

УДК 656.212.5

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.10-15](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.10-15)**К.В. Крячко**, доц., канд. техн. наук, **А.М. Шрамко**, **В.В. Коврига***Український державний університет залізничного транспорту (УкрДУЗТ), м. Харків, Україна**e-mail: krackokaterina@gmail.com*

Раціоналізація спільної роботи залізничних станцій у вузлі

В даній роботі рекомендуються варіанти оптимального перерозподілу сортувальної і маневрової роботи між сортувальними та вантажними станціями при формуванні передаточних поїздів з можливістю урахування детального підбору окремих груп вагонів на окремі вантажні фронти. Це дає змогу раціонального використання сортувального пристрою та маневрових локомотивів як на технічній, так і на вантажних станціях, а також зменшення тривалості знаходження місцевих вагонів під час здійснення основних технологічних операцій у залізничному вузлі.

передаточні поїзди, залізничний вузол, залізничні станції, вантажні перевезення, маневрові локомотиви

Постановка проблеми. Попри систематичне скорочення обсягів вантажних перевезень, що за останній рік склало більш ніж на 10%, попит на залізничні послуги не зменшився, але цілий ряд причин викликає суттєві збитки (необґрунтованість тарифів, невиконання технологічних норм знаходження вагонів на сортувальних та вантажних станціях, невідповідність робочого парку вагонів необхідним обсягам роботи, застосування в експлуатації застарілого рухомого складу, перевантажувально-розвантажувальних машин тощо). Так наприклад 91,3% маневрових локомотивів застосовується з перевищеним терміном експлуатації; із 111200 вантажних вагонів 31% перебуває в неробочому парку, а 56,5% використовується з простроченим нормативним терміном; середній знос вагонів дорівнює понад 90%; тривалість здійснення операцій з поточного утримання цих вагонів на 40-60% перевищує заплановані норми [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням взаємодії основних станцій залізничного вузла з метою скорочення тривалості знаходження вагонів в умовах виконання технологічних операцій займалися видатні вчені в Україні та за кордоном. В першу чергу ці проблеми розглядалися в наукових роботах Смехова А.О. [2]; Данька М.І. [3]; Бутько Т.В. [4]; Ломотька Д.В. [5]; Альошинського Є.С. [6].

Постановка завдання статті. З метою раціональної організації роботи суміжних залізничних підрозділів з'являється необхідність дослідження застосування раціональної технології, що дозволила б прийняття оперативних рішень, націлених на скорочення обороту вантажних вагонів, що від навантаження до наступного навантаження розташовуються на початково-кінцевих пунктах, тобто на вантажних станціях, більшу половину часу та понад 40% - на технічних станціях, що їх обслуговують.

Виклад основного матеріалу. На сьогоднішній день 55% вантажних станцій знаходиться у залізничних вузлах, але основний обсяг роботи з навантаження-вивантаження здійснюється на станціях десяти найбільших міст України із населенням понад 500 тисяч жителів і 30 великих міст – в межах від 100 до 500 тисяч жителів [7].

Зазвичай це позакласні станції та станції першого класу, на яких є щонайменше два маневрових локомотиви і які виконують усі види робіт, основна частка з яких припадає на сортування і подавання вагонів на певні вантажні фронти.

Спільна тривалість знаходження вагонів на вантажних станціях (біля 70%) приходить на простой при очікуванні накопичення подач, подавання, розставлення і на міжопераційні простой під час їх виконання та проведення вантажних робіт.

Істотно більша тривалість знаходження вагонів на вантажних станціях, які мають один маневровий локомотив, чи зовсім його не мають. Такі станції, зазвичай, мають незначний колійний розвиток та робота з підбирання окремих груп вагонів на вантажні фронти викликає чималі простой.

За основним призначенням вантажні станції мають займатися організацією вивантаження та навантаження, а невласливу їм сортувальну роботу рекомендується здійснювати на технічних станціях.

Відповідно до результатів досліджень технології переробки місцевих вагонопотоків, що включаються до передаточних поїздів на вузлових технічних станціях [8], найчастіше, операції по закінченню формування таких поїздів не відбуваються та вони прямують після накопичення вагонів прямо з колій сортувального парку чи після перестановки до парку відправлення; таким чином основна робота з ретельним сортуванням передається на вантажні станції у залізничному вузлі.

Аналіз структури вагонопотоку з переробкою, який прибуває до технічних станцій, показав, що із загального обсягу місцевий потік вагонів дорівнює від 7 до 12%, а простій під накопиченням составів передаточних поїздів – до восьми та більше годин.

Витрати часу на закінчення формування составів передаточних поїздів через гірку на технічній станції в декілька разів менше, ніж на вантажній станції, залежно від кількості груп вагонів у составі. Враховуючи те, що собівартість переробки одного вагона на технічній станції десь в 5-6 разів менша ніж на вантажній, в такому випадку економічно доцільно операцію по закінченню формування з підбиранням груп вагонів по окремих вантажних фронтах здійснювати на технічних станціях, особливо в нинішній час, коли із скороченням загального обсягу роботи ці гірки мають достатній резерв переробної спроможності.

Але при цьому виникає і ряд проблем, що слід вирішувати впровадженням додаткових організаційно-технічних заходів. Наприклад, в процесі підбирання груп вагонів виникає необхідність виділення додаткових колій в сортувальному парку чи вільних ділянок колій за парковими гальмовими позиціями і якщо таке сортування організувати конкретно між розпусками основного вагонопотоку, тоді вільні ділянки колій можуть застосовуватися між стрілочною зоною та парковими гальмовими позиціями.

Крім цього, якщо станція оснащена автоматизованою системою управління, тоді слід коригувати інформаційне забезпечення програми сортувального процесу, тому що відчепи виділяються в цілому для конкретної вантажної станції, а не для вантажного фронту, в такому випадку при розформуванні буде відсутня інформація про певного вантажовласника.

Зважаючи на це для підбирання вагонів на сортувальних станціях по окремих пунктах вивантаження необхідно розробити додаткову інформаційну базу на сервері вузлового диспетчера та відкоригувати систему управління базою даних, що дозволить у сортувальних листках надавати потрібну інформацію з метою підбирання груп місцевих вагонів для вантажних станцій залізничного вузла у процесі розпуску основного вагонопотоку чи після накопичення составів передаточних поїздів.

Одночасно потрібно розглянути необхідність запровадження при вузловому диспетчері додаткової штатної одиниці оператора (в умовах обслуговування лише однієї вантажної станції – при маневровому диспетчері технічної станції) для постійного зв'язку з вантажними станціями та надання оперативної інформації про місцезнаходження на вантажних фронтах, що майже не змінить собівартості переробки вагонів на технічній станції, але суттєво зменшить її на вантажній станції. Дану комплексну взаємодію технології роботи дуже важливо застосовувати при однозмінній чи двозмінній роботі вантажних фронтів (на сьогоднішній час понад 90% вантажних фронтів працюють в одну зміну). Це дозволить суттєво стабілізувати режим роботи вантажної станції від моменту прибуття передаточного поїзда до моменту подачі вагонів на вантажні фронти у ранкові періоди

Для розв'язання задачі перерозподілу маневрової роботи в першу чергу потрібно визначити середнє число груп вагонів (пгр) з окремими призначеннями вантажної станції у складах передаточних поїздів, у відповідності з дослідженнями [2] встановлено, що максимальна кількість груп вагонів (n), що надходять одночасно на всі вантажні фронти, дорівнює від 13 до 19%, що дозволило виявити залежність пгр від n і середньодобового обсягу місцевих вагонів (пм), які передаються на вантажну станцію

$$n_{ep} = n - \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_m - n_i}{n_m} \right)^n, \quad (1)$$

де n_i – середньодобова кількість вагонів i -го призначення.

Крім того було виявлено, що середня кількість відчепів (гв) у складі передаточного поїзда (m) яка визначає обсяг маневрової роботи на витяжних коліях, майже завжди менше максимального (g_{max}) та визначається

$$g_e = g_{max} \left[1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{n_m} \right)^2 \right], \quad (2)$$

Варіант ретельного підбирання груп вагонів на технічній станції можливий в умовах обслуговування вантажних фронтів локомотивом від передаточного поїзда. Тривалість такого розформування у 5-6 разів менша, ніж на витяжних коліях вантажної станції, проте тривалість збирання груп вагонів у 3-4 рази більша за рахунок довшої довжини гіркової горловини, втім при відсутності ізольованого сортувального парку на вантажній станції вищенаведений варіант повинен бути основним. В умовах наявності маневрового локомотива на вантажній станції цей варіант слід застосовувати за умови

$$\frac{n_{ep}}{m_{ce}} \left[t_{p\phi}^{m\phi} + \sum_{i=1}^{m_{ce}} (t_{zi} + t_{ei}) \right] > n_{ep} \left[t_{p\phi}^e + \sum_{i=1}^{m_{cc}} (t'_{zi} + t'_{ei}) \right], \quad (3)$$

де m_{ce} , m_{cc} – кількість колій сортувального парку вантажної та технічної станції, куди підбираються відчепи для подач на вантажні фронти;

$t_{p\phi}^{m\phi}$, $t_{p\phi}^e$ – тривалість розформування состава передаточного поїзда через маневрову витяжку і через сортувальну гірку, хв.;

t_{zi} , t'_{zi} – тривалість заїзду локомотива на i -ту колію сортувального парку вантажної і сортувальної станції, при збиранні відчепів, хв.;

t_{ei} , t'_{ei} – тривалість виїзду локомотива з i -ї колії сортувального парку вантажної і сортувальної станції при збиранні відчепів, хв.

Слід зауважити, що при збиранні відчепів тривалість заїзду чи виїзду на i -ту колію змінюється з поступовим збільшенням величини состава.

Згідно другого варіанту, після накопичення складу передаточного поїзда, на сортувальній станції виконується скорочене повторне сортування з підбиранням окремих груп вагонів по районах вантажної станції.

При умові наявності резерву колій сортувального парку накопичення рекомендується виконувати на окремих коліях, в такому випадку для закінчення формування передаточного поїзда потрібно буде тільки з'єднати вагони з цих колій, а коли такий резерв відсутній, тоді необхідно здійснювати техніко-економічне обґрунтування цього варіанту за умови укладки і утримання додаткової кількості колій (m_d) з урахуванням повторного сортування на них

$$365n_{zp} [t_{pф}^2 + \sum_{i=1}^{m_{cc}} (t_{zi} + t_{ei})] (m_c e_{e2} + e_{лe}) > m_d (K \cdot E_n + \Delta E) + n_{zp} \sum_{i=1}^{m_d} (t_{zi} + t_{ei}) 365, \quad (4)$$

де K – вартість укладки додаткової колії в сортувальному парку, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

ΔE – щорічні експлуатаційні витрати на поточне утримання і ремонт додаткової колії, грн.;

e_{e2} – вартість однієї вагоно-години простою, грн.;

$e_{лe}$ – вартість однієї локомотиво-години маневрової роботи, грн.

До того ж на вантажній станції необхідно виконувати удосконалення конструкції сортувального парку для можливості ізольованого обслуговування окремих маневрових районів станції при двох локомотивах.

Третій варіант можливо застосовувати при проектуванні вантажної станції модульного типу та здійсненні маневрової роботи двома локомотивами. Підбирання окремих груп вагонів по різних модулях виконується на сортувальній станції одночасно з розформуванням та накопиченням складу передаточного поїзда.

Згідно результатів виконаних досліджень встановлено, що в умовах загального обсягу місцевого вагонопотоку, який накопичується на сортувальній станції, від 50 до 70 вагонів на добу, кількість призначень складає від 58 до 75% максимальної кількості груп вагонів у передаточних поїздах, а при обсязі більше ніж 120 вагонів на добу збільшується не тільки кількість груп, але і кількість відцепів у складі.

Це можна пояснити тим, що при невеликих обсягах роботи на вантажній станції кількість вагонів у відчепках буде меншим та при накопиченні на склад поїзду в ньому буде більша кількість призначень, а при більших обсягах збільшується кількість вагонів, що надходять у відчепках при розформуванні поїздів на сортувальній станції, а крім того кількість груп таких вагонів одного призначення, які надходять з різних розформованих поїздів. При цьому кількість призначень у цілому помалу зменшується у передаточному поїзді, але збільшується кількість поїздів.

Це дає можливість знаходження варіанту сумісної технології переробки місцевого вагонопотоку, але найбільш оптимальне рішення можливе тільки після техніко-економічного обґрунтування.

Схожа технологія сумісної роботи сортувальної станції та контейнерного терміналу може бути задіяна при підбиранні вагонів із контейнерами різної вантажопідйомності для зменшення тривалості їх розстановки по ізольованих секціях контейнерних площадок.

Ритмічність організації сумісної роботи технічної та вантажної станції залізничного вузла залежить також від своєчасного підвозу робітників цих станцій з приміських районів. З урахуванням цього, графік руху приміських поїздів мусить бути чітко пов'язаний з роботою змін станцій та вантажних фронтів, через це керівництво

пасажи́рської ста́нції в першу чергу повинно формувати раціональний графік прокладки приміських поїздів у залежності від кількості робітників, які надходять з різних приміських зон.

Виявлено, що довжина першої приміської зони розташовується в межах до 30 км, другої – до 50 км, а третьої – до 70 та більше км. Найбільш інтенсивний пасажиропотік першої зони потребує не менше ніж 6-8 пар приміських поїздів, другої – не менше ніж 4 та третьої – не менше ніж 2. При цьому для скорочення часу знаходження пасажирів на шляху прямування від і-тої до головної пасажирської станції рекомендується застосовувати ступінчастий графік, тобто коли пасажир третьої зони не мають зупинок приміського поїзду в межах першої та другої зони, а пасажир другої зони не зупиняються на зупинкових пунктах першої зони. Скорочення кількості зупинок дає змогу зменшити енергетичні витрати та своєчасно підвозити робітників до головної станції.

Висновки. Впровадження сумісної технології роботи вантажної та технічної станції, що її забезпечує по підбиранню груп вагонів задля обслуговування вантажних фронтів дозволить зменшити простої рухомого складу та витрати палива. Крім того чіткий взаємозв'язок у роботі усіх станцій залізничного вузла надає можливість стабілізації руху поїздів на примикаючих підходах.

Список літератури

1. Транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> (дата звернення: 31.03.2023).
2. Смахов А.А. Оптимизация процессов грузовой работы. Москва: Транспорт, 1973. 264 с.
3. Данько М.І., Крячко К.В. Теоретичні основи оптимального функціонування системи вантажної станції. *Зб. наук. праць*, 2003. Вип. 56. С. 5-13.
4. Бутко Т.В., Головка Т.В. Удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів в умовах зростання вантажопотоків. *Зб. наук. праць*, 2006. Вип. 8. С. 5-13.
5. Ломотько Д.В., Запара Я.В., Запара Є.В. Використання логістичних підходів та системної оптимізації при функціонуванні транспортних вузлів. *Зб. наук. праць*, 2009. Вип.111. С. 17-23.
6. Альошинський Є.С., Пестременко-Скрипка О.С. Аналіз впливу простою міжнародного вагонопотоку на оборот вагонів. *Зб. наук. праць*, 20013. Вип.137. С. 24-29.
7. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 31.03.2023).
8. Крячко К.В. Статистичні дослідження функціонування системи обслуговування залізничних вантажних фронтів. *Зб. наук. праць*, 2004. Вип. 2. С. 93-94.
9. Barabino B., Massimo F. Characterizing, measuring, and managing transit service quality. *Advanced Transportation*. 2016. Vol. 50(5). P. 818–840.
10. Dewei Li, Daamen W., Rob M. P. Goverde. Estimation of train dwell time at short stops based on track occupation event data: A study at a Dutch railway station. *Journal of Advanced Transportation*, Vol. 50, Issue 5. Journal of Advanced Transportation 2016. p. 877–896.

References

1. Transportna strategiya Ukrainy na period do 2030 roku. Shvaleno rozporjadzenniam Kabinetu Ministriv vid 30 travnya 2018 r. № 430-p. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> (data zvernennya: 31.03.2023) [in Ukrainian].
2. Smehov, A.A. (1973). Optimizaciya processov gruzovoy raboty. Moskva: Transport, 264 p [in Russian].
3. Danko, M.I. & Kriachko, K.V. (2003). Teoretichni osnovi optimalnogo funkcionuvannya sistemy vantazhnoi stancii: Zbir. nauk. prac., Issue 56. Kharkiv: UkrDAZT, 5-13 [in Ukrainian].
4. Butko, T.V. & Golovko, T.V. (2006). Udoskonalennya sumisnoi roboty portiv ta zaliznichnih vuzliv v umovah zrostannya vantagopotokiv: Zbir. nauk. prac., Issue 8. Donetsk: DonIZT, 5-13 [in Ukrainian].

5. Lomotko, D.V., Zapara, Y.V. & Zapara, E.V. (2009). Viktorystannya logistichnih pidhodiv ta sistemnoi optimizacii pri funkcionuvanni transportnih vuzliv: Zbir. nauk. prac., Issue 111. UkrDAZT, 17-23 [in Ukrainian].
6. Alyoshinskiy, E.S. & Pestremenko-Skripka, O.S. (2013). Analiz vplivu prostoyu mignarodnogo vagonopotoku na oborot vagoniv: Zbir. nauk. prac., Issue 137. Kharkiv. UkrDAZT, 24-29 [in Ukrainian].
7. Dergavna slugba statistiki Ukrainy. *ukrstat.gov.ua*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
8. Kriachko, K.V. (2004). Statistichni doslidennya funkcionuvannya sistemi obslugovuvannya zaliznicnih vantagnih frontiv: Zbir. nauk. prac., Issue 2. Kharkiv. HNEU, 93-94 [in Ukrainian].
9. Barabino, B. & Massimo, F. (2016). Characterizing, measuring, and managing transit service quality. *Advanced Transportation, Vol. 50(5)*, p. 818–840 [in English].
10. Dewei, Li, Daamen, W. & Rob, M. P. Goverde. (2016). Estimation of train dwell time at short stops based on track occupation event data : A study at a Dutch railway station. *Journal of Advanced Transportation, Vol. 50, Issue 5*, pp. 877–896 [in English].

Kateryna Kryachko, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Anna Shramko**, student, **Vladislav Kovriga**, student
Ukrainian State University of Railway Transport (UkrDURT), Kharkiv, Ukraine

Rationalization of Joint Work of Railway Stations in the Node

In this work the variants of rational technology for the redistribution of the sorting and shunting work between sorting and freight stations in the formation of the gear trains, taking into account possible detailed the selection of individual groups of cars for specific cargo fronts .This gives the possibility of optimal use of screening devices and shunting locomotives as sorting and freight stations, as well as the reduction of the length of time of local cars during the execution of the basic technological operations in the railway node. The studies of the structure of volumes with the processing of coming to the sorting stations, it was found that of the total local traffic volume ranges from 7% to 12% and the accumulation time of trains gear trains – up to 8 hours or more.

Given that the time for the completion of the formation of these compounds through an slide in the rail yard for much less than freight (depending on the number of groups of wagons) and that the cost of recycling of one car on the yard and station at 5 – 6 times less than the cargo, was asked to undertake the completion of the formation to the exactions of railway freight fronts in the rail yard, especially at this time when the reduction in the total amount of work sorting slides have sufficient reserve processing capacity.

The dependences for determining the number of groups of wagons with defined assignment freight station in trains transfer trains, as well as finding the average number of uncoupling , which determines the amount of shunting work on the exhaust paths.

transfer trains, railway junction, railway stations, freight transport, shunting locomotives

Одержано (Received) 30.03.2023

Прорецензовано (Reviewed) 31.03.2023

Прийнято до друку (Approved) 03.04.2023