

Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển

(Bản bổ sung, sửa đổi ngày 07/08/2014)

Lê Vĩnh Cẩn

Phần II

....

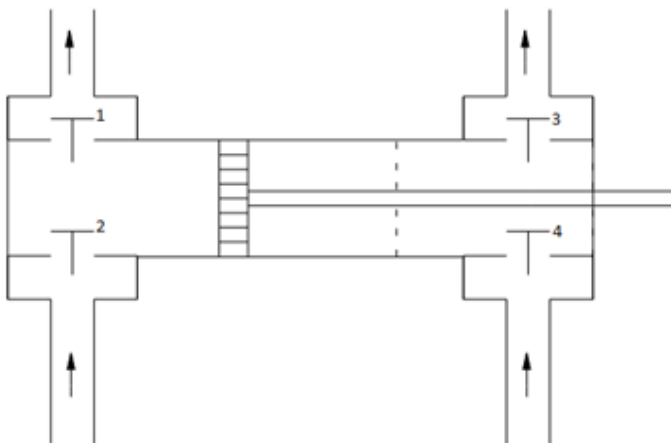
2. Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển:

2.1. Phương pháp tính toán:

Sóng biển khi cao khi thấp làm cho các bánh răng truyền lực chạy với các tốc độ rất khác nhau và lực cũng lúc mạnh lúc yếu nên tôi thấy dùng bơm nước chạy bằng piston thích hợp hơn các loại bơm khác.

Để đơn giản trong việc tính toán, tôi tính thử cho việc sử dụng loại máy bơm piston tác dụng kép. Loại máy bơm này khi piston tiến hay lui đều có nước được bơm lên. Sơ đồ bơm piston tác dụng kép như trong hình vẽ sau:

Máy bơm tác dụng kép



Khi piston tiến, van 2 đóng lại, van 1 mở ra, nước từ khoang bên trái được bơm lên, đồng thời van 3 đóng lại, van 4 mở ra, nước được hút đầy khoang bên phải. Khi piston lui, van 4 đóng lại, van 3 mở ra, nước từ khoang bên phải được bơm lên, đồng thời van 1 đóng lại, van 2 mở ra, nước được hút đầy khoang bên trái.

Gọi d là đường kính của piston, ta có diện tích tiết diện của piston là $s = \pi d^2/4$.

Phao hình trụ tròn đường kính 6 m, có diện tích đáy là $S = 9\pi$.

Khi sóng đang lên, để có đủ lực đẩy piston, phao phải ngập sâu hơn mức trung bình một đoạn y thì thể tích phao bị ngập thêm là $9\pi y$. Thể tích đó tương đương với thể tích cột nước đường kính d cao $9\pi y/s = 36\pi y/\pi d^2 = 36y/d^2$.

Khi sóng đang xuống, để có đủ lực đẩy piston, phao phải ngập thấp hơn mức trung bình một đoạn y và nhờ lực hút của trái đất, ta cũng có kết quả tương tự.

Khi ở đáy sóng, phao phải chờ cho đến khi ngập thêm một đoạn là y thì mới có đủ lực để đẩy piston. Khi ở đỉnh sóng, phao phải chờ cho đến khi chỉ còn ngập dưới mức trung bình một đoạn là y thì mới có đủ lực để đẩy piston. Khoảng nâng hạ trong chu kỳ sóng của phao là h , để có đủ lực đẩy piston thì khoảng nâng hạ của phao chỉ còn là $h - 2y$. Nhưng phao luôn luôn chuyển động nên có động năng lớn. Sóng càng lớn, khoảng nâng hạ càng lớn thì động

năng của phao càng lớn. Để có đủ lực đẩy piston, phao phải ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn, phao càng ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn thì lực cản của phao càng lớn. Vì vậy khi phao ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn một đoạn là y thì khoảng nâng hạ của phao sẽ là $h-2yky/h=h-2ky^2/h$, trong đó k là hệ số phải tìm.

Trong mục 3.1 về Phương pháp tính công cho 1 chu kỳ sóng của bài: “Nguồn điện vô cùng to lớn và khá rẻ?”, tôi đã tính được khi chiều cao của phao lớn hơn 2 lần khoảng nâng hạ của phao thì công của lực hút trái đất và lực đẩy lên của nước đối với phao hình trụ tròn trong 1 chu kỳ sóng sẽ là: $A=mgh/2+mgh/2=mgh$. Trong đó $g=9,8$, h là khoảng nâng hạ của phao, m là khối lượng nước hình trụ tròn có đường kính bằng đường kính của phao và có chiều cao là h . Tỷ trọng của nước biển lớn hơn 1 một chút, ta tạm tính tỷ trọng đó là 1 cho đơn giản.

Nếu phao phải ngập quá sâu khi sóng nhỏ thì phao chỉ nâng hạ rất ít, thậm chí có khi chỉ đứng yên và ta sẽ thu được rất ít năng lượng từ sóng. Ngược lại nếu phao ngập quá nông khi sóng lớn thì năng lượng thu được sẽ không lớn và sẽ nhỏ hơn năng lượng của sóng rất nhiều.

Để tìm hệ số k tôi đã lập bảng tính để tính công suất của sóng khi sóng cao 6 m, 5,9 m, 5,8 m,..., 0,2 m. Phía dưới tính công suất thu được khi phao ngập 0,1 m, 0,2 m, 0,3 m,..., 3,9 m, 4 m cho tất cả các loại sóng vừa nêu và so sánh công suất lớn nhất thu được của từng loại sóng với công suất của sóng. Đầu tiên tôi cho $k=1$ thấy công suất lớn nhất thu được của từng loại sóng chỉ lớn hơn 54% so với công suất của sóng. Giảm dần k , cuối cùng tôi tìm được $k=0,2963$. Với hệ số k này thì tất cả công suất lớn nhất thu được của từng loại sóng đều bằng hoặc gần bằng công suất của sóng. Kết quả tính toán này được tóm tắt như trong biểu sau:

Công suất lớn nhất có thể thu được khi dùng hệ số $k=0,2963$

Chiều cao sóng		Phao nâng hạ		Công suất			Công suất thu được			Chiều cao sóng		Phao nâng hạ		Công suất			Công suất thu được		
m	m	KW	KW	%	m	m	m	KW	KW	%	m	m	m	KW	KW	%	m		
6	5,95	1.112,0	1.094,6	98,43	4	4	3,94	571,89	571,69	99,96	3	2	1,89	183,23	183,17	99,97	1,4		
5,9	5,85	1.083,2	1.070,7	98,85	4	3,9	3,84	548,43	548,39	99,99	2,9	1,9	1,78	169,44	169,27	99,90	1,3		
5,8	5,75	1.054,5	1.046,3	99,22	4	3,8	3,73	522,30	522,30	100,00	2,8	1,8	1,66	154,75	154,41	99,78	1,2		
5,7	5,64	1.021,8	1.017,2	99,56	4	3,7	3,63	499,61	499,54	99,99	2,7	1,7	1,56	139,96	139,83	99,91	1,2		
5,6	5,54	993,65	991,52	99,79	4	3,6	3,54	477,24	477,00	99,95	2,7	1,6	1,45	123,98	123,96	99,98	1,1		
5,5	5,45	965,75	965,14	99,94	4	3,5	3,44	455,21	455,15	99,99	2,6	1,5	1,35	110,48	110,46	99,98	1		
5,4	5,35	938,17	938,16	100,00	4	3,4	3,34	433,52	433,51	100,00	2,5	1,4	1,24	96,09	95,94	99,84	0,9		
5,3	5,25	910,82	910,71	99,99	3,9	3,3	3,23	409,58	409,52	99,99	2,4	1,3	1,13	82,61	82,20	99,50	0,8		
5,2	5,15	883,70	883,55	99,98	3,9	3,2	3,13	388,75	388,48	99,93	2,3	1,2	1,02	68,80	68,55	99,65	0,8		
5,1	5,05	856,80	856,77	100,00	3,8	3,1	3,04	368,28	368,22	99,98	2,3	1,1	0,91	57,42	57,38	99,94	0,7		
5	4,94	826,28	826,27	100,00	3,7	3	2,94	348,20	348,19	100,00	2,2	1	0,80	45,76	45,76	100,00	0,6		
4,9	4,84	799,97	799,88	99,99	3,6	2,9	2,83	326,36	326,30	99,98	2,1	0,9	0,67	33,93	33,93	100,00	0,5		
4,8	4,74	773,91	773,72	99,98	3,6	2,8	2,73	307,20	306,94	99,91	2	0,8	0,54	23,30	23,30	100,00	0,4		
4,7	4,64	748,09	748,05	100,00	3,5	2,7	2,64	288,46	288,40	99,98	2	0,7	0,40	13,90	13,90	100,00	0,3		
4,6	4,54	722,53	722,52	100,00	3,4	2,6	2,53	268,16	268,15	100,00	1,9	0,6	0,26	6,09	6,07	99,70	0,2		
4,5	4,44	697,23	697,12	99,98	3,3	2,5	2,43	250,41	250,35	99,98	1,8	0,5	0,15	2,25	2,22	98,85	0,1		
4,4	4,35	672,20	672,04	99,98	3,3	2,4	2,32	233,95	233,73	99,91	1,7	0,4	0,05	0,25					
4,3	4,24	644,05	643,99	99,99	3,2	2,3	2,22	221,60	221,45	99,93	1,7	0,3	0,03	0,09					
4,2	4,14	619,70	619,70	100,00	3,1	2,2	2,11	209,35	209,32	99,99	1,6	0,2	0,01	0,02					
4,1	4,04	595,65	595,56	99,99	3	2,1	2,01	197,18	197,17	100,00	1,5								

Chu kỳ của sóng là T , tốc độ nâng hạ của phao sẽ là $v=2(h-2ky^2/h)/T$.

Nếu ta cho tốc độ của piston bằng với tốc độ nâng hạ của phao thì lưu lượng nước trong 1 giây của bơm sẽ là

$$v_s=(2(h-2ky^2/h)/T) \times (\pi d^2/4) = (h-2ky^2/h) \pi d^2/2T$$

Ta chỉ cần cho tốc độ của piston bằng với tốc độ nâng hạ của phao thì kết quả tính toán cũng đã cho lưu lượng nước biển được bơm ra của 8.953 đầu bơm khi sử dụng khoảng 1 km² sóng biển có thể lên tới vài trăm m³/s. Việc cho tốc độ của piston bằng với tốc độ nâng hạ của phao hoặc cho 2 tốc độ này không chênh lệch nhau quá nhiều sẽ giảm được rất nhiều thép để làm các bánh răng và lực ma sát cũng sẽ giảm đi.

Khi chưa tính hiệu suất toàn phần của bơm, công suất của bơm là $z=((h-2ky^2/h) \pi d^2/2T) \times 9,8 \times (36y/d^2) = 9,8 \times 18 \pi \times (hy-2ky^3/h)/T$.

Như vậy công suất đó không phụ thuộc gì vào đường kính của piston.

Hiệu suất toàn phần của máy bơm piston thông thường từ 0,67 đến 0,85. Tôi tạm tính hiệu suất đó cho bơm piston đường kính 0,2 m là 0,67. Hiệu suất toàn phần là tích hiệu suất của tổn hao thủy lực, tổn hao thể tích (hiệu suất lưu lượng) và tổn hao cơ khí.

Hiệu suất lưu lượng của bơm piston có đường kính piston 0,15 - 0,3 m là 0,90 – 0,95, đường kính piston lớn hơn 0,3 m là 0,95 – 0,98. Tôi tạm tính hiệu suất đó cho bơm có đường kính piston 0,2 m là 0,90 và bơm có đường kính piston 0,3 m là 0,95.

Tổn hao cơ khí làm giảm lực đẩy bơm cũng làm giảm áp lực nước được bơm ra, nên tôi tạm gộp tổn hao thủy lực và tổn hao cơ khí với nhau và tạm tính là $0,67/0,9 = 0,74$. Ngoài ra tôi tạm giảm thêm hệ số này 0,2 nữa còn 0,54 vì ngoài phần bơm ra còn có ma sát trên các bánh răng truyền lực trước khi đến bơm và nước còn phải chảy trên các ống dẫn nước và đường dẫn nước trước khi đến các tuabin thủy điện. Đối với bơm piston đường kính 0,3 m tôi cũng tạm tính hiệu suất của những tổn hao này là 0,54.

Khi sóng nhỏ, nước được bơm ra không nhiều, chảy chậm trên đường dẫn nước, tổn hao về áp lực của nước sẽ nhỏ hơn. Khi sóng lớn, nước được bơm ra nhiều, chảy nhanh trên đường dẫn nước, tổn hao về áp lực của nước sẽ lớn hơn.

Bây giờ chỉ còn vấn đề là hệ số chuyển đổi từ năng lượng nước chảy với áp lực cao sang điện là bao nhiêu? Hiện nay tôi chưa tìm được hệ số này. Nhưng trong bài: “Đập xả lan và máy thủy điện củ hành trực ngang 4SV3FB trên sông Thao” đăng trong mục Khoa học & công nghệ trên trang Web vncold.vn của Hội Đập lớn và Phát triển Nguồn nước Việt Nam, Tiến sĩ Vĩnh Phong – Kỹ sư cao cấp về tuabin của Tập đoàn ALSTOM (Pháp) có đoạn viết: “Với 1000m³/s và cột nước tối đa 5mwc (meter of water column) và hiệu suất khoảng 75%: công suất tối đa ước tính là 30MW”. Từ đó tôi tính được công suất của cột nước là $1.000 \times 9,8 \times 5 = 49.000 \text{ KW} = 49 \text{ MW}$. Lấy 30 MW chia cho số đó ta được $30/49 = 0,6122$. Vì thế tôi tạm tính hệ số chuyển đổi từ năng lượng nước chảy với áp lực cao sang điện là 0,6.

Về nguồn số liệu để tính toán, tôi vẫn sử dụng số liệu về độ cao sóng biển trong 777 bản tin dự báo sóng biển của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương đã thu thập được, trong đó có 86 bản tin năm 2011 và 691 bản tin thu thập được từ chiều ngày 04/03/2012 đến sáng ngày 04/03/2013. Các bản tin dự báo sóng biển của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương chủ yếu phục vụ cho tàu thuyền đi lại trên biển xa. Nhưng tại các vùng biển từ Hà Tĩnh đến Ninh Thuận khung đỡ phải đặt ngay gần bờ và song song với hướng của đường bờ biển. Tại các vùng biển này, sóng từ gió đông bắc đã được tích lũy năng lượng từ rất xa lao vào vùng biển ngày càng nông dần, độ cao của sóng sẽ tăng lên. Sóng biển đã được tích lũy năng lượng từ rất xa lao vào gặp đê đã được bao phủ bằng bê tông chắc chắn, không khác gì lao vào vách núi đá, sóng sẽ bị bật ra. Khung đỡ nằm ngoài đê ở ngay chỗ sóng tới và sóng phản xạ gặp nhau, sóng lại càng dữ dội hơn. Vì thế trong phần 1, tôi đã nhờ sự giúp đỡ của các chuyên gia. Trong khi chờ các số liệu cụ thể, tôi tạm tính thử như sau:

- Trong thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển, khung đỡ phải đặt song song với hướng của đường bờ biển vì vậy tạm đề:
 - Từ Hà Tĩnh đến Quảng Ngãi, khung đỡ đặt theo hướng tây bắc - đông nam.
 - Từ Bình Định đến Ninh Thuận và từ Cà Mau đến Kiên Giang, khung đỡ đặt theo hướng bắc - nam.
 - Từ Thanh Hóa đến Nghệ An, khung đỡ đặt theo hướng bắc đông bắc – nam tây nam.
 - Từ Bình Thuận đến Cà Mau và từ Nam Hải Phòng đến Ninh Bình, khung đỡ đặt theo hướng đông bắc – tây nam.
- Khi gió thổi thẳng góc với khung đỡ, độ cao của sóng tăng thêm 20%.
- Khi gió thổi chệch khung đỡ một góc 45 độ, độ cao của sóng tăng thêm 10%.
- Khi gió thổi chệch khung đỡ một góc 67,5 độ, độ cao của sóng tăng thêm 15%.
- Khi gió thổi chệch khung đỡ một góc 22,5 độ hoặc gió thổi theo nhiều hướng, độ cao của sóng tăng thêm 5%,...
- Khi gió thổi song song với khung đỡ tạm giảm độ cao của sóng 5%.
- Khi gió thổi từ đất liền ra tạm giảm độ cao của sóng 50%.
- Do đã tính cụ thể từng hướng gió rồi, nên mức giảm công suất phát điện do sóng phải đi qua 7 hàng phao chỉ tính với mức chung là 10%.

Như vậy phương pháp tính toán cụ thể như sau:

- Tính sẵn chu kỳ của sóng và khoảng nâng hạ của phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi sóng cao 6 m, 5,9 m, 5,8 m, ..., 0,1 m.
- Trên mỗi vùng biển tính sẵn công suất phát điện của 1 phao theo 2 mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn mức trung bình đã định sẵn cho từng độ cao sóng, thí dụ như vùng biển Hà Tĩnh đến Quảng Bình là 0,5 m và 0,9 m. Nếu dùng 3 loại tổ thủy điện thì phải

tính 3 mức khác nhau. Trong mỗi mức, trước khi tính công suất phải tính lại khoảng nâng hạ của phao, tốc độ nâng hạ của phao và lưu lượng nước bơm được trong 1 giây.

- Chọn công suất phát điện lớn nhất của 1 phao trong 2 hoặc 3 số tính được cho từng vùng biển và cho từng độ cao sóng. Nhân số đó với 8.953 phao sẽ được công suất phát điện khi sử dụng khoảng 1 km² sóng biển.
- Trong mỗi bản tin dự báo sóng biển của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương có độ cao của sóng với 2 mức cao thấp khác nhau và hướng gió. Vì vậy ta phải lấy độ cao của sóng theo mức trung bình để tính toán. Các bản tin này chủ yếu phục vụ cho tàu thuyền đi lại trên biển xa, sóng khi đến gần bờ gặp bờ biển nông sẽ mạnh hơn, nên ta phải tính lại độ cao của sóng tại khung đỡ. Do tại từng vùng biển đã dự kiến khung đỡ đặt theo hướng nào nên ta có thể biết được hướng gió trong bản tin đó thẳng góc hay lệch góc bao nhiêu so với khung đỡ. Nhân độ cao trung bình với hệ số tăng thêm hoặc giảm bớt do hướng gió sẽ có độ cao ước tính của sóng tại khung đỡ. Đây thường là số có nhiều số lẻ nên ta phải quy tròn lại cho chỉ còn 1 số lẻ.
- Đếm xem trong từng tháng số bản tin có từng độ cao sóng biển đã tính lại là bao nhiêu, rồi nhân số đó với công suất phát điện của sóng biển có độ cao đó. Lấy tổng của các kết quả đó chia cho tổng số bản tin đã thu thập được trong tháng sẽ có công suất phát điện bình quân tháng. Nhưng do sóng đi qua 7 hàng phao sẽ yếu đi một chút, nên cần giảm công suất tính được đó đi 10%.
- Nhân công suất bình quân tháng với số giờ có trong tháng sẽ có sản lượng điện của tháng đó. Tính tổng sản lượng điện cả năm rồi chia cho số giờ có trong năm sẽ được công suất bình quân năm.

Rất may là trong bảng tính Excel có nhiều hàm để tính toán và chọn lọc nên ta có thể xây dựng được bảng tính để khi thay đổi các tham số sẽ có ngay kết quả tính toán mới. Vì vậy ta có thể ẩn đại bộ phận các dòng, chỉ để hở kết quả tính toán và vài dòng để có thể thay đổi các tham số rồi khóa lại. Cụ thể là tôi đã để các tham số có thể thay đổi sau: Mức tăng hoặc giảm độ cao sóng do góc giữa hướng gió và khung đỡ, đường kính piston bơm, hiệu suất lưu lượng, hiệu suất do tổn hao thủy lực và tổn hao cơ khí, hệ số chuyển đổi từ năng lượng nước chảy với áp lực cao sang điện, hệ số $k = 0,2963$, tỷ lệ giữa tốc độ của piston và tốc độ nâng hạ của phao cho từng vùng biển, mức độ cho phao ngập nông hơn hoặc sâu hơn mức trung bình của từng vùng biển. Vì vậy mà khi thay đổi tham số, tôi có ngay các biểu kết quả tính toán cho từng vùng biển như trong phần 2.2.

Độ cao sóng biển và hướng gió đều được copy từ các bản tin dự báo sóng biển của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương đã thu thập được. Nhưng chúng đều là những ký tự nên chỉ cần khác nhau một dấu trắng (dấu cách) là máy tính cũng không thể nhận ra. Vì vậy sau khi thu thập được dữ liệu hàng tháng, cần so sánh số bản tin máy tính đã nhận ra với tổng số bản tin đã thu thập được. Nếu còn thiếu cần kiểm tra phát hiện những chỗ còn thiếu và sửa lại để máy tính có thể nhận ra. Muốn vậy cần làm thêm bảng tính để làm việc này.

2.2. Kết quả tính thử thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển cho các vùng biển gần bờ của nước ta:

2.2.1. Tính thử cho các vùng biển không thuận lợi cho điện sóng biển dùng khí nén, cần sử dụng thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển:

Kết quả tính toán khi dùng bơm piston đường kính 0,2 m với tốc độ piston bằng tốc độ nâng hạ phao như trong biểu sau:

Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng khoảng 1 km² sóng của vùng biển Hà Tĩnh đến Ninh Thuận cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi dùng bơm piston đường kính 0,2 m

Vùng biển	Đơn vị	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Cả
	tính	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	năm
Vùng biển Hà Tĩnh đến Quảng Bình dùng thủy điện với cột áp 452 - 678 m bình quân 588 m và 210 - 315 m bình quân 294 m, tốc độ piston bằng tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 333 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	361,03	228,49	242,53	145,29	86,68	40,63	78,70	21,21	184,33	259,37	249,12	362,97	188,40
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	268,60	153,54	180,45	104,61	64,49	29,25	58,55	15,78	132,72	192,97	179,37	270,05	1.650,4
Vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi dùng thủy điện với cột áp 528 - 792 m bình quân 686 m và 245 - 368 m bình quân 343 m, tốc độ piston bằng tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 330 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	494,28	302,47	312,77	149,60	33,89	29,09	11,13	1,85	169,16	350,47	251,94	481,58	215,69
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	367,74	203,26	232,70	107,71	25,22	20,94	8,28	1,37	121,80	260,75	181,40	358,30	1.889,5
Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận dùng thủy điện với cột áp 528 - 792 m bình quân 686 m và 280 - 420 m bình quân 392 m, tốc độ piston bằng tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 330 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	572,29	356,93	338,40	184,51	26,61	26,34	65,75	22,94	118,52	251,58	243,42	469,58	222,85
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	425,78	239,86	251,77	132,85	19,80	18,96	48,92	17,07	85,34	187,18	175,26	349,36	1.952,1

Để có được lượng điện như trong biểu này thì:

- Vùng biển từ Hà Tĩnh đến Quảng Bình: Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước cao, cột áp bình quân khoảng 588 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 1,2 m. Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước thấp, cột áp bình quân khoảng 294 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 0,6 m.
- Vùng biển từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi: Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước cao, cột áp bình quân khoảng 686 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 1,4 m. Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước thấp, cột áp bình quân khoảng 343 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 0,7 m.
- Vùng biển từ Bình Định đến Ninh Thuận: Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước cao, cột áp bình quân khoảng 686 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 1,4 m. Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước thấp, cột áp bình quân khoảng 392 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 0,8 m. Khi tính toán biểu này tôi chỉ tính với phao ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn đến 1,2 m đối với vùng biển từ Hà

Tỉnh đến Quảng Bình vì dùng phao chỉ cao 2,5 m. Còn đối với các vùng biển từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi và từ Bình Định đến Ninh Thuận chỉ tính với phao ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn đến 1,4 m vì dùng phao chỉ cao 3 m.

Nhà máy Thủy điện Hòa Bình có mực nước dâng tối đa là 120 m, mực nước chết là 80 m, như vậy mực nước dâng tối đa cao gấp 1,5 lần mực nước chết. Máy phát điện của nhà máy đặt cao hơn mực nước biển nên tỷ số giữa cột áp tối đa và cột áp tối thiểu là trên 1,5 lần. Vì thế tôi tạm tính tỷ số giữa cột áp tối đa và cột áp tối thiểu cho thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển là 1,5 lần. Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước thấp, tạm tính cột áp bình quân cao gấp 1,4 lần cột áp tối thiểu để khi sóng nhỏ hơn vẫn có thể chạy các tổ thủy điện. Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước cao, tạm tính cột áp bình quân cao gấp 1,3 lần cột áp tối thiểu. Kết quả tính toán khi dùng bơm piston đường kính 0,3 m với tốc độ piston bằng tốc độ nâng hạ phao như trong biểu sau:

**Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng
khoảng 1 km² sóng của vùng biển Hà Tĩnh đến Ninh Thuận cho
phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi dùng bơm piston đường kính 0,3 m**

Vùng biển	Đơn vị	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Cả
	tính	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	năm
Vùng biển Hà Tĩnh đến Quảng Bình dùng thủy điện với cột áp 201 - 302 m bình quân 261 m và 93 - 140 m bình quân 131 m, tốc độ piston bằng tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 791 m³/s														
- Công suất phát điện	MW	381,08	241,18	256,01	153,37	91,49	42,89	83,07	22,39	194,57	273,78	262,96	383,14	198,87
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	283,53	162,07	190,47	110,42	68,07	30,88	61,80	16,66	140,09	203,69	189,33	285,06	1.742,1
Vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi dùng thủy điện với cột áp 235 - 352 m bình quân 305 m và 109 - 163 m bình quân 152 m, tốc độ piston bằng tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 784 m³/s														
- Công suất phát điện	MW	521,74	319,28	330,14	157,91	35,78	30,70	11,75	1,95	178,56	369,94	265,94	508,33	227,68
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	388,17	214,56	245,63	113,69	26,62	22,10	8,74	1,45	128,56	275,24	191,48	378,20	1.994,4
Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận dùng thủy điện với cột áp 235 - 352 m bình quân 305 m và 124 - 187 m bình quân 174 m, tốc độ piston bằng tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 784 m³/s														
- Công suất phát điện	MW	604,08	376,76	357,20	194,76	28,09	27,80	69,41	24,22	125,11	265,56	256,94	495,66	235,23
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	449,44	253,18	265,76	140,23	20,90	20,02	51,64	18,02	90,08	197,58	185,00	368,77	2.060,6

Để có được lượng điện như trong biểu này thì:

- Vùng biển từ Hà Tĩnh đến Quảng Bình: Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước cao, cột áp bình quân khoảng 261 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 1,2 m. Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước thấp, cột áp bình quân khoảng 131 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 0,6 m.
- Vùng biển từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi: Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước cao, cột áp bình quân khoảng 305 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 1,4 m. Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước thấp, cột áp bình quân khoảng 152 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 0,7 m.

- Vùng biển từ Bình Định đến Ninh Thuận: Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước cao, cột áp bình quân khoảng 305 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 1,4 m. Khi chạy các tổ thủy điện với áp lực nước thấp, cột áp bình quân khoảng 174 m và phao phải thường xuyên ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn 0,8 m.

Qua 2 biểu tính toán trên ta có thể rút ra nhận xét sau: Lượng điện phát ra khi dùng bơm nước chạy bằng piston đường kính 0,3 m lớn hơn khi dùng bơm nước chạy bằng piston đường kính 0,2 m do có hiệu suất lưu lượng lớn hơn. Nếu dùng bơm nước chạy bằng piston đường kính 0,2 m thì thủy điện phải chạy bằng nước có áp lực cao hơn 2,25 lần so với khi dùng bơm nước chạy bằng piston đường kính 0,3 m, nhưng lượng nước lại giảm đi gần 2,38 lần. Nhà máy thủy điện Đa Nhim chạy với nước có cột áp khoảng 800 m, nên khi dùng bơm nước chạy bằng piston đường kính 0,2 m, chạy với cột áp bình quân khoảng 686 m, khi cao nhất là 792 m là có thể chấp nhận được. Vấn đề phải nghiên cứu là bơm nước chạy bằng piston có thể bơm nước được lên cao như vậy hay không mà thôi. Dùng bơm nước chạy bằng piston đường kính 0,3 m, lưu lượng nước lên đến khoảng 784 m³/s hoặc khoảng 791 m³/s khi sóng cao 6 m, vốn đầu tư cho xây dựng đường dẫn nước sẽ rất lớn.

Vì vậy ta nên dùng bơm nước chạy bằng piston đường kính 0,3 m và phải tìm cách để giảm lưu lượng nước xuống với điều kiện cột áp cao nhất không được vượt quá một giới hạn nào đó. Thí dụ như giới hạn đó là 400 m chẳng hạn. Gọi p là tỷ lệ giữa tốc độ của piston và tốc độ nâng hạ của phao. Khi p<1 và cùng nguồn năng lượng như nhau, lưu lượng nước sẽ giảm xuống chỉ còn p lần, nhưng lực ép của piston sẽ tăng lên 1/p lần và chiều cao của cột áp cũng tăng lên 1/p lần. Kết quả tính toán khi chỉ dùng 1 loại tổ thủy điện như trong biểu sau:

**Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng
khoảng 1 km² sóng biển cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi
dùng bơm piston đường kính 0,3 m với các mức phao ngập khác nhau**

Phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn (m)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
Phao chỉ cần cao (m)	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6
Tốc độ piston so với tốc độ phao	0,19	0,26	0,32	0,38	0,44	0,51	0,57	0,63	0,7	0,76
Lưu lượng nước khi sóng cao 6 m (m ³ /s)	154	210	258	306	354	409	456	502	556	601
Cột áp bình quân (m)	343,86	335,04	340,28	343,86	346,46	341,61	343,86	345,68	342,22	343,86
Cột áp cao nhất (m)	397	387	393	397	400	394	397	399	395	397
Cột áp thấp nhất (m)	265	258	262	265	267	263	265	266	263	265
Bắt đầu phát điện khi sóng cao (m)	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1
Công suất phát điện bình quân (MW)										
- Vùng biển Hà Tĩnh đến Quảng Bình	86,28	109,59	129,16	144,98	155,95	164,93	<u>169,18</u>	169,05	167,08	162,72
- Vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi	85,86	110,37	132,61	151,59	166,60	178,71	186,52	190,04	<u>190,46</u>	187,66
- Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận	86,49	112,41	135,91	156,35	173,13	186,47	195,38	199,55	<u>200,29</u>	197,55
Sản lượng điện (Triệu KWh)										
- Vùng biển Hà Tĩnh đến Quảng Bình	755,82	960,03	1.131,41	1.270,03	1.366,16	1.444,77	<u>1.482,05</u>	1.480,89	1.463,62	1.425,47
- Vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi	752,11	966,84	1.161,67	1.327,89	1.459,45	1.565,54	1.633,91	1.664,76	<u>1.668,44</u>	1.643,88
- Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận	757,61	984,74	1.190,59	1.369,61	1.516,65	1.633,45	1.711,55	1.748,02	<u>1.754,57</u>	1.730,49

Những số liệu có gạch chân là những số liệu lớn nhất, nếu phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn thì lượng điện phát ra sẽ giảm đi. Nhìn trong biểu này ta thấy vùng biển Hà Tĩnh đến Quảng Bình lượng điện phát ra lớn nhất khi phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình 0,9 m. Vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi và vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận số liệu này là 1,1 m.

Nếu có thêm tổ thủy điện chạy với nước có áp lực thấp hơn để tận dụng khi có sóng nhỏ hơn thì sẽ cho tổng lượng điện lớn hơn. Tính thử ta thấy tại vùng biển Hà Tĩnh đến Quảng Bình có thể thêm tổ thủy điện chạy với nước có áp lực thấp hơn để tận dụng khi có sóng nhỏ hơn với mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình 0,5 m là tốt nhất. Như vậy tại vùng biển này sẽ sử dụng 2 mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình là 0,9 m và 0,5 m. 2 mức này tại vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi là 1,1 m và 0,6 m, vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận 2 mức này là 1,1 m và 0,7 m. Kết quả tính toán cụ thể như trong biểu sau:

**Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng
khoảng 1 km² sóng của vùng biển Hà Tĩnh đến Ninh Thuận cho
phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi dùng bơm piston đường kính 0,3 m**

Vùng biển	Đơn vị	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Cả
	tính	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	năm
Vùng biển Hà Tĩnh đến Quảng Bình dùng thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m và 136 - 205 m bình quân 191 m, tốc độ piston bằng 0,57														
tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 456 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	327,13	220,79	229,71	148,59	97,53	47,27	86,21	25,33	182,66	243,84	238,33	333,56	181,73
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	243,38	148,37	170,90	106,98	72,56	34,04	64,14	18,84	131,52	181,42	171,59	248,17	1.591,9
Vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi dùng thủy điện với cột áp 263 - 395 m bình quân 342 m và 133 - 200 m bình quân 187 m, tốc độ piston bằng														
0,7 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 556 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	459,26	303,66	309,10	156,07	36,42	37,47	13,65	4,44	178,54	340,49	257,98	450,21	212,12
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	341,69	204,06	229,97	112,37	27,09	26,98	10,16	3,30	128,55	253,33	185,75	334,96	1.858,2
Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận dùng thủy điện với cột áp 263 - 395 m bình quân 342 m và 156 - 233 m bình quân 218 m, tốc độ piston bằng														
0,7 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 556 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	526,61	357,67	324,37	189,40	28,92	29,33	72,94	29,50	125,31	261,09	251,04	440,07	219,33
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	391,80	240,36	241,33	136,37	21,52	21,12	54,27	21,95	90,22	194,25	180,75	327,41	1.921,3

Trong đó:

- Vùng biển Hà Tĩnh đến Quảng Bình dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m và cao 2 m. 2 mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình là 0,9 m và 0,5 m. Để có thể bắt đầu chạy được tổ thủy điện với áp lực nước thấp, sóng phải lớn hơn 0,7 m. Tỷ số giữa tháng có công suất phát điện lớn nhất so với bình quân năm là 1,84 lần.
- Vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m và cao 2,4 m. 2 mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình là 1,1 m và 0,6 m. Để có thể bắt đầu chạy được tổ thủy điện với áp lực nước thấp, sóng phải lớn hơn 0,7 m. Tỷ số giữa tháng có công suất phát điện lớn nhất so với bình quân năm là 2,17 lần.
- Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m và cao 2,4 m. 2 mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình là 1,1 m và 0,7 m.

Để có thể bắt đầu chạy được tổ thủy điện với áp lực nước thấp, sóng phải lớn hơn 0,8 m. Tỷ số giữa tháng có công suất phát điện lớn nhất so với bình quân năm là 2,4 lần.

Nhưng khi tính đến công suất lắp máy cho những tổ thủy điện với áp lực nước cao, ta không thể tính lên quá nhiều, vì vậy tôi tạm tính công suất lắp máy này lớn gấp đôi công suất phát điện bình quân năm đã tính được nhưng không vượt quá 1,5 lần công suất phát điện của tháng lớn nhất trong năm. Khi cho công suất lắp máy như vậy sẽ nảy sinh vấn đề là khi công suất phát điện bình quân tháng còn kém công suất lắp máy nhưng vẫn có những lúc công suất phát điện lớn hơn công suất lắp máy và cần phải mở cửa xả để giảm bớt áp lực của nước đảm bảo cho máy điện vận hành an toàn. Ngược lại khi công suất phát điện bình quân tháng lớn hơn công suất lắp máy nhưng vẫn có những lúc công suất phát điện nhỏ hơn công suất lắp máy. Để giải quyết tình trạng này, tôi dự kiến tạm tính như sau:

- Nếu công suất phát điện bình quân tháng nhỏ hơn 1,5 lần công suất phát điện bình quân năm sẽ dùng ngay công suất đó.
- Nếu công suất phát điện bình quân tháng lớn hơn 2,5 lần công suất phát điện bình quân năm sẽ cho công suất đó bằng công suất lắp máy.
- Nếu công suất phát điện bình quân tháng nằm trong khoảng từ 1,5 lần đến 2,5 lần công suất phát điện bình quân năm thì công suất phát điện tháng đó tính lại sẽ bằng bình quân của công suất phát điện bình quân tháng đã tính được và 1,5 lần công suất phát điện bình quân năm.

Từ đó khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên các vùng biển từ Hà Tĩnh đến Ninh Thuận được tính lại như trong biểu sau:

Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển khoảng 1 km² sóng của vùng biển Hà Tĩnh đến Ninh Thuận đã tính đến việc phải mở cửa xả để giảm áp lực nước cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi dùng bơm piston đường kính 0,3 m

Vùng biển	Đơn vị	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Cả
	tính	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	năm
Vùng biển Hà Tĩnh đến Quảng Bình dùng thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m và 136 - 205 m bình quân 191 m, tốc độ piston bằng 0,57														
tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 456 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	299,86	220,79	229,71	148,59	97,53	47,27	86,21	25,33	182,66	243,84	238,33	303,08	176,82
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	223,09	148,37	170,90	106,98	72,56	34,04	64,14	18,84	131,52	181,42	171,59	225,49	1.549,0
Vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi dùng thủy điện với cột áp 263 - 395 m bình quân 342 m và 133 - 200 m bình quân 187 m, tốc độ piston bằng														
0,7 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 556 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	388,73	303,66	309,10	156,07	36,42	37,47	13,65	4,44	178,54	329,34	257,98	384,20	199,58
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	289,21	204,06	229,97	112,37	27,09	26,98	10,16	3,30	128,55	245,03	185,75	285,85	1.748,3
Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận dùng thủy điện với cột áp 263 - 395 m bình quân 342 m và 156 - 233 m bình quân 218 m, tốc độ piston bằng														
0,7 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 556 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	427,80	343,33	324,37	189,40	28,92	29,33	72,94	29,50	125,31	261,09	251,04	384,53	205,12
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	318,28	230,72	241,33	136,37	21,52	21,12	54,27	21,95	90,22	194,25	180,75	286,09	1.796,9

2.2.2. Tính thử cho các vùng biển phía bắc và phía nam:

Vùng biển Quảng Ninh có rất nhiều đảo che chắn phía ngoài và là vùng du lịch quan trọng nên tôi chỉ tính từ phía nam Thành phố Hải Phòng trở vào.

Vùng biển Nam Hải Phòng đến Nghệ An và vùng biển Bình Thuận đến Kiên Giang vừa thuận lợi cho điện sóng biển dùng khí nén, vừa thuận lợi cho thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển. Kết quả tính toán cho thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển các vùng biển này như trong biểu sau:

**Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng
của khoảng 1 km² sóng biển ở các vùng biển phía bắc và phía nam
cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi dùng bơm piston đường kính 0,3 m**

Vùng biển	Đơn vị tính	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Cả năm
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Vùng biển Nam Hải Phòng đến Ninh Bình dùng thủy điện với cột áp 263 - 394 m bình quân 342 m và 153 - 229 m bình quân 214 m, tốc độ piston bằng 0,51 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 409 m³/s														
- Công suất phát điện	MW	224,09	168,07	195,91	178,15	181,64	210,30	216,56	118,95	141,30	185,55	200,98	224,44	187,37
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	166,73	112,94	145,76	128,27	135,14	151,42	161,12	88,50	101,74	138,05	144,71	166,98	1.641,3
Vùng biển Thanh Hóa đến Nghệ An dùng thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m và 136 - 205 m bình quân 191 m, tốc độ piston bằng 0,57 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 456 m³/s														
- Công suất phát điện	MW	291,62	232,66	251,12	210,15	192,62	107,39	197,98	67,99	189,53	235,80	242,20	299,75	209,96
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	216,97	156,34	186,83	151,31	143,31	77,32	147,30	50,58	136,46	175,44	174,38	223,01	1.839,3
Vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau dùng thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m và 164 - 246 m bình quân 229 m, tốc độ piston bằng 0,76 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 601 m³/s														
- Công suất phát điện	MW	522,42	386,33	306,93	163,02	220,09	413,71	414,70	494,37	366,93	226,23	220,64	438,43	348,12
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	388,68	259,61	228,35	117,37	163,75	297,87	308,54	367,81	264,19	168,32	158,86	326,19	3.049,5
Vùng biển Cà Mau đến Kiên Giang dùng thủy điện với cột áp 263 - 394 m bình quân 342 m và 122 - 183 m bình quân 171 m, tốc độ piston bằng 0,51 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 4 m lưu lượng nước khoảng 313 m³/s														
- Công suất phát điện	MW	12,78		0,50	0,36	68,04	196,14	160,56	137,16	110,66	10,97	7,39	0,27	59,00
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	9,51		0,37	0,26	50,62	141,22	119,45	102,05	79,67	8,16	5,32	0,20	516,8

Trong đó:

- Vùng biển Nam Hải Phòng đến Ninh Bình dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m và cao 1,8 m. 2 mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình là 0,8 m và 0,5 m. Để có thể bắt đầu chạy được tổ thủy điện với áp lực nước thấp, sóng phải lớn hơn 0,7 m. Tỷ số giữa tháng có công suất phát điện lớn nhất so với bình quân năm là 1,2 lần.
- Vùng biển Thanh Hóa đến Nghệ An dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m và cao 2 m. 2 mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình là 0,9 m và 0,5 m. Để có thể bắt đầu chạy được tổ thủy điện với áp lực nước thấp, sóng phải lớn hơn 0,7 m. Tỷ số giữa tháng có công suất phát điện lớn nhất so với bình quân năm là 1,43 lần.
- Vùng biển từ Bình Thuận đến Cà Mau dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m và cao 2,6 m. 2 mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình là 1,2 m và 0,8 m. Để có thể bắt đầu chạy được tổ thủy điện với áp lực nước thấp, sóng biển phải lớn hơn 0,8 m. Tỷ số giữa tháng có công suất phát điện lớn nhất so với bình quân năm là 1,5 lần.
- Vùng biển Cà Mau đến Kiên Giang dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m và cao 1,8 m. 2 mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình là 0,8 m và 0,4 m. Để có thể bắt đầu chạy được tổ thủy điện với áp lực nước thấp, sóng biển phải lớn hơn 0,6 m. Tỷ số giữa tháng có công suất phát điện lớn nhất so với bình quân năm là 3,32 lần.

Sau khi tính công suất lắp máy và tính lại, ta có kết quả tính toán như trong biểu sau:

Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng của các vùng biển phía bắc và phía nam đã tính đến việc phải mở cửa xả để giảm áp lực nước cho phao thấp hình trụ tròn đường kính 6 m khi dùng bơm piston đường kính 0,3 m

Vùng biển	Đơn vị	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Cả
	tính	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	năm
Vùng biển Nam Hải Phòng đến Ninh Bình dùng thủy điện với cột áp 263 - 394 m bình quân 342 m và 153 - 229 m bình quân 214 m, tốc độ piston bằng 0,51 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 409 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	224,09	168,07	195,91	178,15	181,64	210,30	216,56	118,95	141,30	185,55	200,98	224,44	187,37
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	166,73	112,94	145,76	128,27	135,14	151,42	161,12	88,50	101,74	138,05	144,71	166,98	1.641,3
Vùng biển Thanh Hóa đến Nghệ An dùng thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m và 136 - 205 m bình quân 191 m, tốc độ piston bằng 0,57 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 456 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	291,62	232,66	251,12	210,15	192,62	107,39	197,98	67,99	189,53	235,80	242,20	299,75	209,96
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	216,97	156,34	186,83	151,31	143,31	77,32	147,30	50,58	136,46	175,44	174,38	223,01	1.839,3
Vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau dùng thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m và 164 - 246 m bình quân 229 m, tốc độ piston bằng 0,76 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 601 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	522,30	386,33	306,93	163,02	220,09	413,71	414,70	494,37	366,93	226,23	220,64	438,43	348,11
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	388,59	259,61	228,35	117,37	163,75	297,87	308,54	367,81	264,19	168,32	158,86	326,19	3.049,5
Vùng biển Cà Mau đến Kiên Giang dùng thủy điện với cột áp 263 - 394 m bình quân 342 m và 122 - 183 m bình quân 171 m, tốc độ piston bằng 0,51 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 4 m lưu lượng nước khoảng 313 m ³ /s														
- Công suất phát điện	MW	12,78		0,50	0,36	68,04	118,00	118,00	112,83	99,58	10,97	7,39	0,27	45,99
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	9,51		0,37	0,26	50,62	84,96	87,79	83,95	71,70	8,16	5,32	0,20	402,8

2.2.3. Tổng hợp kết quả tính toán cho tất cả các vùng biển ven bờ của nước ta:

Tổng hợp thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên các vùng biển gần bờ của nước ta khi dùng bơm piston đường kính 0,3 m cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m

Vùng biển	Tính toán ban đầu				Đã trừ do phải xả nước		
	Công suất	Sản lượng	Lưu lượng	Lắp máy	Công suất	Sản lượng	Hệ số
	MW	Triệu KWh	m ³ /s	MW	MW	Triệu KWh	%
Nam Hải Phòng đến Ninh Bình	187,37	1.641,3	409	337	187,37	1.641,3	55,56
Thanh Hóa đến Nghệ An	209,96	1.839,3	456	420	209,96	1.839,3	50,00
Hà Tĩnh đến Quảng Bình	181,73	1.591,9	456	363	176,82	1.549,0	48,65
Quảng Trị đến Quảng Ngãi	212,12	1.858,2	556	424	199,58	1.748,3	47,04
Bình Định đến Ninh Thuận	219,33	1.921,3	556	439	205,12	1.796,9	46,76
Bình Thuận đến Cà Mau	348,12	3.049,5	601	696	348,11	3.049,5	50,00
Cà Mau đến Kiên Giang	59,00	516,8	313	118	45,99	402,8	38,97

Trong đó: Cột lắp máy chỉ tính công suất lắp máy những tổ thủy điện chạy bằng nước áp lực cao. Cột cuối cùng là hệ số sử dụng công suất lắp máy.

Nên lưu ý là không nên dùng phao cao hơn nữa vì tuy nó cho sản lượng điện nhiều hơn, nhưng sẽ phải có thêm nhiều tổ thủy điện chạy với nước có áp suất thấp và giá thành phát điện sẽ tăng cao. Nếu ta dùng máy bơm piston tác dụng đơn, nước được hút vào bơm khi piston lui. Bơm chỉ cao hơn mực nước biển khoảng 7,5 m, năng lượng cho việc hút nước rất

ít, nên nó sẽ tập trung chủ yếu cho việc bơm nước. Như vậy lượng nước được bơm ra sẽ giảm đi nhưng áp lực nước được bơm ra sẽ lớn hơn. Lượng nước của từng bơm nước sẽ gián đoạn, nhưng 8.953 bơm đặt rải ra trên chiều dài khoảng 15 km và các ống dẫn nước nhập vào đường dẫn nước ở những vị trí rất khác nhau nên tổng lượng nước sẽ ít biến động. Vấn đề đặt ra là nếu ta dùng bơm piston tác dụng đơn và tốc độ piston gấp đôi so với tốc độ đã có trong các biểu đã tính toán thì khả năng phát điện có bị giảm đi hay không? Theo tôi nghĩ thì 2 kết quả đó là như nhau vì nguồn năng lượng cho chúng là như nhau.

Nếu suy nghĩ đó là đúng thì hiệu quả kinh tế của việc dùng bơm piston tác dụng đơn sẽ lớn hơn vì bơm piston tác dụng đơn đơn giản hơn bơm piston tác dụng kép, vốn đầu tư sẽ ít hơn và chênh lệch về vốn đầu tư của 8.953 đầu bơm sẽ rất lớn.

2.2.4. Có thể tận dụng được các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp để chạy cùng với các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất cao hay không?

Trong nhà máy điện của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển có những tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất cao và một số tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp. Trong các tính toán đã nêu trên tôi chỉ tính mức ngập sâu thêm hoặc nông thêm so với mức ngập trung bình của phao khi chạy các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất cao bằng với mức ngập để có sản lượng điện lớn nhất khi chỉ có 1 loại tổ thủy điện. Còn các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp chỉ là tính thêm để tận dụng khi sóng nhỏ nhằm tăng thêm sản lượng điện. Như vậy các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp không nhiều. Nhưng khi có sóng biển rất lớn, tất cả các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất cao đã chạy hết công suất mà vẫn còn thừa nước và áp lực nước vẫn tiếp tục tăng lên, phải mở cửa xả để tiêu bớt nước thừa và giảm bớt áp lực nước. Trong khi đó thì tuy không nhiều nhưng các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp lại không được sử dụng đến.

Khi xảy ra hiện tượng đó các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất cao thường phải chạy với cột áp gần mức tối đa. Vì vậy ta cũng nên so sánh thử $\frac{1}{2}$ của cột áp cao nhất và $\frac{1}{2}$ của cột áp trung bình của các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất cao với cột áp cao nhất và cột áp thấp nhất của các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp đã tính được trên từng vùng biển xem sao? Kết quả tính toán như trong biểu sau:

Thử so sánh $\frac{1}{2}$ của mức cao nhất và trung bình nước có áp suất cao với mức cao nhất và thấp nhất nước có áp suất thấp trong 2 loại tổ thủy điện

Đơn vị tính: m

Vùng biển	Tổ thủy điện chạy bằng nước có					1/2 của mức cao nhất và	
	Áp suất cao			Áp suất thấp		trung bình trong áp suất cao	
	Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình	Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình	Cao nhất
Nam Hải Phòng đến Ninh Bình	263	394	328,5	153	229	164,25	197,0
Thanh Hóa đến Nghệ An	265	397	331,0	136	205	165,50	198,5
Hà Tĩnh đến Quảng Bình	265	397	331,0	136	205	165,50	198,5
Quảng Trị đến Quảng Ngãi	263	395	329,0	133	200	164,50	197,5
Bình Định đến Ninh Thuận	263	395	329,0	156	233	164,50	197,5
Bình Thuận đến Cà Mau	265	397	331,0	164	246	165,50	198,5
Cà Mau đến Kiên Giang	263	394	328,5	122	183	164,25	197,0

Nhìn vào biểu này ta thấy trừ vùng biển Cà Mau đến Kiên Giang, tất cả các vùng biển khác, số liệu trong 2 cột cuối cùng đều nằm trong giới hạn của cột áp thấp nhất và cao nhất của các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp.

Vậy trên những vùng biển này thay cho việc mở cửa xả nước, ta có thể cho nước chảy vào tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp thứ 1, rồi nước đó lại chảy tiếp vào tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp thứ 2 được hay không?

Để làm việc đó, tổ thứ 1 phải có lối thoát nước sang tổ thứ 2. Khi sóng nhỏ phải chạy các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp thì các lối thoát nước đó đều phải đóng lại. Khi sóng lớn muốn chạy 2 tổ đó nối tiếp nhau thì cửa ra của tổ thứ 1 phải đóng lại để dồn toàn bộ nước theo lối thoát nước sang tổ thứ 2. Khi đó cửa nhận trực tiếp nước của tổ thứ 2 cũng phải đóng lại để chỉ nhận nước thoát ra từ tổ thứ 1.

Nếu làm được việc đó thì ta có thể giảm bớt tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất cao, vốn đầu tư sẽ được giảm bớt. Không biết cách làm như vậy có được hay không? Kính mong các chuyên gia về thủy điện và mọi người giúp đỡ.

7 vùng biển trong biểu này, tuy có tới 6 vùng biển có số liệu trong 2 cột cuối cùng đều nằm trong giới hạn của cột áp thấp nhất và cao nhất của các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp. Nhưng tôi thấy có 3 vùng biển là Nam Hải Phòng đến Ninh Bình, Bình Định đến Ninh Thuận và Bình Thuận đến Cà Mau có số liệu trong 2 cột cuối cùng nằm gần với giới hạn của cột áp thấp nhất của các tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất thấp. Điều đó chưa hay lắm, vì vậy ta nên tìm cách khắc phục hiện tượng này.

Trên đây ta đã dùng 2 tổ thủy điện giống hệt nhau đặt nối tiếp với nhau. Vì vậy ta cũng có thể nghĩ đến việc thay tổ thủy điện thứ 2 bằng tổ thủy điện có cùng lượng nước tiêu thụ nhưng có cột áp thấp hơn sao cho tổng các cột áp cao nhất và tổng các cột áp thấp nhất của 2 tổ thủy điện đặt nối tiếp với nhau đó gần với cột áp cao nhất và cột áp thấp nhất của tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất cao.

Điều này cũng có thể làm được đối với thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên vùng biển Cà Mau đến Kiên Giang. Khi đó nhà máy thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển sẽ có 3 loại tổ thủy điện: Khi sóng nhỏ dùng các tổ chạy bằng nước có áp suất thấp, khi sóng lớn hơn dùng các tổ chạy bằng nước có áp suất vừa, khi sóng rất lớn dùng các tổ chạy bằng nước có áp suất cao và các tổ chạy bằng nước có áp suất vừa và thấp đặt nối tiếp nhau.

Kết quả tính toán cho 4 vùng vừa nêu như trong biểu sau:

**Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng
của khoảng 1 km² sóng biển khi dùng 3 loại tổ máy phát điện trên 4 vùng biển
cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi dùng bơm piston đường kính 0,3 m**

Vùng biển	Đơn vị tính	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Cả năm	So sánh (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Vùng biển Nam Hải Phòng đến Ninh Bình dùng thủy điện với cột áp 263 - 394 m bình quân 342 m, 164 - 246 m bình quân 214 m và 98 - 146 m bình quân															
137 m, tốc độ piston bằng 0,51 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 409 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	224,52	168,86	196,09	179,16	181,72	210,49	216,68	121,07	143,11	186,74	200,98	224,81	188,06	100,37
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	167,04	113,47	145,89	129,00	135,20	151,55	161,21	90,08	103,04	138,93	144,71	167,26	1.647,4	100,37
Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận dùng thủy điện với cột áp 263 - 395 m bình quân 342 m, 168 - 251 m bình quân 218 m và 96 - 143 m bình quân															
134 m, tốc độ piston bằng 0,7 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 556 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	526,61	357,67	324,44	189,79	30,30	33,02	74,94	32,66	126,91	261,34	251,18	440,43	220,42	100,50
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	391,80	240,36	241,38	136,65	22,54	23,77	55,76	24,30	91,37	194,44	180,85	327,68	1.930,9	100,50
Vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau dùng thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m, 176 - 265 m bình quân 229 m và 88 - 132 m bình quân 123 m,															
tốc độ piston bằng 0,76 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 601 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	522,42	386,33	309,36	172,41	223,79	413,71	414,70	494,37	367,60	228,78	222,23	438,54	349,83	100,49
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	388,68	259,61	230,16	124,13	166,50	297,87	308,54	367,81	264,67	170,21	160,01	326,27	3.064,5	100,49
Vùng biển Cà Mau đến Kiên Giang dùng thủy điện với cột áp 263 - 394 m bình quân 342 m, 164 - 246 m bình quân 214 m và 98 - 146 m bình quân 137 m,															
tốc độ piston bằng 0,51 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 4 m lưu lượng nước khoảng 313 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	13,58		0,52	0,35	67,91	196,11	160,47	137,07	110,58	10,92	7,38	0,33	59,03	100,06
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	10,10		0,39	0,25	50,52	141,20	119,39	101,98	79,62	8,12	5,31	0,25	517,1	100,06

Cột cuối cùng là cột so sánh với kết quả tính được trong các biểu ở các mục 2.2.1 và 2.2.2. Qua đó ta thấy sản lượng điện tăng thêm không nhiều. Vì vậy cách làm này chủ yếu là để sử dụng được hết tất cả các tổ thủy điện khi có sóng rất lớn và giảm giá thành sản xuất điện.

Sau khi trừ phần phải mở cửa xả nước khi có sóng rất lớn, ta có kết quả tính toán như trong biểu sau:

**Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng của khoảng 1 km²
sóng biển khi dùng 3 loại tổ máy phát điện trên 4 vùng biển đã trừ việc phải mở cửa xả nước
cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi dùng bơm piston đường kính 0,3 m**

Vùng biển	Đơn vị tính	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Cả năm	So sánh (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Vùng biển Nam Hải Phòng đến Ninh Bình dùng thủy điện với cột áp 263 - 394 m bình quân 342 m, 164 - 246 m bình quân 214 m và 98 - 146 m bình quân															
137 m, tốc độ piston bằng 0,51 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 409 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	224,52	168,86	196,09	179,16	181,72	210,49	216,68	121,07	143,11	186,74	200,98	224,81	188,06	100,37
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	167,04	113,47	145,89	129,00	135,20	151,55	161,21	90,08	103,04	138,93	144,71	167,26	1.647,4	100,37
Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận dùng thủy điện với cột áp 263 - 395 m bình quân 342 m, 168 - 251 m bình quân 218 m và 96 - 143 m bình quân															
134 m, tốc độ piston bằng 0,7 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 556 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	428,62	344,15	324,44	189,79	30,30	33,02	74,94	32,66	126,91	261,34	251,18	385,53	206,40	100,62
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	318,89	231,27	241,38	136,65	22,54	23,77	55,76	24,30	91,37	194,44	180,85	286,83	1.808,1	100,62
Vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau dùng thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m, 176 - 265 m bình quân 229 m và 88 - 132 m bình quân 123 m,															
tốc độ piston bằng 0,76 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 601 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	522,42	386,33	309,36	172,41	223,79	413,71	414,70	494,37	367,60	228,78	222,23	438,54	349,83	100,49
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	388,68	259,61	230,16	124,13	166,50	297,87	308,54	367,81	264,67	170,21	160,01	326,27	3.064,5	100,49
Vùng biển Cà Mau đến Kiên Giang dùng thủy điện với cột áp 263 - 394 m bình quân 342 m, 164 - 246 m bình quân 214 m và 98 - 146 m bình quân 137 m,															
tốc độ piston bằng 0,51 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 4 m lưu lượng nước khoảng 313 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	13,58		0,52	0,35	67,91	118,07	118,07	112,81	99,57	10,92	7,38	0,33	46,05	100,15
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	10,10		0,39	0,25	50,52	85,01	87,84	83,93	71,69	8,12	5,31	0,25	403,4	100,15

Với cách làm này cột áp cao nhất và cột áp thấp nhất của các tổ thủy điện trên các vùng biển này như trong biểu sau:

Thử so sánh tổng của 2 mức nước có áp suất thấp và vừa với mức nước có áp suất cao khi dùng 3 loại tổ thủy điện

Đơn vị tính: m

Vùng biển	Tổ thủy điện chạy bằng nước có							
	Áp suất thấp		Áp suất vừa		Áp suất cao		Cộng thấp và vừa	
	Thấp nhất	Cao nhất	Thấp nhất	Cao nhất	Thấp nhất	Cao nhất	Thấp nhất	Cao nhất
Nam Hải Phòng đến Ninh Bình	98	146	164	246	263	394	262	392
Bình Định đến Ninh Thuận	96	143	168	251	263	395	264	394
Bình Thuận đến Cà Mau	88	132	176	265	265	397	264	397
Cà Mau đến Kiên Giang	98	146	164	246	263	394	262	392

Nhìn biểu này ta thấy tổng các cột áp cao nhất và tổng các cột áp thấp nhất của 2 loại tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất vừa và thấp đặt nối tiếp nhau khá gần với cột áp cao nhất và cột áp thấp nhất của tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất cao.

Không biết làm như vậy có sai sót gì hay không? Kính mong các chuyên gia về thủy điện và mọi người giúp đỡ.

Trong mục 2.2.3 tôi đã nói đến việc không nên dùng phao cao hơn nữa vì tuy nó cho sản lượng điện nhiều hơn, nhưng sẽ phải có thêm nhiều tổ thủy điện chạy với nước có áp suất thấp và giá thành phát điện sẽ tăng cao. Nay nếu có thể đặt nối tiếp 2 tổ thủy điện có cùng lượng nước tiêu thụ như nhau thì khi sóng lớn tất cả các tổ thủy điện đều có thể được sử dụng.

Vì vậy ta cũng nên tính thử cho 1 vùng biển khi dùng phao cao hơn nữa để xem sản lượng điện nhiều hơn đến mức nào và giá thành phát điện có khả năng rẻ hơn được hay không?

Tôi tính thử cho vùng biển có sóng biển lớn nhất là vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau khi dùng 3 loại tổ thủy điện với điều kiện là tổng các cột áp cao nhất và tổng các cột áp thấp nhất của 2 loại tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất vừa và thấp đặt nối tiếp nhau khá gần với cột áp cao nhất và cột áp thấp nhất của tổ thủy điện chạy bằng nước có áp suất cao.

Tại vùng biển này đã có kết quả tính toán khi sử dụng phao cao 2,6 m, tôi tính thêm cho phao cao 2,8 m, 3 m và tính phao khi có sản lượng điện lớn nhất là phao cao 4,2 m. Nếu phao cao hơn nữa thì sản lượng điện sẽ giảm đi. Kết quả tính toán 4 phương án đó như trong biểu sau:

Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng của khoảng 1 km² sóng biển vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau theo 4 phương án cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi dùng bơm piston đường kính 0,3 m

Vùng biển	Đơn vị tính	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Tháng	Cả năm	So sánh (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Dùng phao cao 2,6 m, lực nâng lên hạ xuống tối đa gần 36,8 tấn, thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m, 176 - 265 m bình quân 229 m và 88 - 132 m bình quân 123 m, tốc độ piston bằng 0,76 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 601 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	522,42	386,33	309,36	172,41	223,79	413,71	414,70	494,37	367,60	228,78	222,23	438,54	349,83	100,00
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	388,68	259,61	230,16	124,13	166,50	297,87	308,54	367,81	264,67	170,21	160,01	326,27	3.064,5	100,00
Dùng phao cao 2,8 m, lực nâng lên hạ xuống tối đa gần 39,6 tấn, thủy điện với cột áp 266 - 398 m bình quân 345 m, 163 - 245 m bình quân 212 m và 102 - 154 m bình quân 143 m, tốc độ piston bằng 0,82 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 646 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	547,16	395,68	318,43	173,50	225,88	424,53	426,67	514,48	375,73	230,39	226,58	453,86	359,76	107,69
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	407,08	265,90	236,92	124,92	168,06	305,66	317,44	382,77	270,53	171,41	163,13	337,68	3.151,5	107,49
Dùng phao cao 3 m, lực nâng lên hạ xuống tối đa hơn 42,4 tấn, thủy điện với cột áp 267 - 400 m bình quân 346 m, 171 - 257 m bình quân 223 m và 95 - 143 m bình quân 134 m, tốc độ piston bằng 0,88 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 690 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	568,83	402,92	323,92	172,76	223,02	430,16	435,41	529,54	378,15	228,79	227,28	465,83	365,94	115,38
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	423,21	270,76	241,00	124,39	165,92	309,72	323,94	393,98	272,27	170,22	163,64	346,58	3.205,6	114,81
Dùng phao cao 4,2 m, lực nâng lên hạ xuống tối đa gần 59,4 tấn, thủy điện với cột áp 266 - 399 m bình quân 346 m, 173 - 259 m bình quân 225 m và 94 - 141 m bình quân 131 m, tốc độ piston bằng 1,26, tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 953 m ³ /s															
- Công suất phát điện	MW	641,97	413,43	338,19	168,45	222,24	432,78	456,50	553,90	380,17	228,59	234,62	494,88	381,04	161,53
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	477,62	277,82	251,61	121,29	165,34	311,60	339,63	412,10	273,72	170,07	168,93	368,19	3.337,9	158,57

Cột so sánh để so sánh với phương án phao cao 2,6 m. Dòng đầu tiên so sánh lực nâng lên hạ xuống tối đa, dòng thứ hai so sánh lưu lượng nước, dòng thứ ba và thứ tư so sánh sản lượng điện.

Nhìn vào cột so sánh đó ta thấy khi tăng độ cao của phao, sản lượng điện tăng lên không nhiều và việc tăng đó có xu hướng ngày càng giảm dần. Trong khi đó thì lực nâng lên hạ xuống tối đa và lưu lượng nước cứ tiếp tục tăng cao đòi hỏi vốn đầu tư tăng lên nhiều và giá thành sản xuất điện sẽ tăng cao.

2.3. Lưu lượng nước trong đường dẫn nước của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển:

Khi sử dụng khoảng 1 km² sóng biển, đường dẫn nước dài khoảng 15 km cộng thêm với đoạn đường dẫn để đưa nước về nhà máy dài khoảng 1 km nữa thành 16 km. Tuy đoạn đầu của đường dẫn nước rất nhỏ, nhưng sau to dần lên, nên lượng bê tông cốt thép để làm đường dẫn nước sẽ rất lớn. Vì vậy ta cần phải xem lưu lượng nước đó là bao nhiêu và thay đổi thế nào khi độ cao của sóng thay đổi.

Trong phần 2.1. khi tốc độ của piston bằng tốc độ nâng hạ của phao thì lưu lượng nước của bơm là $(h-2ky^2/h)[d^2/2T]$. Tính thêm e là hiệu suất lưu lượng của bơm thì lưu lượng nước của bơm là $(h-2ky^2/h)e[d^2/2T]$. Nếu tốc độ của piston bằng p lần tốc độ nâng hạ của phao thì lưu lượng nước của bơm là $p(h-2ky^2/h)e[d^2/2T]$. Như vậy lưu lượng đó phụ thuộc vào nhiều yếu tố: p, h, y, e, d và T.

Độ cao bình quân của sóng trên các vùng biển gần bờ ở nước ta đều thấp dưới 2 m, rất ít khi sóng cao trên 4 m và trong 777 bản tin dự báo sóng biển của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương đã thu thập được, sóng cao nhất chỉ có 2 bản tin có sóng cao từ 4 m đến 6 m trên vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau.

Khi sóng cao 6 m ta gọi khoảng nâng hạ của phao hình trụ tròn đường kính 6 m là H và chu kỳ của sóng là C sẽ có lưu lượng nước của bơm là $p(H-2ky^2/H)e^{-\pi d^2/2C}$. Tỷ số giữa lưu lượng nước bơm khi sóng bình thường và khi sóng cao 6 m là: $(p(h-2ky^2/h)e^{-\pi d^2/2T})/(p(H-2ky^2/H)e^{-\pi d^2/2C}) = (C(h-2ky^2/h))/(T(H-2ky^2/H))$. Chu kỳ sóng và khoảng nâng hạ của phao phụ thuộc vào độ cao của sóng nên nhìn tỷ số này ta thấy nó chỉ còn phụ thuộc vào độ cao của sóng và mức độ phao ngập sâu thêm hoặc ngập nông hơn mức ngập trung bình mà thôi. Vì vậy ta có thể tính được tỷ lệ lưu lượng nước theo từng độ cao của sóng so với lưu lượng nước khi sóng cao 6 m như trong biểu sau:

Tỷ lệ lượng nước bơm được theo từng độ cao của sóng so với lượng nước bơm được khi sóng cao 6 m

Đơn vị tính:%

y (m)	Độ cao sóng biển (m)																					
	10,0	8,0	6,0	5,6	5,3	5,0	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7
0,1	129,6	116,7	100	95,94	92,92	89,56	87,37	85,12	82,79	80,16	77,67	74,88	72,22	70,85	69,46	67,82	66,38	64,91	63,42	61,69	60,14	58,56
0,2	129,6	116,8	100	95,93	92,90	89,54	87,35	85,09	82,75	80,12	77,62	74,82	72,15	70,78	69,38	67,74	66,30	64,82	63,32	61,58	60,02	58,44
0,3	129,7	116,8	100	95,92	92,88	89,50	87,31	85,04	82,69	80,05	77,54	74,73	72,04	70,66	69,26	67,61	66,15	64,67	63,15	61,40	59,84	58,23
0,4	129,8	116,9	100	95,90	92,85	89,45	87,25	84,96	82,60	79,95	77,42	74,59	71,89	70,49	69,08	67,42	65,95	64,45	62,92	61,16	59,57	57,95
0,5	129,9	117,0	100	95,88	92,81	89,39	87,17	84,87	82,49	79,82	77,27	74,42	71,69	70,28	68,85	67,17	65,68	64,17	62,62	60,84	59,23	57,59
0,6	130,1	117,0	100	95,85	92,76	89,32	87,08	84,76	82,36	79,66	77,09	74,20	71,44	70,02	68,57	66,87	65,36	63,82	62,26	60,44	58,81	57,14
0,7	130,2	117,2	100	95,82	92,70	89,23	86,97	84,62	82,20	79,47	76,87	73,95	71,15	69,70	68,23	66,51	64,98	63,42	61,82	59,98	58,31	56,61
0,8	130,5	117,3	100	95,78	92,63	89,12	86,84	84,47	82,01	79,25	76,61	73,65	70,81	69,34	67,85	66,09	64,54	62,94	61,32	59,44	57,74	56,00
0,9	130,7	117,4	100	95,74	92,56	89,01	86,69	84,29	81,80	79,00	76,32	73,31	70,42	68,93	67,41	65,62	64,03	62,41	60,74	58,82	57,08	55,30
1,0	131,0	117,6	100	95,69	92,47	88,87	86,52	84,09	81,56	78,72	76,00	72,94	69,99	68,47	66,91	65,09	63,46	61,80	60,10	58,13	56,34	54,51
1,1	131,3	117,8	100	95,64	92,37	88,72	86,34	83,87	81,30	78,41	75,63	72,51	69,51	67,95	66,36	64,50	62,83	61,13	59,38	57,36	55,52	53,63
1,2	131,6	118,0	100	95,58	92,26	88,56	86,14	83,62	81,01	78,06	75,23	72,05	68,97	67,38	65,75	63,84	62,14	60,38	58,59	56,51	54,61	52,66
1,3	132,0	118,2	100	95,52	92,15	88,38	85,92	83,35	80,69	77,68	74,79	71,54	68,39	66,76	65,08	63,13	61,37	59,57	57,72	55,58	53,62	51,60
1,4	132,4	118,5	100	95,44	92,02	88,19	85,67	83,06	80,34	77,27	74,31	70,98	67,75	66,08	64,36	62,35	60,54	58,68	56,77	54,56	52,54	50,45
1,5	132,8	118,7	100	95,37	91,88	87,98	85,41	82,74	79,96	76,82	73,80	70,38	67,06	65,34	63,57	61,50	59,64	57,72	55,74	53,46	51,36	49,20

y (m)	Độ cao sóng biển (m)																					
	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
0,1	56,73	55,09	53,82	53,41	52,97	52,51	51,74	50,91	49,67	47,86	45,66	43,70	41,33	38,87	35,99	33,36	30,45	26,88	22,81	17,90	11,60	5,95
0,2	56,60	54,96	53,67	53,24	52,79	52,30	51,51	50,65	49,38	47,54	45,29	43,29	40,87	38,35	35,38	32,66	29,60	25,81	21,37	15,85	8,12	
0,3	56,39	54,72	53,42	52,96	52,48	51,96	51,12	50,22	48,88	46,99	44,68	42,61	40,10	37,48	34,38	31,50	28,19	24,01	18,99	12,42	2,32	
0,4	56,08	54,40	53,06	52,57	52,05	51,48	50,58	49,60	48,19	46,23	43,83	41,66	39,03	36,26	32,96	29,87	26,21	21,49	15,63	7,62		
0,5	55,69	53,98	52,61	52,07	51,49	50,85	49,88	48,82	47,31	45,25	42,73	40,43	37,64	34,68	31,14	27,76	23,66	18,24	11,31	1,42		
0,6	55,21	53,47	52,05	51,46	50,81	50,09	49,03	47,85	46,22	44,04	41,38	38,93	35,94	32,75	28,91	25,18	20,53	14,25	6,01			
0,7	54,64	52,86	51,39	50,73	50,00	49,19	48,01	46,70	44,92	42,61	39,78	37,15	33,93	30,46	26,26	22,12	16,82	9,53				
0,8	53,99	52,16	50,63	49,88	49,06	48,14	46,83	45,37	43,42	40,95	37,92	35,08	31,59	27,80	23,18	18,57	12,52	4,05				
0,9	53,23	51,36	49,76	48,91	47,98	46,95	45,49	43,85	41,71	39,06	35,81	32,72	28,92	24,77	19,68	14,53	7,62					
1,0	52,39	50,45	48,78	47,83	46,78	45,61	43,98	42,15	39,79	36,93	33,43	30,07	25,93	21,36	15,74	9,98	2,11					
1,1	51,45	49,45	47,69	46,62	45,44	44,11	42,30	40,25	37,65	34,57	30,78	27,12	22,60	17,57	11,36	4,92						
1,2	50,41	48,34	46,48	45,29	43,96	42,47	40,45	38,16	35,29	31,96	27,86	23,86	18,92	13,39	6,53							
1,3	49,27	47,13	45,16	43,83	42,34	40,66	38,42	35,86	32,70	29,10	24,66	20,29	14,89	8,81	1,23							
1,4	48,03	45,80	43,73	42,23	40,57	38,69	36,21	33,36	29,88	25,98	21,17	16,40	10,49	3,82								
1,5	46,69	44,37	42,17	40,51	38,65	36,56	33,81	30,65	26,83	22,60	17,39	12,19	5,73									

Muốn tính lưu lượng nước ở cuối đường dẫn nước khi sóng cao đến một mức nào đó, ta chỉ việc tra bảng rồi nhân với lưu lượng nước bơm được khi sóng cao 6 m. Trong trường hợp bình thường, sóng cao dưới 2 m, lưu lượng nước bơm được chỉ dưới 50% lưu lượng

nước bơm được khi sóng cao 6 m. Trong trường hợp có bão rất lớn, sóng cao đến 8 m, 10 m hoặc cao hơn nữa, lưu lượng nước tăng lên thì nước sẽ chảy trong đường dẫn nước nhanh hơn, cửa xả sẽ được mở để thoát số nước thừa đó và giữ cho áp lực nước khi đến tuabin thủy điện không cao hơn mức áp lực tối đa để chạy tuabin thủy điện.

(hết phần II)

...