(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) **1-0038582**

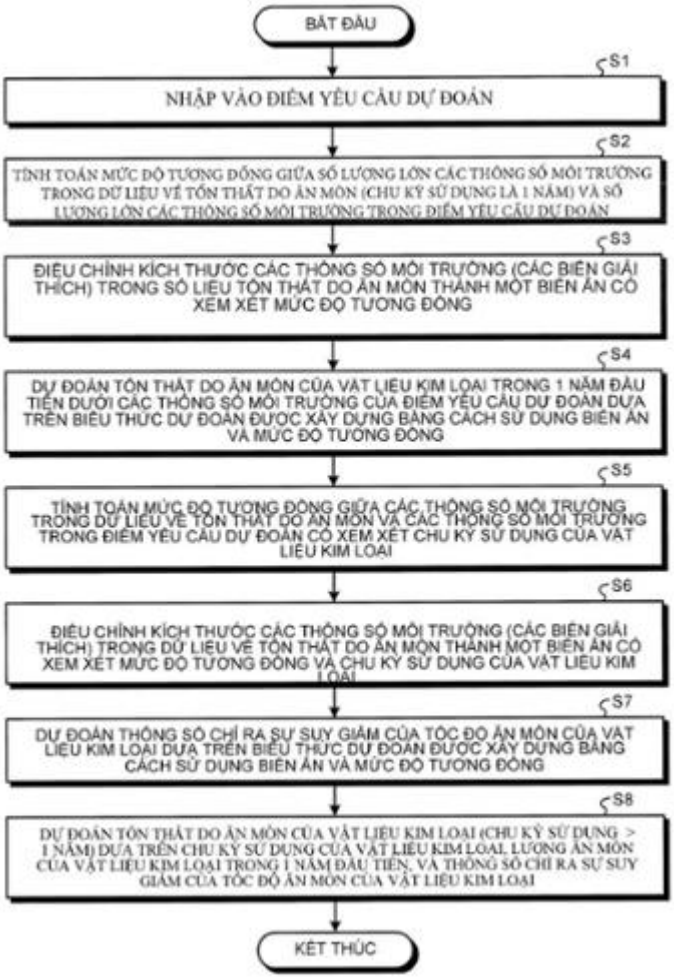
(51)[2020.01] **G01N 17/00**

(13) **B**

(21) 1-2020-03844
(22) 20/12/2018
(86) PCT/JP2018/047021 20/12/2018
(87) WO 2019/135361 11/07/2019
(30) 2018-000561 05/01/2018 JP
(45) 26/02/2024 431
(43) 26/10/2020 391A1
(73) JFE Steel Corporation (JP)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan
(72) OMODA, Masataka (JP); NAKATSUJI, Kazuhiro (JP); MIZUNO, Daisuke (JP); YOSHINARI, Yusuke (JP).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP DỰ ĐOÁN TỔN THẤT DO ĂN MÒN CỦA NGUYÊN LIỆU KIM LOẠI, PHƯƠNG PHÁP CHỌN NGUYÊN LIỆU KIM LOẠI, VÀ THIẾT BỊ DỰ ĐOÁN TỔN THẤT DO ĂN MÒN CỦA NGUYÊN LIỆU KIM LOẠI

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại bằng cách sử dụng dữ liệu về tổn thất do ăn mòn, phương pháp này bao gồm các bước như: bước nhập điểm yêu cầu dự đoán, điểm yêu cầu dự đoán bao gồm chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán và số lượng lớn các thông số môi trường chỉ ra môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng; bước tính toán độ tương đồng giữa số lượng lớn các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn và các thông số môi trường trong điểm yêu cầu dự đoán; bước điều chỉnh theo kích thước các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn thành biến ẩn có xem xét độ tương đồng; và bước dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại điểm yêu cầu dự đoán dựa trên biểu thức dự đoán được xây dựng bằng cách sử dụng biến ẩn và độ tương đồng.


BẮT ĐẦU
S1
NHẬP VÀO ĐIỂM YÊU CẦU DỰ ĐOÁN
S2
TÍNH TOÁN MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG GIỮA SỐ LƯỢNG LỚN CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG TRONG DỮ LIỆU VỀ TỔN THẤT DO ĂN MÒN (CHU KỲ SỬ DỤNG LÀ 1 NĂM) VÀ SỐ LƯỢNG LỚN CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG TRONG ĐIỂM YÊU CẦU DỰ ĐOÁN
S3
ĐIỀU CHỈNH KÍCH THƯỚC CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG (CÁC BIẾN GIẢI THÍCH) TRONG SỐ LIỆU TỔN THẤT DO ĂN MÒN THÀNH MỘT BIẾN ĂN CÓ XEM XÉT MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG
S4
DỰ ĐOÁN TỔN THẤT DO ĂN MÒN CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI TRONG 1 NĂM ĐẦU TIÊN DƯỚI CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG CỦA ĐIỂM YÊU CẦU DỰ ĐOÁN DỰA TRÊN BIỂU THỨC DỰ ĐOÁN ĐƯỢC XÂY DỰNG BẰNG CÁCH SỬ DỤNG BIẾN ĂN VÀ MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG
S5
TÍNH TOÁN MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG GIỮA CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG TRONG DỮ LIỆU VỀ TỔN THẤT DO ĂN MÒN VÀ CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG TRONG ĐIỂM YÊU CẦU DỰ ĐOÁN CÓ XEM XÉT CHU KỲ SỬ DỤNG CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI
S6
ĐIỀU CHỈNH KÍCH THƯỚC CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG (CÁC BIẾN GIẢI THÍCH) TRONG DỮ LIỆU VỀ TỔN THẤT DO ĂN MÒN THÀNH MỘT BIẾN ĂN CÓ XEM XÉT MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG VÀ CHU KỲ SỬ DỤNG CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI
S7
DỰ ĐOÁN THÔNG SỐ CHỈ RA SỰ SUY GIẢM CỦA TỐC ĐỘ ĂN MÒN CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI DỰA TRÊN BIỂU THỨC DỰ ĐOÁN ĐƯỢC XÂY DỰNG BẰNG CÁCH SỬ DỤNG BIẾN ĂN VÀ MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG
S8
DỰ ĐOÁN TỔN THẤT DO ĂN MÒN CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI (CHU KỲ SỬ DỤNG > 1 NĂM) DỰA TRÊN CHU KỲ SỬ DỤNG CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI, LƯỢNG ĂN MÒN CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI TRONG 1 NĂM ĐẦU TIÊN, VÀ THÔNG SỐ CHỈ RA SỰ SUY GIẢM CỦA TỐC ĐỘ ĂN MÒN CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI
KẾT THÚC

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại, phương pháp chọn nguyên liệu kim loại, và thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Như được thể hiện trong Tài liệu không phải sáng chế 1, thông thường tổn thất do ăn mòn nguyên liệu kim loại trong môi trường không khí ăn mòn được biết là được biểu diễn bởi biểu thức (1) dưới đây như biểu thức thực nghiệm.

$$Y = AX^B \quad (1)$$

Trong biểu thức (1), Y là tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại, X là chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại, A là thông số chỉ ra tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong 1 năm đầu, và B là thông số chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn nhờ tác dụng của lớp gỉ tạo ra bởi ăn mòn. Trị số của các thông số này A và B thay đổi bởi loại nguyên liệu kim loại và môi trường không khí ăn mòn. Do đó, trong dự đoán tổn thất do ăn mòn trong dài hạn, phương pháp gần đây được sử dụng thường xuyên đó là phơi nguyên liệu kim loại trong môi trường không khí ăn mòn để được khảo sát theo số lượng lớn các chu kỳ và ngoại suy biến đổi theo thời gian của tổn thất do ăn mòn với biểu thức (1).

Ở đây, tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại được xác định thông qua tác động của khả năng chống ăn mòn của kim loại và các yếu tố môi trường không khí ăn mòn như nhiệt độ, độ ẩm tương đối, thời gian của tình trạng ẩm, lượng mưa, lượng muối biển trong không khí, và lượng SO_2 kết tủa theo một cách phức tạp. Trong bối cảnh này, các kỹ thuật dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại qua công thức sử dụng các yếu tố môi trường đã được giới thiệu như mô tả dưới đây.

Tài liệu không phải sáng chế 2 tính toán logarit của tổn thất do ăn mòn với tổng

của số hạng được đa hồi quy với logarit của nhiệt độ, độ ẩm tương đối, và muối trong không khí và số hạng được đa hồi quy với logarit của nhiệt độ, độ ẩm tương đối, và lượng SO_2 đối với thép cacbon, kẽm, đồng, và nhôm, ví dụ.

Tài liệu sáng chế 1 giới thiệu chỉ số ăn mòn Z trong biểu thức (2) dưới đây với thời gian hàng năm của tình trạng ẩm, vận tốc gió trung bình hàng năm, lượng muối biển trong không khí, lượng oxit lưu huỳnh, năng lượng hoạt hóa của phản ứng ăn mòn, và nhiệt độ như các thông số và sử dụng hàm bậc hai của chỉ số ăn mòn Z này để tính toán toán tổn thất do ăn mòn trong dài hạn.

$$Z = \alpha \cdot TOW \cdot \exp(-\kappa \cdot W) \cdot \frac{C + \delta \cdot S}{1 + \varepsilon \cdot C \cdot S} \cdot \exp\left(\frac{-E_\alpha}{R \cdot T}\right) \quad (2)$$

Trong biểu thức (2), TOW là thời gian hàng năm của tình trạng ẩm (h), W là vận tốc gió trung bình hàng năm (m/giây), C là lượng muối biển trong không khí (mdd), S là lượng oxit lưu huỳnh (mdd), E_α là năng lượng hoạt hóa (J/mol) của phản ứng ăn mòn, R là hằng số khí (J/(K/mol)), T là nhiệt độ trung bình hàng năm (K), và α, κ, δ, và ε là các hằng số. "mdd" ở trên là lượng NaCl thu được trên số ngày đơn vị và diện tích đơn vị và là viết tắt của "mg $NaCl \cdot dm^{-2} \cdot ngày^{-1}$".

Tài liệu sáng chế 2 giới thiệu kỹ thuật dự đoán lượng muối biển trong không khí C. Tài liệu sáng chế 3 giới thiệu kỹ thuật dự đoán sự ăn mòn mà tính toán thông số A trong biểu thức (1) được biết như biểu thức thực nghiệm bởi biểu thức (3) dưới đây với nhiệt độ, độ ẩm tương đối, lượng muối biển trong không khí, và xác suất ẩm như các thông số và tính toán thông số B như hàm của thông số A bởi thử nghiệm phòng thí nghiệm.

$$A = (\alpha \cdot T + \beta) \cdot Pw(T, H) \cdot \left(Sa^{Y}\right) \quad (3)$$

Trong biểu thức (3), T là nhiệt độ (°C), H là độ ẩm tương đối (%), Sa là lượng muối biển trong không khí (mg/dm^2/ngày (= mdd)), Pw (T, H) là xác suất ẩm, và α, β, γ là các bộ hệ số tương ứng với loại thép.

Tài liệu sáng chế 4 giới thiệu kỹ thuật dự đoán sự ăn mòn mà tính toán thông số A trong biểu thức (1) được biết như biểu thức thực nghiệm bởi biểu thức (4) dưới đây với nhiệt độ, thời gian của tình trạng ẩm, và lượng muối biển trong không khí như các

thông số và đặt thông số B trong khoảng từ 0,3 đến 0,6 trong môi trường không khí ăn mòn trong nhà.

$$A = kT^{\alpha} \cdot TOW^{\beta} \cdot Sa^{Y} \quad (4)$$

Trong biểu thức (4), T là nhiệt độ (°C), TOW là thời gian của tình trạng ẩm (h), Sa là lượng muối biển trong không khí (mg/dm^2/ngày (= mdd)), và α, β, γ là các hệ số.

Tài liệu sáng chế 5 giới thiệu kỹ thuật tính toán thông số A trong biểu thức (1) được biết như biểu thức thực nghiệm bởi biểu thức (5) dưới đây và thông số B bởi biểu thức (6) dưới đây khi dự đoán giảm độ dày tấm của nguyên liệu thép trong môi trường không khí.

$$A = (CR0 + CR1) \div 2 \quad (5)$$

$$B = 2CR1 \div (CR0 + CR1) \quad (6)$$

Trong biểu thức (5) và biểu thức (6), CR0 là hàm thể hiện tốc độ ăn mòn ban đầu ngay sau sự tạo thành của nguyên liệu thép với các yếu tố môi trường như các thông số, ngược lại CR1 là hàm thể hiện tốc độ ăn mòn 1 năm sau sự tạo thành của nguyên liệu thép với các yếu tố môi trường như các thông số. Các yếu tố môi trường trong ví dụ này thể hiện nhiệt độ trung bình hàng năm (°C), độ ẩm trung bình hàng năm (%), vận tốc gió trung bình hàng năm (m/giây), lượng muối biển trong không khí (mg/dm^2/ngày (= mdd)), và lượng oxit lưu huỳnh (mg/dm^2/ngày (= mdd)).

Tài liệu sáng chế 6 giới thiệu phương pháp mà, khi dự đoán tốc độ ăn mòn của nguyên liệu kim loại, trong khi thực hiện phân tích đa hồi quy với tốc độ ăn mòn như biến đáp ứng và với các yếu tố môi trường và các yếu tố địa hình có ảnh hưởng tới tốc độ ăn mòn như các biến giải thích, bao gồm thời gian gần như thực tế này của tình trạng ẩm với trọng số được sử dụng tương ứng với độ ẩm tương đối trong khoảng từ 0% đến 100% khi ít nhất một trong số các biến giải thích, xác định thời gian gần như thực tế của tình trạng ẩm bằng cách tính tổng các trị số đã nhân thu được bằng cách nhân thời gian phù hợp với thay đổi độ ẩm tương đối bởi hệ số trọng số biến đổi tương ứng với độ ẩm tương đối thay đổi, và tạo ra biểu thức định lượng tốc độ ăn mòn bởi phân tích đa hồi quy dựa trên tốc độ ăn mòn đã được đo lường của nguyên liệu kim loại.

Tài liệu sáng chế 7 giới thiệu thiết bị ánh xạ dự đoán sự hư hỏng mà tối ưu hóa biểu thức đa hồi quy trong khi sử dụng phân tích đa hồi quy để dự đoán sự hư hỏng của nguyên liệu kim loại.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Bằng độc quyền sáng chế Nhật bản số 3909057

Tài liệu sáng chế 2: Bằng độc quyền sáng chế Nhật bản số 4143018

Tài liệu sáng chế 3: Bằng độc quyền sáng chế Nhật bản số 4706254

Tài liệu sáng chế 4: Bằng độc quyền sáng chế Nhật bản số 5895522

Tài liệu sáng chế 5: Bằng độc quyền sáng chế Nhật bản số 5066160

Tài liệu sáng chế 6: Bằng độc quyền sáng chế Nhật bản số 5066955

Tài liệu sáng chế 7: Bằng độc quyền sáng chế Nhật bản số 5684552

Tài liệu không phải sáng chế 1: "Joint research report on application of corrosion resisting steel to bridges (XVIII)", Institute of Civil Engineering of the Ministry of Construction, the Kozai Club, and Japan Bridge Association, March, 1993

Tài liệu không phải sáng chế 2: ISO 9223: 1992 "Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation"

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tài liệu sáng chế 1 đến 5 đánh giá mối quan hệ giữa tổn thất do ăn mòn và tốc độ ăn mòn và các thông số môi trường để chọn các thông số môi trường dùng như các biến giải thích và để thực hiện tính công thức. Tuy nhiên, tổn thất do ăn mòn, tốc độ ăn mòn, và các thông số môi trường có sự tương quan phức tạp. Mối quan hệ giữa tổn thất do ăn mòn và nhiệt độ là phi tuyến tính, ngược lại lượng muối biển trong không khí và lượng SO_2 kết tủa có giả tương quan, ví dụ. Theo sự tương quan đó, khi công thức được tính như trong Tài liệu sáng chế 1 đến 5, dự đoán chính xác cao là không được mong đợi.

Tài liệu sáng chế 6 đặc trưng ở chỗ trọng số được sử dụng tập trung vào thời gian của tình trạng ẩm. Bằng cách sử dụng trọng số đó, sự chính xác tăng lên, nhưng ngay cả nếu trọng số được sử dụng chỉ trong thời gian của tình trạng ẩm trong số rất nhiều các thông số môi trường, cải thiện sự chính xác một cách hiệu quả là không được mong đợi. Phương pháp của Tài liệu sáng chế 6 có thể thực hiện dự đoán sự ăn mòn chỉ trong chu kỳ ngay tại lúc đó có dữ liệu và không thể thực hiện dự đoán sự ăn mòn trong dài hạn.

Tài liệu sáng chế 7 cải thiện sự chính xác của dự đoán bằng cách chọn số lượng lớn các thông số môi trường từ rất nhiều các thông số môi trường và thực hiện lặp đi lặp lại đa hồi quy để tạo ra biểu thức tốt nhất, nhưng mối quan hệ giữa tổn thất do ăn mòn và tốc độ ăn mòn không thể đơn giản được biểu diễn bằng biểu thức tuyến tính với các thông số môi trường thu được bằng phép đa hồi quy. Do đó, cải thiện đáng kể sự chính xác là không được mong đợi bằng phương pháp của Tài liệu sáng chế 7.

Sáng chế này được thực hiện theo quan điểm ở trên, và mục tiêu chính của sáng chế là đề xuất phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại, phương pháp chọn nguyên liệu kim loại, và thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại mà có thể thực hiện dự đoán sự ăn mòn trong dài hạn trong môi trường không khí ăn mòn với sự chính xác cao.

Giải quyết vấn đề

Để giải quyết vấn đề và đạt được mục đích của sáng chế, phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo sáng chế này là phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại bằng cách sử dụng dữ liệu về tổn thất do ăn mòn mà bao gồm chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại, các thông số môi trường chỉ ra môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng, và tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng. Phương pháp bao gồm: bước nhập điểm yêu cầu dự đoán bao gồm chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán và các thông số môi trường chỉ ra môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng; bước tính toán độ tương đồng giữa các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn và các thông số môi trường trong điểm yêu cầu dự đoán; bước nén theo kích thước các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn thành biến ẩn xem xét độ tương đồng; và bước dự

đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại điểm yêu cầu dự đoán dựa trên biểu thức dự đoán được xây dựng bằng cách sử dụng biến ẩn và độ tương đồng.

Hơn nữa, trong phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo sáng chế này, bước dự đoán tổn thất do ăn mòn bao gồm: bước dự đoán thông số thứ nhất chỉ ra tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ xác định trước; bước dự đoán thông số thứ hai chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn của nguyên liệu kim loại; và bước dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ dài hơn chu kỳ xác định trước dựa trên chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại, thông số thứ nhất, và thông số thứ hai.

Hơn nữa, trong phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo sáng chế này, bước dự đoán thông số thứ nhất dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ xác định trước theo các thông số môi trường của điểm yêu cầu dự đoán dựa trên biểu thức dự đoán được xây dựng bằng cách sử dụng biến ẩn và độ tương đồng.

Hơn nữa, trong phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo sáng chế này, bước dự đoán thông số thứ hai dự đoán thông số thứ hai dựa trên chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán, các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn, và độ tương đồng.

Hơn nữa, trong phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo sáng chế này, các thông số môi trường bao gồm ít nhất một trong số nhiệt độ, độ ẩm tương đối, độ ẩm tuyệt đối, thời gian của tình trạng ẩm, và lượng mưa và ít nhất một trong số lượng muối biển trong không khí, nồng độ SOx, và nồng độ NOx.

Hơn nữa, trong phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo sáng chế này, nguyên liệu kim loại là nguyên liệu thép.

Hơn nữa, phương pháp của chọn nguyên liệu kim loại theo sáng chế này là phương pháp của chọn nguyên liệu kim loại phù hợp với môi trường sử dụng sử dụng phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo sáng chế này.

Hơn nữa, thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo sáng chế này bao gồm: cơ sở dữ liệu được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu về tổn thất do ăn mòn bao gồm: chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại; các thông số môi trường chỉ ra

môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng; và tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng; bộ phận đầu vào được tạo cấu hình để nhập điểm yêu cầu dự đoán, điểm yêu cầu dự đoán bao gồm: chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán; và các thông số môi trường chỉ ra môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng; bộ phận tính toán độ tương đồng được tạo cấu hình để tính toán toán độ tương đồng giữa các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn và các thông số môi trường trong điểm yêu cầu dự đoán; bộ phận điều chỉnh theo kích thước được tạo cấu hình để điều chỉnh theo kích thước các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn thành biến ẩn xem xét độ tương đồng; và bộ phận dự đoán tổn thất do ăn mòn được tạo cấu hình để dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại điểm yêu cầu dự đoán dựa trên biểu thức dự đoán được xây dựng bằng cách sử dụng biến ẩn và độ tương đồng.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Sáng chế này có thể thực hiện dự đoán sự ăn mòn trong dài hạn của nguyên liệu kim loại với sự chính xác cao trong môi trường không khí ăn mòn và có thể chọn nguyên liệu kim loại tối ưu phù hợp với môi trường sử dụng. Sáng chế này có thể dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại với sự chính xác cao ngay cả trong bất kỳ khu vực nào.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu đồ mối quan hệ giữa nhiệt độ (trung bình hàng năm) và tổn thất do ăn mòn (hàng năm) trong môi trường không khí ăn mòn.

Fig.2 là biểu đồ giả tương quan giữa lượng SO_2 kết tủa (trung bình hàng năm) và lượng muối biển trong không khí (trung bình hàng năm) trong môi trường không khí ăn mòn.

Fig.3 là sơ đồ khối của kết cấu của thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo phương án của sáng chế này.

Fig.4 là lưu đồ của quy trình của phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo phương án của sáng chế này.

Fig.5 là biểu đồ sai số giữa trị số tổn thất do ăn mòn được dự đoán và trị số tổn thất do ăn mòn thực tế được đo lường của nguyên liệu kim loại sau 1 năm thu được bằng phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo kỹ thuật thông thường.

Fig.6 là biểu đồ sai số giữa trị số tổn thất do ăn mòn được dự đoán và trị số tổn thất do ăn mòn thực tế được đo lường của nguyên liệu kim loại sau 1 năm thu được bằng phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo phương án của sáng chế này.

Fig.7 là biểu đồ sai số giữa trị số tổn thất do ăn mòn được dự đoán và trị số tổn thất do ăn mòn thực tế được đo lường của nguyên liệu kim loại sau 9 năm thu được bằng phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo phương án của sáng chế này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây mô tả phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại, phương pháp chọn nguyên liệu kim loại, và thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo phương án của sáng chế này có tham chiếu đến các hình vẽ đi kèm. Phương án sau không giới hạn sáng chế này.

Các tác giả của sáng chế này đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu để đạt được mục tiêu trên và đã phát hiện ra rằng sự chính xác của dự đoán cải thiện bằng cách dự đoán riêng thông số A (thông số thứ nhất) chỉ ra tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong 1 năm đầu trong mỗi môi trường không khí ăn mòn và thông số B (thông số thứ hai) chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn nhờ lớp gỉ và, trong dự đoán, thực hiện dự đoán từ dữ liệu với trọng số được áp dụng trên các thông số môi trường để hoàn thành sáng chế này.

Tốc độ ăn mòn của nguyên liệu kim loại nhìn chung giảm khi khoảng thời gian qua đi. Điều này là do tác dụng bảo vệ nhờ lớp ăn mòn (ví dụ như lớp gỉ) được tạo ra trên bề mặt của nguyên liệu kim loại. Tác dụng bảo vệ này thay đổi đáng kể phụ thuộc vào môi trường bao quanh và loại của nguyên liệu kim loại. Do đó, tốc độ ăn mòn của nguyên liệu kim loại bao gồm vô cùng nhiều yếu tố như nhiều môi trường khác nhau và khả năng chống ăn mòn của nguyên liệu kim loại. Vì vậy, cực kỳ khó để dự đoán tổn

thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong môi trường cho trước và chu kỳ với sự chính xác cao từ các quy định và nguyên tắc của mối quan hệ giữa các thông số môi trường và tổn thất do ăn mòn; việc thực hiện dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo cách thống kê từ nhóm dữ liệu của tổn thất do ăn mòn và các thông số môi trường tích lũy trong cơ sở dữ liệu, ví dụ, là thực tế và điều này cũng đưa đến cải thiện sự chính xác.

Nhìn chung, không nhiều phần của dữ liệu dài hạn ở trong nhóm dữ liệu được tích trữ của tổn thất do ăn mòn và các thông số môi trường. Ví dụ, khi chu kỳ cho trước mà trong đó tổn thất do ăn mòn được dự đoán là trong khoảng thời gian dài vài chục năm, khi chu kỳ đưa vào quá trình dự đoán như biến số để dự đoán trực tiếp tổn thất do ăn mòn, tổn thất do ăn mòn của kỳ hạn dài cho trước là được dự đoán từ dữ liệu của chu kỳ rất xa, do đó làm giảm sự chính xác. Trong bối cảnh này, sáng chế này dự đoán riêng thông số A chỉ ra tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong 1 năm đầu và thông số B chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn bởi lớp gỉ để cải thiện sự chính xác.

Các ví dụ của các thông số môi trường chính liên quan đến tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ cho trước bao gồm nhiệt độ, độ ẩm tương đối, độ ẩm tuyệt đối, thời gian của tình trạng ẩm, lượng mưa, lượng muối biển trong không khí, nồng độ SO_X, và nồng độ NOx. Trong số các thông số môi trường này, một số có mối quan hệ phi tuyến tính như mối quan hệ giữa nhiệt độ và tổn thất do ăn mòn được minh họa trên Fig.1, ví dụ. Một số các thông số môi trường có đa cộng tuyến như mối quan hệ giữa lượng muối biển trong không khí và lượng SO_2 kết tủa được minh họa trên Fig.2, ví dụ. Ngoài thực tế là có số lượng lớn các thông số môi trường có ảnh hưởng lên sự ăn mòn của nguyên liệu kim loại, hai điểm này gây ra sự khó khăn trong việc dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong môi trường và chu kỳ cho trước với sự chính xác cao.

Đối với thông số môi trường bất kỳ có mối quan hệ phi tuyến tính với tổn thất do ăn mòn, trọng số được sử dụng trên mỗi mẫu bởi sự tương đồng với môi trường cho trước và chu kỳ trong đó dự đoán là mong muốn được thực hiện, và phân tích đa hồi quy được thực hiện theo từng vùng, nhờ đó mà sự chính xác của dự đoán có thể được cải thiện. "Mẫu" có nghĩa là nhóm dữ liệu của tổn thất do ăn mòn và các thông số môi trường được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu (dữ liệu về tổn thất do ăn mòn được mô tả dưới

đây).

Thực tế là các thông số môi trường có đa cộng tuyến có thể biến mất bằng cách thực hiện điều chỉnh theo kích thước thành thông số có sự độc lập đối với các thông số môi trường để tạo ra thông số mới. "Phương pháp bình phương nhỏ nhất từng phần có trọng số vùng (L-PLS)" được thể hiện trong Tài liệu tham khảo 1 dưới đây là phương pháp mà cùng một lúc đạt được những điểm sau.

Tài liệu tham khảo 1: Kim Sanghong, Okajima Ryota, Kano Manabu, và Hasebe Shinji, "Sample selection to construct accurate locally weighted PLS models", Hội thảo bài giảng phối hợp điều khiển tự động lần thứ 54, 54(2011), p. 1594

Sáng chế này sử dụng phương pháp mà xác định sự tương đồng (độ tương đồng) của thông số A chỉ ra tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong 1 năm đầu trong mỗi môi trường không khí ăn mòn và thông số B chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn bởi lớp gỉ với điểm yêu cầu dự đoán đối với mỗi mẫu, áp dụng trọng số sử dụng độ tương đồng, và thực hiện hồi quy vùng để thực hiện dự đoán. Các thông số môi trường được điều chỉnh về kích thước để tạo ra thông số mới (đạo hàm của biến ẩn), mà có vai trò như biến giải thích của hồi quy vùng. Trong quá trình đó, biến ẩn được xác định để tích số phía trong của biến ẩn sử dụng trọng số sử dụng độ tương đồng và biến đáp ứng là lớn nhất để thực hiện đa hồi quy vùng. Dưới đây mô tả phương án cụ thể của sáng chế này có tham chiếu đến các hình vẽ đi kèm.

Thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn

Dưới đây mô tả kết cấu của thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo phương án của sáng chế này có tham chiếu đến hình vẽ Fig.3. Thiết bị 1 này để dự đoán tổn thất do ăn mòn bao gồm bộ phận đầu vào 10, cơ sở dữ liệu 20, bộ phận tính 30, và bộ phận hiển thị 40.

Bộ phận đầu vào 10 là lắp đặt bởi thiết bị đầu vào như là bàn phím, con trỏ chuột, hoặc bàn phím số. Như được mô tả dưới đây, điểm yêu cầu dự đoán được mô tả dưới đây được nhập bộ phận tính 30 qua bộ phận đầu vào 10 này.

Cơ sở dữ liệu 20 lưu trữ tại đó dữ liệu về tổn thất do ăn mòn là các trị số thực của tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại. Dữ liệu về tổn thất do ăn mòn bao gồm chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại (nguyên liệu thép, ví dụ), tổn thất do ăn

mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng, và số lượng lớn trung bình hàng năm các thông số môi trường trong môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại. "Các thông số môi trường" bao gồm ít nhất một trong số nhiệt độ (nhiệt độ không khí), độ ẩm tương đối, độ ẩm tuyệt đối, thời gian của tình trạng ẩm, và lượng mưa và ít nhất một trong số lượng muối biển trong không khí, nồng độ SOx, và nồng độ NOx. Các thông số môi trường này là dữ liệu trung bình hàng năm, ví dụ. Hơn nữa, cơ sở dữ liệu 20 lưu trữ tại đó dữ liệu về tổn thất do ăn mòn mỗi loại thép.

Bộ phận tính 30 là lắp đặt bởi bộ xử lý trung tâm (CPU), ví dụ, và bao gồm bộ phận tính toán độ tương đồng 31, bộ phận điều chỉnh theo kích thước 32, và bộ phận dự đoán tổn thất do ăn mòn 33. Các chi tiết của bộ phận tính toán độ tương đồng 31, bộ phận điều chỉnh theo kích thước 32, và bộ phận dự đoán tổn thất do ăn mòn 33 sẽ được mô tả dưới đây.

Bộ phận hiển thị 40 là lắp đặt bởi thiết bị hiển thị như là màn hình tinh thể lỏng (LCD) hoặc màn hình tia âm cực (CRT) và hiển thị kết quả dự đoán của tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại dựa trên các hiệu lệnh hiển thị nhập từ bộ phận tính 30.

Phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn

Dưới đây mô tả phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo phương án của sáng chế này có tham chiếu đến Fig.4. Phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn thực hiện bước nhập điểm yêu cầu dự đoán, bước tính toán độ tương đồng thứ nhất, bước điều chỉnh theo kích thước thứ nhất, bước dự đoán tổn thất do ăn mòn ban đầu (bước dự đoán thống số thứ nhất), bước tính toán độ tương đồng thứ hai, bước điều chỉnh theo kích thước thứ hai, bước dự đoán sự suy giảm (bước dự đoán thông số thứ hai), và bước dự đoán tổn thất do ăn mòn trong dài hạn.

Tại bước nhập điểm yêu cầu dự đoán, điểm yêu cầu dự đoán được nhập bộ phận tính 30 qua bộ phận đầu vào 10 (Bước S1). Điểm yêu cầu dự đoán này bao gồm chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán và số lượng lớn trung bình hàng năm các thông số môi trường chỉ ra môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng này.

Sau đó, tại bước tính toán độ tương đồng thứ nhất, bộ phận tính toán độ tương đồng 31 tính toán độ tương đồng giữa số lượng lớn các thông số môi trường trong dữ

liệu về tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại chu kỳ sử dụng của nó là 1 năm được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu 20 và số lượng lớn các thông số môi trường trong điểm yêu cầu dự đoán (Bước S2). Ở bước này, bộ phận tính toán độ tương đồng 31 tính toán độ tương đồng bởi biểu thức (8) được mô tả dưới đây, ví dụ. Các ví dụ cụ thể của bước hiện tại sẽ được mô tả trong các ví dụ được mô tả dưới đây.

Sau đó, tại bước điều chỉnh theo kích thước thứ nhất, bộ phận điều chỉnh theo kích thước 32 nén theo kích thước các thông số môi trường (các biến giải thích) trong dữ liệu về lượng xác sắt còn lại thành biến ẩn có xem xét độ tương đồng được tính toán tại bước tính toán độ tương đồng thứ nhất (Bước S3). Ở bước này, bộ phận điều chỉnh theo kích thước 32 tính toán biến ẩn bởi biểu thức (7) được mô tả dưới đây, ví dụ. Các ví dụ cụ thể của bước hiện tại sẽ được mô tả trong các ví dụ được mô tả dưới đây.

Sau đó, tại bước dự đoán tổn thất do ăn mòn ban đầu, bộ phận dự đoán tổn thất do ăn mòn 33 dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong 1 năm đầu theo các thông số môi trường của điểm yêu cầu dự đoán dựa trên biểu thức dự đoán được xây dựng bằng cách sử dụng biến ẩn được tính toán tại bước điều chỉnh theo kích thước thứ nhất và sự tương đồng được tính toán tại bước tính toán độ tương đồng thứ nhất (Bước S4). Tổn thất do ăn mòn này của nguyên liệu kim loại trong 1 năm đầu nghĩa là thông số A (thông số thứ nhất) trong biểu thức (1). Ở bước này, bộ phận dự đoán tổn thất do ăn mòn 33 xây dựng biểu thức dự đoán được thể hiện trong biểu thức (10) được mô tả dưới đây, ví dụ, và dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong 1 năm đầu dựa trên biểu thức dự đoán này. Các ví dụ cụ thể của bước hiện tại sẽ được mô tả trong các ví dụ được mô tả dưới đây.

Sau đó, tại bước tính toán độ tương đồng thứ hai, bộ phận tính toán độ tương đồng 31 tính toán độ tương đồng giữa các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại và các thông số môi trường trong điểm yêu cầu dự đoán có xem xét chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán (Bước S5). Ở bước này, bộ phận tính toán độ tương đồng 31 tính toán độ tương đồng bởi biểu thức (13) được mô tả dưới đây, ví dụ. Ví dụ cụ thể của bước hiện tại sẽ được mô tả trong ví dụ được mô tả dưới đây.

Sau đó, tại bước điều chỉnh theo kích thước thứ hai, bộ phận điều chỉnh theo kích thước 32 điều chỉnh theo kích thước các thông số môi trường (các biến giải thích) trong

dữ liệu về tổn thất do ăn mòn thành biến ẩn có xem xét độ tương đồng được tính toán tại bước tính toán độ tương đồng thứ hai và chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán (Bước S6). Ở bước này, bộ phận điều chỉnh theo kích thước 32 tính toán biến ẩn bởi biểu thức (12) được mô tả dưới đây, ví dụ. Ví dụ cụ thể của bước hiện tại sẽ được mô tả trong ví dụ được mô tả dưới đây.

Sau đó, tại bước dự đoán sự suy giảm, bộ phận dự đoán tổn thất do ăn mòn 33 dự đoán thông số chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn của nguyên liệu kim loại dựa trên biểu thức dự đoán được xây dựng bằng cách sử dụng biến ẩn được tính toán tại bước điều chỉnh theo kích thước thứ hai và độ tương đồng được tính toán tại bước tính toán độ tương đồng thứ hai (Bước S7). Thông số này chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn của nguyên liệu kim loại nghĩa là thông số B (thông số thứ hai) trong biểu thức (1). Ở bước này, bộ phận dự đoán tổn thất do ăn mòn 33 xây dựng biểu thức dự đoán được thể hiện trong biểu thức (16) được mô tả dưới đây, ví dụ, và dự đoán thông số chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn của nguyên liệu kim loại dựa trên biểu thức dự đoán này. Ví dụ cụ thể của bước hiện tại sẽ được mô tả trong ví dụ được mô tả dưới đây.

Sau đó, tại bước dự đoán tổn thất do ăn mòn trong dài hạn, tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ dài hơn 1 năm (tổn thất do ăn mòn trong dài hạn) là được dự đoán dựa trên chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại, thông số A được tính toán tại bước dự đoán tổn thất do ăn mòn ban đầu và thông số B được tính toán tại bước dự đoán sự suy giảm (Bước S8). Ở bước này, bộ phận dự đoán tổn thất do ăn mòn 33 dự đoán tổn thất do ăn mòn trong dài hạn dựa trên biểu thức (1). Ví dụ cụ thể của bước hiện tại sẽ được mô tả trong ví dụ được mô tả dưới đây.

Như những điều đã nói ở trên, phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại sử dụng thiết bị 1 dự đoán tổn thất do ăn mòn theo phương án của sáng chế có thể thực hiện dự đoán sự ăn mòn trong dài hạn của nguyên liệu kim loại với sự chính xác cao trong môi trường không khí ăn mòn và có thể chọn nguyên liệu kim loại tối ưu phù hợp với môi trường sử dụng.

Khi các thông số môi trường được sử dụng như các biến giải thích là được chọn để thực hiện tính công thức như trong các kỹ thuật thông thường như là Tài liệu sáng chế 1 đến 5, sự chính xác của dự đoán thay đổi theo vùng mà tổn thất do ăn mòn được dự đoán là cao trong sự chính xác của dự đoán trong một vùng và thấp trong sự chính

xác của dự đoán trong một vùng khác. Ngược lại, theo phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo phương án của sáng chế có thể thực hiện dự đoán nếu có dữ liệu về tổn thất do ăn mòn tương đồng với dữ liệu đó của vùng trong đó tổn thất do ăn mòn được dự đoán trong cơ sở dữ liệu 20, và do đó tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại có thể được dự đoán với sự chính xác cao ngay cả trong vùng bất kỳ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Dưới đây mô tả sáng chế này chi tiết hơn có tham chiếu đến ví dụ. Trong ví dụ của sáng chế, tổn thất do ăn mòn hàng năm hàng năm (tổn thất do ăn mòn trong 1 năm đầu) của thép cacbon trong môi trường mưa rào được dự đoán. Nội dung của ví dụ của sáng chế phù hợp với bước nhập điểm yêu cầu dự đoán, bước tính toán độ tương đồng thứ nhất, bước điều chỉnh theo kích thước thứ nhất, và bước dự đoán tổn thất do ăn mòn ban đầu ngoài phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn được mô tả ở trên.

Trong ví dụ của sáng chế, sử dụng nhóm dữ liệu của các tổn thất do ăn mòn hàng năm của thép cacbon trong 70 khu vực trên khắp thế giới và các thông số môi trường trung bình hàng năm (dữ liệu về tổn thất do ăn mòn) được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu, tổn thất do ăn mòn hàng năm hàng năm được dự đoán. Sự chính xác của dự đoán được kiểm tra đánh giá sử dụng kiểm tra chéo bằng cách so sánh sai số tương đối căn bậc hai bình phương trung bình của sai số (rRMSE). Như ví dụ so sánh, tổn thất do ăn mòn hàng năm hàng năm được dự đoán bằng cách sử dụng "hàm phản ứng-liều lượng" được thể hiện trong ISO 9223 của Tài liệu không phải sáng chế 1.

"Hàm phản ứng-liều lượng" là biểu thức tính toán tổn thất do ăn mòn từ bốn thông số môi trường của nhiệt độ (°C), độ ẩm tương đối (%), lượng muối biển trong không khí (mmd (đối với Cl^-)), và lượng SO_2 kết tủa (mmd (đối với SO_2)). "mmd" ở trên là lượng Cl^- hoặc SO_2 thu thập được trên số đơn vị ngày và khu vực đơn vị và là viết tắt của "$mg \cdot m^{-2} \cdot day^{-1}$". Bốn thông số môi trường tương tự cũng đã được sử dụng trong dự đoán của ví dụ sáng chế này. Như được mô tả ở trên, nó được biết rằng khi các biến giải thích có sự tương quan, sự chính xác của dự đoán giảm sút do đa cộng tuyến. Trong L-PLS được mô tả ở trên, các thông số môi trường được sử dụng như các biến

giải thích có sự tương quan, và do đó sự tương quan bị bỏ ra bởi điều chỉnh theo kích thước để tạo ra thông số mới (biến ẩn). L-PLS thực hiện tính toán tương ứng với quy trình được thể hiện trong Tài liệu tham khảo 1 được mô tả ở trên. Biểu thức điều chỉnh bốn thông số môi trường thành biến ẩn (thông số t) có thể được thể hiện như biểu thức (7) dưới đây.

$$t = w_1T + w_2RH + w_3Cl + w_4SO2 \quad (7)$$

Trong biểu thức 7, T là nhiệt độ (°C), RH là độ ẩm tương đối (%), Cl là lượng muối biển trong không khí (mg/m^2/ngày (= mmd) (đối với Cl^-)), SO_2 là lượng SO_2 kết tủa (mg/m^2/ngày (= mmd) (đối với SO_2)), và từ w_1 đến w_4 là các hệ số. Trong khi biểu thức 7 bao gồm chỉ bốn thông số môi trường như ví dụ, trên thực tế, tốt hơn là bao gồm tất cả các thông số môi trường mà được dự đoán liên quan tới ăn mòn trong vùng mà tổn thất do ăn mòn được dự đoán.

Trong ví dụ sáng chế này, thứ nhất, điểm yêu cầu dự đoán bao gồm chu kỳ sử dụng của thép cacbon mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán và số lượng lớn trung bình hàng năm các thông số môi trường chỉ ra môi trường sử dụng của thép cacbon trong chu kỳ sử dụng này được nhập bộ phận tính của thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn ("bước nhập điểm yêu cầu dự đoán" trên Fig.4).

Sau đó, độ tương đồng ω_i giữa các thông số môi trường của điểm yêu cầu dự đoán mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán và các thông số môi trường i của dữ liệu về tổn thất do ăn mòn liên quan đến dự đoán tổn thất do ăn mòn được tính toán sử dụng khoảng cách Euclid được thể hiện trong biểu thức (8) dưới đây ("bước tính toán độ tương đồng thứ nhất" trên Fig.4). Các thông số môi trường biến đổi trong khoảng rộng của dữ liệu, và do đó các trị số được chuẩn hóa.

$$\omega_i = \exp\left(-\frac{\sqrt{(T_q - T_i)^2 + (RH_q - RH_i)^2 + (Cl_q - Cl_i)^2 + (SO2_q - SO2_i)^2}}{\sigma\varphi}\right) \quad (8)$$

Khi ω_i là thông số vùng, các thông số môi trường với tiếp tố bên phải phía dưới là q là các thông số môi trường của điểm yêu cầu dự đoán mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán, các thông số môi trường với tiếp tố bên phải phía dưới là i là các thông số môi trường của dữ liệu về tổn thất do ăn mòn tham chiếu từ cơ sở dữ liệu, và

σ là độ lệch tiêu chuẩn của biểu thức (9) dưới đây. Ký tự ϕ là thông số điều chỉnh; trị số được xác định bằng cách được điều chỉnh cho thích hợp dựa trên ϕ = 1, ví dụ.

$$\sqrt{(T_q - T_i)^2 + (RH_q - RH_i)^2 + (Cl_q - Cl_i)^2 + (SO2_q - SO2_i)^2} \quad (i = 1, 2, \ldots, N) \tag{9}$$

Sau đó, từ độ tương đồng ω_i được tính toán bởi biểu thức (8), các thông số môi trường của dữ liệu về tổn thất do ăn mòn, và tổn thất do ăn mòn, tương ứng với quy trình được thể hiện trong (Chương 2.1) của Tài liệu tham khảo 1, các hệ số từ w1 đến w4 trong biểu thức (7) được xác định để tích số phía trong của biến ẩn được nhân với độ tương đồng ω_i khi trọng số và biến đáp ứng (tổn thất do ăn mòn) là lớn nhất. Sử dụng các hệ số đã xác định từ w1 đến w4, biến ẩn của các thông số môi trường đã được tính toán bởi biểu thức (7) ("bước điều chỉnh theo kích thước thứ nhất" trên Fig.4).

Sau đó, biểu thức dự đoán tổn thất do ăn mòn được thể hiện trong biểu thức (10) dưới đây đã được xây dựng bởi hồi quy vùng, và tổn thất do ăn mòn hàng năm hàng năm của thép cacbon (tổn thất do ăn mòn trong 1 năm đầu) theo các thông số môi trường của điểm yêu cầu dự đoán được dự đoán dựa trên biểu thức (10) dưới đây ("bước dự đoán tổn thất do ăn mòn ban đầu" trên Fig.4)

$$Y = \alpha t \tag{10}$$

Khi Y là trị số được dự đoán của tổn thất do ăn mòn, và α là hệ số (hệ số hồi quy). Trong khi có thể bị bỏ đi trong biểu thức (10), biểu thức (10) có thể bao gồm số hạng không đổi hoặc bao gồm số lượng lớn các biến ẩn.

Do đó, ví dụ sáng chế này thực hiện tính toán độ tương đồng giữa điểm yêu cầu dự đoán và mỗi dữ liệu về tổn thất do ăn mòn, tính toán của các hệ số của biến ẩn, và sự xây dựng của biểu thức dự đoán mỗi lần điểm yêu cầu dự đoán mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán được nhập.

Fig.5 minh họa kết quả dự đoán của tổn thất do ăn mòn bằng ví dụ so sánh (hàm phản ứng-liều lượng), ngược lại Fig.6 minh họa kết quả dự đoán của tổn thất do ăn mòn bằng ví dụ sáng chế này. Như được minh họa trong các hình vẽ, rRMSE là 0,40 đối với ví dụ so sánh, ngược lại rRMSE là 0,18 đối với ví dụ sáng chế này. Vì vậy, phương pháp của sáng chế này đã được sử dụng, bởi đó mà sai số dự đoán của tổn thất do ăn

mòn có thể được cải thiện còn nửa hoặc nhỏ hơn thế của phương pháp thông thường.

Ví dụ 2

Trong ví dụ của sáng chế, tổn thất do ăn mòn trong dài hạn (9 năm) của thép cacbon trong môi trường dưới các mái thoát nước được dự đoán. Nội dung của ví dụ của sáng chế phù hợp với tất cả các bước của phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn được mô tả ở trên.

Trong ví dụ của sáng chế, sử dụng nhóm dữ liệu về tổn thất do ăn mòn của 55 vùng trên thế giới trong 1 năm, 55 vùng trong 3 năm, 39 vùng trong 5 năm, 38 vùng trong 7 năm, và 38 vùng trong 9 năm và các thông số môi trường trung bình hàng năm (dữ liệu về tổn thất do ăn mòn) được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu môi trường dưới các mái thoát nước, thông số A (tham chiếu đến biểu thức (1)) chỉ ra tổn thất do ăn mòn trong 1 năm đầu đã được tính toán đối với thép chống ăn mòn JIS bằng phương pháp tương tự phương pháp của Ví dụ 1 (phương pháp dự đoán yêu cầu bước đầu vào, bước tính toán độ tương đồng thứ nhất, bước nén theo kích thước thứ nhất, và bước dự đoán tổn thất do ăn mòn ban đầu trên Fig.4).

Sau đó, trọng số được sử dụng trên kết quả kiểm tra ăn mòn dài hạn 7 năm, thông số B chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn bởi lớp gỉ đã được tính toán, và tổn thất do ăn mòn của thép chống ăn mòn JIS sau 9 năm được dự đoán bởi biểu thức (1). Trong dự đoán tổn thất do ăn mòn sau 9 năm, đầu tiên, biểu thức (1) được biến đổi như được thể hiện trong biểu thức (11) dưới đây, và sau đó hiệu số giữa logarit của tổn thất do ăn mòn trong 1 năm đầu và logarit của tổn thất do ăn mòn sau 9 năm phía bên trái đã được tính toán sử dụng thông số B và chu kỳ sử dụng X.

$$\log Y - \log A = B \log X \qquad (11)$$

Đối với dự đoán của phía bên trái của biểu thức (11), L-PLS được sử dụng. Đặc biệt, bốn thông số môi trường được nhân với logarit của chu kỳ sử dụng X để tạo ra các thông số môi trường mới có tính đến yếu tố thời gian, và các thông số môi trường mới này được nén thành biến ẩn (thông số u) as được thể hiện trong biểu thức (12) dưới đây.

$$u = (v_1 T + v_2 RH + v_3 Cl + v_4 SO2) \log X \qquad (12)$$

Trong biểu thức (12), T là nhiệt độ (°C), RH là độ ẩm tương đối (%), Cl là lượng

muối biển trong không khí (mg/m^2/ngày (= mmd) (đối với Cl^-)), SO_2 là lượng SO_2 kết tủa (mg/m^2/ngày (= mmd) (đối với SO_2)), và từ v1 đến v4 là các hệ số.

Sau đó, độ tương đồng ω_i giữa các thông số môi trường của điểm yêu cầu dự đoán mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán và các thông số môi trường i của dữ liệu về tổn thất do ăn mòn được tham chiếu đến để dự đoán tổn thất do ăn mòn được tính toán sử dụng khoảng cách Euclid được thể hiện trong biểu thức (13) dưới đây ("bước tính toán độ tương đồng thứ hai" trên Fig.4). Các thông số môi trường biến đổi trong khoảng rộng của dữ liệu, và do đó các trị số được chuẩn hóa.

$$\omega_i = \exp\left(-\frac{\sqrt{\begin{array}{l}(T_q \log X_q - T_i \log X_i)^2 + (RH_q \log X_q - RH_i \log X_i)^2 \\ +(Cl_q \log X_q - Cl_i \log X_i)^2 + (SO2_q \log X_q - SO2_i \log X_i)^2\end{array}}}{\sigma\varphi}\right) \quad (13)$$

Khi ω_i là thông số vùng, các thông số môi trường với tiếp tố bên phải phía dưới là q là các thông số môi trường của điểm yêu cầu dự đoán trong đó tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán, các thông số môi trường với tiếp tố bên phải phía dưới là i là các thông số môi trường của dữ liệu về tổn thất do ăn mòn tham chiếu từ cơ sở dữ liệu, và σ là độ lệch tiêu chuẩn của biểu thức (14) dưới đây. Ký tự ϕ là thông số điều chỉnh; trị số được xác định bằng cách được điều chỉnh cho thích hợp dựa trên ϕ = 1, ví dụ.

$$\sqrt{\begin{array}{l}(T_q \log X_q - T_i \log X_i)^2 + (RH_q \log X_q - RH_i \log X_i)^2 \\ +(Cl_q \log X_q - Cl_i \log X_i)^2 + (SO2_q \log X_q - SO2_i \log X_i)^2\end{array}} \quad (14)$$
$$(i = 1, 2, \ldots, N)$$

Sau đó, từ độ tương đồng ω_i được tính toán bởi biểu thức (13), các thông số môi trường của dữ liệu về tổn thất do ăn mòn, và tổn thất do ăn mòn, tương ứng với quy trình được thể hiện trong (Chương 2. 1) của Tài liệu tham khảo 1, các hệ số từ v1 đến v4 trong biểu thức (12) được xác định để tích số phía trong của biến ẩn được nhân với độ tương đồng ω_i khi trọng số và biến đáp ứng (tổn thất do ăn mòn) là lớn nhất. Sử dụng các hệ số đã xác định từ v1 đến v4, biến ẩn của các thông số môi trường đã được tính toán bởi biểu thức (12) ("bước điều chỉnh theo kích thước thứ hai" trên Fig.4).

Sau đó, biểu thức dự đoán của tổn thất do ăn mòn được thể hiện trong biểu thức

(15) dưới đây đã được xây dựng bởi hồi quy vùng, và hiệu số của logarit của tổn thất do ăn mòn trong thông số môi trường mong muốn được dự đoán đã được tính toán.

$$\log Y - \log A = \beta u \qquad (15)$$

Trong biểu thức (15), β là hệ số (hệ số hồi quy). Trong khi bị bỏ qua trong biểu thức (15), biểu thức (15) có thể bao gồm số hạng không đổi hoặc bao gồm số lượng lớn các biến ẩn.

Do đó, ví dụ sáng chế này thực hiện tính toán độ tương đồng giữa điểm yêu cầu dự đoán và mỗi phần của dữ liệu về tổn thất do ăn mòn, tính toán của các hệ số của biến ẩn, và sự xây dựng của biểu thức dự đoán mỗi lần điểm yêu cầu dự đoán trong đó tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán được nhập.

Sau đó, thông số B trong biểu thức (11) đã được tính toán bởi biểu thức (16) dưới đây dựa trên biểu thức (12) và biểu thức (15) ("bước dự đoán sự suy giảm" trên Fig.4).

$$B = \frac{\beta u}{\log X} = \beta\left(v_1 T_q + v_2 RH_q + v_3 Cl_q + v_4 SO2_q\right) \qquad (16)$$

Sau đó, tổn thất do ăn mòn Y sau 9 năm đã được tính toán bởi biểu thức (1) sử dụng được tính toán thông số A và thông số B (bước dự đoán tổn thất do ăn mòn trong dài hạn trên Fig.4). Sau đó, như ví dụ 1, sự chính xác của dự đoán được kiểm tra đánh giá sử dụng kiểm tra chéo bởi so sánh căn bậc hai bình phương trung bình tương đối của sai số (rRMSE).

Fig.7 minh họa kết quả dự đoán của tổn thất do ăn mòn bởi ví dụ sáng chế này. Như được minh họa trên bản vẽ này, trong ví dụ sáng chế này, tổn thất do ăn mòn trong dài hạn trong 9 năm cũng có sai số (rRMSE: 0,19) khi so sánh với lượng đó của ví dụ 1, do đó cho phép dự đoán chính xác cao. Trong khi việc kiểm tra đánh giá sự chính xác là không khả thi, lại là khả thi để dự đoán, bằng cách sử dụng ví dụ sáng chế này, tổn thất do ăn mòn trong dài hạn mà không được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu. Để tham khảo, Bảng 1 liệt kê các trị số được dự đoán của tổn thất do ăn mòn sau 50 năm cùng với các thông số môi trường.

Bảng 1

Vùng (Số)	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Lượng muối biển trong không khí (mmd CL-)	Lượng SO_2 kết tủa (mmd SO_2)	Trị số A	Trị số B	Trị số tổn thất do ăn mòn thực tế được đo lường sau 9 năm (µm)	Trị số tổn thất do ăn mòn được dự đoán sau 9 năm (µm)	Trị số tổn thất do ăn mòn được dự đoán sau 50 năm (µm)
1	28,6	75,1	1,06	2,60	10,54	0,462	-	29,1	0,064
2	27,8	78,2	2,45	6,60	14,16	0,852	-	92,1	0,397
3	28,3	78,4	0,54	1,00	8,00	0,483	-	23,1	0,053
4	29,2	70,8	0,55	1,00	6,70	0,362	-	14,8	0,028
5	27,8	75,1	0,18	1,40	7,38	0,704	-	34,7	0,116
6	27,6	78,1	0,40	1,70	9,04	0,529	-	28,9	0,072
7	28,6	75,1	1,06	2,60	10,54	0,462	-	29,1	0,064
8	28,3	78,4	0,54	1,00	8,00	0,483	-	23,1	0,053
9	27,8	78,2	2,45	6,60	14,16	0,852	-	92,1	0,397
10	29,2	70,8	0,55	1,00	6,70	0,362	-	14,8	0,028
11	29,0	76,5	1,27	9,50	12,76	0,779	-	70,6	0,268
12	27,8	75,1	0,18	1,40	7,38	0,704	-	34,7	0,116
13	25,9	83,6	0,42	4,10	12,27	0,555	-	41,5	0,107
14	27,8	79,0	0,62	2,20	9,90	0,504	-	29,9	0,071
15	25,9	83,6	0,42	4,10	12,27	0,555	-	41,5	0,107
16	24,5	85,2	0,84	3,30	15,02	0,586	-	54,4	0,148
17	24,6	84,5	5,20	4,50	32,40	0,913	-	241,1	1,154
18	15,1	68,9	0,15	1,80	9,47	0,760	50,0	50,3	0,185
19	11,7	71,5	0,39	0,20	9,76	0,717	36,0	47,2	0,161
20	12,9	76,9	0,55	2,30	13,00	0,754	46,0	68,2	0,249
21	13,6	73,0	0,67	2,70	12,73	0,741	56,0	64,8	0,231
22	15,3	72,4	0,73	1,30	11,75	0,725	82,0	57,8	0,200
23	10,6	77,0	0,79	3,00	11,02	0,929	54,0	84,8	0,417
24	15,1	67,3	0,82	6,70	13,30	0,681	51,0	59,4	0,191
25	8,3	70,7	0,88	7,90	7,81	0,864	85,0	52,1	0,229
26	15,4	76,3	0,94	1,50	13,41	0,710	57,0	63,7	0,215
27	14,6	68,0	0,94	26,80	14,40	0,777	46,0	79,4	0,301
28	14,9	74,1	1,03	11,80	12,45	0,783	59,0	69,5	0,266
29	15,5	63,7	1,09	7,10	13,94	0,667	85,0	60,3	0,189
30	14,7	66,7	1,21	3,60	12,26	0,685	60,0	55,2	0,179
31	8,3	70,7	1,27	0,00	14,99	0,820	69,0	90,9	0,371
32	14,7	73,6	1,30	1,00	15,79	0,599	49,0	58,9	0,164
33	11,6	71,5	1,73	2,60	16,16	0,755	78,0	85,0	0,310
34	14,0	65,3	2,40	5,20	20,96	0,637	82,0	85,0	0,253
35	14,4	72,1	2,49	10,90	19,45	0,740	51,0	98,9	0,352
36	13,5	73,7	2,52	6,30	18,64	0,750	85,0	96,9	0,351
37	14,4	71,4	3,19	24,20	15,94	0,789	83,0	90,2	0,349
38	22,4	75,7	3,43	0,20	27,46	0,527	92,0	87,3	0,215
39	22,4	75,7	3,88	0,40	26,42	0,641	81,0	107,9	0,324
40	7,9	75,8	4,49	3,60	26,08	0,759	123,0	138,3	0,509

41	15,8	64,8	4,61	24,50	14,26	0,824	85,0	87,1	0,357
42	16,1	70,2	4,82	3,20	32,69	0,538	73,0	106,7	0,269
43	11,7	76,6	5,07	0,50	20,93	0,708	123,0	99,1	0,334
44	14,6	70,6	5,61	14,00	30,26	0,744	114,0	155,2	0,556
45	13,1	73,5	5,43	5,00	34,03	0,650	87,0	142,0	0,433
46	10,8	79,2	0,73	0,30	13,04	0,758	111,0	69,0	0,253
47	13,8	63,8	0,27	0,10	8,99	0,607	98,0	34,1	0,097
48	14,4	71,4	1,24	7,10	13,09	0,752	101,0	68,4	0,248
49	16,4	67,0	4,73	9,90	17,21	0,871	158,0	116,7	0,520
50	16,8	73,8	10,77	3,60	44,64	0,982	671,0	386,0	2,079
51	21,6	77,0	10,98	5,90	54,52	1,027	363,0	521,2	3,035
52	8,3	70,7	12,02	6,70	43,78	0,779	366,0	242,7	0,923
53	15,9	67,6	14,02	3,30	93,33	0,897	248,0	670,0	3,120
54	13,3	75,0	20,66	2,30	77,94	0,989	709,0	684,7	3,733
55	14,1	73,8	51,95	2,80	126,50	0,989	1052,0	1110,1	6,047

Ví dụ 3

Trong ví dụ 3, các tổn thất do ăn mòn trong dài hạn của các nguyên liệu thép đã được dự đoán bởi sáng chế này, và sau đó nguyên liệu thép tối ưu trong hiện trường chiếc cầu được lựa chọn để quan sát tổn thất do ăn mòn trong dài hạn và chi phí.

Bảng 2 liệt kê các thông số môi trường (nhiệt độ, độ ẩm tương đối, lượng muối biển trong không khí, và lượng SO_2 kết tủa) của các vùng từ 1 đến 3 trong đó các nguyên liệu thép được sử dụng. Trong các môi trường được liệt kê trên Bảng 2, đối với thép chống ăn mòn JIS đã được quy định trong "JIS G 3114" và các loại thép A và B, mỗi loại có các thành phần hóa học được liệt kê trên Bảng 3, tổn thất do ăn mòn sau 50 năm được dự đoán bằng cách sử dụng sáng chế này. Chu kỳ "50 năm" này được dựa trên sự quy định là chuẩn của tổn thất do ăn mòn cho phép đối với các cây cầu là "0,3 mm hoặc nhỏ hơn sau 50 năm".

Bảng 2

Vùng	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm tương đối (%)	Lượng muối biển trong không khí (mmd Cl-)	Lượng SO_2 kết tủa (mmd SO_2)
1	27,8	78,2	2,45	6,6
2	7,9	75,8	4,49	3,6
3	16,8	73,8	10,77	3,6

Bảng 3

Loại	C (% theo khối lượng)	Si (% theo khối lượng)	Mn (% theo khối lượng)	P (% theo khối lượng)	S (% theo khối lượng)	Al (% theo khối lượng)	Cu (% theo khối lượng)	Ni (% theo khối lượng)	Cr (% theo khối lượng)	Mo (% theo khối lượng)	N (% theo khối lượng)	O (% theo khối lượng)
Thép chống ăn mòn JIS	0,098	0,20	0,69	0,020	0,0034	0,029	0,32	0,18	0,51		0,0037	0,0019
Thép Loại A	0,089	0,19	0,73	0,021	0,0042	0,024		1,53		0,29	0,0020	0,0016
Thép Loại B	0,092	0,20	0,74	0,022	0,0039	0,020	0,32	2,52			0,0025	0,0024

Bảng 4 liệt kê dự đoán của tổn thất do ăn mòn sau 50 năm bởi sáng chế này. Như đã được liệt kê trong bảng, "thép chống ăn mòn JIS > loại thép A > loại thép B" là thứ tự giảm dần của tổn thất do ăn mòn, và do đó tốt nhất là loại thép B được sử dụng đơn giản theo quan điểm của khả năng chống ăn mòn. Ngược lại, như đã được liệt kê trong bảng, "loại thép B > loại thép A > thép chống ăn mòn JIS" là thứ tự giảm dần của chi phí khi các nguyên liệu thép được sử dụng.

Vì vậy, có thể thấy rằng trong vùng 1, ví dụ, tốt nhất là loại thép A, loại mà thỏa mãn tiêu chuẩn ăn mòn (0,3 mm hoặc nhỏ hơn) và có chi phí thấp nhất, được sử dụng theo quan điểm của cả khả năng chống ăn mòn và chi phí. Có thể thấy rằng trong vùng 2 tốt nhất là loại thép B, là loại duy nhất thỏa mãn tiêu chuẩn ăn mòn, được sử dụng. Có thể thấy rằng trong vùng 3 không nguyên liệu thép nào trong số các nguyên liệu thép thỏa mãn tiêu chuẩn ăn mòn, và do đó một biện pháp chống ăn mòn khác như là lớp phủ yêu cầu cần phải áp dụng. Do đó, phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn theo sáng chế này được sử dụng, bởi đó nguyên liệu kim loại tối ưu phù hợp với môi trường sử dụng có thể được chọn.

Bảng 4

Vùng	Tổn thất do ăn mòn được dự đoán sau 50 năm (mm)		
	Thép chống ăn mòn JIS	Thép Loại A	Thép Loại B
1	0,397	0,294	0,240
2	0,509	0,401	0,286
3	2,079	1,886	1,153
Chi phí (nghìn Yên/tấn)	91	128	139

Những điều đã nói ở trên đặc biệt mô tả phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại, phương pháp chọn nguyên liệu kim loại, và thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo sáng chế này thông qua phương án thực hiện sáng chế và các ví dụ; mục đích chính của sáng chế này không nên bị giới hạn trong các mô tả này và được giải thích rộng dựa trên các mô tả này của yêu cầu bảo hộ. Nó được hiểu là những điều thay đổi hoặc biến đổi rộng rãi dựa trên các mô tả này

là cũng được bao gồm trong mục đích của sáng chế này.

Phương án được mô tả ở trên dự đoán riêng tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong 1 năm đầu (thông số A) và thông số chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn của nguyên liệu kim loại (thông số B) và dự đoán tổn thất do ăn mòn trong dài hạn dựa trên tổn thất do ăn mòn trong 1 năm đầu; chuẩn trong dự đoán tổn thất do ăn mòn trong dài hạn là không bị giới hạn trong tổn thất do ăn mòn trong 1 năm đầu.

Nghĩa là, tại bước dự đoán tổn thất do ăn mòn ban đầu, tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ xác định trước cho trước được thiết lập trước (chu kỳ ban đầu) có thể được dự đoán, và tại bước dự đoán tổn thất do ăn mòn trong dài hạn, tổn thất do ăn mòn trong dài hạn có thể được dự đoán dựa trên tổn thất do ăn mòn trong chu kỳ xác định trước được mô tả ở trên.

Khi tổn thất do ăn mòn trong 1,5 năm được cho trước là A' là tổn thất do ăn mòn ban đầu, ví dụ, nó được coi là biểu thức dự đoán của tổn thất do ăn mòn sau X năm từ đó trở đi có thể được mô tả như biểu thức (17) dưới đây bằng cách mở rộng biểu thức (1).

$$Y = A(X/1,5)^B \qquad (17)$$

trong đó X là số năm đã qua

Khi biểu thức này được suy rộng, biểu thức (18) dưới đây có thể thu được với A' là tổn thất do ăn mòn trong chu kỳ ban đầu nhất định X_0 năm và B' như thông số suy giảm dựa trên X_0 năm. Sử dụng biểu thức (18) này, tổn thất do ăn mòn trong chu kỳ $X > X_0$ có thể được tính toán như là tổn thất do ăn mòn dựa trên X_0 năm.

$$Y = A'X'^B = A'(X/X_0)^{B'} \qquad (18)$$

Tổn thất do ăn mòn A' của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ ban đầu cho trước và thông số suy giảm B' là được dự đoán riêng, và như được thể hiện trong biểu thức (18), số năm X' trôi qua sau chu kỳ ban đầu đối với lũy thừa bậc thông số suy giảm B' có thể dự đoán tổn thất do ăn mòn trong dài hạn sau chu kỳ ban đầu. Tuy nhiên, tổn thất do ăn mòn ban đầu A trong biểu thức (1) là được xác định căn cứ vào tổn thất do ăn mòn trong 1 năm. Do đó, chu kỳ X_0 trong biểu thức (18) không giả định trường hợp chênh lệch đáng kể từ 1 năm; khoảng thực tế trong hiện thực của chu kỳ X_0 này được

coi là khoảng nửa năm đến 2 năm.

Danh sách các số chỉ dẫn

1 Thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn

10 Bộ phận đầu vào

20 Cơ sở dữ liệu

30 Bộ phận tính

31 Bộ phận tính toán độ tương đồng

32 Bộ phận điều chỉnh theo kích thước

33 Bộ phận dự đoán tổn thất do ăn mòn

40 Bộ phận hiển thị

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại, phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại bằng cách sử dụng dữ liệu về tổn thất do ăn mòn mà bao gồm chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại, các thông số môi trường chỉ ra môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng, và tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng, phương pháp này bao gồm các bước:

bước nhập điểm yêu cầu dự đoán bao gồm chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán và các thông số môi trường chỉ ra môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng;

bước tính toán độ tương đồng giữa các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn và các thông số môi trường trong điểm yêu cầu dự đoán;

bước điều chỉnh theo kích thước các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn thành biến ẩn xem xét độ tương đồng; và

bước dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại đối với điểm yêu cầu dự đoán dựa trên biểu thức dự đoán được xây dựng bằng cách sử dụng biến ẩn và độ tương đồng.

2. Phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo điểm 1, trong đó bước dự đoán tổn thất do ăn mòn bao gồm:

bước dự đoán thông số thứ nhất chỉ ra tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ xác định trước;

bước dự đoán thông số thứ hai chỉ ra sự suy giảm của tốc độ ăn mòn của nguyên liệu kim loại; và

bước dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ dài hơn chu kỳ xác định trước dựa trên chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại, thông số thứ nhất, và thông số thứ hai.

3. Phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo điểm 2, trong đó bước dự đoán thông số thứ nhất là bước dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên

liệu kim loại trong chu kỳ xác định trước theo các thông số môi trường của điểm yêu cầu dự đoán dựa trên biểu thức dự đoán được xây dựng bằng cách sử dụng biến ẩn và độ tương đồng.

4. Phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo điểm 2, trong đó bước dự đoán thông số thứ hai dự đoán thông số thứ hai dựa trên chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán, các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn, và độ tương đồng.

5. Phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó các thông số môi trường bao gồm ít nhất một trong số các thông số nhiệt độ, độ ẩm tương đối, độ ẩm tuyệt đối, thời gian của tình trạng ẩm, và lượng mưa và ít nhất một trong số lượng muối biển trong không khí, nồng độ SOx, và nồng độ NOx.

6. Phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó nguyên liệu kim loại là nguyên liệu thép.

7. Phương pháp chọn nguyên liệu kim loại phù hợp với môi trường sử dụng bằng cách sử dụng phương pháp dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4.

8. Thiết bị dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại, thiết bị bao gồm:

cơ sở dữ liệu được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu về tổn thất do ăn mòn bao gồm:

chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại;

các thông số môi trường chỉ ra môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng; và

tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại trong chu kỳ sử dụng;

bộ phận đầu vào được tạo cấu hình để nhập điểm yêu cầu dự đoán, điểm yêu cầu dự đoán bao gồm:

chu kỳ sử dụng của nguyên liệu kim loại mà tổn thất do ăn mòn mong muốn được dự đoán; và

các thông số môi trường chỉ ra môi trường sử dụng của nguyên liệu kim loại

trong chu kỳ sử dụng;

bộ phận tính toán độ tương đồng được tạo cấu hình để tính toán độ tương đồng giữa các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn và các thông số môi trường trong điểm yêu cầu dự đoán;

bộ phận điều chỉnh theo kích thước được tạo cấu hình để nén theo kích thước các thông số môi trường trong dữ liệu về tổn thất do ăn mòn thành biến ẩn xem xét độ tương đồng; và

bộ phận dự đoán tổn thất do ăn mòn được tạo cấu hình để dự đoán tổn thất do ăn mòn của nguyên liệu kim loại điểm yêu cầu dự đoán dựa trên biểu thức dự đoán được xây dựng bằng cách sử dụng biến ẩn và độ tương đồng.

FIG.1

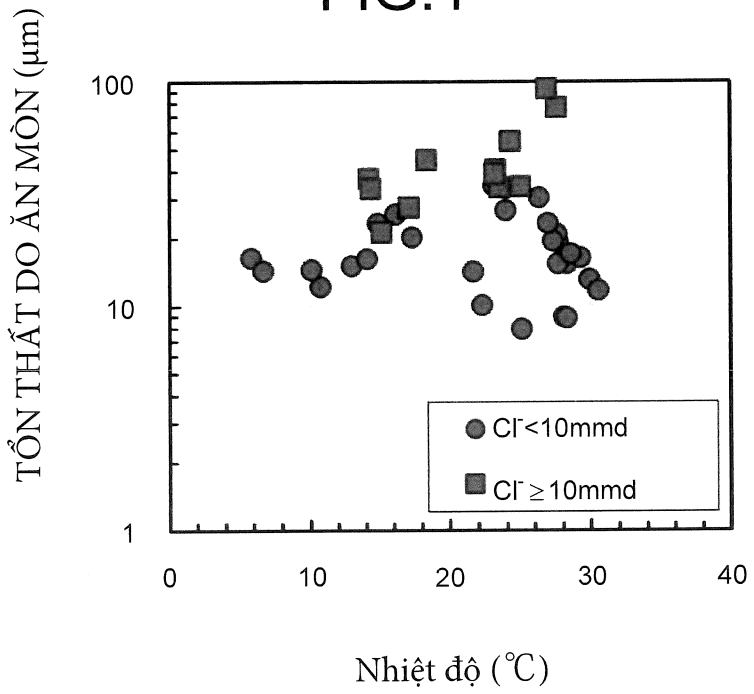
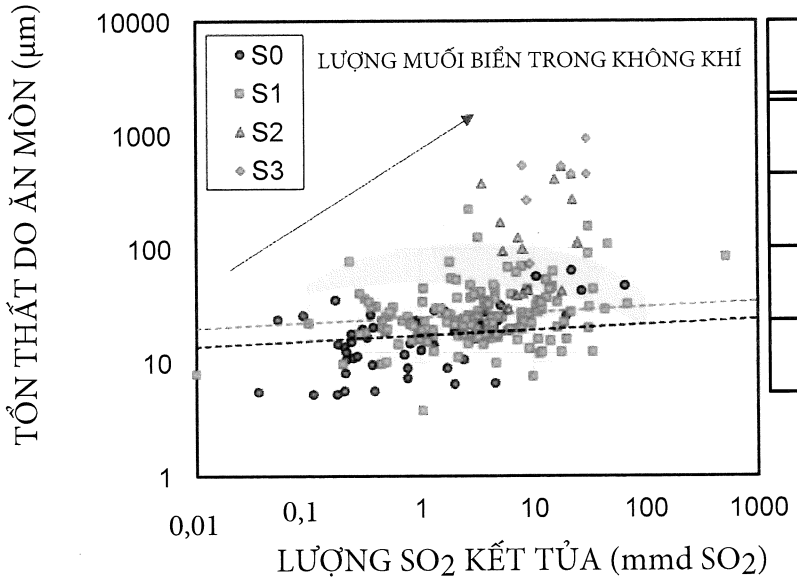


FIG.2



	LƯỢNG MUỐI BIỂN TRONG KHÔNG KHÍ (mmd Cl^-)
S0	S≤3
S1	3<S≤60
S2	60<S≤300
S3	300<S≤1500

FIG.3

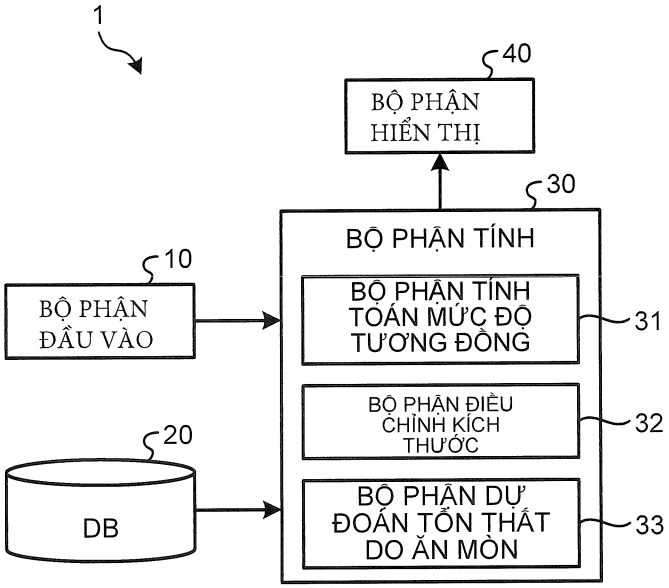

1
40
BỘ PHẬN HIỂN THỊ
30
BỘ PHẬN TÍNH
10
BỘ PHẬN ĐẦU VÀO
BỘ PHẬN TÍNH TOÁN MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG
31
BỘ PHẬN ĐIỀU CHỈNH KÍCH THƯỚC
32
20
DB
BỘ PHẬN DỰ ĐOÁN TỔN THẤT DO ĂN MÒN
33

FIG.4

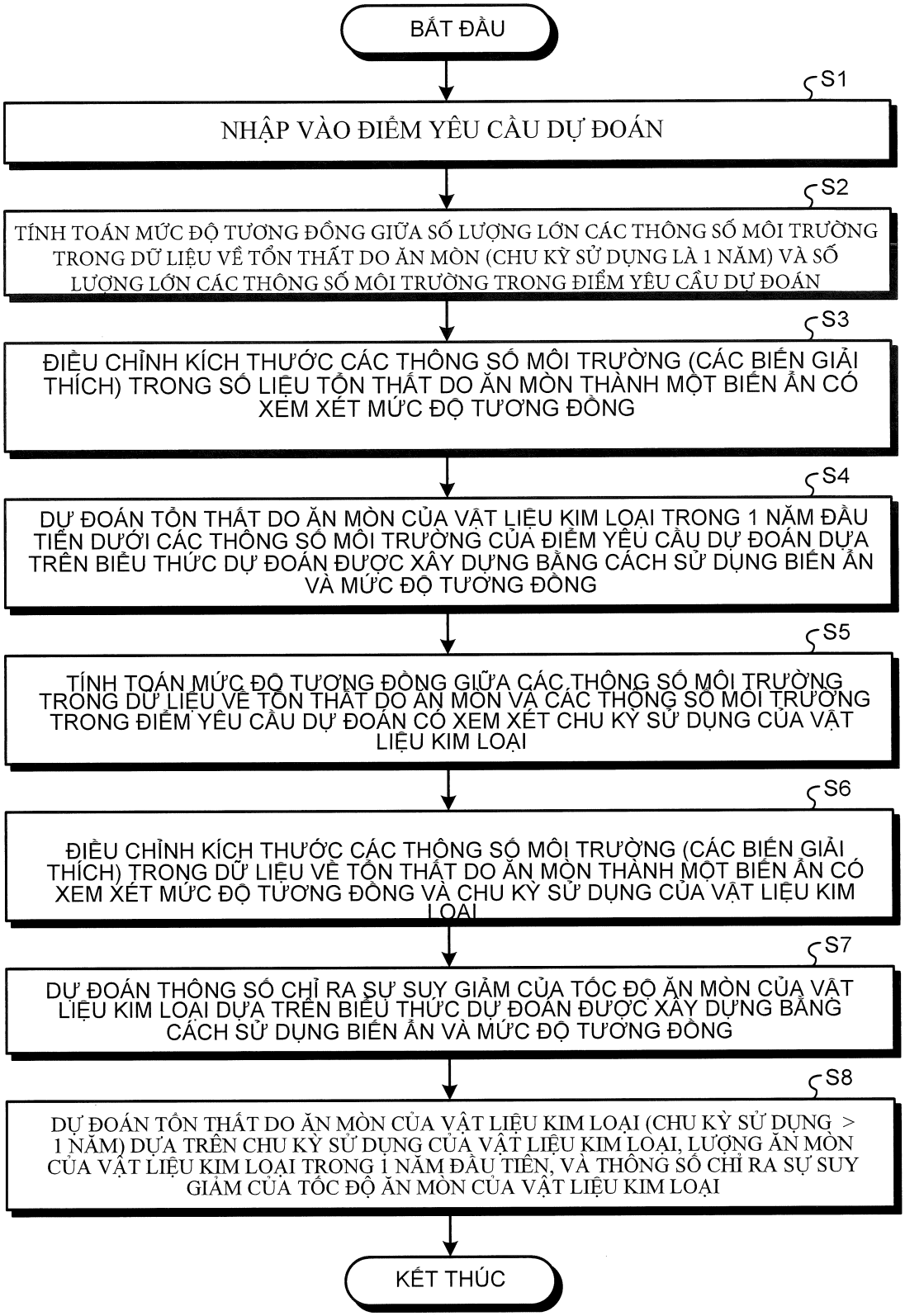

BẮT ĐẦU
S1
NHẬP VÀO ĐIỂM YÊU CẦU DỰ ĐOÁN
S2
TÍNH TOÁN MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG GIỮA SỐ LƯỢNG LỚN CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG TRONG DỮ LIỆU VỀ TỔN THẤT DO ĂN MÒN (CHU KỲ SỬ DỤNG LÀ 1 NĂM) VÀ SỐ LƯỢNG LỚN CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG TRONG ĐIỂM YÊU CẦU DỰ ĐOÁN
S3
ĐIỀU CHỈNH KÍCH THƯỚC CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG (CÁC BIẾN GIẢI THÍCH) TRONG SỐ LIỆU TỔN THẤT DO ĂN MÒN THÀNH MỘT BIẾN ẨN CÓ XEM XÉT MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG
S4
DỰ ĐOÁN TỔN THẤT DO ĂN MÒN CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI TRONG 1 NĂM ĐẦU TIÊN DƯỚI CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG CỦA ĐIỂM YÊU CẦU DỰ ĐOÁN DỰA TRÊN BIỂU THỨC DỰ ĐOÁN ĐƯỢC XÂY DỰNG BẰNG CÁCH SỬ DỤNG BIẾN ẨN VÀ MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG
S5
TÍNH TOÁN MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG GIỮA CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG TRONG DỮ LIỆU VỀ TỔN THẤT DO ĂN MÒN VÀ CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG TRONG ĐIỂM YÊU CẦU DỰ ĐOÁN CÓ XEM XÉT CHU KỲ SỬ DỤNG CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI
S6
ĐIỀU CHỈNH KÍCH THƯỚC CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG (CÁC BIẾN GIẢI THÍCH) TRONG DỮ LIỆU VỀ TỔN THẤT DO ĂN MÒN THÀNH MỘT BIẾN ẨN CÓ XEM XÉT MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG VÀ CHU KỲ SỬ DỤNG CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI
S7
DỰ ĐOÁN THÔNG SỐ CHỈ RA SỰ SUY GIẢM CỦA TỐC ĐỘ ĂN MÒN CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI DỰA TRÊN BIỂU THỨC DỰ ĐOÁN ĐƯỢC XÂY DỰNG BẰNG CÁCH SỬ DỤNG BIẾN ẨN VÀ MỨC ĐỘ TƯƠNG ĐỒNG
S8
DỰ ĐOÁN TỔN THẤT DO ĂN MÒN CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI (CHU KỲ SỬ DỤNG > 1 NĂM) DỰA TRÊN CHU KỲ SỬ DỤNG CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI, LƯỢNG ĂN MÒN CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI TRONG 1 NĂM ĐẦU TIÊN, VÀ THÔNG SỐ CHỈ RA SỰ SUY GIẢM CỦA TỐC ĐỘ ĂN MÒN CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI
KẾT THÚC

FIG.5

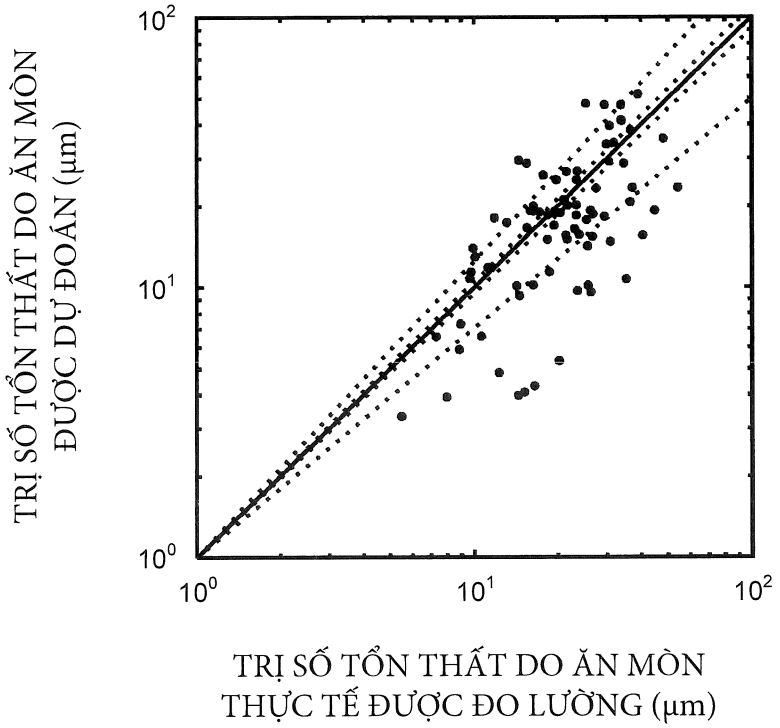

TRỊ SỐ TỔN THẤT DO ĂN MÒN ĐƯỢC DỰ ĐOÁN (μm)
10^2
10^1
10^0
10^0
10^1
10^2
TRỊ SỐ TỔN THẤT DO ĂN MÒN THỰC TẾ ĐƯỢC ĐO LƯỜNG (μm)

FIG.6

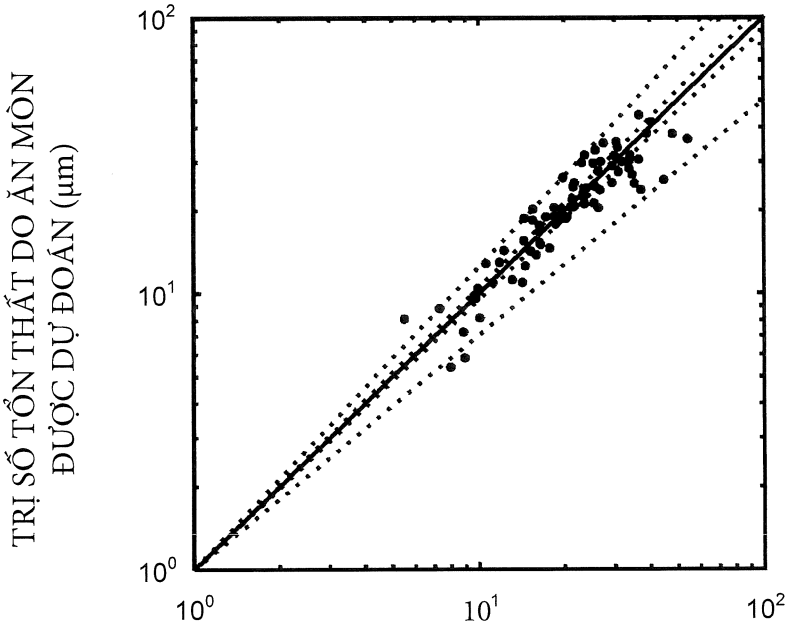
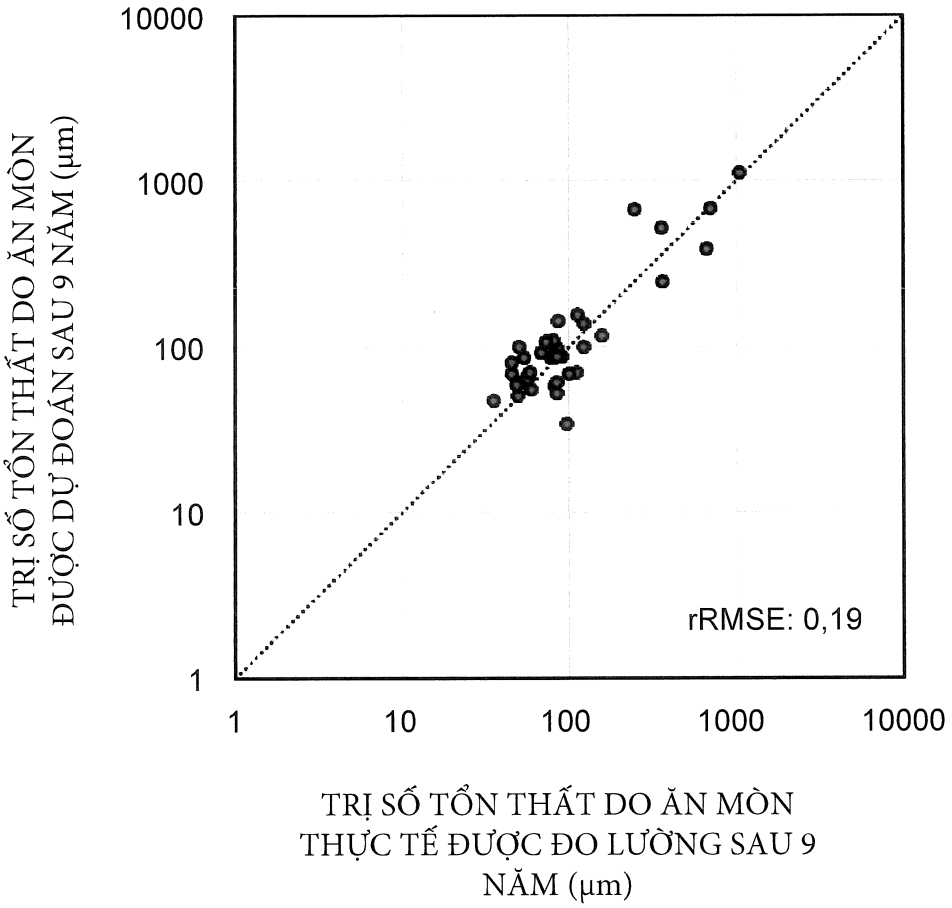

TRỊ SỐ TỔN THẤT DO ĂN MÒN ĐƯỢC DỰ ĐOÁN (μm)
10^2
10^1
10^0
10^0
10^1
10^2
TRỊ SỐ TỔN THẤT DO ĂN MÒN THỰC TẾ ĐƯỢC ĐO LƯỜNG (μm)

FIG.7


10000
1000
100
10
1
1
10
100
1000
10000
rRMSE: 0,19
TRỊ SỐ TỔN THẤT DO ĂN MÒN ĐƯỢC DỰ ĐOÁN SAU 9 NĂM (µm)
TRỊ SỐ TỔN THẤT DO ĂN MÒN THỰC TẾ ĐƯỢC ĐO LƯỜNG SAU 9 NĂM (µm)