УДК656.212

М. І. БЕРЕЗОВИЙ, В. В. МАЛАШКІН, Р. Г. КОРОБЙОВА (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна)

ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ПРОМИСЛОВОЇ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЇЇ ЕРГАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Вирішена практична задача перевірки працездатності промислової сортувальної станції для розрахункових обсягів перевезень. Розглянуто результати аналітичного та імітаційного моделювання роботи станції, на базі яких розроблені рішення і рекомендації щодо посилення її технічного оснащення.

Ключові слова: сортувальна станція, пропускна спроможність, імітаційне моделювання.

Решена практическая задача проверки работоспособности промышленной сортировочной станции для расчетных объемов перевозки. Рассмотрены результаты аналитического и имитационного моделирования работы станции, на базе которых разработаны решения и рекомендации по усилению ее технического оснащения.

Ключевые слова: сортировочная станция, пропускная способность, имитационное моделирование.

Resolved the practical problem verify that the industrial marshaling yard for settlement transportation volumes. The results of the analytical and simulation work stations, which are designed on the basis of the decisions and recommendations to strengthen its technical equipment.

Key words: marshaling yard, capacity, simulation.

Вступ

У відповідності до планів розвитку металургійного комплексу корпорації «Інтерпайп» у період з 2007 по 2012 роки на прилеглій до трубопрокатного заводу ВАТ «Інтерпайп НТЗ» в м. Дніпропетровськ був споруджений новий електросталеплавильний комплекс (ЕСПК) ТОВ «МЗ «Дніпросталь», який був введений в експлуатацію у січні 2012 р. Для забезпечення залізничних перевезень нового заводу і виробничих цехів ВАТ «Інтерпайп НТЗ» була виконана реконструкція промислової станції «Сортувальна-2» під'їзної колії. В даний час на станції споруджено 6 колій для прийому та відправлення передаточних поїздів і їх сортування, а також 2 витяжні колії, що примикають до східної горловині станції, електрична централізація стрілок і сигналів на станції відсутня. Конструкція колійного розвитку станції «Сортувальна-2» наведена на рис. 1.

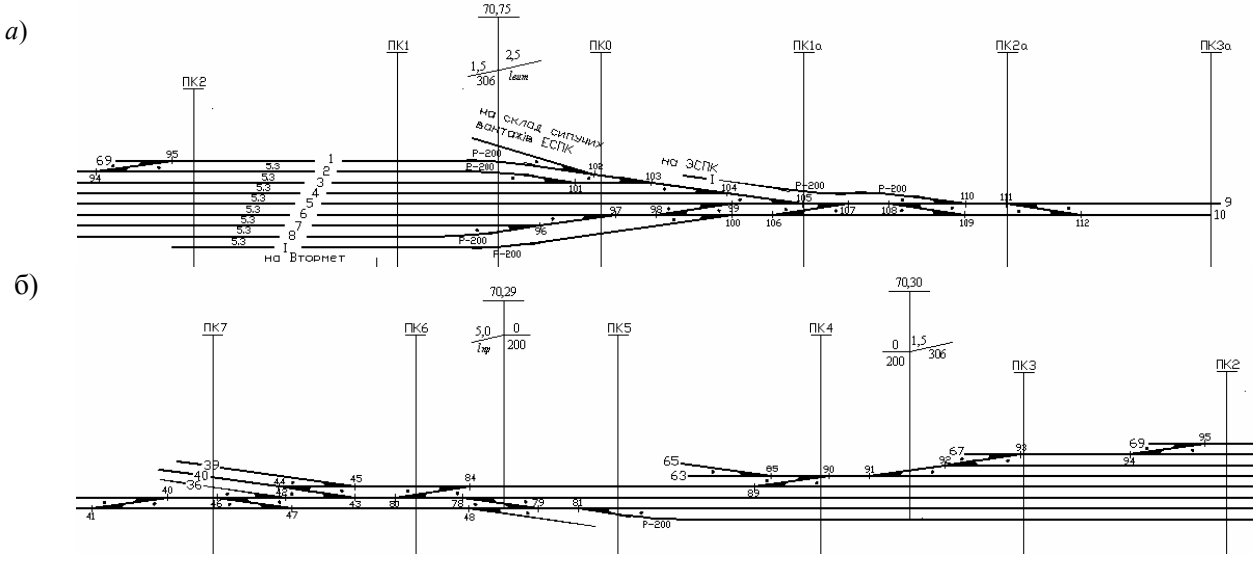


Рис. 1. Схема колійного розвитку станції «Сортувальна-2»:
а) східна горловина; б) західна горловина

© Березовий М. І., Малашкін В. В., Коробйова Р. Г. 2012

Постановка задачі

Введення в експлуатацію потужностей ЕСПК здійснюється поетапно з поступовим виходом ЕСПК на проектну потужність до 2013 року. Для кожного етапу введення в експлуатацію ЕСПК характерна певна кількість виробленої сталі, витратної сировини і матеріалів на її виробництво, а також кількість готової продукції, що відвантажується на зовнішню мережу виробничими цехами підприємства. Очевидно, що на кожному наступному етапі експлуатації ЕСПК обсяги перевезень сировини, матеріалів і готової продукції залізничним транспортом збільшуються. У цьому зв'язку виникає проблема оцінки пропускної здатності станції «Сортувальна-2» щодо забезпечення залізничних перевезень під'їзної колії ВАТ «Інтерпайп НТЗ» в умовах функціонування ЕСПК. У рамках вирішення цієї задачі необхідно встановити максимальні обсяги роботи ЕСПК, які зможе забезпечити залізничними перевезеннями станція при існуючому її технічному оснащенні.

Основна частина

Рішення вказаної задачі було виконано на основі аналітичного розрахунку і графоаналітичного моделювання добової роботи станції «Сортувальна-2» при різних розрахункових обсягах залізничних перевезень на під'їзній колії НТЗ.

Пропускна спроможність станції «Сортувальна-2» повинна забезпечувати розрахункові добові обсяги зовнішніх і внутрішньозаводських залізничних перевезень по під'їзній колії з необхідним рівнем експлуатаційної надійності. При цьому виникає проблема визначення по етапах експлуатації ЕСПК розрахункових добових обсягів роботи станції, які істотно відрізняються від середньодобових обсягів внаслідок наявності сезонної та внутримісячної нерівномірності. У першу чергу це відноситься до зовнішніх перевезень у вагонах загальносітьового парку (ЗСП). На основі виконаного аналізу прибуття навантажених і порожніх вагонів ЗСП на під'їзну колію ВАТ «Інтерпайп НТЗ» в 2010 та 2011 роках були визначені розрахункові коефіцієнти нерівномірності надходження з зовнішньої мережі різних видів вантажу. При цьому середній коефіцієнт нерівномірності прибуття завантажених вагонів ЗСП склав $K_{\text{нер}}^{\text{гр}} = 2,0$; для порожніх вагонів ЗСП – $K_{\text{нер}}^{\text{пор}} = 1,5$. У той же час для внутрішньозаводських залізничних перевезень на під'їзній колії характерні незначні внутримісячні коливання, що пояснюється досить ритмічною роботою виробничих цехів підприємства при виконанні місячного плану випуску готової продукції.

На основі даних про випуск сталі на ЕСПК по етапах його експлуатації з урахуванням коефіцієнта нерівномірності були визначені розрахункові добові обсяги перевезень кожного виду сировини і витратних матеріалів для металургійного виробництва. Крім того, за результатами аналізу виробничих планів випуску готової продукції цехами підприємства були розраховані обсяги надходження порожніх вагонів під навантаження і, відповідно, розрахункові розміри добового відправлення вагонів на зовнішню мережу по кожному етапу експлуатації ЕСПК.

Аналіз технології роботи станції «Сортувальна-2» показав, що основний обсяг поїзних і маневрових пересувань виконується в її східній горловині з використанням витяжних колій № 9 і 10. У цьому зв'язку для оцінки пропускної спроможності станції був виконаний розрахунок завантаження тільки її східній горловини, тому що завантаження західної горловини станції буде свідомо менше.

З урахуванням рекомендацій [1] було виконано нормування тривалості всіх маневрових переміщень, які можливі в східній горловині станції. Отримані при цьому результати використовувалися при визначенні коефіцієнта завантаження цієї горловини.

Аналітичний розрахунок показав, що при виході ЕСПК на проектну потужність коефіцієнт завантаження східної горловини станції «Сортувальна-2» складе 1,12; з цього можна зробити висновок про те, що при існуючому технічному оснащенні станція не зможе забезпечити нормальне функціонування залізничного транспорту під'їзної колії при максимальних обсягах роботи заводу. У відповідності до результатів дослідження значення коефіцієнта завантаження $K_{\text{зав}}$ східної горловини станції при різних обсягах роботи ЕСПК N, які у вигляді графіка залежності $K_{\text{зав}} = f(N)$ наведені на рис. 2, встановлено, що допустимі значення коефіцієнт завантаження горловини приймає при таких обсягах роботи ЕСПК, які не перевищують 47 % його проектної потужності.

Слід зазначити, що значна частка (до 50 %) від загального часу виконання маневрових операцій на станції «Сортувальна-2» припадає на ручне переведення стрілок і пов'язані з цим операції по взаємодії працівників станції для забезпечення безпеки руху. Таким чином, для

забезпечення необхідного рівня експлуатаційної надійності залізничного транспорту під'їзної колії при виході ЕСПК вже на 47 % від проектної потужності станція «Сортувальна-2» і, в першу чергу, її східна горловина, повинна бути обладнана системою електричної централізації стрілок і сигналів.

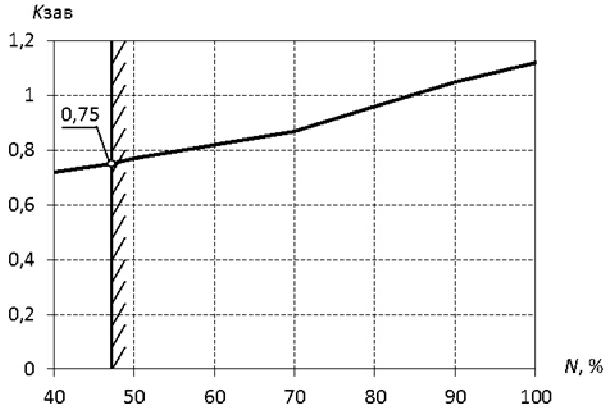


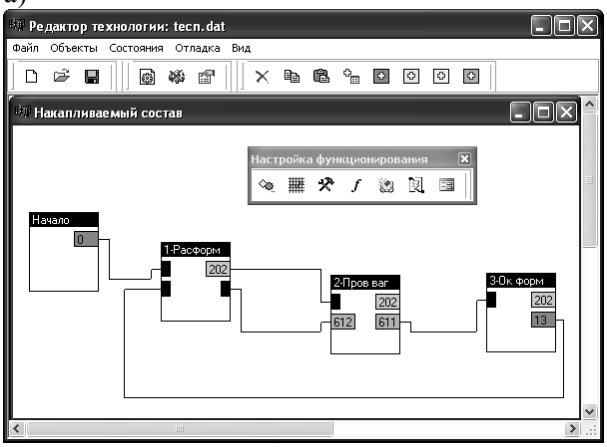
Рис. 2. Залежність коефіцієнта завантаження східної горловини станції «Сортувальна-2» від проектної потужності ЕСПК

Суттєвою перевагою аналітичного методу розрахунку завантаження горловин станції є можливість достатньо швидко (у порівнянні з витратами часу на побудову добового плану-графіка роботи станції) перевірити працездатність елементів станції. Але, разом з тим, вказаний метод має і значні недоліки. Відсутність врахування випадкового характеру тривалості виконання технологічних операцій, спрощення технології обробки об'єктів (вагонів або локомотивів) призводить до спотворення коефіцієнта завантаження горловин станції та її показників функціонування.

Підвищення якості техніко-експлуатаційної оцінки станцій може бути досягнуто за рахунок використання ЕОМ для моделювання їх технологічних процесів.

Перші досліди з імітаційного моделювання транспортних систем на ЕОМ виконані у 60-тих роках XX сторіччя [2]. Надалі на основі цих досліджень у [3] були сформульовані загальні принципи формалізації станцій і вузлів, методології їхнього функціонального моделювання. В теперішній час розроблено значну кількість програм для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій [4-7]. Однак, переважно програмне описання технологічних процесів ускладнює побудову моделей конкретних станцій і обмежує їх використання науковими задачами. Для подолання цієї проблеми у ДНУЗТі розроблено програмний комплекс для ергатичного моделювання роботи станції в якій дані відділені від програми [8, 9]. Така організація моделі дозволяє імітувати роботу будь яких станцій з будь якою деталізацією технологічного процесу. Підготовка вихідних даних для моделювання виконується в автоматизованому режимі за допомогою редактору моделі технологічного процесу та редактору інформаційної моделі станції (див. рис. 3, *а* та рис. 3, *б* відповідно). Процес моделювання роботи станції зображено на рис. 4. Результати моделювання представляються у вигляді плану-графіка виконаної роботи станції, який використовується для розрахунку її показників функціонування.

а)



б)

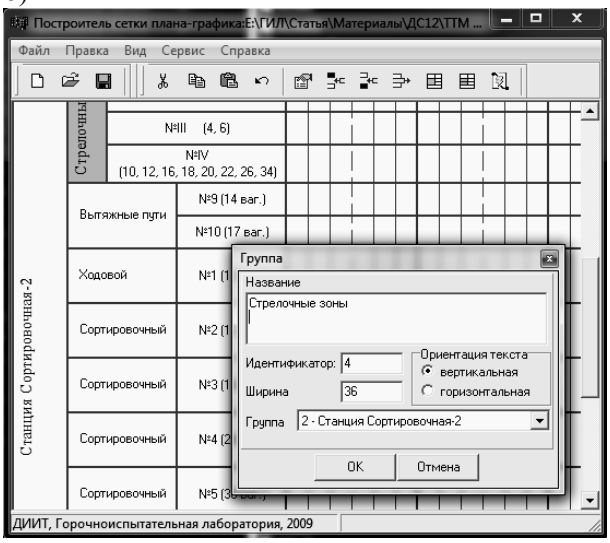


Рис. 3. Програмні засоби для автоматизованої підготовки даних для моделювання:
а) редактор моделі технологічного процесу;
б) редактор інформаційної моделі станції

Перевірка достатності колійного розвитку станції і оцінка завантаження її горловин виконана також за допомогою ергатичної моделі станції, в якій людина, що виконує моделювання, відіграє роль диспетчера та приймає безпосередню участь у імітаційному моделюванні.

Таким чином, окрім врахування випадкового характеру тривалості виконання технологічних операцій у різних експлуатаційних умовах роботи врахований також людський фактор, що значно впливає на показники функціонування станції.

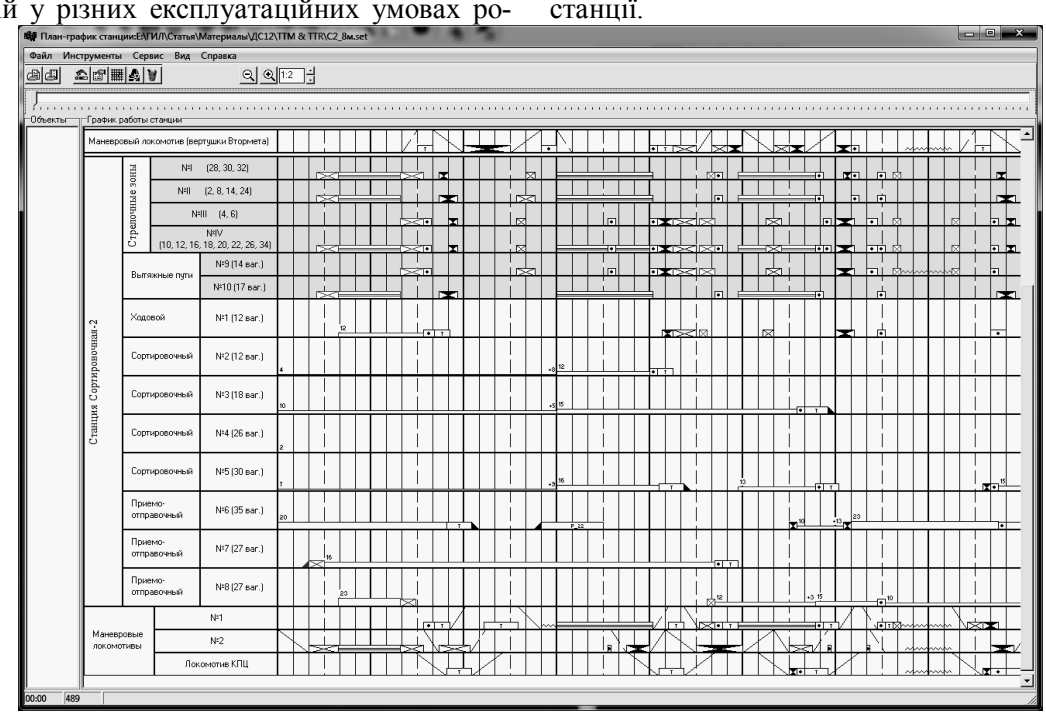


Рис. 4. Імітаційна модель роботи станції «Сортувальна-2»

Висновки

Аналіз показників побудованих планів-графіків показав, що при роботі ЕСПК на 50% від проектної потужності станція забезпечить необхідний рівень експлуатаційної надійності залізничних перевезень; при цьому максимальне завантаження елементів станції склало 0,75. Імітаційне моделювання роботи станції дозволило отримати її достовірну техніко-технологічну оцінку та зробити висновок про те, що при організації перевезення трубної заготовки на зовнішню мережу маршрутами, необхідним є спорудження на станції двох додаткових колій.

На основі комплексного аналізу та оцінки пропускної спроможності станції «Сортувальна-2» були розроблені інженерно-технічні рішення і рекомендації щодо посилення її технічного оснащення для забезпечення необхідного рівня експлуатаційної надійності залізничних перевезень при обслуговуванні ЕСПК по етапах його експлуатації.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України [Текст]. – К.. Видавничий дім «САМ», 2004. – Ч.1. – 432 с.

2. Персианов, В. А. Расчет железнодорожных узлов методом моделирования их работы на ЭЦВМ [Текст] / В. А. Персианов, Н. С. Усков, И. Е. Четыркина // Транспортные узлы. – М.: Транспорт, 1966. – С. 420-446.

3. Персианов, В. А. Моделирование транспортних систем [Текст] / В. А. Персианов, К. Ю. Скалов, Н. С. Усков – М.: Транспорт, 1972. – 208 с.

4. Мацкель, С. С. Расчет элементов станций на ЭВМ [Текст]. – М.: Транспорт, 1980. – 176 с.

5. VirtuOS® – Simulieren von Bahnbetrieb / König Helmut // ETR: Eisenbahntechn. Rdsch. – 2001. 50. – № 1-2, – С. 44-47.

6. Zhongguo kuangye daxue / Yan X., Zhang C. // J. China Univ Mining and Technol. – 2000. 29. – № 1. – С. 97-101.

7. Лещинский, Е. Имитационное моделирование на железнодорожном транспорте [Текст] / Е.Лещинский [пер. с польск.] – М.: Транспорт, 1977. – 176 с.

8. Бобровский, В. И. Эргатические модели железнодорожных станций [Текст] / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // Зб. наук. праць КУЕТТ «Транспортні системи і технології». – К.: КУЕТТ, 2004. – Вип. 5. – С. 80-86.

9. Козаченко, Д. М. Програмний комплекс для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій на основі добового плану-графіку / Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора, Р. Г. Коробйова // Залізничний транспорт України. – № 4. – 2008.– С. 18-20.

Надійшла до редколегії 29.11.2012.
Прийнята до друку 30.11.2012.