



NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HÌNH DÁNG THÂN VÀ HƯỚNG GIÓ ĐẾN ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG HỌC CÔNG TRÌNH NỔI

Lê Thị Thái^{1*}, Ngô Văn Hệ¹, Bùi Đình Thế²

Tóm tắt: Bài báo này trình bày một nghiên cứu về đặc tính khí động học công trình nổi ngoài khơi với ảnh hưởng của hướng gió tới và hình dáng thân giàn, thông qua sử dụng công cụ tính toán mô phỏng số CFD. Trên cơ sở khảo sát đặc tính khí động học của một loại công trình nổi kiểu giàn khoan tự nổi cố định trên biển theo góc vào gió khác nhau, tác giả đưa ra một số mô hình giàn khoan với kết cấu phần thân mới, thay đổi khác nhau, có cùng thông số chủ yếu với nhau, nhằm so sánh mức độ ảnh hưởng của hình dáng kết cấu thân giàn đến đặc tính khí động học của giàn khoan trong cùng điều kiện khảo sát. Nghiên cứu này thực hiện khảo sát với mô hình giàn khoan trong điều kiện cố định với ảnh hưởng của gió theo góc tấn khác nhau. Trên cơ sở phân tích kết quả khảo sát và so sánh đặc tính khí động lực học giữa các mô hình giàn khoan, ảnh hưởng của hướng gió, tác giả đưa ra một số nhận xét kết luận quan trọng về ảnh hưởng của hình dáng kết cấu thân giàn, ảnh hưởng của hướng gió đến đặc tính khí động học. Đây là những vấn đề quan trọng cần thiết trong quá trình nghiên cứu, thiết kế và khai thác công trình nổi nói chung và giàn khoan dầu khí nói riêng.

Từ khóa: Công trình nổi; giàn khoan; CFD; đặc tính khí động học.

A study on effects of wind attacked angle and hull shape on aero dynamic performances of an offshore

Abstract: In this paper, we propose a study on effects of hull shape and wind attacked angle on aero dynamic performances of above water surface hull of a offshore by using a commercial Computation Fluid Dynamic (CFD). Following as the results of computation the aero dynamic performances of original model, the authors propose several new models with a different hull shape structure and the same main dimensions with those of the original one. The all models are computed by the CFD to find the best one with smaller effects of hull shape and wind attacked angle on aero dynamic performances of the offshore. The target of the study is reducing effects of hull shape and wind attacked angle on aero dynamic performances of the offshore. From the results of comparison among models, the effects of hull shape and wind attacked angle on aero dynamics performances are shown. The conclusions of paper are that how effects of hull shape and wind attacked angle on aero dynamic performances of the offshore. From the research, the authors propose some comments on effects of hull shape and wind attacked angle on aero dynamic performances of the offshore. The results of this study may be useful for the researcher and design offshore engineer as well as oil offshore engineering.

Keywords: Offshore; offshore engineering; CFD; aero dynamics performance.

Nhận ngày 10/5/2017, chỉnh sửa ngày 12/6/2017, chấp nhận đăng 23/6/2017

Received: May 10, 2017; revised: June 12, 2017; accepted: June 23, 2017



1. Đặt vấn đề

Trong quá trình di chuyển và khai thác trên biển, các công trình nổi chịu tác động rất lớn từ các yếu tố ngoại cảnh như gió, sóng biển, xâm thực, các dòng chảy, các thảm họa thiên nhiên ... Các tác nhân này gây ảnh hưởng trực tiếp và rất phức tạp tới hoạt động của công trình nổi như: làm dịch chuyển vị trí, gây mất ổn định cho hoạt động của các công trình nổi, rung lắc gây nguy hiểm đến khả năng làm việc của người và trang thiết bị trên giàn và nghiêm trọng hơn có thể làm hư hỏng, phá hủy công trình gây thiệt hại về con người, kinh tế và môi trường biển. Một số nghiên cứu trong nước về vấn đề này như Phạm H.H cùng cộng sự [1], Mai H.Q cùng cộng sự [2], nhóm tác giả đã thực hiện việc nghiên cứu ảnh hưởng của sóng tự nhiên tới hoạt động của công trình biển. Sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết thông qua việc so sánh giữa

¹TS, Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

²ThS, Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

*Tác giả chính. E-mail:thai.lethi@hust.edu.vn.

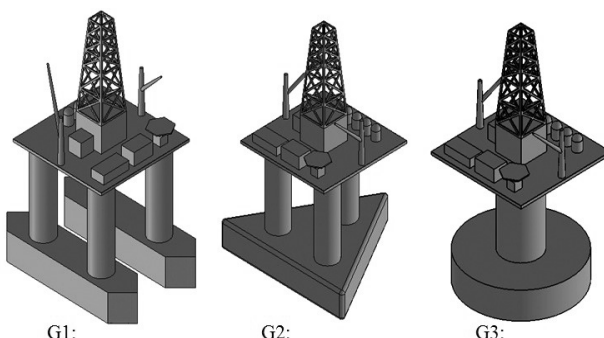
kết quả tính toán bằng phần mềm máy tính và kết quả tính toán thông qua mô hình vật lý đã được đề xuất trước đó, nhằm đưa ra kết luận về độ tin cậy giữa các phương pháp tính toán và thực hiện áp dụng trong thiết kế tính toán độ tĩnh không tới hoạt động của công trình biển [1]. Bên cạnh đó tác giả cũng đưa ra cơ sở, giải pháp lựa chọn kết cấu, tính toán lý thuyết phương pháp luận đánh giá an toàn theo độ bền công trình biển dưới tác dụng của sóng ngẫu nhiên và áp dụng phương pháp luận đã nêu đối với kết cấu giàn khoan Jacket 04 đang hoạt động tại vùng biển nước sâu Việt Nam [2,3]. Wei G. cùng cộng sự, Liang L. cùng cộng sự, Jason J.K. cùng cộng sự [4-6]. Các nghiên cứu này tập trung nghiên cứu tác động và ảnh hưởng của đặc tính thủy khí động học đến công trình nổi trên biển như trụ tháp turbine gió ngoài khơi, công trình nổi trạm năng lượng gió kiểu nửa chìm nửa nổi. Thông qua nghiên cứu các đặc tính thủy khí động lực học các giàn, các tác giả đưa ra kết quả khảo sát độ dịch chuyển, rung lắc, chòng chành và thay đổi tải trọng vị trí của hệ thống, từ đó đánh giá ảnh hưởng tới mức độ ổn định khi làm việc của trang thiết bị lắp đặt trên công trình nổi cũng như những tác động qua lại của trang thiết bị khi hoạt động nhằm nâng cao hiệu quả khai thác an toàn, kinh tế cho trang thiết bị.

Trong bài báo này, một số kết quả nghiên cứu về khảo sát đặc tính khí động học của một số loại công trình biển giàn khoan nửa nổi nửa chìm kể đến sự ảnh hưởng của hướng gió tới và hình dáng kết cấu phần thân phía trên mặt nước của giàn khoan được thực hiện. Trên cơ sở khảo sát đặc tính khí động học của một số hình dáng của công trình nổi kiểu giàn khoan tự nổi cố định trên biển theo góc vào gió khác nhau và hình dáng kết cấu thân nổi phần chìm và thượng tầng giàn khoan, tác giả thực hiện khảo sát chi tiết đặc tính khí động học tác động lên các mô hình khảo sát nhằm so sánh, đánh giá mức độ ảnh hưởng khác nhau của hai thông số nghiên cứu này đến đặc tính khí động học của giàn khoan.



2. Mô hình giàn khoan sử dụng trong nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, mẫu công trình giàn khoan tự nổi hiện đang được nhiều nước trên thế giới sử dụng trong khai thác dầu khí và khoan thăm dò đáy biển được sử dụng làm mô hình giàn khoan cơ sở sử dụng trong các tính toán khảo sát. Hình 1 thể hiện mô hình các giàn khoan sử dụng trong nghiên cứu, G1, G2 và G3. Các thông số cơ bản của các giàn được tính toán và thể hiện chi tiết trên Bảng 1.



3. Sử dụng CFD khảo sát đặc tính khí động học giàn khoan

3.1 Miền không gian tính toán và chia lưới

Hình 1. Mô hình giàn khoan sử dụng trong nghiên cứu

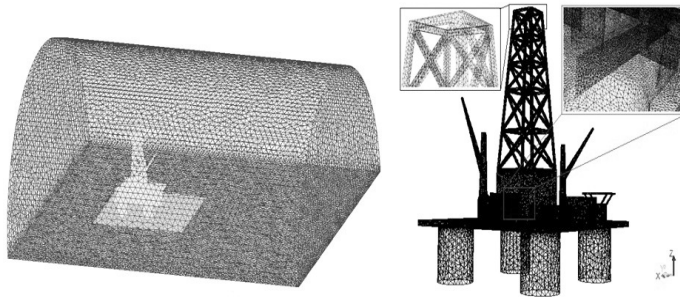
Trong nghiên cứu này, miền không gian tính toán được thiết kế với giới hạn theo chiều dài 2m; chiều rộng 2m và chiều cao 1m. Chia lưới miền không gian tính toán được thực hiện với kiểu lưới không cấu trúc kiểu T có chất lượng lưới phù hợp trong tính toán [7-9]. Hình 2 thể hiện hình ảnh lưới chia trên bề mặt giàn khoan. Thông số chi tiết lưới được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 1. Thông số cơ bản của giàn khoan

Thông số	G1	G2	G3	Đơn vị
Chiều dài tổng thể	0.52	0.526	0.385	m
Chiều rộng tổng thể	0.30	0.30	0.30	m
Chiều cao tổng thể	0.80	0.80	0.80	m
Chiều chìm thiết kế	0.30	0.30	0.30	m
Thông số kích thước phần thân chìm	Dạng hộp, 0.52×0.12×0.1	Dạng tam giác đều, 0.51×0.1	Dạng trụ tròn, 0.386×0.1	m
Thông số kích thước phần thân trụ kết nối thân chìm với thượng tầng	0.08×0.3	0.08×0.1	0.14×0.3	m
Lượng chiếm nước	0.0147	0.0147	0.0147	m ³
Diện tích mặt hứng gió	0,0506	0,0593	0,0491	m ²

Bảng 2. Thông số lưới chia không cấu trúc trên các mô hình tính toán

Thông số	G1	G2	G3	Đơn vị
Số phần tử lưới không cấu trúc kiểu T	1.73×10^6	2.0×10^6	1.8×10^6	Phần tử
Thể tích phần tử lưới nhỏ nhất	2.3×10^{-10}	7.0×10^{-11}	1.8×10^{-10}	m^3
Thể tích phần tử lưới lớn nhất	7.2×10^{-4}	8.1×10^{-4}	9.4×10^{-4}	m^3

**Hình 2.** Miền không gian tính toán khảo sát và chia lưới**Bảng 3.** Thiết lập thông số và điều kiện biên tính toán

Thông số	Thông số thiết lập	Đơn vị
Mô hình rối sử dụng tính toán	k-epsilon	-
Đầu vào, vận tốc vào	0.5; 1.0; 1.5	m/s
Đầu ra, áp suất khí trời, p_a	1.025	at
Tường bao quanh	No slip wall	-
Khối lượng riêng không khí, ρ	1.225	Kg/m ³
Độ nhớt động học không khí, ν	$1.7894 \cdot 10^{-5}$	Kg/s-m

3.2 Thiết lập điều kiện tính toán

Trong phần này, các thiết lập điều kiện tính toán trong nghiên cứu khảo sát các đặc tính khí động lực học giàn khoan được thực hiện. Các điều kiện cơ bản được thiết lập trong bài toán thể hiện chi tiết trong Bảng 3.

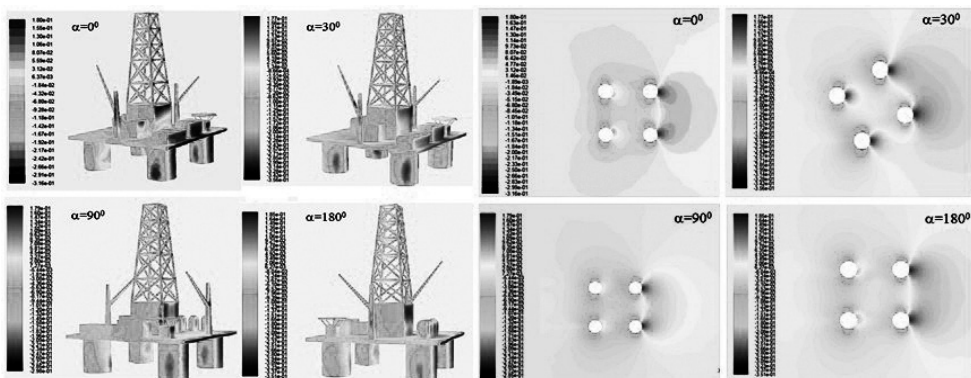
Trên cơ sở các điều kiện được thiết lập, các mô hình khảo sát được thực hiện tính toán mô phỏng với máy tính phù hợp, tốc độ tính toán và thời gian tính toán với mỗi bài toán phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như số lượng lưới chia, điều kiện biên, phần cứng máy tính cũng như chất lượng thiết kế mô hình tính toán, chia lưới và sự phù hợp của điều kiện biên thiết lập trong tính toán. Trong quá trình nghiên cứu, nhóm nghiên cứu sử dụng máy tính với cấu hình Intel Dual-Core 2.7GHz, RAM2Gb. Sau khi bài toán hội tụ, việc phân tích, xử lý kết quả tính toán sẽ được thực hiện.



4. Ảnh hưởng của góc hướng gió và hình dáng thân đến đặc tính khí động học giàn khoan

4.1 Ảnh hưởng của góc hướng gió đến đặc tính khí động học giàn khoan

Trong phần này, ảnh hưởng của góc hướng gió đến đặc tính khí động học giàn khoan sẽ được khảo sát thông qua phân tích, so sánh kết quả tính toán mô phỏng đặc tính khí động học cho giàn khoan G1 tương ứng với các góc hướng gió khác nhau. Hình 3 thể hiện kết quả phân bố áp suất bao quanh giàn khoan G1 tương ứng với một số góc hướng gió khảo sát 0° , 30° , 90° và 180° . Trên kết quả hình ảnh phân bố áp suất tác động lên giàn khi thay đổi góc hướng gió khác nhau cho thấy rõ mức độ phân bố áp suất tác động lên giàn khi thay đổi góc hướng gió khác nhau. Sự thay đổi đặc tính phân bố áp suất này phụ thuộc chủ yếu vào các bề mặt tiết diện hứng gió tương ứng với góc hướng gió khảo sát.

**Hình 3.** Phân bố áp suất trên giàn khoan G1 tại góc hứng gió 0° , 30° , 90° , 180° , vận tốc gió $V=0.5m/s$

Hình 4 thể hiện kết quả tính hệ số lực cản khí động tác động lên giàn khoan G1. Kết quả cho thấy sự khác nhau khi thay đổi vận tốc gió và góc hướng gió. Từ kết quả này cho thấy tại góc hướng gió 30° lực cản khí động tác động lên giàn khoan có giá trị cao nhất. Hệ số lực cản khí động giảm dần theo chiều tăng của vận tốc gió.

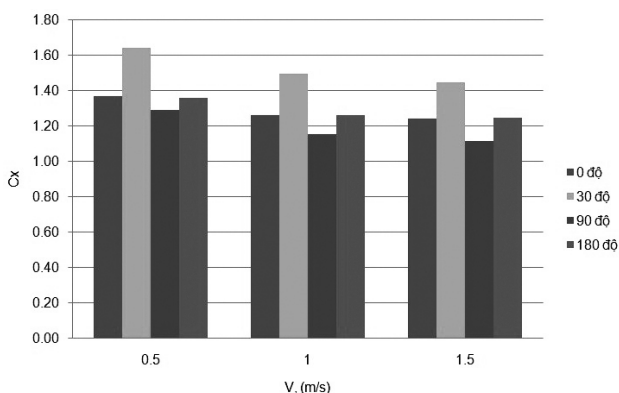
4.2 Ảnh hưởng của hình dáng thân đến đặc tính khí động học giàn khoan

Trong phần này ảnh hưởng của hình dáng thân giàn khoan được khảo sát thông qua so sánh kết quả tính toán mô phỏng CFD đối với 3 hình dáng giàn khoan đặc trưng gồm giàn khoan với thân chìm dạng hộp được kết nối với thượng tầng thông qua 4 trụ tròn G1, thân trụ chìm dạng tam giác được kết nối với thượng tầng thông qua 3 trụ trong G2, thân chìm dạng trụ tròn kết nối với thượng tầng thông qua 1 trụ tròn G3 (Hình 1).

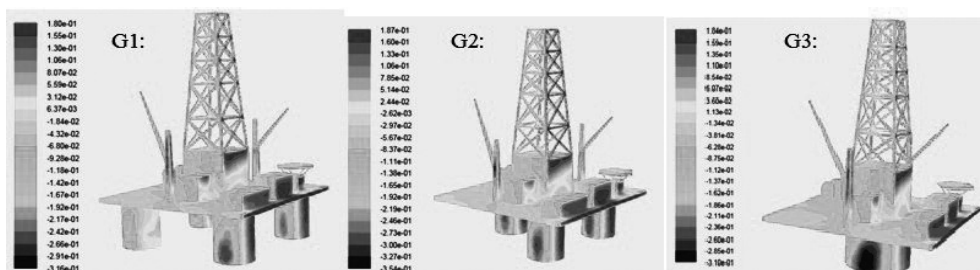
Hình 5 thể hiện so sánh kết quả tính toán mô phỏng số CFD phân bố áp suất trên bề mặt kết cấu các giàn khoan khảo sát tương ứng tại cùng điều kiện tính toán khảo sát với góc hướng gió 0 độ, vận tốc gió 0.5m/s. Kết quả này cho thấy rõ ảnh hưởng của hình dạng thân giàn khoan đến phân bố áp suất trên bề mặt giàn khoan khảo sát.

Hình 6 thể hiện kết quả tính toán mô phỏng vận tốc dòng bao quanh các giàn khoan khảo sát. Kết quả này cho thấy rõ sự khác nhau của vận tốc dòng bao quanh giàn khoan khảo sát. Kết cấu dòng bao quanh các phần của giàn khoan đã thay đổi theo sự thay đổi của kết cấu phần thân kết nối giữa phần thân chìm và thượng tầng của các giàn khoan khảo sát.

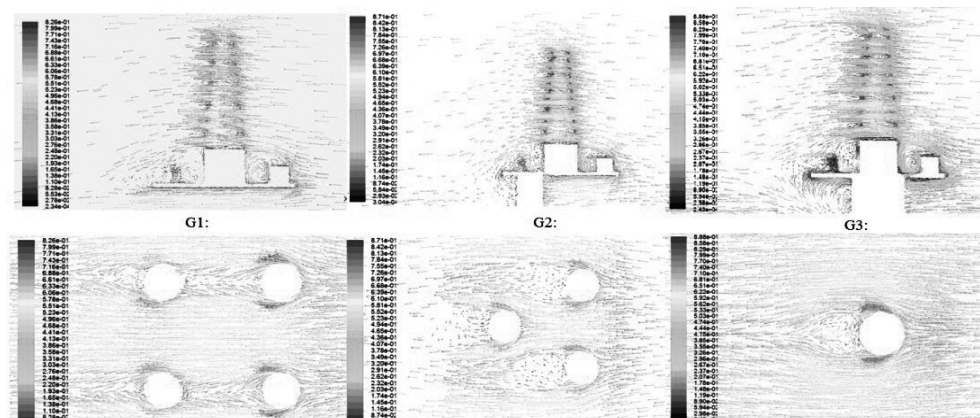
Kết quả tính toán hệ số lực cản khí động tác động lên giàn khoan khảo sát theo vận tốc và góc hướng gió được thể hiện trên Hình 7. Kết quả này cho thấy rõ sự ảnh hưởng của kết cấu đến yếu tố lực cản khí động tác động lên các giàn khảo sát tương ứng với góc hướng gió và vận tốc dòng thay đổi khác nhau.



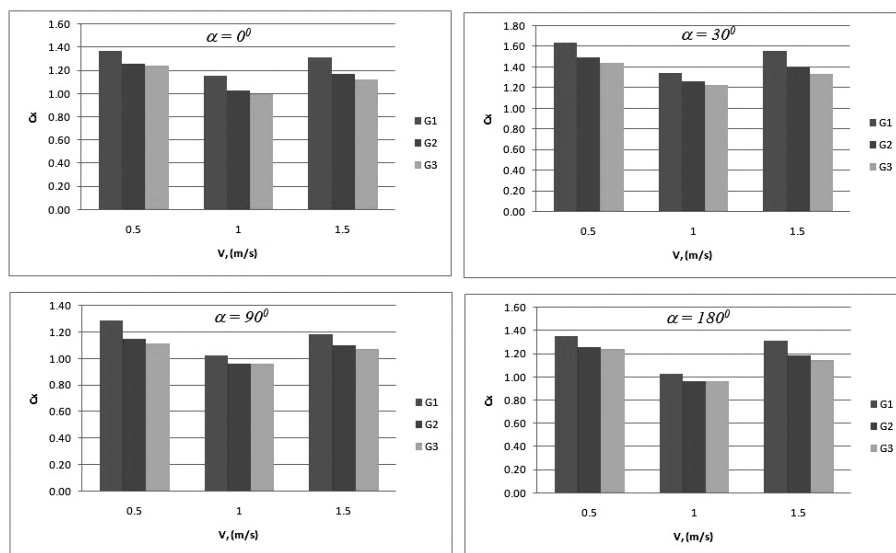
Hình 4. Hệ số lực cản khí động tác động lên giàn khoan G1 theo vận tốc và góc hướng gió



Hình 5. Phân bố áp suất và dòng bao quanh giàn khoan tại góc hướng gió 0°, vận tốc gió V=0.5m/s



Hình 6. Phân bố vận tốc dòng bao quanh giàn khoan tại góc hướng gió 0°, vận tốc gió V=0.5m/s



Hình 7. Hệ số lực cản khí động tác động lên giàn khoan theo vận tốc và góc hướng gió



5. Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu khảo sát đặc tính khí động học giàn khoan đã thực hiện, bài báo đã đưa ra các kết quả tính toán mô phỏng đặc tính khí động học giàn khoan thông qua sử dụng công cụ tính toán mô phỏng số CFD. Từ kết quả phân tích, so sánh đặc tính khí động học giàn khoan khảo sát tại các góc hướng gió khác nhau cho thấy rõ sự ảnh hưởng của diện tích hứng gió, hướng gió đến đặc tính khí động học của giàn khoan khảo sát. Từ kết quả so sánh đặc tính khí động học của các giàn khoan với hình dáng kết cấu phần thân kết nối giữa phần thân chìm với thượng tầng của giàn khoan như đã thực hiện cho thấy rõ mức độ ảnh hưởng của hình dáng kết cấu giàn khoan đến đặc tính khí động học.

Những kết quả nghiên cứu đã thực hiện trong bài báo này có thể là kết quả cần thiết được sử dụng trong các nghiên cứu thiết kế và phát triển hình dáng khí động kết cấu thân giàn khoan nhằm nâng cao hiệu quả trong quá trình khai thác sử dụng giàn khoan. Đồng thời thông qua nghiên cứu này, cũng là cơ sở trong việc nghiên cứu ứng dụng công cụ tính toán mô phỏng số CFD trong tính toán mô phỏng đặc tính khí động học giàn khoan.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Hiền Hậu, Phạm Hồng Đức (2016), "Nghiên cứu dự báo và đánh giá ảnh hưởng của khoảng tĩnh không đối với các công trình biển nổi có kể đến hiệu ứng phi tuyến bậc hai của tải trọng sóng", *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, (52):16-22.
2. Mai Hồng Quân, Vũ Đan Chính, Bùi Thế Anh (2011), "Đánh giá về bền của kết cấu công trình biển cố định bằng thép chịu tải trọng sóng ngẫu nhiên ở vùng nước sâu áp dụng vào điều kiện biển Việt Nam", *Kỷ yếu Hội nghị KH và CN biển toàn quốc lần thứ 5*, 236-242.
3. Mai Hồng Quân, Vũ Đan Chính (2010), "Cơ sở lựa chọn giải pháp kết cấu cho công trình biển cố định bằng thép ở độ sâu 200m nước trong điều kiện biển Việt Nam", *Tạp chí Dầu khí*, 8.
4. Gong W., et al. (2011), "Hydro dynamic and aero dynamic loads on the behaviour of offshore wind farm", *The 30th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*, DOI: 10.1115/OMAE2011-49490.
5. Li L., et al. (2014), "Dynamic responses of a semi-type offshore floating wind turbine", *Proceeding of the 33rd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*, California, USA, 1-8.
6. Jonkman J., et al. (2013), "The effect of second order hydro dynamics on floating offshore wind turbines", *Proceeding of the 10th Deep Sea Offshore Wind R&D Conferences*, 1-11.
7. Mizutani K., Akiyama Y., Ngo V.H., Ikeda Y. (2014), "Effects of cargo handling equipment on wind resistance acting on a wood chip carrier", *Proceeding of the JASNAOE*, Hiroshima, Japan, 18:421-424.
8. Ngo V.H., Phan A.T., Luong N.L., Ikeda Y. (2015), "A Study on interaction Effects on air resistance acting on a ship by shape and location of the accommodation", *Journal of Science and Technology*, Vietnam, 27:109-112.
9. ITTC (2011), *Practical Guideline for Ship CFD Application*, N° 7.5-03-01-03.