

**РУХОМИЙ СКЛАД ТА СПЕЦІАЛЬНА ТЕХНІКА
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ. ВАГОНИ**

УДК 629.44:629.4.083

*Канд. техн. наук І.Д. Борзилов,
С.А. Грабелько*

**МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
РЕМОНТУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ ТА ЇХ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН**

Представив д-р техн. наук, професор І.Е. Мартинов

Постановка проблеми. Відомо, що найбільші переваги економічна структура може досягти через інновації, причому за умов використання нововведень за різними напрямками, такими, як впровадження новітніх технологій та застосування нових методів роботи [1]. Схожі проблеми та задачі стоять й перед вагонним господарством української залізниці у контексті довгострокової перспективи, а також розглядається стратегічна програма модернізації виробничо-технічної бази з метою підвищення ефективності використання вагонного парку.

Одним із основних напрямків реформування вагонного господарства стане вирішення завдання щодо впровадження сучасних інноваційних енергоефективних технологій на вагоноремонтних підприємствах. Однак на цей час такі технології знаходяться на досить низькому рівні або потребують проектування. Ступінь глибини розроблення та деталізації багатьох технологічних процесів знаходиться на рівні маршрутного описання, а в деяких випадках на рівні технологічних інструкцій.

Проблема підвищення ефективності виробництва за рахунок моделювання та впровадження сучасних інноваційних енергоефективних технологій на

вагоноремонтних підприємствах є на теперішній час актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми впровадження різного роду інноваційних технологій у виробничий процес ремонту вагонів досліджувалися в роботах [2-3].

Однак слід відмітити, що в теперішній час ще не створено моделі цих інноваційних процесів та не досліджено їх вплив на якість ремонту з метою підвищення ефективності використання вагонного парку.

Спираючись на результати аналізу останніх досліджень і публікацій, можна констатувати, що ще не достатньо уваги приділяється стратегії розвитку вагоноремонтних підприємств, будові математичних моделей технологічних процесів ремонту вагонів та їх складових частин, створенню на їх основі та розповсюдженню інноваційних технологій.

Формулювання мети. Метою даної статті є вирішення проблеми моделювання інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин. Вирішення зазначеної проблеми дозволить суттєво скоротити терміни впровадження у виробництво інноваційних технологій та засобів технологічного оснащення, підвищити технологічну дисципліну і якість ремонту вагонів та їх

складових частин. Застосування інноваційних технологій передбачає радикальні зміни в технологічних процесах, в організації праці, в економічних механізмах та в переході на інший етап функціонування вагоноремонтних підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Процес моделювання

інноваційного технологічного процесу ремонту вагонів та їх складових частин будемо проводити за двома рівнями формалізованого опису: вербальний та структурний [4].

Розглянемо на вербальному рівні інноваційний технологічний процес $S(P)$ (рис. 1), як множину, яка складається із підмножин

$$S(T) = \{Idn^T, Prp^T, Atr^T, X^T, Y^T, Q^T, C^T, Str^T\}, \quad (1)$$

де Idn^T – ідентифікатор інноваційного технологічного процесу;

Prp^T – множина цілей інноваційного технологічного процесу;

Atr^T – множина загальносистемних атрибутів технологічного процесу;

$X^T = \{x_1^T, x_2^T, \dots, x_n^T\}$ – множина вхідних впливів інноваційного технологічного процесу;

$Y^T = \{y_1^T, y_2^T, \dots, y_m^T\}$ – множина вихідних характеристик інноваційного технологічного процесу;

$Q^T = \{q_1^T, q_2^T, \dots, q_k^T\}$ – множина впливів зовнішнього середовища;

$C^T = \{c_1^T, c_2^T, \dots, c_h^T\}$ – множина внутрішніх якостей інноваційного технологічного процесу;

$Str^T = \{T, R^T\}$ – структура технологічного процесу;

T – множина елементів інноваційного технологічного процесу;

R^T – множина зв'язків між елементами інноваційного технологічного процесу.

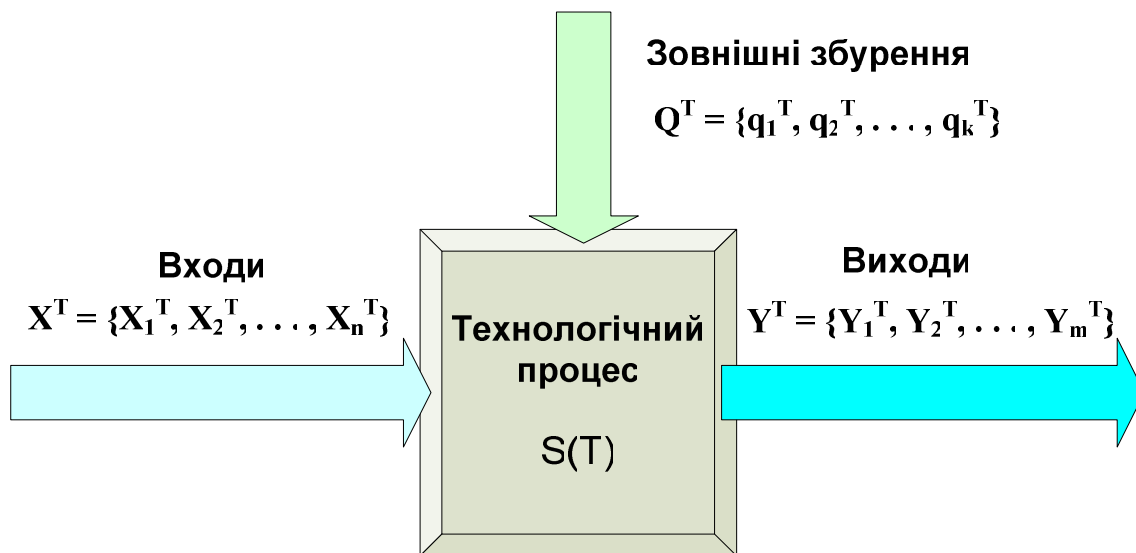


Рис. 1. Узагальнена принципова схема інноваційного технологічного процесу

Зазначені компоненти щодо інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин являють наступне.

Ідентифікатор процесу (Idn^T) являє собою сукупність двох визначень «позначення технологічного процесу» та «найменування технологічного процесу».

В ролі множини цілей інноваційного технологічного процесу (Prp^T) виступають: загальне підвищення ефективності роботи вагоноремонтного підприємства; підвищення якості ремонту вагонів; зниження трудомісткості та собівартості ремонту; скорочення тривалості технологічного процесу ремонту.

В ролі загальносистемних атрибутів інноваційного технологічного процесу Atr^T виступають: типи вагонів, що ремонтують; види ремонту вагонів, що виконують на вагоноремонтному підприємстві; призначення технологічного процесу (контроль, розбирання, складання, транспортування та ін.)

Входи $X^T = \{x_1^T, x_2^T, \dots, x_n^T\}$ та виходи $\{y_1^T, y_2^T, \dots, y_m^T\}$ технологічного процесу визначаються його функціональним призначенням, яке полягає в перетворенні значень параметрів, що характеризують технічний стан вагонів, які надходять у ремонт, в значення цих параметрів, що встановлені нормативно-технічною документацією для вагонів, які випускають з ремонту.

Множинами впливів зовнішнього середовища $Q^T = \{q_1^T, q_2^T, \dots, q_k^T\}$ для вагоноремонтних підприємств можуть бути: зміни виробничої програми ремонту вагонів; технічний стан вагонів та їх складових частин; впровадження нових технологій та засобів технологічного оснащення; зміни правил ремонту; дії виконавців; стан засобів технологічного оснащення.

Внутрішні якості (C^T) та структуру (Str^T) інноваційного технологічного процесу на вербальному рівні моделювання описують переліком елементів та їх якостей і зв'язків.

До внутрішніх якостей $C^T = \{c_1^T, c_2^T, \dots, c_n^T\}$ елементів інноваційного технологічного процесу будемо відносити значення параметрів технологічних процесів, операцій та переходів, що характеризують: засоби технологічного оснащення (обладнання, пристрої, інструмент);

професійний склад та кількість виконавців; основний, допоміжний, штучний та підготовчо-заклучний час; витрачання матеріалів та запчастин; місце проведення робіт та умови праці; параметри, що контролюють; режими обробки.

Для побудови структурної моделі (рис. 2) інноваційного технологічного процесу ремонту вагонів застосовуємо принцип декомпозиції процесу T на елементи ($T_{ij} \in T$). Блочно-ієрархічна (структурна модель складається з двох ієрархічних рівнів

$$T = \{T_1, T_2\}, \quad (2)$$

де T – множина елементів інноваційного технологічного процесу;

$T_1 = \{T_{11}, T_{12}, \dots, T_{1j}, \dots, T_{1M1}\}$ – множина елементів 1-го рівня (множина операцій інноваційного технологічного процесу);

$$(T_{ij} \in T_1), 1 < j < M1;$$

$T_2 = \{T_{21}, T_{22}, \dots, T_{2j}, \dots, T_{2M2}\}$ – множина елементів 2-го рівня (множина переходів інноваційного технологічного процесу);

$M1$ – множина елементів 1-го рівня (потужність множини T_1).

$M2$ – множина елементів 2-го рівня (потужність множини T_2).

Позначимо множину зв'язків між елементами інноваційного технологічного процесу через R^T , отримаємо

$$R^T = \{R_1^T, R_2^T\}, \quad (3)$$

де $R_1^T = \{r_{11}^T, r_{12}^T, \dots, r_{1j}^T, \dots, r_{1S1}^T\}$ – множина міжрівневих зв'язків елементів на 1-му рівні, ($r_{1j}^T \in R_1^T, 1 < j < S1$);

$R_2^T = \{r_{21}^T, r_{22}^T, \dots, r_{2j}^T, \dots, r_{2S2}^T\}$ – множина міжрівневих зв'язків елементів на 2-му рівні, ($r_{2j}^T \in R_2^T, 1 < j < S2$);

$S1$ – кількість міжрівневих зв'язків елементів на 1-му рівні (потужність множини R_1^T).

$S2$ – кількість міжрівневих зв'язків елементів на 2-му рівні (потужність множини R_2^T).

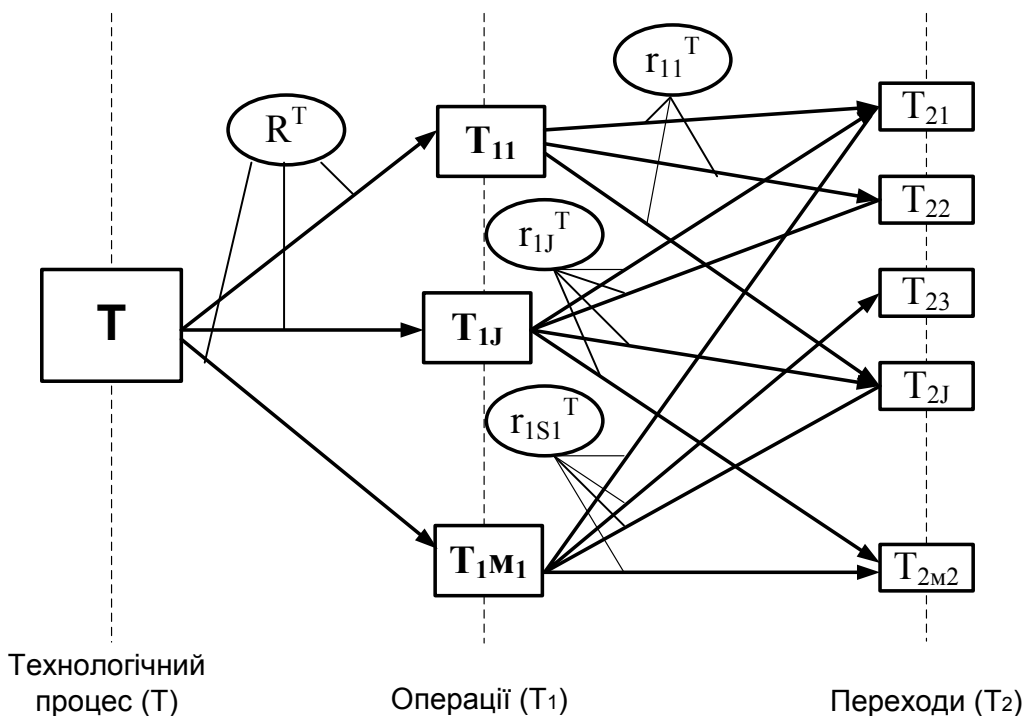


Рис. 2. Узагальнена структурна схема інноваційного технологічного процесу

Математичну модель структури інноваційного технологічного процесу (реляційну систему) записуємо у вигляді

$$\text{Str}^T = \{T, R^T\}, \quad (4)$$

де T – множина елементів інноваційного технологічного процесу (носії моделі);

R^T – множина зв'язків між елементами інноваційного технологічного процесу (сигнатура моделі).

Кожен елемент ($T_{ij} \in T_i \in T$) в структурній схемі поданий категорією, що застосовується в описанні інноваційного технологічного процесу.

Таким чином, створення моделей інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин дозволяє вирішити проблеми інноваційних процесів та впровадження високих технологій в практику ремонту вагонів, якими є: сучасні інформаційні технології; автоматизовані експертні системи діагностики вагонів з прогнозуванням та раннім виявленням

несправностей і видачею рекомендацій щодо їх ремонту; системи моніторингу технічного стану вагонів та інші прогресивні технологічні рішення.

Висновки

1. В ролі об'єкта моделювання прийнята складна організаційно-технічна система – інноваційний технологічний процес ремонту вантажних вагонів та їх складових частин, яку можна віднести до класу великих систем.

2. В основу розроблення моделі інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин покладений блочно-ієрархічний підхід, так як він знаходить широке застосування при описі багатьох об'єктів і в теперішній час альтернативи йому не існує.

3. Використовуючи теоретичні положення теорії систем та системний аналіз, розроблені загальні методи побудови моделі інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин на вербальному та структурному рівнях.

Список літератури

1. Лубчук, И. Инновационный уклад [Текст] / И. Лубчук // Компаньон. – 2005. – № 43. – С. 18-19.
2. Борзилов, І.Д. Інноваційна стратегія розвитку системи технічного утримання вагонів [Текст] / І.Д. Борзилов, М.В. Ігнатенков: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 114. – С. 65-69.
3. Борзилов, І.Д. Синергетичне моделювання інноваційних процесів в системі технічного утримання рухомого складу [Текст] / І.Д. Борзилов, О.С. Крашенінін: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 113. – С. 96-105.
4. Сергеев, К.А. Модели технологических процессов вагоноремонтного производства [Текст] / К.А. Сергеев, И.В. Гундаев // Межвуз. сб. науч. трудов «Современные проблемы совершенствования работы ж.д. транспорта». – М., 2003. – С.80-85.

Ключові слова: вагони, моделі, технологічний процес, інновація, ремонт.

Анотації

Розроблені моделі інноваційного технологічного процесу ремонту вантажних вагонів та їх складових частин на основі блочно-ієрархічного підходу. Процес моделювання проведений за двома рівнями формалізованого опису: вербальним та структурним. Моделювання дозволяє вирішити проблеми інноваційних процесів та впровадження високих технологій в практику ремонту вагонів.

Разработаны модели инновационного технологического процесса ремонта грузовых вагонов и их составных частей на основе блочно-иерархического подхода. Процесс моделирования проведен по двум уровням формализованного описания вербального и структурного. Моделирование позволяет решить проблемы инновационных процессов и внедрения высоких технологий в практику ремонта вагонов.

The models of innovative technological process of repair of freight carriages and their component parts are worked out on the basis of block-hierarchical approach. A design process is conducted on two levels of формализованного description verbal and structural. A design allows to work out the problems of innovative processes and introduction of high-tech in practice of repair of carriages.