УДК 338.32

[https://doi.org/10.33296/2707-0654-6\(12\)-06](https://doi.org/10.33296/2707-0654-6(12)-06)

<http://orcid.org/0000-0002-8579-6276>

Олена СТЕПАНОВА

кандидат економічних наук (Ph.D), доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики та
управління економічною безпекою,
Харківський національний університет
радіоелектроніки, м. Харків, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ КОМБІНОВАНИХ ВИРОБНИЧИХ ПОТОКІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

Анотація. Сьогодні немає комплексного вирішення задачі розрахунку та оптимізації виробничої потужності з урахуванням продуктивності основних агрегатів і пропускної здатності обладнання допоміжних дільниць у комбінованих виробничих потоках металургійного виробництва. Відсутній метод знаходження вузьких місць у комбінованих виробничих потоках. Відсутня класифікація вузьких місць. Метою статті є розробка науково-методичних рекомендацій оптимізації виробничої потужності підприємства (підрозділу) в умовах комбінованих виробничих потоків. Досягнення поставленої мети вимагає вирішення таких задач: аналіз теоретичних засад і методів розрахунку виробничої потужності; розробка формалізованого подання структури комбінованих виробничих потоків; вибір математичної моделі оптимізації виробничої потужності. Аналіз досліджень і публікацій показує неможливість вирішення задачі оптимізації виробничої потужності підприємства без поєднання формалізованого подання структури виробничих потоків з відповідною математичною моделлю. Запропоновано подати структуру комбінованих виробничих потоків у вигляді графо-математичної моделі. Побудовано сітковий графік комбінованих виробничих потоків доменного виробництва. Для розрахунку й оптимізації виробничої потужності використана задача про максимальний потік у сітці, яка є задачею лінійного програмування. Вирішена задача знаходження максимального потоку у сітці, тобто максимального випуску продукції підрозділу з урахування продуктивності основних агрегатів і пропускної здатності обслуговуючих дільниць. Максимальний потік у сітці означає оптимальне значення виробничої потужності. Вирішення двоїстої задачі про

максимальний потік дає можливість знаходження мінімального розрізу у сітці, який є аналогом вузького місця у комбінованих виробничих потоках. Запропонована така класифікація вузьких місць у комбінованих виробничих потоках: локальні, вузлові, наскрізні. Запропоновані методи дослідження та вирішення сформульованих задач узагальнюють і розвивають відомі теоретичні засади економіки та організації виробництва.

Ключові слова: виробнича потужність, комбіновані виробничі потоки, сітковий графік, максимальний потік у сітці, вузькі місця.

Вступ. Підвищення ефективності виробництва в Україні потребує досконалого дослідження і використання всіх наявних резервів. Виникає багато проблем, пов'язаних зі змінами внутрішнього і зовнішнього середовища. У ринкових умовах господарювання є потреба у розробці й застосуванні на практиці досконалих управлінських, організаційних та економічних механізмів, нових форм і методів управління та організації виробництва, які мають забезпечувати підвищення ефективності виробництва. Металургійне виробництво України є однією з провідних галузей вітчизняної економіки. На часі модернізація виробничих потужностей у цій галузі, зокрема впровадження інноваційних проєктів розвитку технологій та обладнання нового покоління. Актуальними залишаються також питання раціональної організації виробничого процесу з метою підвищення ефективності використання виробничих потужностей

Постановка проблеми. У теорії організації металургійного виробництва розроблені методи розрахунку продуктивності основних агрегатів і пропускної здатності будь-якого з типів наявного обладнання. У планово-організаційних розрахунках, пов'язаних з визначенням обсягу виробництва, враховується тільки продуктивність основних агрегатів незалежно від пропускної здатності обладнання допоміжних дільниць. Відомо також тезу обмежувального впливу продуктивності основного агрегату або пропускної здатності вузького місця на обсяг виробництва усього підрозділу (цеху) за простої однолінійної форми виробничого потоку. Потребує вирішення задача

оптимізації виробничої потужності з урахуванням продуктивності основних агрегатів та пропускної здатності обладнання допоміжних ділянок за комбінованої форми організації виробничих потоків. Також на сьогодні не вирішена проблема знаходження вузьких місць у комбінованих виробничих потоках.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У загальному вигляді виробничу потужність розглядають як максимально можливий випуск продукції у відповідний період часу за визначених умов використання обладнання і виробничих ресурсів [1, с.240]. Розрізняють такі види виробничої потужності: перспективна, проектна, діюча (поточна), вхідна, виробнича потужність на виході (на кінець планового періоду), вибуваюча, середньорічна. Проблемі дослідження виробничої потужності промислових підприємств присвячено ряд робіт вітчизняних та зарубіжних авторів. Академік Л.В.Канторович запропонував вирішення проблеми вибору оптимального плану виробництва з метою оптимізації прибутку [2, с.40]. У роботі [3, с.113] Й.М.Петровича розглядається задача оптимізації використання виробничих потужностей на засадах реінженірингу. У роботах Л.Д.Ревуцького [4, с.194], І.Б.Швець [5, с.121], О.В.Ареф'євої [6, с.71] розглядаються питання формування, оцінки і контролю виробничої потужності підприємства. В роботі [7, с.128] розроблена економіко-математична модель оптимізації виробничої потужності гірничозбагачувальних підприємств із застосуванням лінійного програмування. Оптимальне значення виробничої потужності залежить від типу, кількості й складу устаткування та трудомісткості продукції, Критерієм оптимальності є максимальний обсяг продукції, що забезпечив би отримання максимального прибутку від реалізації продукції. Деякі публікації акцентують увагу на проблемах хронічного недовантаження наявних виробничих потужностей промислових підприємств, що суттєво впливає на економічну ефективність виробництва [8, с.120; 9, с.192]. У роботі [10] розглядається

вплив механізму структурних перетворень на ефективність виробництва промислових підприємств. У сучасних умовах для оптимізації економічних показників використовуються математичні методи, у тому числі методи математичного програмування [11, с.13]. У цих методах як цільова функція може бути: максимальний прибуток, мінімальна собівартість, максимальний обсяг виробництва тощо. У моделі вводяться обмеження щодо ресурсів, фондів часу роботи обладнання, за структурою та обсягом виробництва конкретних виробів тощо. Розрахунок виробничої потужності має свої особливості залежно від галузі й типу виробництва. В умовах металургійних підприємств виробничий процес являє собою систему взаємозв'язаних потужних потоків різних видів сировини, матеріалів, палива і напівфабрикатів, що підлягають переробці на агрегатах великої потужності зі складним обладнанням, які обслуговують ці агрегати. Кожен виробничий процес розчленується на ряд ступенів. Ступінь, що визначає випуск продукції (доменні печі, конвертори, прокатні стани), називається основною. Задачею інших ступенів є повне та своєчасне обслуговування і забезпечення роботи основного ступеня. Виробничу потужність на металургійних підприємствах визначають за обладнанням, яке здійснює основний, провідний у технологічному та економічному відношенні процес. Це означає, що виробничу потужність доменного цеха визначають за доменними печами, сталеплавильного виробництва – за відповідними технологічними агрегатами (конверторами, електросталеплавильними печами), прокатного – за прокатними станами і т. д. В ході визначення виробничої потужності того чи іншого виробництва проводять розрахунки потужності або пропускної здатності обладнання за всіма іншими дільницями виробництва. Виявлені за таких розрахунків диспропорції між продуктивністю основних технологічних агрегатів та іншими дільницями не беруть до розрахунку. Для усунення диспропорцій і вузьких місць розробляють організаційно-технічні заходи. Коли виробництво

(цех) являє комплекс агрегатів, які працюють паралельно (наприклад, декілька доменних печей, конверторів і т. д.), то потужність дорівнює сумі потужностей окремих агрегатів. Виробничу потужність основних цехів і металургійного підприємства в цілому розраховують у натуральних одиницях або умовно-натуральних одиницях (тонах).

Виробничі потоки здійснюються, як правило, у двох організаційних формах: простій або комбінованій [12, с.30]. До простого виробничого потоку належать процеси, які відбуваються у межах одного основного агрегату і закріплених за ним допоміжних дільниць. Особливістю простих потоків є те, що виробничий процес з виготовлення продукції здійснюється на даному агрегаті та його допоміжних дільницях незалежно від інших агрегатів, на яких здійснюються аналогічні або інші виробничі процеси. У простому потоці кількість і пропускна здатність обладнання на допоміжних дільницях визначається продуктивністю основного агрегату. В умовах простого потоку допоміжні дільниці, як правило, є локальними, тобто обслуговуючими тільки один основний агрегат. Організація виробничого процесу у формі простого потоку є найбільш раціональною системою, яка легко піддається регулюванню. До комбінованих виробничих потоків належать процеси, в яких за наявності декількох основних агрегатів водночас і взаємопов'язано здійснюється декілька виробничих потоків. При цьому кожен виробничий потік здійснюється стосовно одного основного агрегату, але на окремих стадіях операції потоку виконуються на дільницях, які водночас обслуговують декілька виробничих потоків. У теорії організації виробництва відзначається, що в комбінованих виробничих потоках процес здійснюється на [12, с.89]:

- локальних ступенях, які обслуговують тільки один основний агрегат;
- вузлових ступенях, які обслуговують тільки декілька агрегатів;
- наскрізних допоміжних дільницях-ступенях, які обслуговують всі основні агрегати.

Аналіз досліджень і публікацій показує неможливість вирішення задачі оптимізації виробничої потужності підприємства без формалізованого подання структури виробничих потоків з відповідною математичною моделлю.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Аналіз публікацій показав, що сьогодні немає комплексного вирішення задачі про розрахунок та оптимізацію виробничої потужності підприємства (підрозділу) з урахуванням продуктивності основних агрегатів і пропускної здатності обладнання допоміжних та обслуговуючих ділянок у комбінованих виробничих потоках. Відсутній метод знаходження вузьких місць у комбінованих виробничих потоках.

Мета дослідження. Розробка науково-методичних рекомендацій оптимізації виробничої потужності підприємства (підрозділу) в умовах комбінованих виробничих потоків. Досягнення поставленої мети вимагає вирішення таких задач: аналіз теоретичних засад і методів розрахунку виробничої потужності; розробка формалізованого подання структури комбінованих виробничих потоків; вибір математичної моделі оптимізації виробничої потужності.

Методи дослідження. У роботі використані методи аналізу, системний підхід, теорія графів, теорія потоків у сітках, методи лінійного програмування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Теорія і практика свідчать, що оптимізація складних виробничих систем може бути досягнута за допомогою створення моделей. При проведенні досліджень моделі заміняють реальне обладнання або цілу систему. Моделювання всього комплексу виробничих процесів являє собою складну проблему, оскільки необхідно моделювати основні, допоміжні й обслуговуючі процеси та їх взаємозв'язки. Структура виробничих потоків у необхідному рівні деталізації адекватно може бути представлена графом [13, с.41; 14, с.20]. Лінійний граф $G = [N, A]$ складається із сукупності елементів, де N – вузол (вершини) графа, A –

множина дуг (ребер) (ij). У теорії графів дуга показує на те, що вузли з'єднані. Вузли графа відділяють кінець попереднього і початок наступного процесів, а дуги являють власне виробничі процеси. Граф структури виробничих потоків з нанесеними на його дуги числовими значеннями продуктивності агрегатів і пропускної здатності обладнання перетворюється на сітку. Розглянемо як приклад моделювання структури виробничих потоків у доменному цеху. Сіткова модель утворюється шляхом нанесення на план цеху потоків різних видів сировини і матеріалів, що підлягають транспортуванню, перевантаженню, усередненню, переробці, зберіганню та іншим процесам. Далі виробничі потоки розчленовуються на послідовність окремих технологічних процесів, що відбуваються на установленому в цеху обладнанні. Під час побудови сіткової моделі виробничих потоків доменного цеху використані деякі спрощення реального виробничого процесу, оскільки враховуються тільки основні матеріали, які підлягають технологічній переробці, і основний продукт плавки-чавун. У теорії організації виробництва розроблені методи розрахунку продуктивності основних агрегатів і пропускної здатності обладнання. За кожним виробничим процесом розраховується продуктивність або пропускна здатність. Продуктивність означає максимальну кількість речовини, які можна переробити або пропустити по дузі за одиницю часу. Для всіх типів обладнання доменного цеху, що беруть участь у виробничому процесі, розрахована пропускна здатність. Продуктивність доменних печей вимірюється у тоннах чавуну. Пропускна здатність обладнання на дільницях цеху вимірюється вагою матеріалу, що переробляється даним обладнанням. Для розрахунку сіткової моделі необхідна єдина для всіх дільниць одиниця виміру, тому за допомогою витратних коефіцієнтів на одну тонну чавуну усі пропускні здатності обладнання виражені у тоннах чавуну. Сіткова модель виробничих потоків доменного цеху показана на рисунку 1.

Рис. 1. Сіткова модель виробничих потоків доменного цеху

Умовні позначення:

0-1, (19000); 0-2, (13000); 0-3, (4300); 0-4, (800); 0-5, (1200) – прибуття в доменний цех відповідно агломерату, коксу, залізної руди, марганцевої руди, вапняку;

1-10, (8700); 1-11, (9400); 1-12, (9800) – транспортування агломерату у бункері бункерної естакади;

2-13, (27800); 2-14, (3280); 2-15, (3400) – транспортування коксу у коксові бункери;

1-6, (6200); 3-7, (400); 4-8, (120); 5-9, (180) – штабелювання та усереднення відповідно агломерату, залізної руди, марганцевої руди, вапняку;

6-10, (1700); 6-11, (1900); 6-12, (2100) – завантаження агломерату кранами у трансферкар і його доставка на бункерну естакаду;

8-10, (40); 8-11, (50); 8-12, (60) – завантаження кранами марганцевої руди у трансферкар і доставка її на бункерну естакаду;

9-10, (40); 9-11, (60); 9-12, (65) – завантаження кранами вапняку у

трансферкар і доставка його на бункерну естакаду;

10-13, (3300); 11-14, (3400); 12-15, (3220) – завантаження, зважування і доставка шихтових матеріалів у скіпи доменних печей № 1, 2, 3;

13-16, (4240); 14-17, (3880); 15-18, (3560) – подача шихтових матеріалів скіповим підйомником на колошник доменних печей;

16-19, (4460); 17-19, (4060); 18-20, (3750) – виплавка чавуну у доменних печах № 1, 2, 3;

19-21, (10800); 20-21, (5400) – транспортування чавуну у ковшах на розливальні машини і у міксер.

Примітка. Поряд з кожною дугою вказана її пропускна здатність.

Позначимо пропускну здатність дуги (i, j) через a_{ij} . Кількість матеріалу, що переробляється в процесі (i, j) в одиницю часу, дає потік $x(i, j)$ по дузі, яка являє виробничий процес. У сітці виділяють два спеціальні вузли. Один із них називається джерело і позначається N_s , другий називається стік і позначається N_t . Решта вузлів проміжні. Початок технологічного процесу у цеху показано вузлом – джерелом сітки, а його кінець – стоком сітки. У загальному вигляді всі вузли нумеруються індексами, з чого випливає нумерація дуг сітки $A(i, j)$. Використовуватимемо символ N_i для позначення вузла i та символ A_{ij} для позначення орієнтованої дуги, яка веде із N_i у N_j . Потік із джерела у стік є сукупністю потоків за всіма дугами сітки і його величину позначимо U . Необхідно визначити, яку максимальну величину потоку може пропустити сітка із джерела у стік, за умови не перевищення пропускної здатності дуг. Задача знаходження величини максимального потоку у будь-якій сітці є задачею лінійного програмування з цільовою функцією [11, с.372; 15, с.136].

$$V = \sum_j x_{ij} \cdot \quad (1)$$

Потік у сітці підпорядковується таким обмеженням:

– величина потоку за будь-якою дугою обмежена пропускною здатністю дуги b_{ij}

$$0 \leq x_{ij} \leq b_{ij}; \quad (2)$$

– величина потоку, який виходить із джерела (дорівнює $-U$), і величина потоку, який надходить до стоку (дорівнює U), рівні між собою величини

$$\sum_i x_{ij} - \sum_k x_{jk} = -U, \text{ коли } j = s, \quad (3)$$

$$\sum_i x_{ij} - \sum_k x_{jk} = U, \text{ коли } j = t; \quad (4)$$

– величина потоку, який надходить до всіх проміжних (крім джерела і стоку) вузлів сітки, дорівнює величині потоку, який залишає ці вузли (умови збереження)

$$\sum_i x_{ij} - \sum_k x_{jk} = 0, \quad j \neq s, t. \quad (5)$$

Для вирішення задач лінійного програмування використовується загальновідомий симплекс-метод Данцига [11, с.208], а для задачі знаходження максимального потоку у сітці розроблено більш ефективний алгоритм – розстановки позначок [14, с.60; 15, с.137]. Сутність алгоритму полягає у систематичному пошуку всіх можливих шляхів із джерела у стік, які збільшують потік. Після того, як знайдено будь-який шлях, який збільшує потік, визначають величину максимальної пропускної здатності шляху. Далі потік збільшують на цю величину. Обчислення закінчується, якщо отримано максимальний потік, тобто немає жодного шляху, який збільшує потік у сітці.

Американські вчені Л.Р.Форд і Д.Р.Фалкерсон довели теорему, що для кожної сітки максимальна величина потоку із джерела s у стік t дорівнює

пропускній здатності мінімального розрізу, який відділяє s від t [15, с.138]. Розрізом $(X, \overline{X})$ називається множина всіх дуг A_{ij} , для яких або $N_i \in X, N_j \in \overline{X}$ або $N_j \in X, N_i \in \overline{X}$, де X – деяка підмножина вузлів сітки, а $\overline{X}$ – доповнення підмножини. Таким чином, розріз є множиною дуг, видалення яких із сітки перетворює сітку у незв'язну. Пропускною здатністю розрізу називається $C(X, \overline{X}) = \sum_{i,j} b_{ij}$, де сума береться за всіма орієнтованими дугами, які ведуть з $N_i \in X$ у $N_j \in \overline{X}$. Розріз, який розділяє N_s і N_t та має мінімальну пропускну здатність, називається мінімальним розрізом. Максимальна величина потоку, який може бути пропущений через сітку, обмежується мінімальною пропускною здатністю дуг цієї сітки. Такі дуги з мінімальною пропускною здатністю є «вузьким місцем» у сітці.

Кожній задачі лінійного програмування відповідає інша, яка називається двоїста [11, с.127]. Задача пошуку вузьких місць у сітковій моделі вирішується у вигляді двоїстої задачі про максимальний потік. Якщо рівнянням (3, 4, 5) віднести множник $\pi(i)$, а до нерівності (2) – множник $\gamma(i, j)$, то отримаємо умови двоїстої задачі:

$$-\pi(s) + \pi(t) \geq 1, \quad (6)$$

$$\pi(i) - \pi(j) + \gamma(i, j) \geq 0, \quad (7)$$

$$\gamma(i, j) \geq 0 \quad (8)$$

і потрібно знайти максимум форми

$$\sum b_{ij} \gamma(i, j) \quad (9)$$

за цих умов.

Оптимальне рішення двоїстої задачі визначається такими формулами:

$$\pi(i) = \begin{cases} 0 & \text{при } N_i \in X \\ 1 & \text{при } N_j \in \overline{X}, \end{cases} \quad (10)$$

$$\gamma(i, j) = \begin{cases} 0 & \text{при } A_{ij} \in (X, \overline{X}) \\ 1 & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad (11)$$

У теорії організації виробництва з розрахунком виробничої потужності тісно пов'язана проблема знаходження вузьких місць. З проблемою вузьких місць пов'язані дві задачі – ліквідація і недопущення їх виникнення. Попередження виникнення вузьких місць не виключає можливість утворення широких місць, які також небажані, як і вузькі місця. В теорії організації розглядаються вузькі місця відносно виробничої програми і порівняльні вузькі місця. Вузьке місце відносно виробничої програми не дозволяє її виконати. Для виконання виробничої програми необхідно або розширити вузьке місце, або зменшити виробничу програму. Порівняльні вузькі місця не впливають на виконання виробничої програми і на планові показники роботи підприємства в цілому, і тому наявність їх, як правило, не викликає занепокоєння. Обидва види вузьких місць небажані у виробництві. Але ліквідація вузьких місць, нерідко, потребує реконструкції цехів або всього підприємства. Вирішення двоїстої задачі про максимальний потік у сітці дає можливість знайти вузькі місця у комбінованих виробничих потоках. Пропонується така класифікація вузьких місць у комбінованих виробничих потоках:

- локальні, що відповідають локальному ступеню;
- вузлові, що відповідають вузловому ступеню;
- наскрізні, що відповідають наскрізному ступеню.

У результаті розрахунку параметрів сітки, яка показана на рисунку, мінімальний розріз складається такою множиною дуг: 13-16, 14-17, 15-18. Вузьке місце складається з трьох дуг, які відображають подачу шихтових матеріалів скіповими підйомниками на колошники доменних печей. Величина максимального потоку у сітці дорівнює $(4240+3880+3750)=11870$ тонн, тобто пропускній здатності мінімального розрізу. Продуктивність доменних печей,

яка розрахована за передовими технічними нормами, не використовується повністю. Резерв виробничої потужності за добу складає на доменній печі №1 – 220 тонн, на печі №2 – 180 тонн, на печі №3 – 190 тонн. Згідно із запропонованою класифікацією дуги 13 – 16, 14 – 17, 15 – 18 є локальними вузькими місцями, оскільки кожен скіповий підйомник обслуговує тільки одну домену піч.

Таким чином, можливо зробити висновок, що у комбінованих виробничих потоках вузьким місцем для цеху або дільниці може бути декілька процесів, тобто вузьке місце розчленовується у просторі.

Результати дослідження. Запропоновано подати структуру комбінованих виробничих потоків у вигляді графо-математичної моделі. Побудована сіткова модель виробничих потоків доменного цеху. Вибрана математична модель оптимізації виробничої потужності у вигляді задачі про максимальний потік у сітці. Вирішена задача знаходження максимального потоку у сітці, тобто максимального випуску продукції підрозділу з урахування продуктивності основних агрегатів і пропускної здатності обслуговуючих дільниць. Максимальний потік у сітці означає оптимальне значення виробничої потужності. Вирішення двоїстої задачі про максимальний потік у сітці дозволяє знайти вузькі місця у виробництві. Запропонована класифікація вузьких місць у комбінованих виробничих потоках залежно від форми їх організації. Вузькі місця класифікуються на локальні, вузлові і наскрізні. У комбінованих виробничих потоках вузьким місцем для цеху або дільниці може бути декілька процесів (одиниць або груп обладнання), тобто вузьке місце розчленовується у просторі. Результати вирішення задачі оптимізації можна використати для удосконалення організації виробничих потоків, процесу оцінювання вільних потужностей, знаходження резервів і вузьких місць – для мобілізації прихованих резервів та ліквідації диспропорцій потужності окремих цехів (дільниць, агрегатів).

Висновки. Проведене дослідження можна вважати таким, що містить наукову новизну, яка полягає у розробці методичних засад оптимізації виробничої потужності підприємства (підрозділу), знаходженні вузьких місць та їх класифікації в умовах комбінованих виробничих потоків. Виявлено, що вирішення задачі оптимізації виробничої потужності неможливе без поєднання формалізованого подання структури виробничих потоків і відповідної математичної моделі. Виникає потреба у створенні оптимальних пропорцій між продуктивністю основних агрегатів та пропускною здатністю допоміжних і обслуговуючих дільниць. За відсутності таких пропорцій виникають диспропорції і, як наслідок, широкі й вузькі місця. Представлений метод оптимізації виробничої потужності на основі моделювання сіткового потоку можна використати для всіх дільниць цеху або групи цехів металургійного підприємства. Результати цього дослідження розвивають та доповнюють теоретичні положення економіки та організації виробництва стосовно виробничої потужності підприємства (підрозділу) за комбінованої форми виробничих потоків. Проблема диспропорцій виробничої потужності та пропускної здатності обладнання, знаходження вузьких та широких місць у комбінованих виробничих потоках потребує подальшого дослідження.

Використана література

1. Бойчик І.М. Економіка підприємства: підручник. / І.М.Бойчик. – К.: Кондор -Видавництво, 2016. – 378 с.
2. Канторович Л.В. Оптимальные решения в экономике / Л.В. Канторович, А.Б. Горстов. – М.: Наука, 1972. – 335 с.
3. Петрович Й.М. Оптимізація використання виробничих потужностей на засадах реінжинірингу // Вісник Хмельницького національного університету: Серія «Економічні науки»: В 4 т. – Хмельницький, 2007. – Т. 1. – С. 113-118.
4. Ревуцкий А.Д. Производственная мощность и экономическая активность предприятия. Оценка, управленческий учет и контроль. – М.: Перспектива, 2002. – 240 с.
5. Шве́ц Н.Б. Управление производственными мощностями:

методологія, оцінка, учет. – Донецьк: ІЕП НАН України, 1998. – 288 с.

6. Ареф'єва О.В. Економічні засади формування потенціалу підприємства /О.В. Ареф'єва, Т.В. Харчук // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – №7. – С.71-76.

7. Темченко О.А. Визначення раціональної виробничої потужності гірничозбагачувальних підприємств для посилення їх конкурентних позицій //Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія Економіка. Випуск 2(4). Частина 1. – Мукачів, 2015.– С. 128-135.

8. Слепян Е.В. Виробнича потужність підприємства та підвищення ефективності її використання. / Е.В. Слепян, Ю.К. Сотченко, С.В. Ніколаєв. – Економічний вісник Запорізької державної інженерної академії. Випуск 1-1(07). – Запоріжжя, 2017. – С. 120-124.

9. Шатоха В.І. Сталій розвиток чорної металургії: Монографія. – Дніпропетровськ: «Дріант», 2015. – 184 с.

10. Обиденнова Т.С. Розробка механізму структурних перетворень промислових підприємств / Т.С. Обиденнова // Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Економіка. – 2017, – №2 (4).

11. Данциг Дж. Линейное программирование, его применение и обобщение /пер. с англ. Г.А. Андрианова. – М.: Прогресс, 1966. – 600 с.

12. Приймак И.А. Основы организации производственных потоков и организация их в мартеновских цехах. – М.: Metallurgizdat.–1957.– 152 с.

13. Берж К. Теория графов и её применение. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, – 1965. – 410 с.

14. Форд А.Р. Потоки в сетях / А.Р. Форд, Д.Р. Факкерсон: пер. с англ. – Мир. – 1966. – 276 с.

15. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях / пер. с англ. – М.: Мир. – 1974. – 520 с.

References

1. Boichyk I.M Ekonomika pidpriemstva: pidruchnyk. / I.M.Boichyk.– K.: Kondor -Vydavnytstvo, 2016. –378 s.

2. Kantarovich L.V. Optimalnye resheniya v ekonomike / L.V. Kantarovich, A.B. Gorstov. – М.: Nauka, 1972. – 335 s.

3. Petrovych Y.M. Optymizatsiia vykorystannia vyrobnychkykh potuzhnostei na zasadakh reinzhynirynhu // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu: Seriiia «Ekonomiczni nauky»: V 4 t. – Khmelnytskyi, 2007. – T. 1. – S. 113-118.

4. Revutskiy A.D. Proizvodstvennaya moshchnost i ekonomicheskaya aktivnost predpriyatiya. Otsenka, upravlencheskiy uchet i kontrol. – М.: Perspektiva, 2002. – 240 s.

5. Shvets N.B. Upravlenie proizvodstvennymi moshchnostyami: metodologiya, otsenka, uchet. – Donetsk: IEP NAN Ukrainy, 1998. – 288 s.

6. Arefieva O.V. Ekonomichni zasady formuvannia potentsialu pidpriemstva /O.V. Arefieva, T.V. Kharchuk //Aktualni problemy ekonomiky. – 2011. – № 7. – S.71-76.

7. Temchenko O.A. Vyznachennia ratsionalnoi vyrobnychoi potuzhnosti hirnychozbahachuvalnykh pidpriemstv dlia posylennia yikh konkurentnykh pozytsii //Naukovyi visnyk Mukachivskoho derzhavnoho universytetu. Seriya Ekonomika. Vypusk 2(4). Chastyna 1. – Mukachiv, 2015. S. 128-135.

1. 8.Slepian E.V. Vyrobnycha potuzhnist pidpriemstva ta pidvyshchennia efektyvnosti yii vykorystannia. / E.V. Slepian, Yu.K. Sotchenko, S.V. Nikolaiev. – Ekonomichni visnyk Zaporizkoi derzhavnoi inzhenernoi akademii. Vypusk 1-1(07). – Zaporizhzhia, 2017. – S. 120-124.

8. Shatokha V.I. Stalyi rozvytok chornoj metalurhii: Monohrafiia. – Dnipropetrovsk: «Driant», 2015. – 184 s.

9. Rozrobka mekhanizmu strukturnykh peretvoren promyslovykh pidpriemstv / T.S. Obydienova // Adaptivne upravlinnia: teoriia i praktyka. Seriya Ekonomika. – 2017, – №2 (4).

10.Dantsig Dzh. Lineynoe programmirovanie, ego primeneniye i obobshcheniye /per. s angl. G.A. Andrianova. – M.: Progress, 1966. – 600 s.

11.Priymak I.A. Osnovy organizatsii proizvodstvennykh potokov i organizatsiya ikh v martenovskikh tsekhakh. – M.: Metallurgizdat.–1957.– 152 s.

12.Berzh K. Teoriya grafov i ee primeneniye. – M.: Izd-vo inostr. lit-ry, – 1965. – 410 s.

13.Ford A.R. Potoki v setyakh / A.R. Ford, D.R. Fakkerson: per. s angl. – Mir. – 1966. – 276 s.

14.Khu T. Tselochislennoe programmirovaniye i potoki v setyakh / per. s angl. – M.: Mir. – 1974. – 520 s.

Елена Владимировна Степанова

кандидат экономических наук (Ph.D), доцент,

доцент кафедры экономической кибернетики и управления экономической безопасностью Харьковского национального университета радиоэлектроники,
г. Харьков, Украина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОТОКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Сегодня нет комплексного решения задачи расчета и оптимизации производственной мощности с учетом производительности основных агрегатов и пропускной способности оборудования вспомогательных участков в комбинированных производственных потоках

металлургического производства. Отсутствует метод нахождения узких мест в комбинированных производственных потоках. Отсутствует классификация узких мест. Целью статьи является разработка научно-методических рекомендаций оптимизации производственной мощности предприятия (подразделения) в условиях комбинированных производственных потоков. Достижение поставленной цели требует решения следующих задач: анализ теоретических основ и методов расчета производственной мощности; разработка формализованного представления структуры комбинированных производственных потоков; выбор математической модели оптимизации производственной мощности. Анализ исследований и публикаций показывает невозможность решения задачи оптимизации производственной мощности предприятия без сочетания формализованного представления структуры производственных потоков с соответствующей математической моделью. Предложено представить структуру комбинированных производственных потоков в виде графо-математической модели. Построен сетевой график комбинированных производственных потоков доменного производства. Для расчета и оптимизации производственной мощности использована задача о максимальном потоке в сети, являющаяся задачей линейного программирования. Решена задача нахождения максимального потока в сети, то есть максимального выпуска продукции подразделения с учетом производительности основных агрегатов и пропускной способности обслуживающих участков. Максимальный поток в сети означает оптимальное значение производственной мощности. Решение двойственной задачи о максимальном потоке дает возможность нахождения минимального разреза в сети, который является аналогом узкого места в комбинированных производственных потоках. Предложена следующая классификация узких мест в комбинированных производственных потоках: локальные, узловые, сквозные. Предложенные методы исследования и решения сформулированных задач обобщают и развивают известные теоретические основы экономики и организации производства.

Ключевые слова: производственная мощность, комбинированные производственные потоки, сетевой график, максимальный поток в сети, узкие места.

Olena Vol. Stepanova

Candidate of Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of
Department of Economic Cybernetics and Management of Economic Security in
Kharkiv National University of Radioelectronics (NURE)

MODELING OF THE PRODUCTION CAPACITY OF THE ENTERPRISE IN THE CONDITIONS OF COMBINED PRODUCTION FLOWS OF METALLURGICAL PRODUCTION

Abstract. Today there is no complex solution to the problem of calculation and optimization of production capacity, taking into account the performance of the main aggregates and the throughput of equipment of auxiliary sections in the combined production streams of metallurgical production. There is no method for finding bottlenecks in combined production streams. There is no classification of bottlenecks. The purpose of the article is to develop scientific and methodological recommendations for optimizing the enterprise (subdivision) in terms of combined production streams. Achieving the goal requires solving the following tasks: analysis of theoretical foundations and methods of calculation of production capacity; development of a formal representation of the structure of combined production streams; choice of mathematical model for optimization of production capacity. Analysis of studies and publications shows the impossibility of solving the problem of optimizing the production capacity of an enterprise without combining the formal representation of the structure of production streams with the corresponding mathematical model. It is proposed to submit the structure of combined production streams in the form of a graph-mathematical model. A network graph of combined production streams of blast furnace production was constructed. To calculate and optimize the production capacity, the problem of the maximum flow in the network, which is the task of linear programming, is used. The problem of finding the maximum flow in the grid, that is, the maximum production output of the unit to take into account the performance of the main aggregates and the capacity of the service stations, is solved. The maximum flow in the grid means the optimal value of the production capacity. Solving the dual problem of maximum flow gives the possibility of finding a minimum cut in a network, which is analogous to the bottleneck in the combined production flows. The following classification of bottlenecks in combined production streams is proposed: local, nodular, cross-sectional. The proposed methods of research and solving the formulated problems generalize and develop the well-known theoretical principles of the economy and the organization of production.

Keywords: production capacity, combined production streams, network graph, maximum flow in the network, bottlenecks.

*Стаття надійшла
до редакції
17 квітня 2019 року*