



## XÂY DỰNG PHẦN MỀM TÍNH TOÁN VÀ TRA CỨU DUNG SAI LẮP GHÉP THEO TCVN 2245-99

**TRƯƠNG CÔNG NAM\***

### *Tóm tắt*

*Các quy định về dung sai, tính toán chọn kiểu lắp trong việc thiết kế sản phẩm cơ khí là hết sức quan trọng và cần thiết. Bài báo này trình bày việc nghiên cứu xây dựng phần mềm hỗ trợ tính toán và tra cứu dung sai lắp ghép cho các lắp ghép lỏng, chặt và trung gian theo TCVN 2245-99.*

**Từ khóa:** *dung sai, lắp ghép.*

### *Abstract*

*Regulations on tolerances and the calculation to choose types of fitting in the design of mechanical products are very important and necessary. This article presents the research and development of software to support the calculation and lookup of fit tolerances for the clearance fitting, interference fitting, and transition fitting according to TCVN 2245-99.*

**Keywords:** *tolerance, fitting.*

### **1. Tổng quan tài liệu**

Ứng dụng tin học trong xây dựng các phần mềm hỗ trợ tính toán và tra cứu các thông số kỹ thuật trong việc thiết kế các sản phẩm cơ khí nói chung và trong dung sai lắp ghép nói riêng đã thu hút sự quan tâm nghiên cứu của nhiều nhà khoa học. Đề tài “*Xây dựng phần mềm tự động hiển thị dãy SLCB và tra bảng tìm trị số các SLCB theo TCVN 2244-99*” của tác giả Đào Ngọc Biên (2007) [1]. Phần mềm cho phép tự động hiển thị dãy sai lệch cơ bản (SLCB) và tra bảng tìm trị số các SLCB. Tuy nhiên phần mềm chỉ dừng lại ở mức độ tra cứu các sai lệch giới hạn (SLGH), chưa đi sâu vào giải quyết các bài toán về tính toán và chọn kiểu lắp phù hợp cho các mối ghép thông dụng

và đó cũng là hạn chế của đề tài. Mục đích của việc nghiên cứu này là nhằm giải quyết các vấn đề còn thiếu và hướng tới hoàn thiện phần mềm, để có thể đưa vào ứng dụng trong thiết kế máy và sử dụng như một giáo cụ hỗ trợ trong việc giảng dạy và học tập cho sinh viên các ngành Cơ khí.

Trong bài báo này, tác giả đã nghiên cứu xây dựng một phần mềm hỗ trợ tra cứu dung sai và tính toán chọn các kiểu lắp tiêu chuẩn cho các mối ghép hình trụ tròn được nhanh chóng và chính xác. Trên cơ sở tìm hiểu các TCVN về dung sai lắp ghép, cơ sở lý thuyết về tính toán chọn kiểu lắp cho các lắp ghép lỏng và chặt, tác giả đã xây dựng cơ sở dữ liệu trên phần mềm Access để phục

---

*Khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Cửu Long*

*\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trương Công Nam (Email: truongcongnam@mku.edu.vn)*



vụ cho việc tra cứu và truy xuất số liệu tính toán, phát triển giải thuật chương trình, thiết kế giao diện phần mềm và viết code chương trình dựa vào các giải thuật chương trình đã thiết kế trên nền tảng cơ sở lập trình Visual Basic 6.0. Sau khi chương trình hoàn thành, tác giả đã tiến hành kiểm nghiệm phần mềm để đánh giá kết quả nhằm đảm bảo tính chính xác của chương trình.

**2. Phương pháp nghiên cứu**

**2.1. Tính toán chọn kiểu lắp lỏng và chặt**

*2.1.1. Tính độ hở và chọn kiểu lắp lỏng bôi trơn thủy động*

Ở trạng thái làm việc, ổ trượt phải đảm bảo hai yêu cầu:

1. Làm việc với hiệu suất tốt nhất
2. Làm việc với chế độ ma sát ướt

Độ hở sẽ được tính theo yêu cầu thứ nhất để chọn kiểu lắp tương ứng, sau đó sẽ kiểm tra lại yêu cầu thứ hai.

*2.1.2.. Tính toán chọn kiểu lắp chặt*

Chọn kiểu lắp chặt tiêu chuẩn cho mỗi ghép có thể được tiến hành dựa trên cơ sở tính toán để đảm bảo hai điều kiện sau:

- Đảm bảo độ bền chặt của mỗi ghép, nghĩa là giữa hai chi tiết lắp ghép với nhau không có sự dịch chuyển tương đối với nhau khi có ngoại lực tác dụng.

- Đảm bảo sức bền của bề mặt lắp ghép không bị phá hỏng do ứng suất phát sinh dưới tác dụng của độ dôi lắp ghép.

Với hai điều kiện trên đã đặt ra hai nhiệm vụ tính toán:

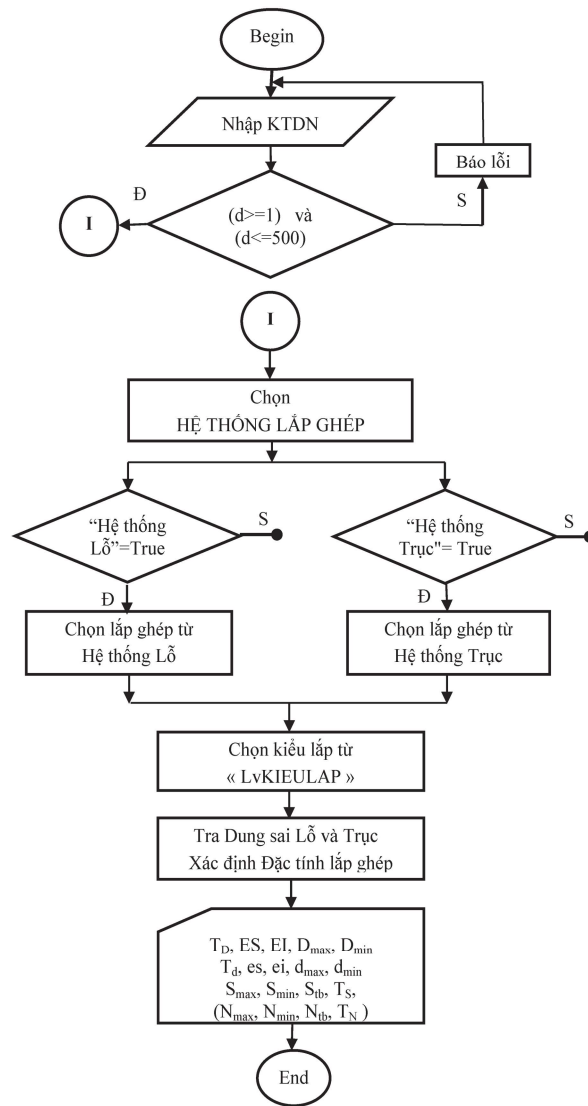
1. Xác định độ dôi cho phép nhỏ nhất  $N_{min}$  để truyền lực (mômen xoắn, lực dọc trục hoặc cả hai)

2. Xác định độ dôi cho phép lớn nhất  $N_{max}$  để không gây ra biến dạng dẻo cho các chi tiết lắp ghép.

Trình tự tính toán chọn kiểu lắp lỏng và chặt được trình bày chi tiết trong tài liệu [2, chương 2]

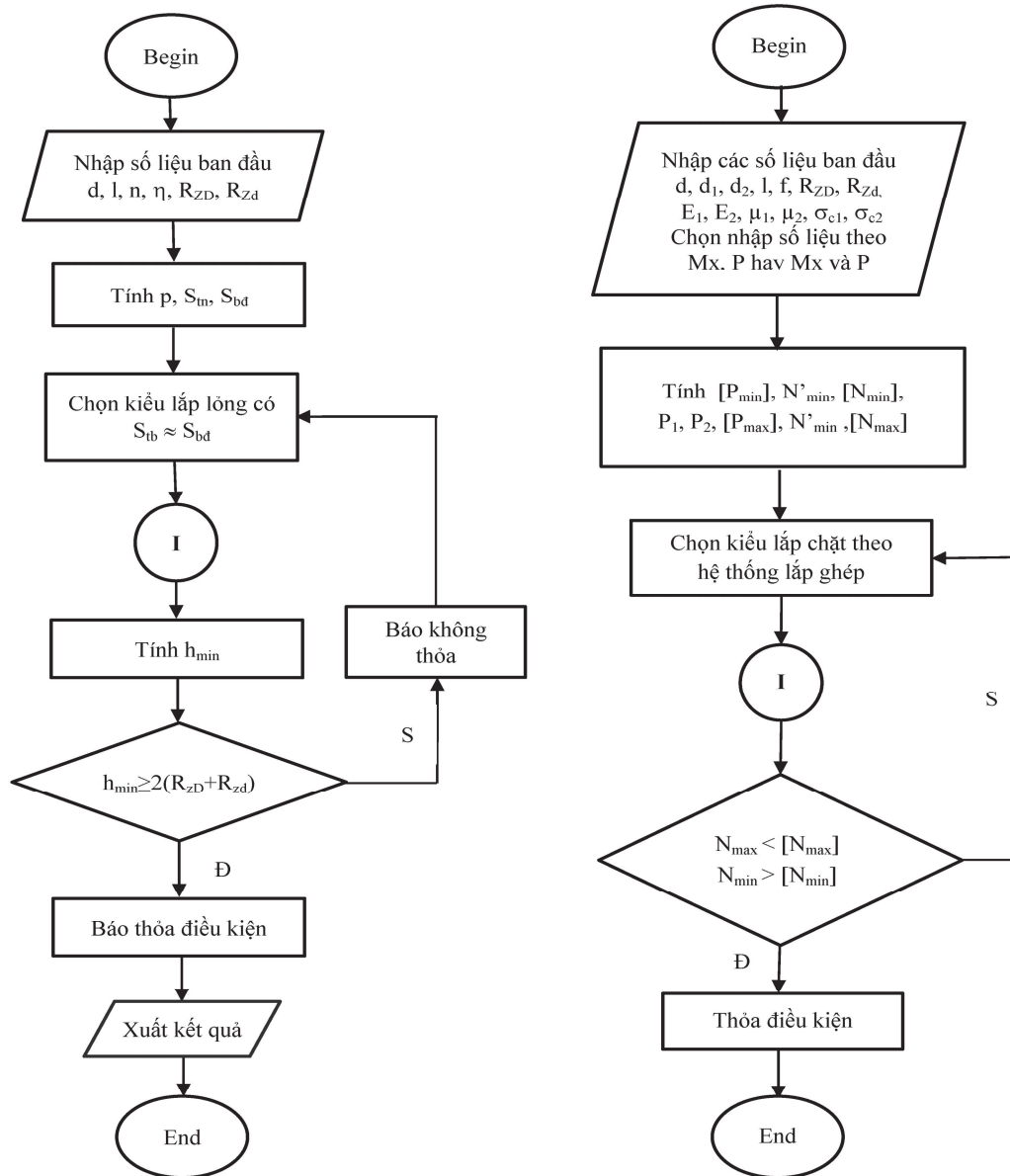
**2.2. Thiết kế giải thuật chương trình**

Giải thuật tra dung sai, SLGH, tính kích thước giới hạn và xác định đặc tính lắp ghép thể hiện ở hình 1.



**Hình 1: Lưu đồ giải thuật tra dung sai, SLGH và đặc tính lắp ghép**

Giải thuật tính toán chọn kiểu lắp cho các lắp ghép lỏng và chặt được trình bày trên hình 2.



Hình 2: Lưu đồ giải thuật tính toán chọn kiểu lắp cho lắp ghép lỏng và chặt

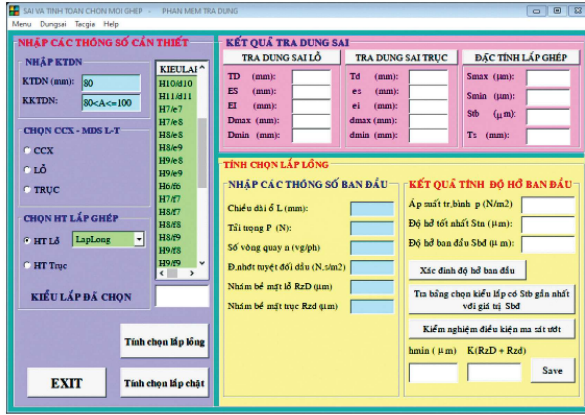
### 3. Kết quả và biện luận

#### 3.1. Xây dựng phần mềm

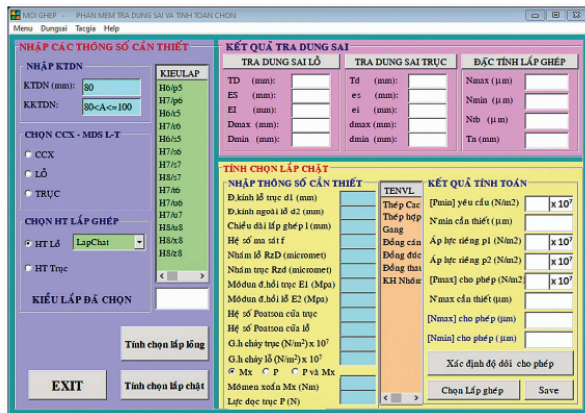
Phần mềm “**Tính toán và tra cứu dung sai lắp ghép**” được viết bằng ngôn ngữ lập trình Visual Basic 6.0, là một ngôn ngữ lập trình mạnh thích hợp để giải các bài toán kỹ thuật [3]. Cơ

sở dữ liệu để tra cứu và truy xuất trong quá trình tính toán được xây dựng dựa trên các bảng tra cứu dung sai, hệ thống lắp ghép lỗ và trục, các bảng tra SLGH...theo TCVN 2245-99 [4], [5] và được thành lập trên phần mềm Access. Các giao diện chính của phần mềm được thiết kế gồm các giao diện như hình 3 và 4. Sau khi

thiết kế các giao diện chính của phần mềm sẽ tiến hành viết code để thực hiện chương trình. Chương trình được thực hiện dựa trên các lưu đồ giải thuật như hình 1 và 2.



Hình 3: Giao diện phần tính toán chọn kiểu lắp lỏng



Hình 4: Giao diện phần tính toán chọn kiểu lắp chặt

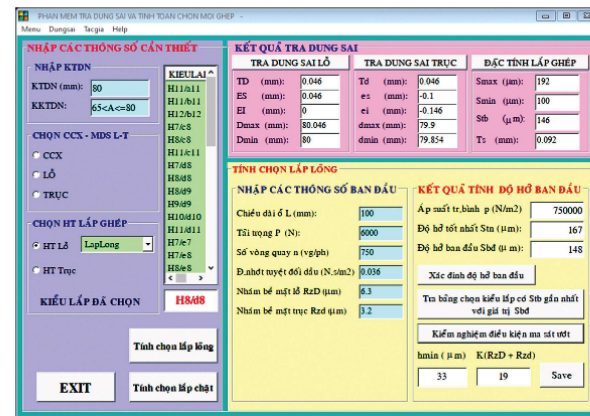
### 3.2. Kiểm nghiệm phần mềm

Sau khi chương trình được hoàn thành, tác giả đã tiến hành kiểm nghiệm chương trình bằng cách nhập vào những số liệu cụ thể. Số liệu này được lấy từ tài liệu tham khảo (hoặc ở ví dụ). Rồi dùng phần mềm này, để tra cứu, tính toán thử và nhận được kết quả. Sau đó so sánh kết quả thu được với kết quả tra cứu trong tài liệu và tính toán thủ công.

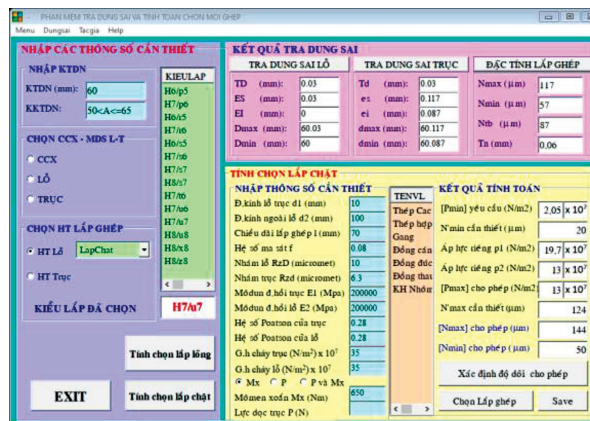
Để minh chứng cho tính chính xác của chương trình xây dựng phần mềm, ta dùng phần mềm này để tính toán cho thí dụ cụ thể và so sánh kết quả thu được với kết quả tính toán thủ công.

**Ví dụ 1:** Chọn kiểu lắp cho mỗi ghép ổ trượt làm việc với các thông số sau:  $d = \phi 80$  mm,  $l = 100$  mm,  $n = 750$  vòng/ph,  $P = 6000$  N, bôi trơn bằng dầu công nghiệp 45 có độ nhớt  $\eta = 0,036$  Ns/m<sup>2</sup>, độ nhám bề mặt trục  $R_{Zd} = 3,2$   $\mu$ m,  $R_{ZD} = 6,3$   $\mu$ m.

Quá trình tính toán thủ công được trình bày trong tài liệu [2, trang 33]. Kết quả tính toán trên phần mềm được thể hiện trên hình 5.



Hình 5: Kết quả tính toán chọn kiểu lắp lỏng trên phần mềm



Hình 6: Kết quả tính toán chọn kiểu lắp chặt trên phần mềm



\* So sánh đối chiếu kết quả giữa phần mềm với tài liệu

**Bảng 1: Bảng so sánh kết quả tính toán chọn kiểu lắp lỏng**

Kết quả tính toán	Kết quả từ phần mềm	Kết quả tính thủ công
Áp suất trung bình $p$ , N/m <sup>2</sup>	750000	750000
Độ hở tốt nhất $S_{\min}$ , $\mu\text{m}$	167	167
Độ hở ban đầu $S_{\text{bd}}$ , $\mu\text{m}$	148	148
Chiều dày nhỏ nhất của chêm dầu $h_{\min}$ , $\mu\text{m}$	33	33
Điều kiện kiểm nghiệm $2(R_{Zd} + R_{ZD})$	19	19

**Bảng 2: Bảng so sánh kết quả tra dung sai và đặc tính lắp ghép lỏng**

Dung sai và đặc tính lắp ghép $\phi 80\text{H}8/d8$	Kết quả từ phần mềm	Kết quả từ tài liệu và tính thủ công
Chi tiết Lỗ	- Miền dung sai là H8 - ES = 0,046 mm - EI = 0 mm - T <sub>D</sub> = 0,046 mm	- Miền dung sai là H8 - ES = 0,046 mm - EI = 0 mm - T <sub>D</sub> = 0,046 mm
Chi tiết Trục	- Miền dung sai là d8 - es = -0,1 mm - ei = -0,146 mm - T <sub>d</sub> = 0,046 mm	- Miền dung sai là d8 - es = -0,1 mm - ei = -0,146 mm - T <sub>d</sub> = 0,046 mm
Đặc tính lắp ghép	- S <sub>max</sub> = 192 $\mu\text{m}$ - S <sub>min</sub> = 100 $\mu\text{m}$ - S <sub>tb</sub> = 146 $\mu\text{m}$	- S <sub>max</sub> = 192 $\mu\text{m}$ - S <sub>min</sub> = 100 $\mu\text{m}$ - S <sub>tb</sub> = 146 mm

**Ví dụ 2:** Tính toán và chọn lắp ghép tiêu chuẩn cho mỗi ghép có độ dôi có các kích thước  $d = 60 \text{ mm}$ ,  $l = 70 \text{ mm}$ ,  $d_1 = 10 \text{ mm}$ ,  $d_2 = 100 \text{ mm}$  dùng để truyền mômen xoắn  $M_x = 650 \text{ Nm}$ . Vật liệu để chế tạo các chi tiết là thép 45 có giới hạn chảy  $\alpha_{c1} = \alpha_{c2} = 36.10^7 \text{ N/m}^2$ . Chiều cao nhấp nhô của nhám bề mặt trục  $R_{Zd} = 6,3 \mu\text{m}$  và của lỗ

$R_{ZD} = 10 \mu\text{m}$ .

Quá trình tính toán thủ công được trình bày trong tài liệu [2, trang 39÷40]. Kết quả tính toán trên phần mềm được thể hiện trên hình 6.

\* So sánh đối chiếu kết quả giữa phần mềm với tài liệu.

**Bảng 3: Bảng so sánh kết quả tính toán chọn kiểu lắp chặt**

Kết quả tính toán	Kết quả từ phần mềm	Kết quả tính thủ công
Áp suất riêng nhỏ nhất $[P_{\min}]$ , N/m <sup>2</sup>	$2,05 \times 10^7$	$2,05 \times 10^7$
Độ dôi tính toán cần thiết $N'_{\min}$ , $\mu\text{m}$	20	20
Độ dôi cho phép nhỏ nhất $[N_{\min}]$ , $\mu\text{m}$	50	50
Áp suất riêng $P_1$ , N/m <sup>2</sup>	$19,7 \times 10^7$	$19,7 \times 10^7$
Áp suất riêng $P_2$ , N/m <sup>2</sup>	$13 \times 10^7$	$13 \times 10^7$
Áp suất riêng cho phép $[P_{\max}]$ , N/m <sup>2</sup>	$13 \times 10^7$	$13 \times 10^7$
Độ dôi tính toán cần thiết $N'_{\max}$ , $\mu\text{m}$	124	124
Độ dôi cho phép lớn nhất $[N_{\max}]$ , $\mu\text{m}$	144	144

**Bảng 4: Bảng so sánh kết quả tra dung sai và đặc tính lắp ghép chặt**

Dung sai và đặc tính lắp ghép $\phi 60\text{H7/u7}$	Kết quả từ phần mềm	Kết quả từ tài liệu và tính thủ công
Chi tiết Lỗ	- Miền dung sai là H7 - ES = 0,003 mm - EI = 0 mm - T <sub>D</sub> = 0,003 mm	- Miền dung sai là H7 - ES = 0,003 mm - EI = 0 mm - T <sub>D</sub> = 0,003 mm
Chi tiết Trục	- Miền dung sai là u7 - es = 0,117 mm - ei = 0,087 mm - T <sub>d</sub> = 0,003 mm	- Miền dung sai là u7 - es = 0,117 mm - ei = 0,087 mm - T <sub>d</sub> = 0,003 mm
Đặc tính lắp ghép	- N <sub>max</sub> = 117 $\mu\text{m}$ - N <sub>min</sub> = 57 $\mu\text{m}$	- N <sub>max</sub> = 117 $\mu\text{m}$ - N <sub>min</sub> = 57 $\mu\text{m}$

Như vậy, từ các kết quả tính toán và tra cứu bằng phần mềm với kết quả tính toán và tra cứu bằng thủ công hoàn toàn phù hợp nhau.

Ngoài ra phần mềm còn cho phép tra cứu giá trị dung sai theo cấp chính xác, tra các giá trị SLGH theo miền dung sai của lỗ và trục.

#### 4. Kết luận

Phần mềm “**Tính toán và tra cứu dung sai lắp ghép**” cho phép tự động tra cứu các giá trị dung sai kích thước, SLGH và xác định đặc tính lắp ghép các kiểu lắp trong hệ thống lắp ghép lỗ và trục theo TCVN 2245-99. Bên cạnh đó phần mềm cũng hỗ trợ tính toán chọn



kiểu lắp phù hợp cho các lắp ghép hình trụ tron (lắp lỏng, lắp chặt) một cách nhanh chóng và chính xác. Phần mềm có thể sử dụng trong thiết kế sản phẩm cơ khí hoặc sử dụng cùng với giáo án điện tử như một giáo cụ phục vụ công tác giảng dạy và học tập cho sinh viên chuyên ngành Cơ khí.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đào Ngọc Biên (2007), “*Xây dựng phần mềm tự động hiển thị dãy SLCB và tra bảng tìm trị số các SLCB theo TCVN 2244-99*”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải Số 11+12*;
- [2] Trương Công Nam (2014), *Bài giảng Dung*

*sai và Kỹ thuật đo*, Bộ môn Cơ Khí, Trường Đại học Cửu Long;

- [3] Nguyễn Tiên (2002), *Kỹ thuật lập trình Visual Basic tự học trong 21 ngày*, NXB Thống Kê.
- [4] Hà Văn Vui (2006), *Dung sai lắp ghép và chuỗi kích thước*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
- [5] Ninh Đức Tôn (2008), *Sổ tay Dung sai lắp ghép*, NXB Giáo dục.

Ngày nhận bài: 11/2/2022

Ngày gửi phản biện: 17/2/2022

Ngày duyệt đăng: 25/2/2022