

УДК 656.2

Д. М. КОЗАЧЕНКО^{1*}, В. В. МАЛАШКІН^{2*}, М. І. БЕРЕЗОВИЙ^{3*}, О. Л. ІСКРА^{4*}

^{1*} Каф. «Управління експлуатаційною роботою», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, г. Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373 15 04, ел. пошта kozachenko@upr.diit.edu.ua, ORCID 0000-0003-2611-1350

^{2*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 371 51 03, ел. пошта viacheslav.malashkin@gmail.com, ORCID 0000-0002-5650-1571

^{3*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 371 51 03, ел. пошта n.berezovy@gmail.com, ORCID 0000-0001-6774-6737

^{4*} Одеський фаховий коледж транспортних технологій, пл. Олексіївська, 2, Одеса, Україна, 65005, тел. +38 (067) 603 49 91, ел. пошта: elenaiskra1@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ТА ПРОВІЗНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ В УМОВАХ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБСЯГІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ СИРОВИНИ

Мета. У сучасних умовах проблема підвищення ефективності роботи залізничного транспорту промислових підприємств є досить актуальною, і, в першу чергу, це відноситься до підприємств металургійної і гірничо-видобувної галузі, які є найбільшими одержувачами і відправниками вантажів залізницями України. У цьому зв'язку метою дослідження є розробка заходів щодо підвищення пропускної та провізної спроможності залізничної інфраструктури підприємства гірничо-видобувної галузі в умовах збільшення обсягів перевезення сировини. **Методи.** Комплексний аналіз технічного оснащення та технології роботи залізничного транспорту великого гірничо-збагачувального комбінату України виконано з використанням методів графоаналітичного моделювання. **Результати.** Колійний розвиток гірничо-збагачувального комбінату забезпечує доставку залізної руди з кар'єру до дробильно-збагачувальної фабрики. Комбінат представлено як систему транспортування сировини від пунктів навантаження до пункту вивантаження, в якій процес її споживання є рівномірним (вивантаження руди на коліях дробильної фабрики), а процес її поповнення – нерівномірним (навантаження руди на пунктах навантаження). Згладжування нерівномірності постачання сировини між пунктами навантаження та вивантаження забезпечує колійна ємність станції, що примикає до дробильної фабрики. Пропускна спроможність існуючої залізничної інфраструктури комбінату не забезпечує опанування розрахункових обсягів перевезення сировини. Аналіз результатів графічного моделювання роботи гірничо-збагачувального комбінату показав, що обмежувальними елементами є переробна спроможність дробильної фабрики та довгі перегони між пунктами навантаження і станцією примикання. Запропоновані організаційно-технічні рішення для збільшення пропускної спроможності залізничної інфраструктури гірничо-збагачувального комбінату. **Практична значимість.** Отримані результати можуть бути використані при впровадженні рекомендацій, спрямованих на підвищення ефективності функціонування залізничного транспорту гірничо-збагачувального комбінату в умовах збільшення обсягів перевезення сировини.

Ключові слова: гірничо-збагачувальний комбінат; залізнична інфраструктура; пропускна спроможність; провізна спроможність; графоаналітичний метод

Вступ

Залізничний транспорт промислових підприємств є важливим елементом в логістичному ланцюзі переміщення потоків вантажів, який забезпечує безпосередню взаємодію з передачі вантажів між вантажовласниками і магістральними залізницями. На сьогодні транспортна система України включає понад 7 тис. під'їзних колій промислових підприємств з виходом на колії загального користування АТ «Укрзалізниця» сумарною протяжністю близько 27 тис.

км. Аналіз роботи залізниць України показує, що більше 90 % всіх вантажних операцій наразі виконується саме на коліях промислових підприємств.

Рівень експлуатаційної надійності функціонування залізничного транспорту промислових підприємств впливає як на роботу магістральних залізниць, так і на роботу самих підприємств, адже вантажопотоки «зароджуються» на коліях елеваторів, металургійних та гірничо-збагачувальних комбінатів, нафтопереробних заводів, нафтобаз і портів.

Таким чином, ефективність функціонування виробничо-транспортної системи підприємства в значній мірі визначається рівнем взаємодії виробництва і транспорту.

Постановка завдання дослідження

За останні чотири роки спостерігається зростання обсягів перевезення металургійної сировини. Так, на рис. 1 наведена динаміка обсягів перевезення залізної руди залізничним транспортом [2].

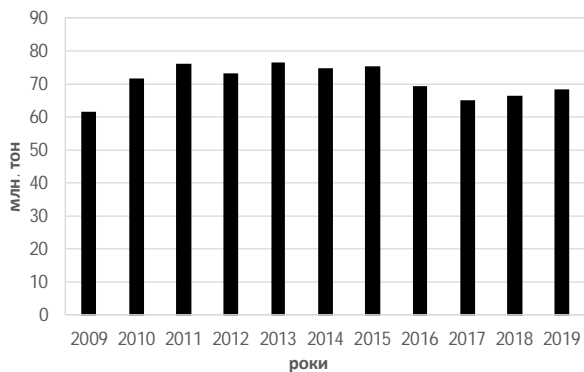


Рис.1. Обсяги перевезення залізної руди

У цілому, галузь виробництва залізорудної сировини, як і вітчизняна чорна металургія, суттєво залежить від кон'юнктури світового ринку. Хоча залежність ця доволі специфічна: опосередковано – через поставки сировини для експортно-орієнтованої вітчизняної чорної металургії та безпосередньо – через експорт залізорудної сировини. Так, у березні – квітні 2015 р. ціни на залізорудну сировину у китайських портах упали до мінімуму і ряд українських гірничозбагачувальних комбінатів (ГЗК) вимушені були скоротити обсяги видобутку руди (див. рис. 1). Але не всі ГЗК пішли таким шляхом. Наприклад, Полтавський ГЗК компанії *Ferrexpo* вийшов на повну потужність із виробництва окатишів – близько 12 млн т на рік. Підприємство встигло завершити інвестиційну програму з розширення потужностей і, орієнтуючись зараз тільки на зовнішніх споживачів, здатне забезпечувати високе завантаження [3]. Також слід зазначити, що Полтавський ГЗК готує проект збільшення виробництва готової продукції і, як наслідок, обсягів видобутку сировини [4].

Очевидно, що збільшення обсягів видобутку залізорудної сировини та виробництва готової продукції суттєво вплине на роботу внутрішнього залізничного транспорту, який повинен забезпечити високий рівень надійності функціонування промислових підприємств. У цьому зв'язку постає завдання, спрямоване на

підвищення пропускної та провізної спроможності залізничної інфраструктури підприємства гірничо-видобувної галузі за рахунок впровадження організаційно-технічних заходів.

Мета дослідження

У сучасних умовах проблема підвищення ефективності роботи залізничного транспорту промислових підприємств є досить актуальною, і, в першу чергу, це відноситься до підприємств металургійної і гірничо-видобувної галузі, які є найбільшими одержувачами і відправниками вантажів залізницею.

Метою дослідження є розробка заходів щодо підвищення пропускної та провізної спроможності залізничної інфраструктури підприємства гірничо-видобувної галузі в умовах збільшення обсягів перевезення сировини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розробка та впровадження заходів щодо посилення пропускної та переробної спроможності як окремої залізничної станції, так і колії загального користування (транспортного вузла) призводить до скорочення часу обороту вагонів.

Різні способи посилення дозволяють отримати різні значення скорочення часу обороту і приросту переробної спроможності. Це визначається схемами колійного розвитку окремих станцій, схемою колії загального користування (транспортного вузла), організацією просування вагонопотоків, а також рівнем початкової технічної оснащеності. Для оцінки ефективності заходів, що розробляються, використовуються різні підходи.

Аналіз публікацій вітчизняних досліджень показав, що широкого поширення набув лише аналітичний підхід до визначення пропускної спроможності залізничних дільниць та напрямків [5]. Аналітичні методи є простими в розрахунку і зазвичай використовуються для оцінки теоретичної (наявної) пропускної спроможності, але він не враховує стохастичного характеру руху поїздів та неможливість обліку характеристик руху групи (поток) поїздів.

У деяких випадках використання лише аналітичного методу визначення пропускної спроможності виявляється недостатньо через особливості у технології роботи транспортного об'єкту або його конструктивних параметрів [6]. У такому випадку доцільно використовувати графоаналітичні методи оцінки пропускної та провізної спроможності залізничної інфраструктури, які базуються на побудові укрупнених або

детальних графіків функціонування транспортних об'єктів. Саме цей підхід використали автори роботи [7] при дослідженні роботи великого металургійного комбінату та перевірки відповідності його технічного оснащення перспективним обсягам роботи.

Найбільш достовірним методом оцінки пропускної спроможності залізничних дільниць, залізничних станцій та їх стрілочних горловин є метод імітаційного моделювання, який дозволяє врахувати стохастичний характер процесу перевезень у динаміці, особливості технології роботи та конструкції транспортних об'єктів. Недоліком такого підходу є складність побудови імітаційної моделі та значні витрати часу. До того ж такі моделі розробляються для конкретного об'єкту. Так, у роботі [8] розглядається принцип визначення пропускної спроможності промислової сортувальної станції з використанням її ергатичної моделі.

У закордонних дослідженнях також отримали розвиток аналітичні та імітаційні методи оцінки пропускної спроможності залізничної інфраструктури [9], які об'єдналися у оптимізаційний метод і отримали поширення у країнах ЄС.

Основний матеріал дослідження

Результати досліджень наведені на прикладі Приватного акціонерного товариства «Полтавський Гірничо-гірничо-збагачувальний комбінат» (ПГЗК), яке має повний технологічний цикл – від видобутку сирової руди до виробництва залізородних окатишів. Переробка руди, виробництво концентрату й окатишів здійснюється на переробному комплексі, що включає дробильно-збагачувальну фабрику (ДЗФ), а також цех виробництва окатишів.

У зв'язку із збільшенням виробництва готової продукції та обсягів видобування сирової руди виникла потреба у визначенні пропускної спроможності перегонів та перевантажувальних пунктів для опанування перспективних обсягів перевезення сировини з кар'єру до дробильно-збагачувальної фабрики у розмірі 64,0 млн. т/рік.

Колійний розвиток ПГЗК, що забезпечує доставку залізної руди з кар'єру до ДЗФ умовно поділений на два борта – «західний» та «східний». До «східного» борту відносяться станції Кар'єрна-2, Кар'єрна-1 та Відвальна, до «західного» – станції Навантажувальна та пост Західний (рис. 2).

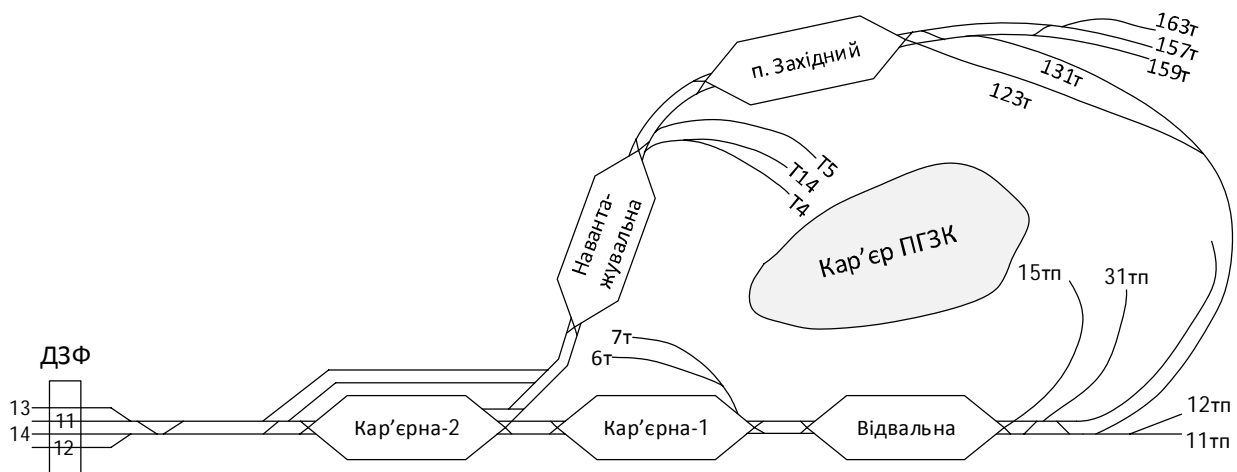


Рис. 2. Схема колійного розвитку Полтавського ГЗК

У нинішній час навантаження руди в залізничні незмінні локомотиво-состави, здійснюється на трьох точках навантаження «західного» борту та на восьми точках навантаження «східного» борту кар'єру.

На «західному» борту навантаження здійснюється на навантажувальних тупиках Т4, Т5 та Т14, що примикають до станції Навантажувальна. На «східному» борту кар'єра навантаження здійснюється на навантажувальних тупиках 6т та 7т, які примикають до станції Кар'єрна-1 та тупикових коліях 15тп, 31тп, 11тп, 12тп,

123т та 131т, що примикають до станції відвальна. Подача локомотиво-составу під навантаження на вказані колії здійснюється локомотивом вперед.

Вивантаження сировини здійснюється у бункери, що розташовані між коліями 11-13 та 12-14 ДЗФ. Подача локомотиво-составу під вивантаження на вказані колії здійснюється вагонами вперед.

Гірничо-збагачувальний комбінат можна представити як систему транспортування сировини від пунктів навантаження до пункту

вивантаження, в якій процес її споживання є рівномірним (вивантаження руди на ДЗФ), а процес її поповнення – нерівномірним (навантаження руди на пунктах навантаження). При такому способі організації роботи комбінату для згладжування нерівномірності постачання сировини між пунктами навантаження та вивантаження використовується склад (буфер), роль якого здійснюють колії станції Кар’єрна-2.

Аналіз та оцінка наявної пропускної та провізної спроможності колійного розвитку залізничної інфраструктури ПГЗК з доставки руди з кар’єру на ДЗФ виконані з використанням методу графічного моделювання при встановлених вихідних даних:

- локомотиво-состав налічує 13 вагонів;
- тривалість вивантаження руди із вагонів составу становить 26 хв;
- тривалість навантаження руди у вагони составу становить 60 хв;
- протягом доби кожен состав повинен пройти технічне обслуговування тривалістю 40 хв;
- технічне обслуговування составів може здійснюватися на спеціально виділених коліях станцій Кар’єрна-2 та Відвальна;
- протягом доби на підприємстві організовано дві перерви між змінами, під час яких состави повинні знаходитись на коліях станцій, або на ДЗФ.

Основними елементами, що можуть обмежувати пропускну та провізну спроможність інфраструктури є

- вивантажувальна спроможність ДЗФ;
- навантажувальна спроможність пунктів навантаження;
- пропускну спроможність пунктів технічного обслуговування;
- пропускну спроможність перегонів.

Окрім того, в процесі функціонування залізничного транспорту комбінату виникають затримки в очікуванні обслуговування. Вказані затримки викликають додаткові простоя составів на коліях. У зв’язку з цим провізна спроможність залізничної інфраструктури може бути обмежена колійною ємністю станцій.

Добова пропускну спроможність кожного елемента інфраструктури в вагонах визначалось за формулою

$$N = 2 \left[\frac{720 - t_{\text{пер}}}{T_{\text{ц}}} \right] n_{\text{ц}}$$

- де 720 – тривалість робочої зміни, хв;
- 2 – кількість робочих змін;

$t_{\text{пер}}$ – тривалість перерв протягом зміни, хв;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу зайняття інфраструктури, хв;

$n_{\text{ц}}$ – кількість вагонів, що пропускається через елемент інфраструктури протягом циклу.

Нормування тривалості маневрових переміщень виконано з урахуванням геометричних параметрів колійного розвитку комбінату на основі вказівок [10].

В результаті побудови добового плану-графіка роботи залізничного транспорту комбінату отримано значення граничної пропускної спроможності залізничної інфраструктури, яке склало 100 составів на добу, що при 90 % рівні надійності відповідає 46,9 млн. тон сировини на рік.

Встановлено, що максимальна пропускну спроможність залізничної інфраструктури ПГЗК досягається при рівномірному надходженні составів з рудою під вивантаження на дробильну фабрику протягом зміни. Для забезпечення рівномірного надходження составів з залізною рудою під вивантаження в умовах випадкового їх надходження з пунктів навантаження, а також для забезпечення дотримання мінімальних інтервалів між моментами подачі та забирання вагонів до пунктів навантаження повинні бути створені черги із локомотиво-составів в очікуванні технологічних операцій. Середня тривалість простою составів у черзі в очікуванні технологічних операцій нелінійно зростає зі збільшенням завантаження дробильної фабрики і при повному її завантаженні становить в середньому 7,2 годин на состав за добу.

Таким чином, збільшення обсягів перевезення залізної руди до 64,0 млн. т. в сучасних умовах є неможливим через досягнення обмеження переробної спроможності дробильної фабрики.

З метою підвищення обсягів перевезення сировини у дослідженні розглянута можливість збільшення кількості вагонів у составах з 13 до 14. Встановлено, що дана пропозиція не призводить до суттєвої зміни в умовах експлуатації залізничної інфраструктури, так як станційні колії мають резерви довжини. Разом з тим для двох колій на станції Кар’єрна-2 необхідно змінити їх спеціалізацію.

Вивантажувальна спроможність ДЗФ в сучасних умовах обмежена вимогою щодо послідовного вивантаження составів у прийом. Зняття цього обмеження дозволяє збільшити провізну спроможність залізничної інфраструктури.

Для опанування розрахункових обсягів перевезення сировини составами з 14 вагонів при безвідмовній роботі технічних засобів залізничного транспорту пропускна спроможність залізничної інфраструктури повинна дозволяти виконувати перевезення 126 составів на добу, а з урахуванням надійності роботи технічних засобів залізничного транспорту на рівні 90 % – 140 составів на добу. Таке значення відповідає умові нерівномірного відвантаження руди різних видів (K_2^5 та K_2^2) із «західного» борту у обсязі 74 состава за добу (34 млн. т на рік) та зі «східного» борту – 66 составів за добу (30 млн. т. на рік).

В результаті графічного моделювання встановлено, що загальна пропускна спроможність комплексу ДЗФ становить 112 составів на добу (по 56 составів руди кожного виду). Таким чином, існуюча інфраструктура забезпечує пропуск 112 составів за добу (56 составів в один напрям) як при спеціалізації колій за напрямком руху, так і при спеціалізації колій за напрямками.

Наступним кроком підвищення пропускної спроможності залізничної інфраструктури, що забезпечує роботу ДЗФ, є скорочення інтервалу зміни составів на коліях вивантаження. Зменшення величини інтервалу може бути досягнуто або за рахунок скорочення тривалості виконання технологічних операцій, або за рахунок їх паралельного виконання. Зважаючи на велику величину ухилу ділянки між станцією Кар'єрна-2 та дробильно-фабрикою, відправлення завантажених поїздів до закінчення вивантаження на ДЗФ є небажаним через високу імовірність їх зупинки на підйомі. Враховуючи це, пропускна спроможність залізничної інфраструктури ДЗФ по кожній з колій може бути визначена як

$$N_{\text{дф}} = \left\lfloor \frac{720 - 35}{28 + 11 + t_{\text{мв}}} \right\rfloor$$

де 28 та 11 – тривалість вивантаження состава та тривалість його руху зі станції Кар'єрна-2 на ДЗФ відповідно, хв;

$t_{\text{мв}}$ – тривалість зайняття інфраструктури маршрутом відправлення, хв.

Залежність $N_{\text{дф}}$ від $t_{\text{мв}}$ наведена на рис. 3.

При потрібному значенні пропускної спроможності інфраструктури 140 составів на добу на коліях ДЗФ в середньому потрібно вивантажувати $140 / 4 = 35$ составів. Згідно з рис. 3 максимальна пропускна спроможність інфраструктури ДЗФ при паралельному виконанні операцій прийому завантаженого та відправлення порожнього поїзда становить 34 состави на колію.

Таким чином, пропускна спроможність залізничної інфраструктури ДЗФ може бути збільшена до 62,4 млн. т. на рік (по 31,2 млн. т. кожного з видів руди) за наступних умов

– норма часу на вивантаження одного вагона становить 2 хв;

– відправлення завантаженого состава зі станції Кар'єрна-2 на ДЗФ виконується після закінчення вантажних операцій на ДЗФ з попереднім составом;

– рівень надійності засобів залізничного транспорту становить 90 %.

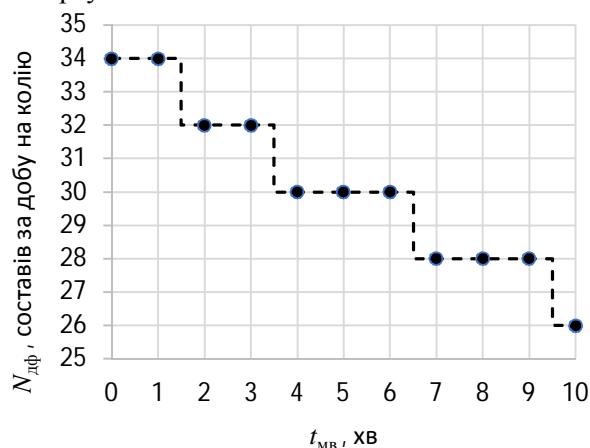


Рис. 3. Залежність кількості составів, що можуть бути вивантажені на одній колії ДЗФ від тривалості зайняття залізничної інфраструктури маршрутом відправлення

Для досягнення планового обсягу відвантаження руди необхідно забезпечити паралельність виконання операцій прибирання порожнього состава з ДЗФ та подачі на неї завантаженого состава. У цьому зв'язку запропоновано рішення, яке передбачає реконструкцію колійного розвитку та відповідну технологію подачі та прибирання составів з ДЗФ. Удосконалена схема передбачає спорудження додаткових колій 13Д та 14Д послідовно до колій 13 та 14 ДФ (рис. 4).

Впровадження запропонованого рішення дозволить збільшити пропускну спроможність до 136 составів за добу, що відповідає перевезенню 62,4 млн. т. сировини на рік. Для досягнення розрахункових обсягів перевезення (64,0 млн. т на рік) необхідно скорочувати тривалість вивантаження вагонів на ДЗФ з 28 хв до 26 хв або будувати допоміжну ДЗФ, але ці питання у дослідженні не розглядалися.

Пропускна спроможність пунктів навантаження залежить від тривалості операцій навантаження, а також операцій подачі составів під завантаження та забирання їх після завантаження.

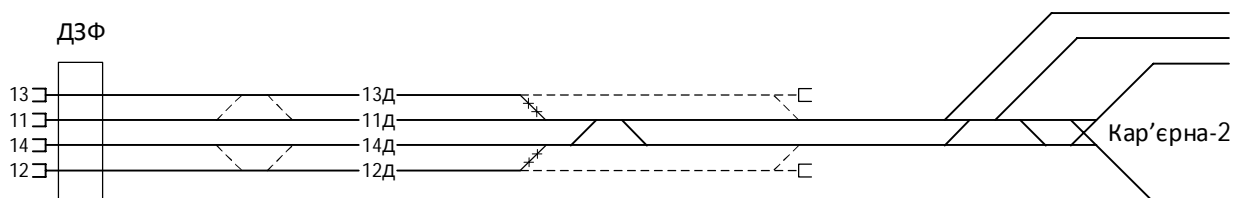


Рис. 4. Схема реконструкції колійного розвитку ДЗФ

Аналіз процесу функціонування пунктів навантаження виявив неможливість опанування перспективних обсягів перевезень руди виду K_2^5 (34,0 млн. т рік) через недостатність потужності залізничної інфраструктури, яка обслуговує пункти навантаження, що примикають до поста Західний. Пропускна спроможність залізничної інфраструктури цих пунктів обмежується довжиною одноколієних ділянок і становить 64 состава за добу.

З метою збільшення пропускної спроможності доцільним є будівництво додаткового роз'їзду для схрещення поїздів в напрямку колій 163т та 157т (рис. 5). При цьому може бути досягнута пропускна спроможність залізничної інфраструктури 70 составів на добу, що відповідає 35,7 млн. т. на рік в умовах безвідмовної роботи технічних засобів або 32,1 млн. т на рік за умови надійності роботи технічних засобів на рівні 90 %. Для подальшого збільшення відвантажувальної спроможності доцільно відкриття додаткового пункту навантаження.

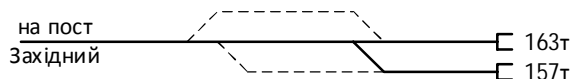


Рис. 5. Схема колійного розвитку роз'їзду для зміни составів на коліях 163т та 157т

З урахуванням запропонованих заходів виконано графічне моделювання роботи залізничного транспорту ПГЗК встановлено, що для перевезення сировини необхідно використання 21 локомотиво-состава. Добовий обсяг перевезення руди на один локомотиво-состав дорівнює 7560 т, а непродуктивні втрати часу становлять 72 хв на состав за добу.

Висновки

Отримані результати виконаного дослідження дозволяють зробити наступні висновки.

1) Гірничо-збагачувальний комбінат представлено як систему транспортування сировини від пунктів навантаження до пункту вивантаження, в якій процес її споживання є рівномірним, а процес її поповнення – нерівномірним. Для згладжування нерівномірності постачання

сировини між пунктами навантаження та вивантаження використовується колійна ємність станції Кар'єрна-1.

2) Елементом, що обмежує пропускну спроможність системи в цілому, є ДЗФ. Для збільшення її переробної спроможності пропонується будівництво додаткових колій та відповідна технологія обміну составів на ній.

3) З метою посилення пропускної спроможності колійного розвитку пунктів навантаження пропонується будівництво роз'їзду між вантажними фронтами та постом Західний.

4) Розроблені рекомендації щодо удосконалення конструкції колійного розвитку та технології роботи залізничного транспорту гірничо-збагачувального комбінату дозволяють здійснити перевезення сировини у обсязі 61,2 млн. т на рік.

5) Для досягнення розрахункових обсягів перевезення сировини на рівні 64,0 млн. т на рік необхідно впровадження інших, більш радикальних заходів, що вимагатимуть значних капітальних вкладень.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Мілецька, І. М. Дослідження показників вантажної роботи на місцях незагального користування в умовах підприємства Д [Текст] / І. М. Мілецька // 36. наук. праць. УкрДАЗТ, – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 118. – С. 220-225.
2. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] // Режим доступу – <http://www.ukrstat.gov.ua>
3. Кулицький, С. Проблеми розвитку українського гірничо-металургійного комплексу на сучасному етапі [Електронний ресурс] / С. Кулицький // Україна: події, факти, коментарі. – 2015. – № 15. – С. 41–62. – Режим доступу: <http://nbuviap.gov.ua/images/ukraine/2015/ukr15.pdf>
4. Полтавський ГОК готує проект збільшення виробництва до 24 млн. т. [Електронний ресурс] // Режим доступу – <https://gmk.center/news/poltavskij-gok-gotovit-proekt-uvelicheniya-proizvodstva-do-24-mln-t/>
5. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України [Текст], затверджена наказом Укрзалізниці від 14 березня 2001 р. № 143/Ц (ЦД-0036).
6. Березовый, Н. И. Теоретические основы

определения пропускной способности однопутных участков [Текст] / Н. И. Березовый, А. М. Шепета, В. В. Малашкин // Транспортні системи та технології перевезень. – 2014. – №8. – С. 13-19. – DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2014/38078>

7. Козаченко, Д. Н. Комплексный анализ железнодорожной инфраструктуры металлургического комбината на основе графоаналитического моделирования [Текст] / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Транспортні системи та технології перевезень. – 2012. – №4. – С. 55-60. – DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2012/17128>

8. Березовый, М. И. Оцінка пропускної спроможності промислової сортувальної станції з

використанням її ергатичної моделі [Текст] / М. И. Березовый, В. В. Малашкин, Р. Г. Коробьова // Транспортні системи та технології перевезень. – 2012. – №4. – С. 9-12. – DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2012/17119>

9. Österreichische Bundesbahnen (ÖBB), UIC – Capacity Leaflet 3 – Capacity calculations – Final draft ÖBB, 2004.

10. Методичні вказівки по нормуванню маневрової роботи [Текст] // Затв. нак. №0-72/ЦЗ – Київ – 2003 р.

Надійшла до редколегії 15.11.2020.

Прийнята до друку 30.11.2020.

Д. Н. КОЗАЧЕНКО, В. В. МАЛАШКИН, Н. И. БЕРЕЗОВЫЙ, Е. Л. ИСКРА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ И ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА В УСЛОВИЯХ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗКИ СЫРЬЯ

Цель. В современных условиях проблема повышения эффективности работы железнодорожного транспорта промышленных предприятий является весьма актуальной, и, в первую очередь, это относится к предприятиям металлургической и горнодобывающей отрасли, которые являются крупнейшими получателями и отправителями грузов железными дорогами Украины. В этой связи целью исследования является разработка мероприятий по повышению пропускной и провозной способности железнодорожной инфраструктуры предприятия горнодобывающей отрасли в условиях увеличения объемов перевозки сырья. **Методы.** Анализ технического оснащения и технологии работы железнодорожного транспорта крупного горно-обогатительного комбината Украины выполнен с использованием методов графоаналитического моделирования. **Результаты.** Путь развития горно-обогатительного комбината обеспечивает доставку железной руды из карьера к дробильно-обогатительной фабрике. Комбинат представлен как система транспортирования сырья от пунктов погрузки до пункта выгрузки, в которой процесс её потребления является равномерным (выгрузки руды на путях дробильной фабрики), а процесс её пополнения – неравномерным (погрузка руды на пунктах погрузки). Сглаживание неравномерности поставок сырья между пунктами погрузки и выгрузки обеспечивает путевая ёмкость станции, примыкающей к дробильной фабрике. Пропускная способность существующей железнодорожной инфраструктуры комбината не обеспечивает овладение расчётными объёмами перевозки сырья. Анализ результатов графического моделирования работы горно-обогатительного комбината показал, что ограничивающими элементами являются перерабатывающая способность дробильной фабрики и длинные перегоны между пунктами погрузки и станцией примыкания. Предложены организационно-технические решения для увеличения пропускной способности железнодорожной инфраструктуры горно-обогатительного комбината. **Практическая значимость.** Полученные результаты могут быть использованы при внедрении рекомендаций, направленных на повышение эффективности функционирования железнодорожного транспорта горно-обогатительного комбината в условиях увеличения объемов перевозки сырья.

Ключевые слова: горно-обогатительный комбинат; железнодорожная инфраструктура; пропускная способность; провозная способность; графоаналитический метод

D. KOZACHENKO, V. MALASHKIN, M. BEREZOVYI, O. ISKRA

STUDY OF THE PASSAGE AND TRANSPORTATION CAPACITY OF THE RAILWAY INFRASTRUCTURE OF THE MINING AND PROCESSING PLANT UNDER THE CONDITIONS OF INCREASING THE VOLUMES OF TRANSPORTATION OF RAW MATERIALS

Purpose. In modern conditions, the problem of increasing the efficiency of the railway transport of industrial enterprises is very urgent, and, first of all, this applies to enterprises of the metallurgical and mining industry, which are the largest recipients and consignors of goods by the railways of Ukraine. In this regard, the purpose of the study is to develop measures to increase the throughput and carrying capacity of the railway infrastructure of a mining enterprise in the context of an increase in the transportation of raw materials. **Methods.** The analysis of the technical

equipment and technology of the railway transport of a large mining and processing plant in Ukraine was carried out using the methods of graphical analytical modeling. **Results.** The track development of the mining and processing plant ensures the delivery of iron ore from the quarry to the crushing and processing plant. The plant is presented as a system for transporting raw materials from loading points to unloading points, in which the process of its consumption is uniform (unloading ore on the tracks of a crushing plant), and the process of its replenishment is uneven (loading ore at loading points). Smoothing the uneven supply of raw materials between the points of loading and unloading provides the track capacity of the station adjacent to the crushing plant. The carrying capacity of the existing railway infrastructure of the plant does not ensure the mastery of the estimated volumes of transportation of raw materials. Analysis of the results of graphical modeling of the mining and processing plant showed that the limiting elements are the processing capacity of the crushing plant and long distances between the loading points and the abutment station. Organizational and technical solutions are proposed to increase the throughput of the railway infrastructure of the mining and processing plant. **Practical significance.** The results obtained can be used in the implementation of recommendations aimed at increasing the efficiency of the functioning of the railway transport of the mining and processing plant in conditions of an increase in the volume of transportation of raw materials.

Key words: mining and processing plant; railway infrastructure; throughput capacity; carrying capacity; graphic-analytical method