

УДК 629.463

БЛОЧНО-ІЄРАРХІЧНЕ ОПИСАННЯ КОНСТРУКЦІЇ СУЧАСНИХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

О. В. Фомін

Кандидат технічних наук, асистент*

E-mail: fomin1985@list.ru

О. В. Бурлуцький

Завідувач навчальними лабораторіями*

майд. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

*Кафедра «Механіка і проектування машин»

Українська державна академія залізничного транспорту

майд. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

В статті представлені особливості запропонованого підходу до формалізованого описання конструкції залізничних спеціалізованих вантажних вагонів, розробленого на основі використання принципів ієрархічності та декомпозиції.

Ключові слова: блочно-ієрархічна схема, вантажний вагон.

В статье представлены особенности предложенного подхода к формализованному описанию конструкции железнодорожных специализированных грузовых вагонов, разработанного на основе использования принципов иерархичности и декомпозиции.

Ключевые слова: блочно-иерархическая схема, грузовой вагон.

In the article approach features is represented to the formalized description of construction of railways special freight carriages, developed on the basis of the use of principles hierarchical ness and decomposition.

Keywords: sectional-hierarchical chart, railways freight car.

Постановка проблеми і аналіз результатів останніх досліджень

Залізничний транспорт відіграє важливу роль у соціально-економічному розвитку України, адже розвинена залізнична система є передумовою зростання національної економіки, підвищення її конкурентоспроможності. У зв'язку із зазначеним Транспортною стратегією України на період до 2020 року, яка була затверджена на засіданні Кабінету Міністрів України 20 жовтня 2010 року, до залізничного транспорту висунуто вимоги по удосконаленню технології організації перевезень, модернізації та розбудові інфраструктури, оновленню рухомого складу. На сьогоднішній день найбільша частка рухомого складу Укрзалізниці припадає на вантажний парк вагонів, який об'єднує універсальні, спеціалізовані та ізотермічні їх типи.

З урахуванням вимог ринку транспортних послуг фахівці галузі вважають, що перспективним є технічне переозброєння вантажного вагонного парку шляхом його оновлення спеціалізованими вагонами [1...3]. Зазначене аргументується значними перевагами використання спеціалізації вагонів у порівнянні з універсалізацією, до основних з яких віднесено: повне використання проектної вантажопідйомності та навантажувального об'єму кузова; схоронність вантажу, що перевозиться (у тому числі мілкофракційного); зниження собівартості завантажувально-розвантажувальних операцій та операцій з підготовки вагону до перевезень; екологічна безпека.

Спеціалізовані вагони призначені для перевезення окремих вантажів або груп вантажів, близьких за фізичними властивостями. Спеціалізований вантажний парк включає: напіввагони бункерні та з глухим кузовом; криті вагони для перевезення мінеральних добрив, зерна, цементу, автомобілів; платформи для контейнерів, контейнерів; цистерни для продуктів хімічної промисловості, кислот, харчової промисловості, скраплених газів;

думпкери, транспортери та інші. При цьому переважна більшість спеціалізованих вантажних вагонів, що експлуатується мережами залізниць була спроектована за технологіями середини минулого сторіччя. Тому Комплексною програмою оновлення залізничного рухомого складу України на 2008–2020 роки, яку затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 жовтня 2008 року № 1259 передбачено оновлення вантажного вагонного парку новими та модернізованими моделями спеціалізованих вагонів вітчизняного виробництва з сучасним рівнем техніко-економічних та експлуатаційних показників.

Для рішення вищезазначеного актуального науково-технічного завдання розгортаються науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, які спрямовані на зниження матеріалоемності, собівартості виготовлення, ремонту та експлуатації вітчизняних спеціалізованих вантажних вагонів, підвищення їх вантажопідйомності, осьового навантаження, експлуатаційної надійності, подовження терміну служби та міжремонтних пробігів і т. д. Разом з цим конструкція спеціалізованого вагону є складною технічною системою, при проектуванні якої необхідно враховувати специфіку її роботи (експлуатаційні та ремонтні навантаження, погодні чинники, особливості перевозимих вантажів та їх завантажувально-розвантажувальних робіт і інш.). Тому на сучасному рівні вирішувати вищезазначені задачі доцільно з використанням методів теорії оптимізації реалізуючи системний підхід. При цьому особлива роль відводиться розробці та використанню формалізованих описань конструкцій відповідних вагонів, які б враховували взаємозв'язок окремих їх елементів і були адаптовані до сучасних програмних комплексів. Але аналіз чисельної наукової та спеціально-технічної літератури за профілю питання, що розглядаються засвідчив про відсутність змістовної інформації з створення та використання таких описань.

Мета статті та викладення основного матеріалу

В статті представлено запропонований підхід до формалізованого описання конструкції залізничних спеціалізованих вантажних вагонів, розроблений на основі використання принципів ієрархічності та декомпозиції (блочності) [4, 5]. Використання принципу ієрархічності передбачає структурування опису конструкції відповідного вагону за ступенем детальності з виділенням окремих ієрархічних рівнів. Застосування принципу декомпозиції забезпечує розділення описів конструкції вагону на кожному ієрархічному рівні на ряд відповідних блоків (конструкційних модулів) з можливостями їхнього роздільного проектування та дослідження. Вищезазначені принципи в повній мірі віддзеркалюються у блочно-ієрархічній моделі залізничного спеціалізованого вантажного вагону, яка найбільш часто представляється у вигляді відповідної схеми, що є основою формалізованого описання його конструкції.

Складна блочно-ієрархічна схема сучасного спеціалізованого вантажного вагону представлена на рис. 1.

Як видно з рис. 1 формалізоване описання конструкції спеціалізованого вагону передбачає виділення трьох ієрархічних рівнів:

рівень 1 — містить основні модулі конструкції вагону, які позначені рівнево-позиційними індексами V_{1x} (для досліджуваних вагонів $x \in [1; 6]$), за винятком спеціалізованих платформ та транспортерів, для яких $x \in [1; 5]$);

рівень 2 — містить декомпозиційні елементи складових модулів конструкції першого рівня, які позначені рівнево-позиційними індексами V_{1xn} (де

n змінюється в залежності від кількості вузлів, які входять до складу відповідного модуля);

рівень 3 — містить декомпозиційні складові другого ієрархічного рівня, які розглядаються як базові елементи конструкції (описи яких умовно не підлягають подальшому розподілу) і позначені рівнево-позиційними індексами V_{1xnm} (де m змінюється в залежності від кількості базових елементів, які входять до складу відповідної декомпозиційної складової другого ієрархічного рівня).

До першого ієрархічного рівня (рис. 2) сучасного спеціалізованого вантажного вагону віднесено такі основні модулі конструкції:

- для напіввагонів, платформ, критих вагонів, думпкарів, транспортерів: V_{11} — модуль кузова, V_{12} — модуль рами, V_{13} — модуль автозцепного пристрою, V_{14} — модуль гальмівного обладнання, V_{15} — модуль ходової (екіпажної) частини, V_{16} — модуль розвантажувального устаткування (РУ) для напіввагонів, критих вагонів та думпка-

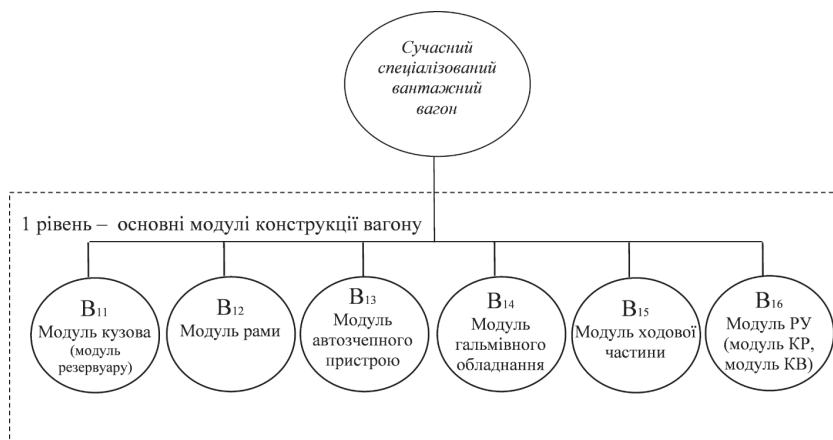


Рис. 2. Декомпозиційні модулі конструкції сучасного спеціалізованого вантажного вагону на 1-му ієрархічному рівні

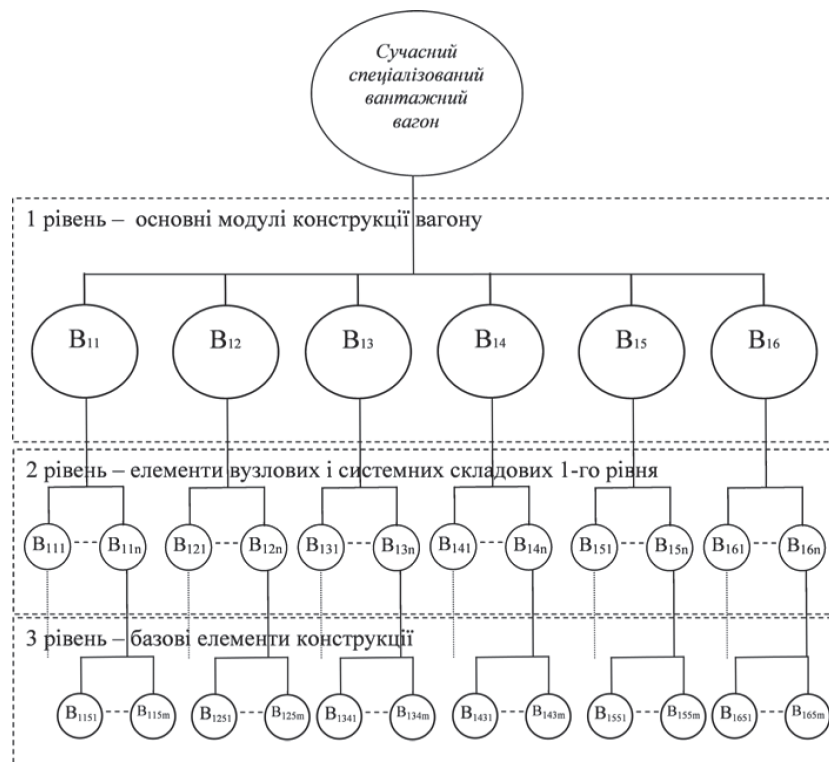


Рис. 1. Блочно-ієрархічна схема конструкції спеціалізованого вантажного вагону

рів, модуль кріплення вантажу (КВ) для платформ та транспортерів;

- для цистерн: V_{11} — модуль резервуару, V_{12} — модуль рами, V_{13} — модуль автозцепного пристрою, V_{14} — модуль гальмівного обладнання, V_{15} — модуль ходової (екіпажної) частини, V_{16} — модуль кріплення резервуару (КР).

Основу другого ієрархічного рівня складають укрупнені декомпозиційні елементи кожного модуля першого рівня. Для прикладу розглянемо склад другого ієрархічного рівня конструкції напіввагону-хоперу для перевезення гарячих окатишів та агломерату моделі 20-9749 [6]. У якості таких елементів для **модуля кузова** V_{11} розглядаються: стіна бокова V_{111} , стіна торцева V_{112} , вузол огороження, підніжок та дробин V_{113} , комплекс посилення та з'єднання елементів кузова V_{114} , вузол кріплення кришки люка V_{115} . Для **модуля рами** V_{12} : балка хребтова V_{121} , балка шворнева V_{122} , балка проміжна V_{123} , балка кінцева V_{124} , вузол бункеру V_{125} . Для **модуля автозцепного**

пристрою V_{13} вузловими елементами є: корпус з механізмом V_{131} , розчінний привод V_{132} , ударно-центруючий прилад V_{133} , уприжне обладнання V_{134} . Для **модуля гальмівного обладнання** V_{14} : автогальмо V_{141} , важільна передача V_{142} , гальмо стоянкове V_{143} . Для **модуля ходової частини** V_{15} : колісна пара V_{151} , вузол боковини V_{152} , буксовий вузол V_{153} , вузол надресорної балки V_{154} , гальмове обладнання V_{155} . Для **модуля РУ** (рис. 3) V_{16} : механізм керування розвантаженням V_{161} , вузол важільного обладнання (ВО) V_{162} , вузол пневматичної системи розвантаження (ПСПР) V_{163} , вузол системи змащування (СЗ) V_{164} , вузол кришки люка V_{165} .

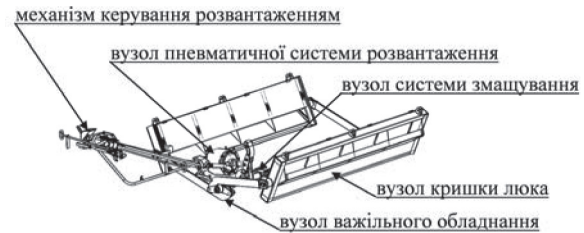


Рис. 4. Конструкція модуля розвантажувального устаткування напіввагону-хоперу для гарячих окатишів та агломерату моделі 20-9749

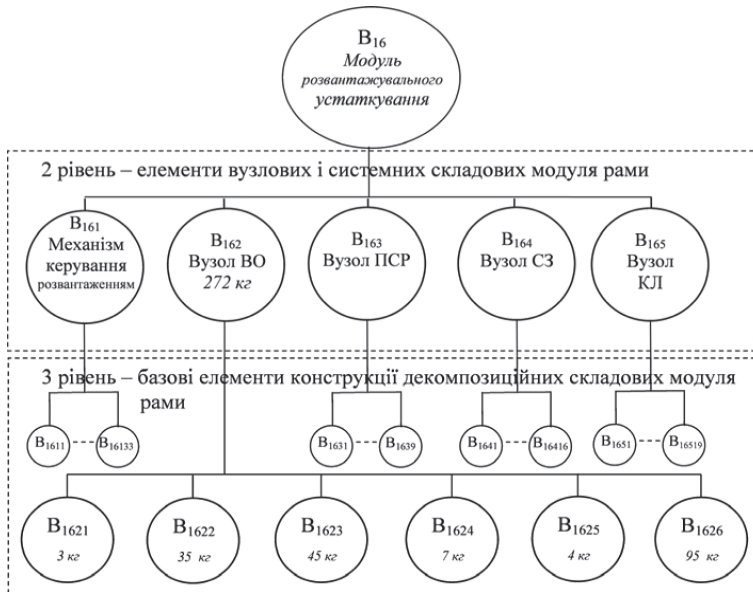


Рис. 3. Загальна схема модуля розвантажувального устаткування V_{16} для напіввагонів моделі 20-9749

Блочно-ієрархічні схеми інших типів спеціалізованих вагонів на другому ієрархічному рівні будуть мати відповідні конструкційні складові модулів першого рівня. Наприклад для критих вагонів у **модуль кузова** V_{11} окрім вищепроведених вузлів також буде включати вузол даху V_{126} , а **модуль резервуару** V_{11} спеціалізованих цистерн для перевезення скраплених газів буде включати: котел V_{111} , наливний пристрій V_{112} , зливний пристрій V_{113} , вузол дробин V_{114} , запобіжний клапан V_{115} .

Третій ієрархічний рівень формалізованого описання складається з базових елементів конструкції відповідних вузлів другого рівня. Для прикладу на рис. 3 наведено фрагмент декомпозиційного складу модуля розвантажувального устаткування спеціалізованого напіввагону-хоперу для гарячих окатишів та агломерату моделі 20-9749 з деталіровкою вузла ВО. Загальна конструкція модуля РУ представлена на рис. 4.

Представлений на рис. 3 декомпозиційний склад вузла ВО V_{162} включає шість наступних базових елементів: серга V_{1621} , важіль лівий верхній V_{1622} , важіль правий V_{1623} , заскочка V_{1624} , вкладиш V_{1625} , вал V_{1626} .

Розроблену блочно-ієрархічну схему напіввагону-хоперу для гарячих окатишів та агломерату моделі 20-9749 було використано при проведенні попередніх оптимізаційних робіт зі зменшення їх тари. Для цього було розроблено математичне описання формування матеріалоемності [7] його конструкції. Завдяки аналі-

зу розробленого описання було визначено складові модулів кузова, рами, розвантажувального устаткування за рахунок модернізації яких доцільно знижувати загальну матеріалоемність конструкції. Для прикладу у статті представлено математичне описання формування матеріалоемності вузла ВО.

У загальному вигляді формула для визначення матеріалоемностей елементів другого (вузлового) ієрархічного рівня має вид:

$$m_{O_{ijk}} = \sum_{m=1}^a V_{ijkm} \cdot \rho \cdot n_m + \sum_{\tilde{m}=1}^{\tilde{a}} S_{\tilde{ijk}\tilde{lm}} \cdot l_{\tilde{m}} \cdot \rho, \quad (1)$$

де m_{ijk} – матеріалоемність конструкційного блока (вузла) другого ієрархічного рівня,

що розглядається; $\sum_{m=1}^a V_{ijkm} \cdot \rho \cdot n_m$ – сумарна

матеріалоемність базових елементів, які входять до складу відповідного вузла; V_{ijkm} – об'єм базової m -ї складової; i, j, k, m – рівнево-позиційні індекси, які відповідають шифру досліджуваної складової блочно-ієрархічної схеми (i – відповідає порядковому номеру досліджуваного варіанту конструкції окатишевозу; j – відповідає позиційному номеру модуля формалізованого описання, до складу якого входить складова, що досліджується; k – відповідає порядковому номеру вузла у складі відповідного модуля; m – відповідає порядковому номеру базового елемента, який входить до складу відповідного вузла); a – кількість базових елементів, які входять до складу відповідного вузла; ρ – питома вага конструкційного матеріалу, із якого виготовлено елемент; n_m – кількість однойменних m -х базових елементів у вузлі, що досліджується;

$\sum_{\tilde{m}=1}^{\tilde{a}} S_{\tilde{ijk}\tilde{lm}} \cdot l_{\tilde{m}} \cdot \rho$ – маса зварювальних швів які утворюються при складанні досліджуваного вузла із базових елементів; $S_{\tilde{ijk}\tilde{lm}}$ – площа \tilde{m} -го типу шву, який використовується при складанні досліджуваного вузла; \tilde{a} – змінюється в залежності від кількості типів зварювальних швів, які використовуються при складанні відповідного вузла; $l_{\tilde{m}}$ – довжина \tilde{m} -го шву.

Для визначення матеріалоемності вузла ВО описання прийме вид:

$$m_{O_{112}} = \sum_{m=1}^6 V_{162m} \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} \cdot n_m + \sum_{\tilde{m}=1}^{\tilde{a}} S_{\tilde{112}\tilde{lm}} \cdot l_{\tilde{m}} \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 272 \text{ кг.}$$

Попередні дослідження розробленого описання дозволили виявити складові вузла ВО модуля РУ за рахунок удосконалення яких доцільно знижувати тару напіввагону-хоперу для гарячих окатишів та агломерату моделі 20-9749. Завдяки поліпшенню складових зазначеного вузла, можна знизити загальну тару напіввагону більш ніж на 50 кг, що разом з удосконаленням елементів модуля рами та кузова забезпечить збільшення маси перевозимого вантажу у складі поїзда з 60-ти таких вагонів на 30 т.

Висновки і рекомендації щодо подальшого використання

Запропонований блочно-ієрархічний підхід до формалізованого описання конструкції залізничних спеціалізованих вантажних вагонів забезпечує структурування опису їх конструкції з виділенням абстрактних ієрархіч-

них рівнів та відповідних внутрішньорівневих конструкційних модулів (блоків). Розроблені описання можна використовувати при розробці відповідних функціональних, розрахункових, узагальнених, структурних, кінематичних та динамічних схем і математичних моделей, які доцільно використовувати при проектуванні нових та удосконаленні вже існуючих спеціалізованих вантажних вагонів з метою поліпшення їх техніко-економічних та експлуатаційних показників.

Розглянутий у статті приклад дослідження структури матеріалоемності модуля розвантажувального устаткування напіввагонів-хоперів для гарячих окатишів та агломерату на основі розробленого блочно-ієрархічного описання засвідчив доцільність його використання при вирішенні актуальних науково-прикладних задач зі зниження їх тари.

Запропонований підхід може бути використаний при створенні формалізованих описань конструкції інших типів вантажних та пасажирських вагонів.

Література

1. Дьомін Ю. В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення) [Текст] / Ю. В. Дьомін. — К.: «Юнікон-Прес», 2001. — 342 с.
2. Конструирование и расчет вагонов [Текст]: учебник для вузов ж.-д. трансп. / В. В. Лукин, Л. А. Шадур, В. Н. Котуратов, А. А. Хохлов, П. С. Анисимов; под общ. ред. В. В. Лукина. — М.: УМК МПС России, 2000. — 731 с.
3. Горбенко А. П. Конструювання та розрахунок вагонів [Текст] / А. П. Горбенко, І. Е. Мартинов. — Харків: УкрДАЗТ, 2007. — 150 с.
4. Мороз В. І. Основи конструювання і САПР [Текст]: навч. посібник / В. І. Мороз, О. В. Братченко, В. В. Ліньков. — Харків: Нове слово, 2003. — 194 с.
5. Мороз В. І. Формалізоване описання конструкції залізничних вантажних вагонів [Текст] / В. І. Мороз, О. В. Фомін // Зб. наук. праць 107. — Харків: УкрДАЗТ, 2009. — С. 173–179.
6. Мороз В. І. Формалізоване описання конструкції залізничних напіввагонів-хоперів для гарячих окатишів та агломерату [Текст] / В. І. Мороз, О. В. Фомін, В. В. Фомін // Зб. наук. праць. — Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2011. — Вип. № 1(155), Ч. 2. — С. 150–157.
7. Мороз В. І. Визначення структури матеріалоемності залізничного напіввагону з використанням блочно-ієрархічного описання його конструкції [Текст] / В. І. Мороз, О. В. Фомін // Зб. наук. праць. — Донецьк: ДонІЗТ, 2010. — Вип. № 21. — С. 101–109.

Розглядаються питання специфіки навчання слухачів з особливими потребами. В цьому випадку традиційні навчальні технології замінюються на дистанційні, що зумовлює використання сучасних інтерактивних інформаційних технологій навчання.

Ключові слова: інформаційні технології, програмне забезпечення комплексу Moodle.

В статье рассматриваются вопросы специфики обучения слушателей с ограниченными возможностями. В этом случае традиционные методики заменяются дистанционным обучением с использованием современных интерактивных технологий.

Ключевые слова: информационные технологии, программное обеспечение комплексов Moodle.

In the article questions Considering the specifics of training slushateley s ohranychennyymu opportunities. In this case tradytsyonnyye zamenyayutsya dystantsyonnyym learning methods, using modern technologies ynteraktyvnyh.

Keywords: information technology, prohrammnoe Securing complexes Moodle.

УДК 004.94

МОДЕЛІ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ОСІБ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ

В. І. Кут

Аспірант

Кафедра «Інформаційні системи та мережі»

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013

Контактний тел.: 097-96-03-582, 099-72-82-101

E-mail: kytnakryt@mail.ru