NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN CỦA TÀU CÁ BẰNG VIỆC SỬ DỤNG SOLIDWORKS SIMULATION

A STUDY OF STRENGTH OF FISHING VESSEL BY USING SOLIDWORKS SIMULATION

ĐÀM VĂN TÙNG

NCS Khoa Đóng tàu và Công nghệ đại dương,
Trường Đại học Tổng hợp Liên bang Viễn Đông, LB Nga
Email liên hệ: damvantung@mail.ru

Tóm tắt

Việc sử dụng và áp dụng các hệ thống tự động kết hợp với các chương trình phân tích kỹ thuật vào trong quá trình thiết kế là một trong những cách nhằm rút ngắn thời gian thiết kế, tiết kiệm chi phí sản xuất và nâng cao chất lượng sản phẩm tạo ra. Trong đó, các phương pháp số cho phép chúng ta: đánh giá toàn bộ độ bền kết cấu của sản phẩm; xác định các thành phần của kết cấu làm giảm độ an toàn hoạt động của sản phẩm; thực hiện những thay đổi cần thiết để đạt được kết cấu với độ bền theo yêu cầu cũng như là tối ưu hóa kết cấu của sản phẩm.Trong bài viết này, tác giả đã thực hiện một nghiên cứu về trạng thái ứng suất - biến dạng của kết cấu thân tàu cá vỏ thép (project 70133) bằng việc sử dụng Solidworks Simulation.

Từ khóa*: Tàu cá, độ bền của kết cấu thân tàu, trạng thái ứng suất-biến dạng, phân tích kỹ thuật, mô hình 3D.*

Abstract

One of the ways to reduce the design time, economize to produce and improve the quality of the product is the utilization and application automated systems and engineering analysis. In which, numerical methods allow us to: assess the structural strength of the product; determine which structural elements of structure will reduce the operational reliability of the product; make the necessary changes to achieve the structure with the required strength as well as the structural optimization of the product. In this study, by using Solidworks Simulation, a study of stress-deformation state of the hull structure of fishing vessel (project 70133) was carried out.

Keywords*: Fishing vessel, strength of hull structures, stress-deformation state, engineering analysis, 3D models.*

1. Đặt vấn đề

Trong quá trình thiết kế sản phẩm kỹ thuật thì các thành phần kết cấu của sản phẩm phải được kiểm định thông qua giai đoạn phân tích kỹ thuật nhằm đảm bảo về độ bền, tính công nghệ và các tính chất khác dưới sự tác động của cơ và nhiệt dựa theo các tiêu chuẩn liên quan đến chỉ số chất lượng sản phẩm. Phân tích kỹ thuật được thực hiện bằng cách sử dụng các chương trình thuộc hệ thống CAE (Computer-Aided engineering) kết hợp với các ứng dụng chuẩn bị dữ liệu và tính toán các phương án nhằm tạo điều kiện cho sự lựa chọn tối ưu nhất về hiệu quả của kết cấu sản phẩm [1].

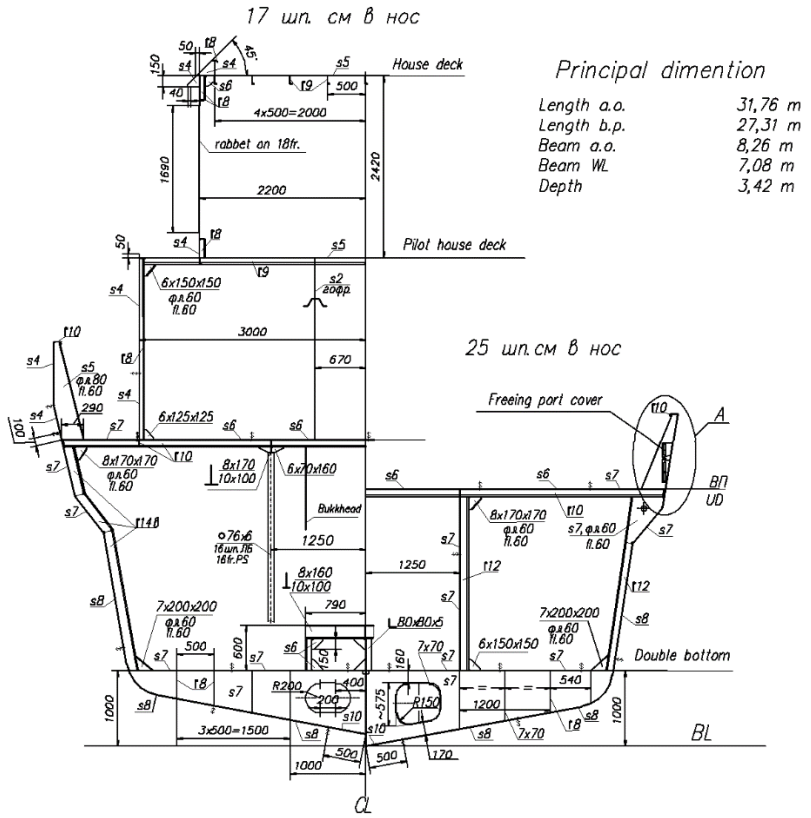
Solidworks Simulation là một hệ thống phân tích thiết kế kỹ thuật đầy đủ, cung cấp một giải pháp toàn diện cho các kiểu phân tích về ứng suất - biến dạng. Solidworks simulation rút ngắn thời gian tạo ra sản phẩm và công sức trong việc tìm kiếm giải pháp tối ưu. Trong kỹ thuật đóng tàu, Solidworks Simulation cho phép thực hiện phân tích độ bền ngang, xác định trạng thái ứng suất - biến dạng và giải quyết bài toán tối ưu hóa về độ bền của kết cấu thân tàu. Dựa trên những tiêu chuẩn theo ứng suất cho phép chúng ta có thể tránh được những phá hủy do ứng suất lớn cũng như tiết kiệm được nguyên liệu tại những vị trí có ứng suất nhỏ.

Bởi vậy, trong bài viết này Solidworks simulation được đề xuất sử dụng cho việc xác định trạng thái ứng suất - biến dạng của kết cấu thân tàu cá (project 70133) tại khu vực khoang hàng.

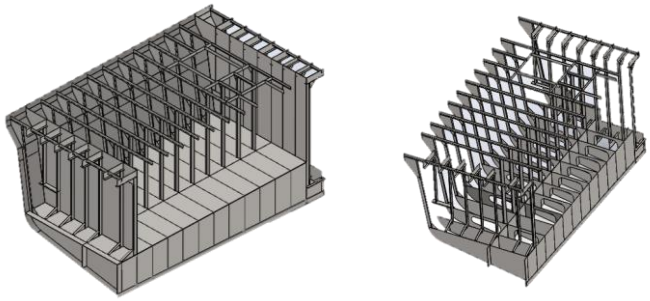
2. Thiết lập mô hình

Tàu có hệ thống ngang với khoảng sườn là 540mm. Sườn thường và xà ngang boong thường được làm từ thép mỏ. Hầm hàng của tàu được chia làm 3 khoang theo chiều rộng với 2 vách dọc. Các vách dọc và vách ngang được gia cường bởi các nẹp đứng. Khoang hàng có chiều dài $l = 5,94m$. Vật liệu đóng tàu là thép cấp A có giá trị giới hạn chảy dẻo R_{eH}=235MPa.

Mô hình 3D của tàu được xây dựng dựa vào bản vẽ kết cấu và bản vẽ bố trí chung của tàu cá vỏ thép 70133 và được tham số hóa các kích thước nhằm phục vụ cho bài toán tối ưu hóa sau này [2].



Hình 1. Kết cấu mặt cắt ngang tàu cá 70133



Hình 2. Mô hình 3D thân tàu tại khu vực hầm hàng

3. Tính toán và kết quả nghiên cứu

Solidworks Simulation cung cấp khả năng đánh giá độ bền của kết cấu dựa trên những tiêu chí về độ bền đối với vật liệu dẻo (kim loại chịu uốn). Giá trị ứng suất của kết cấu được tính theo tiêu chuẩn Von Mises (ứng suất Von Mises). Theo đó, vật liệu sẽ bị phá hủy tại vị trí mà ở đó ứng suất Von Mises vượt quá giới hạn chảy (ứng suất cho phép) [3]. Trong bài nghiên cứu này, ứng suất cho phép được sử dụng là giá trị giới hạn chảy dẻo của vật liệu đóng tàu (R_{eH}=235MPa).

Tải trọng: Tải trọng tác dụng lên đáy tàu và mạn tàu được xác định theo Mục 1.3.2.1 thuộc đăng kiểm RS (Russian maritime register of shipping) [4].

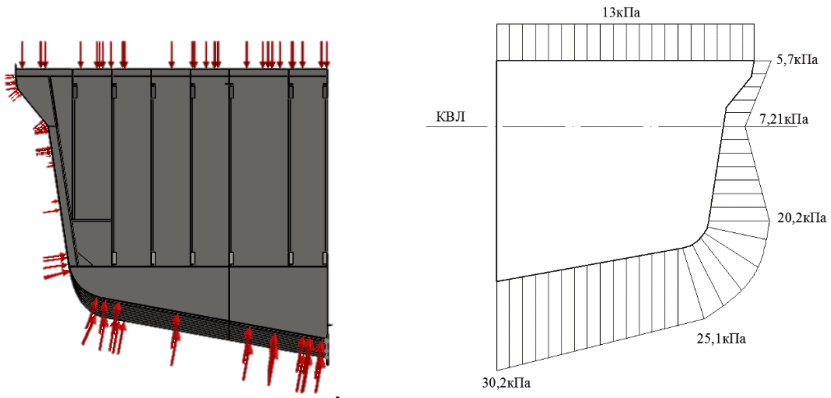
Theo mục 3.7.3.2 thuộc đăng kiểm RS [4], tải trọng tác dụng lên boong tàu cá được xác định theo công thức (1).

$$P = 15 \cdot \frac{G}{S_n} + \frac{m}{S_n} + P_n = 15 \cdot \frac{3,8}{48,3} + \frac{5}{48,3} + 11,275 = 12,56 \text{kPa} \quad (1)$$

Trong đó: G - khối lượng của các thiết bị trên boong (cần cẩu, tời, dây, lưới...), T;

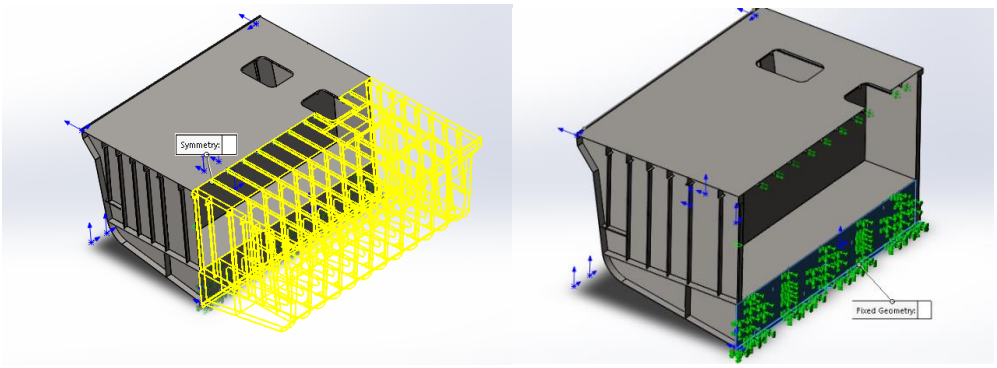
m - khối lượng hàng hóa trên boong sau 1 lần kéo lưới, T;

$P_n = d \cdot h = 10,250 \cdot 1,1 = 11,275 \text{kPa}$ - áp suất nước biển tác dụng lên boong trong trường hợp bão gió (h - chiều cao thành tàu, m).



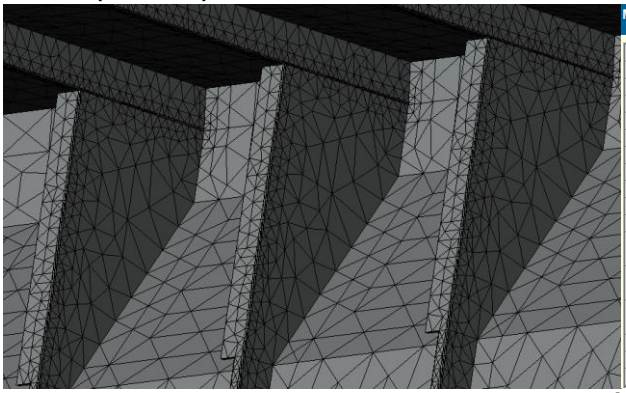
Hình 3. Sơ đồ tải trọng tác dụng lên vỏ tàu

Điều kiện biên: Kết cấu của thân tàu được tạo ra bởi liên kết chặt chẽ giữa vỏ tàu và hệ thống khung dầm nhằm đảm bảo độ bền, tính ổn định và độ an toàn của thân tàu dưới tác dụng của ngoại lực [5]. Mô hình thân tàu trong bài nghiên cứu này được tính toán với sơ đồ dầm: chiều dài chỉ có một nửa mạn trái, được gán liên kết đối xứng tại mặt phẳng đối xứng của boong tàu và liên kết ngàm tại mặt phẳng đối xứng thuộc vị trí sống chính đáy của tàu.



Hình 4. Sơ đồ điều kiện biên của thân tàu

Lưới: Chia lưới là bước quan trọng trong việc phân tích độ bền kết cấu. Thời gian tính toán và độ chính xác của nghiên cứu phụ thuộc vào kích thước và các tùy chọn của việc chia lưới. Trong bài nghiên cứu này lưới được chia dựa trên độ cong (curvature - based mesh). Lưới và các thông số của lưới được thể hiện trên Hình 5.



Mesh Details

Study name	Static 1 (-По умолчанию-)
Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used	Curvature-based mesh
Jacobian points	4 points
Mesh Control	Defined
Max Element Size	140.756 mm
Min Element Size	28.1512 mm
Mesh quality	High
Total nodes	646698
Total elements	338820
Maximum Aspect Ratio	336.77
Percentage of elements with Aspect Ratio < 3	7.92
Percentage of elements with Aspect Ratio > 10	39.3
% of distorted elements (Jacobian)	0
Remesh failed parts with incompatible mesh	On
Time to complete mesh(hh:mm:ss)	00:10:18
Computer name	PC

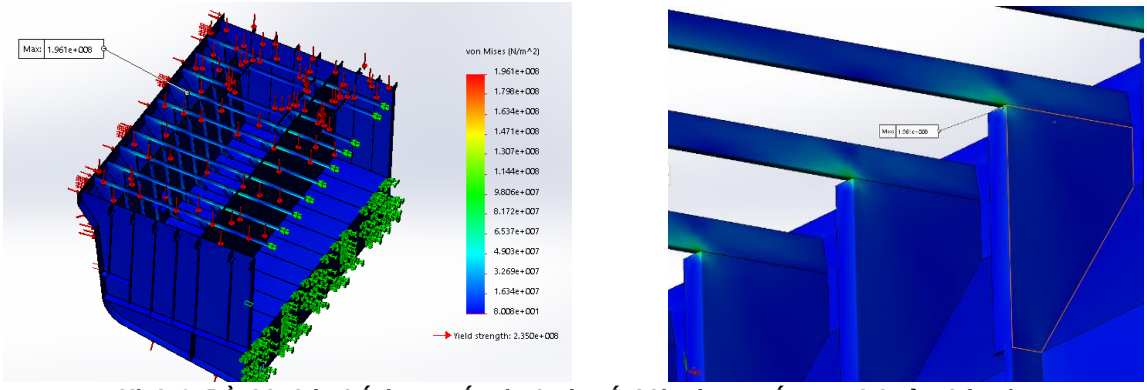
Hình 5. Lưới và các thông số của lưới

Kết quả nghiên cứu:

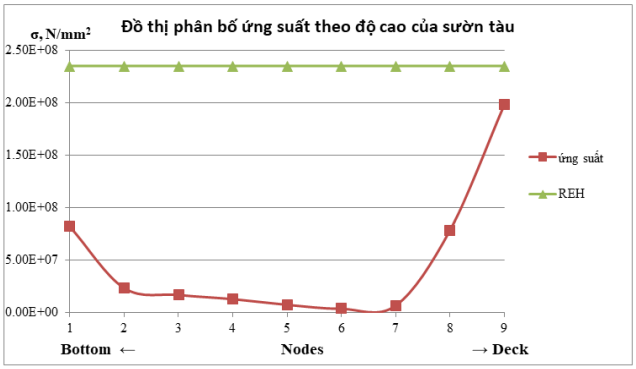
Kết quả nghiên cứu trạng thái ứng suất - biến dạng của thân tàu cá 70133 được thể hiện trên các Hình 6, 7 và 8, theo đó:

+ Ứng suất cực đại của thân tàu xuất hiện tại vị trí liên kết giữa sườn và xà ngang của boong (FR.27) và đạt giá trị $\sigma_{max} = 196MPa$ (<R_{eH}).

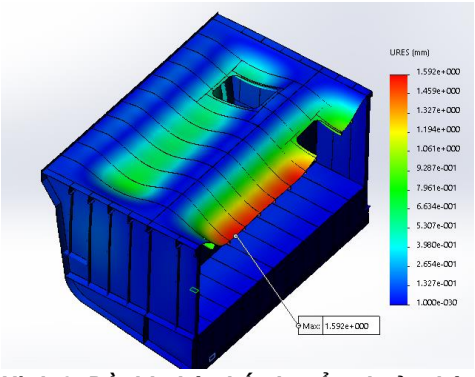
+ Giá trị chuyển vị cực đại đạt giá trị 1,592mm, xuất hiện tại vị trí giữa hai sườn số 21 và 22 thuộc mặt phẳng đối xứng của tàu.



Hình 6. Đồ thị phân bố ứng suất và vị trí xuất hiện ứng suất cực đại của thân tàu



Hình 7. Đồ thị phân bố ứng suất theo độ cao của sườn tàu (FR. 27)



Hình 8. Đồ thị phân bố chuyển vị của thân tàu dưới tác dụng của ngoại lực

4. Kết luận

Thông qua kết quả của bài nghiên cứu cho thấy, dưới tác dụng của các tải trọng được quy định theo đăng kiểm thì độ bền của kết cấu thân tàu được đảm bảo với hệ số an toàn nhận được là $k = 1{,}2$.

Từ kết quả nhận được, đã đưa ra một đề xuất cho việc giải quyết bài toán tối ưu hóa về độ bền của kết cấu thân tàu nhằm giảm khối lượng kết cấu thân tàu và chi phí đóng tàu. Đề xuất này sẽ được tác giả tập trung nghiên cứu và bổ sung trong thời gian tới.

Từ những hình ảnh và số liệu của bài nghiên cứu (ứng suất, chuyển vị) đã cho thấy được những ưu điểm của việc áp dụng Solidworks Simulation vào trong các giai đoạn đầu của quá trình phân tích kỹ thuật và thiết kế tàu thủy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bugaev V.G. CAD/CAM/CAE-system. Computer-aided design of ships/Tutorial. - Vladivostok, Publishing house FESTU, pp. 48-276, 2008.

[2] Fishing vessel Project 70133, Poseidon-Zvezda Co.,Ltd, Vladivostok.

[3] Bugaev V.G., Van Tung D., Domashevskaya Y.R. Research the strength of the decking overlap of the fishing vessel for Vietnam. Lecture Notes in Mechanical Engineering, PartF3, pp. 701-707, 2018.

[4] Rules for the Classification and Construction of ships. Russian Maritime Register of Shipping. Part 2. Hull. St. Petersburg, pp. 19-209, 2018.

[5] V.V. Novikov Architecture ships: (Design and strength): Monograph /VV Novikov, GP Turmov. - Vladivostok: Publishing house FEFU, pp. 68-276, 2012.

Ngày nhận bài: 12/8/2019
Ngày nhận bản sửa: 22/8/2019
Ngày duyệt đăng: 17/9/2019