

УДК 629.4.014.1

МЕТОДОЛОГІЯ НАПРАВЛЕННОГО ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В. М. Остапчук

Українська державна академія залізничного транспорту
пл. Фейєрбаха, 7, 61050, м. Харків, Україна. E-mail: fedcirina@yandex.ru.

Розглянута методологія направленої вибору технології відновлення деталей транспортного призначення, яка охоплює весь його життєвий цикл, зокрема матеріалу виробу та його елементів, технологію ремонту, відновлення та їх утилізацію. З точки зору системного підходу виділено дві сфери існування виробів – інформаційну та матеріальну. Встановлений взаємозв'язок інформаційної та матеріальної сфери створення й існування виробів, що включає науково-технічну підготовку виробництва, конструкторську підготовку та технологічну підготовку виробництва. Важливе значення при виборі технологій відновлення деталей транспортного призначення мають екологічність, ресурсозбереженість та операційність технологічних процесів. Основна задача при відновленні деталей засобів транспорту – забезпечення заданих експлуатаційних властивостей, а саме, зносостійкість, задиростійкість з певним значенням коефіцієнта тертя залежно від умов експлуатації деталей.

Ключові слова: системний аналіз, методологія направленої вибору, багаторівневий процес, етапи життєвого циклу.

МЕТОДОЛОГІЯ НАПРАВЛЕННОГО ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВОССТАНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО НАЗНАЧЕННЯ

В. Н. Остапчук

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта
пл. Фейєрбаха, 7, 61050, г. Харьков, Украина. E-mail: fedcirina@yandex.ru.

Рассмотрена методология направленного выбора технологии восстановления деталей транспортного назначения, которая охватывает весь его жизненный цикл, в частности материала изделия и его элементов, технологию ремонта, восстановления и их утилизацию. С точки зрения системного подхода выделены две сферы существования изделий – информационную и материальную. Установлена взаимосвязь информационной и материальной сферы создания и существования изделий включает научно-техническую подготовку производства, конструкторскую подготовку и технологическую подготовку производства. Важное значение при выборе технологий восстановления деталей транспортного назначения имеет экологичность, ресурсосбережение и операционность технологических процессов. Основная задача при восстановлении деталей средств транспорта – обеспечения заданных эксплуатационных свойств, а именно износостойкость, задиростойкость с определенным значением коэффициента трения в зависимости от условий эксплуатации деталей.

Ключевые слова: системный анализ, методология направленного выбора, многоуровневый процесс, этапы жизненного цикла.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ Методологічний напрям у науці полягає в розробці методів дослідження і конструювання, складно організованих об'єктів – систем різних типів і класів та є теоретичною і методологічною основою системного аналізу.

Системний аналіз включає ряд інших, підлеглих йому методів, які ігнорують в його рамках. Одним із них є метод направленої вибору, який, являє собою сукупність спеціальних методів дослідження, з яких в тому або іншому випадку вибирається найбільш адекватний з них.

Метою роботи є вибір раціональних технологічних параметрів ресурсозберігаючих екологічних технологій відновлення деталей транспортного призначення із забезпеченням заданих експлуатаційних властивостей.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Методологія направленої вибору технології відновлення деталей транспортного призначення охоплює весь його життєвий цикл, що включає: матеріал виробу та його елементів, технологію ремонту і відновлення їх [1]. З точки зору системного підходу можна виділити дві сфери існування виробу: інформаційну і матеріальну (рис. 1).

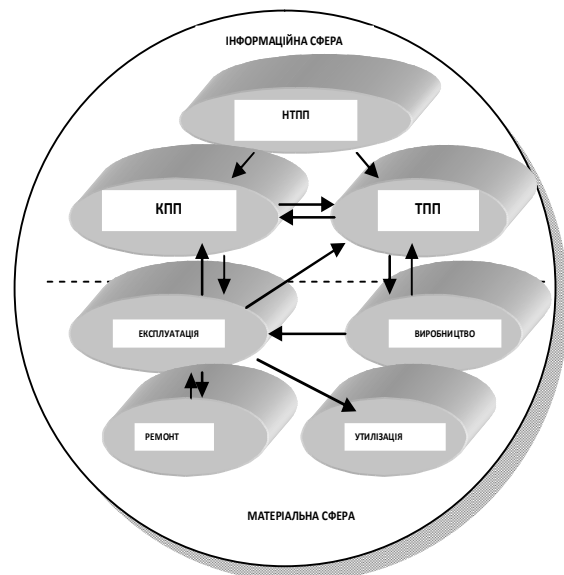


Рисунок 1 – Взаємозв'язок інформаційної і матеріальної сфер створення і існування виробів; НТПП – науково-технічна підготовка виробництва; КПП – конструкторська підготовка виробництва; ТПП – технологічна підготовка виробництва)

У даній інтерпретації просліджується сам метод системного аналізу. Сукупність проблем і питань, пов'язаних із розробкою технології підвищення зносостійкості деталей транспортного призначення, визначають наочну галузь методології в даному дослідженні.

Останнім часом, враховуючи необхідність вирішення оптимізаційних завдань, значно зростає роль інформаційної сфери. Проте відсутність виявлених закономірностей по формуванню необхідної якості поверхневого шару деталі після відновлення вимагає проведення значних експериментів для правильного вибору технологічного процесу ще до його запуску у виробництво.

НТПП через розробку і використання нових технологій, через виявлення закономірності ходу виробничих процесів робить вплив на КПП і ТПП.

При обробці виробів на технологічність з урахуванням стадій їх життєвого циклу відбувається коректування властивостей виробів або підбирається раціональна технологія виготовлення. Залежно від технологічної раціональності конструкції виробу можуть істотно змінюватися економічні, енергетичні, екологічні показники виробництва та якісні показники виробів. Характеристики виробу, отримані на стадії виробництва, виявляються у сфері експлуатації. При цьому по мірі морального старіння виробів до них пред'являються більш високі вимоги. Це спричиняє за собою необхідність зміни, як конструкції, так і технології виготовлення виробу. Вимоги до виробів постійно підвищуються, що вимагає нових досліджень і подальшого просування НТПП. Експлуатація тісно взаємозв'язана з ремонтом виробів. Від правильності експлуатації залежить кількість і терміни ремонтів. У свою чергу, якість виконаного ремонту визначає тривалість експлуатації виробу до наступного ремонту або утилізації. Останньою стадією існування виробу є його утилізація. На даний час ще мало розроблені ефективні технології утилізації відходів промислових виробництв.

Необхідність використання системного підходу при проведенні досліджень вимагає аналізу та доцільного використання методології направленої вибору технологій досягнення заданої якості поверхневих шарів виробів на всіх стадіях їх життєвого циклу (рис. 2).



Рисунок 2 – Використання методології направленої вибору технології відновлення деталей транспортного призначення на різних етапах життєвого циклу

На етапі конструкторської підготовки виробництва, при проектуванні виробів, що виконують ті або інші функції, поважно знати методи, використання яких забезпечать необхідні характеристики поверхні і відповідно до цього призначати їй якісні показники (технологічна раціональність конструкції) [2]. Як показує практика виробництв таких методів може бути багато.

На етапі технологічної підготовки виробництва, знання методології, технологія відновлення деталей транспортного призначення дозволяє планувати раціональну технологію набуття заданих властивостей.

Використовуючи результати планованих наукових досліджень, з'явиться можливість проектувати вибір раціонального способу здобуття заготовок деталей. Можливо, вони виготовлятимуться з менш дешевих матеріалів, з меншими припусками на обробку тощо. Не унеможливлено, скорочення числа і тривалості окремих її етапів раціональнішого вживання термічної обробки заготовок скорочення числа і тривалості окремих її етапів.

Знаючи закономірності технології відновлення деталей, після механічної обробки з'являється можливість вибрати її методи, які будуть найбільш придатні і економічно обгрунтовані.

Отримувані результати досліджень також необхідно знати при плануванні і здійсненні складального процесу. Вибір тих або інших операцій зборки: зварка, склеювання, збірка з термодією та інші – залежить від якості відновленої деталі. Це призводить до глибшого аналізу складального процесу, оскільки на завершальних стадіях виробничого процесу остаточно формується необхідні характеристики деталей.

Використання методології на етапі ремонту деталей дозволяє економічніше вирішити завдання відновлення їх працездатності. Отримані результати також необхідно знати для раціональної утилізації деталей, оскільки переробка виробів багато в чому залежить від складу і структури деталей. Методів досягнення при відновленні деталей транспортного призначення, може бути декілька.

При вирішенні завдань по відновленню зношених деталей поважно враховувати не лише вартісні, але і екологічні характеристики технологічних процесів (рис. 3).

Витрати на підтримку екологічних характеристик виробу відповідного рівня вносяться до суми загальних витрат. Проте, екологічні характеристики можуть бути використані як самостійний критерій оптимізації при прийнятті заздалегідь відібраних економічно доцільних варіантів.

При оптимізації може змінюватися набір методів, використовуваних для формування поверхні заданої якості, кількість шарів і режими роботи вживаного устаткування.

На більш високому рівні завдання оптимізації може бути вирішена з врахуванням всіх стадій життєвого циклу виробу.

При цьому необхідно аналізувати на всіх стадіях життєвого циклу виробу вираш шару матеріалу.

Збільшення розмірності вирішуваного оптимізаційного завдання може привести до необхідності використання методу динамічного програмування.



Рисунок 3 – Взаємозв'язок показників технологічності виробів на різних етапах життєвого циклу

Використовуючи результати планованих в даній роботі наукових досліджень, з'явиться можливість проектувати вибір раціонального способу отримання заготовок деталей.

Можливо, вони будуть виготовлятися з менш дешевих матеріалів, з меншими припусками на обробку і т.п.

Не виключена можливість більш раціонального застосування термічної обробки заготовок, скорочення числа і тривалості окремих її етапів.

Знаючи закономірності управління якістю поверхневого шару після механічної обробки існує можливість вибрати методи механічної обробки, які будуть найбільш придатні і економічно обґрунтовані.

Отримані результати досліджень також необхідно знати при плануванні та здійсненні складального процесу. Вибір тих чи інших операцій складання: зварювання, склеювання, складання з термо-воздействия та ін. – залежить від якості отриманого раніше поверхневого шару.

Це призводить до більш глибокого аналізу складального процесу, тому що на заключних стадіях виробничого процесу остаточно формується необхідні характеристики машини (вироби).

При формуванні поверхневого шару із заданими характеристиками змінюються методи контролю та випробування виробів.

Знаючи якісний склад поверхонь деталей, можна прогнозувати в яких діях виріб буде працювати краще, в яких – гірше і у зв'язку з цим, використовуючи одержувані результати, можна керувати процесом експлуатації виробу.

Використання методології на етапі ремонту виробів дозволяє більш економічно вирішити завдання відновлення їх працездатності. Як показує практика на, цьому етапі застосування результатів наукових досліджень дає значний економічний ефект.

Отримані результати також необхідно знати для раціональної утилізації виробів, тому що переробка виробів багато в чому залежить від складу і структури деталей, складових виробу.

Враховуючи те, що методів досягнення заданої якості поверхневих шарів, може бути кілька, граф переходу поверхні з одного якісного стану в інший має вигляд, показаний на рис. 4.

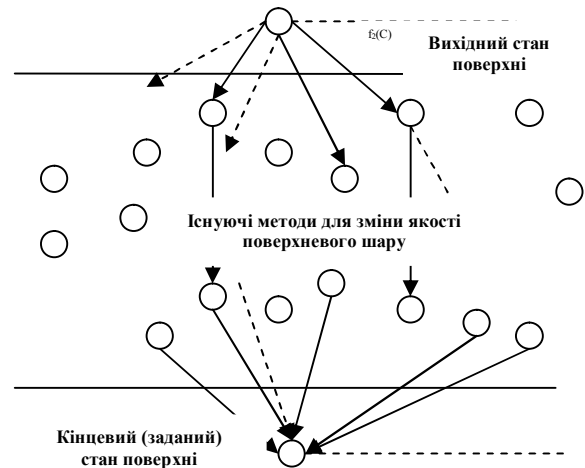


Рисунок 4 – Граф переходу поверхні виробу з одного стану в інший (цільова функція – витрати за перерахування поверхні з одного стану в інше)

Цільова функція визначає якість управління процесом отримання виробом заданих характеристик при використанні одного з методів і в загальному вигляді завдання оптимізації наводиться у вигляді [2]:

$$Q = \text{extr} \left\{ \frac{f_0(x, \omega)}{x \notin D} \right\}$$

при технологічних обмеженнях: $g(x, \omega) \leq 0; f(x) \leq 0; a_i \leq x_i \leq b_i$,

де $f_0(x, \omega)$ – критерій оптимізації, що залежить від керованих x і постійних ω параметрів процесу; D – область допустимих значень x ; a_i, b_i – постійні.

Оптимізація може бути як структурна - оптимізація кількості використовуваних методів або шарів, що наносяться на поверхню, так і оптимізація і па-

раметрична оптимізація параметрів технологій, що використовуються для формування поверхні із заданими властивостями.

Враховуючи те, що кожен з параметрів зміни якості поверхні виробу протікає за своїми законами й у відповідних умовах, причому задану якість поверхні може бути досягнуто невеликою кількістю методів, задачу оптимізації можна вирішувати методом лінійного програмування. При цьому будується мережева модель можливих методів (рис. 5), набір яких дозволяє отримати поверхню заданої якості.

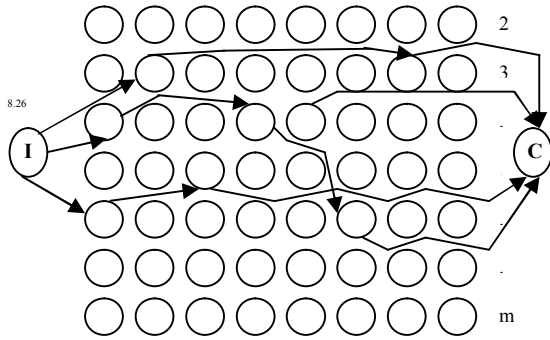


Рисунок 5 – Мережева модель можливих методів досягнення необхідної якості поверхневого шару виробів

На ребрах вказується вагові коефіцієнти прийнятого критерію оптимальності. Розмірність матриці $(m \times m)$ відповідає кількості аналізованих методів. Ребрами з'єднують ті методи, набір яких може бути використаний для отримання поверхні заданої якості. На початку матриці, що відображає мережеву модель, варто вершина, що характеризує початок «I» (витік) процесу, а наприкінці – вершина характеризує закінчення процесу («C» (сток)) отримання

поверхонь виробу із заданою якістю. У виробі може бути кілька поверхонь з різними якісними характеристиками. Тому набір використовуваних методів в цілому по виробу може бути збільшений. Застосовуючи стандартні алгоритми [2] визначення найкоротшого шляху на мережі, визначається шлях, що має оптимальне значення заданих показників.

Завдання оптимізації формується так [2]:

мінімізувати:
$$\sum_{j \in c(i)} \sum \Delta R_{ji} \vartheta_{ji} = 1$$

при обмеженнях: для $k = I$ (витік);

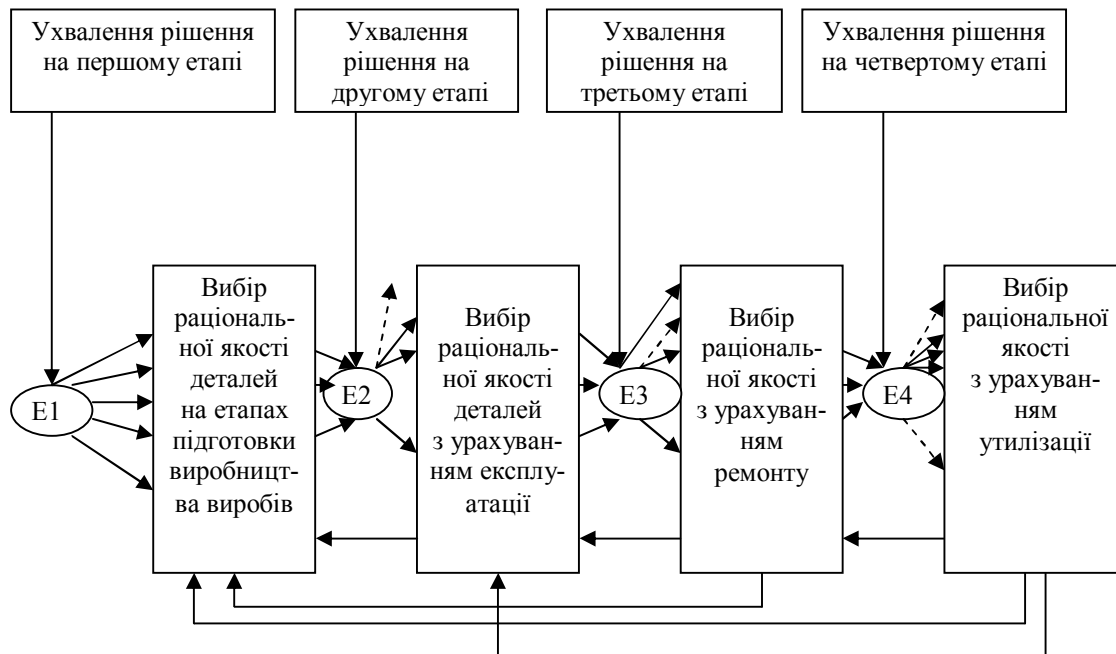
$$\sum_{kj \in \vartheta} \vartheta_{kj} - \sum_{jke} \vartheta_{jk} = 0$$

для k – проміжних; для $k = C$ (сток),

де $\vartheta_{ji} \geq 0$ для всіх дуг мережі; k – номер вершини мережі; kj – витоки дуг з вершини k у вершину j ; ik – у вершину k втікають дуги з попередніх вершин i .

При вирішенні завдань поліпшення якості поверхневого шару важливо враховувати не тільки вартісні, а й екологічні характеристики процесу.

Витрати на підтримку екологічних характеристик виробу відповідного рівня вносяться в суму загальних витрат. Однак, екологічні характеристики можуть бути використані в якості самостійного критерію оптимізації при прийнятті попередньо відібраних економічно доцільних варіантів. При оптимізації може змінюватися набір методів, використовуваних для формування поверхні заданої якості, кількість шарів та режими роботи обладнання, що застосовується. У загальному вигляді модель проектування і вибору якості деталей виробу з урахуванням етапів життєвого циклу наведена на рис. 6.



E1..E4 – етапи ухвалення рішення про якість деталі

Рисунок 6 – Модель багаторівневого процесу ухвалення рішення про якість деталей виробу

На більш високому рівні завдання оптимізації може бути вирішена з урахуванням всіх стадій життєвого циклу виробу. При цьому необхідно аналізувати на всіх стадіях життєвого циклу виробу вираш шару матеріалу. Збільшення розмірності розв'язуваної оптимізаційної задачі може призвести до необхідності використання методу динамічного програмування.

На кожному з рівнів проектування вибирається декілька раціональних варіантів. При ухваленні рішення на *i*-му код-рівні кількість даних варіантів може бути збережене, зменшене або збільшене.

ВИСНОВКИ. Багаторівневий підхід дозволяє спростити складне завдання шляхом декомпозиції її на декілька простіших і одночасно скоротити число аналізованих варіантів.

THE METHODOLOGY OF PURPOSE-ORIENTED RECOVERY TECHNOLOGY CHOOSING FOR THE TRANSPORTATION MACHINERY DETAILS

V. Ostapchuk

Ukrainian State Academy of Railway Transport

Feuerbach Sqr., 7, 61050, Kharkov, Ukraine. E-mail: fedcirina@yandex.ru

In the article, the author has described a methodology of purpose-oriented technology choosing for recovery of the parts of transportation machinery that cover their whole life cycle (including material and components, repair and reconstruction technologies, refurbishment and recycling). Systematically, it was identified two areas where the products exist, namely, the informational area and the material one. It was found the connection between the informational and material scopes of creation and life cycle of the products. It includes scientific and technical preparation of production, as well as design and technological preparation of manufacturing. The environmental problems, resource saving and operational effectiveness of the process are of vital importance while choosing the recovery technology for the transportation details. The main problem of the reconstruction of the parts of transport machinery is providing the performance and operational characteristics specified, namely, wear resistance, score resistance with a particular value of the friction coefficient depending on the running conditions.

Key words: systems analysis, purpose-oriented methodology, multi-level process, life cycle stages.

REFERENCES

1. Avduevskii, V.A., Ishlinsky, A.U., Samples, I.F. et al. (1985), *Nauchnye osnovy progressivnoi tekhniki i tekhnologii* [Scientific basis of advanced equipment and technology], Mechanical Engineering, Moscow, Russia.
2. Spiridonov, A.A., Vasiliev N.G. (1975), *Planirovanie eksperimenta pri issledovanii i optimizatsii tekhnologicheskikh protsessov* [Experiment in planning and optimization of technological processes: manual], Sverdlovsk, Russia.

ЛІТЕРАТУРА

1. Научные основы прогрессивной техники и технологии / В.А. Авдеевский, А.Ю. Ишлинский, И.Ф. Образцов и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 376 с.
2. Спиридонов А. А., Васильев Н. Г. Планирование эксперимента при исследовании и оптимизации технологических процессов: учебное пособие. – Свердловск, 1975. – 140 с.
3. Балтер М.А. Упрочнение деталей машин. – М.: Машиностроение. – 1987. – 184 с.
4. Кузнецов Г.Д. Сравнительная оценка эффективности процессов обработки покрытий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1974. – № 5. – 146 с.

3. Balter, M.A. (1987) *Uprochnenie detalei mashin* [Hardening of machine parts], 2nd ed., rev. and add, Mechanical Engineering, Moscow, Russia.
4. Kuznetsov, G.D. (1974), "Comparative evaluation of the efficiency of the processing of coatings", *Izv.vuzov. Chernaya metallurgiya*, no. 5, pp. 146.

Стаття надійшла 12.09.2013.