

УДК 334.716:656.2

В. Г. ДЖЕНЧАКО<sup>1\*</sup>, Г. В. МАСЛАК<sup>2\*</sup>, М. В. ХАРА<sup>3\*</sup>, О. Ю. НЕТРЕБКО<sup>4\*</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Транспортні технології підприємств», ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», вул. Гоголя, 29, м. Дніпро, 49027, Україна, тел. +38 (067) 621 28 97, ел. адреса [vadim.sok777@gmail.com](mailto:vadim.sok777@gmail.com), ORCID: 0000-0003-4581-4174

<sup>2\*</sup>Каф. «Транспортні технології підприємств», ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», вул. Гоголя, 29, м. Дніпро, 49027, Україна, тел. +38 (068) 435 92 95, ел. адреса [avmaslak81@gmail.com](mailto:avmaslak81@gmail.com), ORCID 0000-0001-7256-5543

<sup>3\*</sup>Каф. «Транспортні технології підприємств», ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», вул. Гоголя, 29, м. Дніпро, 49027, Україна, тел. +38 (096) 743 72 36, ел. адреса [haramarina4691@gmail.com](mailto:haramarina4691@gmail.com), ORCID: 0000-0002-6818-7938

<sup>4\*</sup>Каф. «Транспортні технології підприємств», ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», вул. Гоголя, 29, м. Дніпро, 49027, Україна, тел. +38 (098) 895 71 39, ел. адреса [oleg.netrebko87@gmail.com](mailto:oleg.netrebko87@gmail.com), ORCID 0000-0002-6014-620X

## ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ВАНТАЖНОГО КОМПЛЕКСУ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ ФАБРИКИ В УМОВАХ ЗМІННОГО СЕРЕДОВИЩА

**Мета.** На сучасному етапі функціонування транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики переробка вагонопотоків відбувається в умовах змінного середовища, що призводить до низької ефективності взаємодії транспорту і розвантажувального комплексу. Для вирішення цієї проблеми потрібно оцінити експлуатаційні показники функціонування транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики проаналізувати роботу вагоноперекидачів розвантажувального комплексу у динамічних умовах. **Методи дослідження.** При проведенні досліджень використовувалися наступні методи: аналізу і синтезу для дослідження питання та наукових публікацій щодо стану та шляхів оптимізації функціонування транспортно-вантажного комплексу; планування експерименту - для отримання багатомірного, різнохарактерного масиву статистичних даних; теорії ймовірності та математичної статистики - для обробки даних, отримання кореляційних залежностей показників функціонування транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики в умовах змінного середовища. **Результати.** Робота присвячена вирішенню науково-технічної проблеми оцінки експлуатаційних показників функціонування транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики в умовах змінного середовища. У роботі проведена оцінка рівня взаємодії ланок потокового процесу вантажопереробки транспортно – вантажного комплексу агломераційної фабрики базового підприємства. При проведенні досліджень встановлено, що при ритмічній роботі агломераційної фабрики і рівномірному прибутті маршрутних поїздів з сировиною на станцію, взаємодія з вагоноперекидачами відбувається в нормальному режимі при цьому простій вагонів зовнішньої мережі близький до нормативного. З ускладненням умов роботи, особливо у період негативних температур при відмовах агломераційної фабрики від сировини, взаємодія вантажної станції, розвантажувального комплексу та гаражів розморожування істотно порушується. Простій вагонів у вказаних умовах змінного середовища і особливо при збільшенні вагонопотоку прибуття досягає максимальних значень. На основі оцінки експлуатаційних показників функціонування розвантажувального комплексу агломераційної фабрики встановлено, що коефіцієнт оперативної готовності вагоноперекидачів знаходиться на досить високому рівні, коефіцієнт використання вагоноперекидачів за часом є дуже низьким, а оперативна технічна готовність передавальних конвеєрів не в повній мірі відповідає виробничим вимогам. Оцінка експлуатаційних показників функціонування транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики як системотехнічного комплексу на мікрорівні дозволила оцінити його основні функції та створила передумови для моделювання роботи комплексу на мікрорівні в умовах змінного середовища. **Наукова новизна** полягає у розробці загального методу оцінки експлуатаційних показників функціонування транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики в умовах змінного середовища, який базується на положеннях функціонального аналізу. **Практична значимість.** Представлені теоретичні положення щодо функціонування транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики дозволили оцінити експлуатаційні показники роботи розвантажувального комплексу в умовах змінного середовища, які безпосередньо впливають на роботу вантажної станції, та можуть в подальшому використовуватися в моделях управління поточковими процесами у транспортно-вантажних комплексах.

**Ключові слова:** вантажна станція, гаражі розморожування, розвантажувальний комплекс, транспортно-вантажний комплекс агломераційної фабрики, масова сировина, приймально-відправний парк.

## Вступ

Металургійні підприємства України характеризуються значним обсягом випуску готової продукції та повним циклом виробництва: підготовка сировини на агломераційній фабриці (АФ) **виробництво агломерату** – виплавка чавуну – виробництво сталі – випуск прокату. Виробничо-транспортна система таких підприємств включає в свою структуру транспортно-вантажні (ТВК) та транспортно-технологічні комплекси (ТТК) основного та допоміжних виробництв, а також промисловий транспорт, що їх обслуговує [1].

Транспортно-вантажні комплекси агломераційних фабрик (ТВК АФ) здійснюють прийом, вивантаження вагонів з масовою сировиною, подачу її на склади для усереднення, оперативного зберігання та забору у виробництво. Зазвичай, у свою структуру вони включають вантажну станцію (ВС), що примикає до магістральної мережі залізниць та здійснює прийом, переробку та подачу вагонів з сировиною під вивантаження, а також розвантажувальний комплекс, що складається з вагоноперекидачів для вивантаження вагонів (роторних стаціонарних, роторних пересувних та баштових) та конвеєрних ліній для передачі сировини на усереднювальні та оперативні склади. Також до структури ТВК входять гаражі розморожування для підготовки сировини для вивантаження на вагоноперекидачах у період негативних температур.

В умовах динаміки вхідного поїздопоту при щодобовому прийомі від 5 – 7 до 12 – 14 маршрутних поїздів з сировиною спостерігаються значні коливання часу їх прибуття. Коливання інтервалів прибуття поїздів становить від 0,5 – 1,0 до 5,0 – 8,0 годин. Тобто, процес переробки вхідного поїздопоту на вантажній станції характеризується імовірнісним характером, отже, і чітка взаємодія ВС та РК також носитиме нестабільний характер [2].

У цій ситуації збільшуються прості маршрути поїздів з сировиною в очікуванні вивантаження, а також завантаження колій приймально-відправного парку, що призводить до зростання обсягу станційної роботи з обслуговування РК та обмеження можливості виконання ВС інших її функцій.

В зв'язку з цим оцінка експлуатаційних показників функціонування ТВК АФ в умовах змінного середовища є важливим та актуальним завданням для подальшого моделювання станційних поточкових процесів при підвищенні ефективності їх взаємодії.

## Аналіз останніх публікацій та досліджень

Процеси прийому, вивантаження та переробки вагонопотоків з масовою сировиною на ВС є важливими етапами функціонування як інтегрованих ланцюгів поставок у рамках систем постачання, так і мікрологістичної виробничої системи, оскільки вони формують поточкові процеси виробництва та задають їх темп просування.

Дослідженню питань оптимізації технологічних процесів на станціях (вантажних та сортувальних) присвячені роботи багатьох вчених: Т.В. Бутько, В.І. Бобровського, Д.О. Козаченка, М.І. Березового та ін. [3, 4, 5, 6].

У цих роботах отримали розвиток теоретичні та практичні питання проектування та технології роботи станцій, тривалості виконання основних технологічних операцій та міжопераційних простоїв, моделювання роботи станцій, застосування інформаційних технологій в експлуатаційній роботі, розрахунки витрат на переробку вагонопотоків з масовими вантажами та ін. Загальні методичні принципи, і навіть моделі, які запропоновано у низці зазначених робіт, можливо застосовувати при вирішенні локальних завдань станцій промислових підприємств. Однак, їх використання для вирішення проблемних питань ТВК АФ металургійних підприємств неможливо через багатофункціональність ВС, а також наявності великої кількості як зовнішніх експлуатаційних, так і внутрішньовиробничих факторів.

Дослідження процесів матеріалоруку при транспортному обслуговуванні металургійних підприємств в умовах динаміки виробництва та транспорту, а також принципи формування системних циклів просування вагонопотоків представлені в роботах [7, 8, 9, 10]. Системними циклами, що відображають функціонування виробничо-транспортної системи загалом, є: тривалість обороту вагонів зовнішнього парку (повні цикли), а також тривалість транспортного обслуговування аглодоменного, сталеплавильного та прокатного переділів (локальні цикли). У межах системних циклів виконуються взаємопов'язані функціональні (технологічні) цикли вантажопереробки, а також транспортні цикли, які включають тривалість комплексу технологічних операцій транспортного обслуговування. У цьому динаміка кожного транспортного циклу вимагає узгодження потреби у ресурсах на «вході» (переробна спроможність транспортної інфраструктури, обумовлена виробничими умовами) і «виході» (очікувана тривалість виконання операцій системного циклу загалом) [11, 12].

Таким чином, попередній розгляд питання оцінки експлуатаційних показників функціонування ТВК АФ в умовах динаміки вхідного вагонопотоку засвідчив, що реалізація цього завдання пов'язана з необхідністю формування потокової лінії у складі вантажної та транспортної ланок; визначення заданої переробної спроможності вантажної ланки, формування на цій основі проектної технології, що забезпечує синхронізацію роботи ланок, а її показники використовувати як критерій керування.

### **Мета**

На сучасному етапі функціонування металургійних підприємств потрібно проведення оцінки експлуатаційних показників функціонування транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики в умовах динаміки вхідного вагонопотоку для формування ефективної потокової лінії вивантаження масової сировини.

### **Методи дослідження**

При проведенні досліджень використовувалися наступні методи: аналізу і синтезу для дослідження питання та наукових публікацій щодо стану та шляхів оптимізації функціонування транспортно-вантажного комплексу; планування експерименту - для отримання багатомірного, різнохарактерного масиву статистичних даних; теорії ймовірності та математичної статистики - для обробки даних, отримання кореляційних залежностей показників функціонування транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики в умовах змінного середовища.

### **Виклад основного матеріалу**

У роботі розглядається ТВК АФ, продуктивністю 12,0 млн. тон агломерату на рік. До його складу входять: комплект РК та ВС. РК включає: вагоноперекидачі роторні стаціонарні (ВРС) – для розвантаження вагонів із залізородним концентратом та агломераційною рудою, вагоноперекидач баштовий стаціонарний (ВБС) – для розвантаження вагонів з флюсами та паливом, вагоноперекидач роторний пересувний – для розвантаження вагонів із залізовмісними відходами виробничих цехів та їх утилізації в агломераційному виробництві; передавальні конвеєрні лінії; рудну естакаду; склади для усереднення та оперативного зберігання компонентів шихти.

Важливу роль в організації роботи ВС має приймально-відправний парк (ПВП), на який

припадає виконання основної частини операцій з навантаженими вагонами зовнішнього парку: прийом і розформування поїздів, добірка подач вагонів на вагоноперекидачі і в гаражі розморожування, технічні операції та ін. Крім того, ПВП виконує великий обсяг роботи по формуванню та відправленню поїздів з порожніми вагонами на зовнішню мережу, а також з обслуговування технологічних перевезень комбінату.

Транспортні потоки, які прибувають з зовнішньої мережі на ВС, носять нерівномірний характер. Аналіз вхідного поїздопотоку вказує на великий розкид інтервалів прибуття поїздів (від 1 – 2 до 20 – 24 годин), що в значній мірі ускладнює роботу всього РК і в підсумку трансформуються в транспортний простій.

Провідною у технологічній лінії роботи ТВК АФ є вантажна ланка. Її переробна спроможність прийнята за умови забезпечення планової виробничої потужності АФ в обсязі 12 млн. т агломерату на рік. При цьому планове надходження сировини характеризується величиною вагонопотоку, що становить 450 вагонів на добу. Прийом такого вагонопотоку забезпечується двома вагоноперекидачами ВРС-75 із споживчою продуктивністю по 6,0 млн. тон на рік та інтенсивністю розвантаження – 25 ваг/год. Однак, необхідно враховувати, що фізико-механічні властивості залізовмісної сировини впливають на інтенсивність розвантаження, що реалізується в практичних умовах, та не перевищує 16...18 ваг/год.

Таким чином, вантажна ланка технологічної лінії з прийому, переробки та вивантаження маршрутних поїздів з сировиною має детерміновану величину переробної спроможності, виходи якої однозначно залежать від входів. Вона прийнята у межах показників нерівномірності перевезень (на момент проектування АФ). За її величиною встановлено проектну технологію потокової переробки вагонопотоку ТВК АФ. Слід зазначити, що технічних резервів переробної спроможності вантажної ланки потокової лінії не передбачено.

Основою ТВК АФ відповідно до проекту є потоковий процес з прийому, переробки та вивантаження вагонів із сировиною для агломераційного виробництва. Він включає дві ланки: транспортну (спеціалізовані колії ПВП ВС) та вантажну (РК). Схема потокової лінії з переробки вагонопотоку та її розміщення у межах комплексу наведено на рисунку 1.

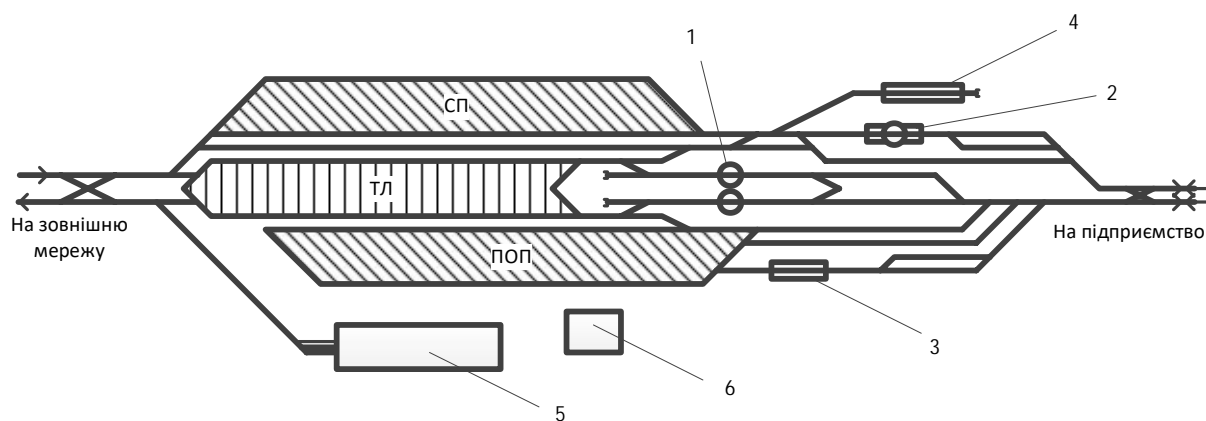


Рис. 1. Схема вантажної станції транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики:

ТЛ – технологічна лінія прийому та розвантаження маршрутних поїздів; ПВП – приймально-відправний парк; СП – сортувальний парк; 1 – роторний стаціонарний вагонперекидач; 2 – роторний пересувний вагонперекидач; 3 – баштовий вагонперекидач; 4 – розвантажувальна естакада; 5 – гаражі розморожування; 6 – станційна будівля.

Безперервність роботи ТВК АФ при прийомі та вивантаженні маршрутних поїздів із сировиною досягається за рахунок взаємодії вантажної та транспортної ланок у ритмі, що відповідає переробній спроможності вантажної ланки (ваг./добу), як ведучої, що здійснює вивантаження сировини з вагонів та її передачу на склади АФ.

Схема потокового процесу переробки вагонів із масовою сировиною об'єднує групу колій ПВП через горловини ВС у спеціалізовану транспортну ланку, яка безпосередньо з'єднується у комплекс із коліями насуву вантажної ланки. Корисна довжина спеціалізованих колій складає 56 вагонів, а колій насуву – 22 вагони. При цьому вихід на обидві колії насуву має лише одну колію транспортної ланки.

Розглянемо та оцінимо рівень взаємодії ланок потокового процесу вантажопереробки ТВК АФ базового підприємства.

Кожна ланка (вантажна та транспортна) характеризується відповідними функціями, структурою та переробною спроможністю комплексу технічних засобів.

Оперативне управління роботою транспортної ланки, її основними елементами і їх взаємодією здійснюється методами диспетчеризації. При ритмічній роботі аглофабрики, рівномірному підході маршрутних поїздів з сировиною диспетчеризація забезпечує організацію роботи ланки з мінімальними простоями вагонів на стиках технологічних операцій.

Встановлено, що в сприятливих умовах, в теплу пору року, при ритмічній роботі агломераційної фабрики і рівномірному прибутті

маршрутних поїздів з сировиною на станцію, взаємодія з вагонперекидачами відбувається в нормальному режимі і простій вагонів становить в середньому 16,5 годин, який близький до нормативного.

З ускладненням умов роботи, особливо у період негативних температур при відмовах агломераційної фабрики від сировини, взаємодія ВС, РК, та гаражі розморожування (ГР) істотно порушується. При цьому завантаження горловин в ці періоди збільшується з 0,65...0,70 до 0,85...0,95, а тривалість заняття колій ПВП з 650...750 хв до 1200...1400 хв на добу. Простій вагонів у вказаних умовах змінного середовища і особливо при збільшенні вагонопотоку прибуття досягає максимальних значень.

На підставі даних масиву про роботу вагонперекидачів (березень, квітень 2021 року) було проведено детальний аналіз використання роторних стаціонарних вагонперекидачів за часом, результати якого наведені у табл. 1.

На основі проведеного аналізу можна зробити наступні висновки:

- технічний стан вагонперекидачів (коефіцієнт готовності 0,73...0,81), як провідної ланки ТВК АФ, характеризується досить високим рівнем технічної готовності оскільки забезпечує переробку існуючого вагонопотоку та його збільшенню у перспективі та відповідає виробничим вимогам. Разом з цим технічний стан передавальних конвеєрних ліній помітно відстає від вагонперекидачів, що суттєво знижує технічну готовність ТВК АФ загалом;

## Показники використання вагоноперекидачів

№ з/п	Показники	Тип вагоноперекидача			
		Роторні стаціонарні		Роторний пересувний	Баштовий
		№ 101	№ 102		
1	Кількість вивантажених вагонів, од.	10629	9657	3556	9709
2	Тривалість робочого часу, хв.	84960 (100)			
	У тому числі:				
	- час роботи	40610 (48%)	36695 (43%)	16075 (49%)	35390 (42%)
	- час простою	44350 (52%)	48265 (57%)	68980 (81%)	49570 (58%)
3	Простої, пов'язані з затримками прибуття маршрутних поїздів з сировиною на станцію	11800 (14%)	9396 (11%)	36935 (44%)	9625 (11%)
4	Розподіл часу простою по причинам, хв. (%):				
	- несправність вагоноперекидачів	993 (2%)	3500 (4%)	7195 (9%)	13785 (16%)
	- несправність конвеєрів	8320 (11%)	10015 (13%)	4115 (5%)	11205 (13%)
	- транспортні причини	13185 (16%)	11330 (13%)	6850 (8%)	10175 (12%)
	- відмови аглофабрики від вантажу	7225 (9%)	685 (1%)	7725 (9%)	1965 (3%)

- використання вагоноперекидачів за часом (коефіцієнт використання 0,43...0,47) є дуже низьким і не пов'язується з їх досить високою експлуатаційною готовністю. Тому це питання потребує більш поглибленого розгляду функціонування транспортного та вантажного ланцюгів;

- суттєвий вплив на роботу ТВК АФ надає нерівномірне відвантаження сировини. Так, простої станції та вагоноперекидачів, пов'язані із затримками прибуття вантажу становлять 11 - 14 % облікового часу. Втрати часу з цієї причини мають місце практично щодня протягом місяця, а добові втрати становлять у середньому 212 хв, досягаючи в окремі дні (5 - 6 днів) 400 хв і більше. Слід, проте, відзначити, що цей простій лише умовно представлений самостійною позицією. Після перерв, підхід маршрутних поїздів з сировиною інтенсифікується, робота ВС значно ускладнюється і даний фактор практично трансформується в транспортний простій;

- робота вагоноперекидачів (за винятком баштового) характеризується досить високою надійністю. Простої за несправностями роторних стаціонарних вагоноперекидачів, які здійснюють розвантаження основного обсягу залізородної сировини, не перевищує 4 % врахованого часу.

- оперативна технічна готовність вагоноперекидачів знаходиться на досить високому рівні. Так, протягом місяця необхідність у ліквідації несправностей виникала 7 - 8 разів, середні втрати часу виконання становили 18 хв і лише

трьох випадках їх тривалість перевищувала 1 - 2 години.

- значно меншою мірою виробничим вимогам відповідає оперативна технічна готовність передавальних конвеєрів. Простої вагоноперекидачів, пов'язані з аварійним ремонтом стрічкових конвеєрів становить 11...13 % загального часу. Слід зазначити, що виникнення несправностей, що розглядаються, носить регулярний характер, а добовий час на усунення несправностей становить у середньому 145 хв, хоча спостерігаються випадки з втратами до 400 - 600 хвилин добового часу;

- значну питому вагу у простоях РК мають простої з транспортних причин (несвоєчасна подача вагонів під розвантаження), які становлять 13...16 % облікового часу. При цьому транспортні простої мають стабільний характер протягом місяця та в середньому значенні становлять 231 хв. на добу. Однак вони змінюються в широкому діапазоні і, якщо в літній період не перевищують 100...138 хв, то при негативних температурах можуть досягати 320...360 хв. Зазначене обумовлено включенням у процес переробки вагонів розморожування змерзлого вантажу в ГР та значного збільшення обсягу та тривалості маневрових робіт.

- простої вагоноперекидачів через відмову агломераційної фабрики від вивантаження сировини, становить 1...9 % облікового часу. Слід зазначити, що цей простій має обмежений період дії (8 - 9 днів). Середні значення добових

втрата часу становить 122 хв, а локальні періоди – зростають до 480 хв. Практично відмови агломераційної фабрики означають суттєве ускладнення роботи та необхідність зміни оперативних планів роботи ТВК АФ.

### Висновки

1. У роботі проведена оцінка рівня взаємодії ланок потокового процесу вантажопереробки транспортно – вантажного комплексу агломераційної фабрики базового підприємства

2. Встановлено, що при ритмічній роботі агломераційної фабрики і рівномірному прибутті маршрутних поїздів з сировиною на станцію, взаємодія з вагоноперекидачами відбувається в нормальному режимі при цьому простій вагонів зовнішньої мережі близький до нормативного.

3. Ускладненням умов роботи, особливо у період негативних температур при відмовах агломераційної фабрики від сировини, взаємодія вантажної станції, розвантажувального комплексу та гаражів розморожування істотно порушується. При цьому завантаження горловин в ці періоди збільшується з 0,65...0,70 до 0,85...0,95, а тривалість заняття колій приймально-відправного парку з 650...750 хв до 1200...1400 хв на добу. Простій вагонів у вказаних умовах змінного середовища і особливо при збільшенні вагонопотоку прибуття досягає максимальних значень.

3. На основі оцінки експлуатаційних показників функціонування розвантажувального комплексу агломераційної фабрики встановлено, що коефіцієнт оперативної готовності вагоноперекидачів складає 0,73...0,81 і знаходиться на досить високому рівні, а коефіцієнт використання вагоноперекидачів за часом є дуже низьким – 0,43...0,47.

Оперативна технічна готовність передавальних конвеєрів не в повній мірі відповідає виробничим вимогам. Простій вагоноперекидачів, пов'язаний з аварійним ремонтом стрічкових конвеєрів становить 11...13% загального часу, при цьому виникнення несправностей конвеєрів носить регулярний характер, а добовий час на їх усунення становить у середньому 145 хв.

Значну питому вагу у простоях розвантажувального комплексу мають простой з транспортних причин (несвоєчасна подача вагонів під розвантаження), які становлять 13...16 % облікового часу. Слід відзначити, що транспортні простой мають стабільний характер протягом місяця та в середньому значенні становлять 231 хв. на добу. Зазначене обумовлено включенням у процес переробки вагонів розігріву змерзлого

вантажу в гаражах розморожування та значного збільшення обсягу та тривалості маневрових робіт.

Простой вагоноперекидачів пов'язані з відмовою аглофабрики від вивантаження сировини, становить 1...9 % облікового часу і суттєво ускладнюють роботу комплексу у цілому. Середні значення добових втрат часу становить 122 хв, а локальні періоди – зростають до 480 хв.

4. Оцінка експлуатаційних показників функціонування транспортно-вантажного комплексу агломераційної фабрики як системотехнічного комплексу на мікрорівні дозволила оцінити його основні функції та створила передумови для моделювання роботи комплексу на мікрорівні в умовах змінного середовища (динаміки вагонопотоку).

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Маслак Г. В., Парунакян В. Е. Розробка методу логістичного управління процесом матеріалоруку при взаємодії виробництва і транспорту в металургійних переділах. *Транспортні системи і технології*. 2020. №19. С. 68-76.

2. Маслак Г. В. Стан і шляхи підвищення ефективності управління процесом матеріалоруку при переробці зовнішнього вагонопотоку металургійних підприємств. *Транспортні системи та технології перевезень*. 2019. №18. С. 59-68.

3. Бутько Т.В., Прохоров В. М., Чехунов Д. М. Інтелектуальне управління сортувальними станціями при перевезеннях небезпечних вантажів на основі багатоцільової оптимізації. *Наука та прогрес транспорту*. 2018. № 5. С. 41-52.

4. Бобровский В.И., Козаченко Д.Н. Интегрированные модели железнодорожных станций. *Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2002. № 4, 5 (додаток). С. 23.

5. Козаченко Д.Н. Математическая модель для оценки технико-технологических показателей работы железнодорожных станций. *Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта*. 2013. №3 (45). С. 22-28.

6. Березовий М.І., Малашкін В.В., Коробйова Р.Г. Оцінка пропускної спроможності промислової сортувальної станції з використанням її ергатичної моделі. *Транспортні системи і технології перевезень*. 2012. №4. С. 9-12.

7. Парунакян В.Э., Маслак А.В. Повышение эффективности управления производственно-транспортной системой металлургических предприятий. *Вестник Восточноукр. нац. ун-та им. В. Даля*. 2017, № 3 (233). С. 125-131.

8. Дженчако В.Г. Оптимізація взаємодії вантажної станції, гаражів розморожування і розвантажувального комплексу агломераційної фабрики при вивантаженні масової сировини. *Міжвузівський*

тематичний збірник наукових праць : Маріуполь. 2021. № 24. С. 272-284.

9. Дженчако В.Г., Маслак Г.В. Ідентифікація функцій транспортно-вантажного комплексу промислового підприємства. *Транспортні системи і технології*. 2022. №24. С. 21-27.

10. Дженчако В.Г., Маслак Г.В., Завгородній О.С. Функціональний аналіз роботи розвантажувального комплексу транспортної системи металургійного підприємства. *Наука і виробництво: Зб. наук. праць* : Маріуполь. 2023. № 25. С. 142-151.

11. Дженчако В.Г. Підвищення ефективності перевезення масової сировини на промислові підприємства у зимовий період. *Міжвузівський тематичний*

збірник наукових праць : Маріуполь 2019. № 21. С. 224-237. URL: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/24835>. (дата звернення: 10.09.2023)

12. Дженчако В.Г. Розробка методу оцінки пропускнуої спроможності гаражів розморожування транспортної системи промислового підприємства. *Транспортні системи та технології перевезень*. №22. 2021. С. 21-27.

Надійшла до редколегії 08.10.2023.

Прийнята до друку 22.10.2023.

V. DZHENCHAKO, A. MASLAK, M. HARA, O. NETREBKO

## EVALUATION OF OPERATIONAL INDICATORS OF THE FUNCTIONING OF THE TRANSPORT AND CARGO COMPLEX OF THE AGGLOMERATION FACTORY IN THE CONDITIONS OF A CHANGING ENVIRONMENT

**Purpose.** At the current stage of operation of the transport and cargo complex of the agglomeration factory, the processing of car flows takes place in conditions of a changing environment, which leads to low efficiency of the interaction of transport and the unloading complex. To solve this problem, it is necessary to evaluate the operational indicators of the functioning of the transport and cargo complex of the agglomeration factory, to analyze the work of the wagon transferers of the unloading complex in dynamic conditions. **Research methods.** The following methods were used during the research: analysis and synthesis for the study of issues and scientific publications regarding the state and ways of optimizing the functioning of the transport and cargo complex; experiment planning - to obtain a multidimensional, diverse array of statistical data; theory of probability and mathematical statistics - for data processing, obtaining correlation dependences of indicators of the functioning of the transport and cargo complex of the agglomeration factory in conditions of a variable environment. **The results.** The work is devoted to the solution of the scientific and technical problem of evaluating the operational indicators of the functioning of the transport and cargo complex of the agglomeration factory in the conditions of a changing environment. In the work, the level of interaction of the links of the flow process of cargo processing of the transport-cargo complex of the agglomeration factory of the base enterprise was evaluated. During the research, it was established that with the rhythmic work of the agglomeration factory and the uniform arrival of route trains with raw materials at the station, the interaction with the wagon transfer takes place in a normal mode, while the wagons are empty of the external network is close to the standard. With the complication of working conditions, especially in the period of negative temperatures when the agglomeration factory rejects raw materials, the interaction of the cargo station, the unloading complex and the defrosting garages is significantly disrupted. The idling of wagons in the specified conditions of a changing environment and especially when the wagon flow increases, the arrival reaches maximum values. Based on the evaluation of the performance indicators of the unloading complex of the agglomeration factory, it was established that the ratio of operational readiness of car transferers is at a fairly high level, the utilization rate of car transferers in terms of time is very low, and the operational technical readiness of transfer conveyors does not fully meet production requirements. The evaluation of operational indicators of the functioning of the transport-cargo complex of the agglomeration factory as a system-technical complex at the micro level made it possible to evaluate its main functions and created prerequisites for modeling the operation of the complex at the micro level in conditions of a changing environment. **The scientific novelty** consists in the development of a general method of evaluating the operational indicators of the functioning of the transport and cargo complex of the agglomeration factory in the conditions of a changing environment, which is based on the provisions of functional analysis. **Practical significance.** The presented theoretical provisions regarding the functioning of the transport-cargo complex of the agglomeration factory made it possible to evaluate the performance indicators of the unloading complex in the conditions of a changing environment, which directly affect the operation of the cargo station, and can be used in the future in models for managing flow processes in transport-cargo complexes.

**Key words:** cargo station, defrosting garages, unloading complex, transport and cargo complex of agglomeration factory, bulk raw materials, receiving-departing park.