

ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ВИБІР ЗМІЦНЮЮЧИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, nikolay_zenkin@ukr.net

В статті розглянуто основні аспекти вибору зміцнюючих покриттів, представлено конкретизований алгоритм для вибору покриття та зазначено переваги використання запропонованого алгоритму.

Ключові слова: деталі машин, відновлення, зміцнення, покриття, вибір.

Постановка проблеми у загальному вигляді. В залежності від умов експлуатації до робочих поверхонь деталей машин висувають певні вимоги щодо зносостійкості, жаростійкості, корозійної стійкості тощо [1 - 3]. Збільшення терміну придатності деталей машин можна забезпечити шляхом утворення на поверхні цих деталей покриттів з високим рівнем корозійної стійкості при високих температурах, зносостійкості, твердості, жаростійкості тощо. Застосування технології поліпшення властивостей поверхні матеріалів розширює перспективу проектування та виробництва різноманітного обладнання з більш високим рівнем експлуатаційних показників, що, в свою чергу, дозволяє зменшити енерговитрати та збільшити продуктивність праці в різних галузях промисловості [4].

Вибір матеріалу та методу нанесення того чи іншого покриття залежать від здатності виробу протистояти впливу середовища, в якому він буде працювати. Крім цього, поліпшення якості поверхні матеріалів дозволяє проектувати та виготовляти більш працездатні машини та апарати. Застосування покриттів дає можливість, поєднавши властивості двох або більш матеріалів (підложки та покриття, або покриттів), одержати композити з такими характеристиками, які не можна отримати при використанні лише одного матеріалу [5, 6].

Грунтуючись на ряді переваг, які властиві сучасним зміцнюючим покриттям і методам їх утворення на поверхні деталей сформульована актуальна **мета даної роботи** – запропонувати підхід, що дозволить формалізувати процес вибору покриттів.

Виклад основного матеріалу дослідження. На сьогодні існують сотні різновидів зміцнюючих покриттів. Вони мають різне призначення, характеризуються десятками показників. Для їх вибору необхідно враховувати багато умов. Навіть для спеціалістів з покриттів практично неможливо знати та пам'ятати всю цю інформацію. Тим часом задача вибору найкращого покриття для використання при виготовленні чи відновленні деталей повинна розв'язуватися. В зв'язку з цим виникає проблема формалізації процесу вибору.

На рис. 1 наведено схему інформаційних потоків при прийнятті рішення про вибір покриття. Як видно з неї, процедура вибору є багатокроковою і вимагає використання методів із різних галузей знань.

Вихідною точкою процесу прийняття рішення при виборі покриття є технічне завдання на технологічний процес чи виріб, який повинен бути спроектовано. Відносно постійна інформація зберігається в базі даних, що складається з двох незалежних частин:

- 1) дані про покриття та технології, що зміцнюють поверхню;
- 2) дані про умови експлуатації деталі в залежності від її класу.

Виходячи з технічного завдання необхідно визначити клас деталі та сформулювати економічні, екологічні вимоги та умови використання. Під умовами використання маються на увазі умови, що використовуються для прийняття рішень типу: деталь повинна бути максимально дешевою і періодично замінюватись, або деталь буде мати максимальну довговічність, або деталь має забезпечувати певний гарантований ресурс і при цьому мінімальну вартість. Справа в тому, що такі формулювання не є ні чисто економічними ні чисто технічними.

Після вибору класу деталі, а за класом – умов її експлуатації необхідно виконати уточнення: виключити (або, навпаки, включити) зі списку вимог умови експлуатації, які не

відповідають конкретному технічному завданню. Якщо конкретна деталь, яку необхідно виготовити, не підпадає ні під один із приведених класів, або має особливості умов використання, що не відображені у відповідному класі, то їх необхідно додати додатково. Це може бути виконано за допомогою спеціальної класифікаційної таблиці. Крім того, необхідно внести уточнення в умови експлуатації, що впливають безпосередньо з технічного завдання. Наприклад, умови експлуатації даного класу деталей вимагають зміцнення деталі для продовження терміну експлуатації. Але в технічному завданні може бути поставлена умова розробки дуже дешевих деталей, які будуть замінюватись через певний термін експлуатації.

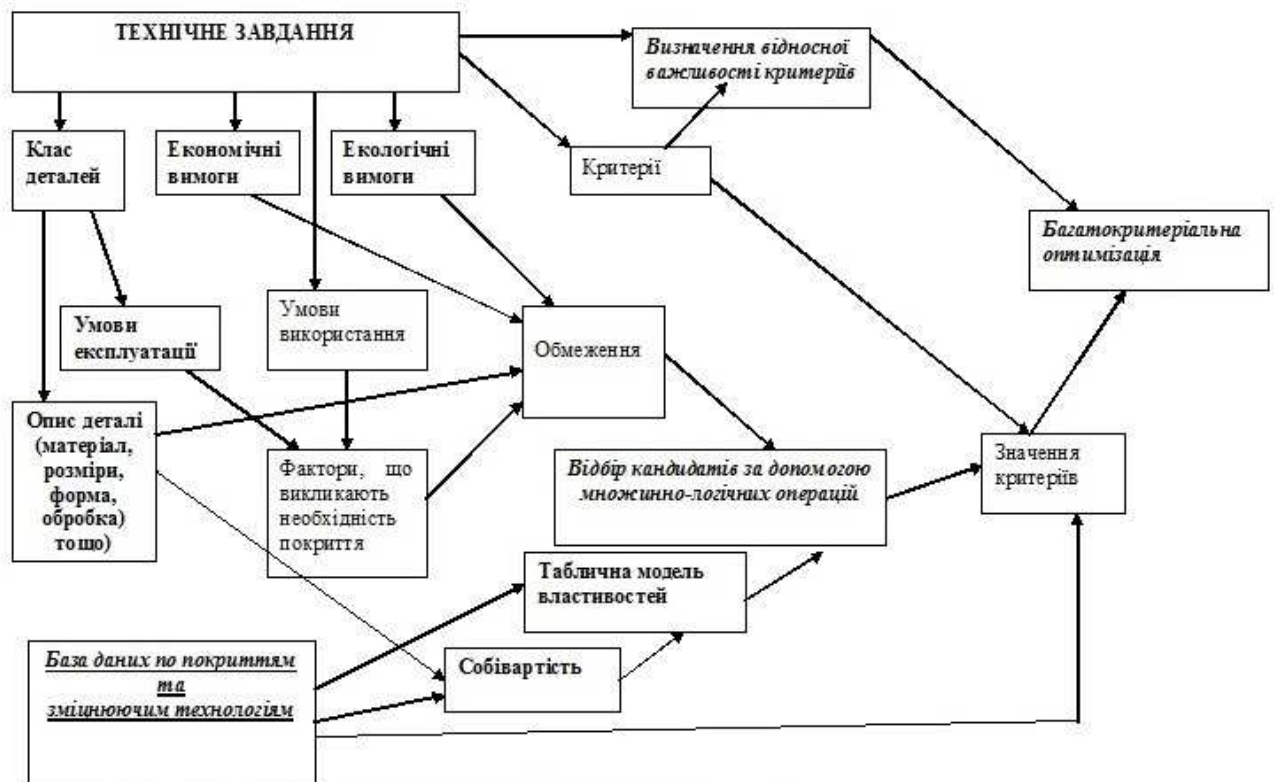


Рис. 1. Структура процесу інформаційних потоків при прийнятті рішення про вибір покриття

Крім того, технічне завдання визначає і інші умови, наприклад, екологічні, що залежать від того як планується використання деталі чи виробу.

Фактично для вибору покриття необхідно виконати наступну послідовність дій:

1. За класом деталі встановити умови її експлуатації, тобто сукупність зовнішніх впливів.

2. Із сукупності зовнішніх впливів визначити можливі наслідки.

3. Виходячи з можливих наслідків встановлюються критичні властивості покриття.

4. З критичних властивостей покриття вибрати групу покриттів

5. Відкинути з групи ті покриття, які не відповідають іншим умовам (технічним, екологічним, конструкційно-технологічним тощо).

6. Вибрати з групи покриттів ті, чиї властивості найкращі за сукупністю критеріїв (технічні, економічні, екологічні).

7. Взагалі, виходячи з транзитивності логіко-множинних операцій, можливе вилучення п.3 і встановлення прямої залежності між зовнішніми впливами та критичними властивостями покриттів. Це вимагає спочатку створення як залежності “Зовнішні впливи” \Rightarrow ”Можливі наслідки” так і моделі ”Можливі наслідки” \Rightarrow ”Критичні властивості покриття”, а потім об’єднання моделей в одну “Зовнішні впливи” \Rightarrow “Критичні властивості покриття”.

Треба зауважити, що якщо з точки зору створення автоматичної системи вибору вилучення проміжного етапу є бажаним, то для людино-машинної, яка передбачає участь людини на кожному етапі роботи для уточнення – цей етап повинен залишитися [6]. Він може забезпечувати технолога необхідною інформацією для прийняття рішення та корегування вхідної інформації системи.

Таким чином, вихідними даними для вибору покриття є:

- Деталь D.

- Множина опису технічного завдання $T_3 = \{\{K\}, \{Ш\}, \{C\}, \{E\}, \{T\}\}$, де $\{K\}$ – конструкторсько-технологічні умови, $\{Ш\}$ – екологічні вимоги, $\{C\}$ – сумісність, $\{E\}$ – економічні, $\{T\}$ – технічні.

Множини вимог $\{K\}$, $\{Ш\}$, $\{C\}$ можна звести до бінарних векторів: є вимога (1), або немає даної вимоги (0). Що стосується множин $\{E\}$ та $\{T\}$ то вони не можуть бути повністю зведені до бінарних. В зв'язку з цим доцільно останні множини ($\{E\}$ та $\{T\}$) використати на етапі багатокритеріального вибору покриття, а перші ($\{K\}$, $\{Ш\}$, $\{C\}$) – для відбору множини підходящих видів покриття. Для відбору використовуються наступні табличні моделі:

- “Клас деталі” \Rightarrow “Зовнішні впливи”;
- “Зовнішні впливи” \Rightarrow “Критичні властивості покриття”;
- “Вид покриття” \Rightarrow “Властивості покриття”.

Табличні моделі по формі є таблицями, що мають дві частини [7]. Перша частина складається з бінарних векторів (рядків), що описують вихідні властивості об'єкту, а друга частина – з бінарних векторів, які описують результуючі властивості. Кожен стовпчик таблиці відповідає якійсь властивості, а рядок – об'єкту. При роботі алгоритму по вибору множини підходящих покриттів таблиці вважаються бінарними. Тобто, вони містять або 1, якщо властивість має місце, або 0 в протилежному випадку. Насправді в базі даних зберігаються фактичні значення параметрів відповідної властивості. Ці дані використовуються на останньому етапі вибору для формування ранжированого ряду з множини покриттів на основі їх властивостей.

Конкретизований алгоритм для вибору покриття має наступний вигляд.

1. Визначити деталь D і сукупність вимог $T_3 = \{\{K\}, \{Ш\}, \{C\}, \{E\}, \{T\}\}$.
2. Вибрати клас деталей за умовами експлуатації, до якого належить деталь, тобто знайти клас C_i для якого виконується умова. $C_i \subseteq D$. При цьому вважається, що деталь може належати тільки до одного класу.
3. За класом деталі із табличної моделі “Клас деталі” \Rightarrow “Зовнішні впливи” отримується множина зовнішніх впливів: $C_i \Rightarrow \{З\}$.
4. Виконується корегування множини зовнішніх впливів: $\{З\} = (\{З\} \vee \{D_1\}) \oplus \{O_1\}$. Тут $\{D_1\}$ – множина умов, що необхідно додати, а $\{O_1\}$ – множина умов, які необхідно виключити. Корегування відбувається за допомогою виконання поелементних логічних операцій над вказаними бінарними масивами.
5. За допомогою моделі “Зовнішні впливи” \Rightarrow “Критичні властивості покриття” отримується множина критичних властивостей покриття $\{Кр\}$: $\{З\} \Rightarrow \{Кр\}$.
6. Створюється множина умов, яким має відповідати покриття (U) як об'єднання всіх умов $U = \{Кр\} \cup \{K\} \cup \{Ш\} \cup \{C\}$.
7. Вибрати множину покриттів $\{П\}$, які відповідають сукупності вимог U. Це будуть покриття, для яких виконується умова $U \equiv U \wedge V_i$. Тут V_i – I-й рядок табличної моделі опису покриттів, що відповідає одному покриттю.
8. Якщо множина $\{П\}$ складається з одного елемента, то вибір закінчено і приймається це єдине покриття.
9. Якщо множина $\{П\}$ пуста ($\{П\} \equiv \emptyset$), то перейти в п. 1 для корегування умов $T_3 = \{\{K\}, \{Ш\}, \{C\}, \{E\}, \{T\}\}$, або в п. 4 для заміни множин $\{D_1\}$ та/або $\{O_1\}$.
10. Визначити множину критеріїв якості $\{Я\}$ для порівняння різних видів покриття, що ввійшли в множину $\{П\}$. $\{Я\} = (\{П\} \Rightarrow \{E\}) \cup (\{П\} \Rightarrow \{T\}) \cup (\{П\} \Rightarrow \{Ш\})$. Множина $\{Я\}$ включає ті характеристики для, яких можливо обчислення числових оцінок. Крім того, множини ($\{П\} \Rightarrow \{E\}$), ($\{П\} \Rightarrow \{T\}$) і ($\{П\} \Rightarrow \{Ш\}$) в загальному випадку необхідно корегувати. Це зв'язано з тим, що ми повинні мати набір критеріїв, які можуть бути обчислені для кожного

покриття з множини $\{P\}$. Тому насправді множина $(\{P\} \Rightarrow \{E\})$ (як і дві інші) є результатом по елементних логічних операцій $(\{P_1\} \Rightarrow \{E_1\}) \wedge (\{P_2\} \Rightarrow \{E_2\}) \wedge \dots (\{P_i\} \Rightarrow \{E_i\}) \wedge (\{P_k\} \Rightarrow \{E_k\})$ і т.д. Тут k – кількість елементів у множині $\{P\}$.

11. Виконати корегування множини критеріїв аналогічно п.4: $\{Y\} = (\{Y\} \vee \{D_2\}) \oplus \{O_2\}$.

12. Вибираються з бази даних, або розраховуються значення елементів множини $\{Y\}$.

13. Формується множина вагових коефіцієнтів $\{W\}$, яка визначає значимість вибраних критеріїв.

14. Розраховується значення комплексного критерію якості $\{R\}$ для кожного елементу множини $\{P\}$.

15. Вибирається покриття з найбільшим значенням R_i .

Висновки. Таким чином, в результаті дій за описаним алгоритмом ми отримуємо покриття, найбільш оптимальне для зазначених умов. Слід вказати, що результат роботи в значній мірі залежить від формалізації задачі. Тобто від того, як технолог визначить вихідні умови $T_3 = \{\{K\}, \{Ш\}, \{C\}, \{E\}, \{T\}\}$, а також виконає корегування $\{D_1\}, \{O_1\}$ та $\{D_2\}, \{O_2\}$.

Перевагою використання формалізованого вибору є:

1. Врахування великої кількості умов, що впливають на вибір найкращого покриття.
2. Можливість вибору з максимально можливої кількості покриттів-кандидатів.
3. Зменшення ризику помилок при відборі.
4. Можливість порівнювати покриття за сукупністю критеріїв якості.
5. Можливість отримати оцінки порівняльної комплексної якості критеріїв для порівняння.

При формальному переборі в п. 4 можливе врахування кількох десятків факторів, що впливають на вибір покриття, в п. 2 можна вибирати із сотень покриттів, а в пп.4, 5 виконувати вибір за великою кількістю показників. Для людини врахування більше 5–7 показників одночасно практично неможливо (одночасно людина може оцінювати не більше чим 7 ± 2).

Запропонований підхід дозволяє формалізувати процес вибору покриттів. Зміст вихідної інформації може постійно змінюватися та доповнюватися.

Список літературних джерел

1. Зенкін Н.А., Василенко И. Ю., Здельник З.А. Оценка конкурентоспособности продукции машиностроения в условиях рыночной экономики / Вісник інженерної академії України. - 2011. - №1. – С. 274 - 277.

2. Зенкін М.А., Василенко І. Ю. Обґрунтування вибору зміцнюючих покриттів відповідальних деталей машин / Вісник КНУТД. – К., КНУТД. – 2012. - №6(68). – С. 69 - 76.

3. Товт М.В., Зенкін М.А., Івасенко М.В. Побудова комплексної методики для визначення важливих характеристик якості жаростійких покриттів та їх високотемпературної стабільності. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2006. - №6/3 (24).– С. 9 - 12.

4. Зенкін М.А., Заєць М.О. Оцінка характеристик якості жаростійких покриттів Вісник інженерної академії України. – Київ, 2013 - № 1.– С. 232 – 235.

5. Лапач С.Н. Оптимизация режимов обработки жаропрочных никелевых сплавов инструментом из сверхтвердого материала / Надежность режущего инструмента и оптимизация технологических систем. Научно-технический сборник в 2-х томах, – Т. 2. – Краматорск: – 1997, – С. 122 – 128.

6. Лапач С.Н. Проблемы построения математических моделей экспериментально-статистическими методами // Прогресивна техніка і технологія машинобудування, приладобудування і зварювального виробництва. Праці НТУУ “КПІ”, –Т. 2, –К.: НТУУ “КПІ”, – 1998. –С.25-29.

7. САПР. Типовые математические модели объектов проектирования в машиностроении. Методические указания. РД50–464-84. – М.: Изд. Стандартов, 1985. – 201с.