

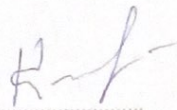
**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Факультет транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної кваліфікаційної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр**

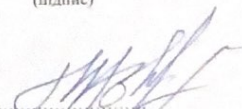
галузі знань 27 – «Транспорт»
спеціальності 275 – «Транспортні технології (залізничний транспорт)»

на тему: «Підвищення ефективності перевезень вузькономенклатурної крупнопартійної металопродукції раціональним формуванням вантажних відправлень»

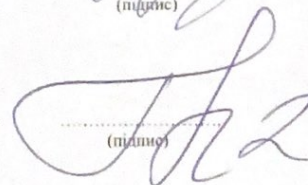
Виконав: здобувач вищої освіти
групи ОПЗТ-21дм
Караман Н.І.


.....
(підпис)

Керівник: доц. Мірошникова М.В.


.....
(підпис)

Завідувач кафедри: проф. Чернецька-Білецька Н.Б.


.....
(підпис)

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. На сьогоднішній день металургійна галузь України залишається однією з провідних галузей промислової діяльності. Серед головних проблем металургії є невисокий рівень рентабельності операційної діяльності підприємств. Це обумовлює необхідність вирішення науково-практичних задач, зокрема в сфері транспортної логістики, спрямованих на зниження витрат на доставку готової продукції.

Особливістю металургійних комбінатів України є орієнтованість кожного з них на певні достатньо відокремлені види продукції, висока інтенсивність виробництва якої потребує відповідного формування стабільних потужних транспортних потоків.

Для задач мінімізації витрат на перевезення металопродукції шляхом вибору оптимального виду транспорту, розробки маршрутів руху тощо, є достатньо розвинений спектр методів. Але, якщо розглядати процес доставки з моменту надходження продукції на склад, де здійснюється формування вантажних відправлень, постановка завдань підвищення ефективності перевезень суттєво ускладнюється. Виникає необхідність врахування додаткових факторів, обумовлених технологіями виробничого процесу, підготовки до транспортування, пакування, складування, виконання вантажних операцій, використання багатооборотних засобів кріплення, зважування та ін.

У зв'язку з цим, підвищення ефективності перевезень вузькономенклатурної крупнопартійної металопродукції шляхом розробки методів, які б враховували технічні та технологічні особливості формування вантажних відправлень, є актуальною темою дослідження.

Мета і завдання дослідження. Мета – підвищення ефективності перевезень вузькономенклатурної крупнопартійної металопродукції шляхом розробки та удосконалення методів, які враховують технічні та технологічні особливості формування вантажних відправлень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати систему перевезень вузькоменклатурної крупнопартійної металопродукції з огляду на технічні та технологічні особливості формування вантажних відправлень та сформувати стратегію її розвитку.

2. Удосконалити методи організації та планування роботи з відвантаження продукції підприємства, які враховують особливості формування вантажних відправлень.

3. Розробити моделі функціонування МЛС ВГП для встановлення раціональних параметрів роботи.

4. Удосконалити систему передачі вузькоменклатурної крупнопартійної металопродукції з МЛС ВГП до магістрального транспорту за рахунок використання розроблених методів.

Об'єкт дослідження – транспортно-складські процеси мікрологістичної системи відвантаження готової продукції металургійних підприємств.

Предмет дослідження – залежності показників ефективності функціонування мікрологістичної системи відвантаження готової продукції (МЛС ВГП) від технічних та технологічних параметрів формування вантажних відправлень.

Дослідницькі прийоми та методи. Факторний аналіз, АВС-аналіз (метод Парето), FMR-аналіз, методи статистичного аналізу.

Наукова новизна отриманих результатів:

- формалізовано задачу оптимізації функціонування МЛС ВГП в ланці логістичного ланцюга «прокатне виробництво – магістральний транспорт» металургійного підприємства, що дозволяє врахувати вплив всіх груп факторів, які обумовлюють її ефективність за мінімумом загальних логістичних витрат.
- розроблено метод визначення оптимальної кількості багатооборотних засобів кріплення (БОЗК), який ґрунтується на логістичному підході, методах статистичного аналізу й імітаційного моделювання, та враховує можливість використання як багатооборотних, так і одноразових засобів кріплення.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані результати дозволяють підвищити ефективність функціонування МЛС ВГП металургійного підприємства завдяки розробці методів та моделей, які враховують загальний вплив всіх факторів системи при виборі параметрів її роботи.

Запропонований метод визначення оптимальної кількості БОЗК дозволяє встановити їхній потрібний робочий парк для забезпечення мінімальних логістичних витрат на доставку продукції.

Методика оптимального формування вагонних відправлень дозволяє зменшити потрібну кількість рухомого складу для перевезень та витрати на доставку.

Запропонована процедура визначення найбільш ефективного управління роботою вантажного фронту залізничного транспорту, в основі якої є використання методу імітаційного моделювання, дозволяє знизити витрати в процесі відвантаження металопрокату у вагони.

Апробація результатів дипломної кваліфікаційної роботи магістра та публікації. Відповідно до теми кваліфікаційної роботи опубліковані наукові публікації у фахових виданнях України, результати роботи докладалися на студентських науково-практичних конференціях кафедри ЛУБРТ СНУ ім. В.Даля (2021-2022р.р.).

Структура і об'єм роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 3 розділів, заключення, списку використаних джерел з 60 найменувань на 6 сторінках. Загальний об'єм кваліфікаційної роботи магістра складає 72 стор. Робота включає 15 рисунків та 4 таблиці по тексту.

1.АНАЛІЗ СУЧАСНИХ НАПРЯМКІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ФОРМУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ВІДПРАВЛЕНЬ

1.1 Сучасна технологія та особливості відправлення готової продукції металургійних підприємств

Металургійна промисловість є найважливішим компонентом світової економіки, в ній виробляється майже половина всієї продукції промисловості та більше ніж половина всіх товарів, які експортуються у світі. За оцінками спеціалістів, на метали припадає понад 90% конструкційних матеріалів, а в промислово розвинутих країнах виробни з металів складають 2/3 продуктової структури ВВП. Україна знаходиться на 7-му місці серед світових виробників металопродукції, при цьому її частка у світовому виробництві стабільно збільшується.

Прокатне виробництво є завершальним у металургійному циклі. У ньому виробляється близько 80 % всієї товарної продукції підприємства, в якій акумулюються витрати праці всіх попередніх стадій металургійного переділу. Економіка всього підприємства багато в чому залежить від результатів діяльності прокатних цехів, продукція яких майже повністю надходить у народногосподарський оберт [1].

Металопрокат – продукція, яку отримують на прокатних станах шляхом гарячої, теплої або холодної прокатки [2]. Прокат поділяють на такі види, які визначають технологію формування та відправлення вантажних місць [3]:

- сортовий: заготівлі, катанка, квадрат, круг, смуга, фасонний (балки, кутники, швелери, рейки, профіль), арматура;
- листовий: гарячекатаний та холоднокатаний (товстолистовий, тонколистовий); лист, смуга, жерсть;
- труби: електрозварювальні, безшовні, профільні, спеціального призначення.

Існують цехи гарячої прокатки, які виробляють гарячекатаний прокат у листах і рулонах. Цехи холодної прокатки призначені для виготовлення товарної продукції у вигляді холоднокатаних листів і рулонів. Вихідним матеріалом для холодної прокатки є рулони гарячекатаної полоси [4].

Прокатне виробництво в порівнянні з доменним і сталеплавильним переділами характеризується істотними техніко-економічними й організаційними особливостями, які суттєво впливають на транспортно-технологічні процеси [1]:

- технологічний процес прокатки представляє один з видів гарячої й холодної обробки металу тиском;
- потоковість виробничого процесу в прокатних цехах, яка обумовлена значним обсягом виробництва, відсутністю проміжних складів між агрегатами, а також протіканням процесів нагрівання, прокатки, обробки, контролю й відвантаження металу окремими плавками. Розмаїтість сортаменту і якості прокатної продукції викликає наявність у прокатному цеху декількох потоків металу, основними з яких є потоки на обтискних, заготовочних і чистових станах;
- безперервний технологічний процес забезпечується прокатними станами з послідовним розташуванням робочих клітей, напівбезперервної, безперервної й нескінченної прокатки, а також безперервними лінійно-прокатними станами для виробництва готового прокату з рідкої сталі й агрегатів для зачищення, термічної обробки, лудіння, цинкування, лакування, покриття стрічок й листів пластмасами, емалями, алюмінієм;
- мінливість структури виробничого процесу, викликувана різноманіттям вихідних злитків для прокатки й кінцевих видів продукції (по розмірах, масі, профілям і маркам сталі), що прокочують на тих самих станах;
- значна залежність пропускної здатності окремих агрегатів і ділянок виробництва від змін у структурі процесу прокатки, пов'язаних з різною продуктивністю й розходженнями в трудомісткості окремих профілів і розмірів прокату й марок сталі.

Технологічний процес виробництва холоднокатаної листової сталі дуже складний, оскільки потребує застосування різноманітного обладнання й містить велику кількість переділів, а саме [4]:

- травлення гарячекатаної смуги;
- холодну прокатку;
- світлий рекристалізаційний відпал;

- дресирування відпаленого металу;
- різання, промаслення, сортування готової продукції;
- упакування й відвантаження пачок листів і рулонів.

Після дресирування рулони відвантажують споживачам або ріжуть на листи відповідних розмірів на агрегатах поперечної різки або на вузькі смуги на агрегаті повздовжнього різання.

Складність технологічних процесів обумовлюється не лише широким сортаментом прокату, а також процесом підготовки металу, оптимізацією сортаменту за марками, розмірами й обсягами партії металу, що прокатується. У прокатних цехах велику увагу приділяють організації обробки, зберігання, контролю й відвантаження готової продукції [1].

Важливою підсистемою прокатного виробництва є склад готової продукції. У прольоти складу вводяться залізничні колії для завантаження металопрокату та його вивезення на зовнішню мережу або для транспортування у цехи наступних переділів. Всі пристрої та склади прокатних цехів розміщують в одній будівлі, що створює свої особливості в обслуговуванні їх залізничним та автомобільним транспортом [5].

На ділянці приймання готової продукції прокатного цеху ПАТ «Запоріжсталь» виконується відвантаження металопрокату як залізничним, так й автомобільним транспортом. Склади металопрокату розміщуються в останньому прольоті цеху, ширина якого значно перевищує його довжину. Кожен проліт обладнається мостовими кранами, вагами, ножицями. Місткість фронту навантаження складає 3-9 вагонів, що не дозволяє організувати завантаження маршрутного поїзда встановленої маси за одну подачу [6].

На складах готової продукції прокатних цехів виробу оглядаються, вилучається бракована продукція, впаковуються та відвантажуються на відкритий рухомий склад.

1.2. Напрямок удосконалення технічних умов навантаження металопродукції

Технічні умови розміщення та кріплення металопродукції у рухомому складі є другим важливим фактором, що обумовлює транспортно-складські процеси [7-28].

До 2006 року в Україні діяли Технічні умови розміщення та кріплення вантажів (ТУ) [26]. З 01.07.2006 р. у відповідності з Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 18 травня 2010 року № 299 [29] розміщення і кріплення вантажів у вагонах і контейнерах повинно відповідати вимогам додатка 14 до «Соглашения о международном железнодорожном грузовом сообщении» (СМГС) [30]. Ці документи містять вимоги до розміщення та кріплення вантажів у вагоні, але вони різняться. Оскільки у роботі розглядаються питання навантаження металопрокату, то проаналізуємо вимоги до розміщення вантажу масою у вагоні більш 50 т.

Загальна маса вантажу та засобів кріплення у вагоні не повинна перевищувати його трафаретної вантажопідйомності, а навантаження від вісі вагону на рейки не повинна перевищувати величин, що допускаються залізницею [26,30,31]. У відповідності з ГОСТ 22235-76 [32] у випадку необхідності несиметричного розміщення вантажу у вагоні різниця у завантаженні візків не повинна перевищувати для чотирьохвісних вагонів – 10 т; для шестивісних – 15 т та для восьмивісних – 20 т [26, 30,31].

Загальний центр ваги вантажів повинен розташовуватися на лінії перетину повздовжньої та поперечної площин симетрії вагону. У випадку, заг цв Н 29 коли такі вимоги не можна виконати за об'єктивними причинами, а також для поліпшення вантажопідйомності та ємності вагонів, допускається зміщення центру ваги відносно повздовжньої та поперечної площин вагону. Порівняння допустимих значень зміщення загального центру ваги у поперечному напрямку показує, що за Правилами розміщення та кріплення вантажів [30] при завантаженні вагону до 67 т зм b має значення, більші за 100 мм, як це передбачено ТУ [26]. За новими Правилами також допускається

поперечне зміщення зм b у шляху прямування від 100 до 350 мм залежно від значень загального центру ваги вантажу заг цв H та маси вантажу у вагоні. Крім того, допускається одночасне зміщення загального центру ваги вантажу відносно повздовжньої та поперечної площин симетрії вагону у межах значень, наведених у таблицях 1.1 та 1.2. За старими Технічними умовами [26] одночасне суміщення заг цв H у повздовжньому та поперечному напрямках має обмеження, які були вказані вище.

Стосовно криво симетричного розташування вантажів однакової маси у вагоні: вона допускається за умови, що заг цв H не перевищує 2,3 м, загальний центр тяжіння вантажів знаходиться на перетині повздовжньої та поперечної площин симетрії вагону (рис. 6 [30]). При цьому від центрами тяжіння вантажів у повздовжньому та поперечному напрямках не перевищують величин, які визначаються в залежності від маси вантажу за табл. 1.7 [26] або табл. 11 [30].

Ці значення за Технічними умовами [26] та за Правилами розміщення та кріплення вантажів [30] не відрізняються.

Таким чином, як зазначено Турановим Х.Т. [33], в Правилах розміщення та кріплення вантажів [30] заздалегідь, ще до того, як рухомий склад знаходиться у шляху прямування, дозволяються зміщення вантажів у вагоні, як у повздовжньому, так і в поперечному напрямках. Дозволені зміщення сягають значних величин як у повздовжньому, так і у поперечному напрямках. При цьому можливе вивертання упорних засобів кріплення, що призведе до їхнього руйнування. Це може сприяти створенню ситуації, яка загрожує безпеці руху, збереженню деталей рухомого складу. Дослідження показало, що при зміщенні центра ваги вантажів як вздовж, так і поперек кузову, найбільше перевантаження зазнає передній візок, що може призвести до перевантаження буксових вузлів (перегріву), надресорних балок, бічних рам візків вагону тощо. Для забезпечення безпеки руху, схоронності перевезених вантажів та деталей рухомого складу автори [30] пропонують вантажовідправникам розробляти такі схеми завантаження вагонів, при яких загальний центр ваги вантажів співпадає з осями симетрії вагону навіть в збиток використання корисної площі кузову та вантажопідйомності вагону. Наслідки порушення Технічних вимог до

розміщення та кріплення вантажів у вагонах призводять до загрози безпеки руху поїздів. В роботах Туранова Х.Т., Тимухіної О.М. [34-37] також розглядаються деякі питання, які стосуються цієї проблеми. При розміщенні вантажів у вагонах передбачено, що загальний центр ваги повинен розташовуватися на лінії перетину повздовжньої та поперечної площин симетрії вагону.

При розміщенні вантажу у піввагоні допускаються наступні навантаження на поверхню кришки люку [30]:

- питоме навантаження на ділянку поверхні люку розміром до 25×25 см² повинно бути не більш 3,68 кгс/см²;
- навантаження, яке рівномірно розподілене по всій поверхні люку, повинно бути не більш 6 тс;
- навантаження, що передається через прокладки становить: при розміщенні вантажу на двох підкладках (довжиною не менш 1250 мм), які укладені поперек гофрів на відстані 700 мм один від одного та на рівних відстанях від хребтової балки та бічної стіни вагону, повинно бути не більш 6 тс. При розміщенні вантажу на підкладках, які розташовані поперек рами вагону на двох люках між гофрами з одночасним спиранням на хребтову балку та на полиці повздовжніх кутків нижньої обв'язки піввагону, сумарне навантаження, що передається через одну підкладку на пару люків, не повинно перевищувати 8,3 тс. Допускається на одній парі люків встановлювати декілька таких підкладок, при цьому сумарне навантаження на підкладки не повинно перевищувати 12,0 тс.

Для забезпечення безпеки руху, схоронності перевезених вантажів та деталей рухомого складу вантажовідправникам пропонується [30] розробляти такі схеми завантаження вагонів, за яких загальний центр ваги вантажів співпадає з осями симетрії вагону навіть у збиток використання корисної площі кузову та вантажопідйомності вагону.

Для розміщення й транспортування у вагонах рулонів прокату великої маси (попит на які значно зростає) використовуються різні багатооборотні засоби кріплення, які дозволяють розмістити й зафіксувати рулон за допомогою вантажозахватного механізму без застосування додаткових технічних засобів, пристосувань і ручної праці. Для транспортування використовують

багатооборотні металеві рами конструкції ВАТ «Новолипецький металургійний комбінат» [27], комплекти з двох металевих рам конструкції ПрАТ «Запоріжсталь» [30] та ВАТ «Магнітогорський металургійний комбінат» [30].

При використанні багатооборотних засобів кріплення рулонів виключається ймовірність ушкодження внутрішніх і зовнішніх витків рулонів у процесі навантажувальних операцій і транспортування, забезпечуються мінімальні переміщення рулону в горизонтальній площині при транспортуванні як під час руху поїзда, так і при виконанні маневрів. Крім того, виключається ймовірність ушкодження й руйнування штирів і торцевих упорів рам при ударах, пов'язаних з різким гальмуванням й/або зупинкою вагона.

Проблемою перевезення рулонного металопрокату є недовикористання вантажопідйомності вагонів. Цю проблему можна вирішувати запровадженням для перевезення прокату вагонів нового покоління: з підвищеним статичним та осьовим навантаженням, більшої вантажопідйомності, а також спеціалізованих платформ, обладнаних засобами розміщення та кріплення рулонів.

1.3 Тенденції розвитку інфраструктури складів готової продукції металургійних підприємств

Процес складування включає ряд операцій, пов'язаних із прийманням, розвантаженням, перевіркою, зважуванням, обліком, укладанням на місця зберігання і т.д. Вибір типу, ємності й компоновання встаткування складів залежить від виду продукції, способу виробництва й продуктивності цеху. Загальні вимоги по складах металу в прокатних цехах обумовлені необхідністю в забезпеченні нормального технологічного процесу виробництва й виконанні норм безпеки. У таблиці 1.3 наведені способи складування готової продукції прокатних цехів [39-41].

Способи складування готової продукції в прокатних цехах

Найменування продукції	Спосіб укладання вантажу на складі
Прокат гарячекатаний у рулонах	У штабель-піраміду у вертикальному положенні осі рулону, у кілька ярусів (висотою до 4,5 м)
Прокат гарячекатаний травлений і холоднокатаний у рулонах	На стелажах у горизонтальному положенні в один-два яруси
Гарячекатаний товстий лист	У пачках у штабелі висотою до 3,0 м
Гарячекатаний і холоднокатаний лист широкосмугових станів	Пачками в стопах із прокладками висотою до 2,0 м
Холоднокатані листи з полімерним покриттям	Пачками в стопу із прокладками, висотою до 2,0 м

Стелажі, залізничні колії, шляхи передатних візків й інших видів транспорту розміщують так, щоб при транспортних і навантажувально-розвантажувальних роботах не розвертати вантажі в горизонтальній площині. Для видачі продукції зі складу готового прокату застосовують залізничний і автомобільний транспорт. Переміщення й навантаження металу на складі повинні проводитися за допомогою електромагнітних кранів, механізованих або автоматизованих вантажозахватних пристроїв, без застосування ручної праці. Майданчики розвантаження й навантаження розміщують у зоні обслуговування кранів. У деяких випадках подача вихідної заготовки (підкату) на склад для наступного переділу здійснюється безперервним транспортом – конвеєрами із цеху, що робить цю заготовку. Склади розташовують у прольотах шириною 24 і 36 м, в окремих випадках – шириною 42 м. Зі збільшенням ширини прольоту підвищується ступінь використання корисної площі будівлі цеху. Застосовують поздовжнє й поперечне розташування металу щодо прольоту складу, що диктується головним чином числом і розташуванням шляхів подачі й видачі металу, а також довжиною вантажів і умовами компоновки технологічного встаткування. При наявності електромостових кранів з обертовою траверсою метал укладається в штабелі шарами хрест-навхрест [39-42].

Устаткування прокатних цехів ділиться на основне й допоміжне. До першої групи ставляться механізми, розташовані в головній лінії прокатного стану, які служать для деформації металу; робоча кліть, шестеренна кліть, привід стану, сполучні обладнання, редуктори. До другої групи ставиться устаткування: зливковози, рольганг, кран, маніпулятор, кантувачі, ножиці, пили, правильні машини, моталки, транспортери та інше допоміжне обладнання.

Крани прокатних цехів займають особливе місце в групі металургійних кранів. Ці крани включені в безперервний технологічний процес і зайняті транспортуванням і складуванням гарячого й холодного прокату. Одними з найпоширеніших кранів прокатних цехів є крани з обертовим візком і крани з підхватами різної вантажопідйомності. Крани також оснащуються механізмом обертання головного гака для транспортування рулонів [43,44]. На відміну від звичайних мостових кранів, металургійний кран звичайно управляється тільки машиністом. Відсутність стропальника вимагає повної механізації захватних органів металургійного крана, тому більшість кранів обладнана жорсткою підвіскою, завдяки якій забезпечується механізація управління підйомно-транспортними операціями крана з кабіни машиніста [45,46]. У прокатному виробництві використовуються підлогово-кришечні, колодязеві, посадкові, магнітні та інші крани. Крім спеціальних, у прольотах прокатних цехів працюють мостові крани загального призначення для транспортно-перевантажувальних та інших робіт.

В умовах специфіки металургійного виробництва вантажопідйомні крани є складовою частиною технологічного процесу виробництва й багато в чому визначають обсяг випуску й рівень якості металопродукції.

Подальший розвиток металургійної промисловості висуває нові вимоги до конструкцій металургійних кранів: їх надійності, продуктивності, вантажопідйомності, механізації й автоматизації управління. Спеціалізація сучасних металургійних кранів, небезпечні й некомфортні умови роботи крановиків обумовлюють актуальність створення кранів-маніпуляторів із програмним управлінням [46-48]. Цьому сприяю такі фактори:

- наявність в експлуатації кранів із твердим підвісом вантажу, що дозволяє забезпечити строго вертикальне переміщення вантажозахватних обладнань;
- відносна одноманітність вантажів по їхній формі й масі;
- порівняно невисока необхідна точність позиціонування вантажозахватного обладнання;
- можливість організації строго регламентованого технологічного процесу, при якому установлюють постійні значення координат вихідного й кінцевого положень об'єктів маніпулювання [47,48].

У цей час на сучасних металургійних підприємствах використовуються роботизовані крани для відвантаження продукції. При передачі готових упакованих рулонів або пачок на склад кран «запам'ятовує» місце знаходження того або іншого вантажного місця. У процесі навантаження на транспортні засоби в систему управління краном задаються номери вантажних місць, а кран їх уже самостійно «знаходить» на складі й завантажує.

Зі збільшенням маси прокату в рулонах і обсягів їх відвантаження, з'явилася необхідність удосконалення захватів для рулонної сталі, які б задовольняли сучасним вимогам і забезпечували високу продуктивність, надійність і працездатність. У цей час використовуються різні захвати для переробки рулонів масою до 45 т: автоматичні кліщові захвати для переміщення рулонів, як у горизонтальному, так і у вертикальній положенні; навісні й стаціонарні кантувачі, захвати-кантувачі для підйому рулонів з горизонтального й вертикального положення, а також для кантування з горизонтального положення у вертикальне [49-55].

Організація роботи мостових кранів прокатних цехів впливає та технологічний процес транспортного обслуговування складів готової продукції при відвантаженні металопрокату на зовнішній транспорт. Крани здійснюють не тільки переміщення металопрокату між технологічними ділянками основного виробництва, але й задіяні в процесі виконання завантаження вагонів і автотранспорту готовою продукцією. На об'єкті дослідження для обслуговування складів готової продукції задіяно більш 20 мостових кранів, а

довжина пролетів складає від 90 до 250 м. За таких умов постає питання раціонального використання кранів.

Питанням ефективності транспортного обслуговування прокатного виробництва металургійних підприємств присвячено багато робіт [56-60]. Як зазначено Парунакяном В. Е. на цей час форми взаємодії прокатного виробництва та транспорту не достатньо ефективні [60]. Окрім недостатньої інтеграції ресурсів виробництва та транспорту, важко розмежувати їх сфери. Так, при відвантаженні продукції металургійного підприємства, задачею транспорту є організація своєчасної постановки та прибирання рухомого складу, а за виробництвом закріплена функція виконання нормативів на вантажні операції. Внутрішньоцехові переміщення вантажів є теж частиною з транспортного процесу, але їх оптимізація не входить до переліку основних функцій виробничих підрозділів [1,2].

Визначення факторів, які впливають на процес внутрішньоцехових перевезень, зокрема, у прокатному виробництві розглянуто в [2], де зазначено, що одним із показників ефективності функціонування вантажних фронтів металургійних підприємств є простій вагонів під вантажними операціями. Це підкреслює актуальність досліджень в логістичному ланцюзі відвантаження металопродукції в транспортно-вантажному комплексі [3,4].

Окрім оптимізаційних задач транспорту, необхідно забезпечити безперервність виробничих процесів, раціональне використання складських площин за рахунок зменшення запасів вантажів [5]. Рулони з листового матеріалу, що виходять із технологічних ліній з обробки поверхні, мають більш високу ціну, однак їхня якість може погіршитися через удари або окиснення поверхні, особливо під час транспортування по морю або зберігання на складі в умовах коливань вологості й температури. Щоб цього уникнути, рулони повинні бути впаковані для запобігання від ушкоджень, які можуть відбитися на ціні продукції.

Упакування металопрокату здійснюється відповідно до вимог ДСТУ 3058-95 (ГОСТ 7566-94) [66] «Металопродукція. Приймання, маркування, упакування, транспортування й зберігання» і Технологічними інструкціями [7].

Упакування пачок холоднокатаних листів проводиться на спеціальних пакувальних конвеєрах за допомогою маніпулятора-укладальника, а впакування рулонів – на спеціальних ділянках, які обладнані маркувальними комп'ютерними комплексами з оформлення й виготовлення маркувальних ярликів на полімерній плівці, які самі клеяться.

Відповідно до вимог ДСТУ 3058-95 для впакування прокату використовуються: пакувальна сталева стрічка перетином; поперечні бруски й поздовжні дошки. У якості тари для впакування прокату застосовують металеві пакети (піддони, ящики) або дерев'яні ящики, тарна тканина, синтетичні плівки або інші матеріали.

У цей час для захисту металопродукції від динамічних навантажень і механічних ушкоджень при виконанні перевантажувальних робіт і транспортування використовуються сучасні високотехнологічні матеріали:

- стільниковий поліпропілен [8], в основі якого лежить полімерний шар, що нагадує структуру бджолиного стільника. У результаті досягаються чудові міцнісні характеристики, що набагато перевершують звичайний «ніздрюватий» лист. Він дозволяє розподілити крапкове навантаження на значно більшу площу, при цьому зменшується сила впливу на площу матеріалу, що захищається, а наявність численних герметичних, заповнених повітрям мікрокамер забезпечує демпферні властивості, що гасять ударні навантаження, які є найбільш пагубними;

- захисні куточки [9] (полімерні або картонні) допоможуть зберегти металопродукцію без ушкоджень кутів і торців при транспортуванні.

При впакуванні пачок використовуються куточки непросічні. При впакуванні рулонів і будь-якої іншої продукції округлої форми застосовуються захисні куточки із просічкою / перфорацією.

Використання куточків у вертикальній площині (при транспортуванні на палетах) зберігає форму впакування при одночасному захисті кутів. Додаткову твердість упакуванню надає застосування куточків у двох площинах. Захист від механічних ушкоджень забезпечується різними способами: товщиною куточка,

шириною полиць, а також співвідношенням ширини полиць різнополичних куточків;

- картонно-навивні шпулі [9] використовуються для намотування металопродукції в рулонах, з метою захисту внутрішніх витків металу від механічних ушкоджень вантажозахватними механізмами при будь-яких переміщеннях;

- полімерні вставки [9] використовуються для захисту поверхонь і ребер металопрокату. Для циліндричних виробів одна полиця вставки перфорується, що дозволяє встановлювати її на різні діаметри. Це дозволяє захистити від механічних ушкоджень ребра й внутрішню утворюючу рулонної продукції, а також забезпечує схоронність антикорозійного захисту при транспортуванні й зберіганні;

- вплив температурних коливань і вплив вологи – одні з факторів, що значно впливають на схоронність металу. Корозія являє собою саму більшу небезпеку для металопродукції високого ступеня переділу й збереження її споживчих властивостей. Для захисту металопрокату від корозії застосовується антикорозійний папір [8]. Антикорозійний папір складається із основи, що містить інгібітори, і спеціальної поліетиленової плівки, що дозволяє досягти максимального ефекту при захисті металу від корозії;

- замість сталеві стрічки зараз широко застосовують пакувальну ПЕТ-стрічку (поліестерову) [8]. По міцності вона не уступає металеві й, а по стійкості до динамічних навантажень перевершує її. Вона рівномірно натягається при обв'язці, надійно скріплюючи пачку або рулон. Для скріплення кінців ПЕТ-стрічки використовують скоби, пряжки або зварювання. При закріпленні методом зварювання міцність упакування збільшується на 80 %;

- для захисту металу на торцях рулонів використовують пластикові торцеві захисні диски [7], зі спіненої композиції поліетиленів або стільникового поліпропілену товщиною 3,0-5,0 мм і стрічки бандажні;

- полімерні мати [9] призначені для захисту поверхні металопрокату від механічних ушкоджень і зовнішнього середовища. Вони забезпечують високий

рівень захисту, максимальну зручність упакування, найкращий вид упакованих виробів при транспортуванні й зберіганні, не травмонебезпечні.

Ідентифікація товару – першочергова потреба будь-якого виробничого процесу, відповідного до стандартів якості. Маркування металопродукції здійснюється згідно ДСТУ 3058-95 (ГОСТ 7566-94).

Маркування наносять безпосередньо на металопродукцію, якщо вона не підлягає впакуванню, і на ярлики, якщо металопродукція впакована в пачки, мотки, рулони, зв'язування мотків або стопи рулонів.

Маркування виконують ударним способом – ручним або машинним тавруванням, електрографіруванням, наклеюванням ярликів з водостійкої плівки, кольоровим лаком або незмивним барвним складом, фарбою.

До сучасних способів маркування металопродукції ставляться:

- точкове матричне маркування фарбою;
- точкове матричне маркування штампуванням (ТММШ);
- точкове матричне лазерне маркування;
- сегментне маркування металізованим спреєм;
- маркування з використанням дискового обертового шрифтоносія;
- маркування етикетками й бирками;
- електронне маркування й ідентифікація.

Лазерне маркування – найсучасніший спосіб нанесення необхідного позначення, використовуваний у металургії. Лазерне маркування має багато переваг:

- широкий вибір нанесених позначень – від одномірних (1D) лінійних штрих-кодів до двовимірних (2D) зображень, у тому числі складних, аж до логотипів і захисних рисунків;
- висока читабельність лазерного маркування. Для зчитування інформації, нанесеної за допомогою лазера, можна використовувати навіть недорогі сканери, причому зі значної відстані;
- дуже висока зносостійкість, у тому числі до температурного й абразивного впливу; - висока контрастність і чіткість зображень на маркуванні, можливість промальовування зображень практично будь-якого розміру.

Усе більше для маркування використовується робототехніка, що спрощує установку для нанесення маркування. Процес маркування здійснюється в автоматичному режимі. Однією з останніх інновацій є маркування за допомогою радіочастотних бирок і система спостереження ЕМІ.

1.4. Особливості функціонування мікрологістичної системи відвантаження готової продукції прокатних цехів

Прокатні цехи, які відвантажують готову продукцію, належать до несприятливих ланок металургійного виробництва через нерівномірність, яка спостерігається в транспортному процесі [6]. Склад готової продукції прокатного цеху – складний комплекс технічних обладнань, призначений для управління запасами на різних ділянках логістичного ланцюга й виконання конкретних функцій по зберіганню й перетворенню матеріального потоку.

Мікрологістична система відвантаження готової продукції (МЛС ВГП) включає такі елементи: приймання на склад – вантажопереробку – пакування – комплектацію – відвантаження.

Транспортне обслуговування прокатних цехів включає виконання різних технологічних операцій (відбір вагонів під навантаження, подача на вантажні fronti навантаження й збирання після вантажної операції з наступним поверненням на заводську сортувальну станцію) і має свою специфіку. У роботі Маслак А. В. [7] виконаний аналіз існуючої системи транспортного обслуговування цеху холодного прокату. Проаналізовані простой вагонів, як у прокатному цеху, так і на станції, що обслуговує даний цех, а також визначені фактори, що впливають на тривалість простою вагонів при відвантаженні продукції, пов'язані з роботою локомотивів, що обслуговують прокатні цехи. Однак, не враховані фактори, пов'язані із тривалістю формування вагонних відправлень металопродукції. У роботі також визначені шляхи підвищення ефективності транспортного обслуговування прокатного виробництва. Однак, цільова функція, наведена в роботі, не враховує витрати на складське

обслуговування прокату з моменту приймання його з виробництва й до моменту відвантаження у вагони.

Питання теорії управління запасами вивчалися такими авторами як Анікін Б.А., Беляєв Ю.А., Голдобина Н.Н., Голенко Д.І., Кудрявцев Б.М., Рижиков В.І., Лукинський В.В. [7-17]. Цими авторами розроблені різні методи й моделі управління запасами для підприємств різного профілю. Однак, для великих металургійних підприємств, що використовують значну номенклатуру матеріальних ресурсів, необхідна більш універсальна модель управління запасами, яка розглянута в роботі Маслак А. В. [7]. Проаналізований комплекс транспортно-вантажної системи металургійного підприємства по прийманню сировини із зовнішньої мережі з позиції керування виробничими запасами сировини, однак не приділене уваги питанням відвантаження готової продукції прокатних цехів.

У роботі цього ж автора [2] виконаний аналіз динаміки виробничого процесу великого металургійного підприємства й кількісно оцінені коливання потоків сировини, напівфабрикатів і готової продукції. Встановлено, що прокатні цехи, які відвантажують готову продукцію, поряд із цехами, що приймають масові вантажі (аглофабрика, доменний цех), ставляться до несприятливих ланок металургійного виробництва через нерівномірність, яка має місце в транспортному процесі. Розв'язок питання автор бачить у підвищенні ефективності взаємодії виробництва й транспорту при функціонуванні транспортно-вантажних комплексів приймання сировини й відвантаження продукції на основі переходу на логістичне керування.

Методи, моделі й алгоритми визначення тривалості матеріалоруку в провідному модулі транспортно-вантажного комплексу металургійного підприємства знайшли своє відбиття в роботах Маслак Г. В. [8-9]. Розроблений метод визначення логістичного критерію при різних умовах взаємодії матеріального й документального потоків у провідному модулі логістичного ланцюга, а також загальна модель і алгоритм його визначення. Крім того, у роботі [7] розроблені метод і модель оперативного управління організацією навантаження готової продукції металургійного підприємства на основі

логістичного критерію, що дає можливість скоротити знаходження вагонів у системі «транспортно-вантажний комплекс – станція відвантаження».

У роботі Файнштейна С. І., Тутарова В. Д. та ін. [2] розглядається евристична модель складу готової продукції прокатного цеху для розв'язку завдання оперативного планування відвантаження металопрокату. При цьому склад розглядається у вигляді моделі «простір станів» з обумовленої в цьому просторі евристичною оцінною функцією. При виборі функції вирішуються завдання мінімізації часу, витраченого на виконання операцій розміщення й відвантаження замовлення, а також систематизація зберігання металопродукції в пачках, об'єднаної в штабелі й осередки згідно із загальними ознаками. Вартість кожної припустимої операції на складі визначається як сума позитивних штрафів і негативних премій, нарахованих по всіх параметрах операції. Принцип визначення вартості кожної припустимої операції ґрунтується на методі штрафних функцій [3]. Числові значення штрафів і премій не є наперед заданими величинами, а відіграють роль настройкових констант із реальних даних. Розроблений алгоритм відвантаження замовлення для листового прокату в пачках, однак відсутні пропозиції по відвантаженню рулонного прокату.

У роботах Рахмангулова А.Н., Гавришева С.Е. [4-7] моделюються транспортні процеси металургійних підприємств із використанням транспортних елементів двох типів – «бункер» і «канал». У якості бункера відображаються склади, приймально-відправні колії, вантажні фронти, тобто ті обладнання, на яких можливе нагромадження вагонів. За допомогою каналів у моделі представляються перегони, з'єднувальні колії, а також технологічні операції (огляд, навантаження, вивантаження). У каналі нагромадження вагонів неможливо. У мінливій експлуатаційній обстановці іноді пропускну здатність або місткість одних транспортних обладнань потрібно збільшити, а в інших – спостерігається надлишок потужності. За допомогою пропонованих транспортних елементів можна перерозподілити можливості транспортних обладнань змінюючи технологію роботи.

У роботі Аксьонова М.Л. [8] розроблена комплексна модель системи транспортного обслуговування металургійного підприємства, заснована на

створенні матриці взаємозв'язаних операцій, яка описує в цілому роботу промислового залізничного транспорту металургійного підприємства без деталізації транспортних процесів прокатних цехів.

Парунакян В. Е., Маслак А. В. і Аксьонов М. Л. [9] проводять ідентифікацію зовнішнього вагонопотоку металургійного підприємства з розробкою принципової схеми переробки рухомого складу з виділенням чотирьох функціональних модулів, у тому числі й транспортно-вантажний комплекс навантаження готової продукції прокатних цехів, а в роботі Чернецької-Білецької Н. Б. [9] зроблено аналіз сучасного стану системи організації вагонопотоків та обґрунтовано необхідність її вдосконалення, що дозволяє знизити собівартість перевезень продукції.

Питання внутрівиробничої логістики металургійних підприємств і мікропотокові процеси й загальні економічні концепції мікрологістичних систем розглядаються авторами в роботах [1-5]. Локтіоною О. Е. та Помазковим В. М. [9] запропонована блок-схема укрупненого алгоритму створення мікрологістичної виробничо-транспортної системи, а також визначено критерій оптимізації логістичних витрат в управлінні виробничо-транспортною логістичною системою.

У роботі Парунакяна В. Е. [7] проаналізована технологія взаємодії прокатного цеху й залізничного транспорту в процесі відвантаження металопрокату споживачам. Встановлено, що близько 40 % від загального часу знаходження вагонів на підприємстві припадає на процес навантаження готової продукції й відправлення на станцію здачі. Процес випуску й відвантаження металопрокату має стохастичний характер, на який впливають різні фактори. Це веде до додаткових простоїв вагонів на фронтах навантаження прокатних цехів. Для підвищення ефективності взаємодії виробничо-транспортного процесу при відвантаженні готової продукції необхідний логістичний підхід, який дозволить розділити функції цеху на виробничі й посередницькі (експедиційні).

У статті [8] автори розглядають логістичний транспортно-вантажний комплекс металургійного підприємства, у яким функціональними ланками є його структурні елементи (послідовно виконувані технологічні операції в різних

модулях). У якості критерію управління в логістичному ланцюзі авторами прийнята тривалість процесу переробки вантажопотоку (логістичний норматив) і запропонований принцип його визначення. А в роботі [9] ці ж автори розглядають окремі фази мікропотоків процесів металургійного виробництва, зокрема – у напрямку «виробництво – транспорт» (відвантаження готової продукції), коли металопрокат переходить із фази металопотока прокатного цеху у вантажопотік, у вагонопотік, а потім – у поїздпотік; виділені функції, реалізовані кожної фазою.

Дослідження системи відвантаження готової продукції металургійного підприємства знайшли своє відображення в роботах В. Е. Парунакяна, Г. В. Маслак [10,11]. У продовження робіт [7-9] авторами проведений аналіз фазового переходу в ланцюзі відвантаження готової продукції. Запропонована принципова схема фазового переходу в транспортно-вантажному комплексі «прокатний цех – транспорт» і структурна схема мікропотоків процесу відвантаження готової продукції. Виявлено, що провідною ланкою даного процесу є модуль «вантажопотік» або транспортно-експедиційний модуль. У роботі розроблена імовірнісна мережна модель із детермінованою мережею для синхронізації металопотоку, документального й інформаційного потоків у процесі матеріалоруку при відвантаженні готової продукції в прокатних цехах металургійних підприємств.

Парунакяном В. Е. у роботі [12] вирішуються питання ідентифікації структури й параметрів матеріального, документального й інформаційного потоків, а також визначені принципи їх взаємодії. Новий підхід до розв'язку завдання взаємодії потоків ґрунтується на розгляді потокового процесу, який відбиває його якісні зміни у певному фазовому просторі. Доведено, що оптимізація логістичного синтез-потоків повинна здійснюватися через параметри потокового процесу матеріалоруку, а також параметрів усіх поточкових процесів функціонально з ним зв'язаних.

У статті [6] Парунакяном В. Е. розглядаються показники функціонування виробничо-транспортної системи (ВТС) металургійного підприємства. Представлена функціональна схема процесу матеріалоруку металургійного

комбінату. Для розв'язку проблеми запропонований підхід, заснований на розробці оптимізаційних моделей роботи підсистем ВТС із використанням ресурсів виробництва з їхньою інтеграцією в єдину систему, що забезпечить логістичне управління процесом матеріалоруку. Авторами застосовується логістичний та системний підходи з використанням сучасних методів аналізу та оптимізації транспортних систем. Але запропоновані ними методи не враховують особливості різних видів металопродукції та необхідності більш глибокого рівня деталізації досліджуваних процесів.

1.5 Аналіз способів відвантаження готової продукції металургійних підприємств споживачам

Головними принципами оцінки ефективності просування вантажів з місць виробництва до кінцевих пунктів споживання є логістичні витрати на доставку продукції. Організація процесу доставки вантажів за умови мінімізації логістичних витрат є актуальним питанням і розглядається багатьма авторами [15-19].

Одним з актуальних питань транспортно-логістичного обслуговування процесу доставки металопродукції, є вибір схеми та способу транспортування, які розглядаються такими авторами, як Турпак С. М. та Бабушкін Г. Ф. [10,11]. Логістичні витрати на доставку вантажів складаються з багатьох складових: витрати на вантажні операції протягом технологічного процесу доставки, внутрішньозаводське переміщення та маневрові операції [12], перевезення магістральним транспортом, зберігання на підприємстві та в пунктах перевалки тощо [13]. Одним із напрямків досліджень процесів доставки є імітаційне моделювання, яке розглянуто авторами в [14-16].

На сьогоднішній день на багатьох металургійних комбінатах України широко використовується два способи відвантаження готової продукції: багатооборотна тара (металеві піддони) та дерев'яні кріплення.

Для відправки за напрямками зі стабільними вантажопотоками використовуються багатооборотні металеві піддони, а за їх відсутності – готова

продукція відправляється за допомогою розкріплення на дереві. Багатооборотні засоби кріплення (БОЗК) дозволяють завантажувати у транспортні засоби та кріпити металопрокат за допомогою спеціальних вантажозахватних механізмів без додаткових пристроїв та пристосувань [30]. Але їх застосування БОЗК призводить до додаткових витрат, пов'язаних з необхідністю повернення під чергове навантаження на підприємство-виробник.

Більшість відомих підходів до визначення логістичних витрат на доставку вантажів не враховують витрати на повернення на підприємство виробника БОЗК, які містять в собі не тільки витрати на транспортування [17], а й витрати на тимчасове зберігання в пунктах призначення вантажу під накопиченням.

Існують різні методики для визначення необхідної кількості технічних засобів для забезпечення перевезення заданого обсягу продукції підприємств, які запропоновані різними авторами в [18-21]. Але аналітичні методи розрахунку потреби у багатооборотних засобах кріплення не враховують стохастичні зміни інтенсивності відвантаження за певними напрямками та можливість відвантаження з використанням одноразових кріплень.