

# Xây dựng chương trình thiết lập mối quan hệ giữa thông số dòng hỏng với thời gian làm việc của chi tiết có hư hỏng đột xuất và xác định chu kỳ sửa chữa tối ưu có xét tới chi phí sửa chữa

- Đỗ Đức Tuấn
- Nguyễn Đức Toàn

Trường Đại học Giao thông Vận tải, Khoa Cơ khí

- Võ Trọng Cang

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG Tp. HCM

(Manuscript Received on August 28<sup>th</sup>, 2015, Manuscript Revised September 03<sup>rd</sup>, 2015)

## TÓM TẮT

*Nội dung bài báo trình bày quá trình xây dựng chương trình thiết lập mối quan hệ giữa thông số dòng hỏng và thời gian làm việc của chi tiết có hư hỏng đột xuất và xác định chu kỳ sửa chữa tối ưu của chúng có xét tới chi phí sửa chữa kế hoạch và sửa chữa đột xuất.*

*Abstract: This paper presents the process of building a program to establish the relationship between failure rate and working time of components with sudden failure and determine the optimal repair cycle of them considering the cost of planned repair and sudden repair.*

**Từ khóa:** thông số dòng hỏng, hư hỏng đột xuất, chu kỳ sửa chữa, chi phí sửa chữa

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quá trình làm việc, các chi tiết và bộ phận máy móc thiết bị, đều bị hư hỏng ở các mức độ khác nhau. Các hư hỏng này bao gồm hai loại: hư hỏng do mòn và hư hỏng đột xuất. Đối với các chi tiết và bộ phận có hư hỏng do mòn người ta có thể xác định được quy luật hao mòn theo thời gian làm việc, cường độ hao mòn và từ đó đánh giá được độ tin cậy cũng như xác định được thời hạn làm việc hay chu kỳ sửa chữa có kế hoạch của chúng [2].

Đối với các hư hỏng đột xuất, nếu thống kê trong một khoảng thời gian đủ lớn, cũng có thể phát hiện được các quy luật nào đó giữa thông số dòng hỏng với thời gian làm việc của chúng. Đồng thời với một số quy luật xác định nào đó,

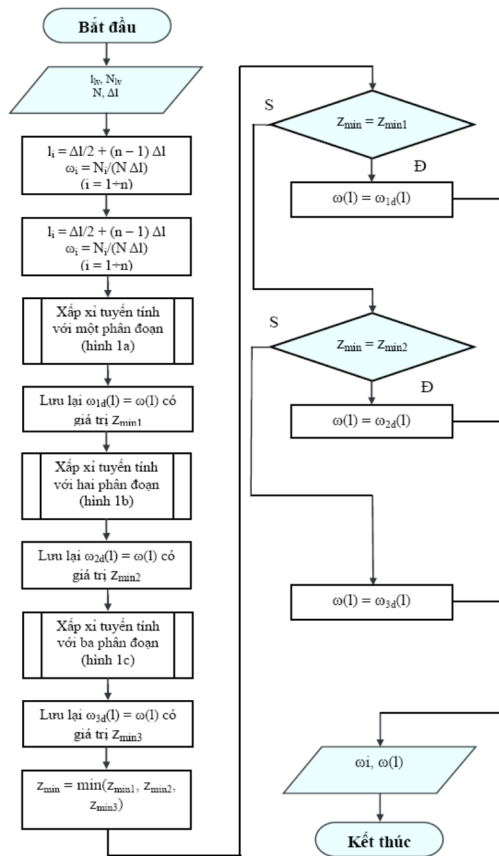
cũng có thể xác định được thời hạn làm việc hay chu kỳ sửa chữa tối ưu theo kế hoạch có xét tới chi phí sửa chữa có kế hoạch và sửa chữa đột xuất, tương tự như trường hợp hư hỏng do hao mòn.

Vì vậy, vấn đề đặt ra là cần xây dựng một chương trình tính toán nhằm thiết lập mối quan hệ giữa thông số dòng hỏng với thời gian làm việc của các chi tiết và bộ phận có hư hỏng đột xuất, từ đó xác định thời hạn làm việc tối ưu của chúng có xét tới chi phí sửa chữa có kế hoạch và sửa chữa đột xuất.

## 2. CÁC SƠ ĐỒ THUẬT TOÁN

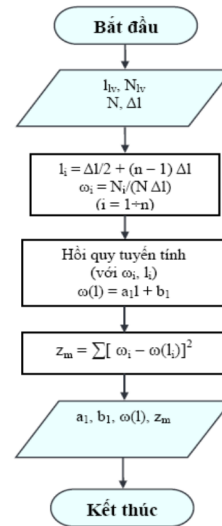
Trên cơ sở lý thuyết trình bày trong [1], [3], sử dụng ngôn ngữ lập trình Matlab [4], tiến hành xây dựng chương trình tính toán mối quan hệ

giữa thông số dòng hồng của các hư hỏng đột xuất với thời gian làm việc  $\omega(t)$ , và chương trình tính toán giá trị hàm  $S(L)$ , biểu thị mối quan hệ giữa số lượng các lần sửa chữa đơn vị tổng cộng quy đổi theo thời gian làm việc với các tỷ số khác nhau giữa chi phí sửa chữa đột xuất và sửa chữa kế hoạch  $K$ , xác định giá trị chu kỳ sửa chữa tối ưu đối với các giá trị tương ứng của  $K$  và vẽ đồ thị.

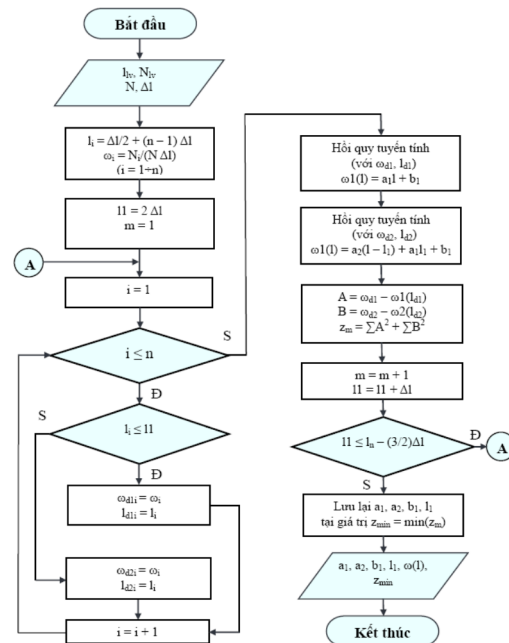


**Hình 1.** Thuật toán xấp xỉ thông số dòng hồng

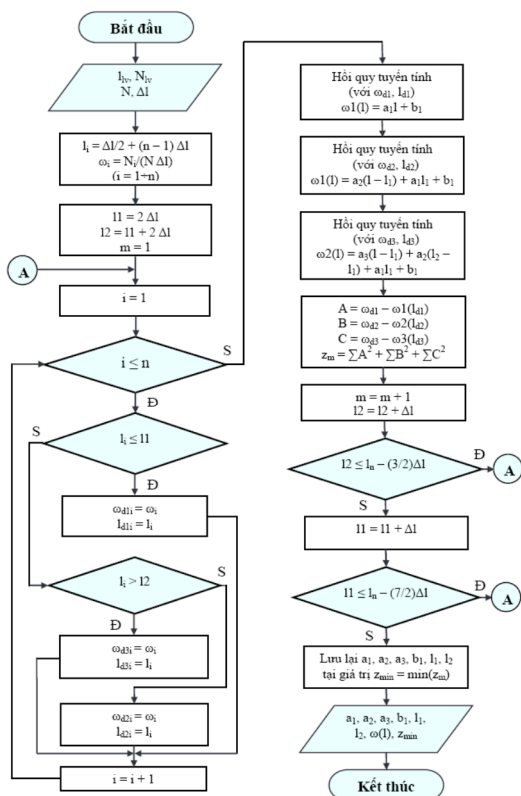
Sơ đồ khối thuật toán thiết lập mối quan hệ giữa thông số dòng hồng với thời gian làm việc của chi tiết được thể hiện trên các hình 1, 1a -1c.



**Hình 1a.** Thuật toán xấp xỉ tuyến tính với một phân đoạn



**Hình 1b.** Thuật toán xấp xỉ tuyến tính với hai phân đoạn



**Hình 1c.** Thuật toán xấp xỉ tuyến tính với ba phân đoạn

Sơ đồ khối thuật toán tính toán giá trị hàm  $S(L)$  được thể hiện trên hình 2.

### 3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH

#### 3.1. Các giao diện chính

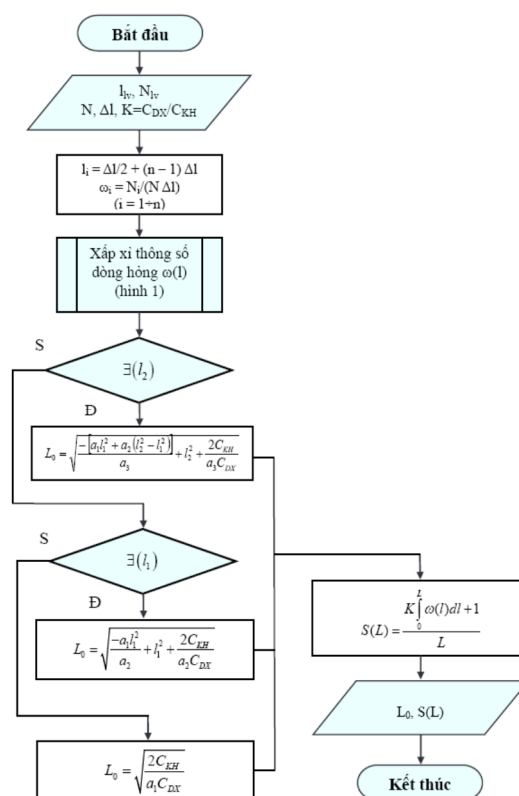
Giao diện nhập số liệu (hình 3a)

Giao diện mở dữ liệu từ file (hình 3b)

Giao diện hiển thị số liệu thực nghiệm (hình 3c)

Giao diện tính toán và vẽ đồ thị hàm tuyến tính phân đoạn  $\omega(l)$  với bước  $\Delta l$  (hình 4a)

Giao diện tính toán và vẽ đồ thị hàm  $S(L)$  với các giá trị khác nhau của  $K$  (hình 4b)



**Hình 2.** Thuật toán xác định chu kỳ sửa chữa tối ưu của chi tiết và bộ phận

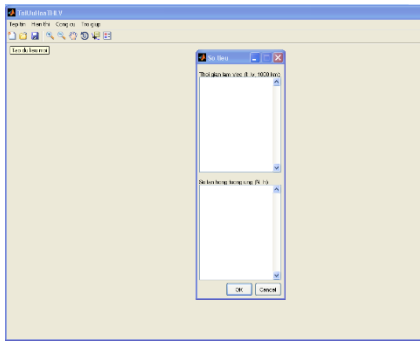
#### 3.2. Chức năng, nhiệm vụ của chương trình

Chương trình xử lý số liệu các hư hỏng đột xuất bao gồm:

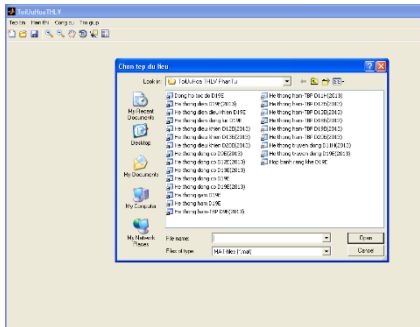
- Chương trình xấp xỉ thông số dòng hỏng phân đoạn theo thời gian làm việc  $\omega(l)$ ;
- Chương trình thiết lập mối quan hệ giữa số lượng các lần sửa chữa đơn vị tổng cộng quy đổi theo thời gian làm việc  $S(L)$ .

Quá trình tính toán được thực hiện như sau:

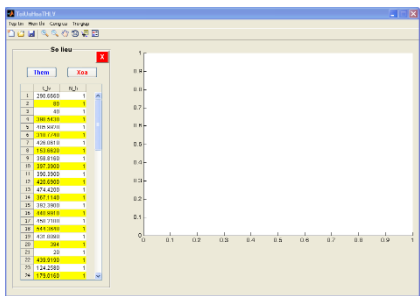
1. Số liệu thống kê về hư hỏng đột xuất của các bộ phận và chi tiết được nhập vào chương trình (hoặc số liệu đã nhập trước đó được mở từ file) như trên hình 3a.



(a)



(b)



(c)

**Hình 3.** Các giao diện nhập số liệu từ bàn phím (a), mở dữ liệu từ file (b) và hiển thị số liệu thực nghiệm (c)

2. Lựa chọn bước tính  $\Delta l$  và tiến hành tính toán phân nhóm số liệu theo bước  $\Delta l$ , từ đó tính toán xác định được các giá trị thông số dòng hỏng thực nghiệm  $\omega_i^*(\Delta l)$  tương ứng với mỗi khoảng  $\Delta l$  thứ  $i$  nào đó. Các thông số dòng hỏng thực nghiệm tương ứng với mỗi khoảng  $\Delta l$  được

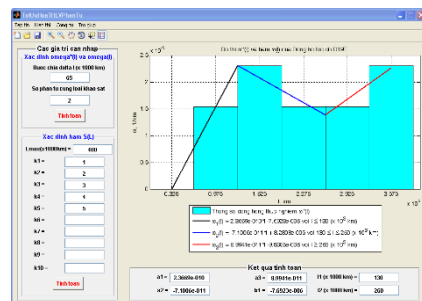
biểu thị bằng một biểu đồ cột trong tọa độ  $\omega_i^*(l) - l$  (hình 4a).

3. Tính toán lựa chọn các thông số  $a_1, a_2, a_3, b_1, l_1, l_2$  với điều kiện của phương pháp bình phương bé nhất (hình 4a).

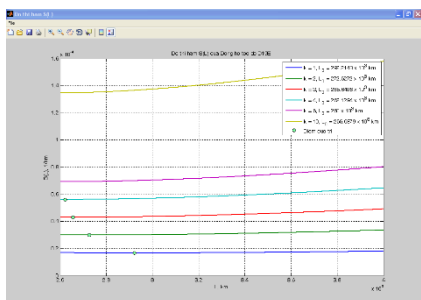
4. Tính toán thiết lập hàm tuyến tính phân đoạn biểu diễn mối quan hệ giữa thông số dòng hỏng với thời gian làm việc  $\omega(l)$  và vẽ đồ thị (hình 4a).

Ở đây cần lưu ý như sau: đối với một tập dữ liệu, chương trình sẽ tự động xử lý để thiết lập hàm thông số dòng hỏng lần lượt theo hàm một đoạn, hàm hai đoạn và hàm ba đoạn. Sau đó chương trình sẽ so sánh 3 dạng hàm đó để tìm dạng hàm phù hợp nhất, tức là có sai số nhỏ nhất.

5. Tính toán giá trị hàm  $S(L)$  biểu thị mối quan hệ giữa số lượng các lần sửa chữa đơn vị tổng cộng quy đổi theo thời gian làm việc với các tỷ số khác nhau giữa chi phí sửa chữa đột xuất và sửa chữa kế hoạch  $K$ , xác định giá trị chu kỳ sửa chữa tối ưu đối với các giá trị tương ứng của  $K$  và vẽ đồ thị (hình 4b).



(a)



(b)

**Hình 4.** Giao diện tính toán và vẽ đồ thị:

(a)- hàm tuyến tính phân đoạn  $\omega(l)$  với bước  $\Delta l$ ; (b)- hàm  $S(L)$  với các giá trị  $K$  khác nhau

## 4. VÍ DỤ TÍNH TOÁN

### 4.1. Số liệu thống kê

Về mặt nguyên tắc, khi thiết lập chu kỳ sửa chữa tối ưu có xét tới các hư hỏng đột xuất và chi phí sửa chữa, bao gồm chi phí sửa chữa theo kế hoạch và chi phí sửa chữa đột xuất, việc thống kê và xử lý số liệu cần được tiến hành đối với các chi tiết cùng kiểu loại trên đầu máy. Số liệu thống kê bao gồm 19 tệp dữ liệu về hư hỏng đột xuất của các chi tiết và bộ phận trên các loại đầu máy đang sử dụng trong ngành đường sắt Việt Nam.

Tuy nhiên, ngành đường sắt Việt Nam đang sử dụng gần 300 đầu máy nhưng với 13 kiểu loại khác nhau, do đó số lượng hư hỏng đột xuất của một dạng chi tiết trên một loại đầu máy là không lớn, do đó chưa có đủ cơ sở chắc chắn để thiết lập chu kỳ sửa chữa tối ưu đối với loại chi tiết nào đó.

Mặc dù vậy, để minh họa một cách tổng quát quá trình thiết lập chu kỳ sửa chữa tối ưu với các chương trình đã được xây dựng, ta tiến hành

xử lý số liệu các hư hỏng đột xuất tính chung cho cả hệ thống, đồng thời sẽ tiến hành xử lý số liệu cho hai loại chi tiết có số lượng hư hỏng nhiều hơn cả, cụ thể như sau: hệ thống hãm và thiết bị phụ đầu máy D9E (2013), hộp bánh răng khế đầu máy D19E và đồng hồ tốc độ đầu máy D19E.

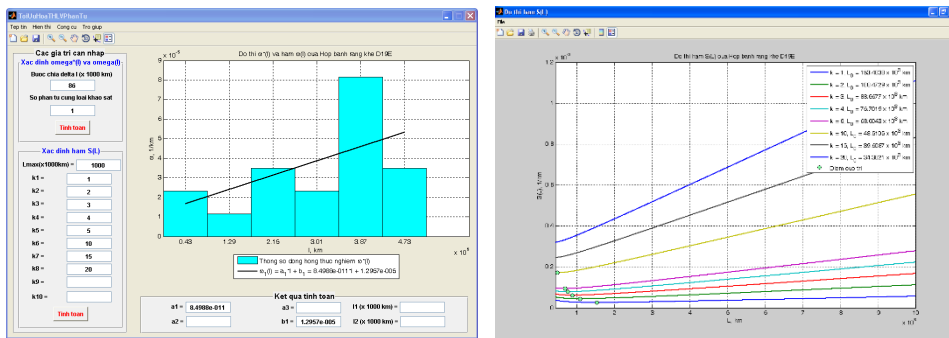
Dưới đây đơn cử giới thiệu bảng số liệu thống kê hư hỏng của các bộ phận trên đầu máy D19E nhằm phục vụ cho việc chạy chương trình (bảng 1).

### 4.2. Kết quả xử lý số liệu

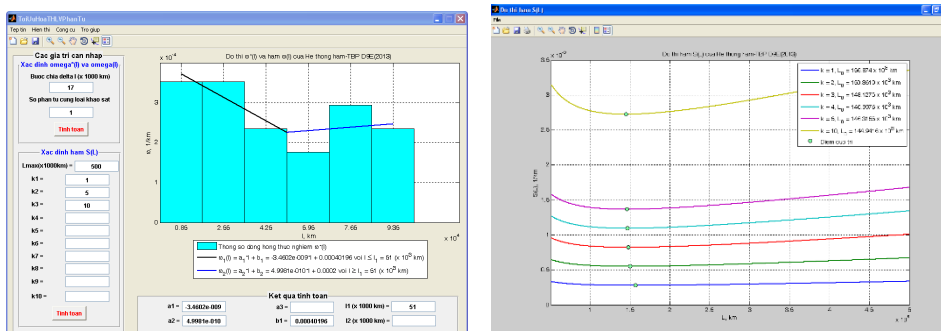
Trong quá trình tính toán có tính chất thăm dò với các hệ thống trên các loại đầu máy, thấy rằng không phải tất cả các cụm chi tiết đã khảo sát đều có thể thiết lập chu kỳ sửa chữa tối ưu. Trong các hệ thống đã nêu (19 hệ thống) chỉ có 5 hệ thống là có xu hướng tuân theo các tính chất của lý thuyết tối ưu hoá và nó có thể được nghiên cứu để thiết lập chu kỳ sửa chữa tối ưu. Các hệ thống này bao gồm: hộp bánh răng khế đầu máy D19E (hàm thông số dòng hỏng 1 đoạn); hệ thống hãm và thiết bị phụ đầu máy D9E (2013) (hàm thông số dòng hỏng 2 đoạn); hệ thống hãm và thiết bị phụ đầu máy D13E (2013) (hàm thông số dòng hỏng 2 đoạn); hệ thống điều khiển đầu máy D13E (2013) (hàm thông số dòng hỏng 3 đoạn) và đồng hồ tốc độ đầu máy D13E (hàm thông số dòng hỏng 3 đoạn). Đồ thị các hàm thông số dòng hỏng  $\omega(l)$  và hàm  $S(L)$  của các bộ phận này được thể hiện trên các hình 5, 6, 7.

**Bảng 1.** Số liệu thống kê hư hỏng của các bộ phận trên đầu máy D19E

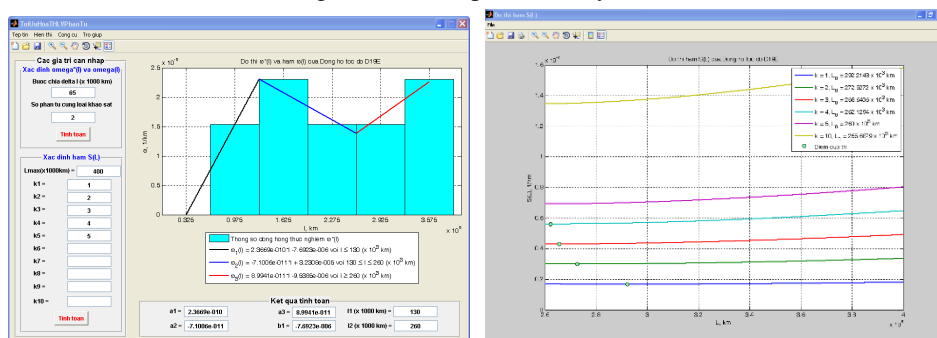
TT	Đồng hồ tốc độ đầu máy D19E			Hộp bánh răng khế đầu máy D19E		
	Số hiệu đầu máy	Quãng đường chạy kể từ khi lắp đặt, km	Số lần hỏng	Số hiệu đầu máy	Quãng đường chạy kể từ khi lắp đặt, km	Số lần hỏng
1	D19E 911	80.000	1	D19E 911	206.772	1
2	D19E 912	153.662	1	D19E 911	354.221	1
3	D19E 912	376.100	1	D19E 911	362.934	1
4	D19E 917	329.470	1	D19E 911	370.934	1
5	D19E 918	365.762	1	D19E 913	377.563	1
6	D19E 919	312.957	1	D19E 913	468.420	1
7	D19E 933	225.000	1	D19E 914	513.343	1
8	D19E 933	225.000	1	D19E 915	395.055	1
9	D19E 936	141.266	1	D19E 916	391.068	1
10	D19E 937	260.841	1	D19E 916	220.309	1
11	D19E 938	154.942	1	D19E 916	250.402	1
12	D19E 939	111.613	1	D19E 916	328.236	1
13	-	-	-	D19E 916	346.276	1
14	-	-	-	D19E 916	456.875	1
15	-	-	-	D19E 920	330.239	1
16	-	-	-	D19E 933	82.421	1
17	-	-	-	D19E 937	68.630	1
18	-	-	-	D19E 938	95.457	1



**Hình 5.** Đồ thị hàm thống số dòng hỏng  $\omega(l)$  và hàm  $S(L)$  của hộp bánh răng khế đầu máy D19E



**Hình 6.** Đồ thị hàm thông số đồng hồng  $\omega(l)$  và hàm  $S(L)$  của hệ thống hãm-thiết bị phụ đầu máy D9E (2013)



**Hình 7.** Đồ thị hàm thông số đồng hồng  $\omega(l)$  và hàm  $S(L)$  của đồng hồ tốc độ đầu máy D19E

**Bảng 2.** Các hàm hồi quy phân đoạn thông số đồng hồng theo thời gian làm việc của các hệ thống và chi tiết trên đầu máy

TT	Hư hỏng của hệ thống	Mối quan hệ của thông số đồng hồng với thời gian làm việc, $\omega(l)$	
1	Hộp bánh răng khế đầu máy D19E	$\omega_1(l) = 8,4988.10^{-11}l + 1,2957.10^{-5}$	-
2	Hệ thống hãm và thiết bị phụ đầu máy D9E (2013)	$\omega_1(l) = -3,4602.10^{-9}l + 0,00040196$	$l \leq l_1 = 51.10^3 \text{ km}$
		$\omega_2(l) = 4,9981.10^{-10}l + 0,0002$	$l \geq l_1 = 51.10^3 \text{ km}$
3	Đồng hồ tốc độ đầu máy D13E	$\omega_1(l) = 2,3669.10^{-10}l - 7,6923.10^{-6}$	$l \leq l_1 = 130.10^3 \text{ km}$
		$\omega_2(l) = -7,1006.10^{-11}l + 3,2308.10^{-5}$	$130.10^3 \text{ km} \leq l \leq 260.10^3 \text{ km}$
		$\omega_3(l) = 8,9941.10^{-11}l - 9,5385.10^{-6}$	$l \geq l_2 = 260.10^3 \text{ km}$

**Bảng 3.** Chu kỳ sửa chữa tối ưu của các bộ phận trên đầu máy với các giá trị khác nhau của  $K$ 

TT	Hư hỏng của hệ thống	Các giá trị tối ưu $L_0, 10^3 \text{ km}$ , với $K$ bằng				
		1	2	3	4	5
1	Hộp bánh răng khế đầu máy D19E	153,403	108,423	88,568	76,702	68,604
2	Hệ thống hãm và thiết bị phụ D9E (2013)	156,874	150,362	148,128	146,998	146,316
3	Đồng hồ tốc độ đầu máy D13E	292,215	272,527	265,641	262,129	260,000

Giá trị các hàm thông số dòng hỏng  $\omega(l)$  và hàm  $S(L)$  của các bộ phận đã nêu được thể hiện trong các bảng 2, 3.

## 5. KẾT LUẬN

Chương trình đảm bảo đầy đủ các chức năng: thiết lập mối quan hệ giữa thông số dòng hỏng và thời gian làm việc dưới dạng hàm tuyến tính phân đoạn  $\omega(l)$ : 1 đoạn, 2 đoạn và 3 đoạn và vẽ đồ thị; xây dựng hàm  $S(L)$  với các tỷ số khác nhau giữa chi phí sửa chữa đột xuất và sửa chữa kế hoạch  $K$ , xác định giá trị chu kỳ sửa chữa tối ưu đối với các giá trị tương ứng của  $K$  và vẽ đồ thị. Chương trình có giao diện thân thiện, dễ sử dụng, phù hợp với mục đích và nội dung nghiên cứu.

Kết quả tính toán bước đầu cho thấy, đối với các loại chi tiết có hư hỏng không tham số (hư hỏng đột xuất) có cường độ thông số dòng hỏng gia tăng ở cuối thời kỳ quan trắc thì cần thiết lập chu kỳ sửa chữa có kế hoạch nhằm đảm bảo trạng thái kỹ thuật và độ tin cậy cho chúng trong thời kỳ vận hành tiếp theo.

Tiếp theo các nghiên cứu về tối ưu hóa chu kỳ sửa chữa thiết bị vận tải, bài viết này cùng với [5, 6] là phần chuẩn bị cho báo cáo của đề tài nghiên cứu “Xây dựng phần mềm Tối ưu hoá chu kỳ sửa chữa TBVT trên cơ sở độ tin cậy” được tài trợ bởi Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh (VNU-HCM) trong khuôn khổ đề tài mã số C2014-20-04.



# A program for establishing the relationship between failure stream parameters and working time of details with sudden failure and determining their optimized repair cycles with considering the repair costs

- **Đỗ Đức Tuấn**
- **Nguyễn Đức Toàn**

University of Transport and Communications, Hà Nội, Vietnam

- **Võ Trọng Cang**

Ho Chi Minh City University of Technology, VNU-HCM

## ABSTRACT

*The paper presents the process of building a computer program to establish the relationship between failure stream parameters and working time of details with*

*sudden failure; determining their optimized repair cycles with considering the cost of the planned repair and sudden repair*

**Keywords:** *Failure stream parameters, Sudden failure, Optimized repair cycles, Repair costs*

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đỗ Đức Tuấn (2006). *Cơ sở tối ưu hoá chu kỳ sửa chữa các chi tiết và cụm chi tiết trên đầu máy có xét tới hư hỏng không tham số và chi phí sửa chữa*, Tạp chí “Khoa học Giao thông Vận tải”, số 16.
- [2]. Đỗ Đức Tuấn (2013). *Độ tin cậy và tuổi bền máy*, NXB GTVT, Hà Nội.
- [3]. Горский А.В, Воробьев А.А (1994). *Оптимизация системы ремонта тепловозов*, Москва, Транспорт.
- [4]. Matlab Documentation: <http://www.mathworks.com/help/matlab/>
- [5]. Đỗ Đức Tuấn, Võ Trọng Cang. *Cơ sở TUH thời hạn SC các bộ phận chạy trên ĐM TX ở mức cho trước của ĐTC tham số*. Tạp chí “Khoa học Giao thông Vận tải”. Số 17, tr 134-142, (tháng 4/2007)
- [6]. Võ Trọng Cang. *Tối ưu hoá thời hạn sửa chữa phương tiện vận tải trên cơ sở độ tin cậy tham số*. Tạp chí Phát triển KH&CN, ĐHQG HCM, T17, K7-2014, tr 35-44