

УДК 004.9

В.О. Ємельянов¹, О.М. Фоменко²¹Донбаський державний технічний університет, Алчевськ²Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

АДАПТАЦІЯ МЕТОДУ ПРЕЦЕДЕНТІВ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСУ ВИЗНАЧЕННЯ МАРКИ МЕТАЛУ

У статті описана проблема контролю якості металів на військовому виробництві. Відображена доцільність використання теорії прецедентів для металографічного аналізу. Розроблено метод визначення марки металу у відповідності до існуючих стандартів на основі теорії прецедентів, що дозволило автоматизувати процес визначення марки металу. Приведена схема функціонування прецедентної експертної системи.

Ключові слова: метод прецедентів, функція корисності, хімічний склад металу, марка металу.

Вступ

На перший план розвитку виробництва металевих заготовок для військової техніки виходять аспекти якості продукції. Якість військової продукції (траки і деталі гусениць військової техніки, бронь-футерівок, корпусні деталі бронетехніки, якоря) значною мірою залежить від застосовуваних різних марок металів та їх якості. Для виробництва військової продукції використовуються різні види сталей, в тому числі і зносостійкі сталі.

У роботі [1], автор відмічає необхідність ретельного контролю військової продукції на всіх стадіях від виплавки металу до остаточного приймання. Також, описана необхідність постійної перевірки всіх операцій відповідно до заданої технології, зокрема представлена проблема якості артилерійського обладнання. Шляхом вирішення цієї проблеми є впровадження повністю автоматизованих лабораторій для проведення спеціального контролю параметрів і характеристик такої військової продукції як: стовбурів, казенника, циліндрів, клинів та іншого артилерійського обладнання, які забезпечать відповідність якості артилерійських систем вимогам світових стандартів.

Таким чином, для військової промисловості значною проблемою є контроль якості металів.

Постановка завдання. Вирішенням проблеми контролю якості металів є застосування фізичних методів. Одним з методів призначених для здійснення операцій контролю є металографічний аналіз [2]. Призначенням даного виду аналізу є дослідження мікроструктури металу для визначення його характеристик і властивостей.

Одним з етапів металографічного аналізу є визначення марки металу відповідно до стандартів, на основі його хімічного складу. На теперішній час за виконання цього етапу відповідає технолог, що вносить людський фактор, який веде до збільшення похибки на даному етапі.

Таким чином, виникає необхідність розробки методу, який дозволить автоматизувати процес визначення марки металу відповідно до стандартів.

Застосування методу прецедентів

Визначення марки металу здійснюється на підставі кількісного вмісту різних хімічних елементів: Si, Mn, Ni, S, P, Cr, Cu, та кількісних характеристик металу. Оскільки різний набір хімічних елементів з різною часткою їх включення в метал та різні кількісні характеристики утворюють різні ситуації, вирішення яких дозволяє віднести метал до певної марки згідно стандартів, то для вирішення даної задачі доцільно застосовувати метод прецедентів.

Для вирішення поставленої задачі необхідно побудувати експертну систему для підтримки прецедентних рішень, яка утворюється з математичної моделі та апаратно-програмних засобів реалізації прецедентного методу прийняття рішень [3]. Процес функціонування експертної системи можна представити у вигляді СВР-циклу (рис. 1), що складається з 4 основних фаз [4]:

1) вибір зі сховища найбільш доречного прецеденту або множини прецедентів на основі заданого відношення подібності;

2) використання вибраних прецедентів для прийняття рішення поставленому завданню;

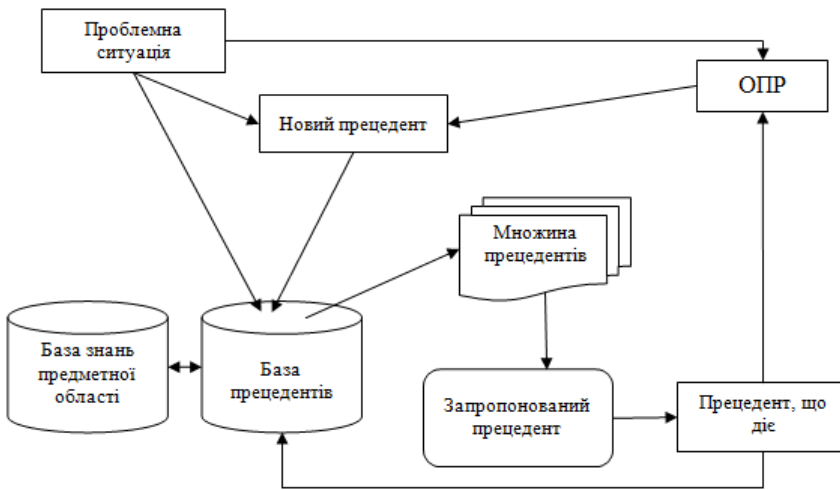


Рис. 1. Функціонування експертної системи

3) перегляд і корекція (адаптація) у разі необхідності раніше прийнятих у вибраних прецедентах рішень;

4) збереження в сховище прийнятого рішення та ситуації, що склалася в якості нового прецеденту чи відповідна зміна обраного прецеденту, що може бути корисним у подальшому при вирішенні аналогічних завдань.

CBR-цикл виконується при взаємодії з особою, що приймає рішення (ОПР).

Побудова прецедентної системи за даною схемою функціонування передбачає рішення такої задачі, як розробка методу вибору прецеденту.

Типовий прецедент відносно складу металу являє собою структуру, яка складається з: опису проблеми, яка характеризує ситуацію, що склалася, на момент активізації прецеденту, і рішення, яке містить список можливих варіантів прийняття рішень і список виконавців, пов'язаних з даною проблемою [5]. На основі цього ствердження можна надати наступне формальне визначення.

Прецедент e – це пара $\langle s, r \rangle \in \mathfrak{Z} = S \times R$, яка складається з ситуації $s \in S$ і пов'язаного з нею рішення $r \in R$.

Дані в СППР представлені множиною прецедентів P .

$$P = \{ \langle s_1, r_1 \rangle, \langle s_2, r_2 \rangle, \dots, \langle s_n, r_n \rangle \} \quad (1)$$

Кожен прецедент e_i може розглядатися як умовна імплікація:

$$s_i \Rightarrow r_i. \quad (2)$$

Таким чином, якщо задана деяка ситуація $s \approx s_j$ і існує прецедент $e_i = \langle s_j, r_j \rangle$, можна стверджувати, що r_j являється приближеним рішенням для ситуації s . Більш того, чим ближча ситуація s к ситуації s_j , тим правдоподібніше r_j являється рішенням для s .

Для знаходження ступеня близькості ситуації s до ситуації s_j і відповідно оцінки близькості рішення r_j до шуканого використовується функція подібності, на її основі строїться відношення подібності між прецедентами і виводиться міра подібності SM .

Прецедентна система являє собою структуру $\langle M, SM_\Omega K \rangle$, де M – сховище прецедентів; SM_Ω – міра подібності; K – множина формул мови L .

Множина формул K складає деяку базу знань о металах і їх хімічному складі.

Однією з головних задач СППР являється накопичення і упорядкування множини прецедентів. Алгоритм формування бази прецедентів включає наступні фази [6]:

1) завдання ваг при знаків для визначення рівня значимості прецеденту в базі, що розглядається;

2) кластеризація прецедентів за виявленими ознаками;

3) вибір необхідної множини прецедентів на основі критерію подібності ситуацій.

На першому етапі визначається оціночна функція ознак. Оціночна функція дозволяє в подальшому проводити відбір доречних прецедентів, використовуючи відношення подоби, яке побудоване на множині найбільш важливих ознак.

Отже необхідно визначити значення вагових коефіцієнтів ознак w таким чином, щоб значення оціночної функції було мінімальним. Для заданого набору ваг ознак:

$$w_j (w_j \in [0,1], j = 1..n), \quad (3)$$

і пари прецедентів e_p і e_q , вираз (4) визначає зважену міру близькості $d_{pq}(w)$, а вираз (5) – міру подібності прецедентів $SM_{pq}(w)$

$$d_{pq}^{(w)} = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j^2 (x_{pj} - x_{qj})^2}; \quad (4)$$

$$SM_{pq}^{(w)} = 1 / (1 + d_{pq}^{(w)}), \quad (5)$$

де x – значення ознак.

Оціночні функція ознак визначається наступним чином:

$$E(w) = 2 \cdot \left(\sum_p \sum_{q(q < p)} (SM_{pq}^{(w)} (1 - SM_{pq}^{(w)}) - (1 - SM_{pq}^{(w)}) SM_{pq}^{(w)}) \right) / (N(N - 1)) \quad (6)$$

де N – число прецедентів в базі прецедентів.

На наступному етапі виконується кластеризація бази прецедентів. Кластеризація використовується для прискорення операцій вибірки подібних прецедентів і попереднього розбиття бази прецедентів на компактні множини покриття [6].

В основу алгоритму кластеризації положення поняття матриці подоби, яка визначається на основі виразів (4) і (5). Алгоритм кластеризації наступний:

1) задається рівень значущості $\beta \in [0,1]$;

2) визначається матриця подібності $SM = (SM_{pq}(w))$;

3) визначається модифікована матриця подібності

$$SM1 = SM \circ SM = (S_{pk}), \quad (7)$$

де $S_{pk} = \max_k (\min (SM_{pq}(w), SM_{kq}(w)))$;

4) якщо $SM1 \subset SM$, то визначаються окремі кластери на основі правила «прецедент p і прецедент q належать одному і тому кластеру тоді і тільки тоді, коли $s_{pq} \geq \beta$ », у іншому випадку матриця SM замінюється на $SM1$ і виконується повернення до шагу 3.

Після того, як похідна база розділена на окремі кластери, можна реалізувати процедуру пошуку подібних прецедентів (на основі відношення подобі).

Відхилення характеристики досліджуваного металу $-\Delta X_i$, визначається як:

$$\Delta X_i = X_3 - X_i, \quad (8)$$

де X_3 – еталонне значення характеристики металу, описане у стандартах; X_i – отримане значення характеристики металу.

За допомогою визначення функції корисності, характеристики X_i приводяться до ізоморфного виду. Багатофакторна загальна оцінка відстані характеристики металу від еталонів описаних у стандартах буде мати вигляд:

$$L = \sum_{i=1}^n a_i \cdot \Delta X_i, \quad (9)$$

де a_i – вагові коефіцієнти значущості окремих характеристик.

Тоді принцип оптимальності буде мати вигляд:

$$X_n^0 = \arg_{x=X} \min_{i=1}^n a_i \cdot \Delta X_i. \quad (10)$$

Розробка баз прецедентів по визначенню марки металу може бути виконана найбільш досвідченими працівниками військового підприємства – експертами, які працюють безпосередньо з оцінкою металів.

Результати функціонування розробленої експертної системи підтримки прийняття рішень [7] стосовно визначення марки сталі приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати функціонування

Види сталі (стандарт)	Значення характеристик – X_i (ситуація – s_i),	Номер прецеденту у базі	Марка сталі (рішення – r_i)
Високоякісна (ГОСТ 1435-99)	0,7C; 0,18Cr; 0,2Mn; 0,024S; 0,018P	25	У7
Високоякісна (ГОСТ 1435-99)	0,87C; 0,22Cr; 0,27Mn; 0,02S; 0,023P	33	У9А
Якісна (ГОСТ 1050-88)	0,1C; 0,09Cr; 0,35Mn; 0,01S; 0,03P	12	08кп
Якісна (ГОСТ 1050-88)	0,07C; 0,14Cr; 0,55Mn; 0,03S; 0,03P	14	10пс
Якісна (ГОСТ 1050-88)	0,2C; 0,24Cr; 0,6Mn; 0,02S; 0,02P	19	20пс
Звичайна (ГОСТ 380-94)	0,09C; 0,2 Si; 0,43 Mn; 0,03S; 0,03P	3	Ст1сп
Звичайна (ГОСТ 380-94)	0,18C; 0,2Cr; 0,3Mn; 0,03Si; 0,04S	6	Ст3кп
Звичайна (ГОСТ 380-94)	0,25C; 0,29Si; 0,7Mn; 0,05S; 0,2Ni	8	Ст4сп

Таким чином, на основі відношення подібності і вибору прецеденту з бази знань о марках і хімічних складах металів, представляється можливим визначити марку металу у відповідності з відомим хімічним складом і кількісними характеристиками, які задають ситуацію, що вирішується.

Висновки

У роботі проаналізовано механізм застосування методу розсудів на основі прецедентів для визначення марки металу на військовому виробництві, зокрема використання функції корисності дозволило автоматизувати процес визначення марки сталі відповідно до стандартів. Запропонована схема функціонування експертної системи підтримки прийняття рішень стосовно визначення марки сталі.

Таким чином, для металографічного методу контролю якості металів на військовому виробництві було адаптовано метод прецедентів, що розширило область його використання.

Список літератури

1. Современная технология производства металлических отливок для вооружений и военной техники. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://vpk.name/news/>

40118_sovremennaya_tehnologiya_proizvodstva_metallichesk_ih_otlivok_dlya_vooruzhenii_i_voennoi_tehniki.html.

2. Богомолова Н.А. Практическая металлография / Н.А. Богомолова. – М.: Высшая школа, 1987. – 240 с.

3. Трахтенгеру Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений / Э.А. Трахтенгеру. – М.: Наука, 1998. – 420 с.

4. Aamodi A. Case-Based Reasoning: Foundation issues, methodological variations a system approaches / A. Aamodi, E. Plecza // A.I. Communications. – 1994. – P. 39-59.

5. Варшавский П.Р. Применение метода аналогий в рассуждении на основе прецедентов для интеллектуальных систем поддержки принятия решений / П.Р. Варшавский // Девятая нац. конф. по искусственному интеллекту с межд. уч. КИИ-2004. – М.: Физматлит, 2004. – С. 218-226.

6. Ничипоренко О.А. Использование технологии Case-Based Reasoning в проектировании программных систем / О.А. Ничипоренко // Перспективные информационные технологии и информационные системы. – Таганрог, 2002. – С. 27-32.

7. Смелянов В.О. Экспертная система для металографического контроля качества металлов / В.О. Смелянов // Научові праці. Сер. «Комп'ютерні технології». – 2009. – Вип. 104(117). – С. 218-221.

Надійшла до редколегії 8.12.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.С. Харченко, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського, «ХАІ», Харків.

АДАПТАЦИЯ МЕТОДА ПРЕЦЕДЕНТОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРКИ МЕТАЛЛА

В.А. Емельянов, О.Н. Фоменко

В статье описана проблема контроля качества металлов на военном производстве. Отражена целесообразность использования теории прецедентов для металлографического анализа. Разработан метод определения марки металла в соответствии с существующими стандартами на основе теории прецедентов, что позволило автоматизировать процесс определения марки металла. Приведена схема функционирования прецедентной экспертной системы.

Ключевые слова: метод прецедентов, функция полезности, химический состав металла, марка металла.

ADAPTATION OF THE PRECEDENT METHOD FOR SUPPORT OF DETERMINING GRADE METAL

V.A. Iemeljanov, O.N. Fomenko

The article describes an issue of quality control of metals in military production. Reflected the usefulness of the theory of precedents for metallographic analysis. The method for determining grade metal in accordance with existing standards based on the theory of precedents is developed that will automate the process identify a brand of metal. The scheme of the functioning of the precedent of the expert system is described.

Keywords: precedent method, the utility function, the chemical composition of metal, metal stamp.