



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 dây 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 dây 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, ô 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:

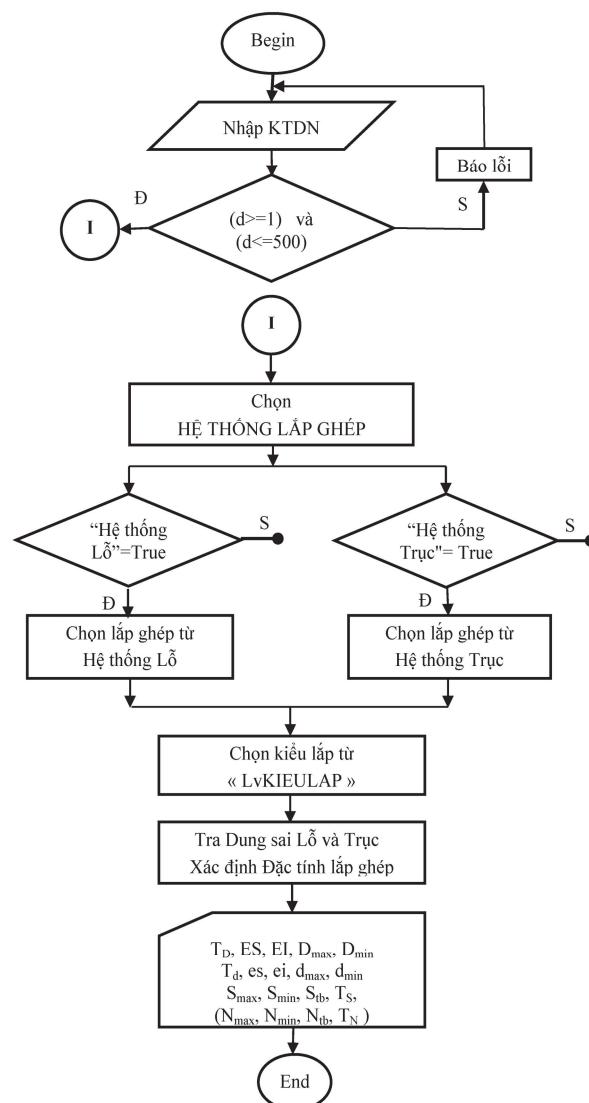
1. Xác định độ dôi cho phép nhỏ nhất N_{min} để truyền lực (mômen xoắn, lực dọc trực hoặc cả hai)

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]

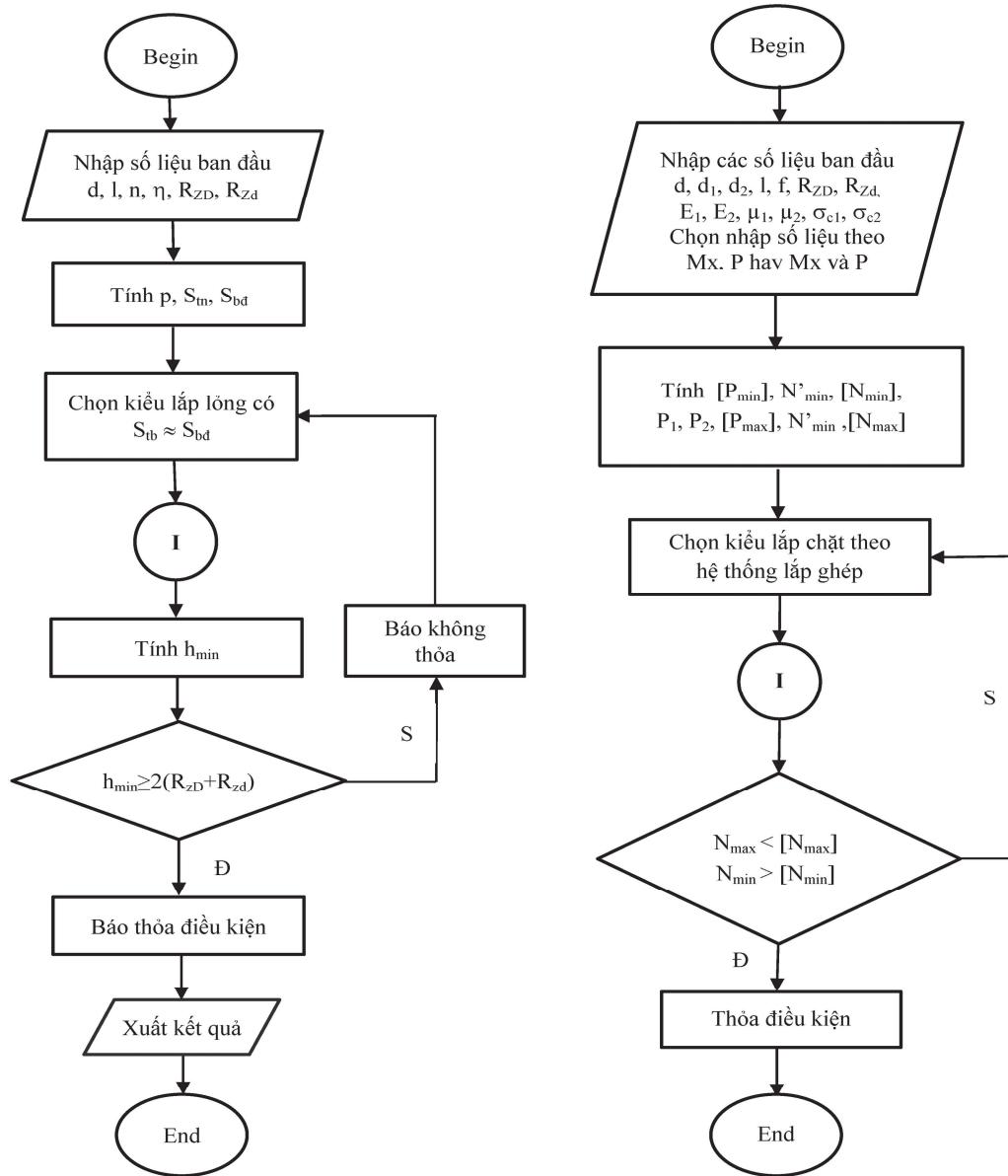
2.2. Thiết kế giải thuật chương trình

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 lồng và chặt được trình bày trên hình 2.



Hình 2: Lưu đồ giải thuật tính toán chọn kiểu lắp cho lắp ghép lồng 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 lõi và trực, 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.

A. LỰA TÌNH ĐỘI CHỐN LẮP GHÉP		PHÂN MÃ TRA DUNG																			
Menubar: Dungun, Testcfg, Help																					
NHẬP CÁC THÔNG SỐ CÁCH THIẾT NHẬP KTDN KTDN (mm): <input type="text" value="80"/> KTKDN: <input type="text" value="80x80x100"/>																					
KIỂU LẮP KIEULAI ^ HT10x80 HT11x81 HT12x82 HT13x83 HT14x84 HT15x85 HT16x86 HT17x87 HT18x88 HT19x89 HT20x90 HT21x91 HT22x92 HT23x93 HT24x94 HT25x95 HT26x96 HT27x97 HT28x98 HT29x99 CHỌN CCX - MDS L-T <input type="checkbox"/> CCX <input type="checkbox"/> LÖ <input checked="" type="checkbox"/> TRỤC CHỌN HT LẮP GHÉP <input checked="" type="checkbox"/> HT Lắp LapLong <input type="checkbox"/> HT Trục KIỂU LẮP ĐÁ CHỌN <input type="checkbox"/> Tính chọn lắp long <input type="checkbox"/> Tính chọn lắp chật																					
KẾT QUẢ TRA DUNG SAI <table border="1"> <thead> <tr> <th>TRA DUNG SAI LỐ</th> <th>TRA DUNG SAI TRỰC</th> <th>DẤC TÍNH LẮP GHÉP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Td (mm): <input type="text"/></td> <td>Td (mm): <input type="text"/></td> <td>Smax (jam): <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Es (mm): <input type="text"/></td> <td>es (mm): <input type="text"/></td> <td>Smin (jam): <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Ei (mm): <input type="text"/></td> <td>ei (mm): <input type="text"/></td> <td>Sb (μm): <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Dmax (mm): <input type="text"/></td> <td>dmax (mm): <input type="text"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dmin (mm): <input type="text"/></td> <td>dmn (mm): <input type="text"/></td> <td>T_s (mm): <input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>				TRA DUNG SAI LỐ	TRA DUNG SAI TRỰC	DẤC TÍNH LẮP GHÉP	Td (mm): <input type="text"/>	Td (mm): <input type="text"/>	Smax (jam): <input type="text"/>	Es (mm): <input type="text"/>	es (mm): <input type="text"/>	Smin (jam): <input type="text"/>	Ei (mm): <input type="text"/>	ei (mm): <input type="text"/>	Sb (μ m): <input type="text"/>	Dmax (mm): <input type="text"/>	dmax (mm): <input type="text"/>		Dmin (mm): <input type="text"/>	dmn (mm): <input type="text"/>	T _s (mm): <input type="text"/>
TRA DUNG SAI LỐ	TRA DUNG SAI TRỰC	DẤC TÍNH LẮP GHÉP																			
Td (mm): <input type="text"/>	Td (mm): <input type="text"/>	Smax (jam): <input type="text"/>																			
Es (mm): <input type="text"/>	es (mm): <input type="text"/>	Smin (jam): <input type="text"/>																			
Ei (mm): <input type="text"/>	ei (mm): <input type="text"/>	Sb (μ m): <input type="text"/>																			
Dmax (mm): <input type="text"/>	dmax (mm): <input type="text"/>																				
Dmin (mm): <input type="text"/>	dmn (mm): <input type="text"/>	T _s (mm): <input type="text"/>																			
TÌNH CHỌN LẮP LỒNG NHẬP CÁC THÔNG SỐ BẢN ĐẦU Chiều dài ô L (mm): <input type="text"/> Tải trọng P (N): <input type="text"/> Số vòng quay n (v/ph): <input type="text"/> Độ nhón tuyệt đối d (mm): <input type="text"/> Nhấn bề mặt lõi Rd (μm): <input type="text"/> Nhấn bề mặt trực Rd (μm): <input type="text"/> KẾT QUẢ TÍNH BỘ HỒ BƠI BẦU Áp suất tr.binh p (Nm ²): <input type="text"/> Độ bù tối thiểu Sta (μm): <input type="text"/> Độ bù tối đa Std (μm): <input type="text"/> Xác định độ bù ban đầu Tra bảng chọn kiểu lõi có Stb gần nhất với giá trị Std Kiểm nghiệm điều kiện ma sát với lumen (μm) K(Rd = Rdz)																					
<input type="button" value="EXIT"/>		<input type="button" value="Save"/>																			

Hình 3: Giao diện phần tính toán chọm kiểu lắp lồng

MÔI HỌC - PHẦN MỀM TÍM DUNG SAI VÀ TÍNH TOÁN CHỖI		<input type="button" value="Minimize"/>	<input type="button" value="Maximize"/>	<input type="button" value="Close"/>
Menubar		Tacgia	Help	
NHẬP CÁC THÔNG SỐ CÁCH THIẾT				
NHẬP KTDN		KIỂU LẮP		
KTDN (mm):	<input type="text" value="80"/>	Hb/p5		
KTDN (mm):	<input type="text" value="80"/>	Hf/p6		
80x4x100		Hb/p5		
CHỌN CCX - MDS-L-T		Hf/p6		
<input type="checkbox"/> CCX		Hf/p5		
<input type="checkbox"/> LÔ		Hf/p7		
<input type="checkbox"/> TRỤC		Hf/p8		
CHỌN HT LẮP GHÉP		Hf/p9		
<input type="checkbox"/> HT Lắp	Lắp Chia	Hf/p8		
<input type="checkbox"/> HT Trục		Hf/p8		
KIỂU LẮP ĐÁ CHỌN		Hf/p8		
		<input type="button" value="←"/>	<input type="button" value="→"/>	
Tinh chon lapp long				
Tinh chon lapp chit				
KẾT QUẢ TRA DUNG SAI				
TRA DUNG SAI LỐ		TRA DUNG SAI TRỰC	ĐÁC TÍNH LẮP GHÉP	
TĐ (mm):	<input type="text"/>	TĐ (mm):	Nmax (μm)	
ES (mm):	<input type="text"/>	es (mm):	Nmin (μm)	
EI (mm):	<input type="text"/>	ei (mm):	Ntb (μm)	
Dmax (mm):	<input type="text"/>	dmax (mm):	Ta (mm)	
Dmin (mm):	<input type="text"/>	dmin (mm):		
TÌNH CHỈNH LẤP CHIT				
NHẬP THÔNG SỐ CÁCH THIẾT		TENTVL	KẾT QUẢ TÍNH TOÁN	
D.kính tím đt 1 (mm)	<input type="text"/>	Thép p Cao	[Nam] yêu cầu (N/mm ²)	<input type="text" value="10<sup>7</sup>"/>
D.kính ngoài i2 (mm)	<input type="text"/>	Thép p bằng	Nam cần thiết (p)	<input type="text"/>
Chu vi đai lấp ghép f (mm)	<input type="text"/>	Đèng cát	Áp lực riêng p1 (N/mm ²)	<input type="text" value="10<sup>7</sup>"/>
Hết mаз sít f	<input type="text"/>	Đèng đúc	Áp lực riêng p2 (N/mm ²)	<input type="text" value="10<sup>7</sup>"/>
Nhiệt độ Rd2 (micromet)	<input type="text"/>	Đèng thang	[Nam] cho phép p (N/mm ²)	<input type="text"/>
Nhiệt độ Rd3 (micromet)	<input type="text"/>	KH Nhựa	Nam cần thiết (pum)	<input type="text"/>
Môđun A hối tuỷ E1 (Mpa)	<input type="text"/>		[Nam] cho phép p (μm)	<input type="text"/>
Môđun A hối tuỷ E2 (Mpa)	<input type="text"/>		Xác định độ dời cho phép	<input type="text"/>
Hết Poston của tuỷ	<input type="text"/>			<input type="button" value="Save"/>
Hết Poston của lỗ	<input type="text"/>			<input type="button" value="Chọn Lắp ghép"/>
G.hày trục (Nm ²) x 10 ³	<input type="text"/>			
G.hày chày trục (Nm ²) x 10 ³	<input type="text"/>			
Ø Ms C P = v/t Ms	<input type="text"/>			
Mômen xoắn Mt (Nm)	<input type="text"/>			
Lực đụng lực Mt (Nm)	<input type="text"/>			
		<input type="button" value="←"/>	<input type="button" value="→"/>	
EXIT				

**Hình 4: Giao diện phần tính toán chọn
kiểu lắp chật**

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 thử 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 mối ghép ô trượt làm việc với các thông số sau: $d = \phi 80$ mm, $l = 100$ mm, $n = 750$ vòng/ph, $P = 6000N$, bôi trơn bằng dầu công nghiệp 45 có độ nhớt $\eta = 0,036 Ns/m^2$, 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.

PHẦN MỀM TÍNH TRẠNG THÁI CỦA TÌNH TOÀN CHỖ MỚI GHÉP -					
Menu: Dungtai Taigiai Help					
NHẬP THÔNG SỐ CÁN THẾT					
NHẬP KTĐN KTĐN (mm): <input type="text" value="80"/> KTĐTN: <input type="text" value="65<kt<80"/>		KIỂU LẮP K1: <input checked="" type="radio"/> K1a: <input type="radio"/> K1b: <input type="radio"/> K1b1: <input type="radio"/> K1b2: <input type="radio"/> K2: <input type="radio"/> K3: <input type="radio"/> K4: <input type="radio"/> K5: <input type="radio"/> K6: <input type="radio"/> K7: <input type="radio"/> K8: <input type="radio"/> K9: <input type="radio"/> K10: <input type="radio"/> K11: <input type="radio"/> K12: <input type="radio"/> K13: <input type="radio"/> K14: <input type="radio"/> K15: <input type="radio"/> K16: <input type="radio"/> K17: <input type="radio"/> K18: <input type="radio"/> K19: <input type="radio"/> K20: <input type="radio"/> K21: <input type="radio"/> K22: <input type="radio"/> K23: <input type="radio"/> K24: <input type="radio"/> K25: <input type="radio"/> K26: <input type="radio"/> K27: <input type="radio"/> K28: <input type="radio"/> K29: <input type="radio"/> K30: <input type="radio"/> K31: <input type="radio"/> K32: <input type="radio"/> K33: <input type="radio"/> K34: <input type="radio"/> K35: <input type="radio"/> K36: <input type="radio"/> K37: <input type="radio"/> K38: <input type="radio"/> K39: <input type="radio"/> K40: <input type="radio"/> K41: <input type="radio"/> K42: <input type="radio"/> K43: <input type="radio"/> K44: <input type="radio"/> K45: <input type="radio"/> K46: <input type="radio"/> K47: <input type="radio"/> K48: <input type="radio"/> K49: <input type="radio"/> K50: <input type="radio"/> K51: <input type="radio"/> K52: <input type="radio"/> K53: <input type="radio"/> K54: <input type="radio"/> K55: <input type="radio"/> K56: <input type="radio"/> K57: <input type="radio"/> K58: <input type="radio"/> K59: <input type="radio"/> K60: <input type="radio"/> K61: <input type="radio"/> K62: <input type="radio"/> K63: <input type="radio"/> K64: <input type="radio"/> K65: <input type="radio"/> K66: <input type="radio"/> K67: <input type="radio"/> K68: <input type="radio"/> K69: <input type="radio"/> K70: <input type="radio"/> K71: <input type="radio"/> K72: <input type="radio"/> K73: <input type="radio"/> K74: <input type="radio"/> K75: <input type="radio"/> K76: <input type="radio"/> K77: <input type="radio"/> K78: <input type="radio"/> K79: <input type="radio"/> K80: <input type="radio"/> K81: <input type="radio"/> K82: <input type="radio"/> K83: <input type="radio"/> K84: <input type="radio"/> K85: <input type="radio"/> K86: <input type="radio"/> K87: <input type="radio"/> K88: <input type="radio"/> K89: <input type="radio"/> K90: <input type="radio"/> K91: <input type="radio"/> K92: <input type="radio"/> K93: <input type="radio"/> K94: <input type="radio"/> K95: <input type="radio"/> K96: <input type="radio"/> K97: <input type="radio"/> K98: <input type="radio"/> K99: <input type="radio"/> K100: <input type="radio"/>			
CHỌN CCX - MDS L-T <input checked="" type="radio"/> CCX <input type="radio"/> Lô <input type="radio"/> TRỤC		CHỌN HT LẮP GHÉP <input checked="" type="radio"/> HT Lô <input type="radio"/> LapLong <input type="radio"/> HT Tực			
KIỂU LẮP ĐÃ CHỌN K848		Tính chọn lắp kín Tính chọn lắp chặt			
KẾT QUẢ TRẠNG THÁI					
TRẠNG THÁI SAI LỘ Td (mm): <input type="text" value="0.046"/> Es (mm): <input type="text" value="0.046"/> El (mm): <input type="text" value="0"/> Dmax (mm): <input type="text" value="80.046"/> Dmin (mm): <input type="text" value="80"/>		TRẠNG THÁI SAI TRỰC Td (mm): <input type="text" value="0.046"/> Es (mm): <input type="text" value="0.1"/> El (mm): <input type="text" value="-0.146"/> Dmax (mm): <input type="text" value="79.9"/> Dmin (mm): <input type="text" value="79.854"/>			
DẶC TÍNH LẮP GHÉP Smax (jam): <input type="text" value="192"/> Smax (mm): <input type="text" value="100"/> Stb (μm): <input type="text" value="146"/> Ts (mm): <input type="text" value="0.092"/>					
TINH CHỌN LẮP LÔNG					
NHẬP CÁC THÔNG SỐ BẢN ĐẦU					
Chiều dài L (mm): <input type="text" value="100"/> Tải trọng P (N): <input type="text" value="6000"/> Số vòng quay n (v/ph): <input type="text" value="750"/> Độ lệch tuyệt đối d (mm): <input type="text" value="0.036"/> Nhánh bé nhất Rzđ (μm): <input type="text" value="0.3"/> Nhánh bé nhất Rzq (μm): <input type="text" value="3.2"/>		KẾT QUẢ TÌNH ĐỘ HỒI BẢN ĐẦU Áp suất tr.binh p (N/mm ²): <input type="text" value="75000"/> Độ bù tối đa Sta (mm): <input type="text" value="167"/> Độ bù đầu đùa Stb (mm): <input type="text" value="148"/> Xác định độ bù đầu đùa Tù bảng xác định lấp kín Stb gần nhất với giá trị Stb Kiểm nghiệm điều kiện ma sát với bmin (μm) K(RzD + Rzq)			
EXIT		33		19	
Save					

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

PHẦN MỀM TRẠO DUNG SẢN VÀ TÌNH TỐN CHIẾU MỎI GHÉP	
Men - Dungqt - Tercip - Help	
NHẬP CÁC THÔNG SỐ CÁN THIẾT	
NHẬP KTDN	
KTDN (mm):	60
KKTDN:	50-A<=65
CHỌN CCX - MDS L-T	
<input type="checkbox"/> CCX	
<input checked="" type="checkbox"/> LÖ	
<input type="checkbox"/> TRUC	
CHỌN HT LẤP GHÉP	
<input checked="" type="checkbox"/> HT Láp	LapChat
<input type="checkbox"/> HT Trục	
KIỂU LẤP ĐÁ CHỌN	
H7n7	
Tinh chon lap long	
Tinh chon lap chat	
KẾT QUẢ TRẠO DUNG SẢN	
TRẠ DUNG SẢN LỐ	
Td (mm):	0.03
ES (mm):	0.03
Ei (mm):	0
Dus (mm):	60.03
Dun (mm):	60
TRẠ DUNG SẢN TRỨC	
Td (mm):	0.03
et (mm):	0.117
eī (mm):	0.087
dmax (mm):	60.117
dmin (mm):	60
ĐẶC TÍNH LẤP GHÉP	
Nmax (μm)	117
Nmin (μm)	57
Ntb (μm)	87
Ta (mm)	0.06
TINH CHỐN LẤP GHÉP	
NHẬP THÔNG SỐ CÁN THIẾT	
Kích thước d1 (mm)	10
Kích thước d2 (mm)	100
Chu vi dài lấp ghép (mm)	70
Hệ số ma sát	0.1
Nhịp mở RxD (micromet)	10
Nhịp mở RxR (micromet)	6.3
Môđun d1 hối E1 (Mpa)	200000
Môđun d2 hối E2 (Mpa)	200000
Hệ số Postion của lỗ	0.28
Hệ số Postion của lỗ	0.28
O. chлы truc (Nm ²) x 10 ³	35
O. chлы chay (Nm ²) x 10 ³	35
5° Mx C P C P và Mx	
Momen xoắn Xu (Nm)	650
1 lực đeo xoay P (N)	
KẾT QUẢ TÌNH TỐAN	
TENVL	
Thấp Pcac	
Thấp P hép Gang	
Đóng dày	
Đóng đặc	
Đóng thưa	
KH Nhón	
[Min] yêu cầu (N/mm ²)	2.05 x 10 ³
Nhìn cần thiết (μm)	20
Ap lực hieng p (N/mm ²)	19.7 x 10 ³
Đóng dày p (N/mm ²)	13 x 10 ³
[Max] cho phép (N/mm ²)	13 x 10 ³
N max cần thiết (μm)	124
[Max] cho phép (μm)	144
[Min] cho phép (μm)	50
Xác định độ dài cho phép	
Chọn Láp ghép	Save

**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 lồng

Kết quả tính toán	Kết quả từ phần mềm	Kết quả tính thủ công
Áp suất trung bình p , N/m ²	750000	750000
Độ hở tốt nhất S_{tt} , μm	167	167
Độ hở ban đầu S_{bd} , μm	148	148
Chiều dày nhỏ nhất của chêm dầu h_{min} , μm	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 lồng

Dung sai và đặc tính lắp ghép φ 80H8/d8	Kết quả từ phần mềm	Kết quả từ tài liệu và tính thủ công
Chi tiết Lỗ	<ul style="list-style-type: none"> - Miền dung sai là H8 - ES = 0,046 mm - EI = 0 mm - T_d = 0,046 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Miền dung sai là H8 - ES = 0,046 mm - EI = 0 mm - T_d = 0,046 mm
Chi tiết Trục	<ul style="list-style-type: none"> - Miền dung sai là d8 - es = -0,1 mm - ei = -0,146 mm - T_d = 0,046 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Miền dung sai là d8 - es = -0,1 mm - ei = -0,146 mm - T_d = 0,046 mm
Đặc tính lắp ghép	<ul style="list-style-type: none"> - S_{max} = 192 μm - S_{min} = 100 μm - S_{tb} = 146 μm 	<ul style="list-style-type: none"> - S_{max} = 192 μm - S_{min} = 100 μm - S_{tb} = 146 mm

Ví dụ 2: Tính toán và chọn lắp ghép tiêu chuẩn cho mối 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 nháp nhô của nhám bè 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 ²	$2,05 \times 10^7$	$2,05 \times 10^7$
Độ dôi tính toán cần thiết N'_{min} , μm	20	20
Độ dôi cho phép nhỏ nhất [N_{min}], μm	50	50
Áp suất riêng P_1 , N/m ²	$19,7 \times 10^7$	$19,7 \times 10^7$
Áp suất riêng P_2 , N/m ²	13×10^7	13×10^7
Áp suất riêng cho phép [P_{max}], N/m ²	13×10^7	13×10^7
Độ dôi tính toán cần thiết N'_{max} , μm	124	124
Độ dôi cho phép lớn nhất [N_{max}], μm	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 φ60H7/u7	Kết quả từ phần mềm	Kết quả từ tài liệu và tính thủ công
Chi tiết Lỗ	<ul style="list-style-type: none"> - Miền dung sai là H7 - ES = 0,003 mm - EI = 0 mm - T_d = 0,003 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Miền dung sai là H7 - ES = 0,003 mm - EI = 0 mm - T_d = 0,003 mm
Chi tiết Trục	<ul style="list-style-type: none"> - Miền dung sai là u7 - es = 0,117 mm - ei = 0,087 mm - T_d = 0,003 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Miền dung sai là u7 - es = 0,117 mm - ei = 0,087 mm - T_d = 0,003 mm
Đặc tính lắp ghép	<ul style="list-style-type: none"> - $N_{max} = 117 \mu m$ - $N_{min} = 57 \mu m$ 	<ul style="list-style-type: none"> - $N_{max} = 117 \mu m$ - $N_{min} = 57 \mu m$

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 tròn (lắp lồng, lắp chật) 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*

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