

# Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển

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

Lê Vĩnh Cẩn

## Phần III

....

### 3. Giải quyết các hạn chế trong thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển:

Trong thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển, bơm nước không thể hút được nước biển thấp hơn 10 m. Vì vậy khung đỡ chỉ cao khoảng 10 m, tầng liên kết dưới cao khoảng 7 m và bơm nước phải gắn vào tầng liên kết dưới. Độ cao bình quân sóng trên các vùng biển ven bờ của nước ta chỉ dưới 2 m, có nơi còn dưới 1 m. Khi sóng biển bình thường, trụ bê tông giữa phao không chạm vào tầng liên kết dưới. Nhưng khi thủy triều đang dâng cao và sóng biển rất lớn thì khả năng trụ bê tông đứng giữa phao chạm vào tầng liên kết dưới rồi dừng lại cho đến khi sóng xuống phao xuống theo rất dễ xảy ra. Sóng biển nâng phao lên và năng lượng đó đã được dùng để chạy máy bơm nước nên lực ép của phao vào tầng liên kết dưới đã bị giảm đi rất nhiều. Khi có sóng biển rất lớn, thậm chí có thể là sóng biển cao trên 10 m, thì lực ép đó cũng chỉ bằng lực nâng lên của phao khi bị chìm hoàn toàn trong nước biển mà thôi. Do ta đổ thêm nước vào cho phao nửa nổi, nửa chìm nên lực nâng lên tối đa của phao hình trụ tròn đường kính 6 m như sau: Khi phao cao 1,8 m là 25,5 tấn, khi phao cao 2 m là 28,3 tấn, khi phao cao 2,2 m là 31,1 tấn, khi phao cao 2,4 m là 33,9 tấn, khi phao cao 2,6 m là 36,8 tấn. Để giảm xung lực khi trụ bê tông đứng giữa phao chạm vào tầng liên kết dưới, ngay chỗ tiếp giáp đó cần có 1 tầng dày co giãn tốt như cao su hoặc lò xo lớn gắn vào thanh thép chịu lực lớn của tầng liên kết dưới. Khi phao hoạt động bất thường như vậy cũng làm cho lượng nước được bơm ra giảm đi, ảnh hưởng đến việc sản xuất điện. Nên ta cần xét kỹ vấn đề này và tìm mọi cách để khắc phục. Rất may là tôi đã tính được khoảng nâng hạ của phao cho từng mức phao ngập sâu thêm hoặc nông hơn so với mức trung bình cho từng độ cao của sóng biển nên có thể tính được mặt trên của phao sẽ lên cao nhất so với mực nước biển trung bình là bao nhiêu. Cụ thể là nó sẽ bằng nửa của tổng khoảng nâng hạ của phao và chiều cao phao. Kết quả như trong biểu sau:

**Mặt phao trên đỉnh sóng cao hơn mực nước biển theo từng độ cao của sóng trong thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển**

Đơn vị tính: m

Chiều cao sóng		10,0	8,0	6,0	5,5	5,0	4,6	4,3	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0
Phao cao 1,8 m	Nâng hạ	9,92	7,90	5,87	5,36	4,84	4,44	4,12	3,82	3,60	3,40	3,20	2,98	2,77
	Mặt phao	5,86	4,85	3,84	3,58	3,32	3,12	2,96	2,81	2,70	2,60	2,50	2,39	2,29
Phao cao 2 m	Nâng hạ	9,91	7,89	5,85	5,34	4,82	4,41	4,10	3,79	3,57	3,37	3,16	2,94	2,74
	Mặt phao	5,95	4,95	3,93	3,67	3,41	3,21	3,05	2,90	2,79	2,68	2,58	2,47	2,37
Phao cao 2,2 m	Nâng hạ	9,90	7,87	5,83	5,31	4,79	4,39	4,07	3,76	3,54	3,33	3,13	2,90	2,69
	Mặt phao	6,05	5,04	4,02	3,76	3,50	3,29	3,13	2,98	2,87	2,77	2,66	2,55	2,45
Phao cao 2,4 m	Nâng hạ	9,88	7,86	5,81	5,29	4,77	4,36	4,03	3,72	3,50	3,29	3,08	2,86	2,65
	Mặt phao	6,14	5,13	4,10	3,84	3,58	3,38	3,22	3,06	2,95	2,85	2,74	2,63	2,52
Phao cao 2,6 m	Nâng hạ	9,87	7,84	5,78	5,26	4,74	4,32	4,00	3,69	3,46	3,25	3,04	2,81	2,60
	Mặt phao	6,23	5,22	4,19	3,93	3,67	3,46	3,30	3,14	3,03	2,93	2,82	2,71	2,60

Nhìn vào số liệu trong biểu này ta thấy nếu tầng liên kết dưới cao 7 m và trụ bê tông đứng giữa phao cao 3 m và muốn trụ bê tông đứng giữa phao không chạm vào tầng liên kết dưới thì phạm vi phao hoạt động bình thường trên từng vùng biển như sau:

- Vùng biển Cà Mau đến Kiên Giang và vùng biển Nam Hải Phòng đến Ninh Bình dùng phao cao 1,8 m phao hoạt động bình thường khi sóng cao 6,3 m trở xuống.
- Vùng biển Thanh Hóa đến Quảng Bình dùng phao cao 2 m phao hoạt động bình thường khi sóng cao 6,1 m trở xuống.
- Vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi và vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận dùng phao cao 2,4 m phao hoạt động bình thường khi sóng cao 5,8 m trở xuống.
- Vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau dùng phao cao 2,6 m phao hoạt động bình thường khi sóng cao 5,6 m trở xuống.

Khi thủy triều lên cao, phạm vi phao hoạt động bình thường trên các vùng biển này sẽ giảm đi rất nhiều. Vừa qua tôi đã sưu tầm được Bảng dự tính Thủy triều năm 2014 của Viện Kỹ thuật biển, trong đó có tính độ cao mực nước biển đến từng giờ trong ngày, mực nước biển cao nhất và thấp nhất trong ngày. Từ đó tôi có thể tìm ra được mực nước biển cao nhất và thấp nhất trong năm 2014, tính mức chênh lệch đó và tính những ngày có nước ròng thấp hơn mức bình quân trong năm. Loại bỏ những nơi không ở ven biển, ta có kết quả tính toán như trong biểu sau:

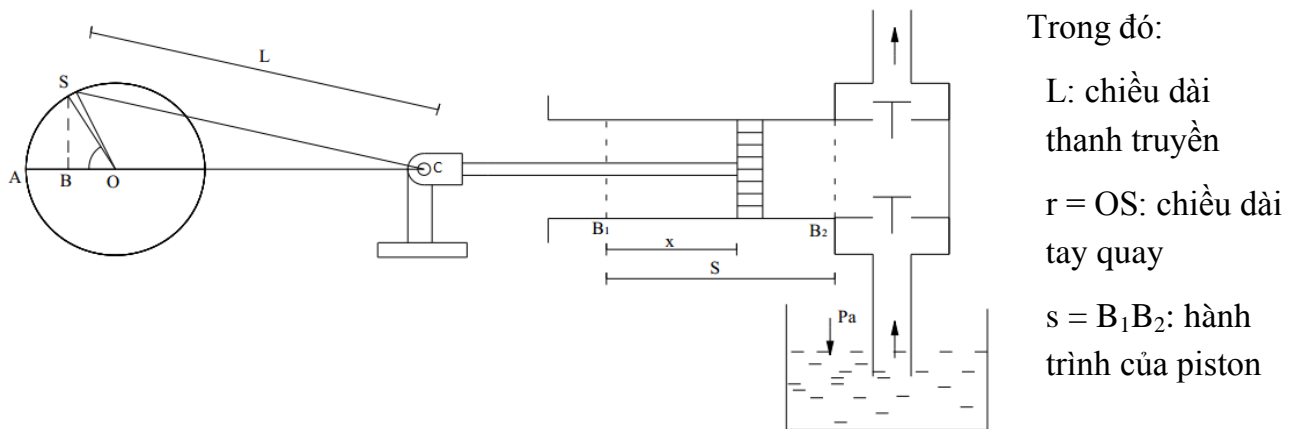
**Dự kiến chênh lệch thủy triều cao nhất và thấp nhất trong năm 2014  
và những ngày có nước ròng thấp hơn so với mức bình quân trong năm**

Khu vực biển	Tỉnh/Thành phố	Chênh lệch	Những ngày có nước ròng so với mức bình quân thấp hơn							
			0 cm	50 cm	75 cm	100 cm	125 cm	150 cm	175 cm	200 cm
Thị xã Đồ Sơn	Hải Phòng	339	358	301	254	200	124	30	0	0
Thành phố Quy Nhơn	Bình Định	195	350	161	45	0	0	0	0	0
Thành phố Nha Trang	Khánh Hòa	192	347	145	37	0	0	0	0	0
Thành phố Vũng Tàu	Bà Rịa - Vũng Tàu	394	264	200	157	110	66	31	9	0
Cửa sông Cửa Tiểu	Tiền Giang	368	317	235	203	157	108	46	4	0
Cửa sông Cửa Đại	Bến Tre	361	310	234	200	160	100	28	1	0
Cửa sông Hàm Luông	Bến Tre	371	315	236	210	168	117	48	4	0
Cửa sông Định An - Trần Đề	Sóc Trăng	433	330	261	231	197	152	92	29	4
Cửa Sông Mỹ Thanh	Sóc Trăng	410	332	254	222	182	127	47	11	1
Cửa sông Gành Hào	Bạc Liêu	432	337	259	231	202	155	116	59	11
Cửa sông Ông Đốc	Cà Mau	110	352	43	0	0	0	0	0	0
Cửa sông Cái Lớn	Kiên Giang	111	363	17	0	0	0	0	0	0
Thành phố Rạch Giá	Kiên Giang	119	354	28	0	0	0	0	0	0
Thị xã Hà Tiên	Kiên Giang	122	351	16	0	0	0	0	0	0
Đảo Phú Quốc	Kiên Giang	122	255	12	0	0	0	0	0	0
Huyện đảo Trường Sa	Khánh Hòa	209	323	135	38	3	0	0	0	0
Có lúc bơm piston không hút được nước khi sóng cao hơn:			5 m	4 m	3,5 m	3 m	2,5 m	2 m	1,5 m	1 m

Nhìn vào biểu này ta thấy trừ vùng các cửa sông ở Sóc Trăng và Bạc Liêu có mức chênh lệch giữa mực nước biển cao nhất và thấp nhất trong năm 2014 lớn hơn 400 cm, các nơi khác mức chênh lệch này đều dưới 400 cm tức là có mức chênh lệch của thủy triều khi lên cao nhất hoặc xuống thấp nhất trong năm so với mức nước biển trung bình đều nhỏ hơn 2 m.

Sau này khi mực nước biển dâng cao lên thì phạm vi phao hoạt động bình thường lại càng giảm đi nhiều hơn. Vì vậy ta phải tìm cách để mở rộng phạm vi phao hoạt động bình thường trong thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển.

Sơ đồ về quá trình chuyển động của piston trong bơm nước chạy bằng piston tác dụng đơn như trong hình vẽ sau:



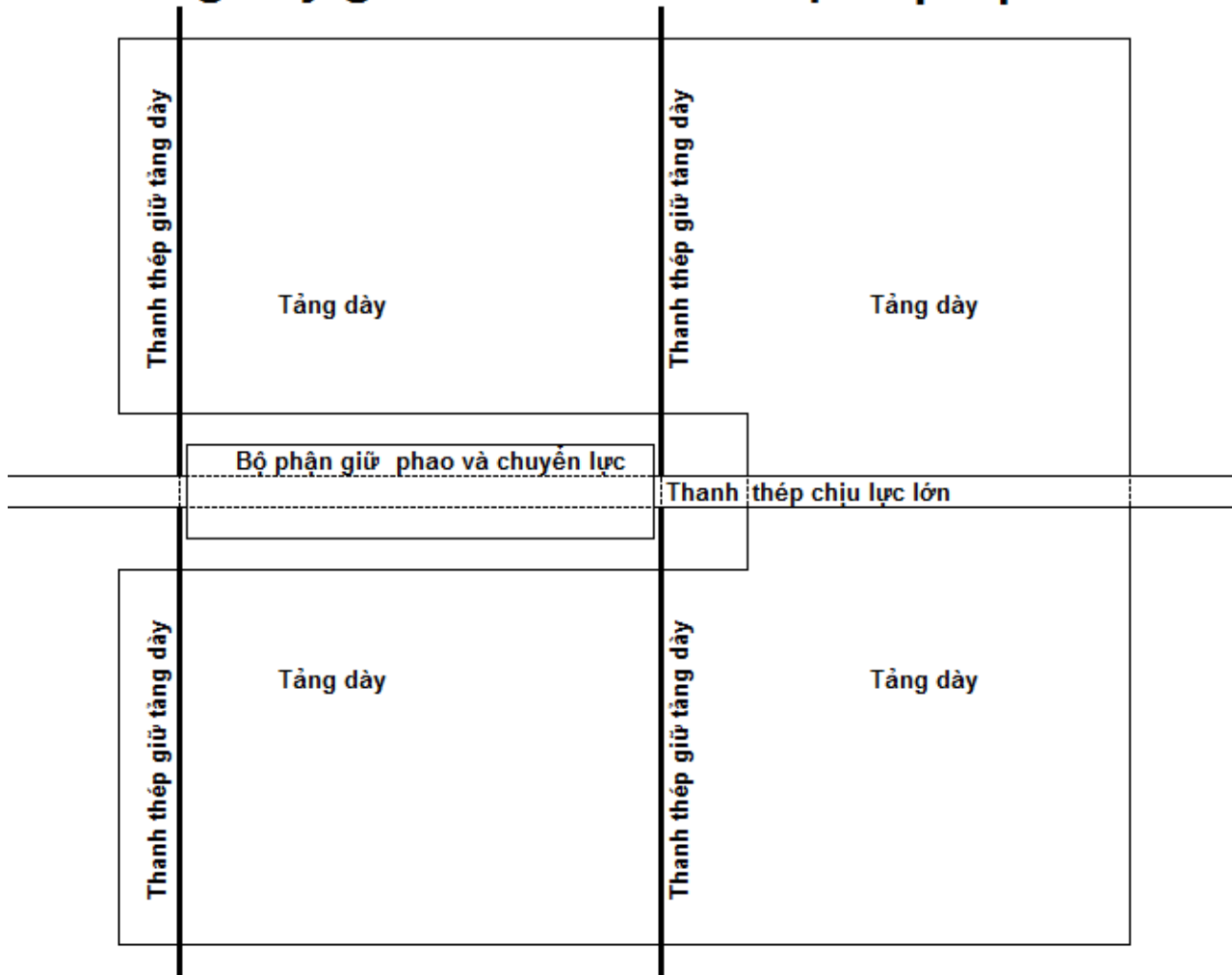
Ta thấy tay quay quay được 1 vòng thì piston di chuyển được quãng đường là  $2s = 4r$ . Thanh truyền càng dài hơn tay quay thì góc SCO càng nhỏ, càng thuận lợi cho việc di chuyển của piston. Bơm nước có thể gắn ngay vào thanh thép chịu lực lớn. Nếu bơm nước quá dài, có thể gắn sang cả thanh thép chịu lực lớn bên cạnh.

Trụ bê tông đứng giữa phao cần cao là để cho nước biển không làm ướt phần dưới của thanh thép có răng vì nước biển có độ ăn mòn rất cao. Nếu ta giảm độ cao của trụ bê tông đứng giữa phao xuống còn 1,5 m, thì cũng rất ít khi nước biển làm ướt phần dưới của thanh thép có răng. Thời gian bị nước biển làm ướt không nhiều, sau đó nắng và gió sẽ làm cho nước biển khô đi, muối biển đọng lại cũng bị thanh thép rung do chuyển động làm tung ra và gió hoặc mưa sẽ cuốn nó đi. Vì vậy cũng ít ảnh hưởng đến tuổi thọ của thanh thép có răng.

Nhưng ta phải tính đến thủy triều và mực nước biển sẽ ngày càng cao thêm vì vậy nên giảm độ cao của trụ bê tông đứng giữa phao xuống chỉ còn khoảng 0,5 m. Khi đó thanh thép có răng sẽ phải cao trên 12,5 m. Như vậy phạm vi phao hoạt động bình thường sẽ được tăng thêm rất nhiều. Nếu thanh thép có răng được thay thế bằng thanh composite có răng có tính năng tương đương hoặc tốt hơn mà chi phí không quá cao thì rất nên làm.

Bánh răng nhận lực tiếp xúc với thanh răng và líp lớn có thể xuống tới phía dưới thanh thép chịu lực lớn của khung chịu lực, để khắc phục tình trạng này ta phải gắn nó vào thanh thép cao hơn. Nhưng nếu có được thanh composite có răng thì ta có thể giảm độ cao của trụ bê tông đứng giữa phao xuống tới mức tối thiểu và gắn tầng dày khoảng 0,5 m vào dưới thanh thép chịu lực lớn như trong hình vẽ nhìn từ trên xuống sau:

## Tầng dày gắn dưới thanh thép chịu lực lớn



Tầng dày này nên làm bằng vật liệu có khả năng co giãn như cao su, nhưng chịu được mưa nắng lâu dài. Ngoài ra còn có tay quay và thanh truyền của bơm nước chạy bằng piston chạy đi, chạy lại nên tôi chỉ để chừa khe hở và không vẽ vào đây. Nhờ tầng dày này mà:

- Bánh răng nhận lực và líp lớn có thể gắn ngay vào thanh thép chịu lực lớn.
- Có thể giảm được xung lực va chạm do mặt trên của phao chạm vào tầng dày này trên diện tích rộng và êm khi có sóng biển rất lớn. Mặt dưới của tầng này nên hơi sấp để khi mặt trên của phao chạm vào sẽ êm hơn.

Như vậy tầng này sẽ thay thế cho trụ bê tông đứng giữa phao cao 0,5 m và khi đó thanh composite có răng sẽ phải cao trên 13 m.

Khi mực nước biển đã dâng lên cao thêm 1 m và thủy triều cao hơn mức bình thường 2 m thì phao hình trụ tròn đường kính 6 m, cao 2 m và có gắn tầng dày khoảng 0,5 m vào thanh thép chịu lực lớn sẽ hoạt động bình thường khi sóng cao khoảng 5,1 m trở xuống. Như vậy sẽ rất an toàn vì trên các vùng biển gần bờ của nước ta rất ít khi có sóng biển cao trên 4 m.

Nhưng ta cũng phải tính đến khi thủy triều xuống sẽ ra sao? Tầng liên kết dưới cao hơn mực nước biển 7 m, bơm nước gắn trên tầng liên kết này nên phải cao hơn và tôi tạm

tính là 7,5 m. Khi thủy triều xuống thấp và đáy sóng thấp hơn mực nước biển trung bình trên 2,5 m thì bơm nước không thể hút được nước lên, nhưng nếu lúc đó bơm đang bơm nước thì cũng không sao. Như vậy khi sóng bình thường và chênh lệch thủy triều nhỏ thì không sao, nhưng khi sóng lớn và chênh lệch thủy triều lớn thì lượng nước được bơm ra và lượng điện được phát ra sẽ bị giảm đi. Lượng điện được phát ra sẽ bị giảm đi vào những khi có sóng lớn nên sản lượng điện phát ra hàng tháng sẽ chênh lệch nhau ít hơn. Dựa vào mức chênh lệch giữa mực nước biển cao nhất và thấp nhất trong năm 2014 ở một số nơi đã nêu trên và độ cao sóng biển trên từng vùng biển tôi dự kiến tạm giảm sản lượng của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên từng vùng biển như sau:

– Vùng biển từ Nam Hải Phòng đến Ninh Thuận: Rất tiếc là trong Bảng dự tính Thủy triều năm 2014 không có số liệu nào về thủy triều từ Thái Bình đến Quảng Ngãi, nên phải căn cứ vào số liệu dự kiến về thủy triều năm 2014 ở Đồ Sơn, Quy Nhơn và Nha Trang. Dự kiến mức chênh lệch giữa mực nước biển cao nhất và thấp nhất trong năm 2014 ở Đồ Sơn là 339 cm, Quy Nhơn là 195 cm, Nha Trang là 192 cm, nên tôi tạm coi mức chênh lệch đó giảm dần từ Đồ Sơn đến Nha Trang. Nhưng từ vùng biển Bắc Vịnh Bắc Bộ đến vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận độ cao sóng biển lại tăng dần. Nên tôi tạm giảm sản lượng của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên vùng biển này là 5%.

– Vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau: Đây là vùng biển có mức chênh lệch giữa mực nước biển cao nhất và thấp nhất là nhiều nhất và độ cao sóng biển cũng cao nhất. Nhưng dự kiến trong năm 2014, tại Vũng Tàu chỉ 66 ngày có mực nước thủy triều thấp nhất thấp hơn mực nước biển trung bình trên 1,25 m, chỉ khi nào gặp sóng lớn trên 2,5 m thì mới có lúc không hút được nước lên. Những ngày có cả 2 điều kiện trên không nhiều và cũng không ảnh hưởng quá nhiều đến sản lượng điện. Vùng biển Thành phố Hồ Chí Minh đến Cà Mau số ngày có mực nước thủy triều thấp nhất thấp hơn mực nước biển trung bình trên 1,25 m nhiều hơn. Nên tôi tạm giảm sản lượng của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên vùng biển Bình Thuận đến Bà Rịa - Vũng Tàu là 10% và vùng biển Thành phố Hồ Chí Minh đến Cà Mau là 15%.

– Vùng biển Cà Mau đến Kiên Giang: Đây là vùng biển có mức chênh lệch giữa mực nước biển cao nhất và thấp nhất là ít nhất và độ cao sóng biển cũng thấp nhất. Mực nước thủy triều thấp nhất chỉ thấp hơn mực nước biển trung bình khoảng 0,6 m, chỉ khi nào gặp sóng lớn trên 3,7 m thì mới không hút được nước lên, nhưng theo số liệu trong 777 bản tin dự báo sóng biển đã thu thập được thì sóng biển cao nhất ở vùng biển này chỉ là từ 2 m đến 3 m. Nên tôi không giảm sản lượng của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên vùng biển này.

Khi mực nước biển ngày càng dâng cao hơn, các mức giảm sản lượng điện này sẽ ngày càng giảm đi.

Vì thế ta có 2 cách giải quyết sau:

### 3.1. *Giảm độ cao của phao:*



Giảm độ cao của phao không những mở rộng được phạm vi phao hoạt động bình thường mà khi sóng rất lớn còn giảm được lực ép của phao vào tầng dày do lực nâng lên của phao. Khi phao cao 2 m lực này là 28,3 tấn nhưng khi phao cao 2,6 m lực này là hơn 36,8 tấn. Như vậy nếu thay phao cao 2,6 m bằng phao cao 2 m thì lực ép này sẽ giảm hẳn đi 8,5 tấn. Vốn đầu tư cho việc làm khung đỡ, làm các bánh răng và làm phao cũng sẽ giảm đi. Vì vậy tôi đã tính lại những nơi dùng phao cao trên 2 m xuống còn 2 m và có kết quả như trong biểu tính sau:

**Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng của khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển ở các vùng biển Quảng Trị đến Cà Mau cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m, cao 2 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 Quảng Trị đến Quảng Ngãi 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 0,57 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 456 m <sup>3</sup> /s														
- Công suất phát điện	MW	402,32	282,67	280,42	154,38	36,45	38,69	13,65	4,44	171,89	309,09	243,59	392,94	193,94
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	299,32	189,95	208,63	111,15	27,12	27,86	10,16	3,30	123,76	229,96	175,39	292,35	1.699,0
Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận 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 0,57 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 456 m <sup>3</sup> /s														
- Công suất phát điện	MW	453,99	328,83	293,75	178,02	29,02	32,64	73,19	32,86	120,29	246,06	243,01	385,42	201,01
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	337,77	220,97	218,55	128,17	21,59	23,50	54,45	24,45	86,61	183,07	174,97	286,75	1.760,9
Vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau dùng thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m và 191 - 287 m bình quân 267 m, tốc độ piston bằng 0,57 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 456 m <sup>3</sup> /s														
- Công suất phát điện	MW	428,66	339,38	275,32	160,94	211,20	355,07	357,55	407,56	321,97	219,31	210,89	372,17	305,19
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	318,93	228,06	204,84	115,88	157,13	255,65	266,02	303,22	231,82	163,17	151,84	276,90	2.673,4

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 khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng của các vùng biển Quảng Trị đến Cà Mau đã tính đến việc phải mở cửa xả để giảm áp lực nước cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m, cao 2 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 Quảng Trị đến Quảng Ngãi 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 0,57 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 456 m <sup>3</sup> /s														
- Công suất phát điện	MW	346,62	282,67	280,42	154,38	36,45	38,69	13,65	4,44	171,89	300,00	243,59	341,93	184,11
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	257,88	189,95	208,63	111,15	27,12	27,86	10,16	3,30	123,76	223,20	175,39	254,39	1.612,8
Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận 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 0,57 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 456 m <sup>3</sup> /s														
- Công suất phát điện	MW	377,75	315,17	293,75	178,02	29,02	32,64	73,19	32,86	120,29	246,06	243,01	343,47	189,92
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	281,05	211,80	218,55	128,17	21,59	23,50	54,45	24,45	86,61	183,07	174,97	255,54	1.663,7
Vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau dùng thủy điện với cột áp 265 - 397 m bình quân 344 m và 191 - 287 m bình quân 267 m, tốc độ piston bằng 0,57 tốc độ nâng hạ phao và khi sóng cao 6 m lưu lượng nước khoảng 456 m <sup>3</sup> /s														
- Công suất phát điện	MW	428,66	339,38	275,32	160,94	211,20	355,07	357,55	407,56	321,97	219,31	210,89	372,17	305,19
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	318,93	228,06	204,84	115,88	157,13	255,65	266,02	303,22	231,82	163,17	151,84	276,90	2.673,4

Phần thay đổi này có thể tổng hợp lại như trong biểu sau:

**Tổng hợp thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên các vùng biển Quảng Trị đến Cà Mau theo phương án thấp 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 <sup>3</sup> /s	MW	MW	Triệu KWh	%
Quảng Trị đến Quảng Ngãi	193,94	1.699,0	556	388	184,11	1.612,8	47,46
Bình Định đến Ninh Thuận	201,01	1.760,9	556	402	189,92	1.663,7	47,24
Bình Thuận đến Cà Mau	305,19	2.673,4	601	610	305,19	2.673,4	50,00

So sánh với các kết quả tính toán trong phần 2 ta có biểu sau:

**So sánh 2 phương án đã tính toán về thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển khi gió thổi từ đất liền ra tạm giảm độ cao sóng biển còn 50%**

Vùng biển	Phương án cao			Phương án thấp				So sánh			Giảm thêm		
	Công suất	Sản lượng	Lưu lượng	Công suất	Sản lượng	Lưu lượng	Lắp máy	Công suất	Sản lượng	Lưu lượng	Công suất	Sản lượng	Lắp máy
	MW	Triệu KWh	m <sup>3</sup> /s	MW	Triệu KWh	m <sup>3</sup> /s	MW	%	%	%	MW	Triệu KWh	MW
Nam Hải Phòng đến Ninh Bình	187,37	1.641,3	409	187,37	1.641,35	409	337	100,00	100,00	100,00	178,00	1.559,28	320
Thanh Hóa đến Nghệ An	209,96	1.839,3	456	209,96	1.839,25	456	420	100,00	100,00	100,00	199,46	1.747,29	399
Hà Tĩnh đến Quảng Bình	176,82	1.549,0	456	176,82	1.549,0	456	363	100,00	100,00	100,00	167,98	1.471,51	345
Quảng Trị đến Quảng Ngãi	199,58	1.748,3	556	184,11	1.612,8	456	388	92,25	92,25	82,01	174,90	1.532,16	368
Bình Định đến Ninh Thuận	205,12	1.796,9	556	189,92	1.663,7	456	402	92,59	92,59	82,01	180,43	1.580,56	382
Bình Thuận đến Vũng Tàu	348,11	3.049,5	601	305,19	2.673,4	456	610	87,67	87,67	75,87	274,67	2.406,10	549
TP Hồ Chí Minh đến Cà Mau	348,11	3.049,5	601	305,19	2.673,4	456	610	87,67	87,67	75,87	259,41	2.272,43	519
Cà Mau đến Kiên Giang	45,99	402,8	313	45,99	402,8	313	118	100,00	100,00	100,00	45,99	402,8	118

Trong đó phần giảm thêm là phần tính mức giảm sản lượng điện do đáy sóng và thủy triều xuống quá thấp nên có lúc bơm không hút được nước lên.

Nhìn vào biểu này và các biểu đã tính trước ta thấy:

- Vùng biển Quảng Trị đến Quảng Ngãi: Công suất và sản lượng điện giảm 7,75%, nhưng lưu lượng nước khi sóng cao 6 m giảm 17,99% và tốc độ piston so với tốc độ nâng hạ của phao cũng giảm từ 0,7 xuống còn 0,57.
- Vùng biển Bình Định đến Ninh Thuận: Công suất và sản lượng điện giảm 7,41%, nhưng lưu lượng nước khi sóng cao 6 m giảm 17,99% và tốc độ piston so với tốc độ nâng hạ của phao cũng giảm từ 0,7 xuống còn 0,57.
- Vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau: Công suất và sản lượng điện giảm 12,33%, nhưng lưu lượng nước khi sóng cao 6 m giảm 24,13% và tốc độ piston so với tốc độ nâng hạ của phao cũng giảm từ 0,76 xuống còn 0,57.

Dùng bơm nước chạy bằng piston tác dụng đơn, piston sẽ phải chạy nhanh gấp đôi, nên tốc độ của piston sẽ là:  $0,57 \times 2 = 1,14$  lần tốc độ nâng hạ của phao. Nhưng khi đó vẫn phải có bánh răng truyền lực ở đầu ra của bộ phận giữ phao và chuyển lực để truyền lực cho bánh răng nhận lực của bơm nước. Muốn gắn tay quay của bơm nước vào ngay trực đầu ra của bộ phận giữ phao và chuyển lực thì bán kính tay quay phải lớn hơn bán kính của líp lớn khoảng 1,8 lần. Điều này khó thực hiện vì líp lớn không thể quá nhỏ và tay quay cũng không thể quá dài. Muốn gắn tay quay của bơm nước vào ngay trực đầu ra của bộ phận giữ phao và chuyển lực thì ta nên dùng bơm nước chạy bằng piston đường kính 0,4 m, tốc độ của piston sẽ là:  $0,32 \times 2 = 0,64$  lần tốc độ nâng hạ của phao, khi đó bán kính tay quay và bán kính của líp lớn sẽ gần bằng nhau.

Khung đỡ đã được tạo thành khối vững chắc và có mấy nghìn đinh mũ cắm xuống đáy biển, nó đã rất nặng lại phải chứa thêm nước trong các bơm nước và đường ống dẫn nước nên lại càng nặng hơn. Trên các vùng biển gần bờ của nước ta rất ít khi có sóng biển cao trên 4 m. Cụ thể như trong biểu sau:

**Những bản tin có độ cao sóng biển trên 4 m  
trong 777 bản tin đã thu thập được**

Vùng biển	Độ cao của sóng biển									
	4 m đến 6 m		4 m đến 5 m		3 m đến 5 m		3,5 m đến 4,5 m		2 m đến 5 m	
	Bản tin	Tỷ lệ %	Bản tin	Tỷ lệ %	Bản tin	Tỷ lệ %	Bản tin	Tỷ lệ %	Bản tin	Tỷ lệ %
Bắc Vịnh Bắc Bộ									2	0,26
Nam Vịnh Bắc Bộ					1	0,13			2	0,26
Quảng Trị đến Quảng Ngãi					3	0,39				
Bình Định đến Ninh Thuận			4	0,51	7	0,90	1	0,13		
Bình Thuận đến Cà Mau	2	0,26	4	0,51	5	0,64				
Cà Mau đến Kiên Giang										

Khi thủy triều cao hơn mức bình thường 2 m thì phao hình trụ tròn đường kính 6 m, cao 2 m và có những tầng dày 0,5 m gắn dưới thanh thép chịu lực lớn sẽ hoạt động bình thường khi sóng cao khoảng 7 m trở xuống. Ngay cả khi mực nước biển đã dâng lên cao thêm 1 m và thủy triều cao hơn mức bình thường 2 m thì nếu có sóng biển rất lớn cao trên 5,1 m, một số phao mới ép lên những tầng dày 0,5 m gắn dưới thanh thép chịu lực lớn, nhưng khung đỡ rất dài, rộng và rất nặng, sóng không thể cùng lên hoặc cùng xuống đồng loạt nên các lực ép lên đó chỉ tác động vào một số nơi và không thể làm ảnh hưởng đến sự ổn định của khung đỡ.

Phương án thấp sản lượng điện giảm nhưng để có độ an toàn khá cao cần có thêm tầng dày và cần thay thanh thép có răng bằng thanh composite có răng. Tầng liên kết trên chỉ có các thanh thép có răng hoặc thanh composite có răng chuyển động lên xuống và cách nhau hơn chục mét, nếu chúng được cách ly và mặt bằng rộng rãi rộng gần 1 km<sup>2</sup> đó được tận dụng để xây dựng công trình vui chơi giải trí thì trọng lượng đè xuống sẽ tăng thêm rất nhiều. Nếu



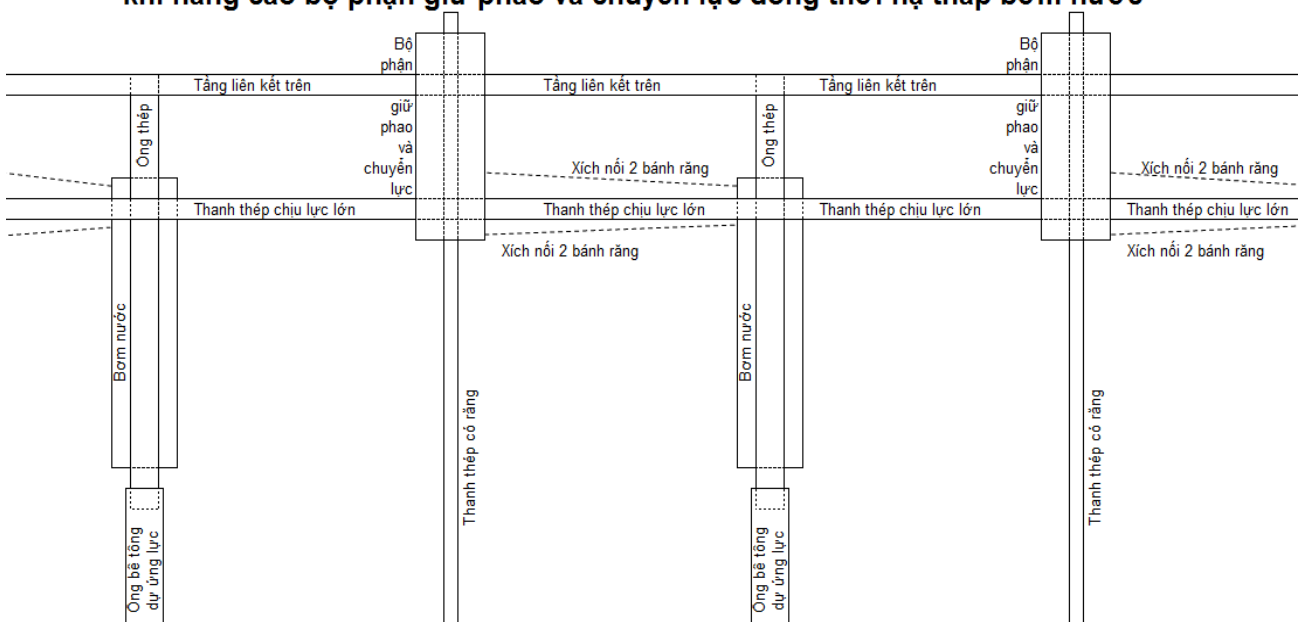
dùng phao cao 2,6 m để tăng sản lượng điện, khi sóng biển có lớn đến trên 10 m thì các lực ép của phao lên những tầng dày 0,5 m gắn dưới thanh thép chịu lực lớn cũng không thắng nổi lực đè xuống của khung đỡ và công trình xây ngay trên nó.

Ngay phương án thấp và đã giảm thêm do chênh lệch thủy triều lớn và sóng lớn cũng đã cho những số liệu rất lớn, khi sử dụng khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển, trừ vùng biển từ Cà Mau đến Kiên Giang, tất cả các vùng biển khác đều cho sản lượng điện rất lớn. Đặc biệt là khi sử dụng khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển trên vùng biển Bình Thuận đến Vùng Tàu lại có thể xây dựng những nhà máy điện có công suất phát điện lúc lớn nhất tới 549 MW. Không biết là trong tính toán có gì sai sót hay không? Rất mong mọi người kiểm tra giúp và chỉ ra những thiếu sót để tôi sửa lại cho tốt hơn.

### 3.2. Nâng cao bộ phận giữ phao và chuyển lực đồng thời hạ thấp bơm nước:

Muốn sử dụng các phương án cao trong điều kiện mực nước biển đã dâng lên cao thêm 1 m, thủy triều đang lên cao và sóng biển cao trên 10 m, ta nâng cao bộ phận giữ phao và chuyển lực đồng thời hạ bơm nước xuống thấp hơn. Thí dụ như cho tầng liên kết trên cao hơn mực nước biển 14 m chẳng hạn. Khi đó thanh thép chịu lực lớn để gắn bộ phận giữ phao và chuyển lực cũng phải đưa lên cao hơn mực nước biển 11 m. Tầng liên kết dưới có thể hạ thấp xuống chỉ còn cao hơn mực nước biển 6 m, khi đó nó chỉ còn những thanh liên kết tạo thành các hình thoi có cạnh dài khoảng 11,7 m, các góc là 60 độ và 120 độ. Bơm nước sẽ cao hơn mực nước biển khoảng 6,5 m và được gắn trên 2 thanh liên kết tạo thành góc 60 độ ngay chỗ giáp với ống thép của cột chống. Bánh răng đầu ra của bộ phận giữ phao và chuyển lực được nối bằng xích với bánh răng nhận lực của bơm nước chạy bằng piston. Bánh răng này ở ngay chỗ tiếp giáp giữa thanh thép chịu lực lớn và ống thép của cột chống. Trong trường hợp này piston của bơm nước sẽ phải chạy đi, chạy lại theo phương thẳng đứng. Sơ đồ của bộ phận giữ phao và chuyển lực được nối bằng xích với bánh răng nhận lực của bơm nước chạy bằng piston như hình vẽ sau:

**Bộ phận giữ phao và chuyển lực, bơm nước gắn trên khung đỡ nhìn ngang khi nâng cao bộ phận giữ phao và chuyển lực đồng thời hạ thấp bơm nước**



Trong sơ đồ này không vẽ tầng liên kết dưới vì nó nằm ngay dưới bơm nước nhưng chỉ còn là những thanh liên kết chéo nhau tạo thành hình thoi có góc là 60 độ và 120 độ.

Như vậy độ dài của vòng xích sẽ dài khoảng hơn 11,5 m. Nếu ta gắn trực quay chứa bánh răng nhận lực của bơm lên ngay thanh thép chịu lực lớn và cách cột chống khoảng 2,5 m sẽ giảm được độ dài của xích khoảng gần 5 m. Nhưng bơm nước sẽ phải gắn nghiêng, đầu trên gắn vào thanh thép chịu lực lớn, đầu dưới gắn vào 2 thanh thép chéo nhau ở tầng liên kết dưới. Khi gắn bơm nghiêng như vậy thì khi mực nước biển đã dâng cao thêm 1 m, thủy triều cao 2 m, sóng biển cao 10 m, không sợ phao chạm vào thanh truyền của bơm nước vì đường kính của phao chỉ là 6 m, còn 2 cột chống cách nhau 11,7 m. Các nhà máy có thể làm các bánh răng rất dễ dàng, nhưng xích thì phải mua ngoài. Không những thế khi xích hỏng việc thay thế, sửa chữa ở ngoài biển rất phức tạp. Nếu không muốn dùng xích, ta có thể thay bằng một hoặc hai bánh răng trung gian gắn ngay trên thanh thép chịu lực lớn để truyền lực từ bánh răng truyền lực ở đầu ra của bộ phận giữ phao và chuyển lực đến bánh răng nhận lực của bơm nước. Việc tính toán đường kính của các bánh răng này không có gì khó khăn.

Thí dụ như trên vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m, cao 2,6 m, trụ bê tông đứng giữa phao cao 1,5 m. Khi mực nước biển đã dâng lên cao thêm 1 m và thủy triều lên cao hơn mực nước biển bình thường 2 m, thanh thép chịu lực lớn để gắn bộ phận giữ phao và chuyển lực sẽ chỉ còn cao hơn mực nước biển 8 m. Nhìn biểu tính đầu tiên trong mục 3 ta thấy khi sóng cao 10 m, mặt phao trên đỉnh sóng của phao hình trụ tròn đường kính 6 m, cao 2,6 m sẽ cao hơn mực nước biển 6,23 m. Cộng thêm trụ bê tông đứng giữa phao cao 1,5 m thành 7,73 m, còn thấp hơn so với 8 m là 0,27 m. Như vậy khi mực nước biển đã dâng lên cao thêm 1 m, thủy triều lên cao hơn mực nước biển bình thường 2 m, phao sẽ hoạt động bình thường khi sóng cao 10 m trở xuống. Trên các vùng biển gần bờ của nước ta độ cao bình quân của sóng chỉ khoảng dưới 2 m, khi có bão sóng cũng chỉ cao 4 m đến 6 m. Nên mức vừa tính xong là mức rất an toàn. Nếu muốn phạm vi phao hoạt động bình thường cao thêm, ta chỉ việc nâng thanh thép chịu lực lớn gắn bộ phận giữ phao và chuyển lực cao hơn nữa. Khi nâng thanh thép này cao thêm 1 m thì phạm vi phao hoạt động bình thường sẽ tăng thêm 2 m. Việc nâng cao này không ảnh hưởng gì đến bơm nước vì thanh truyền cần phải lớn hơn tay quay nhiều lần.

Ở những nơi có khả năng xảy ra sóng thần lớn như Nhật Bản, Indonesia, Ấn Độ,... khung đỡ phải nâng cao hơn nhiều, phải vững chắc hơn nhiều và đường dẫn nước cũng phải to hơn nhiều. Khi đó cần làm thêm tầng liên kết và số hàng phao cũng cần nhiều hơn để các cột chống dựa được vào nhau nhiều hơn, tạo thành khối vững chắc hơn. Sóng thần đến gặp phải khung đỡ, đường dẫn nước và dề dưới nó sẽ không dễ vượt qua. Nếu có qua được thì sóng sẽ yếu đi rất nhiều và sức tàn phá của nó sẽ giảm đi rất nhiều.

Việc tính đường kính của các bánh răng, các líp trong bộ phận giữ phao và chuyển lực, đường kính bánh răng nhận lực của bơm nước, độ dài của xích, đường kính bánh răng trung gian,... xin nhờ các chuyên gia thiết kế tính toán cho chính xác và có hiệu quả kinh tế cao.

Nhưng để dễ hình dung vấn đề này và để ước tính giá thành của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển ta cũng nên tạm tính thử để có một số số liệu cụ thể.

Khoảng cách giữa tâm của 2 cột chống là 11,7 m, nên khoảng cách từ điểm giữa của thanh thép chịu lực lớn đến tâm của cột chống là:  $11,7/2 = 5,85$  m.

Do đã lui trục bánh răng nhận lực của bơm vào 2,5 m, nên khoảng cách từ điểm giữa của thanh thép chịu lực lớn đến trục đó là:  $5,85 - 2,5 = 3,35$  m.

Dùng bơm nước chạy bằng piston tác dụng đơn nên tốc độ di chuyển của piston so với tốc độ nâng hạ phao là:  $0,76 \times 2 = 1,52$  lần.

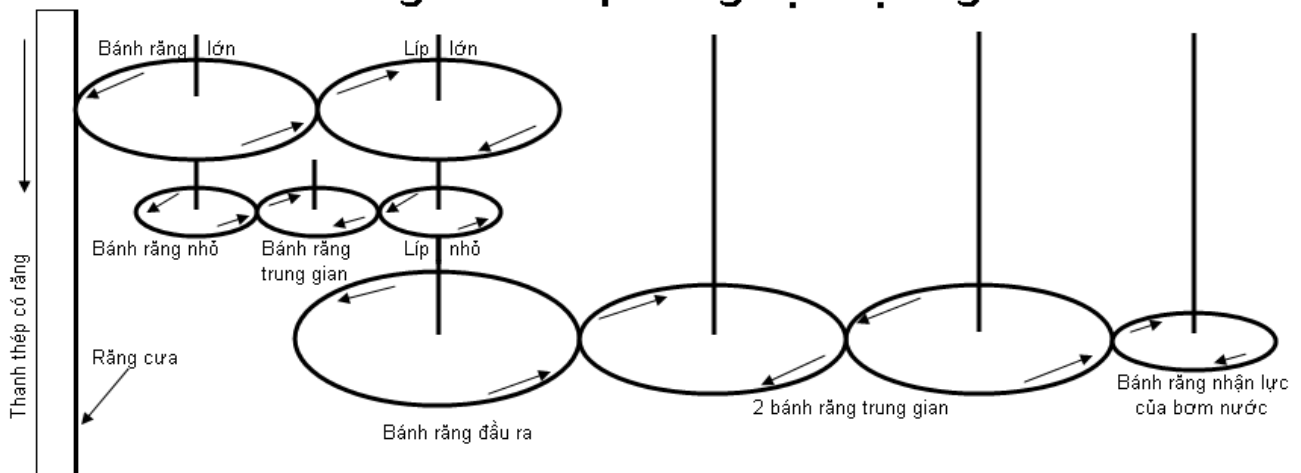
Đầu tay quay di chuyển theo đường tròn có tốc độ là:  $1,52 \times 3,1416/2 = 2,3876$  lần so với tốc độ nâng hạ phao. Để cho dễ tính toán ta quy tròn số này là 2,4 lần.

Truyền lực qua các bánh răng và xích, nên tốc độ của răng và xích chỉ thay đổi khi đường kính bánh răng nhận lực và truyền lực trên cùng 1 trục khác nhau. Nếu ta cho đường kính bánh răng đầu ra của bộ phận giữ phao và chuyển lực lớn gấp 1,2 lần đường kính của líp lớn thì khi bán kính bánh răng nhận lực của bơm bằng 0,5 lần chiều dài tay quay, tốc độ di chuyển của đầu tay quay sẽ là 2,4 lần so với tốc độ nâng hạ phao.

Hành trình của piston cần khá lớn so với đường kính của piston nhưng cũng không thể quá dài nên đối với bơm nước chạy bằng piston đường kính 0,3 m tôi tạm tính hành trình của piston là 1 m. Như vậy chiều dài tay quay sẽ là 0,5 m và bán kính bánh răng nhận lực của bơm là 0,25 m. Trục của piston cần dài hơn hành trình của piston nên tôi tạm tính là 1,5 m. Tam giác có 2 cạnh góc vuông là 5 m và 2,5 m sẽ có cạnh huyền là 5,59 m. Như vậy chiều dài của thanh truyền sẽ là gần:  $5,59 - (1,5 + 0,5) = 3,59$  m, dài gấp khoảng 7 lần chiều dài của tay quay. Nếu hành trình của piston ngắn hơn thì thanh truyền càng dài hơn tay quay.

Sơ đồ của các bánh răng và các líp trong 1 cụm tạo nguồn nước như trong hình vẽ sau:

### Các bánh răng và các líp trong cụm tạo nguồn nước



Trong sơ đồ này không tính đến các bánh lăn giữ cho thanh thép có răng chạy lên, chạy xuống theo phương thẳng đứng. Chỉ tính từ bánh răng lớn tức bánh răng nhận lực từ thanh thép có răng đến bánh răng nhận lực của bơm nước. Bánh răng đầu ra của bộ phận giữ phao và chuyển lực luôn quay tròn theo một chiều nhất định và truyền lực tới bánh răng nhận

lực của bơm nước qua 2 bánh răng trung gian. Các trục của các bánh răng và các líp này đều được gắn trên thanh thép chịu lực lớn trong khung chịu lực.

Giả thử đường kính của bánh răng nhận lực và líp lớn trong bộ phận giữ phao và chuyển lực đều bằng 0,7 m, thanh thép có răng rộng 0,2 m thì đường kính bánh răng đầu ra là 0,84 m và khoảng cách từ điểm giữa của thanh thép chịu lực lớn đến chỗ bắt đầu có bánh răng trung gian là:  $0,2/2 + 2 \times 0,7 + 0,07 = 1,57$  m. Như vậy tổng cả 2 đường kính của 2 bánh răng trung gian và bán kính bánh răng nhận lực của bơm nước là:  $3,35 - 1,57 = 1,78$  m.

Giả thử 2 bánh răng trung gian đều bằng nhau thì đường kính của mỗi bánh răng trung gian là:  $(1,78 - 0,25)/2 = 0,765$  m.

Nếu trong bộ phận giữ phao và chuyển lực đường kính của bánh răng nhỏ, bánh răng trung gian nhỏ và líp nhỏ đều bằng nhau thì chúng có đường kính là  $0,7/2 = 0,35$  m. Nếu trong bộ phận giữ phao và chuyển lực đường kính của bánh răng nhỏ và líp nhỏ đều là 0,5 m, thì đường kính bánh răng trung gian nhỏ là  $0,7 - 0,5 = 0,2$  m.

Ta có thể ước lượng lực tác động lên các răng của các bánh răng và các líp so với lực nâng lên hạ xuống của phao như sau: Chưa tính đến các lực ma sát làm cản trở chuyển động và coi lực nâng lên hạ xuống của phao là 1 thì: Lực tác động lên các răng của bánh răng nhận lực và líp lớn cũng là 1, lực tác động lên các răng của các bánh răng nhỏ và líp nhỏ là 2, lực tác động lên các răng của bánh răng truyền lực ra ngoài là:  $1/1,2 = 0,833$ , lực tác động lên các răng của các bánh răng trung gian và bánh răng nhận lực của bơm nước cũng là 0,833. Nếu trong bộ phận giữ phao và chuyển lực đường kính của bánh răng nhỏ và líp nhỏ đều là 0,5 m, đường kính bánh răng trung gian nhỏ là 0,2 m thì lực tác động lên các răng của chúng sẽ là  $1 \times 0,7/0,5 = 1,4$ .

Phao hình trụ tròn đường kính 6 m, cao 2,6 m có lực nâng lên hạ xuống tối đa là 36,8 tấn nên lực tác động lên các răng của các bánh răng nhỏ và líp nhỏ có thể lên đến  $36,8 \times 2 = 73,6$  tấn. Vì vậy những răng của những bánh răng và líp này phải đủ lớn và những bánh răng và líp này không nên quá nhỏ. Lực tác động tối đa lên các răng khác như sau: Bánh răng nhận lực và líp lớn là 36,8 tấn, các bánh răng truyền lực ra ngoài, bánh răng trung gian và bánh răng nhận lực của bơm nước  $36,8/1,2 = 30,7$  tấn. Nếu trong bộ phận giữ phao và chuyển lực đường kính của bánh răng nhỏ và líp nhỏ đều là 0,5 m, đường kính bánh răng trung gian nhỏ là 0,2 m thì lực tác động tối đa lên các răng của chúng sẽ là  $36,8 \times 1,4 = 51,52$  tấn.

Tổng diện tích các bánh răng và các líp trong 1 cụm tạo nguồn nước là  $2,73$  m<sup>2</sup> khi trong bộ phận giữ phao và chuyển lực đường kính của bánh răng nhỏ, bánh răng trung gian nhỏ và líp nhỏ đều bằng nhau. Đối với các bánh răng lớn và líp lớn ta có thể giảm bớt lượng thép ở những chỗ không cần thiết như người ta đã làm đối với vành của bánh ô tô, xe máy,...

Nếu muốn đường kính các bánh răng và líp ít chênh lệch hơn ta có thể thay đổi lại như sau: Trong bộ phận giữ phao và chuyển lực đường kính của bánh răng nhận lực và líp lớn đều là 0,74 m, đường kính của bánh răng nhỏ, bánh răng trung gian nhỏ và líp nhỏ đều là 0,37 m, đường kính của bánh răng đầu ra là 0,888 m và 2 bánh răng trung gian ở phía ngoài đều có

đường kính là 0,723 m. Tổng diện tích các bánh răng và các líp trong 1 cụm tạo nguồn nước là 2,82 m<sup>2</sup> tăng 3,35%

Nếu chỉ dùng 1 bánh răng trung gian ta có thể thay đổi lại như sau: Trong bộ phận giữ phao và chuyển lực đường kính của bánh răng nhận lực và líp lớn đều là 0,96 m, đường kính của bánh răng nhỏ, bánh răng trung gian và líp nhỏ đều là 0,48 m, đường kính của bánh răng đầu ra là 1,152 m và bánh răng trung gian ở phía ngoài có đường kính là 0,984 m. Tổng diện tích các bánh răng và các líp trong 1 cụm tạo nguồn nước là 3,99 m<sup>2</sup> tăng 46,24%. Khi truyền lực, các răng phải luôn tiếp xúc với nhau nên đường kính của các bánh răng và các líp đã nói trên chỉ tính đến nửa răng.

Nếu ta thay đổi chiều rộng của thanh thép có răng, đường kính của bánh răng nhận lực và líp lớn trong bộ phận giữ phao và chuyển lực và chiều dài tay quay của bơm nước thì đường kính của bánh răng trung gian sẽ thay đổi theo.

Khung đỡ khi này sẽ thay đổi như sau: Các ống bê tông dự ứng lực giảm chiều dài 1 m, còn từ 11 m đến 12 m nhưng các ống thép của cột chống sẽ phải dài thêm 5 m thành hơn 8 m. Thanh thép có răng cắm trên trụ bê tông đứng giữa phao sẽ dài trên 15 m.

Do bơm nước đã hạ thấp xuống 1 m nên hiện tượng có lúc không hút được nước lên chỉ xảy ra khi thủy triều xuống thấp và đáy sóng thấp hơn mức nước trung bình 3,5 m. Điều này rất khó xảy ra vì vậy sản lượng điện gần như không bị giảm sút và tôi chỉ dự kiến tạm giảm sản lượng điện khi có nhà máy trên từng vùng biển gần bờ của nước ta như sau:

- Vùng biển Cà Mau đến Kiên Giang: Không giảm sản lượng điện.
- Vùng biển Nam Hải Phòng đến Ninh Thuận: Giảm 2%.
- Vùng biển Bình Thuận đến Vũng Tàu: Giảm 4%.
- Vùng biển Thành phố Hồ Chí Minh đến Cà Mau: Giảm 6%.

Kết quả tính toán cụ thể như trong biểu sau:

**Tổng hợp thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển  
theo phương án cao 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				Trừ do xả nước		Trừ do không hút được nước			
	Công suất	Sản lượng	Lưu lượng	Lắp máy	Công suất	Sản lượng	Công suất	Sản lượng	Lắp máy	Hệ số
	MW	Triệu KWh	m <sup>3</sup> /s	MW	MW	Triệu KWh	MW	Triệu KWh	MW	%
Nam Hải Phòng đến Ninh Bình	187,37	1.641,3	409	337	187,37	1.641,3	183,62	1.608,5	331	55,56
Thanh Hóa đến Nghệ An	209,96	1.839,3	456	420	209,96	1.839,3	205,76	1.802,5	412	50,00
Hà Tĩnh đến Quảng Bình	181,73	1.591,9	456	363	176,82	1.549,0	173,28	1.518,0	356	48,65
Quảng Trị đến Quảng Ngãi	212,12	1.858,2	556	424	199,58	1.748,3	195,59	1.713,4	416	47,04
Bình Định đến Ninh Thuận	219,33	1.921,3	556	439	205,12	1.796,9	201,02	1.760,9	430	46,76
Bình Thuận đến Vũng Tàu	348,12	3.049,5	601	696	348,11	3.049,5	334,19	2.927,5	668	50,00
TP Hồ Chí Minh đến Cà Mau	348,12	3.049,5	601	696	348,11	3.049,5	327,22	2.866,5	654	50,00
Cà Mau đến Kiên Giang	59,00	516,8	313	118	45,99	402,8	45,99	402,8	118,0	38,97



Cách làm này cho sản lượng điện cao hơn, không sợ nước biển dâng, không sợ thủy triều lớn, không sợ gì sóng biển cao trên 10 m hoặc cao hơn nữa (vì có thể nâng thanh thép chịu lực lớn lên cao hơn), không cần đến tảng dày gắn dưới thanh thép chịu lực lớn và cũng chẳng cần đến thanh composite. Nhưng phải có thêm xích hoặc bánh răng trung gian để truyền lực, khung đỡ phải cao hơn, đường dẫn nước phải lớn hơn,... Nhìn chung thì cách làm này có nhiều ưu thế hơn.

Nên lưu ý rằng đối với những nơi đất đang lấn ra biển do phù sa sông bồi đắp thì chưa nên xây dựng nhà máy thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển. Đó là do ngoài dòng chảy của sông còn có thêm dòng nước thải của nhà máy thủy điện chảy ra với lưu lượng vài trăm m<sup>3</sup>/s, phù sa sẽ bị đẩy ra ngoài biển xa hơn, ảnh hưởng đến việc bồi đắp đất cho những vùng gần đó. Vì vậy đối với vùng biển từ Bình Thuận đến Cà Mau nên xây dựng trước những nhà máy thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên vùng biển từ Bình Thuận đến Vũng Tàu. Không những thế Bình Thuận gần Nha Trang nên mức chênh lệch thủy triều sẽ thấp hơn so với ở Vũng Tàu. Đối với vùng biển từ Thành phố Hồ Chí Minh đến Cà Mau trong thời gian trước mắt nên nghiên cứu xây dựng những nhà máy điện sóng biển dùng khí nén, nên chờ cho đến khi đất không lấn được thêm ra biển nữa do mực nước biển dâng cao và phần lớn phù sa sông đã bị chặn lại trong các hồ thủy điện ở thượng nguồn thì hãy nên xây dựng những nhà máy thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển.

**(hết phần III)**

...