

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP ERY RÚT GỌN KHỬ ĐỘ LỆCH RIÊNG LA BÀN TỪ HÀNG HẢI

RESEARCH ON PROPOSING OF THE CONCISE ERY METHOD FOR MARINE MAGNETIC COMPASS ADJUSTMENT

NGUYỄN VĂN SƯƠNG

Khoa Hàng hải, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: nguyenvansuong@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Trong bài báo này, tác giả đề xuất phương pháp ERY rút gọn để khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải dựa trên nền tảng của phương pháp ERY truyền thống kết hợp với kỹ thuật tính toán các giá trị độ lệch. Ưu điểm của phương pháp đề xuất là chỉ yêu cầu khử độ lệch la bàn trên 3 hướng thay vì 6 hướng như phương pháp ERY truyền thống qua đó giảm được các bước thực hiện. Nghiên cứu này có thể coi như một tham khảo hữu ích trong việc phát triển các phương pháp hiệu quả hơn để khử độ lệch la bàn từ.

Từ khóa: Phương pháp ERY rút gọn, Phương pháp ERY truyền thống, Khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải, kỹ thuật tính toán độ lệch la bàn.

Abstract

In this article, the author proposes a concise ERY method to compensate the deviation of marine magnetic compass by combining the traditional ERY method and a calculating technique of deviation components. Compared to the traditional ERY method, this proposed method requires only to maneuver the ship in three directions instead of six ones to conduct marine magnetic compass adjustment. Thus, the procedures for magnetic compass adjustment are reduced significantly. This study can be seen as a useful reference in developing more effective methods for marine magnetic compass adjustment.

Keywords: Concise ERY method, Traditional ERY method, Marine magnetic compass adjustment, Deviation calculating technique.

1. Đặt vấn đề

Theo công ước quốc tế về an toàn sinh mạng trên biển (SOLAS 1972), la bàn từ hàng hải được yêu cầu

phải lắp đặt bên cạnh la bàn điện trên các tàu thuyền vượt Đại dương. Mặc dù không có được độ chính xác cao như các loại la bàn điện nhưng la bàn từ lại có ưu điểm là nguyên lý hoạt động không phụ thuộc vào nguồn năng lượng điện. Vì lý do đó, la bàn từ hàng hải được gọi là la bàn chuẩn chứ không phải là bàn điện. Để đảm bảo các yêu cầu về kỹ thuật trước khi vận hành khai thác tàu thuyền, la bàn từ hàng hải phải được hiệu chỉnh độ lệch gây ra bởi từ trường tàu và sau đó lập bảng độ lệch còn lại. Xét về lý thuyết [1], cho đến nay có hai phương pháp được sử dụng để khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải là phương pháp ERY và phương pháp KOLONGA.

Phương pháp ERY khử độ lệch riêng la bàn từ bằng cách cho tàu chạy trên các 6 hướng địa từ tại đó các lực gây ra độ lệch là lớn nhất (bao gồm 4 hướng chính N, S, E, W và 2 hướng phần tư trong NE, SE, SW, NW), phương pháp này cho độ chính xác cao, dễ thực hiện và được sử dụng thông dụng nhất hiện nay. Ngược lại, phương pháp KOLONGA khử độ lệch trên các hướng la bàn tại đó các lực sinh ra độ lệch là nhỏ nhất. Để thực hiện việc khử la bàn từ theo phương pháp KOLONGA, người hiệu chỉnh la bàn phải sử dụng máy đo từ lực để xác định các thành phần từ trường. Do vậy phương pháp này công kênh hơn phương pháp ERY vì yêu cầu phải có máy đo từ lực. Bên cạnh đó, độ chính xác của phương pháp này cũng không được cao như phương pháp ERY [1] vì coi các lực $A'\lambda H$ và $E'\lambda H$ bằng không.

Hiện nay với sự phát triển của các dịch vụ kỹ thuật hàng hải, trên thế giới đã xuất hiện các dịch vụ khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải từ xa như các hãng: SEA HARMONY, US MARINE SURVEY, JAPAN MARINE TECH SERVICE,... Ưu điểm của các dịch vụ này là các chuyên gia khử la bàn của hãng sẽ phối hợp với thuyền viên trên tàu để thực hiện. Đặc biệt hơn là nhiều hãng đưa ra phương pháp khử độ lệch chỉ cần dẫn tàu chạy trên 3 hướng thay vì 6 hướng như phương pháp ERY, điều này cho phép thực hiện công tác khử ngay khi tàu đang hành trình và tiết kiệm thời gian do không cần phải dẫn

tàu trên các hướng ngược lại để khử lực khử thừa như phương pháp ERY. Với các ưu điểm kể trên, có thể thấy rằng phương pháp khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải đã có những bước cải tiến đáng kể. Tuy nhiên, những lý thuyết này lại không được chia sẻ vì có thể phục vụ mục đích thương mại của họ.

Cho đến nay, đã có nhiều nghiên cứu về la bàn từ hàng hải như: Phát triển các phương pháp xác định hệ số độ lệch la bàn từ hàng hải trong một số trường hợp đặc biệt [2, 3, 4], hay nghiên cứu ảnh hưởng của thay đổi vĩ độ đến độ lệch la bàn từ [5], nghiên cứu xác định tham số thanh flinder khi tàu nghiêng [6]. Mặt khác, cũng có các nghiên cứu liên quan đến việc phát triển các phương pháp khử độ lệch la bàn từ như: khử độ lệch trên một hướng đơn độc [7], hay nhận dạng và khử độ lệch bằng máy đo từ lực [8]. Cả hai phương pháp trong [7, 8] đều có những hạn chế nhất định như phải sử dụng máy đo từ lực để xác định các thành phần từ trường.

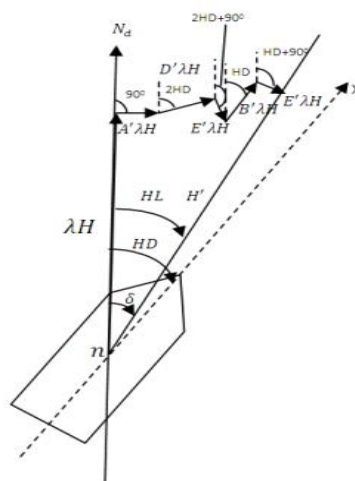
Như một sự nỗ lực trong việc nghiên cứu cải tiến, nâng cao phương pháp ERY truyền thống (phương pháp thông dụng nhất), trong bài báo này, tác giả đề xuất một phương pháp khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải gọi là phương pháp ERY rút gọn dựa trên nền tảng của phương pháp ERY truyền thống và kỹ thuật tính toán độ lệch. Ưu điểm của phương pháp đề xuất là chỉ yêu cầu khử độ lệch la bàn trên 3 hướng thay vì 6 hướng như phương pháp ERY truyền thống.

Phương pháp đề xuất có thể xem như một tham khảo mới trong lý thuyết la bàn từ hàng hải. Bên cạnh đó, cũng có thể xem nghiên cứu này như một sự định hướng cho những nghiên cứu đề xuất tiếp theo nhằm phát triển cải tiến lý thuyết truyền thống khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải.

2. Phương pháp ERY truyền thống khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải

Trong phần này, bài báo chỉ ra nội dung tóm tắt của phương pháp ERY khử độ lệch riêng la bàn từ [1] làm nền tảng để xây dựng phương pháp đề xuất trong phần 3. Phương pháp ERY được sử dụng thông dụng nhất trên thế giới cho đến nay vì đơn giản dễ thực hiện, độ chính xác cao, và không cần thiết bị đo từ trường như phương pháp KOLONGA. Tuy nhiên, để thực hiện phương pháp cần thiết phải dẫn tàu trên 6 hướng địa từ (bao gồm 4 hướng chính và 2 hướng phân tư).

Theo lý thuyết, có 5 lực chính (Hình 1) gây ra độ lệch riêng la bàn từ là các lực $A'\lambda H$, $B'\lambda H$, $C'\lambda H$, $D'\lambda H$, $E'\lambda H$. 5 lực này sinh ra các độ lệch tương ứng δ_A , δ_B , δ_C , δ_D , δ_E .



Hình 1. Các lực làm lệch tác dụng lên kim la bàn từ



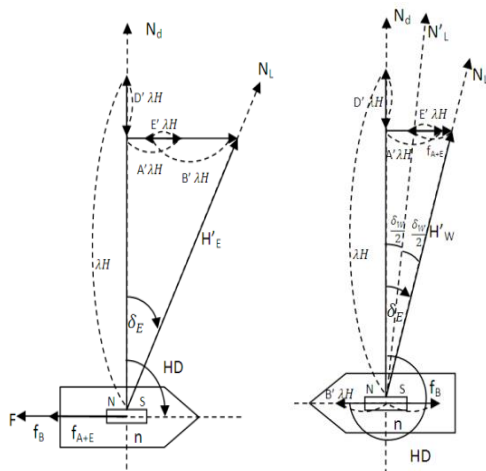
Hình 2. La bàn từ đặt tại mặt phẳng trực dọc tàu

Trong thực tế, do la bàn từ hàng hải được đặt tại mặt phẳng trực dọc của tàu (Hình 2) nên lực $A'\lambda H$ bị triệt tiêu và lực $E'\lambda H$ nhỏ, nên công tác khử độ lệch riêng la bàn từ là khử 3 lực: $B'\lambda H$, $C'\lambda H$, và $D'\lambda H$.

Nguyên tắc chung để khử các độ lệch gây ra bởi 3 lực $B'\lambda H$, $C'\lambda H$, và $D'\lambda H$ là khử lực sinh ra độ lệch trên các hướng mà độ lệch sinh ra là lớn nhất, quy trình khử các lực sinh độ lệch được tóm lược như sau:

Khử lực $B'\lambda H$: Khi tàu chạy hướng đông (E) (Hình 3), do không biết được độ lệch do lực $B'\lambda H$ gây ra là bao nhiêu trong tổng độ lệch nên đưa các nam châm dọc vào để khử hết toàn độ lệch trên hướng này. Sau đó cho tàu chạy hướng ngược lại (hướng tây (W)), điều chỉnh các nam châm dọc để

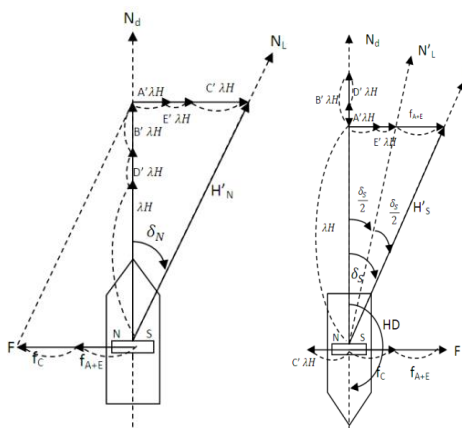
khử hết một nửa độ lệch trên hướng này nhằm khử lực khử thừa.



Hình 3. Phương pháp ERY khử độ lệch gây ra bởi lực B'λH

Khử lực C'λH: Khi tàu chạy hướng bắc (N) (Hình 4), do không biết được độ lệch do lực C'λH gây ra là bao nhiêu trong tổng độ lệch nên đưa các nam châm ngang vào để khử hết toàn độ lệch trên hướng này. Sau đó cho tàu chạy hướng ngược lại (hướng nam (S)), điều chỉnh các nam châm ngang để khử hết một nửa độ lệch trên hướng này nhằm khử lực khử thừa.

Khử lực D'λH: Khi tàu chạy hướng đông bắc (NE) (Hình 5), do không biết được độ lệch do lực D'λH gây ra là bao nhiêu trong tổng độ lệch nên đưa 2 quả cầu sắt non (hoặc các hộp sắt non) để khử hết độ lệch trên hướng này. Sau đó cho tàu chạy hướng đông nam (SE), điều chỉnh 2 quả cầu sắt non (hoặc các hộp sắt non) để khử hết một nửa độ lệch trên hướng này nhằm khử lực khử thừa.



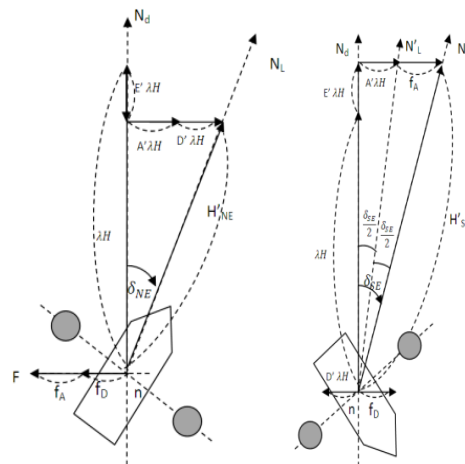
Hình 4. Phương pháp ERY khử độ lệch gây ra bởi lực C'λH

Để thực hiện được phương pháp ERY khử các độ lệch, nhất định phải dẫn tàu chạy trên 6 hướng đi địa từ. Sở dĩ phải dẫn tàu đi trên 2 hướng ngược nhau để khử một lực là vì ngoài lực gây ra độ lệch đang cần khử còn có mặt hai lực (A'λH và E'λH) nên không biết được độ lệch lực đang cần khử sinh ra là bao nhiêu. Do vậy, phương pháp ERY truyền thống yêu cầu phải đi trên hai hướng ngược nhau để khử hết độ lệch tổng hợp trong hướng thứ nhất và khử lực khử thừa trong hướng ngược lại.

Từ đặc điểm của phương pháp ERY truyền thống, có thể thấy rằng: Nếu xác định được gần đúng độ lệch do các lực làm lệch đang cần khử, ta hoàn toàn có thể khử độ lệch la bàn từ mà không cần phải cho tàu đi hướng ngược lại để khử lực khử thừa nữa.

3. Đề xuất phương pháp ERY rút gọn khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải

Trong phần này, nội dung của phương pháp đề xuất được trình bày một cách chi tiết. Ý tưởng đề xuất là nếu xác định được gần đúng các giá trị độ lệch do lực làm lệch tương ứng gây ra thì tạo ra lực khử lệch trực tiếp để khử hết độ lệch đó thay vì phải thực hiện hai bước như phương pháp ERY truyền thống. Như vậy, mấu chốt của phương pháp đề xuất là xác định độ lệch do các lực gây độ lệch trên các hướng sinh ra độ lệch lớn nhất.



Hình 5. Phương pháp ERY khử độ lệch gây ra bởi lực D'λH

3.1. Kỹ thuật tính toán độ lệch

Trước tiên, độ lệch la bàn sinh ra bởi các lực A'λH, B'λH, C'λH, D'λH, E'λH được xác định theo các hệ thức:

$$\begin{cases} \delta_A = A \\ \delta_B = B \sin H_d \\ \delta_C = C \cos H_d \\ \delta_D = D \sin 2H_d \\ \delta_E = E \cos 2H_d \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó: $\delta_A, \delta_B, \delta_C, \delta_D, \delta_E$ là các độ lệch tương ứng sinh ra bởi các lực A'λH, B'λH, C'λH, D'λH, E'λH; (A, B, C, D, E) là các hệ số độ lệch gần đúng; H_d là hướng đi địa từ của tàu.

Từ hệ thức (1), có thể xác định một cách gần đúng được độ lệch $\delta_A, \delta_B, \delta_C, \delta_D, \delta_E$ tương ứng do các lực A'λH, B'λH, C'λH, D'λH, E'λH sinh ra nếu biết được các hệ số độ lệch gần đúng A, B, C, D, E. Các hệ số độ lệch gần đúng đặc trưng cho các lực mà chúng sinh ra độ lệch. Cũng theo hệ thức (1), có thể thấy rằng các hệ số A, B, C, D, E chính là các giá trị độ lệch lớn nhất do các lực A'λH, B'λH, C'λH, D'λH, E'λH sinh ra khi tàu thay đổi hướng đi H_d từ 0° đến 360° .

Mặt khác, theo tài liệu [1], lực A'λH và lực E'λH nhỏ nên trong các trường hợp khi độ lệch la bàn từ thay đổi lớn so với la bàn điện đến mức phải hiệu chỉnh lại la bàn từ thì chúng ta cũng chỉ khử các lực B'λH, C'λH, D'λH. Do vậy, có thể thấy rằng các lực A'λH và E'λH luôn nhỏ hơn rất nhiều so với các lực B'λH, C'λH, D'λH khi từ trường tàu thay đổi.

Như vậy, các hệ số độ lệch gần đúng của la bàn được thể hiện trong bảng độ lệch la bàn từ lần khử gần nhất có thể được sử dụng lại với việc lấy các hệ số độ lệch A và E trong bảng đó để tiến hành tính toán và thao tác khử cho lần này.

Mặt khác, nếu không sử dụng các hệ số A và E trong bảng độ lần hiệu chỉnh gần nhất, chúng ta cũng có thể sử dụng công thức độ lệch cơ bản (2) để xác định các giá trị A và E:

$$\delta = A + B \sin H_d + C \cos H_d + D \sin 2H_d + E \cos 2H_d \quad (2)$$

Từ hệ thức (2), nếu quan sát độ lệch trên 5 hướng bất kỳ của la bàn từ so với la bàn điện ta cũng hoàn toàn có thể xác định được 5 hệ số gần đúng A, B, C, D, E.

3.2. Nội dung phương pháp đề xuất

Như vậy, để khử độ lệch do 3 lực làm lệch B'λH, C'λH, và D'λH gây ra, phương pháp đề xuất được phát biểu như sau:

Bước 1: Lấy các hệ số A và E trong bảng độ lệch hiệu chỉnh la bàn từ lần gần nhất, từ đó tính toán gần đúng các giá trị độ lệch δ_A, δ_E trên các hướng mà ta cần dẫn tàu để khử các độ lệch do các lực B'λH, C'λH, và D'λH gây ra là lớn nhất. Nếu không sử dụng các giá trị A và E trong bảng độ lệch

trước thì có thể tính toán các hệ số độ lệch gần đúng A và E của la bàn từ ở điều kiện hiện tại (la bàn có sai lệch lớn cần phải khử) bằng cách quan sát độ lệch giữa la bàn từ và la bàn điện trên 5 hướng khác nhau và áp dụng hệ thức (2) để tìm các hệ số độ lệch gần đúng này.

Bước 2: Xác định các giá trị độ lệch $\delta_B, \delta_C, \delta_D$ trên các hướng mà lực sinh ra độ lệch là lớn nhất để khử.

Khử lực B'λH: Dẫn tàu chạy trên hướng đông ($H_d=90^\circ$), trên hướng này lực B'λH sinh ra độ lệch lớn nhất (B), đồng thời các lực A'λH và E'λH cũng sinh ra các độ lệch trên hướng này là (A-E). Quan sát độ lệch la bàn từ trên hướng này là δ_E , độ lệch tổng hợp được xác định như sau:

$$\delta_E = A + B - E \quad (3)$$

Từ hệ thức (3), ta có thể xác định được giá trị độ lệch lớn nhất B do lực B'λH sinh ra trên hướng này là:

$$B = \delta_E - (A - E) \quad (4)$$

Vậy, để khử được độ lệch do lực B'λH sinh ra, ta đưa các cặp nam châm dọc vào thân la bàn để khử độ lệch la bàn đang từ lệch góc δ_E về còn lệch góc (A-E), điều đó có nghĩa là ta đã khử xong lực gây độ lệch B'λH trên hướng mà lực sinh ra độ lệch lớn nhất ($H_d=90^\circ$) mà không cần phải dẫn tàu chạy hướng 270° nữa.

Khử lực C'λH: Dẫn tàu chạy trên hướng bắc ($H_d=0^\circ$), trên hướng này lực C'λH sinh ra độ lệch lớn nhất (C), đồng thời các lực A'λH và E'λH cũng sinh ra các độ lệch trên hướng này là (A+E). Quan sát độ lệch la bàn từ trên hướng này δ_N , độ lệch tổng hợp được xác định như sau:

$$\delta_N = A + C + E \quad (5)$$

Từ hệ thức (5), ta có thể xác định được giá trị độ lệch lớn nhất C do lực C'λH sinh ra trên hướng này là:

$$C = \delta_N - (A + E) \quad (6)$$

Vậy, để khử được độ lệch do lực C'λH sinh ra, ta đưa các cặp nam châm ngang vào thân la bàn để khử độ lệch la bàn đang từ lệch góc δ_N về còn lệch góc (A+E), điều đó có nghĩa là ta đã khử xong lực gây độ lệch C'λH trên hướng mà lực sinh ra độ lệch lớn nhất ($H_d=0^\circ$) mà không cần phải dẫn tàu chạy hướng 180° nữa.

Khử lực D'λH: Dẫn tàu chạy trên hướng đông bắc ($H_d=45^\circ$), trên hướng này lực D'λH sinh ra độ lệch lớn nhất (D), đồng thời lực A'λH sinh ra độ lệch luôn cố định (A). Quan sát độ lệch la bàn từ trên hướng này δ_{NE} , độ lệch tổng hợp được xác định như sau:

$$\delta_{NE} = A + D \quad (7)$$

Từ hệ thức (7), ta có thể xác định được giá trị độ lệch lớn nhất D do lực D'λH sinh ra trên hướng này là:

$$D = \delta_{NE} - (A) \quad (8)$$

Vậy, để khử được độ lệch do lực D'λH sinh ra, ta đưa cặp quả cầu sắt non hoặc các miếng sắt non vào thân la bàn để khử độ lệch la bàn từ đang từ lệch góc δ_{NE} về còn lệch góc (A), điều đó có nghĩa là ta đã khử xong lực gây độ lệch D'λH trên hướng mà lực sinh ra độ lệch lớn nhất ($H_d=45^0$) mà không cần phải dẫn tàu chạy hướng 135^0 nữa.

Bước 3: Sau khi đã khử xong các lực gây ra độ lệch, quan sát độ lệch giữa la bàn từ và la bàn điện trên 8 hướng chính hoặc trên 5 hướng bất kỳ và áp dụng hệ thức (2) để tìm ra 5 hệ số độ lệch gần đúng mới (A, B, C, D, E) cho việc thành lập bảng độ lệch còn lại lần khử này để kết thúc quá trình hiệu chỉnh la bàn từ hàng hải.

Như vậy, cơ sở lý thuyết của phương pháp đề xuất đã được trình bày. Có thể thấy rằng, nội dung phương pháp chính là sự kết hợp của phương pháp ERY truyền thống và kỹ thuật tính toán độ lệch do các lực gây ra, do đó tác giả gọi phương pháp đề xuất là phương pháp ERY rút gọn với ưu điểm là chỉ cần thực hiện khử độ lệch la bàn từ hàng hải trên 3 hướng thay vì 6 hướng như phương pháp ERY truyền thống.

3.3. Phạm vi áp dụng phương pháp đề xuất

Như đã biết, phương pháp ERY truyền thống áp dụng được với cả ba trường hợp cần thiết phải khử độ lệch la bàn từ hàng hải như là: khi tàu được đóng mới; khi tàu vừa kết thúc sửa chữa tại nhà máy; và khi độ lệch thay đổi lớn sau khoảng thời gian dài khai thác. Tuy nhiên, khi tàu đang hành trình nếu sử dụng phương pháp ERY truyền thống sẽ gây mất thời gian và tốn kém nhiên liệu do phải dẫn tàu chạy trên 6 hướng, việc này có thể làm trễ thời gian tàu đến cảng so với thời gian dự kiến. Trong trường hợp như vậy, có thể áp dụng phương pháp ERY rút gọn (được đề xuất trong nghiên cứu này) để thực hiện khử độ lệch la bàn trên 3 hướng nhằm tiết kiệm nhiên liệu và thời gian chạy tàu.

Ngược lại, vì phương pháp ERY rút gọn yêu cầu phải có hệ số A và E gần đúng làm cơ sở tính toán các độ lệch do các lực làm lệch gây ra, do đó trong các trường hợp khi tàu đóng mới, hoặc khi tàu vừa kết thúc sửa chữa tại nhà máy, các giá trị A và E không còn đúng nữa. Điều đó có nghĩa là phương pháp ERY rút gọn sẽ có độ chính xác kém nếu áp

dụng để khử độ lệch la bàn từ khi tàu đóng mới hoặc khi vừa sửa chữa tại nhà máy xong.

Như vậy, khi tàu đang hành trình trên biển nên áp dụng phương pháp ERY rút gọn để tiết kiệm thời gian và nhiên liệu. Còn khi tàu đóng mới hoặc sửa chữa nên áp dụng phương pháp ERY truyền thống để có được độ chính xác và độ tin cậy cao.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, tác giả đã đề xuất một phương pháp mới gọi là phương pháp ERY rút gọn để khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải. Phương pháp đề xuất là sự kết hợp của phương pháp ERY truyền thống và kỹ thuật tính toán độ lệch do các lực làm lệch sinh ra. Đóng góp mới của phương pháp đề xuất là chỉ yêu cầu khử độ lệch trên 3 hướng thay vì 6 hướng như phương pháp ERY truyền thống. Do đó, giảm thiểu được thời gian, các bước thực hiện, và tiết kiệm được nhiên liệu so với việc phải dẫn tàu trên 6 hướng để khử độ lệch như phương pháp ERY truyền thống. Hiện tại, phương pháp đề xuất mới chỉ được nghiên cứu về mặt lý thuyết mà chưa được ứng dụng trong thực tế. Do vậy trong thời gian sắp tới, tác giả sẽ làm các thực nghiệm để đánh giá độ chính xác, độ tin cậy của phương pháp đề xuất trong thực tế. Cuối cùng, lý thuyết mà nghiên cứu này đưa ra có thể xem như một tham khảo hữu ích nhằm định hướng cho những nghiên cứu tiếp theo để phát triển, nâng cao, và cải tiến phương pháp ERY truyền thống khử độ lệch riêng la bàn từ hàng hải.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Hoà, Nguyễn Minh Đức, Lại Thế Việt. *La bàn từ Hàng hải*, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, 182 Tr. 2013.
- [2] Van Suong Nguyen. *Calculation of the deviation coefficients for marine magnetic compass*. Journal of International Maritime Safety, Enviromental Affairs and Shipping, Vol.2, Issue.2, pp.112-115, 2019.
- [3] Nguyễn Văn Sương. *Xác định hệ số độ lệch B và C của la bàn từ khi tàu đang hành trình*. Tạp chí khoa học công nghệ Hàng hải, Số 66, Tháng 4 2021.
- [4] Nguyễn Văn Sương. *Tính toán hệ số độ lệch riêng la bàn từ Hàng hải xét đến các thành phần hệ số độ lệch bậc cao*. Tạp chí khoa học công nghệ Hàng hải, Số 68, Tháng 11, 2021.
- [5] Basterretxea, I., Vila, J.A. and Perez Labajos, C.A. *Latitude error in compass deviation*. Polish Maritime Research, Vol.83, pp.25-31, 2014.

- [6] Basterretxea I., Vila J., and I. Sotes. *Determining flinders' bar correction by heeling the ship*. Journal of Maritime research, Vol.X, No.3, pp.7-12, 2013.
- [7] Lushnikov, E.M., *Compensation of Magnetic Compass Deviation at Single Any Course.*, Transnav, the International Journal of Marine Navigation and Safety of sea Transportation, Vol.5, No.3, pp.303-307, 2011.
- [8] Meleshko V.V., S.L. Lakoza, S.A.Sharov, *Method of Identifying and Eliminating Magnetic Compass Deviation*, 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering, 2017.

Ngày nhận bài:	19/12/2021
Ngày nhận bản sửa:	29/12/2021
Ngày duyệt đăng:	02/01/2022