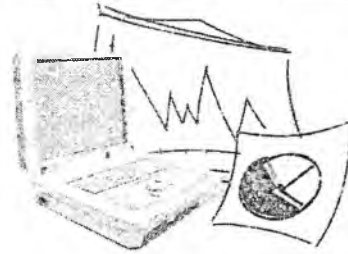


ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ



УДК 330.015 : 330.105

Паршина О.А., Паршин Ю.І.

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЦТВА ГІРНИЧОРУДНИХ МАШИН КРУПНОГО МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуто проблему економії виробничих ресурсів. У статті запропоновано економіко-математичне моделювання технологічних процесів виготовлення відповідальних деталей машин та механізмів в умовах обмежених виробничих ресурсів. Економіко-математичні моделі описують кожну стадію інтегрованої технології.

Problems of economy of the production resources are considered. The economic-mathematical modeling of the technological processes of the manufacture of the important machine parts in the conditions of the limited production resources is proposed. The economic-mathematical models were developed for each stage of the integrated technology.

Україна займає одне з провідних місць у світі з переробки корисних копалин. Щорічно збагачувальному переділу передається біля 100 млн. тонн залізної руди. Ефективність роботи сучасного збагачувального підприємства залежить від впровадження нових машин і механізмів для добути та збагачення корисних копалин. Потужна виробнича, науково-дослідна й експериментальна база, сучасні технології і кваліфіковані кадри дозволяють крупному машинобудівному підприємству – ЗАТ НКМЗ створювати конкурентоспроможні машини й устаткування для гірничорудних збагачувальних комбінатів. Фундамент реалізації цієї стратегії було закладено створенням корпоративної системи керування, що стимулює створення нових машин, нових ринків збуту продукції і дозволяє підприємству нормально функціонувати у складних економічних умовах. Проте проблема підвищення ефективності виробництва гірничорудного устаткування на підприємстві в теперішніх умовах залишається актуальною.

Машини і механізми для видобутку та збагачення корисних копалин характеризуються комплексом техніко-економічних показників. Конкурентоздатність таких виробів безпосередньо залежить від впровадження наукоємних ресурсозберігаючих технологій, що сприяють підвищенню ефективності промислового виробництва.

Випуск таких виробів пов'язаний із постачанням на підприємство дефіцитних коштовних ресурсів, оптимальне використання яких має надзвичайно важливе значення. При виготовленні машин і механізмів для видобутку та збагачення корисних копалин, питання економії коштовних легуючих матеріалів, ріжучих інструментів, сировини, енергії, устаткування, а також робочого часу достатньо актуальні [1].

Одним із шляхів підвищення ефективності виробництва гірничорудного устаткування в умовах обмежених виробничих ресурсів є використання методів економіко-математичного моделювання [2] і сучасних інформаційних технологій, за допомогою яких можливо визначення умов оптимального використання коштовних матеріалів та енергії при забезпеченні достатнього рівня рентабельності виробництва.



Рис. 1. Управління виробництвом гірничорудних машин і механізмів на підставі економіко-математичного моделювання технологічних процесів

Подальші дослідження було спрямовано на проведення економіко-математичного аналізу отриманих оптимальних рішень. Економіко-математичний аналіз включає визначення ступеня дефіцитності ресурсів, обчислення діапазонів зміни ресурсів, а також аналізу ефективності впровадження ресурсозберігаючих технологій.

В аспекті визначення оцінки ступеня дефіцитності обмежених ресурсів, за результатами моделювання визначено обсяг можливого зменшення запасів дорого-вартісних недефіцитних ресурсів, які не цілком використовуються у виробництві, а також визначено обсяг можливого збільшення запасів дорого-вартісних дефіцитних ресурсів, які

цілком використовуються при реалізації оптимального плану виробництва. За результатами економіко-математичного моделювання визначено приховані резерви збільшення прибутку підприємства.

Проведення таких досліджень на економіко-математичних моделях дозволяє отримати обґрунтування ефективності щодо розширення номенклатури виробництва за рахунок освоєння інших більш складних виробів або впровадження нових ресурсозберігаючих технологій. Найбільш ефективним методом для вирішення поставлених проблем є використання об'єктивно обумовлених оцінок оптимального плану або двоїстих оцінок [1, 2].

За результатами вирішення двоїстої задачі одержимо значення об'єктивно обумовлених оцінок оптимального плану (Y_i). Використовуючи значення двоїстих оцінок виконаємо дослідження дефіцитності ресурсів. Значення об'єктивно обумовленої оцінки може бути позитивним $Y_i > 0$, що дозволяє зробити висновок про дефіцитність даного ресурсу, тобто цей ресурс цілком використовується у виробничому процесі. При цьому встановлено, що чим вищим є розмір оцінки Y_i , тим дефіцитність i -го ресурсу більш вища. Якщо ж значення об'єктивно обумовленої оцінки дорівнює нулю $Y_i = 0$, відповідний ресурс є недефіцитним, тобто не цілком використовується у виробництві.

Дослідження дефіцитності мають економічний зміст у питаннях виявлення додаткових резервів на виробництві. Зокрема, немає необхідності на плановий період закуповувати недефіцитні ресурси у початковому обсязі, і навпаки має сенс закупити більшу кількість дефіцитних ресурсів. Проведення економіко-математичного аналізу в аспекті дефіцитності ресурсів дозволило оптимальним чином перерозподілити фінансові ресурси на закупівлю необхідної сировини для виробництва гірничорудних машин і механізмів.

На наступному етапі економіко-математичного аналізу виникає актуальне питання про визначення оптимального розміру закупівлі більшого обсягу дефіцитних ресурсів і меншого обсягу недефіцитних ресурсів. Задача подальших досліджень полягає у визначенні інтервалів зміни ресурсів. Як відомо [2], розмір об'єктивно обумовленої оцінки того або іншого ресурсу показує, наскільки може збільшитися максимальне значення цільової функції $\Delta F(X)$, якщо обсяг даного ресурсу збільшиться на величину Δb_i : $\Delta F(X) = Y_i \cdot \Delta b_i$. При цьому необхідно відзначити, що точною мірою впливу зміни обмежень ресурсів на цільову функцію прибутку підприємства є оцінки лише при малому збільшенні обмеження. Для обчислення можливих збільшень обмежень по ресурсам, необхідно знайти нижні і верхні межі можливої зміни виробничих ресурсів.

Для знаходження межі зміни ресурсів виконаємо наступні перетворення. Приведемо задачу (1-3) до канонічної форми:

$$\begin{aligned} F &= C \cdot \bar{X} \rightarrow \max \\ A \cdot \bar{X} &= B \\ \bar{X} &\geq 0 \end{aligned} \tag{4}$$

Слід зазначити, що умови (2) враховували результати маркетингових досліджень ринку, і на випуск кожного виду продукції було накладено відповідні обмеження за кількістю. При вирішенні задачі у постановці (4) було виявлено, що вектор оптимального випуску продукції \bar{X} може складатися з позитивних і нульових значень. У цьому випадку розділимо вектор \bar{X} на два вектори: $X^* > 0$ і $X^0 = 0$. У перший вектор було

включено ті види продукції, які увійшли до базису оптимального рішення, тобто ненульові значення оптимального плану. Відповідно матрицю A також було розділено на дві матриці: A^* і A^0 . Матрицю A^* було сформовано з тих стовпчиків матриці витратних коефіцієнтів, які відповідають ненульовим значенням оптимального плану – вектора оптимального випуску продукції \bar{X} . Вплив ресурсів на розмір випуску продукції, а отже і на прибуток було визначено за елементами матриці D , що обернена до матриці A^* .

Межі зменшення обсягів ресурсів було визначено за тими значеннями X_k , для яких відповідні значення $d_{k,i}$ оберненої матриці позитивні:

$$\Delta b_i^{(-)} = \min \{x_k / d_{k,i}\}, \quad (5)$$

де $d_{k,i}$ – елементи матриці, оберненої до вихідної матриці $A = a_{i,j}$, яку було складено з витратних коефіцієнтів відповідного технологічного етапу виробничого процесу.

Межі збільшення обсягів ресурсів було визначено за тими значеннями X_k , для яких відповідні значення $d_{k,i}$ – від'ємні:

$$\Delta b_i^{(+)} = \left| \max \{x_k / d_{k,i}\} \right|. \quad (6)$$

Таким чином, щодо кожного ресурсу було одержано діапазони їх зміни, що дозволило провести аналіз чутливості прибутку підприємства до зміни ресурсів. За результатами моделювання визначено найбільш впливовий ресурс або ресурси на прибуток підприємства.

Проведений аналіз чутливості та визначення найбільш впливових ресурсів на прибуток при виробництві гірничорудних машин дозволили сформулювати базу даних для побудови комплексу економіко-математичних моделей, які враховують активні впливи зовнішнього середовища. Слід також відмітити найголовніше, щодо практичної реалізації цього комплексу – це виявлення прихованих резервів підприємства та управління ними на підставі економіко-математичного моделювання.

При виготовленні окремих деталей, до яких пред'явлені високі вимоги щодо експлуатаційної надійності, використовуються унікальні технології на різноманітних стадіях виробничого процесу. Для підвищення рентабельності виробництва гірничорудних машин необхідно оцінити ефективність порівнюваних технологій. Використовуючи методи економіко-математичного моделювання можна скористатися характеристикою засобу виробництва, який визначається як різниця між недоотриманим прибутком через відволікання дефіцитних ресурсів $\sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot Y_i$ та отриманим прибутком підприємства C_j :

$$\Delta_j = \sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot Y_i - C_j. \quad (7)$$

Якщо за результатами моделювання, одержуємо значення характеристики способу виробництва або технології $\Delta_j > 0$, тоді, у цьому випадку, можна констатувати про доцільність розширення номенклатури виробів або аналогічно одержуємо обґрунтування ефективності запропонованої технології на стадії проектного аналізу освоєння нової техніки.

Якщо ж, у результаті моделювання одержуємо значення $\Delta_j \leq 0$, тоді обґрунтовуємо недоцільність розширення номенклатури виробів або відповідно неефективність запропонованої технології. На рис. 2 надано схему методики управління виробництвом

гірничорудних машин на підставі виявлення виробничих резервів і визначення ефективності нових технологій.

Слід зазначити, що на кожному технологічному етапі рекомендуються свої особливості у плані обмеженості виробничих ресурсів, забезпечення заданих технологічних вимог і одержання прибутку підприємства. Зокрема, на стадії виплавки вихідної заготовки, необхідно забезпечити вимоги щодо легуючих елементів, а також витримати умови формування заданої структури металу. При виконанні операцій ковки та комплексу операцій термічних обробок необхідно забезпечити заданий рівень фізичних та механічних характеристик. Технологічні операції механічної обробки повинні гарантувати одержання комплексу заданих показників точності і якості обробленої поверхні.



Рис. 2. Методика управління виробництвом гірничорудних машин на підставі виявлення виробничих резервів та визначення ефективності технологій

Розроблені економіко-математичні моделі окремих технологічних етапів, а також економіко-математична модель комплексної технології було покладено в основу управління виробничим процесом виготовлення виробів і деталей машин гірничорудного виробництва.

За результатами комп'ютерного моделювання проводяться дослідження впливу недопостачання ресурсів на ефективність роботи підприємства. Використовуючи результати моделювання попередніх етапів, формуються вектори недовипуску продукції $\overline{\Delta X}$ через недопостачання ресурсів підприємству $\overline{\Delta B}$. Генеровані данні дозволяють визначити функції еластичності і надійності планових рішень. Таким чином, на цей час проводяться дослідження впливу зовнішніх факторів на ефективність машинобудівного підприємства у цілому, зокрема окремих виробництв.

Результати моделювання виробництва деталей гірничорудних машин і механізмів дозволили виявити додаткові резерви підвищення прибутку підприємства за рахунок оптимального перерозподілу коштів на закупівлю коштовних дефіцитних ресурсів, зокрема різноманітного роду легуючих елементів, які необхідні для забезпечення заданої експлуатаційної надійності виробів. Розроблений комплекс економіко-математичних моделей дозволив на стадії запуску у виробництво оцінити ефективність запропонованих різноманітних технологій та технологічних засобів. За результатами моделювання створено основу для оптимального управління виробничим процесом виготовлення гірничорудних машин і механізмів та забезпечення випуску цієї продукції в задані терміни відповідно вимог замовника.

Запропонований комплекс моделей і технологія економіко-математичного моделювання можуть бути використані для підвищення ефективності управління не тільки виробництвом продукції для гірничорудного комплексу, але і машинобудівним підприємством у цілому. Отримані розробки складають основу для створення комп'ютерної системи підтримки прийняття оптимальних управлінських рішень, яку буде в максимальному ступені адаптовано щодо складних виробничих умов крупного машинобудівного підприємства.

Література

1. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике: Учебник / Под общ.ред. д.э.н., проф. А.В. Сидоровича; МГУ им. М.В. Ломоносова. – М.: Издательство «Дело и сервис». 2001. – 368 с.
2. Горчаков А.А., Орлова И.В. Компьютерные экономико-математические модели: Учеб. пособие для вузов. - М.: Компьютер, ЮНИТИ, 1995. - 136 с.
3. Проволоцкий А.Е., Паршина Е.А. Проблемы разработки комплексной технологии изготовления деталей ответственного назначения // Вісті Академії інженерних наук України. - 1999. - №4. - С. 10-12.

Рекомендовано до публікації
д.е.н., проф. Кочура Є.В. 16.03.05

Надійшла до редакції
28.02.05