

максимальний ефект саме у момент створення фірми, коли ще не зроблено ніяких помилок, які важко виправляти в процесі реальної діяльності.

**Список літератури:** 1. Закон України «Про оподаткування прибутку підприємств» 2. Закон України «Про систему оподаткування» 3. Кримінальний кодекс України 4. Закон України «Про запобігання і протидію легалізації (відмиванню) доходів, отриманих злочинним шляхом» 5. Паєнко Т. В. Гармонізація прибуткового оподаткування // Фінанси України. – 2006. -№3

Подано до редакції 18.05.2009

## УДК 65.012.122

*Е.В. СТЕПАНОВА*, к.э.н., доц., Харьковский национальный университет радиозлектроники

*А.И. ГОРБАЧ*, доц., Харьковский национальный университет радиозлектроники

*В.А. ГОРБАЧ*, доц., Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ**

Представлена модель оптимизации производственной программы металлургического производства с учетом пропускной способности оборудования.

The model of optimization of the production program of metallurgical manufacture in view of throughput of the equipment is presented.

**Ключевые слова:** Производственная программа, производительность основных агрегатов, пропускная способность оборудования, сетевая модель, максимальный поток в сети.

#### **Введение**

Металлургическое производство Украины является комплексной, высокопроизводительной отраслью промышленности. В этом комплексе основное и ведущее место принадлежит производству чугуна, стали, проката и изделий дальнейшего передела. Рыночные условия хозяйствования вынуждают руководство каждого предприятия самостоятельно решать стратегические и тактические вопросы развития. Законы рынка определяют общее направление деятельности предприятия, конкретное количество и ассортимент продукции. Производственная программа предприятия любой формы собственности – это развернутый план производства и реализации продукции, отражающий объем,

номенклатуру, ассортимент и качество продукции, выпускаемой в течении определенного периода [1,2].

Производственная программа формируется на основе прямых рыночных связей с потребителями путем заключения соответствующих договоров и контрактов с учетом производственной мощности предприятия. Она является основой для определения всех показателей деятельности предприятия.

### **Постановка задачи**

В условиях современных металлургических предприятия производственный процесс характеризуется направленным движением потока обрабатываемого сырья и материалов через группу цехов и участков [3]. В потоке участвуют сложнейшие металлургические агрегаты большой мощности (доменные печи, конверторы, прокатные станы и т.д.) со сложным оборудованием на участках, обслуживающих эти агрегаты. В металлургии большое распространение получили комбинированные потоки, в которых имеется организационно – технологическая связь операций, протекающих по линии одного основного агрегата, и одновременно существует связь между потоками, протекающими по линии нескольких аналогичных агрегатов. Известно, что структура потока, его форма и методы организации оказывают большое влияние на объем производства в цехе [3].

При определении производственной программы металлургического производства предусматривается полное обеспечение основных агрегатов услугами вспомогательных и обслуживающих участков.

Структура производственных потоков в необходимом уровне детализации адекватно может быть представлена графом [4,5].

Линейный граф  $G = [N, A]$ , состоит из совокупности элементов  $N_j$  вместе с множеством  $A$  некоторых упорядоченных пар  $A_{ij}$  элементов, взятых из  $N$ . Элементы множества  $N_i$  называют узлами, вершинами, а элементы множества  $A$  – дугами или ребрами. Вершины графа отделяют конец предыдущего и начало последующего процессов, а дуги изображают собственно производственные процессы. В общем виде все вершины нумеруются, из чего следует нумерация дуг сети.

В дальнейшем используем термин « сеть », так как для характеристики элементов графа будут использованы числовые значения. Для моделирования металлургических потоков используем сети с

ориентированными дугами.

Последовательность узлов и дуг сети:

$N_1, A_{12}, N_2, \dots, N_{k-1}, A_{k-1}, N_k$ , ведущей из узла  $N_1$  в узел  $N_k$  называют цепью. Путь отмечается от цепи тем, что при движении от  $N_1$  к  $N_k$  можно пройти дугу сети и в направлении, противоположном ее ориентации. Для неориентированных сетей понятие пути и цепи совпадают.

Структуру сети можно показать и в виде матрицы инцидентий узлы – дуги или матрицы инцидентий дуги – цепи. Для составления матриц инцидентий узлы – дуги по вертикали выписываются все узлы, а по горизонтали – дуги сети, и в столбце, соответствующем дуге  $A_{ij}$ , ставится 1 на пересечении со строкой, соответствующей узлу  $N_j$ , - 1 на пересечении со строкой соответствующей  $N_i$ , и нули на пересечении со всеми остальными строками. Следовательно, в матрице инцидентий узлы – дуги заключена вся информация о структуре сети.

В сети выделяют два специальных узла. Один из них называется источником (обозначим  $s$ ), другой называется стоком (обозначим  $t$ ). Остальные узлы – промежуточные. Начало технологического процесса в цехе представляется вершиной – источником сети ( $s$ ), а его конец – стоком сети ( $t$ ). Если имеется в сети несколько источников и несколько стоков, то добавление к такой сети двух новых узлов сводит эту задачу к случаю единственного источника стока.

Количество обрабатываемого в процессе ( $A_{ij}$ ) материала в единицу времени дает поток  $X_{ij}$  по дуге, представляющей процесс. Поток из источника  $s$  в сток  $t$  представляет собой совокупность  $X_{ij}$  потоков по всем дугам сети и величину его обозначим  $v$ .

Сетевая модель производственного процесса образуется путем нанесения на план цеха схемы потоков различных видов сырья, материалов, топлива, подвергаемых перегрузкам, транспортировке, усреднению и другим процессам. Затем поток по каждому виду обрабатываемого материала расчленяется на последовательность отдельных технологических операций, протекающих на установленном в цехе оборудовании.

Моделирование всего комплекса производственных процессов в цехе, на предприятии представляет собой сложную проблему, так как необходимо отразить в модели основные, вспомогательные, обслуживающие процессы и их взаимосвязи. В металлургическом производстве процессы осуществляются на различном оборудовании, процессы различны по своей

сути и способам их соединения. Поэтому целесообразно последовательное по частям моделирование комплекса производственных процессов, т.е. вначале исследовать локальные модели, затем объединить их в общую модель.

Для всех участвующих в процессе типов оборудования рассчитаны их пропускная способности. Например, в доменном цехе пропускная способность оборудования измеряется весом перерабатываемого на данном оборудовании материала, а для расчета в виде потоковой сетевой модели необходима общая для всех участков единица измерения, то с помощью расходных коэффициентов все пропускные способности выражены в тоннах чугуна.

Для организации производства характерной является задача определения максимального выпуска продукции цехом или участком при имеющихся уровнях производительности основных агрегатов и пропускной способности оборудования вспомогательных и обслуживающих участков [3]. Поставленная задача может быть решена путем нахождения величины максимального потока в сети, экономико – математическая постановка рассматривается далее.

Необходимо определить, какую максимальную величину потока  $v$  можно пропустить из источника  $s$  в сток  $t$ , не превышая пропускной способности дуг. Задача нахождения величины максимального потока в любой сети является задачей линейного программирования с целевой функцией [5,6]:

$$v = \sum_j X_{sj} \quad (1)$$

Поток в сети подчиняется следующим условиям:

величина потока по любой дуге измеряется положительными числами и ограничена пропускной способностью дуги  $b_{ij}$

$$0 \leq X_{ij} \leq b_{ij} \quad \text{для всех } (i, j) \in A, \quad (2)$$

величина потока, приходящего ко всем промежуточным (кроме источника и стока) вершинам сети, равна величине потока, покидающего эти же вершины:

$$\sum_i X_{ij} - \sum_k X_{jk} = 0 \quad j \neq s, t. \quad (3)$$

величина потока, выходящего из источника (равен  $-v$ ) и величина

потока, притекающего к стоку (равен  $v$ ), равны между собой:

$$\sum_i X_{ij} - \sum_k X_{jk} = -v, \quad \text{если } j = s, \quad (4)$$

$$\sum_i X_{ij} - \sum_k X_{jk} = v, \quad \text{если } j = t, \quad (5)$$

Здесь первая сумма берется по дугам, ведущим в узел  $N_j$ , а вторая сумма – по дугам, ведущим из узла  $N_j$ .

Матрица системы уравнения (3), (4), (5), состоящая из коэффициентов левых частей этих уравнений является матрицей инцидентий узлы – дуги рассматриваемой сети.

В приведенном условии (2), дуговые потоки имеют нижней границей ноль. Однако в таком предложении при построении максимального потока нет никакой реальной необходимости.

Если условие (2) заменить условием

$$l_{ij} \leq X_{ij} \leq h_{ij}, \quad (6)$$

где  $l_{ij}$  – заданная действующая функция, определенная на дугах множества и удовлетворяющая неравенствам:

$$0 \leq l_{ij} \leq b_{ij}, \quad (7)$$

то задача не меняет общности, так как будет существовать ненулевой исходный поток, т.е. условия (7) полностью соответствуют действующему производству.

Для сети  $[N, A]$  с источником  $s$  и стоком  $t$  величина  $v$  максимального потока из  $s$  в  $t$  является функцией только пропускных способностей отдельных дуг. Если  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$  и дуга  $A_i$  имеет пропускную способность  $b(A_i)$ , то величина максимального потока равна

$$v = \min \sum b(A_i), \quad (8)$$

$$R \in A \quad A_i \in R$$

где минимум берется по всем разрезам  $R$ , отделяющим  $s$  и  $t$ .

Каждой задаче линейного программирования соответствует другая задача, которая называется двойственной [5,6,7].

Если к уравнениям (3) – (5) отнести множители  $\pi_i$ , а к неравенствам пропускной способности (6) – множители  $\delta_{ij}$ , то получим условия двойственной задачи:

$$-\pi(s) + \pi(t) \geq 1 \quad (9)$$

$$\pi(i) - \pi(j) + \delta(i, j) \geq 0, \quad \text{для всех } A_{ij} \quad (10)$$

$$\delta(i, j) \geq 0, \quad \text{для всех } A_{ij} \quad (11)$$

и нужно найти минимум формы

$$\sum b_{ij} \delta(i, j) \quad (12)$$

при этих условиях.

Оптимальное решение двойственной задачи определяется следующими формулами:

$$\pi(i) = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad (\text{при } N_i \in X; \text{ при } N_i \in \bar{X}) \quad (13)$$

$$\delta(i, j) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad \text{при } A_{ij} \in (X, X) \quad (14)$$

при этих условиях.

Приведенная формулировка является задачей отыскания экстремума линейной функции, подчиненной линейным уравнением. Существуют различные известные методы вычисления линейных программ. Общеупотребительным методом является симплекс – алгоритм Данцига для общей задачи линейного программирования [7]. Но поскольку указанная формулировка задачи о максимальном потоке является специальной задачей линейного программирования, то для нее разработан более эффективный алгоритм [5,6]. В алгоритме осуществляется систематический поиск всех возможных путей из источника в сток по которым возможно увеличение потока. После того как найден некоторый путь, увеличивающий поток, определяют величину максимальной пропускной способности пути. Далее поток по сети увеличивают на эту величину. Вычисления заканчиваются, когда получен максимальный поток, т.е. если нет ни одного пути, увеличивающего поток в сети.

Таким образом, расчет производственной программы металлургического производства при известных пропускных способностях единиц оборудования, может быть выполнен алгоритмом решения задачи о максимальном потоке в сети.

## Результаты

Предложен метод решения одной из важных задач организации производства – определение максимального выпуска продукции производственным подразделением при имеющихся уровнях

производительности основных агрегатов и пропускной способности оборудования вспомогательных и обслуживающих участков, позволяющий оптимизировать производственную программу. Дана экономико – математическая постановка, построена сетевая модель производственных потоков цеха и решена указанная задача.

### **Выводы**

Металлургическое производство характеризуется наличием сложных комбинированных производственных потоков, структуру которых можно представить в виде сетевой модели. Оптимизацию производственной программы металлургического производства можно осуществить с помощью графо – математической модели. Предлагаемый метод решения задачи обобщает и развивает известные теоретические положения организации металлургического производства применительно к производственным потокам любой сложности.

**Список литературы:** **1.** Економіка підприємства: Навч. посібник. / За ред. А.В.Шегди. – К.: Знання, 2005. – 431 с. **2.** Петрович И.М., Захарчин Г.М. Організація виробництва: Підручник. – Львів; «Магнолія плюс», 2006. – 400с. **3.** Ройбурд Л.Н., Штец К.А. Организация и планирование предприятий черной металлургии. – М.: Металлургия, 1966. – 514 с. **4.** Берж К. Теория графов и ее применение. М.: Изд-во иностр. лит-ры., 1965. – 410 с. **5.** Форд А.Р., Фалкерсон Д.Р. Потоки в сетях : Пер. с англ. – М.: Мир 1966. – 276 с. **6.** Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях : Пер. с англ. под ред. Фридмана А.А. М.: 1974. – 520 с. **7.** Данциг Дж. Линейное программирование, его применение и обобщения: Пер. с англ. под ред. Воробьева Н.Н. – М.: Прогресс, 1966. – 600 с.

Подано до редакції 18.05.2009