

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ ІМ. АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

ХЛІСТОВА ОЛЬГА АНАТОЛІВНА

УДК 669.16:504.062(043.3)

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ
СХЕМИ ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА**

Спеціальність 05.22.12 – промисловий транспорт

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ– 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Державному вищому навчальному закладі «Приазовський державний технічний університет» (м. Маріуполь) Міністерства освіти та науки України

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор

Капустін Євген Олександрович

професор кафедри теплофізики та теплоенергетики металургійного виробництва (ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь)

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор

Бейгул Олег Олексійович, завідувач кафедри металургійного обладнання (Дніпродзержинський державний технічний університет, м. Дніпродзержинськ)

кандидат технічних наук, доцент

Литвиненко Владимир Петрович, завідувач кафедри експлуатація суднових енергетичних установок (Азовський морський інститут Одеської національної морської академії, м. Маріуполь)

Захист відбудеться «28» квітня 2015 р. о 14-30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.01 за адресою: ауд. 314, вул. Лазаряна 2, м. Дніпропетровськ, 49010.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: вул. Лазаряна 2, м. Дніпропетровськ, 49010.

Автореферат розісланий « 27 » березня 2015 г.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради Д 08.820.01

доктор технічних наук, професор

А.М. Муха

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Однією з найважливіших проблем сучасних умов технічного, конкурентного та економічного розвитку промислового транспорту (ПТ) металургійної галузі України є підвищення ефективності переміщення вантажів при зниженні витрат природно-енергетичних і трудових ресурсів.

У складній структурі промислової транспортної системи металургійної галузі найбільша кількість енергетичних і сировинних ресурсів використовується в транспортно-технологічній схемі (ТТС) переміщення металургійної сировини від зовнішнього транспорту до доменної печі та руху від неї готової продукції і відходів доменного виробництва (ДВ). Транспортно-технологічна схема доменного виробництва є об'єднанням у заданій технологічній послідовності транспортних споруд і агрегатів, вантажних і складських комплексів промислового транспорту. Основними споживачами природно-енергетичних і трудових ресурсів (ПЕ і ТР) у транспортно-технологічній схемі доменного виробництва (ТТС ДВ) є процеси і об'єкти промислового транспорту по переміщенню, підготовці, зберіганню а також переробці шихтових матеріалів, їх завантаження в домену піч та вивозу готової продукції і відходів виробництва. На долю ДВ підприємств з повним металургійним циклом припадає близько 76% енергетичних витрат (21÷26 ГДж/т чавуну в Україні, в країнах ЄС - 19÷20 ГДж/т), 40% загальної витрати води (в Україні мінімальна витрата води - 19,7 м³/т, в країнах ЄС – 0,01м³/т), 70% відходів по масі сировинних матеріалів (в Україні - 471÷535 кг/т, в країнах ЄС - 232÷382 кг/т), з яких значна частина доводиться на транспортно-технологічні схеми. У цих умовах виникає необхідність адекватної оцінки використання природно-енергетичних ресурсів на етапах і об'єктах ТТС ДВ, що дозволить визначити пріоритетність вдосконалення об'єктів і процесів транспортних технологій і на цій основі виявити напрями а також резерви енергоресурсозбереження, що підвищують ефективність роботи промислового транспорту доменного виробництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота відповідає пріоритетному напрямку розвитку науки і техніки «Нові технології і ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості і агропромисловому комплексі» (Закон України від 11.07.2001р., № 2623), а також дослідженням, що проводяться відповідно до Державної програми розвитку гірничо-металургійного комплексу України і Державної програми енергозбереження. Виконання дисертаційної роботи пов'язане з планами науково-дослідних робіт Державного вищого навчального закладу «Приазовський державний технічний університет» (ДВНЗ «ПДТУ»)

Результати наукових досліджень використовувалися в держбюджетній науково-дослідній роботі, в частині досліджень з енергоресурсозбереження в транспортно-технологічній схемі доменного виробництва (№№ ДР 0109U006584 та ДР 0109U006803.), а також в навчальному процесі (акт ДВНЗ «ПДТУ» від 26.03.2013).

Мета досліджень - підвищення ефективності транспортно-технологічної схеми доменного виробництва на основі оцінки закономірностей формування витрат енергетичних та природних ресурсів, з урахуванням пріоритетного розвитку процесів і об'єктів промислового транспорту металургійного виробництва.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Здійснити огляд досліджень з підвищення ефективності промислового транспорту доменного виробництва на основі енергоресурсозбереження шляхом оцінки використання природних та енергетичних ресурсів, що сприяє визначенню напрямів і резервів енергоресурсозбереження, а також зниженню шкідливої дії на довкілля.

2. Провести теоретичні дослідження з формування витрат природних та енергетичних ресурсів, що дозволяють розробити метод оцінки використання природно-енергетичних ресурсів і шкідливої дії на довкілля в транспортно-технологічній схемі підготовки сировини й транспортування продукції доменного виробництва.

3. Виконати експериментальні дослідження з оцінювання витрат і втрат природних та енергетичних ресурсів у ТТС підготовки сировини й транспортування продукції доменного виробництва.

4. Розробити основи практичної реалізації методу оцінки використання природних і енергетичних ресурсів, що дозволяють підвищити ефективність промислового транспорту, шляхом виявлення найбільш ресурсоємних об'єктів і процесів, з визначенням значущості та пріоритетності їхнього розвитку в транспортно-технологічній схемі доменного виробництва.

Об'єкт досліджень - транспортні процеси переміщення, зберігання і підготовки сировинних матеріалів, а також вивезення готової продукції і відходів у транспортно-технологічній схемі доменного виробництва.

Предмет дослідження - закономірності і залежності формування витрат та використання енергетичних і природних ресурсів на промтранспорті доменного виробництва.

Методи дослідження. У роботі основними методами досліджень є: аналіз і синтез систем при огляді структури об'єктів і процесів ТТС ДВ, факторів використання природно-енергетичних ресурсів, втрат сировини і забруднення довкілля для обґрунтування теоретичного дослідження підвищення ефективності промислового транспорту; метод багатокритеріальної оцінки за участю особи, що приймає рішення при дослідженні процесів та об'єктів основних етапів і логістичних потоків ТТС ДВ для розробки цільової функції витрат; статистичний аналіз та імітаційне моделювання втрат сировини в ТТС ДВ для побудови прогнозних трендових моделей опису; факторний аналіз залежностей величини втрат сировини від кліматичних умов для побудови функцій витрат; метод ранжування за участю особи, що приймає рішення, при оцінюванні елементів ТТС ДВ для встановлення пріоритетності розвитку з урахуванням закономірностей функціонування і раціональних параметрів об'єктів і технологій.

Наукова новизна представленої роботи полягає в наступному:

1. Уперше здійснено комплексне дослідження використання природно-енергетичних, трудових, а також сировинних ресурсів у транспортно-технологічній схемі доменного виробництва, що забезпечує зменшення їх витрат.

2. Уперше розроблено метод підвищення ефективності промислового транспорту металургійного виробництва, в основу якого покладено облік елементів транспорту і оцінку на багатокритеріальній основі структурованих витрат енергетичних і природних ресурсів, що дозволило обрати напрями енергоресурсозбереження.

3. Одержав подальший розвиток метод ранжування за участю особи, що приймає рішення, шляхом представлення промислового транспорту доменного виробництва як сукупності логістичних потоків з деталізацією на етапи, процеси і об'єкти, який на відміну від існуючого дозволяє визначити пріоритетність їх розвитку на багатокритеріальній основі.

Практичне значення отриманих результатів.

1. На основі логістичних принципів, з позицій зниження витрат природних і енергетичних ресурсів на промисловому транспорті металургії запропоновано основи практичної реалізації оцінки використання названих ресурсів, а також установлення значущості процесів і об'єктів відходоутворюючих потоків у транспортно-технологічній схемі доменного виробництва, що дозволяють виявити елементи транспортного процесу, які вимагають пріоритетного підвищення техніко-економічних показників та ефективності їх роботи.

2. Установлені діапазони резерву залежності величин витрат природно-енергетичних і сировинних ресурсів від кліматичних чинників (температури і вологості довкілля) у транспортно-технологічній схемі доменного виробництва дозволяють коригувати розвиток промислового транспорту доменного виробництва з орієнтацією на мінімальні та максимальні витрати ресурсів.

3. На основі експериментальних даних діючої транспортно-технологічної схеми металургійного виробництва запропоновано прогностичні трендові моделі, які дозволяють на практиці встановити на об'єктах і технологіях транспортного процесу витрати природних ресурсів залежно від просторово-часових чинників.

4. Окремі результати досліджень і рекомендації використовуються у навчальному процесі. У інноваційних освітніх проектах, при підготовці бакалаврів і спеціалістів за напрямками підготовки: «Транспортні технології», «Електротехнічні системи електроспоживання», «Металургія», у курсах дисциплін «Шляхи вирішення екологічних проблем у металургії», «Вторинні енергоресурси та енерготехнологічне комбінування», «Інжиніринг та охорона навколишнього середовища», що викладаються в Приазовському державному технічному університеті. Результати роботи рекомендуються до використання в ТТС з підготовки, зберігання, переробки, переміщення сировинних матеріалів і при завантаженні доменної печі, вивозі готової продукції і відходів ДВ.

Особистий внесок здобувача. Усі основні результати, які виносяться на захист, отримані автором самостійно. Роботи [23,24,25,26] опубліковані без співавторів. У роботах, опублікованих у співавторстві, Хлестовій О.А. належить: [1] – розробка методу оцінки і прогнозування надійності елементів підготовки сировини в металургії; [2,4,8] – запропоновані регульовані параметри обігріву застиглої рідкої сировини в транспортно-технологічному засобі; [3,5,6] – розробка методу економічної оцінки захисту навколишнього середовища, вибору основних критеріїв; [7,17,18] – постановка завдань і схема механізму утворення відходів вуглецю; [9] – структуризація підвищення ефективності перетворення енергоносіїв; [10,16] – постановка завдань і схема механізму утворення теплових потоків над промзоною, модель механізму «дощова тінь»; [11] – структуризація і ранжування логістичних потоків; [12,14] – розробка структуризації параметрів процесів і об'єктів у технологіях підготовки сировини доменного виробництва та захисту навколишнього середовища; [13,28] – прогноз втрат сировини на основі моделі розвитку; [15] – економіко-математична модель і метод її реалізації; [19] – постановка завдань досліджень, природа і оцінка витрат ресурсів; [20,21] – розробка моделі відходоутворюючих потоків та витрат природних ресурсів у доменному виробництві; [22] – визначення ділянок з максимальним утворенням вуглецевмісних відходів; [27] – розробка мережевої моделі.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень представлені і схвалені в 12 доповідях на міжнародних, регіональних і внутрішньовузівських науково-технічних конференціях, у тому числі: на 7 міжнародних конференціях: міжнародна наук.-техн. конф. «Університетська наука-2009» (м. Маріуполь, ПДТУ, 2009 р.); 5-та міжнародна наук. практ. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи рішення» (м. Алушта, 2009 р.); Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (м. Вінниця, 2009 р.); міжнародна наук.-техн. конф. «Університетська наука-2010» (м. Маріуполь, ПДТУ, 2010 р.); міжнародна наук.-техн. конф. «Тепло- і масообмінні процеси в металургійних системах» (м. Маріуполь, ПДТУ, 2010 р.); 6-та міжнародна наук. практ. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи рішення» (м. Алушта, 2010 р.); міжнародна наук.-техн. конф. «Університетська наука-2014» (м. Маріуполь, ПДТУ, 2014 р.);

Публікації. 3 теми дисертаційної роботи опубліковано 28 наукових робіт, у тому числі 14 статей у фахових виданнях, 2 статті в іноземних виданнях та 12 тез доповідей. Зокрема, роботи [1-14] опубліковані у фахових виданнях, затверджених МОН України, роботи [7-14] – у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз, роботи [15, 16] – у закордонних виданнях.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 163 найменувань на 17 сторінках і додатків на 11 сторінках.

Загальний обсяг дисертації 172 сторінки, з яких 144 сторінки основного тексту; робота має 49 рисунків, у тому числі на 2 повних сторінках; 2 таблиці по тексту.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми, викладені мета роботи, завдання і методи досліджень, сформульовані наукова новизна та практичне значення результатів, особистий внесок здобувача, наведено дані з апробації і публікації основних результатів роботи.

У першому розділі проведено огляд досліджень з підвищення ефективності промислового транспорту доменного виробництва. Виконано аналіз структури об'єктів і процесів промислового транспорту доменного виробництва. Структура об'єктів і процесів ТТС ДВ наведена на рис. 1.

ТТС ДВ включає ряд енергоємних об'єктів і операцій, що споживають у значних кількостях ПЕ і ТР.

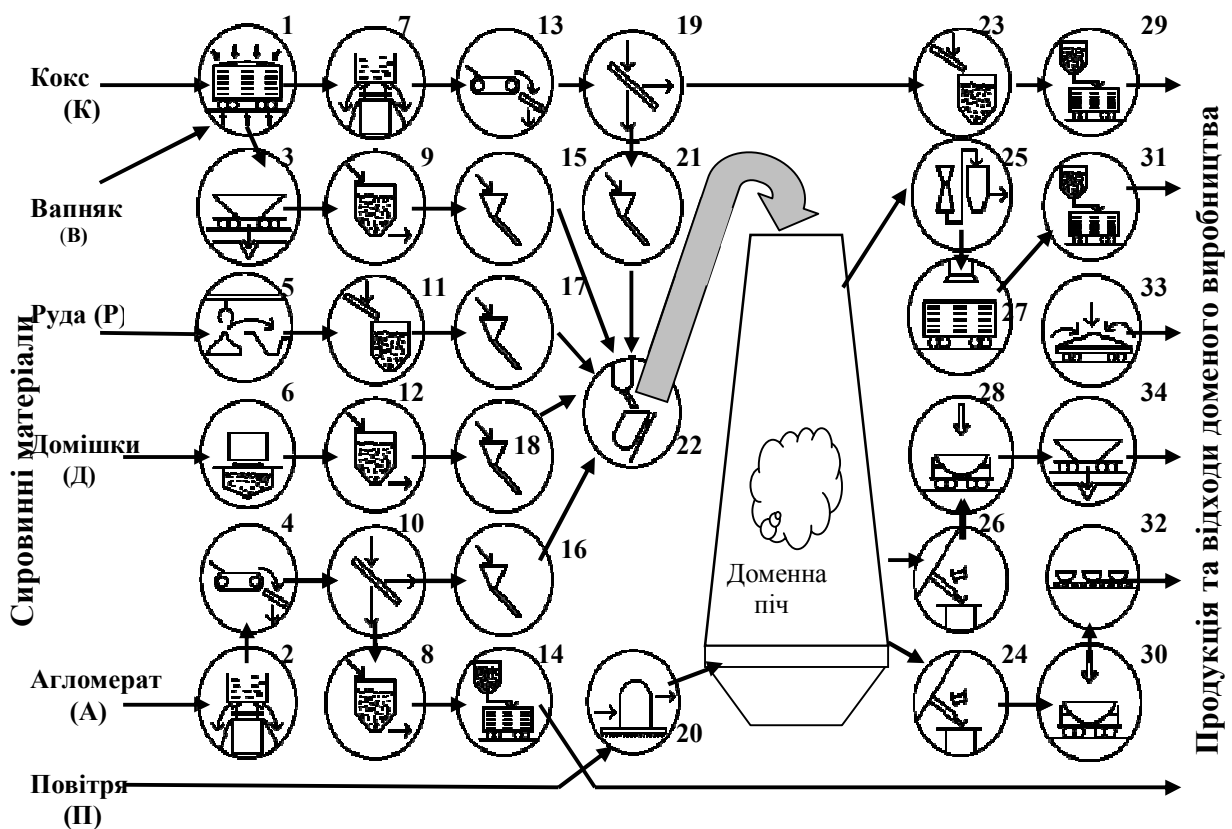


Рис. 1. Транспортно-технологічна схема підготовки сировини доменного виробництва з об'єктами і процесами, витратами природно-енергетичних ресурсів, що супроводжуються втратами сировини в довкілля.

1 – розігрів у тепляку; 2 – вивантаження (А); 3 – вивантаження (В); 4 – подавання (А) на грохот; 5 – вивантаження (Р); 6 – вивантаження (Д); 7 – вивантаження (К); 8 – відсів (А); 9 – вивантаження у бункери (В); 10 – грохочення (А); 11 – вивантаження у бункери (Р); 12 – бункерування (Д); 13 – подавання (К) на грохот; 14 – подавання дріб'язку (А) у вагон; 15 – зважування (В); 16 – зважування (А); 17 – зважування (Р); 18 – зважування (Д); 19 – грохочення (К); 20 – нагрівання і подавання (П); 21 – зважування (К); 22 – робота скіпу; 23 – подання дріб'язку (К) в бункер; 24 – відкриття льоток чавуну; 25 – газоочищення; 26 – відкриття льоток шлаку; 27 – відсіювання пилу; 28 – наливання чавуну; 29 – подання дріб'язку (К) у вагон; 30 – наливання шлаку; 31 – подання пилу у вагон; 32 – відвезення чавуну; 33 – прибирання сміття; 34 – відвезення шлаку

Технологічні об'єкти ліній об'єднані системами різних видів транспорту.

При цьому, витрати природно-енергетичних ресурсів формуються впродовж всієї ТТС ДВ. При огляді наукових робіт з відходоутворюючих потоків встановлена складна структура дії на навколишнє середовище, що вимагає теоретичних і експериментальних досліджень. Дослідження ТТС ДВ здійснюється для п'яти основних матеріальних потоків сировини: агломерату, коксу, залізняка, домішок (марганцевої руди), вапняку, а також продуктів плавки – чавуну і відходів виробництва: шлаку, відсіву агломерату, коксу та інших на більш ніж 34 технологічних ділянках і операціях. Аналіз процесів і об'єктів транспортно-технологічної схеми доменного виробництва показує, що при значному рівні витрат природно-енергетичних і сировинних ресурсів не існує відповідних методів їх оцінки, що дозволяють вибрати раціональні напрями ресурсозберігання, а також підвищення ефективності промислового транспорту доменного виробництва. Відмічено, що значний внесок у розвиток і підвищення ефективності сучасного промислового транспорту України зробили вітчизняні вчені Бабушкін Г.Ф., Бейгул О.О., Берестовой А.М., Брагін Б.Ф., Голубенко О.Л., Губенко В.К., Куліков Ю.О., Литвиненко В.П., Нечаєв Г.І., Носко П.Л., Осенін Ю.І., Паранукян В.Е., Рамазанов С.К., Сьомін Д.А., Смирний М.Ф., Тартаковський Е.Д., Ульшин В.О. та ін.

У другому розділі проведені теоретичні дослідження і розробка методів оцінки використання природно-енергетичних ресурсів на промисловому транспорті доменного виробництва. В узагальненій схемі формування транспортно-технологічних відходоутворюючих потоків у металургії транспортно-технологічна схема може бути представлена у вигляді зваженого графа G , вершини якого відповідають транспортно-технологічним процесам в агломераційному (АВ), доменному (ДВ), прокатному (ПВ) і сталеплавильному (СВ) виробництвах:

$$\begin{aligned} G &= G[X, E], X = \{AB, DV, SV, PV, \text{відходи}\}, \\ E &= \{(AB, DV, a_1), (DV, SV, a_2), (SV, PV, a_3), \\ &\quad (AB, \text{відходи}, b_1), (DV, \text{відходи}, b_2), \\ &\quad (SV, \text{відходи}, b_3), (PV, \text{відходи}, b_4)\}, \end{aligned} \quad (1)$$

де: відходи – відходи виробничих технологічних процесів; $a_i(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni})$ – вміст хімічних елементів на різних стадіях виробничого процесу; $b_i(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni})$ – вміст хімічних елементів сировинної бази в відходоутворюючих потоках.

При цьому, основний матеріальний потік має вигляд: АВ→ДВ→СВ→ПВ.

Потокова структуризація дозволяє простежити формування транспортно-технологічних відходоутворюючих вантажопотоків, починаючи з транспортування шихтових матеріалів від магістрального транспорту до вивезення пилу шлаків, готового металу, а також перетворення вантажопотоків у різних транспортно-технологічних процесах, фізико-хімічних перетвореннях, механічних впливах на етапах виробництва. Отже, керуючи сировинними вантажопотоками і контролюючи характер вантажопотоків на різних рівнях транспортно-технологічної системи, можливо забезпечити повніше регулювання і облік процесів відходоутворення в транспортно-технологічних потоках на промисловому транспорті металургійного виробництва. Проведено

дослідження ролі природно-кліматичних чинників промислової зони при формуванні втрат сировини, на підставі якого отримана розрахункова схема з граничними умовами моделі взаємодії атмосферних потоків, зображена на рис.2.

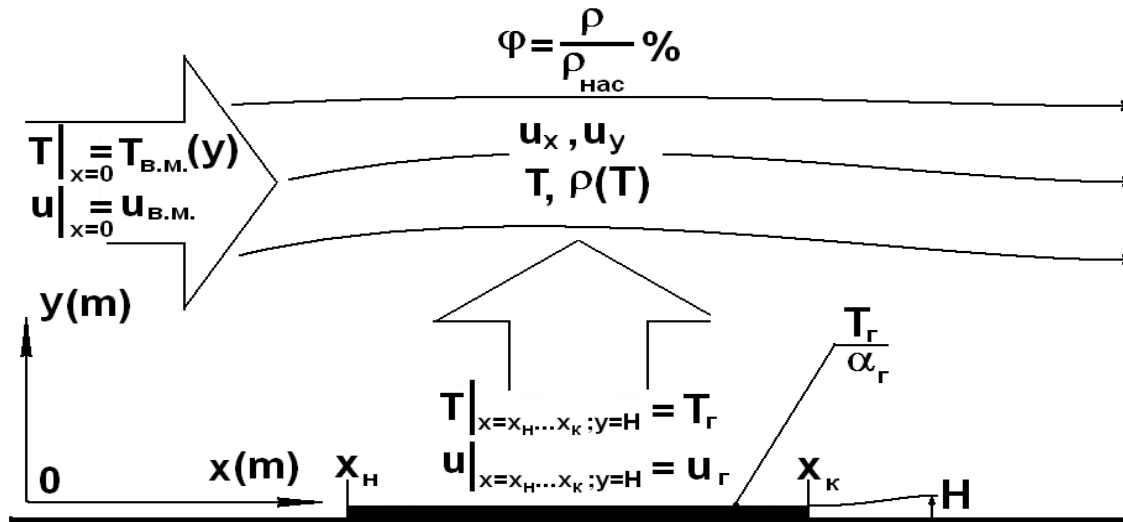


Рис.2 Розрахункова схема атмосферних повітряних потоків

Транспортно-технологічна схема металургійних виробництв використовує величезну кількість видів і форм природно-енергетичних ресурсів: енергії, води і повітря, територій, біо- та фіторесурсів. Модель відносної оцінки витрат природно-енергетичних і трудових ресурсів у транспортно-технологічній схемі доменного виробництва можна зобразити у вигляді:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}^* \sum_{j=1}^P X_j^* + a_{12}^* \sum_{j=1}^P X_j^* + \dots + a_{1p}^* \sum_{j=1}^P X_j^* = X_1 \\ a_{21}^* \sum_{j=1}^P X_j^* + a_{22}^* \sum_{j=1}^P X_j^* + \dots + a_{2p}^* \sum_{j=1}^P X_j^* = X_2 \\ \\ a_{p1}^* \sum_{j=1}^P X_j^* + a_{p2}^* \sum_{j=1}^P X_j^* + \dots + a_{kp}^* \sum_{j=1}^P X_j^* = X_k \\ \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_k}{\sum_{j=1}^P X_j^*} = I \\ \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^k \frac{x_{ij}^*}{\sum_{j=1}^P X_j^*} = I \end{array} \right. \quad (2)$$

Якщо використання ПЕ та ТР відсутнє, то значення відповідного члена рівняння

$$a_{ij}^* \sum_{j=1}^P X_j^* = 0, \quad (3)$$

У випадку якщо система (2) вирішувана, отримуємо лише a_{ij}^* відносні значення, а не абсолютні. ТТС ДВ представлена у вигляді мережевої моделі. При цьому процеси змодельовані у вигляді потоків: техногенного, енергетичного та ін., з розбиттям останніх на блоки (виробництво, споживання та ін.) і на модуль-потоки (підготовка, завантаження, переробка, вивантаження та ін.) зі структуризацією їх об'єктів і процесів, з дослідженням функцій кожного з них, оптимізацією їх параметрів і подальшим синтезом потоків у єдину керовану процесну систему. У такій системі всі суб'єкти діють на принципах економічній зацікавленості, на компромісній основі з акцентуванням уваги на захисті навколишнього середовища, а також енергоресурсозбереженні. Розроблені економіко-математичні, інформаційно-оцінювальні, розподільні й операційні моделі дозволяють сформулювати новий підхід до розвитку та прогнозування ТТС ДВ, з урахуванням енергоресурсозбереження, а також скорочення втрат сировинних матеріалів.

У третьому розділі проведені експериментальні дослідження з оцінки використання природно-енергетичних ресурсів у ТТС ДВ. На основі експериментальних даних виконано дослідження прогнозу втрат сировинних матеріалів у транспортно-технологічній схемі доменного виробництва залежно від кліматичних умов, у тому числі від температури, вологості і швидкості руху повітряних потоків. При цьому отримано описові транспортно-економетричні моделі, що є функціями витрат або описовими моделями розвитку. Так, залежно від температури довкілля описові моделі розвитку представлені на рис.3.

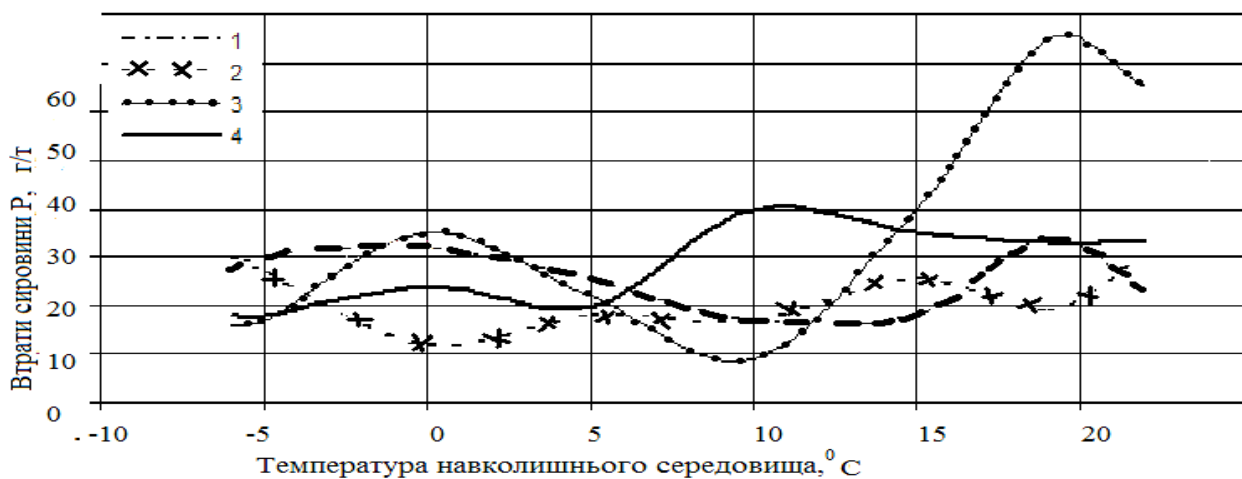


Рис. 3. Описові моделі розвитку залежності величини (кг/тону) транспортно-технологічних втрат від температури навколишнього середовища:

1- залізної руди , 2-коксу, 3 - агломерату, 4 - відсіву агломерату

Дослідження залежності величини втрат сировинних матеріалів від відносної вологості повітря та температури навколишнього середовища

дозволяє виявити резерви в зниженні відходоутворення а також ресурсозбереженні.

На основі рис.1 розроблена граф-топологічна схема підготовки металургійної сировини та вивозу продукції доменного виробництва з витратами (в умовних одиницях цін на 1 тону сировини) природно-енергетичних ресурсів, елемент якої зображено на рис.4.

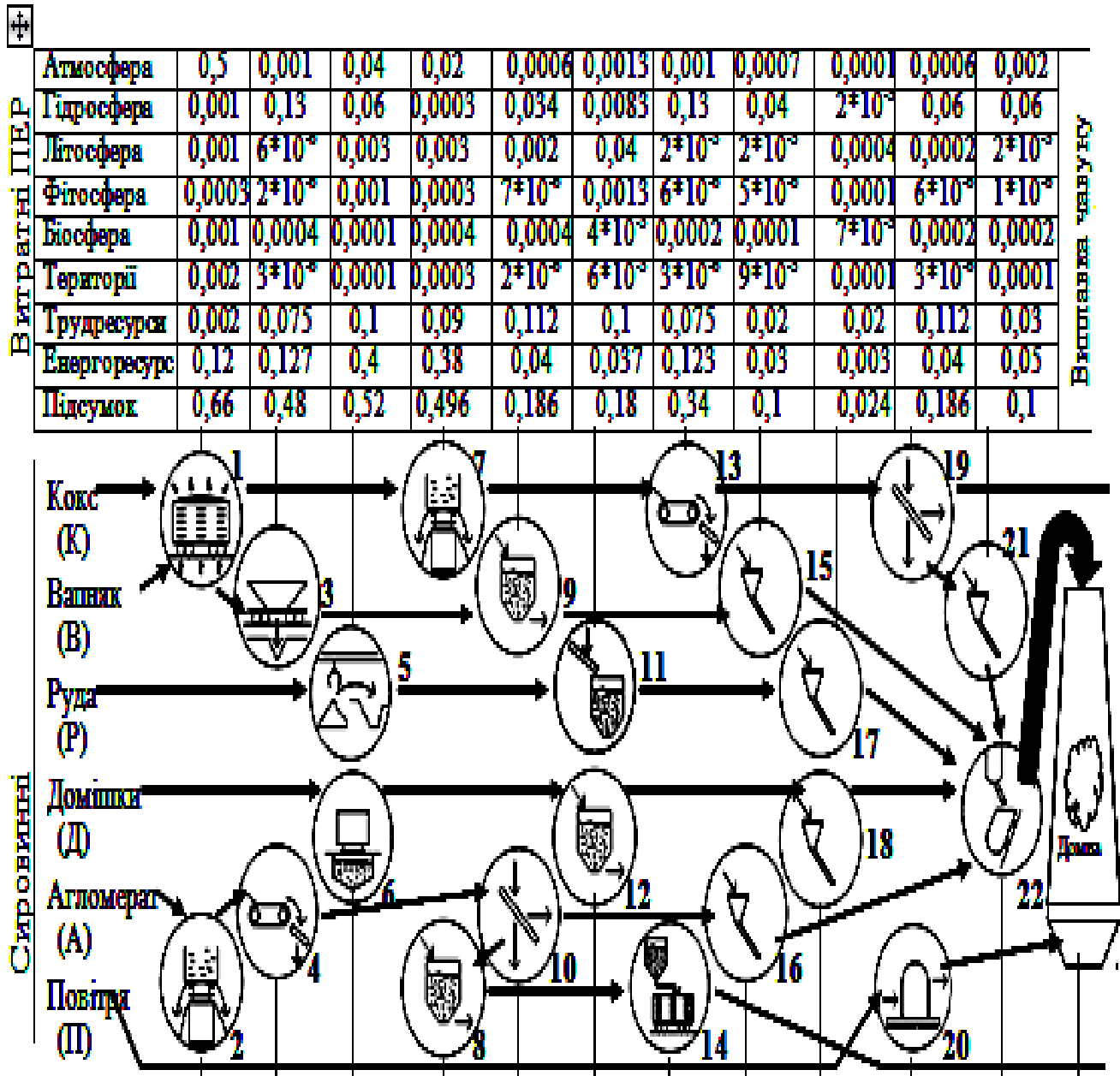


Рис. 4. Елемент граф-топологічної схеми підготовки металургійної сировини та вивозу продукції доменного виробництва з витратами (в умовних одиницях цін на 1 тону сировини).

На основі результатів експериментальних досліджень побудована (рис.5) зведена інформаційна діаграма економічної оцінки витрат природно-енергетичних ресурсів у транспортно-технологічній схемі доменного виробництва.

Установлені закономірності дії транспортно-технологічної схеми

підготовки сировини та вивозу продукції доменного виробництва на довкілля дозволяють приймати відповідні рішення щодо зниження витрат на окремих етапах, а також вибирати пріоритетні напрями вдосконалення і модернізації окремих об'єктів і процесів схеми.

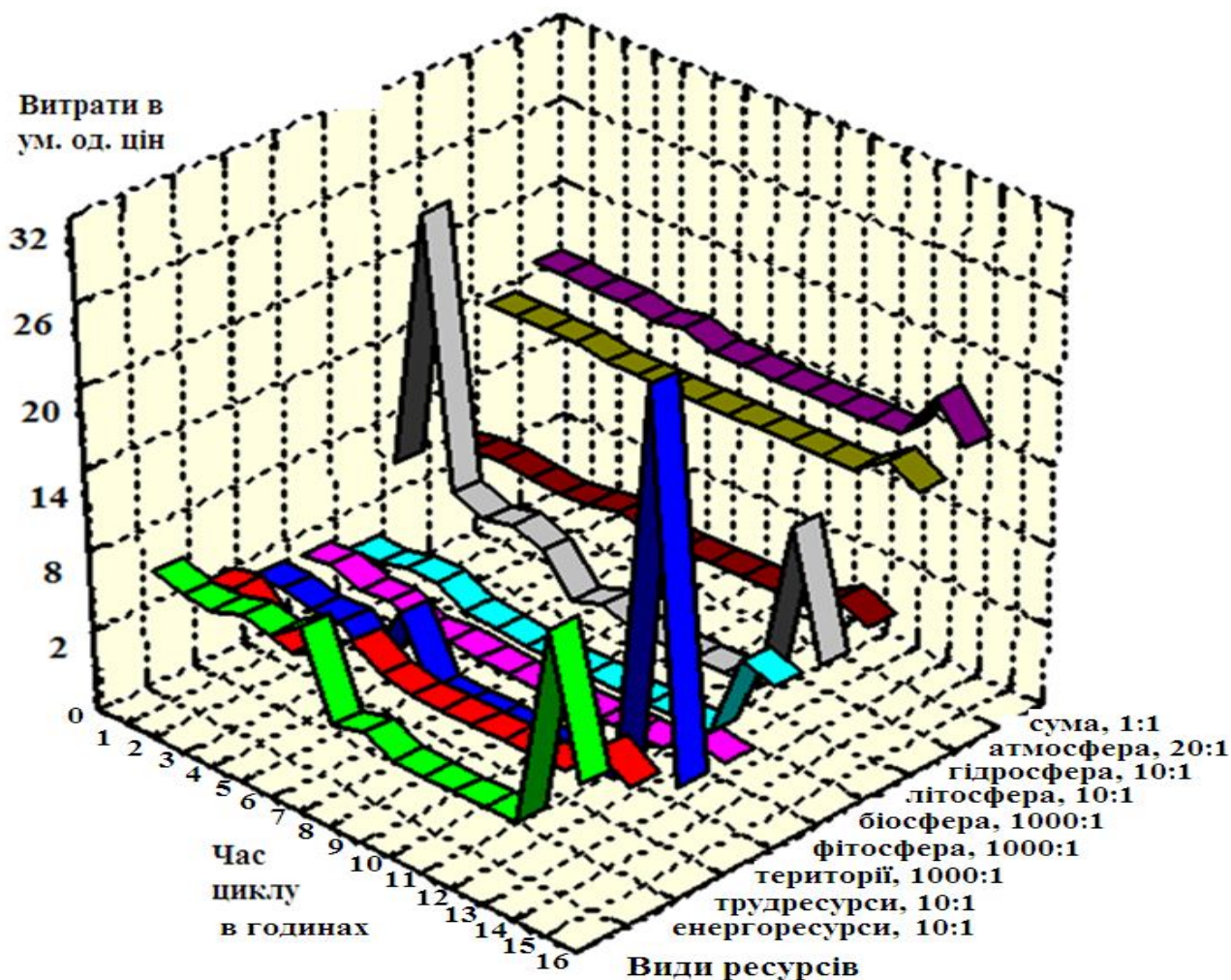


Рис. 5. Звідна інформаційна діаграма оцінки витрат природно-енергетичних ресурсів в транспортно-технологічній схемі доменного виробництва

У четвертому розділі запропоновано метод підвищення ефективності використання природно-енергетичних ресурсів на промисловому транспорті доменного виробництва, в основу якого покладено експертне ранжування на багатокритерійній основі для визначення значущості процесів та об'єктів, що вимагають першочергового вдосконалення й інвестування.

На рис.6 зображено елемент структури техніко-економічної оцінки технологій та об'єктів основних етапів і логістичних потоків транспортно-технологічної схеми доменного виробництва. Ранжування і техніко-економічну оцінку здійснює особа, що приймає рішення.

При цьому особа, що приймає рішення, може збільшувати або зменшувати кількість елементів в одному потоці або етапі, а також значення

рейтингу окремих елементів, навіть надаючи їм значення «нуль», відповідно збільшуючи значущість інших елементів у потоці, але при цьому має дотримуватись умова, що сума рейтингів усіх етапів або потоків має дорівнювати 1. А суми рейтингів елементів одного етапу або потоку мають дорівнювати величині рейтингу відповідно даному етапу або потоку. Потім особа, що приймає рішення, на основі експертної оцінки присвоює кожному етапу на рис. 6 умовний номер (відповідну значущість).

Концепція логістики	№№ Потоків	Ознаки логістики	Логістичні потоки	Оціночні критерії	Виготовлення	...	Транспорт	...	Споживання
					1	...	5	...	9
Задовольнити запити споживача. Загальна відповідальність за всі етапи потоків. Системний підхід і синтез процесів і об'єктів на процесній основі. Аналіз і розподіл загальних витрат по потоках. Аналіз логістичних потоків починається з кінця процесу.	1	Потрібний продукт	Іноваційний	Бали	R_{101}	...	R_{501}	...	R_{901}
	2	Необхідна кількість	Матеріальний	Тонни, м ³ , штуки	R_{102}	...	R_{502}	...	R_{901}
	3	Потрібна якість	Якості	Конкретний вимірник	R_{103}	...	R_{503}	...	R_{901}
	4	Точно в строк	Часу	Година	R_{104}	...	R_{504}	...	R_{901}
	5	Від дверей до дверей	Простору	Кілометр	R_{105}	...	R_{505}	...	R_{901}
	6	Точний регламент	Інспекцій	Конкретний вимірник	R_{106}	...	R_{506}	...	R_{901}
	7	Все згідно із законом	Правовий	Бали	R_{107}	...	R_{507}	...	R_{901}
	8	Необхідна екологія	Екологічний	ГДК або бали	R_{108}	...	R_{508}	...	R_{901}
	9	Максимум інформації	Інформаційний	Кілобайт	R_{109}	...	R_{509}	...	R_{909}
	10	Достатній сервіс	Сервісний	Конкретний вимірник	R_{110}	...	R_{510}	...	R_{910}
	11	Мінімум витрат	Трудові витрати	Людино-година	R_{111}	...	R_{511}	...	R_{911}
	12		Енергетичний	кДж	R_{112}	...	R_{512}	...	R_{912}
	13		Природні ресурси	Об'єм	R_{113}	...	R_{513}	...	R_{913}
	14		Фінансовий	Умовна вартість	R_{114}	...	R_{514}	...	R_{914}
	15		Територій	м ²	R_{115}	...	R_{515}	...	R_{915}
	16	Прогноз перспектив	Контролінгу	Вартість	R_{116}	...	R_{516}	...	R_{916}

Рис.6 Елемент структури техніко-економічної оцінки технологій та об'єктів основних етапів і логістичних потоків транспортно-технологічної схеми доменного виробництва.

Для доменного процесу розроблена оцінка витрат природно-енергетичних ресурсів у відотходоутворюючих вантажопотоках.

Результати розрахунку показують, що при вивантаженні доменної шихти

на 1 т чавуну неорганізовано викидається орієнтовно 1,1 кг рудного та 0,034 кг коксового пилу. Об'єм повітря первинного забруднення пилоподібними відходами при вивантаженні коксу складає 8,983 м³, при вивантаженні рудних матеріалів - 18,55 м³. Концентрація пилу в забрудненому повітрі складає: при вивантаженні коксу - 3,8 г/м³, при вивантаженні рудних матеріалів - 59,3 г/м³. Загальний об'єм використовуваного повітря після поширення пилоподібних відходів досягає 227 тис. м³/т чавуну.

На підставі експериментальних досліджень (в розділі 3) розроблені області резерву втрат сировинних матеріалів залежно від кліматичних умов, які дозволяють прогнозувати розвиток певної транспортно-технологічної схеми доменного виробництва, з орієнтацією на максимальні і мінімальні втрати сировини в навколишнє середовище в залежності від показників температури та вологості довкілля (рис. 7).

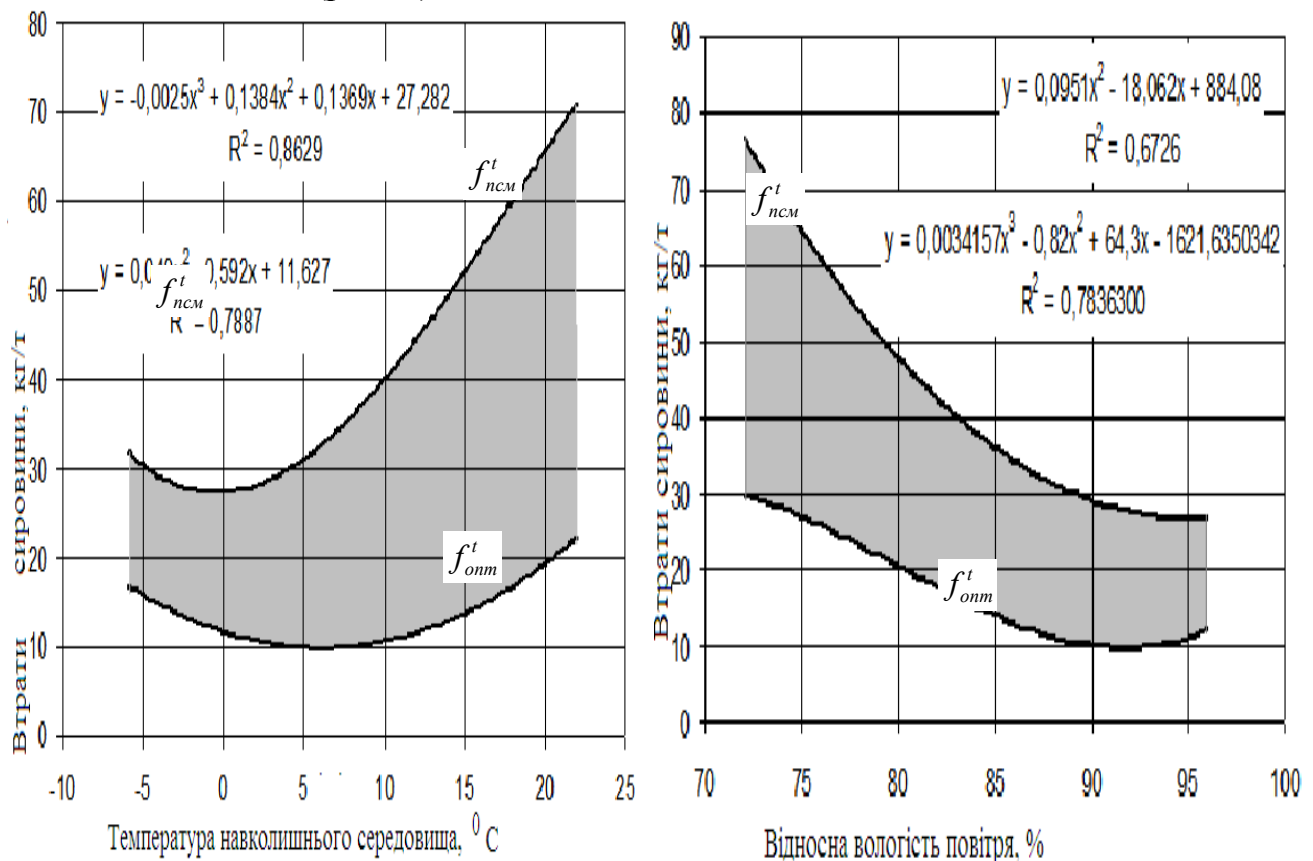


Рис. 7. Область резерву залежності величин втрат (кг/т) сировинних матеріалів від температури і вологості навколишнього середовища.

Області резерву дозволяють прогнозувати розвиток певної транспортно-технологічної схеми доменного виробництва, з орієнтацією на максимальні і мінімальні втрати сировини в навколишнє середовище, а також рівень його забруднення.

Наведено приклад практичної реалізації розробленого методу підвищення ефективності ТТС ДВ. Встановлено, що за рахунок запропонованих інноваційних рішень з очищення від залишків сировинних матеріалів об'єктів промислового транспорту, з урахуванням сумарних витрат природноенергетичних ресурсів, що в середньому складають 1,3 ум.од.ціни на

тонну сировини (рис 4) , витрата ПЕ і ТР скорочується на 8% , що становить 0,1 ум.од.ціни на тонну сировини.

У випадку, якщо підвищення загальної ефективності доменного виробництва супроводжується збільшенням витрат природно-енергетичних і сировинних ресурсів на промисловому транспорті, то запропонований метод дозволяє оцінити частку ефективності, що припадає на промисловий транспорт і виразити це як підвищення його ефективності.

Запропонований метод підвищення ефективності використання природно-енергетичних ресурсів на промисловому транспорті може знайти застосування і в інших галузях промисловості.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і запропоновано нові науково обґрунтовані розробки у вирішенні науково-технічного завдання підвищення ефективності промислового транспорту металургійного виробництва та енергоресурсозбереження на основі обліку й оцінки закономірностей та залежностей формування витрат і використання енергетичних та природних ресурсів, а також встановлення пріоритетного розвитку за цими ознаками процесів і об'єктів транспортно-технологічної схеми підготовки сировини і транспортування продукції доменного виробництва.

Основні висновки і результати виконаних досліджень та наукових розробок полягають у такому.

1. На основі вивчення транспортно-технологічної схеми доменного виробництва, з одночасним оглядом показників і методів обліку та оцінки витрат природно-енергетичних і трудових ресурсів, витрат сировини, а також захисту довкілля виявлено, що в транспортно-технологічній схемі при транспортуванні сировини і продукції виробництва недостатньо вивчені облік і оцінка витрат природно-енергетичних та трудових ресурсів на конкретних етапах, об'єктах і процесах транспортно-технологічної схеми, що не дозволяє достатньою мірою визначити пріоритетність розвитку її складових та підвищити ефективність, у зв'язку з чим потрібна розробка відповідних методів на багатокритерійній основі, що дозволяють урахувати різні, інколи суперечливі, показники й критерії.

2. При проведенні теоретичних досліджень встановлено, що існуючі методи обліку і оцінки витрат природно-енергетичних і трудових ресурсів, витрат сировинних матеріалів у транспортно-технологічній схемі доменного виробництва в основному носять узагальнений характер, тобто охоплюють виробництво загалом, але не досить розроблені для конкретних етапів транспортно-технологічної схеми і складових її об'єктів і процесів. Це приводить до істотних протиріч в інтересах учасників виробництва, особливо в організації інноваційних рішень щодо вдосконалення вимог до процесів і об'єктів транспортно-технологічної схеми, а також до незбалансованості

енергоресурсоспоживання та захисту довкілля на промисловому транспорті металургії.

3. Розроблено метод підвищення ефективності й енергоресурсозбереження промислового транспорту металургійного виробництва, в основу якого покладені облік деталізованих елементів транспорту й оцінка структурованих витрат енергетичних і природних ресурсів, закономірностей та залежностей їх формування, що дозволяє встановити напрями пріоритетного розвитку процесів та об'єктів транспортно-технологічної схеми доменного виробництва.

4. На основі експериментальних даних чинної транспортно-технологічної схеми металургійного виробництва запропоновано прогностичні трендові моделі, які дозволяють на практиці встановити на об'єктах і технологіях транспортного процесу витрати природних ресурсів залежно від просторово-часових чинників.

5. Отримав подальший розвиток метод ранжування за участю експерта (особи, що приймає рішення), шляхом представлення промислового транспорту доменного виробництва як сукупності логістичних потоків (енергетичного, економетричного та ін.) з деталізацією на етапи (виробник-транспорт-споживач), процеси (вивантаження, складування тощо) і об'єкти, розподіливши останні на багатокритеріальній основі за ступенем переваги, яка їм віддається, що дозволяє виявити пріоритетність їх розвитку з урахуванням закономірностей функціонування і раціональних параметрів об'єктів і технологій. Для цього запропоновано основні критерії ранжування і визначення значущості процесів і об'єктів відходоутворюючих потоків у транспортно-технологічній схемі підготовки сировини доменного виробництва.

6. Установлені діапазони резерву залежності величин витрат природно-енергетичних і сировинних ресурсів від кліматичних чинників (температури і вологості навколишнього середовища) у транспортно-технологічній схемі доменного виробництва дозволяють коригувати розвиток промислового транспорту доменного виробництва з орієнтацією на мінімальні й максимальні витрати ресурсів. При використанні логістичного підходу, що враховує сезонність та кліматичні умови транспортування у взаємозв'язку магістрального і промислового транспорту, це сприяє зниженню витрат в межах областей резерву на 10 %, що відповідає зменшенню витрат сировини близько 10 кг/т.

7. Практичне використання результатів досліджень дозволяє знизити витрати природно-енергетичних ресурсів на промисловому транспорті доменного виробництва більш ніж на 6-10%, що підтверджено розглядом реалізації одного з варіантів розробленого методу.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

ОСНОВНІ РОБОТИ

1. Берестовой А.М. Синтез транспорта грузов, изменяющих своё агрегатное состояние в процессе перевозки / А.М. Берестовой, О.А. Хлестова // Вестник ПГТУ: Сб. науч. трудов –Мариуполь: ПГТУ, 1995.– № 1.– С. 235 – 238.

2. Берестовой А.М. Автоматизация ускорения расплавления затвердевшего вещества в котле транспортного средства / А.М. Берестовой, М.Ю. Дубовкина, О.А. Хлестова // Зб. наук. праць Східноукраїнського держ. ун-ту. – Луганськ: Вид-во СУДУ, 1999. – С.76 – 78.

3. Берестовой А.М. Методологический подход к экологической оценке этапов технолого-транспортного процесса доменного производства / А.М. Берестовой, О.А. Хлестова // Металл и литье Украины – Киев, 2000. – №3-4. – С.48–49.

4. Берестовой А.М. Проблемы энергосбережения при перевозке наливных грузов / А.М. Берестовой, М.Ю. Дубовкина, О.А. Хлестова // Залізничний транспорт України. – Київ, 2001. – №1. – С. 21 – 22.

5. Берестовой А.М. Мониторинг эколого-энергетической эконометрии транспортно-технологических циклов промышленных производств / А.М. Берестовой, Е.А. Капустин, О.А.Хлестова – К.: Экотехнологии и ресурсосбережение, 2001. – №1. – С. 48 – 52.

6. Берестовой А.М. Методология эколого-энергетической оценки транспортно-технологических систем металлургического производства/ А.М. Берестовой, О.А. Хлестова, Н.В. Чернышов // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2004. – Вип 14. – С. 347 – 352.

7. Волошин В.С. Механизмы образования отходов углерода в металлургии / В.С. Волошин, О.А. Хлестова // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2009. – Вип 19. – С. 293 – 295.

8. Маслов В.А. Использование математических моделей снижения температуры чугуна с целью определения выхода углеродсодержащих отходов / В.А. Маслов, М.Ю. Дубовкина, О.А. Хлестова // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: зб. наук. пр. – Маріуполь, 2011. – Вип 22. – С.41 – 44.

9. Берестовой А.М. Методологические основы логистического подхода к структуризации и повышению эффективности систем преобразования энергоносителей / А.М. Берестовой, О.А. Хлестова, И.О. Берестовой // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2011. – № 5 (159). – Ч. 1. – С. 39 – 44.

10. Ложко А.Н. Моделирование эффекта «дождевая тень» в промышленной зоне индустриального объекта / А.Н. Ложко, О.А. Хлестова // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Збірник наукових праць – Маріуполь, 2011. – Вип 22. – С. 271 – 277.

11. Хлестова О.А. Структуризация и ранжирование логистических потоков в транспортно-технологических процессах промышленных производств / О.А. Хлестова, И.О. Берестовой, А.А. Лысый // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2011. – № 5(159). – Ч. 2. – С. 267 – 272.

12. Хлестова О.А. Оценка использования природно-энергетических ресурсов в транспортно-технологических процессах доменного производства / О.А. Хлестова, И.О. Берестовой // Вісник Східноукраїнського національного

університету ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2011. – № 6 (160). – Ч. 1. – С. 188-192.

13. Хлестова О.А. Прогнозирование потерь сырья в транспортно-технологических процессах доменного производства на основе модели развития / О.А. Хлестова, И.О. Берестовой // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2011. – №7 (161). – Ч.1. – С. 182 – 186.

14. Хлестова О.А. Исследование и оценка затрат природно-сырьевых ресурсов в транспортно-технологических процессах металлургического производства на многокритериальной основе / О.А. Хлестова, И.О. Берестовой // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2011. – № 11 (165) – Ч. 2. – С. 90 – 95.

15. Khlestova O. Assessment of the natural and energy resources utilization in the transportation flow chart of the industrial production / Khlestova O., Berestovoy I. // ТЕКА. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. – Lublin, 2013. – Vol. 13. – №3. – P. 84 – 88.

16. Lozhko O. Little-studied negative environmental effects of thermal process in metallurgical aggregates / Khlestova O., Lozhko O. // ABIDANCE OF SCIENTIFIC EVOLUTION, 2013. – Vol. 2. – №3. – P. 4 – 11.

ДОДАТКОВІ РОБОТИ

17. Волошин В.С. Исследование природы потерь в отхообразующих потоках транспортно-логистических операций / В.С. Волошин, О.А. Хлестова // Зб. наук.статей V – міжнародн. наук.-практ. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення», 7-11 вересня 2009 р. – Алушта (АР Крим); УкрНДІЕП. – Х.: Райдер, 2009. – Т. 2. – С. 6 – 11.

18. Волошин В.С. Роль динамических материальных потоков в формировании отходов металлургического производства / В.С. Волошин, О.А. Хлестова, // Зб. наук.статей II Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2009). – Вінниця, 23-26 вересня 2009. – Вінниця: ФОП Данилюк, 2009. – С. 18 – 21.

19. Волошин В.С. Исследование природы и оценка затрат природных ресурсов в отхообразующих потоках / В.С. Волошин, О.А. Хлестова // Збірник наук. статей VI міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»; УкрНДІЕП. – Х.: Райдер, 2010. – Т. 2. – С. 16 – 20.

20. Волошин В.С. Особенности расчета затрат природных ресурсов в отхообразующих потоках доменного производства / В.С. Волошин, О.А. Хлестова, А.А. Томаш // Международная научно-техническая конференция «Университетская наука-2009»: Сб. тезисов докладов в 2 т. – Мариуполь: ПГТУ, 2009. – Т.1. – С. 251.

21. Волошин В.С. Термодинамическое моделирование процессов отхообразования / В.С. Волошин, О.А. Хлестова // Международная научно-

техническая конференция «Университетская наука-2010»: Сб. тезисов докладов в 3 т. – Мариуполь: ПГТУ, 2010. – Т. 3. – С.45– 46.

22. Волошин В.С. Метод определения участков производства чугуна с максимальным образованием углеродсодержащих отходов / В.С. Волошин, О.А. Хлестова, М.Ю. Дубовкина // Материалы VIII Международной научно-техн. конференции «Тепло- и массообменные процессы в металлургических системах» (7-9 сентября 2010 г.) – Мариуполь: ПГТУ, 2010. – С. 383 - 386.

23. Хлестова О.А. Прогнозирование и определение областей резерва по снижению потерь в транспортно-технологической схеме производства / О.А. Хлестова // Международная научно-техническая конференция «Университетская наука-2014»: Сб. тезисов докладов в 4 т. – Мариуполь: ПГТУ, 2014. – Т. 2. – С.39– 40.

24. Хлестова О.А. Особенности расчета показателей ресурсоемкости и энергоемкости доменного производства/ О.А. Хлестова // Тезисы докл. VII регион. науч.-техн. конф.: Сб. тезисов докладов в 2 т. – Мариуполь: ПГТУ, 2000. – Т. 2. – С.57.

25. Хлестова О.А. Методы исследования экологических проблем доменного производства / О.А. Хлестова // Тезисы докл. VIII регион. науч.-техн. конф.: Сб. тезисов докладов в 2 т.– Мариуполь: ПГТУ, 2001. – Т. 2. – С. 67

26. Хлестова О.А. Математическое моделирование затрат природно-энергетических ресурсов технологии подготовки сырьевых материалов доменного производства / О.А. Хлестова // Тезисы докл. XII регион. научно-техн. конференции : Сб. тезисов докладов в 2 т. – Мариуполь: ПГТУ, 2005. – Т. 2. – С.25

27. Хлестова О.А., Анализ материальных потоков шихтовых материалов доменного производства / О.А. Хлестова, И.О. Берестовой // Тезисы докл. XIII регион. науч.-техн. конф.: Сб. тезисов докладов в 2 т. – Мариуполь: ПГТУ, 2006. – Т. 2. – С.27.

28. Капустин Е.А. Энерго-экологическая оценка и пути сокращения производственно -транспортных потерь сырьевых ресурсов / Е.А. Капустин, А.М. Берестовой, О.А. Хлестова // Материалы мариупольской экологической конф. – Мариуполь: КЭЦ «Стратегия», 1996. – С. 21-22.

АНОТАЦІЯ

Хлестова О.А. Підвищення ефективності транспортно-технологічної схеми доменного виробництва.-Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.12 – Промисловий транспорт. - Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. В. Лазаряна.- Дніпропетровськ, 2015 р.

Дисертація присвячена питанням підвищення ефективності промислового транспорту за рахунок раціонального обліку та оцінки використання природних і енергетичних ресурсів, а також зниження шкідливих впливів на навколишнє

середовище транспортно-технологічної схеми доменного виробництва. Розроблено методичні основи логістичного підходу, що враховує структурний взаємозв'язок параметрів процесів і об'єктів в транспортно-технологічній схемі підготовки сировини. Запропоновано методи структурування етапів підготовки сировини на логістичні потоки та їхні складові технології та об'єкти, ранжування і техніко-економічної експертної оцінки результатів транспортно-технологічної схеми підготовки сировини і впливу її на навколишнє середовище, що дозволяє практично розглянути весь названий процес на предмет значущості його складових.

Ключові слова: промисловий транспорт, ресурсозбереження, оцінка витрат, природно-енергетичні ресурси, навколишнє середовище, відходоутворюючі потоки.

АННОТАЦИЯ

Хлестова О.А. Повышение эффективности транспортно-технологической схемы доменного производства.-Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.12 – промышленный транспорт.- Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.- Днепропетровск, 2015 г.

Диссертация посвящена вопросам повышения эффективности промышленного транспорта за счет рационального учета и оценки использования природных и энергетических ресурсов, а также снижения вредных воздействий на окружающую среду в транспортно-технологической схеме подготовки сырья доменного производства.

Транспортно-технологическая схема подготовки сырья доменного производства включает в себя ряд сложных энергоемких, потребляющих в значительных количествах природно-энергетические и трудовые ресурсы транспортно-технологических операций: доставку металлургического сырья к доменной печи от внешних объектов, разгрузку шихтовых материалов на рудном дворе, перегрузку их в отделение под бункерами, рассев шихты на грохотах, дозирование и засыпку шихты в доменную печь, собственно процесс плавки, слив чугуна и шлака в транспортные ковши, десульфурацию чугуна и переработку шлака, а также другие транспортно-технологические операции. Образование загрязняющих окружающую среду веществ происходит на протяжении всей транспортно-технологической схемы. Всесторонняя оценка показателей энерго- и ресурсопотребления и экологии каждого этапа процесса и его объектов в транспортно-технологической схеме подготовки шихты из металлургического сырья и вывоза продукции доменного производства позволяет выявить наиболее «узкие» места по этим показателям и наметить приоритетные направления их совершенствования.

При обзоре научных исследований по отхоодообразующим потокам в транспортно-технологической схеме доменного производства установлена

сложная структура воздействия на окружающую среду, что требует дополнительных теоретических и экспериментальных исследований. Для выявления наиболее энергоемких и техногенно опасных элементов транспортно-технологической схемы доменного производства предложен и разработан новый метод, в котором транспортно-технологическая схема доменного производства представлена в виде сетевой модели и исследуется на принципах диакоптики при декомпозиции системы на отдельные, взаимодействующие между собой процессы со структуризацией их объектов и технологий, с исследованием функций каждого из них.

Разработанные методические основы логистического подхода учитывающего структурную взаимосвязь параметров процессов и объектов в схеме подготовки сырья доменного производства позволили более полно оценить использование природно-энергетических ресурсов, а также наметить пути повышения эффективности системы с учетом защиты окружающей среды.

Установленные закономерности воздействия транспортно-технологической схемы доменного производства на окружающую среду позволили выбирать соответствующие конструктивные, эксплуатационные, организационные решения по уменьшению потерь сырья на отдельных этапах транспортно-технологической схемы, а также приоритетные направления совершенствования и модернизации отдельных объектов и процессов схемы.

Предложен метод структурирования этапов транспортно-технологической схемы подготовки сырья на логистические потоки и составляющие их технологии и объекты, ранжирования и технико-экономической экспертной оценки результатов функционирования транспортно-технологической схемы подготовки сырья, позволяющий практически рассмотреть весь названный процесс на предмет значимости его составляющих и принятия решений по снижению потерь.

Разработаны методы оценки и решения практических задач по снижению потерь транспортно-технологической схемы доменного производства на основе предложенных принципов анализа схемы, информационных моделей и структурированной базы данных в виде таблиц, а также негативного воздействия рассматриваемой транспортно-технологической схемы в виде масштабной номограммы тектоники воздействий, отображающей объем накопления отрицательного влияния на окружающую среду в координатах времени и пространства транспортировки сырья, с учетом комплементарного подавления вредных техногенных факторов. Это позволяет в транспортно-технологической схеме подготовки сырья оценить величину потерь сырья, их состав и качество, наметить пути снижения негативного влияния.

Результаты рекомендуются к использованию при разработке и осуществлении транспортных технологий, а также при создании и эксплуатации транспортно-технологического оборудования металлургии.

Ключевые слова: промышленный транспорт, ресурсосбережение, оценка затрат, природно-энергетические ресурсы, окружающая среда, отходообразующие потоки.

ANNOTATION

Khlestova OA Improving the efficiency of transport and technological scheme blast furnace.-Manuscript.

Thesis for scientific degree of Candidate of Technical Sciences o an specialty 05.22.12 – Industrial Transport. - Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, Dnipropetrovsk, 2015.

The thesis is devoted to improving the efficiency of industrial transphort through rational accounting and evaluation of natural and energy resources, and reducing harmful environmental impacts of transport-technological scheme of blast furnaces. Methodical Logistic approach that takes into account the structural relationship of process parameters and objects in transport-technological scheme of training materials. The method of structuring the stages of preparation of raw materials for logistics flows and their constituent technologies and facilities ranging technical and economic expertise of transportation and technology training schemes, materials and its impact on the environment that allows virtually consider all of these processes in terms of its importance components and making decisions on environmental protection.

Keywords: industrial transport, resource, cost estimates, natural energy resources, environment, energy resources conservation, ecology.