha. Tuy nhiên, do địa hình bị chia cắt mạnh, đất đai canh tác phân tán trên các địa hình cao nên công tác thủy lợi gặp nhiều khó khăn, suất đầu tư công trình thủy lợi bằng các phương pháp truyền thống cao. Để cấp nước sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp ở khu vực này cần sử dụng nhiều giải pháp như: xây dựng công trình hồ đập nhỏ, bơm dùng năng lượng truyền thống (điện, xăng, dầu), bơm sử dụng năng lượng tái tạo, các biện pháp chứa nước, các biện pháp kết hợp.

Chính địa hình chia cắt và độ dốc trung bình cao lại tạo ra tiềm năng sử dụng năng lượng tái tạo thích hợp và có hiệu quả. Theo Quyết định phê duyệt “Quy hoạch thủy lợi gắn với thủy điện nhỏ, trạm bơm thủy luân, bơm nước va vùng Trung du miền núi Bắc Bộ”, tại các tỉnh miền núi phía Bắc và tỉnh Thanh Hoá đã có 662 điểm có thể lắp đặt bơm thủy luân với tổng diện tích tưới 15.468 ha, cấp nước sinh hoạt cho trên 15.500 người.

Bơm thủy luân còn được gọi là bơm-tua bin, là một tổ hợp gồm một tua bin nối trực tiếp đồng trục hoặc qua truyền động với một hay nhiều bơm. Tùy theo cách tổ hợp của bơm và tua bin mà có các loại bơm thủy luân một cấp hoặc hai cấp, buồng kín hoặc buồng hở.

Năm 1994, một đề tài nhánh thuộc chương trình khoa học công nghệ KC-12, Trung tâm Thủy điện (tiền thân của Viện Thủy điện và năng lượng tái tạo ngày nay) đã tiến hành nghiên cứu bơm thủy luân. Tiếp theo đó, được sự hỗ trợ của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, đề tài nghiên cứu cấp Bộ "Nghiên cứu xây dựng một số mô hình đồng bộ cấp nước sinh hoạt và sản xuất miền núi (bơm va, bơm thủy luân cải tiến, hệ thống trữ, dẫn nước ...)" được thực hiện từ năm 2003 đến năm 2005. Các sản phẩm của Đề tài được lắp đặt tại trên 30 điểm, các địa phương đánh giá cao về hiệu quả kinh tế xã hội, sự phù hợp của thiết bị bơm thủy luân với vùng Trung du miền núi.

Từ kết quả trên Bộ nông nghiệp phát triển nông thôn, Bộ Khoa học công nghệ cho phép thực hiện Dự án sản xuất thử nghiệm “Hoàn thiện công nghệ thiết bị bơm Thủy luân cải tiến phục vụ cho địa bàn miền núi phía Bắc và Tây nguyên”. Từ 15 loại bơm Thủy luân qua các đề tài nghiên cứu, Dự án tập trung hoàn thiện 5 loại bơm thủy luân có yêu cầu về số lượng cao nhất, được đánh giá sẽ là các

Người phản biện: TS. Vũ Chí Cường

sản phẩm bơm Thủy luân thông dụng nhất. Các bơm Thủy luân cải tiến của dự án đã được lắp đặt tại 4 điểm với tổng số 7 tổ máy, qua vận hành cho thấy thể hiện các đặc điểm về hiệu suất, bộ rung, độ bền... của các tổ máy được cải thiện rõ rệt.

II. MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU BƠM THỦY LUÂN CẢI TIẾN

1. Khái quát chung về bơm thủy luân cải tiến

Bơm thủy luân cải tiến là bơm thủy luân có kết cấu cơ bản gồm một tua bin hướng trục và bơm ly tâm được nối đồng trục với nhau. Tua bin là nguồn động lực, bơm là bộ phận công tác.

- Các ký hiệu:

BHL_{X_Y_A}: là ký hiệu của một bơm thủy luân cải tiến, trong đó:

BHL: Bơm thủy luân có kết cấu gồm một tua bin hướng trục được nối đồng trục với một (hoặc nhiều bơm ly tâm).

X: đường kính bánh công tác tua bin hướng trục

Y: tỷ số cột nước bơm lên so với cột nước đầu vào của bơm thủy luân

A: chỉ số thế hệ đã được cải tiến của bơm thủy luân.

- Các thông số cơ bản của bơm thủy luân:

H, Q: cột nước, lưu lượng đầu vào của bơm thủy luân

h, q: cột nước, lưu lượng đầu ra (bơm lên cao) của bơm thủy luân

N, n: công suất, số vòng quay của bơm thủy luân

η (η_{BTL}): hiệu suất tổ máy bơm thủy luân

2. Nâng cao hiệu suất của bơm Thủy luân cải tiến

Hiệu suất của tổ máy bơm thủy luân được tính theo biểu thức:

$$\eta_{BTL} = \eta_{TB} \times \eta_B$$

Trong đó:

η_{BTL} - Hiệu suất bơm Thủy luân

η_B - Hiệu suất bơm

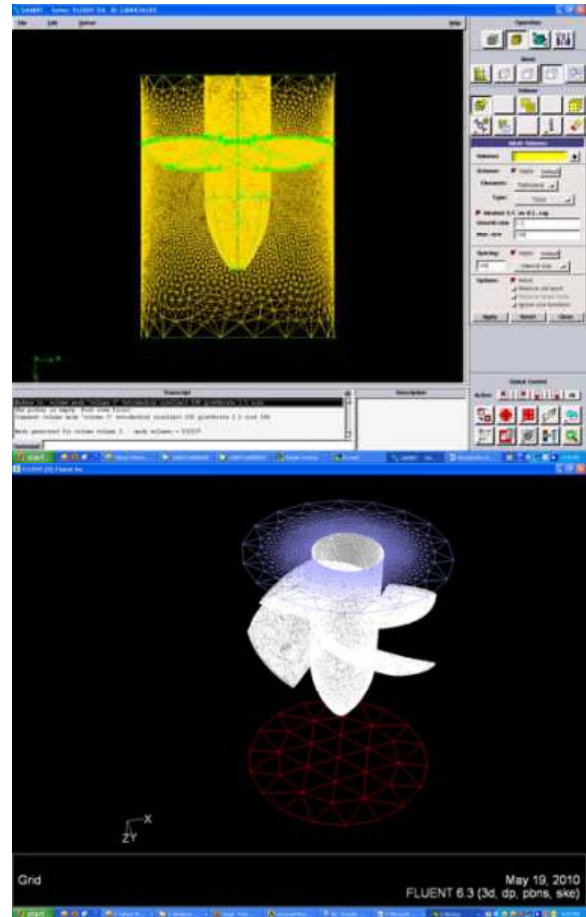
η_{TB} - Hiệu suất tua bin

Để cải thiện hiệu suất của bơm tua bin cần nâng cao hiệu suất tua bin và hiệu suất bơm.

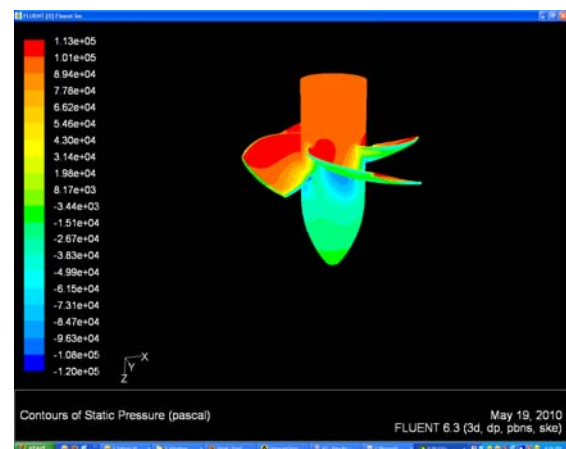
Để phần tua bin có hiệu suất cao nhất cần phải nghiên cứu ứng dụng mẫu tua bin cột nước thấp có phân dẫn dòng hiệu suất cao nhất trong dải làm việc của các bơm thủy luân, mặt khác cần sử dụng bánh xe công tác tua bin có khả năng thoát cao để với cùng một kích thước tổ máy sẽ có công suất cao hơn. Chúng tôi đã dùng mẫu cánh tua bin

chỉnh sửa lại profile cánh và cánh hướng dòng, chiều cao cánh hướng dòng phù hợp.

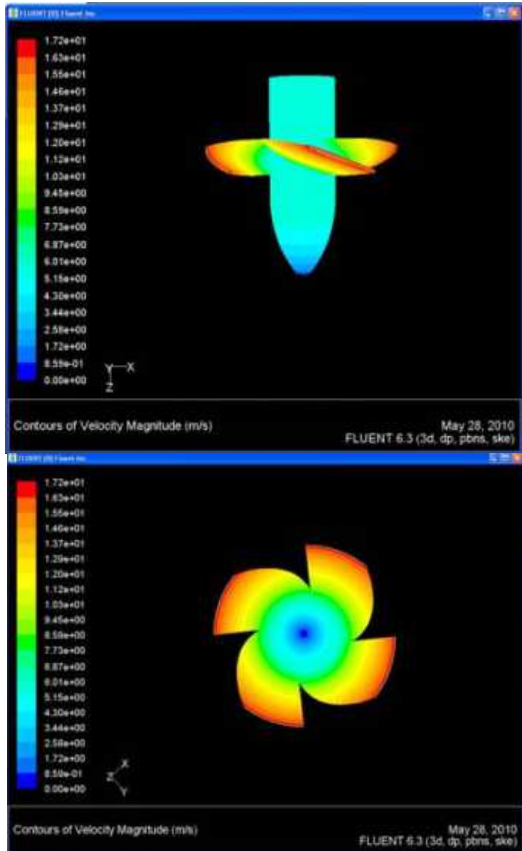
Quá trình nghiên cứu hoàn thiện bánh công tác tua bin được thực hiện bằng lý thuyết tính toán kết hợp với phần mềm tính toán thủy lực Fluent và trên cơ sở thực nghiệm để kiểm nghiệm.



Hình 1: Chia lưới mô hình trên Gambit và mô phỏng điều kiện biên



Hình 2: Phân bố áp suất trên bề mặt cánh ở phương án tối ưu



Hình 3: Phân bố vận tốc trên bề mặt cánh ở phương án tối ưu

Một đặc điểm nữa của bơm tua bin là quá trình làm việc của nó có sự phối hợp làm việc của hai thiết bị bơm và tua bin. Do vậy, trong quá trình nghiên cứu tính toán, thử nghiệm, chúng tôi đã đưa hai loại thiết bị về cùng điểm làm việc có hiệu suất cao nhất của mỗi thiết bị. Từ đó nâng cao được hiệu suất chung của tổ máy.

Kết quả thử nghiệm các tổ máy của 5 loại bơm thủy luân cải tiến như sau:

Bảng 1. Thông số kỹ thuật bơm thủy luân cải tiến BHL20-6A

H (m)	Q (l/s)	n (v/f)	N (hp)	q (l/s)	h (m)	η (%)
0.5	59	673	0.28	4.35	3	44.2
1	83.5	956	0.791	6.15	6	44.2
1.5	102.3	1169	1.435	7.53	9	44.2
2	118.3	1350	2.235	8.71	12	44.2
2.5	132.2	1509	3.137	9.74	15	44.2
3	144.7	1654	4.1	10.66	18	44.2
3.5	155.8	1788	5.176	11.48	21	44.2
4	167	1910	6.32	12.3	24	44.2

Bảng 2. Thông số kỹ thuật bơm thủy luân cải tiến BHL30-6A

H (m)	Q (l/s)	n (v/f)	N (hp)	q (l/s)	h (m)	η (%)
0.5	131.9	451	0.65	11.58	3	52.7
1	186.7	639	1.84	16.40	6	52.7
1.5	229.9	730	3.39	20.19	9	52.7
2	263.7	902	5.21	23.17	12	52.7
2.5	295.2	1009	7.29	25.93	15	52.7
3	323.3	1102	9.56	28.39	18	52.7
3.5	350.1	1194	12.05	30.75	21	52.7
4	373.43	1276	14.729	32.8	24	52.7

Bảng 3. Thông số kỹ thuật bơm thủy luân cải tiến BHL40-6A

H (m)	Q (l/s)	n (v/f)	N (hp)	q (l/s)	h (m)	η (%)
0.5	236.4	339	1.22	21.95	3	55.7
1	334.8	481	3.44	31.08	6	55.7
1.5	411.7	487	6.31	38.22	9	55.7
2	473.9	679	9.71	44	12	55.7
2.5	529.3	761	13.46	49.14	15	55.7
3	581.4	827	17.6	53.97	18	55.7
3.5	627.7	898	22.46	58.28	21	55.7
4	669.6	960	27.63	62.16	24	55.7

Bảng 4. Thông số kỹ thuật bơm thủy luân cải tiến BHL60-6A

H (m)	Q (l/s)	n (v/f)	N (hp)	q (l/s)	h (m)	η (%)
0.5	533	227	2.8	51.1	3	57.6
1	755	323	8.0	72.5	6	57.6
1.5	924	393	14.6	88.7	9	57.6
2	1068	455	22.5	102.5	12	57.6
2.5	1192	511	31.4	114.5	15	57.6
3	1307	552	41.3	125.5	18	57.6
3.5	1411	601	52.0	135.5	21	57.6
4	1509	644	63.6	144.9	24	57.6

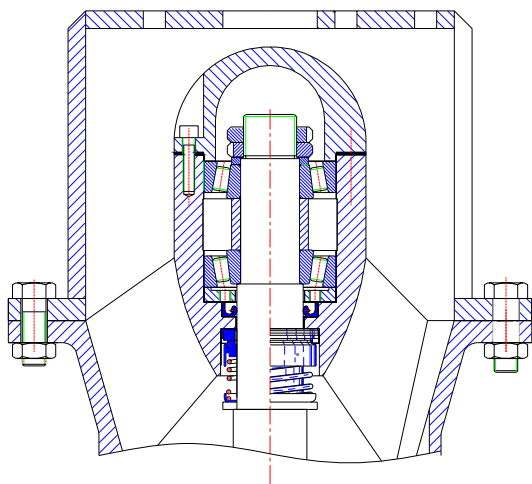
Bảng 5. Thông số kỹ thuật bơm thủy luân cải tiến BHL60-12A

H (m)	Q (l/s)	n (v/f)	N (hp)	q (l/s)	h (m)	η (%)
0.5	533	227	2.8	25.1	6	56.5
1	755	323	8.0	35.5	12	56.5
1.5	924	393	14.6	43.5	18	56.5
2	1068	455	22.5	50.3	24	56.5
2.5	1192	511	31.4	56.1	30	56.5
3	1307	552	41.3	61.5	36	56.5
3.5	1411	601	52.0	66.4	42	56.5
4	1509	644	63.6	71.1	48	56.5

Kết quả trên cho thấy cùng một kích cỡ bơm, so với bơm cũ, bơm thủy luân cải tiến có công suất tăng khoảng 3-5%; Hiệu suất tổ máy tăng 3%.

Các kết quả trên là điển hình nhất, do khuôn khổ bài báo có hạn, người đọc có thể tìm thấy chi tiết quá trình nghiên cứu, các số liệu trong tài liệu tham khảo [2].

3. Về kết cấu:



Hình 4: Phương pháp làm kín ổ trục bơm thủy luân cải tiến.

Với bơm thủy luân, việc lựa chọn, tính toán thiết kế kết cấu ảnh hưởng trực tiếp đến tuổi thọ của tổ máy. Thực tế cho thấy, trước đây, bơm thủy luân thường nhanh bị hỏng do kết cấu ổ trục chưa hợp lý. Khi bơm vận hành ở chế độ bình thường thì gần như cân bằng về lực dọc trục, đây là đặc điểm rất quan trọng để tăng tuổi thọ tổ máy. Tuy nhiên, vẫn đề quan trọng khác nữa là làm kín ổ. Khi làm việc, ổ trục trên (kết cấu gồm hai vòng bi côn lắp ngược nhau - Hình 4) luôn chìm trong nước nên rất dễ bị nước xâm nhập do các vòng kín cao su thông thường không chịu được áp suất lớn, rất nhanh bị mòn do trực tiếp tiếp xúc với bề mặt của trục.

Chúng tôi đã nghiên cứu thay thế phớt cao su thông thường bằng phớt làm kín mặt đầu (xem hình 4). Phương pháp làm kín này cho hiệu quả chống thấm nước tốt, tuổi thọ cao hơn ít nhất 50% và không ảnh hưởng đến sự mài mòn trực tại vị trí tiếp xúc như trước đây.

4. Về vật liệu:

Vật liệu cơ bản chế tạo bơm thủy luân là gang xám 15-32 và 21-40. Tuy nhiên, các chi tiết của ổ trục dưới yêu cầu khả năng chịu mài mòn cao do phải làm việc trong môi trường nước có chứa tạp chất (có thể cả về vật lý và hóa học) nên ảnh hưởng trực tiếp đến tuổi thọ bơm thủy luân. Qua nghiên cứu, chúng tôi cũng đã lựa chọn được vật liệu chế tạo bạc cao su có độ bền và khả năng chịu mài mòn cao trong nước, bạc lót trục thép mạ crom (thay thế cho bạc đồng, có giá thành thấp hơn). Qua thực tế cho thấy với các loại vật liệu trên, máy bơm hoạt động tốt hơn và đạt tuổi thọ cao hơn khoảng 30%.

III. KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG BƠM THỦY LUÂN CẢI TIẾN CHO CÁC TỈNH MIỀN NÚI PHÍA BẮC

1. Vùng núi phía Bắc là vùng có nguồn thủy năng phong phú, diện tích các vùng tưới nhỏ, diện tích đất canh tác có quy mô nhỏ 10-15 ha, chiếm 70% diện tích đất canh tác được thống kê ở các địa phương. Với 5 loại bơm thủy luân cải tiến trên của dự án, với dải làm việc khác nhau có thể ứng dụng rộng rãi nhu cầu cấp nước cho sản xuất và sinh hoạt.

2. Bơm thủy luân cải tiến sẽ được thay thế phục hồi cho hàng trăm trạm bơm đã được xây dựng trước đây nhưng thiết bị hỏng hoặc hoạt động kém hiệu quả (riêng tỉnh Cao Bằng có tới gần 70 trạm bơm thủy luân cần nâng cấp, sửa chữa).

3. Bơm thủy luân có thể lắp đặt trong các công trình thủy lợi đã được xây dựng như: sau đập dâng, tại các bậc nước trên kênh, để bơm nước lên cao.

4. Giá nhiên liệu hóa thạch và giá điện ngày một cao. Nếu dùng xăng, dầu, điện để bơm nước cho sản xuất nông nghiệp thì giá sản phẩm đầu ra sẽ rất đắt, thị trường không thể chấp nhận. Dùng bơm thủy luân cấp nước tưới là giải pháp hạ giá thành, nâng cao tính cạnh tranh của hàng hoá nông nghiệp. Bơm thủy luân là thiết bị sử dụng năng lượng tái tạo nên nó cũng góp phần giảm phát thải khí nhà kính.

5. So với bơm thủy luân được nhập khẩu từ Trung Quốc (nguồn duy nhất nhập vào Việt Nam từ nước ngoài), bơm thủy luân cải tiến có những ưu điểm vượt trội như: Hiệu suất tổ máy cao hơn (xấp xỉ

3%) do việc nghiên cứu và tính toán phối hợp làm việc giữa bộ phận bơm và bộ phận tua bin tốt hơn; tuổi thọ của tổ máy cao hơn do ổ bi được bảo vệ tốt hơn, vật liệu cao su ổ dẫn hướng và bạc lót trục được lựa chọn phù hợp hơn; giá thành chế tạo tổ máy thấp hơn chi phí nhập khẩu khoảng 30% do công nghệ chế tạo đơn giản, vật liệu chế tạo được lựa chọn từ nguồn hoàn toàn có sẵn trong nước. Với kết quả rất tốt về nghiên cứu và sản xuất, sản phẩm bơm thủy luân cải tiến sản xuất trong nước có thể thay thế hoàn toàn thiết bị nhập khẩu và có khả năng xuất khẩu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Báo cáo tổng hợp đề tài cấp bộ - CB-01: "*Nghiên cứu xây dựng một số mô hình đồng bộ cấp nước sinh hoạt và sản xuất miền núi*" - Trung tâm Thủy điện, Viện Khoa học Thủy lợi, 2003.
- [2]. Các báo cáo chuyên đề dự án sản xuất thử nghiệm bơm thủy luân cải tiến: "*Hoàn thiện công nghệ thiết kế, chế tạo, hướng dẫn lắp đặt và quản lý vận hành bơm thủy luân cải tiến phục vụ cấp nước cho các tỉnh miền núi phía Bắc và Tây Nguyên*" Viện Thủy điện và năng lượng tái tạo, 2009 - 2010 và 2011.
- [3]. *Engineering Water-Turbine Pumps* - Regional Office for Asia and The Pacific (RAPA); Food and Agriculture Organization of The United Nations - Bangkok, 1987.