

УДК 656.2

Д. М. КОЗАЧЕНКО^{1*}, В. В. МАЛАШКІН^{2*}, М. І. БЕРЕЗОВИЙ^{3*}, С. В. БОРИЧЕВА^{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 (068) 409 61 85, 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*} Каф. «Транспортні вузли», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (097) 677 37 57, ел. пошта svetikb81@gmail.com, ORCID 0000-0002-2064-6621

АНАЛІЗ ЛОГІСТИЧНИХ РИЗИКІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО КОМБІНАТУ В УМОВАХ ЗБІЛЬШЕННЯ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Мета. Нарощування випуску готової продукції підприємствами гірничо-збагачувальної галузі України – залізорудного концентрату та окатишів, що вивозиться залізничним транспортом та спрямовується одержувачам в Україні, відправляється на експорт через морські порти та сухопутні переходи наштовхується на проблеми, пов'язані з функціонуванням внутрішнього залізничного транспорту цих підприємств. Це пов'язано з тим, що існуюча залізнична інфраструктура ГЗК запроектована та побудована в умовах, коли і ГЗК, і перевізник – залізниця разом з інфраструктурою та рухомих складом являлись власністю держави, хоча й підпорядковувались різним міністерствам та відомствам. У сучасних умовах актуальною є проблема зниження ризиків, пов'язаних з ефективним інвестуванням у розвиток залізничного транспорту ГЗК з метою приведення у відповідність технічного оснащення залізничного транспорту під'їзних колій підприємств галузі та обсягів перевезень. **Методи.** Комплексний аналіз технічного оснащення та технології роботи залізничного транспорту ГЗК, статистичний аналіз, графоаналітичне моделювання. **Результати.** Встановлено, що наявність на ринку залізничних перевезень значної кількості операторів вагонного парку призвела до дефіциту колійної ємності через необхідність додаткового сортування вагонів за власниками та типом вагонів, а також колій для відстою рухомого складу в очікуванні вантажних та операцій закінчення формування відправницьких маршрутів.

Місячна нерівномірність відвантаження готової продукції ГЗК залежить від графіку виконання капітальних ремонтів машин з виробництва окатишів і може в окремі періоди року сягати збільшення відносно середніх значень до 23%, що потребує відповідного планування залучення рухомого складу незалежних операторів вагонного парку.

Необхідність здійснення внутрішніх перевезень сировини залізничним транспортом, пов'язана з постановкою на капітальний ремонт машин з випуску окатишів потребує в окремі періоди року залучення додаткового вагонного парку. Встановлено виникнення додаткових факторів ризику, що пов'язаний з використанням власних вагонів тільки в окремі періоди року та складність залучення приватних магістральних вагонів через високу вартість їх використання на таких перевезеннях.

Встановлено, що коливання обсягів перевезень викликає коливання робочого парку локомотивів до 25% від робочого парку у періоді з мінімальною їх потребою. Утримання надмірного парку маневрових локомотивів, що відповідає піковим обсягам роботи призводитиме до їх неефективного використання в інші періоди року, робочий парк локомотивів, менший за розрахунковий призводитиме до виникнення ризику невиконання планових обсягів перевезень. **Практична значимість.** Отримані результати можуть бути використані при розробці технологічних процесі роботи залізничного транспорту ГЗК та розрахунку технічного оснащення залізничної інфраструктури ГЗК.

Ключові слова: гірничо-збагачувальний комбінат; зовнішні перевезення; внутрішні перевезення; окатиш; залізорудний концентрат; вагонний парк; маневровий локомотив

Вступ

Україна має значні поклади залізної руди, основні з яких розташовані у Криворізькому залізорудному басейні та Горішне-Плавнинському родовищі. Серед найбільших гірничо-збагачувальних комбінатів Криворіжжя – Центральний, Північний, Південний, Інгулецький та інші, а Горішне-Плавнинське родовище розробляється Полтавським ГЗК.

За даними інформаційно-аналітичного ресурсу GМК Center [1] останніми роками відбувається нарощування обсягів виробництва залізорудної сировини практично всіма основними її виробниками. Паралельно відбувається заміна старого устаткування, зокрема флотаційних збагачувальних машин та впровадження більш досконалих технологічних ліній для виробництва окатишів. Це підтверджує наміри українських виробників збільшувати виробництво та поставки на експорт залізорудної сировини з високим вмістом заліза, так званої преміальної сировини. Цьому сприяє зростання попиту на подібну продукцію в зв'язку зі світовою зеленою трансформацією і декларуванням намірів зниження викидів вуглекислого газу в атмосферу металургійними комбінатами.

Як відомо, значна частка внутрішніх перевезень сировини та готової продукції гірничо-збагачувальних комбінатів здійснюється залізничним транспортом, а перевезення готової продукції вітчизняним споживачам, на експорт через сухопутні прикордонні переходи та в пункти перевалки на морський транспорт – магістральним залізничним транспортом.

На цьому фоні виникають ризики невиконання обсягів перевезень, як внутрішніх, так і на зовнішню мережу. Ці ризики пов'язані з виникненням дефіциту колійної ємності залізничних станцій, що обслуговують навантажувально-розвантажувальні фронти, необхідністю збільшення кількості і потужності вантажних фронтів, дефіцитом маневрових локомотивів, вагонів внутрішнього парку та потребою збільшення штату обслуговуючого персоналу.

Наведене вище викликане також збільшенням кількості операторів вагонного парку і особливостями утворення вагонопотоків на різні призначення.

Постановка завдання дослідження

Отримання залізорудної сировини з точки зору транспортного процесу включає переміщення сирової руди з місця добування до місця збагачення і далі до навантажувальних

пристроїв у залізничні вагони, а при виробництві окатишів з'являється логістична ланка переміщення збагаченої руди до фабрик огрудкування і далі до навантажувальних пристроїв у залізничні вагони з подальшим перевезенням готової продукції на зовнішню мережу. Як правило, ГЗК відправляють обидва види готової продукції – окатиші та залізорудний концентрат у різному співвідношенні

Перевезення сирової руди від місць добування здійснюється промисловим залізничним, автомобільним та конвеєрним транспортом чи їх поєднанням. Такі перевезення являються внутрішніми.

В процесі збагачення руди та виробництва окатишів окрім вказаних вище може використовуватися гідравлічний трубопровідний транспорт пульпи.

Перевезення готової продукції на зовнішню мережу, як було зазначено вище, здійснюється виключно магістральним залізничним транспортом.

В даній статті розглянуто механізми виникнення логістичних ризиків залізничного транспорту гірничо-збагачувальних комбінатів, а в якості прикладу наведено результати досліджень одного з гірничо-збагачувальних комбінатів Криворізького залізорудного басейну.

До факторів ризику, що впливають на потужність транспортної та вантажної інфраструктури зовнішніх перевезень ГЗК слід віднести:

- нерівномірність надходження завантажених та порожніх вагонопотоків;
- структуру вагонопотоків за власниками та родом вагонів;
- періодичність ремонту устаткування фабрик збагачення та огрудкування і його вплив на обсяги перевезення в різні періоди року.

Таким чином, актуальним є завдання встановлення розрахункових обсягів перевезень та відповідного їм технічного оснащення транспортної та вантажної інфраструктури гірничо-збагачувальних комбінатів.

Мета дослідження

Проблема підвищення ефективності взаємодії станцій примикання магістрального залізничного транспорту і залізничного транспорту гірничо-збагачувальних комбінатів безумовно є актуальною.

Метою дослідження є розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження ризиків невиконання чи несвоєчасного виконання запланованих обсягів перевезень готової продукції та сировини в рамках єдиної

технології роботи фабрик збагачення та огрудкування у взаємодії із зовнішнім промисловим транспортом та магістральним залізничним транспортом в умовах планового збільшення обсягів виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз публікацій, присвячених проблемам функціонування залізничного транспорту гірничо-збагачувальних підприємств показує відсутність комплексних досліджень, які б ув'язували технологію основного виробництва та інфраструктуру і технологію залізничного транспорту.

Такі дослідження особливо актуальні через специфіку виробництва основних видів продукції ГЗК – залізорудного концентрату та окатишів, що характеризується значною нерівномірністю виробництва на протязі року через постановку на капітальний ремонт основного устаткування з випуску окатишів та залізорудного концентрату.

Так в роботах [2-5] досліджувались результати роботи компаній гірничо-металургійного комплексу України, хоча і за дуже нетривалий період часу, розглянуто теоретико-методологічний інструментарій визначення невизначеності та ризику для гірничо-металургійного комплексу України в сучасних умовах, запропоновано шляхи підвищення ефективності діяльності підприємств гірничодобувної промисловості України як на макрорівні, так і на мікрорівні. Основними недоліками вказаних досліджень являється відсутність приділення уваги транспортній складовій та статистичний аналіз динаміки зміни обсягів виробництва в часі.

Зростання ролі транспортної логістики, необхідність формалізації залізничного транспорту промислових підприємств як складних логістичних систем відзначено в роботах [6-8].

Заслужують уваги з точки зору висвітлення технології роботи залізничного транспорту промислових підприємств ув'язуванні з технологією основного виробництва дослідження науковців Дніпровського національного університету залізничного транспорту.

Вказані дослідження стосуються як окремих проблемних питань функціонування підприємств галузі, так і більш системні дослідження.

В роботі [9] досліджено статистичні параметри випадкової величини інтервалів надходження та відправлення поїздів, встановлено їх закони розподілу. Відзначено стохастичний характер випадкових величин та необхідність його врахування під час імітаційного моделювання

роботи станцій.

Роботи [10-12] присвячені комплексній оцінці варіантів конструкції залізничних станцій, а їх наукова новизна полягає в тому, що процедура вибору раціональної схеми колійного розвитку залізничних станцій формалізована як багатокритеріальна задача, для рішення якої використано метод аналізу ієрархій. Практична реалізація результатів досліджень висвітлена в науково-практичній роботі [13] і в даній статті.

Основний матеріал дослідження

Аналіз технології роботи навантажувальних станцій ГЗК. Схеми промислових залізничних навантажувальних станцій склалися історично і передбачають реалізацію кільцевої технології обслуговування вагонопотоків, що є основою функціонування таких станцій. Ця технологія передбачає прийом із зовнішньої мережі маршрутів з порожніх вагонів під навантаження, виконання з вагонами передбачених технічних та комерційних операцій і, власне, процес навантаження. При цьому вагони забираються з одного з кінців колії, через кутовий заїзд подачами встановленої довжини подаються на пункт навантаження (пересування вагонів в процесі навантаження здійснюється тепловозами, або спеціальними електричними штовхачами) і постановку через кутовий заїзд завантажених вагонів на колію їх накопичення з іншої сторони. Можливе використання для накопичення завантажених вагонів колії, де знаходяться порожні вагони в очікуванні навантаження.

Такі промислові залізничні станції забезпечують також розвантаження вагонів з вантажами по прибуттю, виконання здвоєних вантажних операцій та весь комплекс технічних, комерційних та вантажних операцій.

По закінченню формування відправницьких маршрутів чи передач на зовнішню мережу та документального оформлення перевезення, состави встановленим порядком передаються на станцію примикання.

Забезпечення вагонами зовнішніх перевезень. Аналіз структури парку порожніх вагонів, що подаються під навантаження, показує, що основними типами вагонів, в яких здійснюється перевезення готової продукції являються окатишевози та піввагони. Частка окатишевозів в структурі порожнього вагонопотоку коливається в діапазоні від 15 до 33%.

В структурі порожніх вагонів, що подаються під навантаження за власниками слід виділити таких операторів вагонів як АТ «Укрзалізниця», ТОВ «Лемтранс», ТОВ «Рейлтранслогістик»,

ТОВ «Євразтранс», що забезпечують основну частку від загального обсягу перевезень – 95% і більше за різними родами вантажів.

Аналіз частки вагонів окремих операторів, що подаються під навантаження певного роду вантажу, серед яких основними є залізорудний концентрат, окатиші, відсів та металобрухт показує, що окремі вантажі, такі як металобрухт та відсів у піввагонах, перевозяться майже повністю у вагонах одного оператора.

Залізорудний концентрат та окатиші у піввагонах перевозяться вагонами кількох власників, максимальна частка одного з яких може досягати 72%; металобрухт в окатишевозах перевозиться вагонами більшої кількості власників, максимальна частка одного з яких може досягати 45%.

Кількість призначень окремих видів вантажу досягає 15, при цьому кількість операторів вагонів, з якими укладені угоди на перевезення сягає шести.

Слід зазначити, що під навантаження подаються також вагони, що звільняються після розвантаження. Близько 2% вагонів, що прибувають на під'їзну колію у завантаженому стані, в основному з технічних причин, після розвантаження відправляються на зовнішню мережу.

В цілому ситуація, пов'язана зі значною кількістю призначень та операторів вагонів, а також необхідністю накопичення вагонів одного власника до складу маршруту викликає ризик виникнення дефіциту колійної ємності та маневрових локомотивів.

Визначення розрахункових обсягів навантаження та розвантаження. Середній добовий

обсяг навантаження у вагонах для кожної i -ї точки навантаження визначено за формулою

$$\bar{N}_{\text{дн},i} = \frac{10^6 Q_{p,i}}{q_b D_i}, \quad (1)$$

де $Q_{p,i}$ – річний обсяг виробництва на i -ї точці навантаження, млн. т;

q_b – статичне навантаження вагону, т;

D_i – число днів в році, на протязі яких виконується виробництво вантажу для i -ї точки навантаження, днів.

Розрахунковий добовий обсяг навантаження визначено за формулою

$$N_{\text{д},i} = k_{\text{д}} \bar{N}_{\text{дн},i}, \quad (2)$$

де $k_{\text{д}}$ – коефіцієнт добової нерівномірності.

Коефіцієнт добової нерівномірності для внутрішніх перевезень прийнято рівним 1, а при відвантаженні готової продукції на зовнішню мережу у відповідності з [14] рівним 1,15.

Місячна нерівномірність визначається графіком проведення капітальних ремонтів по машинах з виробництва окатишів.

У якості прикладу на рис. 1 наведено логістичну схему перевезень №1, при якій працюють всі машини з виробництва окатишів, а тривалість дії даної схеми на протязі календарного року становить 97 днів.

Графік проведення капітальних ремонтів по машинах з виробництва окатишів передбачає 4 схеми роботи підприємства.

На рис. 1 виділено внутрішні перевезення, що здійснюються у вагонах внутрішнього парку.

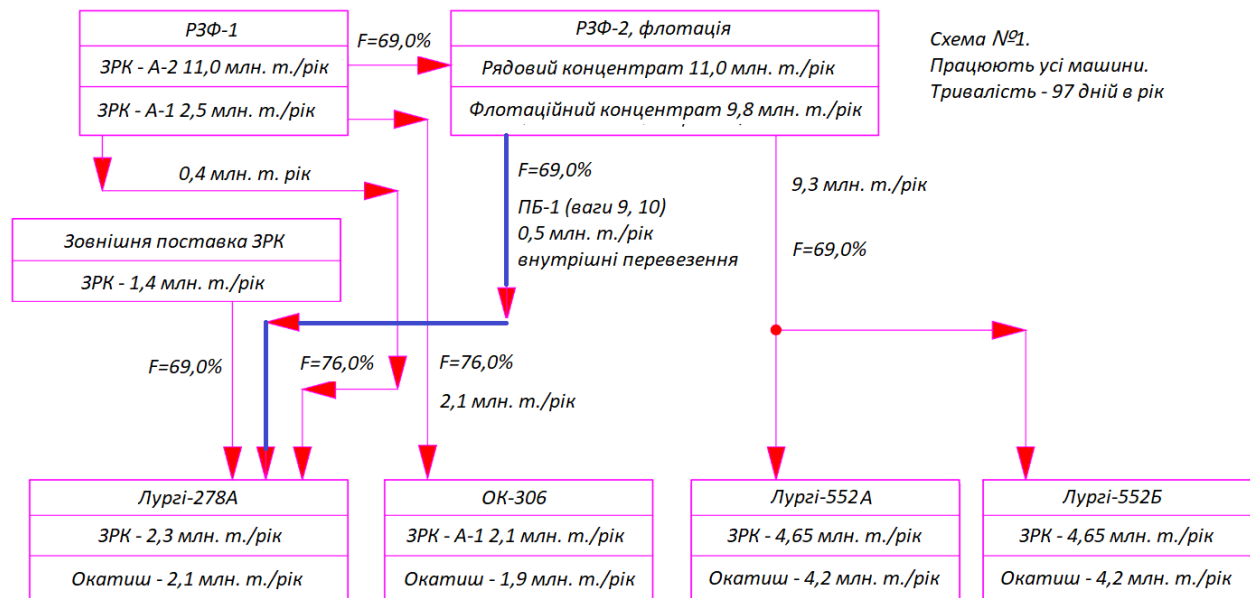


Рис. 1. Логістична схема перевезень №1

У якості прикладу у табл. 1 наведено розрахункові добові обсяги навантаження окатишів, що відповідають вказаним логістичним схемам.

Таблиця 1
Визначення розрахункових обсягів навантаження окатишів

Точка виробництва	$\bar{N}_{дн,i}$, ваг на добу	$N_{д,i}$, ваг на добу
Схема 1		
ЦВО-1 Лургі 278А	99,7	115
ЦВО-1 ОК 306	91,4	106
ЦВО-2 Лургі 552А	217,7	251
ЦВО-2 Лургі 552Б	212,5	245
Всього	621,3	717
Схема 2		
ЦПО-1 ОК 306	91,4	106
ЦПО-2 Лургі 552А	217,7	251
ЦПО-2 Лургі 552Б	212,5	245
Всього	521,6	602
Схема 3		
ЦПО-1 Лургі 278А	99,7	115
ЦПО-2 Лургі 552А	217,7	251
ЦПО-2 Лургі 552Б	212,5	245
Всього	529,9	611
Схема 4.1		
ЦПО-1 Лургі 278А	99,7	115
ЦПО-1 ОК 306	91,4	106
ЦПО-2 Лургі 552Б	212,5	245
Всього	403,6	466
Схема 4.2		
ЦПО-1 Лургі 278А	99,7	115
ЦПО-1 ОК 306	91,4	106
ЦПО-2 Лургі 552А	212,5	251
Всього	403,6	466

Аналіз даних, наведених в табл. 1 показує, що планові зміни вагопотоків призведуть до збільшення обсягів роботи залізничного транспорту. Збільшення обсягів роботи залежить від схеми роботи підприємства в період виведення на ремонт машин з виробництва окатишів.

Найбільше зростання обсягів роботи відносно середніх значень по року виникає при роботі по схемі 1 – 23%, по інших схемах зростання не таке значне і становить по схемі 3 – 9%, по схемі 3 – 10% і по схемах 4.1 та 4.2 – 4%.

Забезпечення вагонами внутрішніх перевезень. Виведення на капітальний ремонт машин з виробництва окатишів призводить до виникнення внутрішніх перевезень, при цьому найбільший їх обсяг відповідає схемі 4.1 і становить 174 вагони на добу.

Такі перевезення здійснюються між рудо-збагачувальною фабрикою №2 та машинами з виробництва окатишів ОК-306 та Лургі-278А і не можуть бути освоєні конвеєрним чи

гідравлічним транспортом пульпи через відсутність таких технологічних ліній передачі вантажу.

У зв'язку з цим, вагони завантажуються на пункті навантаження, що включає дві колії, а розвантажуються на вагоноперекидачі на іншій, поруч розташованій станції.

Основним фактором ризику тут є залучення вагонів до перевезень. Графоаналітичне моделювання вантажної та комерційної роботи показало наступне.

Максимальний состав вертушки становить 17 вагонів з урахуванням всіх обмежень, тобто вертушки повинні здійснити 10,2 циклів перевезень. Однак через необхідність планового відправлення на зовнішню мережу щодоби 34 вагонів із залізрудним концентратом у вагонах магістрального парку два цикли виконані бути не можуть через зайнятість навантажувальних колій. Тому при виконанні перевезень залізрудного концентрату трьома вертушками будуть виникати очікування вертушками початку навантаження, а також простій пункту навантаження в очікуванні вагонів. Тому три вертушки не можуть одночасно забезпечити і перевезення заданого обсягу залізрудного концентрату, і його безперервне навантаження. У зв'язку з цим для виконання перевезень необхідно задіяти чотири вертушки, або 68 вагонів робочого парку.

Розрахунок локомотивного парку. Для розрахунку робочого парку маневрових локомотивів гірничо-збагачувальних комбінатів у частині забезпечення взаємодії навантажувальних станцій і магістрального залізничного транспорту доцільно використовувати методику, викладену в [14], оснований на використанні середньодобової продуктивності маневрового локомотива.

Робочий парк маневрових локомотивів визначається за формулою

$$M_{\text{ман}} = \frac{N_{\text{р}}^{\phi}}{P}, \quad (3)$$

де $N_{\text{р}}^{\phi}$ – вагонопотік призначенням на вантажні fronti, ваг/добу;

P – середньодобова продуктивність маневрового локомотива, ваг/добу.

Значення P визначається в залежності від організації маневрової роботи, числа приведених вантажних фронтів $F_{\text{пр}}$ і середнього числа вагонів у поїзді, що поступає на промислову станцію у розформування $n_{\text{р}}$.

Число приведених вантажних фронтів визначається за формулою

$$F_{\text{пр}} = \frac{N_p^\phi F}{N_p^\phi + \sqrt{F \sum_{i=1}^F \left(n_i - \frac{N_p^\phi}{F} \right)^2}}, \quad (4)$$

де F – кількість вантажних фронтів;

n_i – середньодобова кількість вагонів призначенням на i -й вантажний фронт.

Використана методика передбачає 6 схем організації маневрової роботи по підбиранню та розстановці вагонів по вантажних фронтах. Найбільш схожою з існуючими схемами організації маневрової роботи на навантажувальних станціях гірничо-збагачувальних комбінатів є схема №6, яка характеризується наступним:

- підбирання вагонів по вантажних фронтах здійснюється під'їзній колії;

- маневрові локомотиви закріплені за окремим маневровими районами і видами маневрової роботи;

- в одному маневровому районі можлива робота двох і більше локомотивів;

- колії обладнані електричною централізацією напільних пристроїв.

Розрахунки показали, що робочий парк локомотивів для логістичних схем №2 та №3 становить 11 маневрових локомотивів, для схеми 1 – 12, і для схем 4.1 та 4.2 – 14 маневрових локомотивів.

Висновки

Організація роботи залізничного транспорту гірничо-збагачувальних комбінатів потребує комплексного і системного підходу до вирішення питань визначення потужності технічного оснащення залізничного транспорту та технології його роботи у взаємодії з основним виробництвом та магістральним залізничним транспортом.

В ході досліджень були сформульовані наступні висновки.

1) Перевезення готової продукції ГЗК здійснюється у вагонах різних типів та різних власників. Вантаж на адресу різних одержувачів перевозиться у вагонах тих власників, з якими укладено угоди. Основна продукція – залізрудний концентрат та окатиші перевозяться маршрутами, які можуть формуватися з вагонів як різних власників, так і з вагонів тільки одного власника.

Все наведене вище викликає необхідність виконання додаткової сортувальної роботи, яка ведеться саме на промислових навантажувальних станціях та виділення додаткової колійної ємності як для сортування вагонів, так і для відстою

порожніх і завантажених вагонів в очікуванні вантажних та операцій закінчення формування відправницьких маршрутів.

При цьому виникає ризик виникнення ситуацій, коли підприємство не має можливості прийняти вагони із зовнішньої мережі; появи надмірних простоїв вагонів в очікуванні виконання вантажних операцій та їх передачі на зовнішню мережу і пов'язані з ним додаткові експлуатаційні витрати ГЗК.

2) Місячна нерівномірність відвантаження готової продукції ГЗК залежить від графіку виконання капітальних ремонтів машин з виробництва окатишів і може в окремі періоди року сягати збільшення відносно середніх значень до 23%. В даному випадку тривалість цього періоду становить 97 днів на рік, або 26,6% тривалості року.

Коливання в потребі вагонів зовнішнього парку, що виникають при цьому, можуть бути погашені відповідними коригуваннями заявок в системі МЕСПЛАН.

3) У певні періоди року виникає необхідність здійснення внутрішніх перевезень сировини залізничним транспортом у межах під'їзної колії ГЗК. У розглянутому випадку це 159 днів у році, або 43,6% тривалості року.

При використанні власних вагонів заводського парку, які необхідно додатково придбати, виникає ризик неефективного інвестування в рухомий склад, так як ці вагони 206 днів на протязі року будуть простоювати, використовуючи дефіцитну колійну ємність.

Використання для таких перевезень вагонів магістрального парку, що знаходяться в очікуванні вантажних операцій заборонене, а укладання угоди з власниками таких вагонів є досить проблематичним. Значна частка амортизаційного ресурсу вагону використовується саме під час вантажних операцій. Зважаючи на значно менший обіг вагону порівняно з магістральними перевезеннями власники вагонів передбачувано значно підвищать ціну на їх використання.

У даному випадку значно зростає ризик неефективного використання грошових коштів.

4) Коливання обсягів внутрішніх і зовнішніх перевезень в залежності від виконання капітальних ремонтів машин з виробництва окатишів призводять до суттєвих змін потреби в робочому парку локомотивів, що можуть сягати трьох локомотивів, або понад 25% від парку локомотивів у періоді з мінімальною потребою.

Як відомо один маневровий локомотив обслуговується бригадою з двох осіб – машиніста локомотива та складача поїздів. Списочний

штат локомотивно-складацьких бригад становить 10 осіб на один локомотив.

Коливання робочого парку маневрових локомотивів суттєво впливає на ефективність роботи підприємства. Утримання надмірного штату маневрових локомотивів, що відповідає піковим обсягам роботи призводитиме до їх неефективного використання в інші періоди року та викликати ризик неефективного використання експлуатаційних витрат, пов'язаних з утриманням локомотивів та штату локомотивно-складацьких бригад.

Робочий парк локомотивів, менший за розрахунковий призводитиме до виникнення ризику невиконання планових обсягів перевезень з усіма наслідками.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Григоренко Ю. Залізний бонус: український ГМК пробивається на ринок преміальної сировини // GMK Center. URL: <https://gmk.center/posts/zheleznyj-bonus-ukrainskij-gmk-probivaetsya-na-rynok-premialnogo-syruya/> (дата звернення: 15.07.2021).

2. Гончарук О. В., Ігнашкіна Т. Б., Броннікова В. Ю. Сучасний стан гірничо-металургійного комплексу України: чинники, тенденції й результати. Ефективна економіка. 2020. № 9. – URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8189> (дата звернення: 18.07.2021).

3. Капітула С. Перспективи розвитку гірничо-металургійного комплексу України в сучасних умовах невизначеності та ризику / С. В. Капітула, Т. С. Капітула // Економіка та управління національним господарством. – 2016. – №12. – с. 82-86.

4. Шацька З. Шляхи підвищення діяльності підприємств гірничо-добувної промисловості в сучасних умовах / З. Я. Шацька, Т. Д. Ганзюк // Економіка та управління національним господарством. – 2016. – №10. – с. 158-161.

5. Колосов В. Стан та перспективи розвитку гірничодобувної промисловості України / В. О. Колосов, М. І. Ступнік, В. О. Калініченко // Розробка родовищ: Зб. наук. пр. – 2014 – Т. 8. – с. 193-197.

6. Єлагін, Ю. В. Перспективи розвитку транспортної логістики на підприємствах залізничного транспорту / Ю. В. Єлагін, Г. В. Обруч // Вісник економіки транспорту і промисловості. –2014. – № 48. – с. 121-

123.

7. Шумик, Д. В. Удосконалення взаємодії сортувальної станції та під'їзних колій великих публічних акціонерних товариств / Д. В. Шумик, С. І. Пелешко, Н. І. Стронська // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – 2016. – Вип. 165. – с. 232-240.

8. Бутько, Т. В. Формалізація технології роботи залізничної станції з під'їзною колією на основі методів логістики / Т. В. Бутько, О. В. Ляшко // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. –2012. – Вип. 133, – С. 63-69.

9. Журавель В. Дослідження інтервалів надходження та відправлення поїздів для основної станції гірничо-збагачувального комбінату / В. В. Журавель, І. Л. Журавель, Ю. О. Єріненко, Т. В. Савчук // Транспортні системи і технології перевезень. – 2017 – №14. – с. 36-41.

10. Бобровский, В. И. Модели, методы и алгоритмы автоматизированного проектирования железнодорожных станций: монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, В. В. Малашкин. – Днепропетровск: Изд-во Маковецкий, 2010. – 156 с.

11. Малашкін, В. В. Комплексна оцінка конструкції колійного розвитку залізничних станцій на основі методів теорії прийняття рішень / В. В. Малашкін, Р. В. Вернигора // Транспортні системи і технології перевезень. – 2012. – Вип. 3. – С. 25-30.

12. Малашкін, В. В. Інтелектуальна система кількісної оцінки конструкції колійного розвитку залізничних станцій / В. В. Малашкін // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХП» : зб. наук. пр. Темат. вип. : Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХП». – 2015. – № 11 (1120). – С. 128-134.

13. Козаченко Д. Дослідження пропускну та провізної спроможності залізничної інфраструктури гірничо-збагачувального комбінату в умовах збільшення обсягів перевезення сировини / Д. М. Козаченко, В. В. Малашкін, М. І. Березовий, О. Л. Іскра // Транспортні системи і технології перевезень. – 2020. – Вип. 20. – с. 86-93.

14. Пособие по проектированию промышленных железнодорожных станций (к СНиП) / Промтранспроект. – М.: Стройиздат, 1990. – 199 с.

Надійшла в редколегію 10.06.2021

Прийнята до друку 16.06.2021

Д. Н. КОЗАЧЕНКО, В. В. МАЛАШКИН, Н. И. БЕРЕЗОВЫЙ, С. В. БОРЫЧЕВА

АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ РИСКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА В УСЛОВИЯХ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель. Нарощивание выпуска готовой продукции предприятиями горно-обогатительной отрасли Украины – железорудного концентрата и окатышей, вывозимых железнодорожным транспортом и направляемых

получателям в Украине, на экспорт через морские порты и сухопутные переходы наталкивается на проблемы, связанные с функционированием внутреннего железнодорожного транспорта этих предприятий. Это связано с тем, что существующая железнодорожная инфраструктура ГОКов запроектирована и построена в условиях, когда и ГОКи, и перевозчик – железная дорога вместе с инфраструктурой и подвижным составом являлись собственностью государства, хотя и подчинялись разным министерствам и ведомствам. В современных условиях актуальна проблема снижения рисков, связанных с эффективным инвестированием в развитие железнодорожного транспорта ГОКов с целью приведения в соответствие технического оснащения железнодорожного транспорта подъездных путей предприятий отрасли и объемов перевозок. **Методы.** Анализ технического оснащения и технологии работы железнодорожного транспорта ГОК, статистический анализ, графоаналитическое моделирование. **Результаты.** Установлено, что наличие на рынке железнодорожных перевозок значительного количества операторов вагонного парка привело к дефициту путевой емкости из-за необходимости дополнительной сортировки вагонов по собственникам и типом вагонов, а также путей для отстоя подвижного состава в ожидании грузовых и операций окончания формирования отправительских маршрутов.

Месячная неравномерность отгрузки готовой продукции ГОКа зависит от графика выполнения капитальных ремонтов машин по производству окатышей и может в отдельные периоды года достигать увеличения относительно средних значений до 23%, что требует соответствующего планирования привлечения подвижного состава независимых операторов вагонного парка.

Необходимость осуществления внутренних перевозок сырья железнодорожным транспортом, связанная с постановкой на капитальный ремонт машин по выпуску окатышей, требует в отдельные периоды года привлечения дополнительного вагонного парка.

Установлено возникновение дополнительных факторов риска, связанных с использованием собственных вагонов только в отдельные периоды года и сложности привлечения частных магистральных вагонов из-за высокой стоимости их использования на таких перевозках. Установлено, что колебания объемов перевозок вызывает колебания рабочего парка локомотивов до 25% от рабочего парка в период с минимальным их потребности. Содержание чрезмерного парка маневровых локомотивов, соответствующего пиковым объемам работы, приведет к их неэффективному использованию в другие периоды года, рабочий парк локомотивов, меньший расчетного приводит к возникновению риска невыполнения плановых объемов перевозок. **Практическая значимость.** Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологических процессов работы железнодорожного транспорта ГОКа и расчета технического оснащения железнодорожной инфраструктуры ГОКа.

Ключевые слова: горно-обогатительный комбинат; внешние перевозки; внутренние перевозки; окатыши; железорудный концентрат; вагонный парк; маневровый локомотив

D. KOZACHENKO, V. MALASHKIN, M. BEREZOVI, S. BORYCHEVA

ANALYSIS OF LOGISTIC RISKS OF RAILWAY TRANSPORT OF THE MINING AND CONCENTRATING PLANT UNDER CONDITIONS OF INCREASING PRODUCTION VOLUMES OF FINISHED PRODUCTS

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