

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БІМОДАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

Представив д-р техн. наук, професор О.М. Огар

Вступ. Зростаючі потреби в перевезенні різноманітних вантажів вважаються каталізатором технологій і систем доставки їх споживачам. Транспортні послуги розвиваються за принципами максимального задоволення запитів споживачів у швидкій, якісній і економічній доставці вантажів. Розширюється частина послуг з метою виключення перевалки і схоронності вантажів на проміжних складах, розподільчих центрах.

На ринку транспортних послуг отримали розвиток такі технології доставки вантажів, як змінна, комбінована, контрейлерна, інтермодальна, мультимодальна і бімодальна. Комбіновані перевезення вважаються найбільш ефективними при мінімальному, в порівнянні з іншими видами транспорту, забрудненні навколишнього середовища.

Відмінною особливістю бімодального транспорту вважається можливість автомобільного напівпричепа, встановленого на залізничних візках, рухатися у складі поїзда як вагон.

Початок розвитку бімодальної системи перевезення вантажів було покладено в США. Система отримала назву RoadRailer. А у 80-ті роки минулого століття початі розроблення випробування і експлуатація бімодальної системи для транспортної мережі європейських країн, що отримала назву RoadRailer Europa. В подальшому, протягом 80-90-х рр., було створено декілька систем бімодального транспорту, а саме:

- французько - німецька Kombirail;

- іспанська Transtrailer;
- німецька Kombitrailer;
- скандинавська Coda – E.

Дана система транспортування забезпечує максимальне збереження та мінімальний термін доставки вантажів від виробника продукції до її безпосереднього споживача.

Мета статті. Основною метою статті є дослідження технології бімодальної системи перевезень вантажів та пошук можливих нових шляхів щодо їх удосконалення.

Постановка проблеми. Відомий спосіб перевезення вантажів бімодальним транспортом має ряд проблем:

- 1) високі тарифи на перевезення;
- 2) наявність «мертвої ваги»;
- 3) громіздкість виконання операцій.

Питанням скорочення витрат присвячена значна кількість наукових робіт. Це концентрація місцевої роботи на ділянках, централізований завіз – вивіз вантажів з вантажних станцій, впровадження контрейлерних перевезень. Але, незважаючи на вказані заходи, утримати клієнтів на залізничному транспорті не вдалось. Відновлення ролі залізничного транспорту у втрачених сегментах ринку перевезень може бути досягнуто за рахунок використання нових технологічних засобів і технологій перевезення.

Огляд досліджень. Відомий спосіб перевезення вантажу одночасно двома видами транспорту (комбінований транспорт), при якому вантаж, завантажений на автотранспортний засіб у вантажовідправника, прямує на вантажну

станцію та завантажується разом з автомобілем на залізничний рухомий склад [1, 3-5]. Подальше транспортування автомобіля з вантажем виконують залізницями на спеціалізованих платформах. На станції призначення виконується розвантаження автотранспортного засобу та поставка вантажу вантажоодержувачу цим же автотранспортом.

Контрейлерним перевезенням властиві такі переваги, як сполучення якостей двох домінуючих видів транспорту: маневреності, оперативності, швидкості автомобільного транспорту і великої продуктивності та безпеки залізничного транспорту, забезпечення схоронності автомобільних шляхів, зниження імовірності дорожньо-транспортних пригод [2].

Недоліками даного способу є:

- наявність «мертвої ваги», яка складає приблизно 25-30% вантажопідйомності залізничного рухомого складу;

- необхідність причеплення до вантажного поїзда пасажирського вагона для відпочинку водіїв автотранспортних засобів, що прямують у складі поїзда на залізничному рухомому складі;

- високі тарифи на перевезення, значно вищі порівняно з тарифами на перевезення одним видом транспорту – автомобільним або залізничним.

Ці недоліки відсутні у способі перевезення вантажів із застосуванням бімодального транспорту. Згідно з цим способом, кузов автотранспортного засобу має змінну ходову частину для руху залізничними коліями та постійну автомобільну рухому частину. При використанні пристроїв залізничний вагон на станції призначення перетворюється в автомобільний причеп. Кузов має на обох кінцях стандартні залізничні та автомобільні вузли для з'єднання з автомобілем та локомотивом.

Недоліком цього способу перевезень є те, що він не повністю знімає проблему «мертвої ваги», що створюється

автомобільною рухомою частиною, яка постійно прямує з кузовом вагона. Це технічне рішення вибрано як прототип.

Виклад основного матеріалу. В основу статті поставлена задача створити такий спосіб перевезення вантажів бімодальним транспортом шляхом нової послідовності технічних операцій, який дозволить повністю зняти проблему «мертвої ваги», що створюється автомобільною рухомою частиною, яка постійно прямує з кузовом вагона.

Ця задача вирішується тим, що у відомому способі кузов автотранспортного засобу має змінну ходову частину для руху залізничними коліями та автомобільну рухому частину для руху автотранспортними шляхами. При використанні пристроїв залізничний вагон на станції призначення перетворюється в автомобільний причеп. Кузов має на обох кінцях стандартні залізничні та автомобільні вузли для з'єднання з автомобілем та локомотивом. Після завантаження вантажу у вантажовідправника кузов вагона доставляють автотягачем на залізничну станцію на автомобільній ходовій частині, де за допомогою домкратів кузов вагона піднімають. Автомобільну ходову частину викочують, а залізничну – підкочують під кузов і таким чином змінюють на залізничну ходову частину (візок) – за короткий час. Домкрати встановлюють з обох боків вагона на залізничних коліях. Вагон на залізничній ходовій частині у складі поїзда, сформованого із таких самих вагонів, прямує на станцію призначення за допомогою поїзного локомотива.

Спосіб пояснюється кресленням. На рис. 1 показаний вагон на автомобільному візку; на рис. 2 – вагон на залізничному візку; на рис. 3 показана заміна візків.

Залізничний вагон 1 показаний на рис. 1 і рис. 2, що має одночасно змінні залізничну 2 та автомобільну 3 ходові частини (візки). Технологія заміни ходових частин показана на рис. 3.

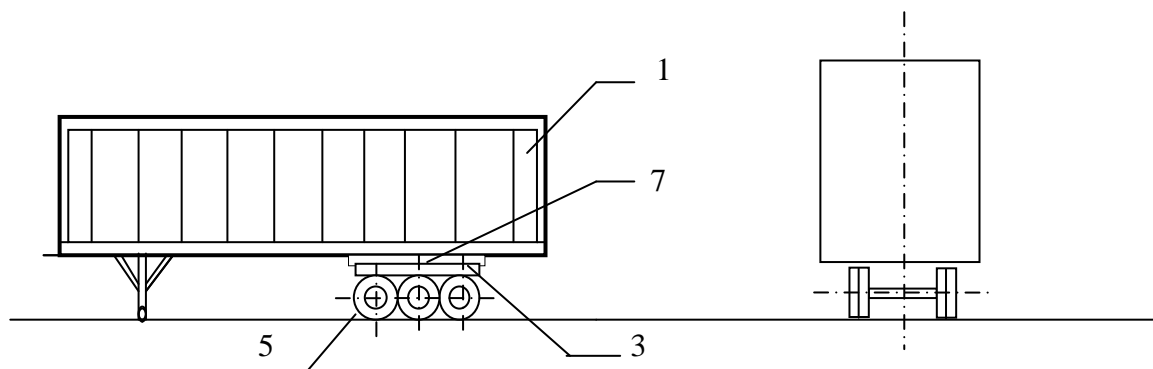


Рис. 1. Вагон на автомобільному візку

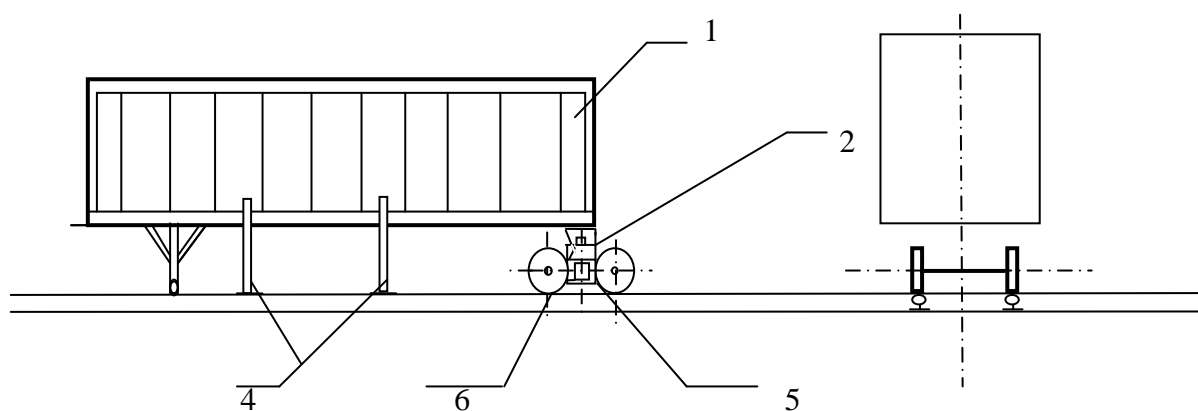


Рис. 2. Вагон на залізничному візку

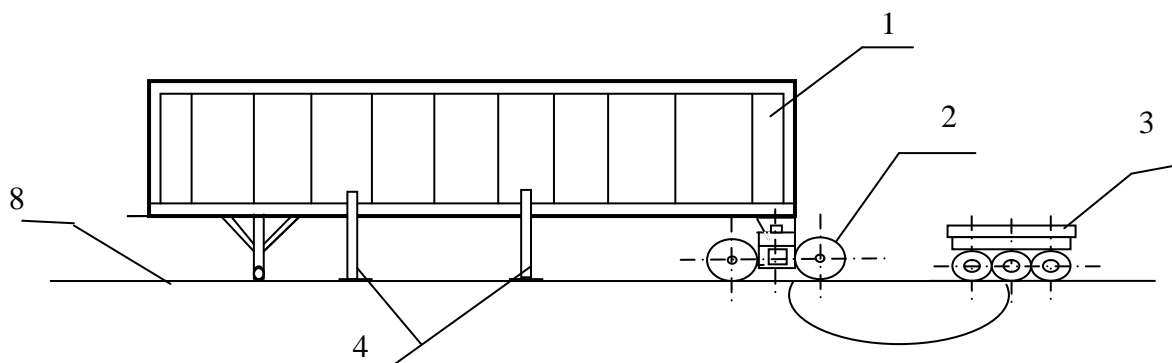


Рис. 3. Технологія заміни візків

Після завантаження вантажу у вантажовідправник вагон доставляють автотягачем на залізничну станцію на автомобільній ходовій частині 3, де за допомогою домкратів 4 вагон 1 піднімають

– автомобільна ходова частина 3 викочується, а залізничну – підкочують під вагон і таким чином замінюють на залізничну ходову частину (візок) 2 – за короткий час. Домкрати 4 встановлюють з

обох боків вагона на залізничних коліях. Вагон 1 на залізничній ходовій частині 2 у складі поїзда, сформованого із таких самих вагонів, прямує на станцію призначення за допомогою поїзного локомотива, де операції повторюють у зворотному напрямку – вагон 1 піднімають за допомогою домкратів 4, а залізнична ходова частина 2 замінюється на автомобільну 3 ходову частину (візок) і вагон доставляють до вантажоодержувача автотягачем. Для гальмування у процесі перевезення автомобільна і залізнична рухомі частини мають дистанційно керовані гальма 5. Для вписування у криві та перехідні дільниці колії, залізничну рухому частину 2 виконують з можливістю вільно повертатися у горизонтальній площині навколо вертикального шворня 6.

Автомобільна рухома частина 3 має дистанційно керовані системи 7 для управління під час руху вагона автошляхами у кривих ділянках.

Для зручності виконання операцій заміни візків площадка, на якій виконуються операції, розташована на рівні головок 8.

Технічний результат способу перевезення вантажів бімодальним транспортом дозволить повністю зняти проблему «мертвої ваги», що створюється автомобільною рухомою частиною, яка постійно прямує з кузовом вагона.

З метою досягнення оптимального руху бімодального транспорту розроблена математична модель, що включає граф станів і диференціальне рівняння. Граф станів доставлення руху бімодального транспорту наведено на рис. 4.

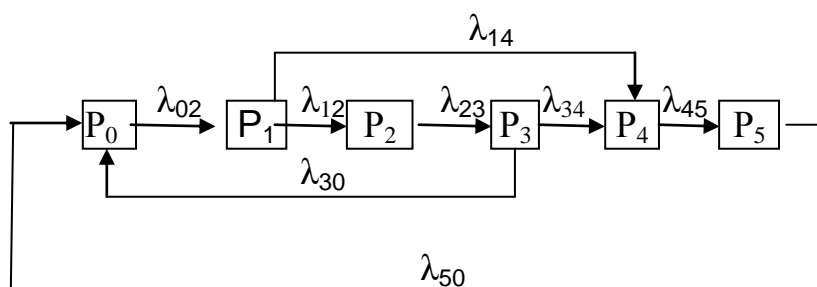


Рис. 4. Граф станів бімодального транспорту

Згідно з графом вірогідності станів (рис. 4):

P_0 – знаходиться на терміналі (зміна ходової частини);

P_1 – на шляху прямування в місті;

P_2 – знаходиться під розвантаженням у клієнта;

P_3 – прямує в порожньому стані після розвантаження під навантаження або на термінал;

P_4 – навантажується;

P_5 – прямує на термінал (заміна ходової частини).

Система диференціальних рівнянь Колмогорова для графа на рис. 4 мають вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dP_0}{dt} &= \lambda_{50}P_5 + \lambda_{30}P_3 - \lambda_{01}P_0; \\ \frac{dP_1}{dt} &= \lambda_{01}P_0 + \lambda_{14}P_1 - \lambda_{12}P_1; \\ \frac{dP_2}{dt} &= \lambda_{12}P_1 - \lambda_{23}P_2; \\ \frac{dP_3}{dt} &= \lambda_{23}P_2 - \lambda_{34}P_3 - \lambda_{30}P_3; \\ \frac{dP_4}{dt} &= \lambda_{34}P_3 + \lambda_{14}P_1 - \lambda_{45}P_4; \\ \frac{dP_5}{dt} &= \lambda_{45}P_4 - \lambda_{50}P_5. \end{aligned} \right\} \cdot \quad (1)$$

Нормувальна умова: $P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 1$.

Початкова умова: $t_0 = 0$; $P_1 = P_2 = 1$ $P_3 = P_4 = P_5 = 0$.

Диференціальні рівняння динаміки середніх:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dg_0}{dt} &= \lambda_{50}g_5 - \lambda_{01}g_0; \\ \frac{dg_1}{dt} &= \lambda_{01}g_0 - \lambda_{14}g_1; \\ \frac{dg_2}{dt} &= \lambda_{12}g_1 - \lambda_{25}g_2; \\ \frac{dg_3}{dt} &= \lambda_{23}g_2 - \lambda_{34}g_3 - \lambda_{30}g_3; \\ \frac{dg_4}{dt} &= \lambda_{34}g_3 + \lambda_{14}g_1 - \lambda_{45}g_4; \\ \frac{dg_5}{dt} &= \lambda_{45}g_4 - \lambda_{50}g_5; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Нормувальна умова:

$$g_0 + g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5 = N_g,$$

де g_0 ; g_1 ; g_2 ; g_3 ; g_4 ; g_5 – кількість бімодального транспорту у відповідних станах.

Виключимо із системи перше рівняння та підставимо в інші рівняння значення P_1 . Система досліджується за початковими умовами:

$$t = 0; q_0 = N_g; q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q_5 = 0.$$

Було проведено дослідження моделі технології бімодального транспорту для системи (1), що показано на рис. 5.

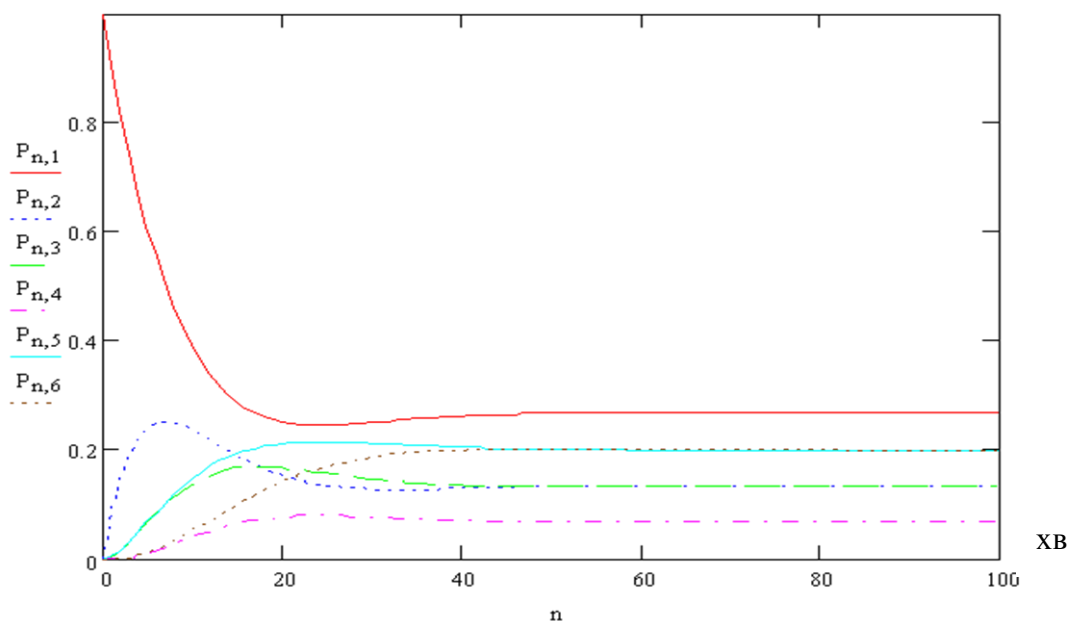


Рис. 5. Вірогідність станів доставки бімодального транспорту для системи рівнянь (1)

Згідно з графіком (рис. 5) довгота перехідних процесів у системі масового обслуговування в оптимальному режимі незначена і складає до 18 хвилин.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Розроблена технологія бімодальної системи перевезення вантажів дає можливість:

- скоротити експлуатаційні витрати;
- прискорити доставлення вантажів;
- ліквідувати «мертву вагу»;
- знизити тарифи на перевезення.

Запропонована модель руху залізничного вагона у вигляді графа станів та диференціальних рівнянь дає можливість визначити оптимальні режими руху на шляху прямування та на терміналах вантажних станцій в автоматизованих робочих місцях оперативних працівників дирекцій, управління залізниць, Укрзалізниці. Використання комбінованих перевезень в Україні дозволить залучити на залізниці додаткові обсяги перевезень і відповідно збільшити прибутки.

Список літератури

1. Котенко, А.М. Управління вантажною та комерційною роботою на залізничному транспорті [Текст] / А.М. Котенко: підручник. – 2-е вид. – Харків: ПП вид-во «Нове слово», 2005. – Ч.1. – 400 с.
2. Іскра, О.Д. Передумови ефективності комбінованих перевезень [Текст] / О.Д. Іскра // Зб. наук. праць / Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – Вип.74. – С. 257-260.
3. Угодин, Е.Г. Перспективы концентрации грузовой работы [Текст] / Е.Г. Угодин, Л.Н. Матюшин, Х.М. Лазарев // Железнодорожный транспорт. – 2009. – Вип. 3. – С. 10-12.
4. Елисеєва, Т.В. Эффективность закрытия малодетальных станций для грузовой работы [Текст] / Т.В. Елисеєва, Г.Е. Писаревский, Л.В. Матюшин // Вестник ВНИИЖТ. – 1999. – № 3. – С. 11-15.
5. Сич, Є.М. Економічні аспекти контейнерно - контрейлерного обслуговування клієнтури залізничного транспорту [Текст] / Є.М. Сич. – К.: Логос, 2007. – 392 с.

Ключові слова: залізничний вагон, змінні ходові частини, графи станів, диференціальні рівняння.

Анотації

Розглянуто бімодальну технологію доставки вантажів. Побудовано графи станів та диференціальні рівняння руху. Встановлені раціональні режими.

Рассмотрено бимодальную технологию доставки грузов . Построено графы состояний и дифференциальные уравнения движения. Установлены рациональные режимы.

Bimodalna technology of delivery of loads is considered . The columns of the states and differential equalizations of motion are built. The rational modes are set.