

УДК 330.46

А.А. ГАРЕНКО, аспірант, Є.В. КОЧУРА, д-р техн. наук, проф.
Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ ДРОБАРНИХ ФАБРИК

Розроблено економічний критерій для проведення стратегії зменшення собівартості продукції дробарної фабрики, що працює в умовах багатозонального тарифу на електроенергію. Розроблено імітаційну економіко-математичну модель для дослідження процесу формування собівартості продукції дробарної фабрики згідно технологічної схеми дробильного комплексу Інгулецького ГЗК.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Важливість процесу дроблення сировини в різних галузях, наприклад таких як гірничо-збагачувальна галузь, будівництво, неможливо перебільшити. Тому, безсумнівно, проблема зниження собівартості продукції даних об'єктів хазяйнування є актуальною. На даний момент структура собівартості продукції дробарних фабрик має такі особливості: близько 55-60 % собівартості складається за рахунок витрат на електроенергію, що витрачається на виробництво продукції. Дане співвідношення пов'язане з такими факторами, як відмови устаткування, неефективна організація праці, особливості роботи гірничо-видобувного та гірничотранспортного комплексу, а також погодних умов. По питанням зниження енергетичної складової собівартості було написано багато робіт, але представлені в них методи зниження собівартості за рахунок зменшення енергетичної складової або потребують великих капітальних вкладень, або змінення технології видобутку сировини. Звідси постає проблема пошуку методики зниження собівартості продукції за рахунок енергетичної складової без залучення значного капіталу та без зміни технології.

Собівартість продукції є одним з узагальнюючих показників, який характеризує найрізноманітніші сторони діяльності підприємства та його цехів [6]. Тому питання зниження собівартості продукції є актуальним у різних галузях економіки та виробництва і притягає до себе увагу багатьох фахівців. Особливу увагу було приділено ресурсоемним виробництвам, пов'язаним з видобутком та подальшим використанням корисних копалин, як то збагачення руд, або приведення до необхідної кондиції та безпосереднє використання у виробництві.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питаннями збільшення ефективності роботи гірничо-збагачувальних комбінатів займалися такі фахівці як Воронов, Кочура Є.В., Панченко, Аністратов Ю.І., Яковлев В.А., Цеховой А.Ф., Дронов М.М., Прокопенко та ін.

Питання ефективної роботи підприємств будівельної галузі були розглянуті такими авторами як В.Я. Валожинич, А.Г. Смірнов, В.Д. Воробйов, В.А. Громов, В.Г. Ляшенко, Ю.Д. Буянов, А.М. Гейман, А.П. Давидович та ін.

Загальною рисою для обох галузей виробництва є видобуток корисних копалин та підготовчий етап дроблення сировини.

У роботах вищезначених авторів визначається багато шляхів впливу на показники ефективності роботи підприємств даних галузей, в тому числі - на собівартість продукції. Однак в даних роботах розглянуто зниження собівартості виключно кінцевого продукту. Без врахування того, що у складі великих підприємств, як наприклад, гірничо-збагачувальний комбінат, кар'єр, дробарна фабрика, збагачувальна фабрика можуть бути окремими об'єктами хазяйнування та підприємницької діяльності.

У роботі [1] вважають, що основним методом зниження витрат на переробку руд чорних та кольорових металів є покращення фрагментації руди на стадії буро-підричних робіт та дроблення; в [2] увага акцентувалася виключно на проблемах гірничотранспортного комплексу та впровадження там автоматизованих систем управління без розгляду їх впливу на режим роботи ГЗК у цілому; робота [3] присвячена особливостям видобутку руди на Лебединському ГЗК, використанню інформаційних систем та результатам їх впровадження, а також перспективам розвитку даного ГЗК; у роботі [4] було проаналізовано середні витрати на кожен етап технологічного процесу видобутку та переробки руди. Були зроблені висновки про зменшення витрат еле-

ктроенергії на процес дроблення шляхом більшого подрібнення на етапі видобутку руди за рахунок зміни технології видобутку.

Постановка завдання. Виходячи із результатів аналізу стану формування собівартості продукції дробарної фабрики, можна зробити висновок про те, що процес формування собівартості продукції досліджено недостатньо. Процес формування собівартості продукції дробарної фабрики було розглянуто опосередковано крізь призму процесу формування собівартості продукції підприємства у складі якого знаходиться дробарна фабрика. Дане питання було розглянуто зі сторони методів видобутку руди, а саме був зроблений акцент на питанні поліпшення фрагментації руди на етапі кар'єрного видобутку [1], а також вивчення залежності показників ефективності роботи гірничо-збагачувального комбінату від таких факторів як параметри вхідного рудопотоку [5].

Тому метою даної роботи є розробка економіко-математичної імітаційної моделі зниження собівартості продукції дробарної фабрики для дослідження процесу формування собівартості продукції.

Викладення матеріалу та результати. Моделювання процесу формування собівартості продукції дробарних фабрик складається з таких етапів:

аналіз передумов та апріорної інформації для розробки економічного критерію оптимізації;

аналіз особливостей моделювання процесів оперативного управління та планування подачі сировини на підприємство;

обґрунтування вибору типу моделі та структури моделі;

розробка економіко-математичної моделі для дослідження залежності собівартості продукції дробарних фабрик від характеристик рудопотоку та тарифної сітки на електроенергію.

Виходячи з того, що досліджень стосовно дробарної фабрики як окремого об'єкту хазяйнування не проводилося, аналіз слід розпочати з питань, які були розглянуті для підприємств, в які дробарна фабрика входить як структурна одиниця, тобто гірничо-збагачувальному комплексі (ГЗК). З [5] відомо, що процес зміни електричних навантажень, що створює збагачувальна фабрика, залежить від динаміки процесів рудопідготовки та гірничотранспортних процесів. Тому зниження енергетичних витрат на етапі кар'єрних робіт та в гірничотранспортному комплексі не обов'язково призведуть до зменшення загальних енергетичних витрат, а навпаки можуть привести до їх збільшення. Причина цього - в зміні динаміки подачі руди. Також процес зміни електричних навантажень, що створює збагачувальна фабрика, залежить від коливань якісних характеристик переробленої руди (твердість, крупність, масова доля заліза) при постійних об'ємах її переробки, тобто від динаміки гірничотранспортних процесів та рудопідготовки [5].

Відомо, що оплата за електричну енергію згідно багатозонального тарифного коефіцієнту в загальному вигляді є

$$C_{el} = \sum_{n=1}^3 C_{одел} K_{m_n} A_n, \quad (1)$$

де C_{el} - загальні витрати на споживану електроенергію; $C_{одел}$ - ціна за одиницю спожитої електроенергії; K_{m_n} - тарифний коефіцієнт n -ї зони; A_n - кількість енергії спожитої в n -ій тарифній зоні.

Виходячи з того, що [5]

$$A = Pt, \quad (2)$$

формуємо основне рівняння розрахунку енергетичної складової собівартості продукції дробарної фабрики для тризонного тарифу на електроенергію

$$C_{el} + C_{одел} K_{m_1} \sum_0^{t_1} P(t) + C_{одел} K_{m_2} \sum_{t_1}^{t_2} P(t) + C_{одел} K_{m_3} \sum_{t_2}^{t_3} P(t) + C_{одел} K_{m_2} \sum_{t_3}^{t_4} P(t) + C_{одел} K_{m_3} \sum_{t_4}^{t_5} P(t) + C_{одел} K_{m_1} \sum_{t_5}^{t_6} P(t) \rightarrow \min. \quad (3)$$

В умова двозонного тарифу на електроенергію, рівняння буде мати вигляд

$$C_{el} + C_{одел} K_{m_1} \sum_0^{t_1} P(t) + C_{одел} K_{m_2} \sum_{t_1}^{t_2} P(t) + C_{одел} K_{m_1} \sum_{t_2}^{t_3} P(t) \rightarrow \min. \quad (4)$$

Отже, питомі витрати на електроенергію на одиницю продукції будуть дорівнювати

$$C_{num} = (C_{el} / Q) \rightarrow \min, \quad (5)$$

де C_{num} - питомі витрати на електроенергію на одиницю продукції, Q - загальний об'єм виробленої продукції.

Через те, що показником ефективності роботи підприємства вважається показник собівартості на одиницю продукції, то критерій оптимізації буде мати вигляд

$$C_{cp} = C_{cnyl} + C_{cnyz} = C_{cnyl} + C_{cnyzl} + C_{num} \rightarrow \min, \quad (6)$$

де C_{cp} - собівартість одиниці продукції, C_{cnyl} - умовно-постійна складова питомих витрат, C_{cnyz} - змінна складова питомих витрат, C_{cnyzl} - умовно-постійна складова змінних витрат. Враховуючи даний критерій оптимізації було побудовано економіко-математичну імітаційну модель.

Економіко-математична модель є концентрованим виразом існуючих взаємозв'язків і закономірностей процесу функціонування економічної системи в математичній формі і складається із сукупності пов'язаних між собою математичних залежностей у вигляді формул, рівнянь, нерівностей, логічних умов та факторних величин, всі або частина яких має економічний зміст.

При виборі структури моделі потрібно в першу чергу виходити з вимог до моделі.

Структура моделі, що обрана, є основою для розробки економіко-математичної імітаційної моделі процесу формування собівартості продукції дробарних фабрик (рис. 1).



Рис. 1. Детальна структура моделі дослідження процесу формування собівартості продукції дробарних фабрик

За основу для побудови моделі було взято технологічну схему дробарної фабрики Інгулецького гірничо-збагачувального комбінату (ІнГЗК).

Схему імітаційної економіко-математичної моделі для дослідження процесу формування собівартості продукції дробарної фабрики зображено на рис. 2.

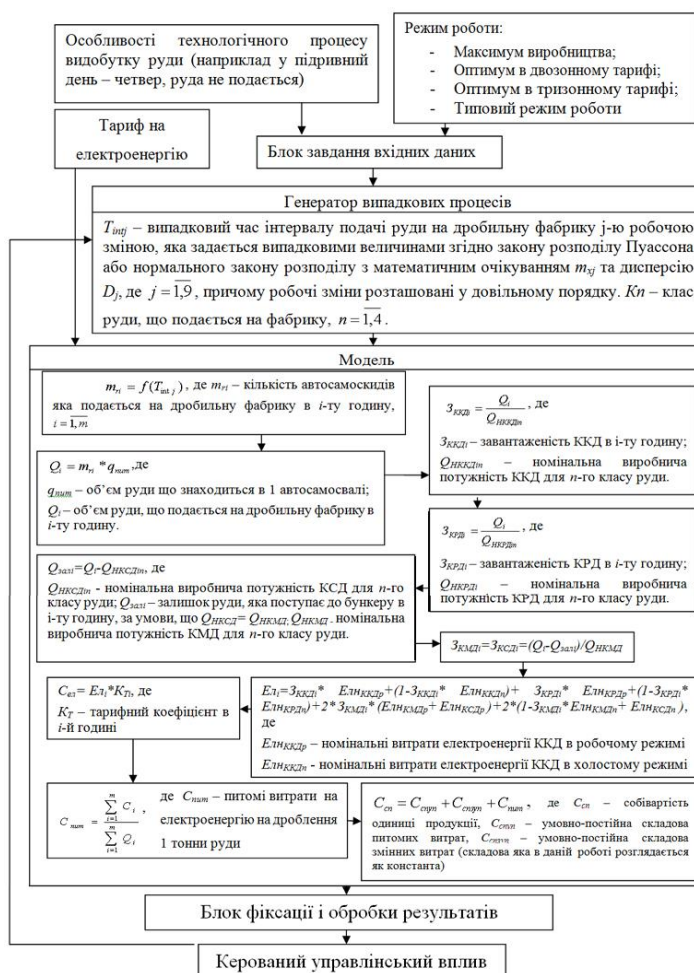


Рис. 2. Схема імітаційної економіко-математичної моделі

Дана модель буде використана для дослідження залежності собівартості продукції дробарних фабрик та параметрами рудопотоку в умовах багатозонального тарифу на електроенергію на прикладі технологічної схеми дробарної фабрики Інгулецького ГЗК.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розроблено економічний критерій для проведення стратегії зменшення собівартості продукції дробарної фабрики, що працює в умовах багатозонального тарифу на електроенергію. Розроблено імітаційну економіко-математичну модель процесу формування собівартості продукції згідно технологічної схеми дробильного комплексу Інгулецького ГЗК. На основі даної імітаційної економіко-математичної моделі в перспективі буде побудована система підтримки прийняття рішень і моніторингу процесів, що впливають на собівартість для забезпечення найбільш ефективного режиму роботи підприємства в умовах багатозонального тарифу на електроенергію.

нергію.

Список літератури

1. Аністратов Ю.І. Расчетно-теоретические предпосылки энергосбережения на рудных карьерах/ Аністратов Ю.І., Гончаров С.О. // Горный журнал, 2009 - №11 - С. 21-23.
2. Трубецкой К.М. Автоматизация управления горнотранспортными комплексами в карьерах/ Трубецкой К.М., Клебанов О.Ф., Володимиров Д.Я. // Горный журнал, 2009 - №11 - С. 38-41.
3. Дронов М.М. Опыт работы карьера Лебединского ГОКа: гигантские масштабы, оригинальные технологии, перспективы развития/ Дронов М.М., Єфремов Ю.І., Беклемищев А.М. // Горный журнал - 2009 - №11 - С. 88-91.
4. Дремін А.А. Стратегия энергосбережения при добыче и переработке железных руд/ Дремін А.А. // Горный журнал, 2006 - №12 - С. 45-47.
5. Кочура С.В. Развитие научных основ автоматизации процесов обогачення руд с целью энергосбережения: автореф. дис. докт. техн. наук: спец. 05.13.07 «Автоматизация технологических процессов и производств»/ Кочура Євгеній Віталійович; Гос. Горная академия Украины. – Днепропетровск, 1996 . – 42 с.
6. Бенуні А.Х., Протасов В.Ф. Анализ производственной и хозяйственной деятельности горнообогатительных предприятий - М., «Недра», 1976 - 168 с.

Рукопис подано до редакції 01.06.12

УДК 622.013:622.272

С.О. ПОПОВ, д-р техн. наук, проф., І.І. МАКСИМОВА, аспірантка
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНДИЦІЙ ТА КОНТУРУ ЗАПАСІВ ЗАЛІЗНИХ РУД ПРИ ЇХ ПІДЗЕМНОМУ ВИДОБУТКУ

Розглянуто економічні аспекти вибору контуру запасів залізних руд при їх підземному видобутку на основі визначення кондицій. Представлено систему показників для економічного обґрунтування параметрів кондицій у сучасних умовах діяльності гірничодобувного підприємства з підземним способом видобутку залізних руд.

Проблема і її зв'язок з науковими та практичними задачами. На сучасному етапі промислово-економічного розвитку спостерігається тенденція до зростання потреб різних галузей господарства в гірничо-металургійній продукції, що обумовлюється впливом двох основних складових:

рівень матеріального виробництва, зростання якого безпосередньо впливає на збільшення потреб у гірничій сировині [1];

результати науково-технічного прогресу, технологічне та технічне забезпечення видобувного процесу, що у підсумку проявляється у відносному зниженні собівартості видобутку і переробки руд, а також зміні структури витрат.

Актуальним завданням гірничодобувних підприємств стає оптимізація обсягів виробництва по руді та готовій металургійній продукції, підтримка стабільної виробничої потужності шахт, раціональне використання запасів родовища з урахуванням сукупності соціально-економічних, виробничо-технологічних, організаційних, екологічних, правових та інших чинників.

У цих умовах основним фактором стійкого економічного розвитку гірничодобувних підприємств є забезпечення сировинної бази, яка характеризується наявністю необхідних обсягів запасів корисних копалин. Класифікація запасів залізних руд відбувається на основі встановлення параметрів кондицій та відповідного оконтурення запасів родовища згідно з гірничотехнічними, гірничо-геологічними параметрами покладу, технологічними можливостями розробки та економічною ефективністю. Раціональний вибір контуру обумовлює обсяг запасів залізних руд, які придатні для розробки, що у підсумку впливає на економічні показники видобутку.

На сьогодні, у зв'язку з динамікою ринкових умов, зміною технічних та економічних можливостей підприємства, визначення кондицій та вибір контуру запасів повинен здійснюватись на основі техніко-економічного обґрунтування та виконання відповідних економічних оцінок.

Аналіз досліджень і публікацій. Науковим дослідженням у сфері геолого-економічної оцінки запасів родовищ корисних копалин присвячені праці вітчизняних та закордонних науковців, що дозволяє узагальнити наявний досвід з цього питання.

Основним нормативним документом, що регламентує порядок розробки та техніко-економічного обґрунтування кондицій на залізну руду для підрахунку запасів, є «Положення про порядок розробки та обґрунтування кондицій на мінеральну сировину для підрахунку запа-