

# Điện sóng gió biển

Lê Vĩnh Cận

Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển và điện sóng biển dùng khí nén giống nhau ở chỗ cùng có khung đỡ và các phao lớn gắn thanh thép có răng. Các bộ phận giữ phao và chuyển lực gắn trên khung đỡ biến chuyển động nâng lên hạ xuống của thanh thép có răng thành chuyển động quay đi quay lại, rồi chuyển thành chuyển động quay tròn theo một chiều nhất định. Sau khi có được chuyển động quay tròn theo một chiều nhất định thì thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển dùng nó để chạy bơm nước piston áp lực cao, còn điện sóng biển dùng khí nén lại dùng nó để chạy bơm nén khí piston nhiều tầng đồng trục. Ta cũng có thể nghĩ đến chuyện dùng nó để chạy máy phát điện một chiều, sau đó truyền điện về trạm biến đổi điện để biến điện một chiều thành điện xoay chiều và hòa vào điện lưới quốc gia giống như điện gió đã làm.

Nhìn vào các hình ảnh về điện gió ta thấy có những cột lớn rất cao gắn cánh quạt lớn trên đó để thu được gió mạnh. Thí dụ như Điện gió Bạc Liêu có 62 turbin điện gió với tổng công suất là 99,2 MW và điện sản xuất mỗi năm khoảng 320 triệu KWh, tổng vốn đầu tư trên 5.217 tỷ đồng. Bách khoa toàn thư mở cũng cho biết thêm một số thông tin về điện gió này như sau: Cả 62 cột tháp và turbin điện gió đều được đặt trên biển. Mỗi turbin có công suất xấp xỉ 1,6 MW do hãng General Electrics GE cung cấp, cấu tạo thép đặc biệt không gỉ, cao 80 m, đường kính 4 m, nặng trên 200 tấn, cánh quạt được làm bằng nhựa đặc biệt, dài 42 m, có hệ thống điều khiển tự gấp lại để tránh hư hỏng khi bão lớn. Việc xây dựng những cột lớn rất cao đó rất tốn kém. Không những thế nếu điện gió được xây dựng trên đất liền sẽ phát ra những tiếng ồn và mất thêm một số diện tích đất nhất định. Có tài liệu còn nói nó có thể ảnh hưởng đến các trạm thu phát sóng điện thoại, truyền hình,...

Quay trở lại khung đỡ trong thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển thì đỉnh của các cột chống cao hơn mực nước biển khoảng 16,5 m và gió ở đây thường rất mạnh. Nếu nối dài ống thép của cột chống thêm khoảng 7 m nữa thì ta có thể gắn thêm cánh quạt có chiều dài mỗi cánh khoảng 5 m để chạy điện gió sẽ được thêm nhiều điện và sẽ không ảnh hưởng gì đến các hoạt động ở phía dưới. Do có thêm điện gió ở phía trên nên để đảm bảo khung đỡ được vững chắc ta phải dùng các thanh liên kết lớn hơn hoặc giảm độ cao của phao. Chi phí tăng thêm này sẽ rẻ hơn rất nhiều so với việc xây dựng những cột lớn rất cao để gắn cánh quạt lớn trên đó như trong trường hợp xây dựng điện gió thông thường. Như vậy ta vừa sử dụng được năng lượng sóng biển, vừa sử dụng được sức gió rất mạnh để phát điện và giá thành phát điện sẽ giảm đi.

Xin phép đi cụ thể vào vùng biển gần bờ có sóng biển lớn nhất nước ta là vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau như sau:

### **1. Về điện sóng gió biển:**

Nhìn vào các số liệu trong phần 1 của bài: “Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển” (Bản bổ sung, sửa đổi ngày 20/08/2015) ta thấy vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau không những rất thuận lợi cho thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển mà còn rất thuận lợi cho điện sóng gió biển. Cụ thể như sau:

- Để đón sóng từ gió đông bắc và gió tây nam, khung đỡ cần đặt theo hướng tây bắc – đông nam thẳng góc với hướng của đường bờ biển nên không ảnh hưởng gì đến việc đi lại của các tàu thuyền đánh cá.
- Gió đông bắc và gió tây nam chiếm tới khoảng 92,15% thời gian của tất cả các loại gió và gió thổi trên biển không vướng một trở ngại nào.
- Đường đẳng sâu 20 m ở khá xa bờ, nhiều nơi xa đến vài chục km rất thuận lợi cho khung đỡ vươn ra ngoài biển xa để đón sóng lớn và gió mạnh. Vùng biển phía đông nam tỉnh Bạc Liêu và phía đông tỉnh Cà Mau, đường này ra đến sát đảo Hòn Trứng Lớn. Ở phía đông nam của tỉnh Sóc Trăng, đường này gần bờ hơn, nhưng có chỗ lại ra tới gần Côn Đảo. Như vậy khung đỡ có thể dài khoảng gần 7,5 km và lắp đặt ở nơi biển có độ sâu khoảng từ hơn 5 m đến 15 m.

Việc dựng khung đỡ và gắn các thiết bị lên nó như thế nào, tôi đã trình bày rất kỹ trong phần 2 của bài: “Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển” nên tôi chỉ nói đến những chỗ khác nhau của 2 loại như sau:

- Nên chuyển khung đỡ của điện sóng gió biển thành hình lục giác dẹt và chạy theo hướng tây bắc – đông nam vì khi thì đón sóng từ gió đông bắc, khi thì đón sóng từ gió tây nam.
- Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m cao 3 m với lực nâng lên hạ xuống tối đa là 42,5 tấn, thanh thép chịu lực trong tầng liên kết dưới cao hơn mực nước biển trung bình khoảng 11,3 m, mặt trên cao nhất của thanh thép chịu lực trong tầng liên kết trên cách đỉnh cột chống khoảng 0,2 m. Nhưng khi có thêm điện gió ở phía trên thì lực tác động vào khung đỡ mạnh hơn, nên giảm bớt chiều cao của phao để giảm bớt gánh nặng cho khung đỡ, thí dụ như phao cao 2,6 m với lực nâng lên hạ xuống tối đa là 36,8 tấn và thanh thép chịu lực trong tầng liên kết dưới chỉ cao hơn mực nước biển trung bình khoảng 11,1 m, mặt trên cao nhất của thanh thép chịu lực trong tầng liên kết trên cách đỉnh cột chống khoảng 0,4 m.
- Do dòng chảy của biển có thể thẳng góc với khung đỡ của điện sóng gió biển và khi thì đón sóng từ gió đông bắc, khi thì đón sóng từ gió tây nam nên toàn bộ thanh thép có răng nên có hình chữ T và gắn vào trụ thép

đứng giữa phao. Khi đó thanh thép có răng sẽ là thanh thép hoàn toàn cứng và lực đẩy ngang của phao thẳng góc với khung đỡ sẽ mạnh hơn nhiều, vì thế trong điện sóng gió biển nên dùng phao thấp hơn nữa, thí dụ như phao cao 2 m chẳng hạn và thanh thép chịu lực trong tầng liên kết dưới chỉ cao 10,8 m, còn thanh thép chịu lực trong tầng liên kết trên vẫn giữ nguyên độ cao như cũ.

- Trong thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển, đỉnh ống bê tông dự ứng lực chỉ cao hơn mực nước biển khoảng 5,5 m do phải dùng bơm piston áp lực cao. Khi dùng máy phát điện một chiều thì không dùng bơm piston áp lực cao nhưng đỉnh ống bê tông dự ứng lực vẫn nên cao hơn mực nước biển khoảng 5,5 m do có 2 thanh thép đỡ thanh thép chịu lực tầng liên kết dưới. Do không dùng ống dẫn nước trong tầng liên kết dưới nên khoảng cách từ các thanh liên kết chéo đến thanh thép chịu lực trong tầng này cũng giống như trong tầng liên kết trên. Do khung đỡ đặt ở nơi biển sâu từ hơn 5 m đến 15 m nên ống bê tông dự ứng lực cần dài từ hơn 10,5 m đến 20,5 m. Chiều dài này nằm trong phạm vi cọc dài từ 7 m đến 22 m như trong giới thiệu của Công ty Cổ phần Bê tông ly tâm Thủ Đức về cọc bê tông dự ứng lực. Nối ống theo cách đó thì tại những cột chống có điện gió, ống thép đường kính 219,1 mm dài 12,6 m sẽ ngấp sâu vào trong ống bê tông dự ứng lực 1 m và ngấp sâu vào ống thép không gỉ khoảng 1 m. Nếu vẫn dùng loại ống thép dài 12 m thì khi nối nó chỉ còn ngấp sâu vào mỗi phía 0,7 m.
- Máy phát điện một chiều của điện sóng biển và các thiết bị khác có thể để trong tầng liên kết dưới như thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển nên trong tầng liên kết trên rất ít khi có người. Chỗ thấp nhất của cánh quạt quay cũng cao hơn mặt đường đi trong tầng liên kết trên khoảng 3,3 m nên rất an toàn. Nếu chưa an tâm thì có thể nối ống thép của điện gió dài hơn cho chỗ thấp nhất của cánh quạt quay xa tầng liên kết trên hơn. Máy phát điện một chiều của điện sóng biển để trong tầng liên kết dưới nhưng cũng cao hơn mực nước biển khoảng từ 11,2 m đến 11,6 m và có sẵn đường đi cho công nhân có thể thường xuyên qua lại để kiểm tra, bảo dưỡng, sửa chữa.
- Trong bài cũ còn chưa nói đến sự giãn nở vì nhiệt nên cần nói thêm như sau: Dù ta có hàn đầu của các thanh thép dài 12 m vào các ống thép của cột chống thật chắc chắn thì sau một thời gian các chỗ hàn đó có thể bị tung ra do lực co giãn của thép rất lớn, chỉ còn lại bu lông để giữ đầu các thanh thép mà thôi. Trong đường sắt, thanh ray dài 12,5 m khi bị nắng nung nóng, sẽ nở dài thêm khoảng 5 mm nên ở 2 đầu các thanh ray người ta thường để khe hở khoảng 5 - 7 mm. Vì thế bu lông trong khung đỡ cần khá lớn để giữ thanh thép cho thật chắc chắn, đường kính của lỗ khoan cần lớn hơn đường kính của bu lông khoảng 3 mm, thí dụ như đường kính của bu lông 30 mm thì đường kính của lỗ khoan là 33 mm,

như vậy các thanh thép dài 12 m có thể co dãn trong phạm vi 6 mm, trong đó mỗi đầu co dãn 3 mm.

Khi sử dụng khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển có thể dùng 2 khung đỡ hình lục giác dẹt có đường chéo dài nhất khoảng 7.447 m, rộng khoảng 67,3 m. Mỗi khung đỡ có 4.405 phao, 4.412 cột chống và chúng được chia thành 7 hàng. Để các tàu thuyền có thể đánh bắt hải sản dễ dàng và vùng khung đỡ có sóng mạnh, có thể để hai khung đỡ cách nhau khoảng 0,5 km. Khung đỡ có nhiều cột chống và phao gần nhau nên các loài cá lớn rất khó bơi lội và kiếm ăn, nhưng các loài cá nhỏ và vừa thì vẫn dễ dàng hoạt động trong đó. Nó sẽ trở thành nơi trú ẩn an toàn cho các loài cá nhỏ và vừa, số lượng cá sẽ tăng lên nhanh chóng. Những con cá khá lớn, lớn đến mức độ nào đó cũng sẽ thấy vùng đó chật hẹp, cần phải ra ngoài để bơi lội và kiếm ăn. Vùng gần khung đỡ sẽ có nhiều cá hơn. Các phao sẽ trở thành nơi các loài lưỡng cư nằm nghỉ trên cạn và phơi nắng. Các loài chim cũng sẽ quen dần với việc bay thấp và các thanh thép trong tầng liên kết dưới sẽ là nơi chúng đến đậu để nghỉ ngơi và kiếm ăn. Tính đa dạng sinh học sẽ được tăng thêm.

### 1.1. Điện gió biển:

Khung đỡ có 7 hàng cột chống, trên mỗi ống thép của cột chống đều có thể nối dài thêm ra để gắn cánh quạt chạy điện gió, nhưng các hàng chỉ cách nhau hơn 10 m như vậy có lẽ quá gần nhau, sau khi qua hàng cánh quạt thì gió có thể bớt mạnh. Nên tôi dự kiến chỉ làm việc này trên 3 hàng là các hàng 1, 4 và 7. Số cột chống trên 3 hàng này trong mỗi khung đỡ là: 629+632+629 = 1.890 cột chống. Như vậy khi sử dụng khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển, số máy phát điện một chiều để chạy điện gió là: 1.890x2 = 3.780 máy.

Trong bài: “Triển vọng phát triển nguồn điện gió tại Việt Nam” của Trần Trí Năng, Lê Khắc Hoàng Lan, Nguyễn Tân Huyền, Trương Trà Hương, Phạm Thanh Tuấn, Nguyễn Xuân Cường, Phạm Thị Hồng, Bùi Mỹ Duyên (+ Đại Học Minnesota, Mỹ Quốc. \*Viện Khoa Học Vật Liệu Ứng Dụng- Viện Khoa Học & Công Nghệ , Việt Nam) trên trang Web erct.com có phương pháp tính công suất điện gió như sau:

Giả thử không khí chuyển động với vận tốc v, thời gian t để đi được quãng đường D, diện tích bề mặt A (tương ứng với diện tích do cánh quạt quét trong không gian), tỉ trọng không khí ρ, khối không khí chuyển động m sẽ được như sau:

$$m = \rho.A.D = \rho.A.v.t$$

Động năng của khối không khí có khối lượng m chuyển động với vận tốc v:

$$E = \frac{1}{2}.m.v^2 = \frac{1}{2}. \rho.A.v^3.t$$

Vì công suất được tính bằng năng lượng E cho một đơn vị thời gian, do đó công suất của tuốc bin gió P sẽ là :

$$P = E/t = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \text{ (Watts)}$$

Với hệ số hoàn thiện hay Betz limit C, công thức tính công suất trên có thể viết lại như sau:

$$P = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

Trong đó:  $\rho$  - tỉ trọng không khí, kg/m<sup>3</sup> (khoảng 1,225 kg/m<sup>3</sup> ở mực nước biển, khi cao độ càng tăng tỉ trọng không khí càng giảm); A – bề mặt quét của cánh quạt hướng thẳng vào chiều gió, m<sup>2</sup>; v – tốc độ gió, m/sec và công suất P, Watts (= Joules/sec). Theo lý thuyết , C bằng 16/27 = 0,59, nhưng trên thực tế C nằm vào khoảng 0,35.

Bài này cũng cho biết: Máy đo tốc độ gió được đặt ở độ cao 25 m so với mực nước biển tại Long Hải và Phước Tỉnh ở Bà Rịa – Vũng Tàu để đo các số liệu về tốc độ gió từng ngày từ ngày 1 tháng 7 năm 2009 đến ngày 30 tháng 9 năm 2010. Mỗi ngày đo 3 lần vào buổi sáng lúc 9h, buổi chiều lúc 16h và buổi tối lúc 20h. Sau đó tính bình quân từng tháng được kết quả như sau:

<b>Tháng</b>	<b>Long Hải</b>	<b>Phước Tỉnh</b>
1	5,84	6,23
2	5,11	5,71
3	7,29	7,84
4	6,57	7
5	6,03	6,61
6	6,1	6,8
7	11,63	12,16
8	9,5	10,03
9	11,45	12,1
10	8,06	8,58
11	6,57	6,9
12	7,29	6,16

Từ đó tôi tính được bình quân tốc độ gió của Long Hải là 7,62 m/s, Phước Tỉnh là 8,01 m/s. Trên vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau, sóng biển lớn nhất tập trung vào các tháng 12, 1 và 2 do có gió mạnh nhưng Long Hải và Phước Tỉnh ở trên đất liền, 3 tháng này tốc độ gió lại thấp, nên tôi tạm tính tốc độ gió bình quân ở độ cao 23,5 m trên các khung đỡ đặt trong vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau khoảng 8 m/s.

Trong bài này cũng nói nhiều đến điện gió ở các nước trên thế giới và Việt Nam. Tôi chưa biết Điện gió Bạc Liêu được tính theo phương pháp nào, nhưng cứ tính thử công suất của điện gió theo phương pháp đã có trong bài này xem sao:

### Tính thử điện gió

	Đơn vị	Ký hiệu và	Điện gió	Điện gió
	tính	công thức	Bạc Liêu	biển
Chiều dài cánh quạt	m	r	42	5
Diện tích bề mặt cánh quạt	m <sup>2</sup>	$A=3,1416.r^2$	5.541,77	78,54
Tỷ trọng không khí	kg/m <sup>3</sup>	$\rho$	1,225	1,225
Tốc độ gió	m/s	v	8	8
Công suất cơ cho mỗi máy	W	$p_1=1/2. \rho.A.v^3$	1.737.898,90	24.630,09
Hệ số hoàn thiện		C	0,35	0,35
Công suất điện cho mỗi máy	W	$p=C.p_1$	608.264,61	8.620,53
Số máy điện gió	Máy	n	62	3.780
Tổng công suất điện gió bình quân	MW	$P=n.p$	37,71	32,59
Sản lượng hàng năm	Triệu KWh	$S=24.365.P$	330,36	285,45
Sản lượng sau khi bớt 3%	Triệu KWh	$S_1=0,97.S$	320,45	276,89
Giảm bớt 20% cho điện gió biển	Triệu KWh	$S_2=0,8.S_1$		221,51
Công suất lắp máy	MW	$2,63.P$	99,18	85,70

Tính theo phương pháp này thì sản lượng điện hàng năm của Điện gió Bạc Liêu là 330,36 triệu KWh, trừ đi khoảng 3% cho dự phòng còn 320,45 triệu KWh, tính tròn là 320 triệu KWh. Công suất lắp máy tính gấp 2,63 lần công suất bình quân là 99,18 MW, tính tròn là 99,2 MW. Cũng tính theo phương pháp này thì sản lượng điện gió biển là 276,89 triệu KWh. Nhưng do đường truyền điện dài, các máy phát điện cũng có lúc hư hỏng cần bảo dưỡng, sửa chữa, máy không tốt bằng máy của Điện gió Bạc Liêu,... nên tôi dự kiến giảm bớt 20% còn:  $276,89 \times 0,8 = 221,51$  triệu KWh và số này chỉ bằng 77,6% so với sản lượng tính được ban đầu. Như vậy công suất bình quân chỉ còn đóng góp vào điện lưới:  $32,59 \times 0,776 = 25,29$  MW. Tính ra công suất lắp máy lớn gấp:  $85,7/25,29 = 3,39$  lần công suất bình quân. Công suất lắp máy của mỗi máy phát điện là:  $85,7 \times 1.000/3.780 = 22,67$  KW, tính tròn lên là 23 KW. Như vậy tổng công suất lắp máy là:  $23 \times 3.780/1.000 = 86,94$  MW.

#### 1.2. Điện sóng biển:

##### 1.2.1. Tính lại độ cao của sóng vùng khung đỡ:

Trong bài này tôi vẫn dùng 777 bản tin dự báo sóng biển của Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương thu thập được cuối tháng 12 năm 2011 và từ chiều ngày 04/03/2012 đến sáng ngày 04/03/2013.

Khung đỡ có 7 hàng phao nên khi sóng đi qua các hàng phao sẽ yếu bớt đi. Sóng có thể đến theo nhiều hướng khác nhau, hướng càng lệch thì sóng khi tác động vào các phao lại càng yếu đi nhiều. Vì thế tôi dự kiến tính lại độ cao bình quân của sóng tác động vào các phao vùng khung đỡ như sau:

- Khi gió thổi thẳng góc với khung đỡ, độ cao bình quân của sóng giảm 10%.
- Khi gió thổi chệch khung đỡ một góc 45 độ, độ cao bình quân của sóng giảm 15%.
- Khi gió thổi chệch khung đỡ một góc 67,5 độ, độ cao bình quân của sóng giảm 12,5%.
- Khi gió thổi chệch khung đỡ một góc 22,5 độ hoặc gió thổi theo nhiều hướng, độ cao bình quân của sóng giảm 17,5%,...
- Khi gió thổi song song với khung đỡ độ cao bình quân của sóng giảm 20%.

Do các số tính được đều có rất nhiều số lẻ, nên phải quy tròn chúng thành các số chỉ có 1 số lẻ.

#### 1.2.2. Tính khoảng nâng lên, hạ xuống và tính công suất của phao:

Phương pháp tính khoảng nâng lên, hạ xuống của phao so với độ cao sóng biển và tính công của phao trong 1 chu kỳ sóng cũng tương tự như trong mục 3.1. và 3.2. của bài: “Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển”. Trong đó khi dùng phao hình trụ tròn nửa nổi, nửa chìm có những ý quan trọng sau:

- Trường hợp chiều cao của phao hình trụ tròn lớn hơn 2 lần khoảng nâng lên, hạ xuống của phao: Công trong 1 chu kỳ sóng là  $A = mgh/2 + mgh/2 = mgh$ . Trong đó  $g = 9,8$ ,  $h$  là khoảng nâng lên, hạ xuống 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.
- Trường hợp chiều cao của phao hình trụ tròn nhỏ hơn 2 lần khoảng nâng lên, hạ xuống của phao: Công sẽ bị giảm so với trường hợp đầu một tỷ lệ là  $(h - a)^2/h^2$  trong đó  $h$  là khoảng nâng lên, hạ xuống của phao và  $a$  là nửa chiều cao của phao.

Công suất bằng công chia cho chu kỳ nên tỷ lệ giảm công suất cũng theo công thức đó.

Sóng có rất nhiều độ cao khác nhau, nên phải tính cho từng độ cao như 6 m, 5,9 m, 5,8 m,... cho tới 0,1 m. Ngoài ra còn tính thêm cho các độ

cao 8 m và 10 m để xem khi có sóng rất lớn thì công suất sẽ ra sao. Thí dụ như khi tính cho sóng cao 1,8 m chẳng hạn.

Ngay đầu phần 3.4. của bài: “Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển” tôi cũng đã trình bày phương pháp tính cụ thể cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m khi sóng cao 1,8 m và được các kết quả như sau: Chu kỳ sóng 4,96 giây, bước sóng 24,02 m, khoảng nâng lên hạ xuống của phao là 1,66 m.

Từ đó tính được thể tích cột nước nâng lên hạ xuống là:  $3,1416 \times 3 \times 3 \times 1,66 = 47,06 \text{ m}^3$ .

Tỷ trọng của nước biển lớn hơn 1 một chút, để đơn giản ta tạm coi như là 1. Vì thế ta có công cho 1 chu kỳ là:  $A = mgh = 47,06 \times 9,8 \times 1,66 = 767,65 \text{ KJ}$ .

Công suất của 1 phao là:  $767,65 / 4,96 = 154,75 \text{ KW}$ .

Khoảng nâng lên hạ xuống của phao là 1,66 m lớn hơn nửa chiều cao của phao, nên công suất của phao hình trụ tròn đường kính 6 m cao 2 m chỉ còn:  $154,75 \times (1 - (1,66 - 1)^2 / 1,66^2) = 130,09 \text{ KW}$ .

Chuyển động nâng lên hạ xuống của phao chuyển thành chuyển động quay đi quay lại, rồi thành chuyển động quay theo một chiều nhất định để quay máy phát điện. Như vậy đã mất một số lực do ma sát, thí dụ như mất 10% chẳng hạn, nên công suất khi quay máy phát điện chỉ còn:  $130,09 \times 0,9 = 117,08 \text{ KW}$ .

### 1.2.3. Tính công suất của điện:

Giả thử hệ số chuyển đổi cho đến khi đã qua trạm biến đổi điện cũng là 0,35 chẳng hạn thì công suất là:  $117,08 \times 0,35 = 40,98 \text{ KW}$ .

Nhưng do đường truyền điện dài, các máy phát điện cũng có lúc hư hỏng cần bảo dưỡng, sửa chữa, máy không tốt bằng máy của Điện gió Bạc Liêu,... công suất chỉ còn bằng 77,6% nên công suất khi ra khỏi trạm biến đổi điện chỉ còn:  $40,98 \times 0,776 = 31,8 \text{ KW}$ .

Kết quả tính toán cho 1 phao hình trụ tròn đường kính 6 m và cao 2 m nửa nổi nửa chìm theo một số độ cao của sóng biển cho công suất phát điện như sau: sóng cao 1 m cho 11,18 KW, sóng cao 1,5 m cho 25,2 KW, sóng cao 2 m cho 35,74 KW, sóng cao 2,5 m cho 43,24 KW, sóng cao 3 m cho 51,12 KW, sóng cao 3,5 m cho 57,94 KW, sóng cao 4 m cho 64,03 KW, sóng cao 4,5 m cho 69,5 KW, sóng cao 5 m cho 74,24 KW, sóng cao 5,5 m cho 78,75 KW, sóng cao 6 m cho 83,94 KW, sóng cao 8 m cho 101,39 KW, sóng cao 10 m cho 115,32 KW.

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.

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.

Kết quả tính toán điện sóng biển khi sử dụng khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m cao 2 m trên vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau như trong biểu sau:

**Tính thử khả năng phát điện của điện sóng biển cho vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau khi sử dụng 1 km<sup>2</sup> sóng biển và dùng phao hình trụ tròn đường kính 6 m cao 2 m**

	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
- Công suất phát điện	MW	356,90	275,89	210,09	104,92	160,69	289,24	289,24	338,17	255,36	168,39	159,55	303,86	242,86
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	265,54	185,40	156,31	75,54	119,55	208,25	215,19	251,60	183,86	125,28	114,88	226,07	2.127,5

Công suất bình quân do 1 máy phát điện một chiều cung cấp là:  $242,86 \times 1.000 / 8.810 = 27,57$  KW. Cũng tạm tính như với điện gió thì máy phát điện một chiều cần có công suất là:  $27,57 \times 3,39 = 93,45$  KW, tính tròn lên là 94 KW. Tổng công suất lắp máy là:  $94 \times 8.810 / 1.000 = 828,14$  MW.

## **2. Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển kết hợp với điện gió:**

### **2.1. Điện gió:**

Trong khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển, khi sử dụng các hàng 1,4 và 7 để bổ sung thêm điện gió thì số máy phát điện gió là:  $1.260 \times 3 = 3.780$  máy. Số liệu này cũng bằng số liệu đã tính toán trong mục 1.1. Nên tổng công suất điện gió bình quân là 25,29 MW, sản lượng điện hàng năm là 221,51 triệu KWh và tổng công suất các máy phát điện một chiều là 86,94 MW.

### **2.2. Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển kết hợp với điện gió:**

Kết quả tính thử trong bài: “Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển” khi sử dụng khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển cho thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau với 3 loại tổ thủy điện và phao hình trụ tròn đường kính 6 m cao 3 m là: Công suất bình quân 327,91 MW, sản lượng điện hàng năm 2.872,5 triệu KWh, công suất lắp máy 656 MW. Sau khi trừ dự phòng phải mở cửa xả do nước bơm được quá nhiều khoảng 0,5% còn công suất bình quân 326,27 MW, sản lượng điện hàng năm 2.858,09 triệu KWh. Khi thủy triều hạ xuống mức rất thấp và có sóng lớn thì có thể có trường hợp bơm nước không thể hút được nước lên, tuy trường hợp này rất hiếm nhưng cũng phải tính đến để giảm công suất và sản lượng điện. Nên tôi đã dự kiến giảm thêm 4% cho vùng biển Bình Thuận đến Bà Rịa - Vũng Tàu còn công suất bình quân 313,22 MW, sản lượng điện hàng năm 2.743,8 triệu KWh. Vùng biển

Thành phố Hồ Chí Minh đến Cà Mau dự kiến giảm thêm 6% còn công suất bình quân 306,69 MW, sản lượng điện hàng năm 2.686,6 triệu KWh.

Nay trên vùng biển này chỉ sử dụng phao hình trụ tròn đường kính 6 m cao 2,6 m nên phải tính lại và có kết quả như sau:

**Tính thử khả năng phát điện của thủy điện chạy bằng năng lượng của khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau khi dùng 3 mức ngập nước cho phao hình trụ tròn đường kính 6 m, cao 2,6 m khi dùng bơm piston đường kính 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 Bình Thuận đến Cà Mau dùng thủy điện với cột áp 264 - 396 m bình thường 343 m, 198 - 297 m bình thường 257 m và 82 - 122 m bình thường 114 m, tốc độ piston bằng 0,7 tốc độ nâng hạ phao, lưu lượng nước 541 m <sup>3</sup> /s Khi sóng cao 6 m:														
- Công suất phát điện	MW	466,63	348,04	279,67	187,63	202,02	365,27	368,69	440,60	325,25	208,38	203,47	390,78	313,07
- Khả năng phát điện	Triệu KWh	347,17	231,87	208,07	113,50	150,30	262,99	274,30	327,81	234,18	155,04	146,50	290,74	2.742,5

Công suất lắp máy là:  $313,07 \times 2 = 626,34$  MW, tính tròn là 626 MW.

Sau khi lấy số liệu cả năm trong biểu này giảm bớt 0,5% do phải mở cửa xả bớt nước rồi lại giảm thêm 4% hoặc 6% do thủy triều có thể xuống rất thấp bơm nước không hút được nước lên, ta có kết quả như sau: Vùng biển Bình Thuận đến Bà Rịa - Vũng Tàu còn công suất bình quân 299,04 MW, sản lượng điện hàng năm 2.619,6 triệu KWh. Vùng biển Thành phố Hồ Chí Minh đến Cà Mau còn công suất bình quân 292,81 MW, sản lượng điện hàng năm 2.565,03 triệu KWh.

Mỗi nhà máy thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển kết hợp với điện gió trên vùng biển Bình Thuận đến Vũng Tàu có công suất bình quân là:  $25,29 + 299,04 = 324,33$  MW, sản lượng điện hàng năm là:  $221,51 + 2.619,6 = 2.841,11$  triệu KWh và công suất lắp máy là:  $86,94 + 626 = 712,94$  MW.

Mỗi nhà máy thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển kết hợp với điện gió trên vùng biển Thành phố Hồ Chí Minh đến Cà Mau có công suất bình quân là:  $25,29 + 292,81 = 318,1$  MW, sản lượng điện hàng năm là:  $221,51 + 2.565,03 = 2.786,54$  triệu KWh và công suất lắp máy là:  $86,94 + 626 = 712,94$  MW.

### 3. Tổng cộng các loại điện:

Khi sử dụng khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển cho thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển và khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển cho điện sóng gió biển trên vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau sẽ cho các loại điện như trong biểu sau:

**Điện của mỗi cặp điện sóng gió biển và thủy điện sóng biển  
khi sử dụng 2 km<sup>2</sup> sóng biển trên vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau**

	Bình Thuận đến Vũng Tàu			TP Hồ Chí Minh đến Cà Mau		
	Công suất (MW)	Sản lượng (Triệu KWh)	Lắp máy (MW)	Công suất (MW)	Sản lượng (Triệu KWh)	Lắp máy (MW)
<b>Tổng số:</b>	<b>592,48</b>	<b>5.190,09</b>	<b>1.628,02</b>	<b>586,25</b>	<b>5.135,52</b>	<b>1.628,02</b>
1. Điện sóng gió biển:	268,15	2.348,98	915,08	268,15	2.348,98	915,08
- Điện gió	25,29	221,51	86,94	25,29	221,51	86,94
- Điện sóng biển (1 km <sup>2</sup> )	242,86	2.127,47	828,14	242,86	2.127,47	828,14
2. Thủy điện sóng biển thêm điện gió:	324,33	2.841,11	712,94	318,10	2.786,54	712,94
- Điện gió	25,29	221,51	86,94	25,29	221,51	86,94
- Thủy điện sóng biển (1 km <sup>2</sup> )	299,04	2.619,60	626,00	292,81	2.565,03	626,00
<b>Cộng phần sóng gió biển:</b>	<b>293,44</b>	<b>2.570,49</b>	<b>1.002,02</b>	<b>293,44</b>	<b>2.570,49</b>	<b>1.002,02</b>

Như vậy bên cạnh mỗi nhà máy thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển cần có thêm 1 trạm biến đổi điện nhằm biến đổi điện một chiều thành điện xoay chiều để hòa vào lưới điện quốc gia với công suất bình quân 293,44 MW, sản lượng điện hàng năm 2.570,49 triệu KWh. Tổng công suất của các máy phát điện một chiều dùng cho điện sóng gió biển là 1.002,02 MW. Riêng phần điện gió của trạm biến đổi điện cũng cho sản lượng điện hàng năm là: 221,51+221,51 = 443,02 triệu KWh, tăng 38,44 % so với sản lượng điện hàng năm của Điện gió Bạc Liêu.

Do 2 khung đỡ của điện sóng gió biển ở khá xa ngoài biển nên phải truyền điện vào bờ bằng cáp ngầm dưới biển và phải thường xuyên dùng tàu nhỏ đưa công nhân ra để kiểm tra, cho dầu mỡ, phun sơn chống gỉ, bảo dưỡng, sửa chữa máy phát điện và các thiết bị trên khung đỡ,...

Để khắc phục tình trạng này có thể cho khung đỡ của điện sóng gió biển thẳng góc hoặc hơi xiên góc với khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển và chỉ cách nhau khoảng 8 m và dùng thép dài 12 m bắc cầu rộng đủ cho xe con hoặc xe tải nhỏ đi qua để nối 2 khung đỡ với nhau. Khung đỡ của điện sóng gió biển thẳng góc hoặc hơi xiên góc với khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển do hướng chung của đường bờ biển Bình Thuận đến Cà Mau là đông bắc – tây nam, nhưng khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển cần song song với hướng của đường bờ biển tại nơi đó nên có thể lệch so với hướng đông bắc – tây nam. Nhờ có cầu này mà công nhân khi đi làm việc có thể để xe máy ở đường đi giữa khung đỡ của điện sóng gió biển, còn đường điện có thể nối qua 2 khung đỡ ở tầng liên kết trên. Nhưng công nhân của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển vẫn phải để xe máy ở đường đi trên đường dẫn nước về nhà máy thủy điện vì đường trên khung đỡ nối từ cầu sang đường đi trên đường dẫn nước sẽ cao hơn đường đi trong tầng liên kết dưới của khung đỡ khoảng 1 m hoặc 1,4 m và cần có bậc để lên xuống.

Do có cầu nên khi dựng khung đỡ trong thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển cần làm đúng thứ tự như đã trình bày trong mục 2.2. của

bài: “Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển” (Bản bổ sung, sửa đổi ngày 20/08/2015) đề đường đi từ cầu sang đường dẫn nước gồi lên các thanh thép chịu lực c và 4 chỉ cao hơn đường đi trong tầng liên kết dưới của khung đỡ khoảng 1 m. Đường dẫn nước của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển có chỗ thấp hơn cầu, có chỗ cao hơn cầu và cũng cần giữ cho nhiệt độ ở phía ngoài đường dẫn nước ít thay đổi do mưa nắng nên kê dưới đường dẫn nước cần rộng hơn nó khoảng 3 m ở nơi đường dẫn nước còn nhỏ, rộng hơn nó khoảng 4 m ở nơi đường dẫn nước lớn để có thể xây tường ở 2 bên kê cao hơn mặt trên của đường dẫn nước khoảng 70 cm rồi đổ đầy cát biển vào, nén cho thật chặt và làm đường bê tông hoặc đường nhựa lên trên đó. Tại những nơi mặt đường còn thấp hơn cầu cần làm đường lên cầu. Tại những nơi mặt đường cao hơn cầu cần làm đường xuống cầu, muốn vậy kê cần lệch hẳn ra phía ngoài và các ống dẫn nước khi đi ngang đến sát đường dẫn nước cho đi lên và áp sát vào đường dẫn nước, rồi cho đi sát mặt trên đường dẫn nước. Tại những nơi này cầu nên làm cao hơn khoảng 40 cm và đường đi từ cầu sang đường dẫn nước gồi lên các thanh thép chịu lực 1, 5, 8; nó sẽ cao hơn đường đi trong tầng liên kết dưới trong khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển khoảng 1,4 m. Như vậy khi xe đi từ đường dẫn nước của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển đến đường đi trong tầng liên kết dưới của khung đỡ điện sóng gió biển sẽ phải qua 2 cầu ngắn và 2 lần phải lái cho xe chạy lệch đi. Đó là do cầu thứ nhất lệch so với kê dưới đường dẫn nước 60 độ, cầu thứ hai lệch so với đường đi trên khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển 30 độ. Do cầu lệch với kê khoảng 60 độ nên nếu dùng thép dài 12 m làm cầu thì khung đỡ cách mặt kê khoảng 9,9 m và cột chống ở hàng trong cùng chỉ cách chân kê khoảng 2,7 m.

Tại đầu phía trong khung đỡ của điện sóng gió biển cần có thêm thanh liên kết chéo chịu lực kê đỡ cầu. Đường đi từ cầu xuống đường đi giữa cầu trong tầng liên kết dưới phải xuống dốc một đoạn ngắn vì các đường đi trong khung đỡ của điện sóng gió biển đều đặt trên các thanh liên kết chéo. Đường đi giữa khung đỡ của điện sóng gió biển nên làm đủ lớn để xe con và xe tải nhỏ chở thiết bị, vật liệu có thể đi được theo một chiều và 2 xe máy có thể tránh nhau. Trên đường này cần có lan can để tránh nguy hiểm cho người và phương tiện đi lại, một số chỗ cần được mở rộng để ô tô có thể quay đầu xe. Lan can phía có máy phát điện và các bánh răng nên làm loại có thể tháo lắp dễ dàng, khi cần có thể tháo ra để công nhân bảo dưỡng, sửa chữa các thiết bị. Đường đi trong khung đỡ đều nằm trên các thanh liên kết chéo và trên đó không có một vật gì cản trở nên ta có thể mở rộng đường ở bất kỳ chỗ nào tới khoảng gần 9 m cho ô tô quay đầu xe. Các đường đi khác trong tầng liên kết dưới và các đường đi trong tầng liên kết trên chỉ cần làm nhỏ cho người đi lại và làm việc. Các thanh liên kết chéo gắn vào ống thép cột chống có mặt trên rộng 9 cm, nên chỉ cần gắn thêm thanh thép nhỏ dài 12 m làm tay vịn thì công nhân có thể dễ

dàng đi từ đường này sang đường khác. Có thể làm một số đoạn dài khoảng 10 m để nối từ đường này sang đường khác nhưng do bị thanh thép chịu lực chắn ngang cao khoảng gần 0,5 m nên công nhân sẽ phải bước qua. Nên có một số cầu thang để dễ dàng đi lại giữa 2 tầng liên kết. Khi cần chuyển những vật nặng vài trăm kg từ đường đi này sang đường đi khác trong tầng liên kết dưới có thể tận dụng thanh liên kết chéo của tầng liên kết trên và ròng rọc để kéo nó đi.

Khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển có 7 hàng phao, mỗi hàng có 1.259 phao nên cũng có đường đi trong tầng liên kết dưới gồm 1.259 đoạn, mỗi đoạn dài 11,8 m. Nếu cứ cách 43 đoạn lại làm 1 cầu sẽ được 30 cầu và thừa 12 đoạn. Nên ta có thể chia 1.259 đoạn đó thành 17 đoạn dài cho các cầu cách nhau:  $11,8 \times 43 = 507,4$  m và 12 đoạn dài hơn cho các cầu cách nhau:  $11,8 \times 44 = 519,2$  m. Các cầu cần làm về phía không có thiết bị vì khoảng cách từ thanh thép có răng tới ống thép của cột chống cách nhau khoảng 5,5 m, nhưng tại đây cũng có thanh thép chéo nối từ gần giữa thanh thép chịu lực tầng liên kết trên xuống thanh thép chịu lực tầng liên kết dưới ở ngay sát ống thép của cột chống nên ta cần dịch chuyển thanh thép này sang bên đường và nên thay nó bằng thanh thép to hơn. Do có tới 30 khung đỡ của điện sóng gió biển đặt thẳng góc hoặc hơi xiên góc và chỉ cách khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển khoảng 8 m nên độ cao của sóng và lượng điện sản xuất ra của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển sẽ bị giảm sút, thí dụ như lượng điện giảm mất 10% chẳng hạn. Mỗi khung đỡ của điện sóng gió biển có 1.890 điện gió thì cũng phải bớt 1 còn 1.889 điện gió do cột điện gió trong cùng quá gần với điện gió trên khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển. Mỗi khung đỡ của điện sóng gió biển cũng có 4.405 phao thì cũng phải bớt 1 còn 4.404 phao do phao trong cùng quá gần với các phao của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển. Như vậy việc điện sóng gió biển kết hợp với thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển đó sẽ cho công suất và sản lượng điện hàng năm như sau:

**Điện sóng gió biển kết hợp với thủy điện sóng biển  
khi sử dụng 16 km<sup>2</sup> sóng biển trên vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau**

	Bình Thuận đến Vũng Tàu			TP Hồ Chí Minh đến Cà Mau		
	Công suất (MW)	Sản lượng (Triệu KWh)	Lắp máy (MW)	Công suất (MW)	Sản lượng (Triệu KWh)	Lắp máy (MW)
<b>Tổng số:</b>	<b>4.315,65</b>	<b>37.804,87</b>	<b>14.373,03</b>	<b>4.310,04</b>	<b>37.755,75</b>	<b>14.373,03</b>
<b>1. Điện sóng gió biển:</b>	<b>4.021,22</b>	<b>35.225,72</b>	<b>13.722,69</b>	<b>4.021,22</b>	<b>35.225,72</b>	<b>13.722,69</b>
- Điện gió	379,15	3.320,89	1.303,41	379,15	3.320,89	1.303,41
- Điện sóng biển (15 km <sup>2</sup> )	3.642,07	31.904,83	12.419,28	3.642,07	31.904,83	12.419,28
<b>2. Thủy điện sóng biển thêm điện gió:</b>	<b>294,43</b>	<b>2.579,15</b>	<b>650,34</b>	<b>288,82</b>	<b>2.530,03</b>	<b>650,34</b>
- Điện gió	25,29	221,51	86,94	25,29	221,51	86,94
- Thủy điện sóng biển (1 km <sup>2</sup> )	269,14	2.357,64	563,40	263,53	2.308,52	563,40
<b>Công phân sóng gió biển:</b>	<b>4.046,51</b>	<b>35.447,23</b>	<b>13.809,63</b>	<b>4.046,51</b>	<b>35.447,23</b>	<b>13.809,63</b>

Như vậy bên cạnh mỗi nhà máy thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển cần có thêm 1 trạm biến đổi điện rất lớn nhằm biến đổi điện một chiều thành điện xoay chiều để hòa vào lưới điện quốc gia với công suất bình quân 4.047,34 MW, sản lượng điện hàng năm 35.454,47 triệu KWh. Tổng công suất của các máy phát điện một chiều dùng cho điện sóng gió biển là 13.809,63 MW.

Bài: “Làm thế nào cho đồng bằng sông Cửu Long được an toàn?” đã đề xuất xây dựng khoảng 20 nhà máy thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển trên vùng biển Thành phố Hồ Chí Minh đến Cà Mau. Cũng theo phương pháp đó có thể ước tính thêm được khoảng 14 nhà máy thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển cho vùng biển Bình Thuận đến Vũng Tàu. Vì vậy tiềm năng điện sóng gió biển kết hợp với thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển ở riêng vùng biển Bình Thuận đến Cà Mau hàng năm có thể lên tới 1.284 tỷ KWh. Trong khi đó điện sản xuất và mua của cả nước năm 2015 chỉ là 159,4 tỷ KWh. Như vậy chỉ riêng tiềm năng vùng biển này cũng thừa khả năng cung cấp điện cho năm 2030 và các năm sau. Không những thế những tàu lớn đánh cá xa bờ vẫn có những đường biển rộng khoảng 1,5 km để đi lại qua vùng biển gần bờ có các khung đỡ của điện sóng gió biển.

Đối với các vùng biển khác tiềm năng sản xuất điện của điện sóng gió biển cũng rất lớn nhưng khi sử dụng khoảng 1 km<sup>2</sup> sóng biển sẽ cho sản lượng điện nhỏ hơn và giá thành phát điện sẽ cao hơn.

Cũng xin nêu thêm khả năng kết hợp với du lịch trên một số khung đỡ của điện sóng gió biển ở chỗ mặt đường ngang với cầu hoặc khung đỡ cuối cùng để việc lái xe qua cầu được dễ dàng và không phải mở rộng thêm đê như sau: Do không vướng những ống dẫn nước như trong tầng liên kết dưới khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển, nên trong tầng liên kết dưới khung đỡ của điện sóng gió biển có 6 khoảng trống dài gần 7,5 km, rộng gần 9 m có thể làm đường hoặc nhà nghỉ trên đó. Thí dụ như khoảng trống ở giữa làm đường rộng gần 9 m cho ô tô đi lại và đỗ trên đó, 5 khoảng trống còn lại có thể làm các buồng nghỉ có chiều sâu khoảng gần 7 m và các đoạn đường ngắn để đi lại từ dãy buồng này sang dãy buồng khác. Nhưng tại các đoạn đường ngắn đều có thanh thép chịu lực chắn ngang cao khoảng gần 0,5 m, nên cần có vài bậc để người đi dễ dàng bước qua. Khoảng cách từ mặt đường đến thanh thép thấp nhất của tầng liên kết trên khoảng 3,8 m. Chỉ cần điều chỉnh lại 1 hàng phao cạnh đường giữa và các thiết bị kèm theo là có thể làm đường này rộng gần 10 m, nhưng khoảng trống bên cạnh sẽ bị thu hẹp lại còn gần 8 m. Để xe khách dài trên 10 m có thể quay đầu xe bằng cách cho xe tiến và lùi, cần phải bỏ mỗi bên 1 phao cùng các thiết bị kèm theo nó và 4 thanh thép chịu lực trong tầng liên kết dưới làm nhiệm vụ giữ 2 phao này cùng các thiết bị kèm theo nó cũng phải bỏ đi, rồi làm thêm 2 đoạn đường

ngăn ở 2 bên. Đường đi trong tầng liên kết trên cần làm rộng rãi và có lan can chắc chắn ở 2 bên. Cần có nhiều cầu thang cho việc đi lại giữa 2 tầng. Các thiết bị trên cả 2 tầng đều phải có lưới ngăn cách để bảo vệ và tránh nguy hiểm cho du khách. Cả 2 cầu cho xe đi từ ngoài đường vào đều nên làm rộng khoảng hơn 4 m cho ô tô có thể qua lại dễ dàng và khoảng cách giữa 2 khung đỡ phải thu hẹp lại. Nhưng trên đường xe đi qua khung đỡ của thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển phải bỏ hết các phao cùng các thiết bị kèm theo nó và các thanh liên kết trong tầng liên kết trên phải đưa lên cao để xe khách cao 3,5 m hoặc cao hơn có thể qua lại được. Thanh liên kết chéo trong tầng liên kết trên của khung đỡ điện sóng gió biển ngay cạnh cầu có xe đi phía dưới cũng phải đưa lên cao. Các cột điện gió cần làm cao hơn để đảm bảo an toàn cho du khách. Khách có thể nghỉ ngơi, đi lại thoải mái, nhìn ngắm các công trình đang vận hành và lên tầng trên để ngắm trời ngắm biển. Muốn làm được như vậy phải có cột chống và ống thép cột chống rất lớn, thí dụ như cọc bê tông dự ứng lực của Công ty Cổ phần Bê tông ly tâm Thủ Đức loại đường kính 800 mm có chiều dày 120 mm, tính ra đường kính trong của ống là 560 mm, khả năng chịu tải dọc trục của ống như sau: Loại A là 364 tấn, loại B là 343 tấn, loại C là 329 tấn. Vì vậy kính mong ngành du lịch và ngành điện mời các chuyên gia công trình giỏi tính toán thật kỹ khả năng chịu lực và thay đổi các vật liệu làm khung đỡ cho công trình điện sóng gió biển kết hợp với du lịch sử dụng được lâu dài.

Thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển ngoài khả năng cho sản lượng điện lớn, giá thành có khả năng tương đương thủy điện còn nhiều lợi ích khác như tạo nơi trú ẩn an toàn cho tàu thuyền đánh cá và những tàu nhỏ khi có bão hoặc áp thấp nhiệt đới, bảo vệ đê kè biển và bờ biển khỏi bị sạt lở,... Nhược điểm của nó là do các phao phải đặt ở nơi sâu khoảng 5 m đến 6 m nên phải làm đường dẫn nước dài hàng km về nhà máy, nếu làm nhà máy nhỏ thì giá thành phát điện sẽ cao. Nhưng điện sóng gió biển bước đầu có thể làm nhỏ để thí điểm, chỉ cần đưa điện bằng cáp về trạm biến đổi điện và có nhiều chỗ gần giống với điện gió, lại không phải xây dựng những cột lớn rất cao như điện gió nên có khả năng dễ làm hơn. Không những thế qua việc làm điện sóng gió biển nhỏ để thí điểm đó có thể thấy được khả năng cung cấp năng lượng của các phao để từ đó có thể tin tưởng hơn vào việc làm thủy điện chạy bằng năng lượng sóng biển và điện sóng gió biển.

Trên đây là những đề xuất của tôi. Không biết có chỗ nào còn sai sót không? Rất mong mọi người kiểm tra và phát hiện những chỗ thiếu sót để tôi sửa lại cho tốt hơn. Xin chân thành cảm ơn.

Địa chỉ liên hệ:

Phòng 204 nhà B4, 189 Thanh Nhàn, Hà Nội

Điện thoại: (04)39716038 hoặc (04)35527218  
Email: [canlevinh@gmail.com](mailto:canlevinh@gmail.com)