

Bảng 4. Bảng đo thông số máy phát

STT	Tải	I (A)	U (V)	Cos φ
1	Thuần trở	0,91	380	1
2	Thuần trở	1,87	370	1
3	Thuần trở	2,88	360	1
4	Thuần trở	3,9	355	1
5	Thuần trở	4,95	350	1

Ngoài ra, hệ thống trạm phát điện còn cho phép thực nghiệm kiểm tra hoạt động của trạm điện trong các chế độ làm việc khác nhau, các kết quả cho phép ta đánh giá và làm cơ sở khoa học cho các vấn đề nghiên cứu sau:

- Xây dựng các đặc tính của của máy phát điện từ đó cho phép phân tích tính chất động học của tổ hợp kích từ/máy phát phục vụ cho nghiên cứu, thiết kế bộ tự động điều chỉnh điện áp;
- Xây dựng các đặc tính của động cơ sơ cấp truyền động cho máy phát điện từ đó cho phép phân tích tính chất động học của diesel/động cơ lai phục vụ cho nghiên cứu, thiết kế bộ điều tốc/cải đặt biến tần;
- Thử các tình huống bảo vệ, các phản ứng của trạm phát trước các yếu tố thay đổi của tải làm nền tảng cho thiết kế các hệ thống bảo vệ, tự động hóa trạm phát như hòa đồng bộ tự động, phân chia tải tự động và hệ thống quản lý nguồn (PMS).

3. Kết luận

Mô hình mô phỏng trạm phát điện tàu thủy đã xây dựng thành công sử dụng các thuật toán, các yêu cầu để lập trình điều khiển hoạt động các thiết bị trong hệ năng lượng điện tàu thủy thật, đáp ứng nhu cầu của học viên và đã được kiểm chứng bằng các bài thực hành trong đào tạo, phù hợp với chương trình học và điều kiện phòng thực tập, thực hành, thí nghiệm.

Động cơ diesel được thay thế hoàn toàn bằng động cơ điện không đồng bộ ba pha thì việc phân bố tải tác dụng cũng như thay đổi tần số ra của các máy phát được thực hiện dễ dàng hơn bởi các biến tần. Ngoài ra với việc điều khiển hoàn toàn bằng điện thì rất thuận tiện và tiết kiệm hơn so với động cơ diesel chạy nhiên liệu dầu. Kết cấu của trạm phát điện mô phỏng rất gọn gàng, lắp đặt và vận chuyển dễ dàng có thể trở thành sản phẩm thương mại trên thị trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS. TSKH. Thân Ngọc Hoàn, TS. Nguyễn Tiến Ban, “*Trạm phát và lưới điện tàu thủy*”, Nhà xuất bản Khoa Học Và Kỹ Thuật Hà Nội, 2008.
- [2] Bùi Thanh Sơn, “*Trạm phát điện tàu thủy*”. Nhà xuất bản Hải Phòng, 2000.
- [3] Lê Quốc Tiến, “*Thiết kế hệ thống mô phỏng bằng điện chính tàu thủy phục vụ công tác đào tạo của Trường Đại học hàng hải VN*”, Tạp chí Giao thông vận tải, số 12 năm 2014.
- [4] Unitest Marine Training Software, 1997.

Người phản biện: TS. Hoàng Đức Tuấn; TS. Trần Sinh Biên

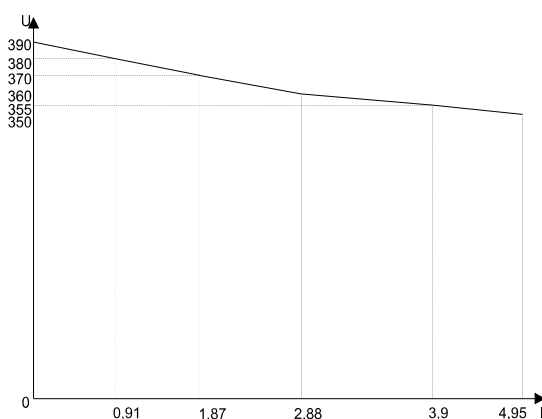
GIẢI PHÁP CUNG CẤP DƯỠNG KHÍ CHO HỆ ĐỘNG LỰC ĐẦY CỦA PHƯƠNG TIỆN LẶN SOLUTION TO SUPPLY INTAKE AIR FOR PROPULSION SYSTEM OF UNDERWATER VEHICLE

PHẠM HỮU TUYẾN, NGUYỄN DUY TIẾN, TRƯƠNG VIỆT ANH

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Tóm tắt

Phương tiện lặn ngày càng đóng vai trò quan trọng trong các hoạt động nghiên cứu diễn ra trên biển. Phương tiện này thường hoạt động dưới nước ở độ sâu nhất định, do đó hệ động lực đẩy để phương tiện di chuyển có nhiều điểm khác biệt so với phương tiện trên bộ và trên mặt biển. Để kéo dài thời gian hoạt động của phương tiện, cần cung cấp



Hình 5. Đồ thị đặc tính ngoài của máy phát

nguồn năng lượng cho hệ động lực đẩy trong suốt quá trình làm việc. Trong trường hợp sử dụng động cơ diesel cần đảm bảo quá trình trao đổi khí đảm bảo duy trì quá trình cháy. Bài báo này trình bày các hệ động lực đẩy thường dùng trên phương tiện lặn, đồng thời xây dựng giải pháp cung cấp dưỡng khí cho động cơ diesel sử dụng trong hệ động lực đẩy của phương tiện lặn phù hợp với điều kiện Việt Nam.

Abstract

Nowadays, underwater vehicle plays an important role in the research activities at sea. This equipment typically operates underwater in certain depth, so its propulsion system is different from that of the vehicles on ground or on the surface of sea. To prolong the operating time of an underwater vehicle, it is necessary to provide the energy for the propulsion system during the trip. When diesel engine is used in propulsion system, the gas exchange process needs to be performed in order to maintain combustion process of the engine. This paper presents the propulsion systems which are normally used on the underwater vehicles, and then suggests a solution to supply intake air for propulsion system of underwater vehicles suitable for condition in Vietnam.

Keywords: *diesel engine, fuel cell, propulsion system, underwater vehicle*

1. Giới thiệu chung

Phương tiện lặn được thiết kế chuyên dụng cho các hoạt động dưới nước ở độ sâu nhất định. Trong thực tế, phương tiện lặn được đưa xuống dưới mặt nước biển ở độ sâu vượt quá khả năng lặn của con người nhằm thu thập thông tin phục vụ cho công tác nghiên cứu khoa học, thăm dò, khai thác, lắp đặt thiết bị, cứu trợ,...

Một số đặc điểm chính của phương tiện lặn gồm [1]:

- Hình dạng phương tiện được thiết kế có sức cản nhỏ khi di chuyển;
- Phần vỏ chính có khả năng chịu áp suất cao và có tiết diện ngang hình tròn để có thể chịu được áp suất thủy tĩnh lớn khi ở sâu dưới biển;
- Các cánh lướt thường có cả phía trước và phía sau;
- Các khoang chứa nước phía ngoài thân giúp phương tiện lặn xuống và nổi lên mặt nước;
- Hệ động lực đẩy phương tiện lặn thường có dạng kép: Sử dụng hệ động lực điện được cung cấp bởi ắc quy khi lặn, sử dụng hệ động lực diesel khi nổi trên mặt nước. Đồng thời hệ động lực diesel cũng sử dụng để nạp điện cho ắc quy, vì vậy phương tiện lặn cần phải có thời gian hoạt động trên mặt nước. Đây cũng là nhược điểm của hệ động lực này, tuy nhiên có thể khắc phục được bằng cách sử dụng hệ thống cung cấp khí độc lập (Air Independent Propulsion-AIP);
- Trường hợp nguồn động lực sử dụng động cơ diesel, đường hút khí được thiết kế đặc biệt để có thể lấy khí nạp khi hoạt động ở độ sâu nhất định gần mặt nước;
- Trang bị hệ thống cung cấp dưỡng khí đặc biệt trong tàu gồm các máy cung cấp oxy, thiết bị hấp thụ CO₂.

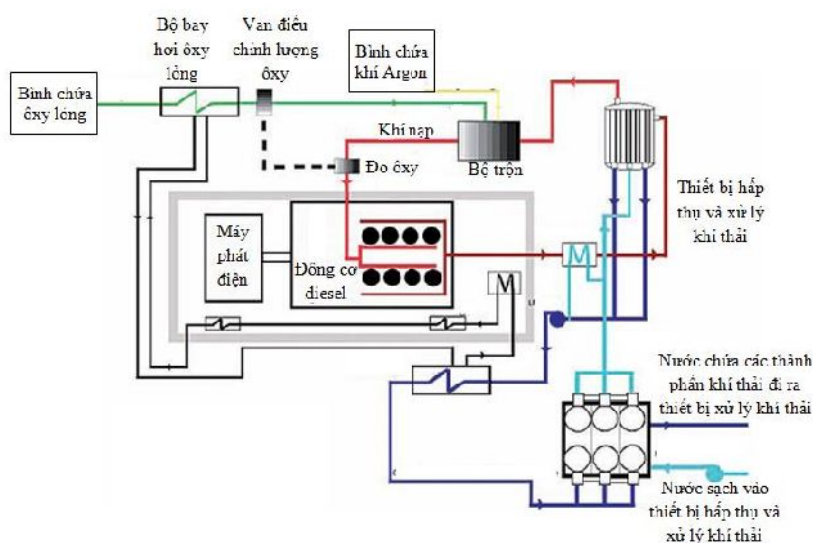
Việt Nam có chiều dài và diện tích biển rộng lớn nên việc thiết kế, chế tạo các phương tiện lặn phục vụ hoạt động nghiên cứu, khai thác thăm dò là rất cần thiết. Để phương tiện hoạt động được trong thời gian dài dưới nước, thường sử dụng hệ thống động lực được cung cấp khí độc lập (AIP) với nhiều kiểu phối hợp khác nhau.

2. Hệ thống cung cấp khí độc lập (AIP) trang bị cho phương tiện lặn

Ngoại trừ hệ động lực sử dụng năng lượng hạt nhân, hệ động lực AIP hiện nay thường gồm các loại sau: Động cơ diesel chu trình kín (Closed-Cycle Diesel engines-CCD), pin nhiên liệu (Fuel Cells), MESMA (Module d'Energie Sous-marine Autonome), động cơ Stirling.

2.1. Hệ động lực sử dụng động cơ diesel chu trình kín (CCD)

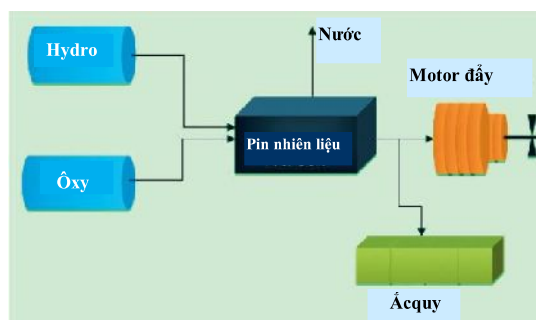
Trong hệ động lực này, động cơ diesel được nối với máy phát điện để nạp cho ắc quy cung cấp năng lượng cho động cơ điện kéo chân vịt. Khi phương tiện chạy trên mặt nước hay khi dùng ống thở, động cơ diesel lấy không khí nạp và xả khí thải ra môi trường như thông thường. Khi phương tiện lặn, động cơ diesel sử dụng nguồn oxy dự trữ có thể ở dạng lỏng (liquid oxygen-LOX). Trước khi nạp vào động cơ, oxy được trộn với khí thải hoặc khí trơ để đảm bảo an toàn cho các chi tiết của động cơ (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ hoạt động động cơ diesel chu trình kín (CCD) [2]

2.2. Hệ động lực sử dụng pin nhiên liệu

Pin nhiên liệu là thiết bị chuyển đổi theo nguyên tắc điện hóa, trong đó hydro và oxy kết hợp với nhau tạo ra nước, điện năng và nhiệt. Trong nguồn động lực đầy phươg tiện lặn thường sử dụng công nghệ màng điện ly polymer (Polymer Electrolyte Membrane-PEM) vì có nhiệt độ làm việc tương đối thấp (khoảng 80°C) và lượng nhiệt tỏa ra nhỏ. Hệ động lực pin nhiên liệu hoạt động êm, quá trình bảo dưỡng sửa chữa cũng tương đối dễ dàng và chi phí hợp lý hơn so với các hệ thống AIP khác. Nguồn động lực này tạo ra nguồn điện ở tốc độ chậm và ổn định, phù hợp với các loại phươg tiện có tốc độ vận hành thấp (Hình 2). Với các loại có tốc độ vận hành cao hoặc môi trường sóng lớn, cần phải sử dụng hệ thống ắcquy, hệ thống này được nạp điện bởi pin nhiên liệu.



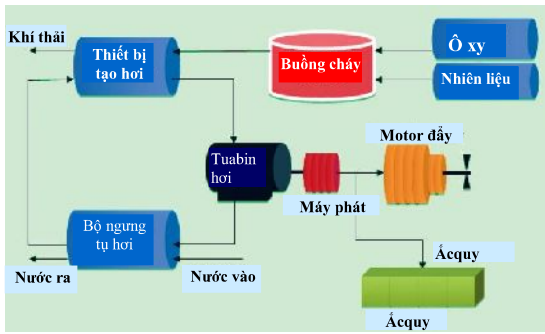
Hình 2. Hệ động lực sử dụng pin nhiên liệu [3]

2.3. MESMA (Module d'Energie Sous-marine Autonome)

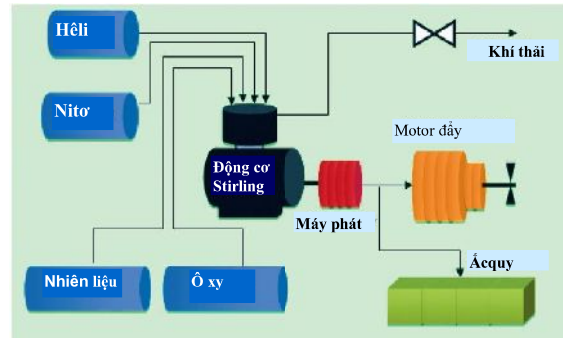
Trong hệ động lực này, nhiên liệu và oxy được đốt trong buồng cháy cung cấp năng lượng cho thiết bị tạo hơi. Sau đó, hơi được dẫn tới tuabin hơi sinh công để quay máy phát điện (Hình 3). Môi chất cháy tạo ra áp suất khoảng 60bar và nhiệt độ 700°C nên cần có hệ thống làm mát thiết bị. Nguyên lý hoạt động của hệ thống này dựa trên chu trình Rankin với hiệu suất nhiệt không cao, thường chỉ khoảng 25%, lượng oxy cần thiết cho quá trình cháy lớn và khi hoạt động phát sinh tiếng ồn, tuy nhiên công suất tạo ra bởi nguồn động lực này là khá cao.

2.4. Hệ động lực sử dụng động cơ Stirling

Động cơ Stirling sử dụng trên phươg tiện lặn thường được cung cấp nhiệt bởi việc đốt nhiên liệu diesel có hàm lượng lưu huỳnh thấp với oxy lỏng trong buồng kín có áp suất. Lượng nhiệt này được truyền cho môi chất công tác (thường là helium) hoạt động theo chu trình kín (Hình 4). Lực khí thể tác dụng lên đỉnh piston đẩy piston chuyển động và sinh công dẫn động máy phát điện. Áp suất cháy của nhiên liệu cao hơn áp suất bên ngoài biển nên cho phép khí thải ra ngoài hòa vào nước biển mà không cần sử dụng máy nén giúp làm giảm tiếng ồn. Thời gian ở trạng thái lặn của tàu ngầm phụ thuộc vào khả năng dự trữ oxy lỏng. Hệ thống AIP sử dụng động cơ Stirling có ưu điểm là sử dụng nguồn nhiên liệu diesel và oxy thông thường nên cũng được ứng dụng trên khá nhiều trên phươg tiện lặn.



Hình 3. Hệ động lực MESMA [3]

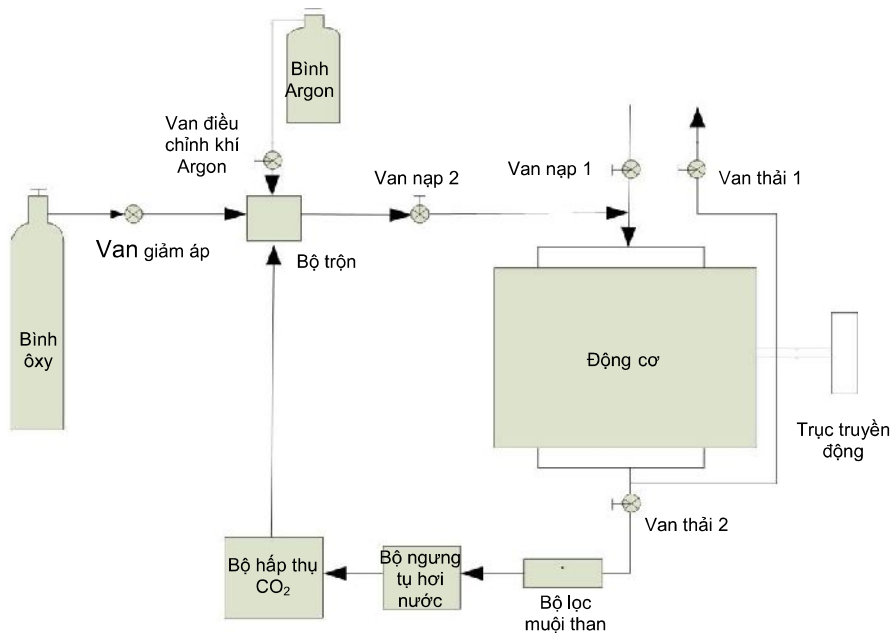


Hình 4. Hệ động lực sử dụng động cơ Stirling [3]

3. Xây dựng giải pháp cung cấp dưỡng khí và xả khí thải cho động cơ đẩy của phương tiện lặn

3.1. Xây dựng giải pháp

Qua nghiên cứu nguyên lý hoạt động cũng như ưu nhược điểm các hệ động lực đẩy ở trên, đối với phương tiện lặn sử dụng hệ động lực động cơ diesel chu trình kín là phù hợp trong điều kiện Việt Nam do đơn giản, dễ vận hành lắp đặt và có thể sử dụng thiết bị hiện có. Để kéo dài thời gian hoạt động của động cơ diesel, hệ thống nạp thải được thiết kế đảm bảo cung cấp dưỡng khí và xả khí thải ở cả hai trạng thái khi phương tiện nổi và lặn (Hình 5).



Hình 5. Giải pháp cung cấp dưỡng khí cho hệ động lực diesel trên phương tiện lặn

Nguyên lý làm việc của hệ thống được mô tả như sau:

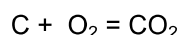
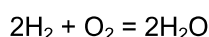
- Khi phương tiện ở trạng thái nổi, các van nạp 2 và van thải 2 đóng, van nạp 1 và van thải 1 mở, khi này các đường nạp thải của động cơ diesel được thông với môi trường bên ngoài. Do đó không khí nạp được lấy từ môi trường cung cấp cho động cơ và khí thải từ động cơ cũng được đẩy ra ngoài môi trường;
- Khi phương tiện ở trạng thái lặn, bao quanh phương tiện là nước có áp suất nên không thể lấy dưỡng khí cũng như thải khí thải trực tiếp ra môi trường xung quanh nên cần hệ thống cung cấp khí độc lập hoạt động. Lúc này van nạp 1 và van thải 1 đóng, van nạp 2 và van thải 2 mở; hỗn hợp khí gồm khí ô xy (từ bình ôxy), khí Argon (từ bình Argon) và khí thải đã được xử lý (còn lại chủ yếu là khí Argon và ôxy dư) được hòa trộn trong bộ trộn và nạp vào động cơ. Hệ thống xử lý khí thải gồm bộ lọc muội than loại bỏ các chất thải dạng hạt, bình ngưng tụ để loại bỏ hơi

nước và bộ hấp thụ CO₂. Van điều chỉnh khí Argon giúp điều chỉnh thành phần khí nạp phù hợp. Khí Argon ở đây được sử dụng với vai trò như Nitơ trong không khí nhằm đảm bảo thể tích khí nạp vào xylanh.

3.2. Tính toán sơ bộ tiêu hao dưỡng khí khi sử dụng hệ thống cung cấp khí độc lập

Với giải pháp cung cấp dưỡng khí và xả khí thải như trên, có thể tính toán xác định lượng tiêu hao khí ôxy nhằm xác định thời gian làm việc của hệ cung cấp khí độc lập. Giả thiết động cơ diesel sử dụng trong hệ động lực có công suất 3,5kW, suất tiêu hao nhiên liệu 0,26 kg/kWh, nhiên liệu gồm 85% C và 15% H về khối lượng và quá trình cháy là hoàn toàn.

Các phương trình ôxy hóa hoàn toàn C và H trong nhiên liệu gồm:



Dựa trên các phương trình này, có thể tính toán được rằng để đốt cháy hoàn toàn 1 kg nhiên liệu cần 3,47 kg ôxy.

Lượng nhiên liệu tiêu thụ trong 1 giờ: $0,26 \text{ kg/kWh} \times 3,5 \text{ kW} = 0,91 \text{ kg/h}$

Lượng ôxy cần thiết tiêu thụ trong 1 giờ: $0,91 \text{ kg/h} \times 3,47 \text{ kg} = 3,16 \text{ kg/h}$

Động cơ diesel thường có lượng ôxy nạp lớn hơn cần thiết, hệ số dư lượng không khí λ lớn hơn 1. Tuy nhiên, lượng ôxy dư này còn tồn tại trong khí thải và có thể tận dụng lại để quay về đường nạp theo như nguyên lý nêu trên.

4. Kết luận

Hệ thống cung cấp khí độc lập (AIP) giúp kéo dài thời gian hoạt động của hệ động lực trên phương tiện lặn. Hệ thống AIP có nhiều nguyên lý và mức độ phức tạp khác nhau như động cơ diesel chu trình kín, pin nhiên liệu, MESMA, động cơ Stirling, ... trong đó hệ động lực sử dụng động cơ diesel chu trình kín có kết cấu đơn giản và dễ áp dụng. Tuy nhiên, với hệ động lực này cần thực hiện quá trình trao đổi khí để động cơ hoạt động được ngay cả quá trình lặn. Bài báo đã đề xuất một giải pháp cung cấp dưỡng khí phù hợp với động cơ diesel trong hệ động lực diesel chu trình kín. Về mặt nguyên lý, giải pháp này có tính khả thi cao phù hợp với điều kiện Việt Nam. Bên cạnh đó với các tính toán sơ bộ giúp xác định được lượng khí tiêu thụ khi hệ thống cung cấp khí độc lập hoạt động. Các kết quả này là cơ sở cho nghiên cứu sâu hơn và nghiên cứu thực nghiệm tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] K.J. Rawson, EC. Tupper: *Basic ship theory*. 5th edition, Vol 2, NXB Butterworth-Heinemann, 2001.
- [2] Carlo Kopp: *Air Independent Propulsion- now a necessity*, Defend Today, <http://www.ausairpower.net/SP/DT-AIP-SSK-Dec-2010.pdf>.
- [3] Ong Li Koon, Liu Chee Kong, Toh Chee Wee: *Introduction to submarine design*, <http://www.dsta.gov.sg/docs/publications-documents/introduction-to-submarine-design.pdf?sfvrsn=0>.
- [4] Doug Thomas: *Submarine Developments: Air-Independent Propulsion*. Canadian Naval Review, Vol 3, No 4, 2008, <http://www.navalreview.ca/wp-content/uploads/public/vol3num4/vol3num4art11.pdf>.

Người phản biện: PGS.TSKH. Đỗ Đức Lưu; PGS.TS. Nguyễn Hồng Phúc

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DĂNG ĐỐI VỚI CÔNG TRÌNH BẾN CẢNG BIỂN THIẾT KẾ MỚI TẠI VIỆT NAM

RESEARCHING AND PROPOSING SOME ADAPTATIONS TO CLIMATE CHANGE AND SEA LEVEL RISE FOR NEW-DESIGNED QUAYWALLS IN VIETNAM

PGS.TS. NGUYỄN VĂN NGỌC

Khoa công trình, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Nghiên cứu giải pháp khắc phục ngập đối với các công trình bến cảng đã xây dựng tại Việt Nam cho thấy, đối với các thiết kế mới các công trình cần phải xét đến ảnh hưởng của biển