

УДК 656.224:075.8

**ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПАСАЖИРСЬКИХ СТАНЦІЙ
НА ЇХ ПРОПУСКНУ СПРОМОЖНІСТЬ**

Канд. техн. наук К.В. Крячко, магістри О.Є. Саленко, В.А. Єршов

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПАССАЖИРСКИХ
СТАНЦИЙ НА ИХ ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ**

Канд. техн. наук К.В. Крячко, магистры А.Е. Саленко, В.А. Ершов

**DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF STRUCTURAL PARAMETERS OF PASSENGER
STATIONS ON THEIR CAPACITY**

Cand. of techn. sciences K. Kryachko, A. Salenko, V. Ershov

Запропоновано методику розрахунку пропускної спроможності горловин головних пасажирських станцій, яка дозволяє здійснювати удосконалення їх конструкцій залежно від обсягів пасажирського руху з урахуванням переміщень на паралельних маршрутах.

***Ключові слова:** пропускна спроможність, конструкція горловини, графік руху поїздів, суміжні маршрути, розрахунковий період, згущений період, постійні операції, стрілочна вулиця, ранжирний парк, перонні колії.*

Предложена методика расчета пропускной способности горловин пассажирских станций, которая позволяет усовершенствовать их конструкции в зависимости от размеров пассажирского движения с учетом передвижений на параллельных маршрутах.

Ключевые слова: пропускная способность, конструкция горловин, график движения поездов, смежные маршруты, расчетный период, сгущенный период, постоянные операции, стрелочная улица, ранжирный парк, перронные пути.

Passenger stations are significant differences both on technology and design, therefore, the definition of bandwidth necks for some of them can be implemented by the method that is used for district stations. But passenger stations largest cities should use a method that takes into account a significant number of constructive-technological parameters that require special calculations with the use of probability theory. The technique of calculation of throughput of necks of passenger stations, which allows improving their designs depending on the size of a passenger movement with regard to travel on the parallel routes.

Keywords: bandwidth, the design of the rings, train schedule, adjacent routes, accounting period, condensed period, ongoing operation, analog street, park sludge suburban train, ramp way.

Вступ. Головні пасажирські станції України характеризуються значною інтенсивністю переміщень у горловинах, особливо тих, які обслуговують пасажирський рух у переважному напрямку. Зважаючи на те, що більшість таких станцій були побудовані та реконструйовані близько п'ятдесяти і більше років тому, їх конструкції вимагають суттєвого удосконалення. Але складність полягає ще в тому, що основна більшість з них розташована в середині крупних міст і не дає можливості розроблення раціональних варіантів, тому попередньо необхідно провести дослідження впливу конструктивних і технологічних параметрів при використанні найновіших методик.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Визначення раціональних конструктивних параметрів пасажирських станцій з метою забезпечення необхідної їхньої пропускної спроможності для організації стабільної роботи основних магістральних напрямків є однією з основних проблем розвитку конкурентного ринку залізничних перевезень.

Особливо це питання стосується головних пасажирських станцій, які утворюють значні приміські поїздопотоки, обслуговують пасажирські поїзди різних категорій і їхній рухомий склад [1]. Серед спеціалізованих пасажирських станцій є такі, що не утворюють приміські та пасажирські поїздопотоки, а тільки обслуговують транзитний пасажирський рух; у зв'язку з цим вони не належать до головних.

Із загальної кількості спеціалізованих пасажирських станцій майже половина запроєктована за схемами наскрізного типу, близько 30 % – тупикового і решта – комбінованого типу [2].

Через складність розвитку основної частини спеціалізованих пасажирських станцій, які розташовуються в центральній частині великих міст, виникли недосконалі конструкції стрілочних горловин із значною кількістю ворожих перехрещень поїзних і маневрових маршрутів, що викликає затримки при виконанні основних технологічних операцій, погіршення умов виконання якісних показників графіка та безпеки руху поїздів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемою удосконалення конструкцій пасажирських станцій займалися такі вчені, як К.Ю. Скалов, І.Ю. Савченко, М.В. Правдін, Ю.І. Єфименко та ін., але методики розрахунку на сьогодні слід удосконалювати із застосуванням методів математичного моделювання і теорії імовірностей.

Визначення мети і завдання дослідження. Метою та основним завданням роботи є визначення впливу конструкцій горловин головних спеціалізованих пасажирських станцій на їх пропускну спроможність залежно від розрахункових обсягів руху пасажирських і приміських поїздів.

Основна частина дослідження. У зв'язку з відсутністю на сьогодні розробленого і затвердженого типового технологічного процесу роботи пасажирської станції, у якому

була б наведена чітка методика визначення пропускної спроможності горловин протягом розрахункового періоду приймання і відправлення пасажирських і приміських поїздів з урахуванням тривалості виконання маневрових операцій з їх обслуговування, в Інструкції [3] не визначені основні вимоги до проектування основних конструктивних параметрів цих станцій.

Інженерно-технічні працівники пасажирської станції виконують розрахунки пропускної спроможності горловин за спрощеною методикою [4], що пропонується для дільничних станцій, основним недоліком якої є відсутність урахування впливу конкретних одночасних переміщень при виконанні основних технологічних маршрутів у даній горловині.

У цій роботі пропускну спроможність горловин головної пасажирської станції ($n_{гл}$) пропонується визначати залежно від коефіцієнта використання пропускної спроможності з урахуванням основних конструктивних параметрів горловини:

$$n_{гл} = \frac{n_i^{\phi}}{q_{гл}}, \quad (1)$$

де n_i^{ϕ} – фактична кількість переміщень у горловині протягом розрахункового періоду;

$q_{гл}$ – коефіцієнт використання пропускної спроможності горловини.

При визначенні розрахункового періоду спочатку необхідно знайти середній інтервал приймання і відправлення пасажирських і приміських поїздів протягом доби при літньому графіку руху поїздів як результат ділення тривалості доби на загальну кількість цих поїздів. Потім протягом доби визначаються періоди, коли поїзди приймаються та відправляються з інтервалами меншими, ніж середній. Таких періодів може бути декілька (як правило, вони виникають вранці та ввечері). Найбільше значення такого згущеного періоду ($T_{зг}$) приймається за розрахунковий період. Звичайно для кожної станції та для окремої горловини він визначається в результаті аналізу графіка руху поїздів з урахуванням додаткових поїздів у літній період.

$$q_{гл} = \frac{T_{зв}}{\Delta T_{зг}}, \quad (2)$$

де $T_{зв}$ – сумарна тривалість завантаження горловини всіма маршрутами (М) з урахуванням переміщень, що виконуються на паралельних маршрутах, хв;

$\Delta T_{зг}$ – можлива тривалість використання елементів горловини протягом розрахункового періоду,

$$\Delta T_{зг} = T_{зг} - \Delta T_{по}, \quad (3)$$

де $\Delta T_{по}$ – тривалість зайняття елементів горловини постійними операціями протягом розрахункового періоду з поточного утримання верхньої будови колії плановими видами ремонту; прибирання снігу та сміття; утримання пристроїв контактної мережі та ін.

Протягом доби на виконання цих операцій $T_{по}$ виділяється 75 хв для електрифікованих дільниць і 25 хв для дільниць з тепловозною тягою [4], тоді

$$\Delta T_{по} = T_{по} \cdot \frac{T_{зг}}{1440}; \quad (4)$$

$$T_{зв} = \sum_{i=1}^M T_{зв,i}^H;$$

$$T_{зв,i}^H = n_i \cdot t_i - T_{сум}; \quad (6)$$

де n_i – кількість і-х маршрутів у горловині, які виконуються протягом розрахункового періоду;

t_i – тривалість використання і-го маршруту, хв.

Для проведення аналізу тривалості завантаження горловини необхідно скласти таблицю всіх можливих маршрутів, визначити тривалість їх суміщення з іншими паралельними маршрутами ($T_{сум}$). При виконанні аналізу слід урахувати кількість основних колій у горловині (m_r), по яких можливі одночасні переміщення. Якщо $m_r = 1$, то $T_{сум}$ у формулі (6) не враховується, а при $m_r = 2$

$$T_{\text{сум}} = P_i \cdot P_j \cdot \Delta T_{\text{зг}}, \quad (7)$$

де P_i – імовірність появи i -го маршруту, що аналізується;

P_j – імовірність появи j -го маршруту, який може виконуватися паралельно з i -м маршрутом.

$$T_{\text{сум}} = (n_i \cdot t_i / \Delta T_{\text{зг}}) \cdot (n_j \cdot t_j / \Delta T_{\text{зг}}) \cdot \Delta T_{\text{зг}}, \quad (8)$$

$$T_{\text{зб.і}}^{\text{н}} = n_i \cdot t_i - (1 - P_j) \quad (9)$$

У випадках, коли $m_r \geq 3$,

$$T_{\text{зб.і}}^{\text{н}} = n_i \cdot t_i \cdot \left(1 - \sum_{j=1}^{m_r} n_j \cdot t_j / \Delta T_{\text{зг}}\right) = \quad (10)$$

$$= n_i \cdot t_i \cdot \left(1 - C \sum_{j=1}^{m_r} P_j\right),$$

$$T_{\text{зб.і}}^{\text{н}} = n_i \cdot t_i \cdot (1 - C \cdot P_{\text{сум}}), \quad (11)$$

де $P_{\text{сум}}$ – сумарна імовірність суміщення i -го маршруту з усіма можливими j -ми паралельними з ним маршрутами;

C – коефіцієнт, що враховує можливість збільшення паралельності за допомогою приготування варіантних маршрутів.

Якщо $P_{\text{сум}} \leq 0,5$, то при виконанні маневрових маршрутів C приймається 1,5; при $P_{\text{сум}} = 0,5 - 0,6$ $C=1,3$; а при $P_{\text{сум}} \geq 0,6$ $C=1,2$.

При виконанні поїзних маршрутів $C=1,0$.

Сумарна величина завантажень по кожному даному маршруту складає загальне завантаження горловини протягом розрахункового періоду.

При збільшенні обсягів руху зростає коефіцієнт використання пропускної спроможності горловини, що вимагає удосконалення її конструктивних параметрів.

Проведений аналіз результатів виконаних досліджень показав, що при $q_{\text{гл}} \leq 0,75$ кількість паралельних ходів у горловині $m_{\text{хг}}$, які у більшості випадків запроектовані у вигляді найпростіших стрілочних вулиць під кутом хрестовини до основних колій, може

укладатися по одному в кожний бік від середньої основної колії. Якщо $q_{\text{гл}} = 0,75 - 0,85$, то $m_{\text{хг}} = 2$, що укладаються в кожний бік від середніх основних колій, а при $q_{\text{гл}} = 0,85 - 0,95$ $m_{\text{хг}} = 3$.

У випадках, коли $q_{\text{гл}} \geq 0,95$, необхідно передбачати реконструктивні заходи з метою перебудови горловини. У першу чергу слід збільшити кількість основних колій для можливості підвищення імовірності суміщення паралельних переміщень і досягнення необхідної пропускної спроможності. Найбільша кількість головних колій може дорівнювати всім головним коліям, що підходять до даної горловини з урахуванням ходових колій, які ведуть до перонного парку, пасажирської технічної станції, ранжирного парку або моторвагонного депо.

При обмеженні фінансових ресурсів на першому етапі слід розробляти організаційні заходи з скорочення тривалості зайняття елементів горловини постійними операціями або перенесення їх за межі розрахункового періоду; збільшення швидкості руху в горловині з метою скорочення тривалості використання маршрутів приймання поїздів і маневрових переміщень; збільшення кількості можливих варіантних маршрутів за рахунок розроблення спеціальних тренажерів для вивчення передового досвіду прийняття своєчасних оперативних рішень.

При розробленні або коригуванні технологічного процесу роботи пасажирської станції особливу увагу слід приділити питанню раціональної спеціалізації перонних колій з метою максимально можливої рівномірності завантаження окремих конструктивних елементів горловин, а після цього слід розробляти варіанти удосконалення їх конструкції зі збільшенням кількості основних колій і паралельних ходів. При цьому, якщо спеціалізація колій взаємозамінна, то кількість паралельних ходів у горловині повинна бути однаковою в обидва боки від основних колій, але якщо окрема група колій спеціалізується для обслуговування приміського руху, то кількість паралельних ходів до них повинна бути більшою, ніж до інших секцій перонних колій.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. При розробленні або коригуванні технологічних процесів роботи головних пасажирських

станцій у додатках до них пропонується використовувати дану методику розрахунку пропускної спроможності горловин, яка дає змогу надавати пропозиції щодо подальшого удосконалення їх конструкції при зміні обсягів пасажирського руху.

У подальших дослідженнях планується визначення впливу типу пасажирських станцій на пропускну спроможність горловин залежно від кількості їх основних конструктивних елементів.

Список використаних джерел

1. Данько, М.І. Пасажирські станції України: проблеми розвитку та обслуговування у транспортному комплексі [Текст] / М.І. Данько, В.І. Крячко, К.В. Крячко // зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2007. – Вип. 11. – С. 5-16.
2. Довідник основних показників роботи залізниць України за 2002-2012 рр. [Текст] – К.: Швидкий рух, 2012. – 48 с.
3. Инструкция по проектированию станций и узлов на железных дорогах Союза ССР: ВСН 56-78 [Текст]. – М.: Транспорт, 1978. – 174 с.
4. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України: ЦД – 0036 [Текст]. – К.: Транспорт України, 2002. – 376 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.М. Котенко

Крячко Катерина Віталіївна, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Української державної академії залізничного транспорту. Тел. (057)730-10-42. E-mail: katrinaaa@mail.ru.
Саленко Олексій Євгенович, Єршов В'ячеслав Анатолійович, студенти Української державної академії залізничного транспорту.

Kryachko Ekaterina, cand. of techn. sciences, associate professor of the department of railway stations of the Ukrainian state Academy of railway transport. Ph. (057)730-10-42. E-mail: katrinaaa@mail.ru.
Salenko A., Ershov V., students of Ukrainian state Academy of railway transport.