

---

---

УДК 656.212.5

**УДОСКОНАЛЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ В РОБОТІ СТАНЦІЙ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА**

Канд. техн. наук К. В. Крячко, А. В. Дев'ятко, Я. В. Маруєва,  
В. В. Сотников, Р. Б. Манафов

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РАБОТЕ СТАНЦИЙ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА**

Канд. техн. наук Е. В. Крячко, А. В. Девятко, Я. В. Маруева,  
В. В. Сотников, Р. Б. Манафов

**IMPROVEMENT OF INTERACTION IN THE WORK STATIONS OF THE RAILWAY  
JUNCTION**

Phd. tehn. K.V. Kryachko, A.V. Devyatko, Y.V. Marueva, V.V. Sotnikov, R.B. Manafov

*У даній роботі пропонуються варіанти раціонального перерозподілу сортувальної та маневрової роботи між сортувальними і вантажними станціями при формуванні передаточних поїздів з урахуванням можливого детального підбору окремих груп вагонів на конкретні вантажні fronti. Це дає змогу оптимального використання сортувального пристрою і маневрових локомотивів як на сортувальній, так і на вантажних станціях, а*

також скорочення тривалості перебування місцевих вагонів під час виконання основних технологічних операцій у залізничному вузлі.

**Ключові слова:** місцеві вагони, сортувальна станція, вантажні станції, взаємодія, залізничний вузол.

*В данной работе предлагаются варианты рациональной технологии перераспределения сортировочной и маневровой работы между сортировочными и грузовыми станциями при формировании передаточных поездов с учетом возможного детального подбора отдельных групп вагонов на конкретные грузовые фронты. Это дает возможность оптимального использования сортировочного устройства и маневровых локомотивов как на сортировочной, так и на грузовых станциях, а также сокращения продолжительности нахождения местных вагонов во время выполнения основных технологических операций в железнодорожном узле.*

**Ключевые слова:** местные вагоны, сортировочная станция, грузовые станции, взаимодействие, железнодорожный узел.

*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.*

**Key words:** local cars, marshalling yard, freight station, interaction, railway junction.

**Вступ.** Незважаючи на систематичне скорочення обсягів вантажних перевезень, що за останні три роки щорічно в середньому складало не менше 10 %, попит на транспортні послуги не зменшується, але цілий ряд причин викликають суттєві збитки (необґрунтованість тарифів, невідповідність робочого парку вагонів потрібним обсягам роботи, невиконання технологічних норм перебування вагонів на технічних і вантажних станціях, використання в експлуатації застарілого рухомого складу, вантажно-розвантажувальних машин і ін.). Так, 91,3 % маневрових локомотивів використовується з перевищенням нормативним терміном експлуатації; із 111200 вантажних вагонів 31 % перебуває в неробочому парку, а 56,5 % експлуатується з простроченим нормативним терміном; середній знос вагонів складає понад 90 %; тривалість виконання операцій з поточного утримання таких вагонів на 40-60 % перевищує заплановані норми [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемою взаємодії

основних станцій залізничного вузла з метою зменшення тривалості перебування вагонів при виконанні технологічних операцій займалися видатні вчені як в Україні, так і за кордоном. У першу чергу ці питання досліджувались у наукових працях Сміхова А.О. [2], Данька М.І. [3], Бутько Т.В. [4], Ломотька Д.В. [5], Альошинського Є.С. [6].

**Визначення мети і задачі дослідження.** З метою удосконалення організації роботи суміжних залізничних підрозділів виникає необхідність дослідження застосування раціональної технології, яка б дозволила прийняття оперативних рішень, направлених на скорочення обороту вантажних вагонів, які від навантаження до наступного навантаження перебувають на початково-кінцевих пунктах, тобто на вантажних станціях, більше половини часу, та понад 40 % – на технічних станціях, які їх обслуговують.

**Основна частина дослідження.** На сьогодні 55 % вантажних станцій розташовуються у залізничних вузлах, але основний обсяг робіт з навантаження-вивантаження виконується на станціях десяти найбільших міст України з населенням понад 500 тисяч жителів та 30 великих міст – від 100 до 500 тисяч жителів [7]. Це, як правило, позакласні станції та першого класу, що мають по два маневрових локомотиви і виконують усі види робіт, основна частка яких припадає на сортування та подавання вагонів на окремі вантажні фронти.

Із загальної тривалості перебування вагонів на вантажних станціях близько 70 % припадає на простої в очікуванні накопичення подач, подавання, розставлення і на міжопераційні простої під час їх виконання і проведення вантажних робіт.

Значно більшою є тривалість перебування вагонів на вантажних станціях, що мають один маневровий

локомотив або зовсім його не мають. Такі станції, як правило, мають незначний колійний розвиток і робота з підбору груп вагонів на вантажні фронти викликає значні простої.

За основним призначенням вантажні станції мають займатися організацією вивантаження і навантаження, а невласливу їм сортувальну роботу слід було б здійснювати на технічних станціях.

Згідно з результатами досліджень технології переробки місцевих вагонопотоків, які включаються до передаточних поїздів на вузлових сортувальних станціях [8], у більшості випадків операції по закінченню формування таких поїздів не виконуються і вони направляються після накопичення вагонів безпосередньо з колій сортувального парку або після перестановки до парку відправлення; тобто вся робота із детальним сортуванням передається на вантажні станції.

Аналіз структури вагонопотоку з переробкою, який надходить до сортувальних станцій, показав, що із загального обсягу місцевий вагонопотік складає від 7 до 12 %, а простий состав передаточних поїздів під накопиченням – до восьми і більше годин.

Витрати часу на закінчення формування цих составів через гірку на сортувальній станції на порядок менші, ніж на вантажній станції залежно від числа груп вагонів у составі. Враховуючи, що собівартість переробки одного вагона на сортувальній станції у 5-6 разів менша, ніж на вантажній, економічно доцільним є закінчення формування з підбором груп вагонів по вантажних фронтах здійснювати на сортувальних станціях, особливо нині, коли із зменшенням загального обсягу роботи їхні гірки мають достатній резерв переробної спроможності.

Дані обсягів роботи залізниць України (2010-2015 рр.) подано в таблиці.

Обсяги роботи залізниць України за 2010 – 2015 рр.

Основні показники	Одиниці виміру	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Перевезення вантажів	млн т	432,5	468,4	457,5	441,8	387,0	350,0
Вантажообіг	млрд ткм	218,1	243,6	237,3	224,0	209,6	195,1
Перевезення пасажирів	млн пас.	3104,6	3352,8	3348,9	3263,8	2977,1	2590,1
Пасажиροобіг	млрд пас. км	50,2	51,5	50,3	49,0	42,6	34,5

Але при цьому виникає і ряд проблем, які слід вирішувати впровадженням додаткових організаційно-технічних заходів. Так, при підборі груп вагонів виникає необхідність виділення додаткових колій у сортувальному парку або вільних дільниць колій за парковими гальмовими позиціями. Якщо таке сортування організувати чітко, між розпусками основного вагонопотоку, то вільні дільниці колій можуть використовуватися між стрілочною зоною і парковими гальмовими позиціями.

Крім цього, якщо станція обладнана автоматизованою системою управління, то слід коригувати інформаційне забезпечення програми сортувального процесу, оскільки відчепи виділяються в цілому для певної вантажної станції, а не вантажного фронту, тому при розформуванні немає інформації про певного вантажовласника.

У зв'язку з цим для підбору вагонів на сортувальних станціях по конкретних пунктах вивантаження необхідно створити додаткову інформаційну базу на сервері вузлового диспетчера і відкоригувати систему управління базою даних.

Це дасть змогу у сортувальних листках надавати відповідну інформацію для можливості підбору груп місцевих вагонів для вантажних станцій вузла у процесі розпуску основного вагонопотоку або після накопичення составів передаточних поїздів.

Одночасно слід розглянути необхідність введення при вузловому диспетчері додаткової штатної одиниці оператора (а при обслуговуванні тільки однієї вантажної станції – при маневровому диспетчері сортувальної станції) для постійного зв'язку з вантажними станціями і надання оперативної інформації про становище на вантажних фронтах, що практично не змінить собівартості переробки вагонів на сортувальній станції, але зменшить її на вантажній станції. Таку комплексну взаємодію технології роботи особливо важливо застосовувати при однозмінній або двозмінній роботі вантажних фронтів (на сьогодні понад 90 % вантажних фронтів працює в одну зміну). Це надасть можливість значно стабілізувати режим роботи вантажної станції у ранкові періоди від моменту прибуття передаточного поїзда до подачі вагонів на вантажні fronti.

Для вирішення задачі перерозподілу маневрової роботи в першу чергу слід визначити середнє число груп вагонів ( $n_{gp}$ ) з певними призначеннями вантажної станції у складах передаточних поїздів. Згідно з дослідженнями [2] встановлено, що максимальне число груп вагонів ( $n$ ), що надходять одночасно на усі вантажні fronti, складає від 13 до 19 %. Це дозволило виявити залежність  $n_{gp}$  від  $n$  та середньодобового обсягу місцевих вагонів ( $n_m$ ), що передаються на вантажну станцію,

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

де  $n_i$  – середньодобове число вагонів  $i$ -го призначення.

Крім того, встановлено, що середнє число відчепів ( $g_s$ ) у складі передаточного поїзда, яке визначає обсяг маневрової роботи на витяжних коліях, практично завжди менше максимального ( $g_{max}$ ) і визначається як

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

$$\frac{n_{zp}}{m_{c8}} \left[ t_{p\phi}^{m8} + \sum_{i=1}^{m_{c8}} (t_{zi} + t_{ei}) \right] > n_{zp} \left[ t_{p\phi}^2 + \sum_{i=1}^{m_{cc}} (t'_{zi} + t'_{ei}) \right], \quad (3)$$

де  $m_{c8}$ ,  $m_{cc}$  – число колій сортувального парку вантажної та сортувальної станції, на які підбираються відчепи для подач на вантажні фронти;

$t_{p\phi}^{m8}$ ,  $t_{p\phi}^2$  – тривалість розформування состава передаточного поїзда через маневрову витяжку та через сортувальну гірку, хв.;

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

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

Слід зазначити, що при складанні відчепів тривалість заїзду (виїзду) на  $i$ -ту

Варіант детального підбору груп вагонів на сортувальній станції можливий при обслуговуванні вантажних фронтів локомотивом від передаточного поїзда. Тривалість розформування у 5-6 разів менша, ніж на витяжних коліях вантажної станції, але тривалість складання груп у 3-4 рази більша за рахунок більшої довжини гіркової горловини, проте за відсутності окремого сортувального парку на вантажній станції цей варіант має бути основним. При наявності маневрового локомотива на вантажній станції даний варіант слід застосовувати за умови:

колію змінюється з послідовним збільшенням величини состава.

За другим варіантом, після накопичення состава передаточного поїзда, на сортувальній станції здійснюється скорочене повторне сортування з підбором груп вагонів по окремих районах вантажної станції.

При наявності резерву колій сортувального парку накопичення слід виконувати на окремих коліях, тоді для закінчення формування передаточного поїзда необхідно буде тільки з'єднати вагони з цих колій. Якщо такого резерву немає, то необхідно здійснювати техніко-економічне обґрунтування даного варіанта за умови укладання і утримання додаткового числа колій ( $m_d$ ) з урахуванням повторного сортування на цих коліях:

$$365n_{zp} \left[ t_{p\phi}^2 + \sum_{i=1}^{m_{cc}} (t_{zi} + t_{ei}) \right] (m_c e_{e2} + e_{л2}) > m_d (K \cdot E_n + \Delta E) + n_{zp} \sum_{i=1}^{m_d} (t_{zi} + t_{ei}) 365, \quad (4)$$

де  $K$  – вартість укладання додаткової колії у сортувальному парку, грн;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

$\Delta E$  – щорічні експлуатаційні витрати на поточне утримання та ремонт додаткової колії, грн;

$e_{вг}$  – вартість однієї вагоно-години простою, грн;

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

Крім цього, на вантажній станції необхідно здійснювати удосконалення конструкції сортувального парку для можливості незалежного обслуговування окремих районів станції при двох маневрових локомотивах.

Третій варіант може застосовуватися при проектуванні вантажної станції модульного типу і виконанні маневрової роботи двома локомотивами. Підбір груп вагонів за окремими модулями здійснюється на сортувальній станції одночасно з розформуванням і накопиченням состава передаточного поїзда.

За результатами проведених досліджень визначено, що при загальному обсязі місцевого вагонопотоку, який накопичується на сортувальній станції, від 50 до 70 вагонів на добу, число призначень складає від 58 до 75 % максимального числа груп вагонів у передаточних поїздах, а при обсязі понад 120 вагонів на добу збільшується не тільки число груп, але і число відчепів у составі.

Це пояснюється тим, що при незначних обсягах роботи на вантажній станції число вагонів у відчепіх буде меншим і при накопиченні на склад поїзда у ньому буде більше призначень, а при більших обсягах збільшується число вагонів, які надходять у відчепіх при розформуванні поїздів на сортувальній станції, а також число груп таких вагонів одного призначення, що надходять з різних розформованих поїздів. При цьому число призначень у цілому дещо зменшується у передаточному поїзді, але збільшується число поїздів.

Це дає можливість визначення варіанта сумісної технології переробки місцевого вагонопотоку, але оптимальне

рішення можливе тільки після техніко-економічного обґрунтування.

Аналогічна технологія сумісної роботи сортувальної станції і контейнерного терміналу може бути застосована при підборі вагонів з контейнерами різної вантажопідйомності для скорочення тривалості їх розстановки по окремих секціях контейнерних площадок.

Ритмічність організації сумісної роботи технічної і вантажної станції вузла залежить також від своєчасного підвезення робітників цих станцій з приміських районів. З цією метою графік руху приміських поїздів має бути чітко пов'язаний з роботою змін станцій і вантажних фронтів, тому керівництво пасажирської станції в першу чергу має організувати раціональний графік прокладання приміських поїздів залежно від кількості робітників, що надходять з різних приміських зон.

Встановлено, що довжина першої приміської зони перебуває в межах до 30 км, другої – до 50 км і третьої – до 70 і більше кілометрів. Найбільш інтенсивний пасажиропотік першої зони вимагає не менше 6-8 пар приміських поїздів, другої – не менше чотирьох і третьої – не менше двох. При цьому для зменшення часу перебування пасажирів на шляху прямування від і до головної пасажирської станції слід застосовувати ступінчастий графік, коли пасажири третьої зони не мають зупинок приміського поїзда в межах першої і другої зони, а пасажири другої зони не зупиняються на зупинкових пунктах першої зони. Зменшення кількості зупинок дає змогу скоротити енергетичні витрати і своєчасно підвозити робітників до головної станції.

**Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку.** Впровадження сумісної технології роботи вантажної і сортувальної станції, яка її забезпечує підбором груп вагонів для обслуговування вантажних фронтів, надасть можливість скоротити простої рухомого складу і витрати палива.

Крім того, чіткий взаємозв'язок у роботі усіх станцій залізничного вузла дає можливість стабілізації руху поїздів на прилеглих підходах.

### *Список використаних джерел*

1. План модернізації України: від кризи до економічного зростання [Текст] / Федерація роботодавців України. – К., 2015. – 225 с.
2. Смехов, А. А. Оптимизация процессов грузовой работы [Текст] / А.А. Смехов. – М.: Транспорт, 1973. – 264 с.
3. Данько, М. І. Теоретичні основи оптимального функціонування системи вантажної станції [Текст] / М.І. Данько, К.В. Крячко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – Вип. 56. – С. 5-13.
4. Бутько, Т. В. Удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів в умовах зростання вантажопотоків [Текст] / Т.В. Бутько, Т.В. Головка // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2006. – Вип. 8. – С. 5-13.
5. Ломотько, Д. В. Використання логістичних підходів та системної оптимізації при функціонуванні транспортних вузлів [Текст] / Д.В. Ломотько, Я.В. Запара, Є.В. Запара // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 111. – С. 17-23.
6. Альошинський, Є. С. Аналіз впливу простою міжнародного вагонопотоку на оборот вагонів [Текст] / Є.С. Альошинський, О.С. Пестременко-Скрипка // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 137. – С. 24-29.
7. Статистичний щорічник України за 2015 рік [Текст] / за ред. І.М. Жук. – К.: Державна служба статистики України, 2015. – 586 с.
8. Крячко, К. В. Статистичні дослідження функціонування системи обслуговування залізничних вантажних фронтів [Текст] / К.В. Крячко // Зб. наук. праць. – Харків: ХНЕУ, 2004. – Вип. 2. – С. 93-94.
9. Varabino V., Massimo F. Characterizing, measuring, and managing transit service quality // Advanced Transportation – 29.03.2016 - atr.1377 – p. 818–840.
10. Dewi Li, Daamen W., Rob M. P. Goverde. Estimation of train dwell time at short stops based on track occupation event data // Advanced Transportation – 14.04.2016 - atr.1380 – p. 877-896.

---

Крячко Катерина Віталіївна, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (095)7376969. E-mail: katrinaaa@i.ua.

Девятко Артем Віталійович, студент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (099)1671576. E-mail: dav@i.ua.

Маруєва Яна Віталіївна, студентка кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (050)5102760. E-mail: myav@i.ua.

Сотников Володимир Володимирович студент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (095)6009755. E-mail: svv@i.ua.

Манафов Рустам Бахрам, студент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (099)1671576. E-mail: mrb@i.ua.

Kryachko Ekaterina, Phd. Sc. Associate Professor, Department of railway stations and junctions of the Ukrainian state University of railway transport. Tel: (095)7376969. E-mail: katrinaaa@i.ua.

Devyatko Artem, student, Department of railway stations and junctions of the Ukrainian state University of railway transport. Tel: (099)1671576. E-mail: dav@i.ua.

Marueva Yana, student, Department of railway stations and junctions of the Ukrainian state University of railway transport. Tel: (050)5102760. E-mail: myav@i.ua.

Sotnikov Vladimir, student, Department of railway stations and junctions of the Ukrainian state University of railway transport. Tel: (095)6009755. E-mail: svv@i.ua.

Manafov Rustam, student, Department of railway stations and junctions of the Ukrainian state University of railway transport. Tel: (099)2783901. E-mail: mrb@i.ua.

Стаття прийнята 27.09.2016 р.