

УДК 656.2

Турпак С.М.

Запорізький національний технічний університет

Васильєва Л.О.

Запорізький національний технічний університет

Падченко О.О.

Запорізький національний технічний університет

Лебідь Г.О.

Запорізький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ВІДВАНТАЖЕННЯ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

У статті виконано дослідження процесів перевезення вузькономенклатурної крупнопартійної продукції металургійних підприємств. Установлено необхідність удосконалення транспортних технологій на етапі формування вантажних відправлень. У загальному логістичному ланцюзі виділено та досліджено роботу мікрологістичної системи відвантаження готової продукції металургійного підприємства. Отримано цільову функцію оптимізації транспортно-складських процесів у цих умовах. Надано рекомендації щодо практичного використання виконаних досліджень.

Ключові слова: транспортні засоби, металургійне підприємство, навантаження, металопродукція, вантажопідйомність.

Постановка проблеми. Перевезення вузькономенклатурної крупнопартійної металопродукції потребують удосконалення транспортних технологій на етапі формування вантажних відправлень. Коли технологія виробництва зумовлює випадковий характер маси вантажних місць, а ринок – різноманітність замовлень продукції та операторів перевезень, неможливе ні повне використання транспортних засобів за вантажопідйомністю, ні ідеальне розташування вантажів на складах готової продукції з позиції забезпечення найшвидшого завантаження транспорту. Ситуація ускладнюється постійним удосконаленням та зміною вимог до розміщення вантажу в рухомому складі, транспортно-складських та технологічних процесів. У загальному логістичному ланцюзі необхідно виділити та дослідити роботу мікрологістичної системи відвантаження готової продукції (МЛС ВГП) металургійного підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Прокатні цехи, які відвантажують готову продукцію, належать до несприятливих ланок металургійного виробництва через нерівномірність, яка має місце в транспортному процесі [1]. Дослідження системи відвантаження готової продукції металургійного підприємства, знайшли своє відбиття в роботах В.Є. Парунакяна, Г.В. Маслак і

М.Л. Аксьонова [2–7], С.І. Файнштейна, В.Д. Тугарова [8], А.Н. Рахмангулова, С.Е. Гавришева [9–12] та ін. Авторами часто застосовувався логістичний та системний підходи з використанням сучасних методів аналізу та оптимізації транспортних систем. Але запропоновані ними методи не враховують особливості певних видів металопродукції та необхідності більш глибокого рівня деталізації досліджуваних процесів.

До 2006 року в Україні діяли Технічні умови розміщення та кріплення вантажів (ТУ) [13]. З 01.07.2006 р. у відповідності з Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 18 травня 2010 року N 299 [14] розміщення і кріплення вантажів у вагонах і контейнерах повинно відповідати вимогам додатка 14 до «Соглашения о международном железнодорожном грузовом сообщении» (далі – СМГС) [15]. За цим документом 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 [13; 15; 16]. Відповідно до ГОСТ 22235-76 [17] у разі необхідності несиметричного розміщення вантажу у вагоні різниця у завантаженні візків не повинна перевищувати для чотирьохвісних вагонів – 10

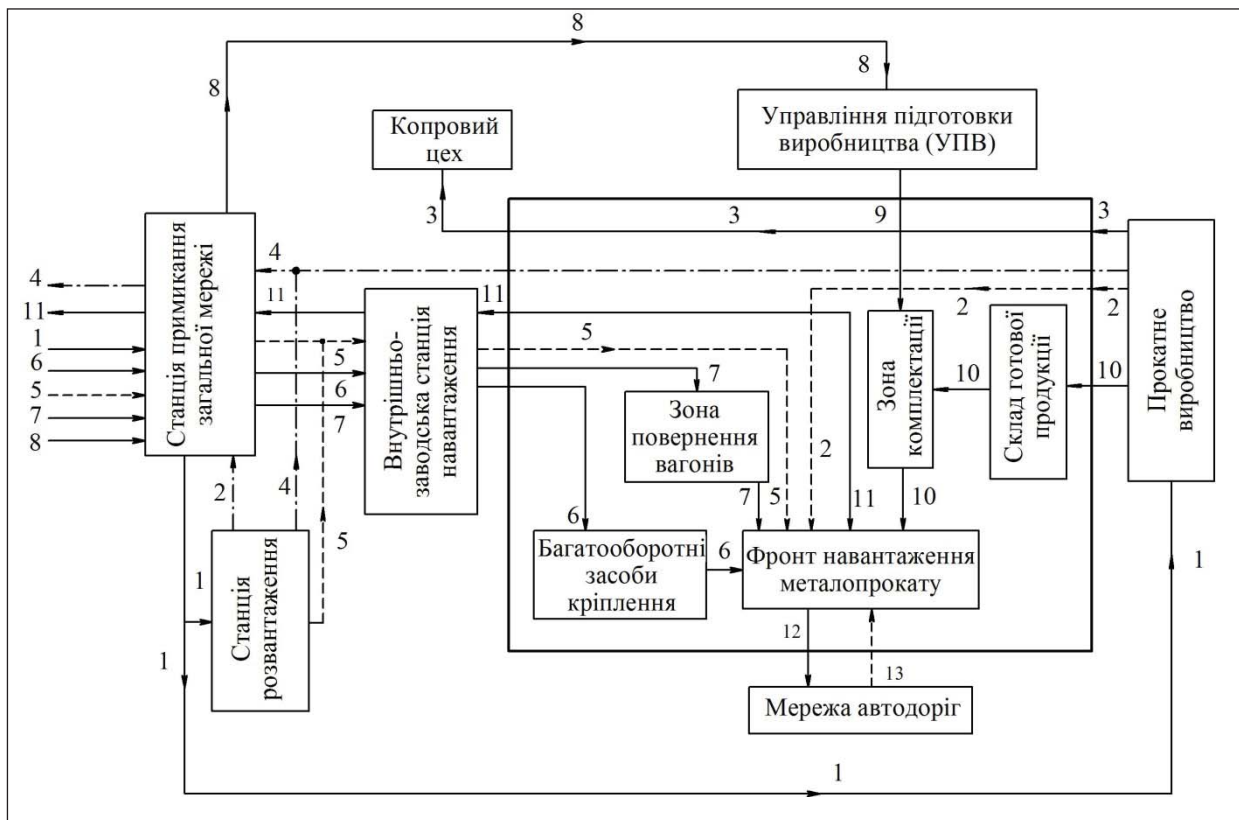


Рис. 1. Схема проходження матеріальних потоків прокатного виробництва

1 – вагони із сировиною для технологічного виробництва; 2 – порожні вагони після вивантаження сировини для виробництва; 3 – вагони з відходами прокатного виробництва; 4 – порожні вагони, що повертаються на мережу Укрзалізниці; 5 – порожні вагони під навантаження металопрокату; 6 – вагони з багатооборотними засобами кріплення; 7 – вагони з порушеннями умов навантаження; 8 – матеріали для виготовлення засобів кріплення та пакування металопрокату; 9 – потік засобів кріплення та пакування металопрокату; 10 – металопотік (металопрокат); 11 – вагони з готовою продукцією (металопрокатом); 12 – завантажені автомобілі з металопрокатом; 13 – порожні автомобілі.

т; для шестивісних – 15 т та для восьмивісних – 20 т [13; 15; 16].

Для забезпечення безпеки руху, схоронності перевезених вантажів та деталей рухомого складу вантажовідправникам пропонується [15] розробляти такі схеми завантаження вагонів, за яких загальний центр ваги вантажів співпадає з осями симетрії вагону навіть у збиток використання корисної площі кузова та вантажопідйомності вагону.

Для розміщення й транспортування у вагонах рулонів прокату великої маси використовуються різні багатооборотні засоби кріплення, які дозволяють розмістити й зафіксувати рулон за допомогою вантажозахватного механізму без застосування додаткових технічних засобів, пристосувань і працевитрат. Для транспортування використовують багатооборотні металеві рами конструкції ВАТ «Новолипецький металургічний комбінат» [18], комплекти з двох металевих

рам конструкції ПАТ «Запоріжсталь» [15] та ВАТ «Магнітогорський металургічний комбінат» [15]. Під час використання 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 під час транспортування як під час руху поїзда, так і під час виконання маневрів. Крім того, виключається ймовірність ушкодження й руйнування штирів і торцевих упорів рам при ударах, пов'язаних із різким гальмуванням й/або зупинкою вагона. Але проблема не повного використання вантажопідйомності вагонів, зумовлена випадковим характером маси вантажних місць залишається.

Постановка завдання. Головними цілями статті є формалізація мікрологістичної системи відвантаження готової продукції металургійного підприємства, аналіз процесів її функціону-

вання та визначення в неявному вигляді цільової функції. Це дає можливість поєднати локальні оптимізаційні методи та сформувавши методологію, яка забезпечить підвищення ефективності МЛС ВГП.

Виклад основного матеріалу дослідження. Прокатний цех є частиною логістичної системи металургійного підприємства й виконує окремі конкретні завдання в загальнозаводських процесах приймання сировини, відвантаження готової продукції й технологічних перевезень між цехами підприємства.

Прокатний цех взаємодіє не тільки з виробничими цехами, що забезпечують прокатне виробництво, але й з об'єктами внутрішньозаводського й зовнішнього транспорту (рис. 1).

Транспортне обслуговування прокатних цехів металургійних підприємств полягає у виконанні різних операцій із навантаженими й порожніми вагонами: починаючи з подання порожніх вагонів із заводської сортувальної станції під навантаження в прокатні цехи й закінчуючи збиранням

завантажених вагонів із металопрокатом із вантажних фронтів.

На станцію примикання металургійного підприємства надходять вагони із сировинними матеріалами для технологічного виробництва (1), які згодом передаються на fronti вивантаження виробничих цехів.

Після розвантаження сировинних матеріалів порожні вагони передаються на станції навантаження (2), де визначається придатність для зведеної операції – навантаження металопрокату. Кожний вид металопрокату визначає вимоги, які надаються до порожніх вагонів. Під час сортування вагонів враховують технічний стан і приналежність різним операторам рухомого складу й власникам вагонів.

На станціях навантаження виконують підготовку вагонів зовнішньої мережі, в яких надходять сировинні матеріали, для повторного використання під час навантаження продукції, а також повернення надлишків порожніх вагонів на зовнішню мережу. Тут виконується комплекс операцій, що включає, за необхідності, очищення й підбирання вагонів відповідно до комерційних й технічних вимог та передання у встановлений строк у виробничі цехи під навантаження заявленого обсягу металопродукції.

Було проведено аналіз використання протягом року вагонів під подвійні операції, який показав, що після вивантаження приблизно 70% порожніх вагонів придатні під навантаження й 30% – непридатні (рис. 2). Із загальної кількості вагонів, використовуваних під навантаження металопрокату, 61% є придатним без застережень, а 9% – придатні тільки навантаження металопрокату тільки на піддонах. У кількісному відношенні це так: 17911 вагонів придатні без застережень; 2736 – придатні під навантаження прокату на піддонах і 8697 – не придатні під навантаження.

Слід указати на наявність невеликого вантажопотоку відходів металопродукції (3) до копрового цеху.

Надлишки порожніх вагонів формують у переданні й повертають на станцію примикання зовнішньої мережі (4).

Крім вивантажених вагонів під навантаження подаються й порожні вагони із зовнішньої мережі (5). У різні часові періоди співвідношення вагонів, використовуваних після вивантаження, і порожніх

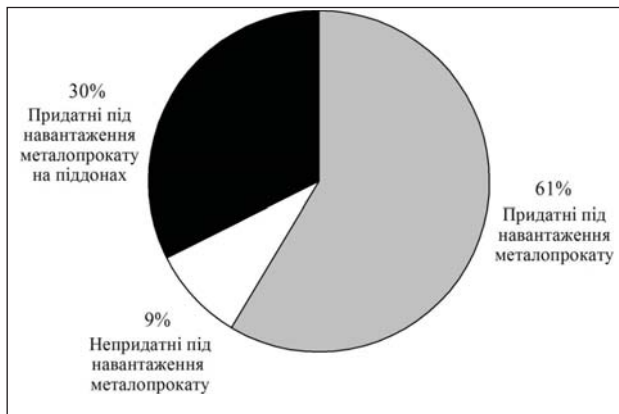


Рис. 2. Діаграма придатності порожніх вагонів під навантаження металопрокату

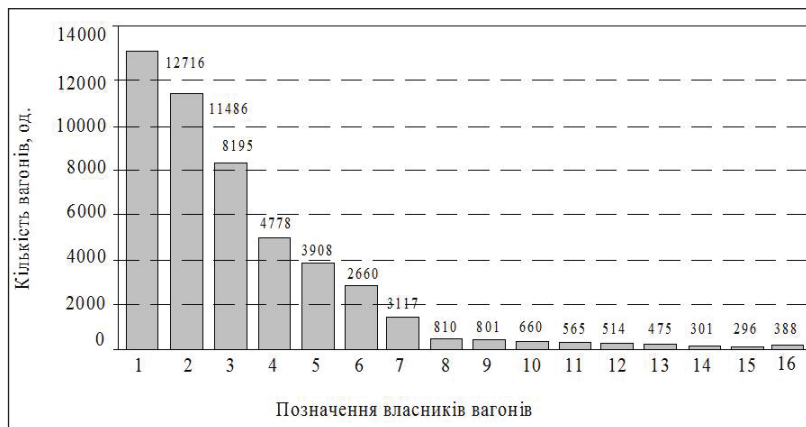


Рис. 3. Діаграма розподілу приналежності вагонів, що надходять на підприємство, по власниках

вагонів із зовнішньої мережі, міняється. Як показує аналіз, від 50% до 95% вагонів може використовуватися під подвійні операції.

Крім вивчення фактора придатності вагонів, був проведений аналіз у розрізі приналежності вагонів різним власникам, тому що цей фактор зумовлює підбір вагонів під різні види металопрокату. Діаграма розподілу вагонів по власниках наведена на рис. 3.

Крім навантажених і порожніх вагонів, на підприємство надходять вагони з багатооборотними засобами кріплення, на яких раніше відвантажувалася металопрокат (6), і незначна частина вагонів із порушеннями умов навантаження (7). Ці категорії вагонів після надходження на підприємство із вхідної сортувальної станції одразу передаються безпосередньо в прокатний цех.

Багатооборотні засоби кріплення вивантажуються й подаються на вантажний фронт для розміщення у вагонах для навантаження металопрокату.

Вагони, не прийняті до перевезення залізницею, подаються в зону повернення прокатного цеху для усунення порушень Технічних умов навантаження з наступним відправленням продукції замовникам.

Крім вагонів із сировиною (1) і порожніх (5), на підприємство надходять вагони з матеріалами для виготовлення одноразових не багатооборотних засобів кріплення й упакування металопрокату (8). Ці вагони подаються в Управління підготовки виробництва (далі – УПП).

За заявками прокатного цеху в міру необхідності засобу кріплення й пакувальні матеріали (9) автотранспортом завозяться в прокатні цехи для пакування й відвантаження металопрокату.

Із технологічних ліній прокатних цехів металопрокат (10) надходить на склад готової продукції, де виконується його сортування й підготовка до відвантаження, комплектація окремими партіями відповідно до заявок споживачів. Кожна сформована партія повинна відповідати вагонній нормі. На наступному етапі оформляється формувальна картка на відвантаження прокату, продукція надходить у зону комплектації, де проводиться її впакування й маркування.

Металопрокат, сформований у відправлення відповідно до замовлень споживачів, передається

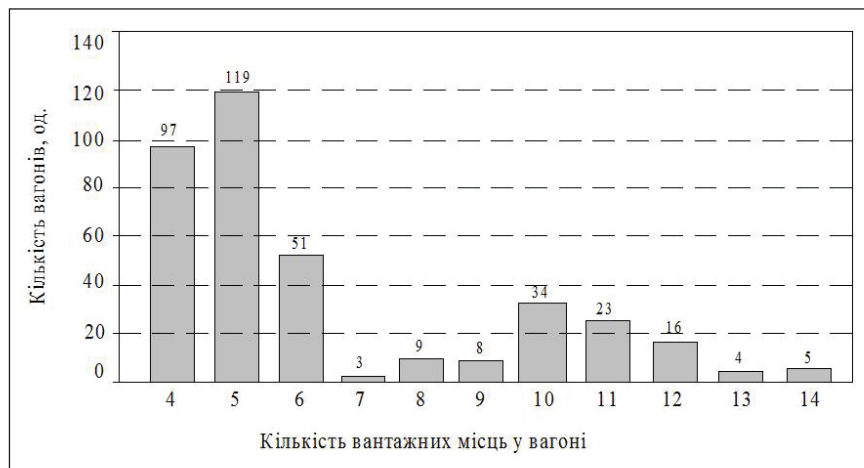


Рис. 4. Діаграма розподілу кількості вантажних місць у відвантажувальній партії

на вантажні fronti навантаження прокатних цехів.

Кожний прокатний цех характеризується певним видом продукції, що випускається, способом відвантаження споживачам, кількістю вантажних місць у відвантажувальній партії.

Результати аналізу кількості вантажних місць у відвантажувальній партії представлено на рис. 4.

Як видно з діаграми, найбільша кількість вагонів відвантажувється з металопрокатом у рулонах по 4, 5 і 6 рулонів у відправленні (близько 2/3 від загального обсягу відвантаження). Приблизно третина відвантажених вагонів – це вагони з листовим прокатом у пачках.

Кожний прокатний цех має велику кількість вантажних фронтів з оброблення транспортних засобів, що прибувають під вантажними операціями. На цих фронтах проводиться вивантаження кріпильних і пакувальних матеріалів для відвантаження металопрокату, навантаження готової продукції й відходів прокатного виробництва.

Порожні вагони під навантаження металопрокату подаються на вантажні fronti задовго до початку навантаження, причому в більшій кількості, ніж потрібно для відвантаження. Це пов'язане з тим, що в прокатних цехах порожні вагони (5) також сортуються для навантаження відповідно до формувальних карток, оформленими на кожному відвантажувальну партію.

Оброблення вагонів і автомобілів на вантажних фронтах ускладнюється тим, що навантаження здійснюється кранами, зайнятими не тільки на вантажних операціях, але й в основному технологічному процесі прокатного цеху.

Вагони з металопрокатом (11) передаються на внутрішньозаводську станцію, що обслуговує

вантажні фронти прокатних цехів, а звідти – на станцію примикання загальної мережі для відправлення на станції призначення.

Металопрокат відвантажується із прокатних цехів як вагонними нормами (11), так і автотранспортом (12).

Автотранспортом металопрокат доставляється місцевим споживачам, а також у порт для відвантаження на судна. Порожні автомобілі (13) після вивантаження вертаються в прокатні цехи під чергове навантаження.

Фактори, що впливають на функціонування мікрологістичної системи відвантаження готової продукції (МЛС ВГП) металургійного підприємства представлено на рис. 5.



Рис. 5. Групи факторів, що впливають на логістичну систему відвантаження готової продукції

Критерієм ефективності функціонування МЛС ВГП є економічний – мінімум загальних логістичних витрат. Витрати в цій системі, які не залежать від параметрів вантажних місць, під час визначення цільової функції, немає сенсу враховувати. Це, наприклад, витрати, пов'язані з неприйняттям вагонів до перевезень через невідповідність технічним умовам навантаження та кріплення, витрати по перевезенню відходів виробництва та ін.

Від параметрів вантажних місць та характеристик матеріального потоку можуть залежати такі витрати:

- вартість доставки продукції споживачу, що зумовлюється коефіцієнтом використання вантажопідйомності;
- вартість використання засобів кріплення (зумовлюється використанням на інтенсивних напрямках перевезень у якості кріплень – багатооборотних металевих піддонів);
- плата за користування транспортними засобами, які завантажуються продукцією через різні технології роботи складу.

Таким чином, цільова функція приймає такий вигляд:

$$z = f[C_{дп}(N_{тз}, c_{дп}, K_{вп}); C_{кр}(N_{тз}, N_{мп}, c_{мп}, c_{ок}); C_{пл}(N_{тз}, c_{пл})] \rightarrow \min \quad (1)$$

при обмеженнях:

$$N_{тз} \geq N_{мп} \geq 0, 1 \geq K_{вп} \geq 0, \quad (2)$$

де $C_{дп}$ – загальна вартість витрат на доставку продукції споживачу, грн;

$N_{тз}$ – кількість відправлених транспортних засобів з продукцією, од.;

$c_{дп}$ – вартість доставки відправки, грн/од.;

$K_{вп}$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортного засобу;

$C_{кр}$ – витрати на засоби кріплення, грн;

$N_{мп}$ – кількість відправлень з використанням багатооборотних засобів кріплення, од.;

$c_{мп}$ – витрати на одне відправлення з багатооборотними засобами кріплення, грн.;

$c_{ок}$ – витрати на одне відправлення з одноразовими засобами кріплення, грн.;

$C_{пл}$ – загальна вартість плати за користування транспортними засобами, грн.;

$c_{пл}$ – ставка плати за користування транспортним засобом, грн.

Отримана в неявному вигляді функція (1) дозволить у подальшому поєднати локальні оптимізаційні методи та сформуванню методологію, яка забезпечить підвищення ефективності МЛС ВГП.

Висновки. Під час дослідження визначено структуру МЛС ВГП металургійного підприємства шляхом аналізу вхідних та вихідних даних цієї системи і проведено її дослідження:

1) виконано аналіз МЛС ВГП та її процесів, що дає можливість визначення основних факторів, параметрів та показників ефективності її функціонування;

2) встановлено, що зовнішніми факторами впливу на функціонування МЛС ВГП є технологічні процеси виробництва, які зумовлюють характер вхідних матеріальних потоків, та вимоги щодо розміщення та кріплення вантажів у транспортних засобах, що структурують вихідний потік. Головним внутрішнім фактором МЛС ВГП є транспортно-складські процеси, які формуються, виходячи з стану інфраструктури складу продукції, рівня організації та управління його роботою, інформаційного забезпечення тощо;

3) отримано цільову функції оптимізації МЛС ВГП металургійного підприємства та її обмеження;

4) визначено головну мету подальших досліджень: вироблення ефективної стратегії управління МЛС ВГП в умовах постійного удосконалення транспортних засобів, схем навантаження, технології виробництва та виконання вантажних і транспортно-складських робіт.

Список літератури:

1. Маслак А.В. Особенности функционирования промышленного железнодорожного транспорта в условиях роста динамики производственного процесса. Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: зб. наук. праць / ПДТУ. Маріуполь, 2013. Вип. 9. Ч. 1. С. 94–98.
2. Парунакян В.Э., Сизова Е.И. Оптимизация взаимодействия потоковых процессов в логистических транспортно-грузовых комплексах предприятий. Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: зб. наук. праць / ПДТУ. Маріуполь, 2009. Вип. 19. С. 251–255.
3. Парунакян В.Э., Маслак А.В. Повышение эффективности взаимодействия производства и транспорта в процессе материалодвижения металлургических предприятий. Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: зб. наук. праць / ПДТУ. Маріуполь, 2017. Вип. 35. С. 237–244.
4. Парунакян В.Э., Головченко А.В. Логистический подход к транспортному обслуживанию производственных цехов металлургических предприятий при отгрузке готовой продукции. Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту : зб. наук. праць / ПДТУ. Маріуполь, 2004. Вип. 14. С. 315–318.
5. Парунакян В.Э., Маслак А.В., Аксенов М.Л. Идентификация внешних вагонопотоков металлургических предприятий. Вестник Приазовского гос. техн. ун-та : сб. научн. тр. Мариуполь, 2012. Вып. 24. С. 295–303.
6. Аксенов М.Л. Комплексная модель системы транспортного обслуживания металлургического предприятия. Вестник Приазовского гос. техн. ун-та: сб. научн. тр. Мариуполь, 2012. Вып. 25. С. 252–259.
7. Маслак Г.В. Підвищення ефективності взаємодії виробництва і транспорту при відвантаженні готової продукції металургійних підприємств : дис. ... кандидата техн. наук: 05.22.12 / Приазов. держ. техн. ун-т. Маріуполь, 2009. 162 с.
8. Оперативное планирование движения готовой продукции на складах металлургических предприятий / Файнштейн С. И. и др. Вестник МГТУ им. Г. И. Носова: сб. научн. тр. Магнитогорск, 2007. Вып. 4. С. 108–112.
9. Рахмангулов А.Н. Разработка методики транспортного обслуживания предприятий на основе оптимизации взаимодействия сортировочных комплексов промышленного и магистрального железнодорожного транспорта: дис. ... кандидата техн. наук : 05.22.01 / Моск. гос. ун-т путей сообщения. Москва, 1996. 220 с.
10. Рахмангулов А.Н. Методологические основы организации функционирования промышленных железнодорожных транспортно-технологических систем: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.01 / Моск. гос. ун-т путей сообщения. Москва, 2013. 373 с.
11. Транспортная логистика : учеб. пособие / Гавришев С. Е. и др. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2000. 372 с.
12. Лукьянов В.А. Методика оптимизации взаимодействия промышленного транспорта и основных производств предприятий черной металлургии : дис. ... кандидата техн. наук : 05.22.01. Санкт-Петербург, 2003. 154 с.
13. Технические условия погрузки и крепления грузов. Москва: Транспорт, 1988. 408 с.
14. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 18 травня 2010 року N 299 Про затвердження Порядку розроблення технічної документації щодо розміщення і кріплення вантажів у вагонах і контейнерах, які перевозяться залізничним транспортом. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua>.
15. Приложение 14 к СМГС «Правила размещения и крепления грузов и вагонов в контейнерах». Москва: Планета, 2008. 191 с.
16. Збірник № 28 Правил перевезень і тарифів залізничного транспорту України : вид. на підставі ст. 5 Статуту залізниць України та ст. 37 «Соглашения о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС)» / Мінтранс та зв'язку України. Держ. адмін. заліз. транспорту України. Укрзалізниця. Київ : Інпрес, 2010. 80 с.
17. ГОСТ 22235-2010 Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ. [Введен 2011-04-30]. Москва: Стандартинформ, 2011. 24 с. URL: <http://vsegost.com/Catalog>.
18. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. Москва: Юридическая фирма «Юртранс», 2003. 544 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОЛОГИСТИЧНОЙ СИСТЕМЫ ОТГРУЗКИ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье выполнены исследования процессов перевозки узкономенклатурной крупнопартионной продукции металлургических предприятий. Установлена необходимость усовершенствования транспортных технологий на этапе формирования грузовых отправок. В общей логистической цепи выделена и исследована работа микрологистической системы отгрузки готовой продукции металлургического предприятия. Получена целевая функция оптимизации транспортно-складских процессов в данных условиях. Представлены рекомендации относительно практического использования выполненных исследований.

Ключевые слова: транспортные средства, металлургическое предприятие, погрузка, металлопродукция, грузоподъемность.

INVESTIGATION OF THE MICRO-LOGISTIC SYSTEM OF SHIPMENT OF FINISHED PRODUCTS OF METALLURGICAL ENTERPRISE

The article includes researches of transportation processes of low-variety large-scale production of metallurgical enterprises. The necessity of improvement of transport technologies at the stage of formation of cargo shipments is established. The work of the micro-logistic system of shipment of finished products of the metallurgical enterprise is highlighted and investigated in the general logistic chain. The target function of optimization of transport and warehouse processes in given conditions is obtained. Recommendations on practical use of performed researches are provided.

Key words: transport vehicles, metallurgical enterprise, loading, metal products, load-carrying capacity.