

Степанкіна Ірина Борисівна, старший викладач,
ДВНЗ «Криворізький національний університет», irischca.s@mail.ru

АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОДНОКАНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНО-КОНВЕЄРНОГО КОМПЛЕКСУ КАР'ЄРУ

Стійкість роботи гірничодобувного підприємства в цілому залежить від сталого функціонування транспортно-технологічного комплексу кар'єру. Інтенсифікація робочих процесів сучасних рудних кар'єрів досягається за рахунок циклічно-поточної технології (ЦПТ) комбінованих транспортних схем.

У реальних умовах досить складно організувати скоординовану та надійну взаємодію автомобільного та конвеєрного транспорту, оскільки неможливо врахувати значну кількість стохастичних і детермінованих причин, які викликають нестабільність функціонування автомобільно-конвеєрного комплексу (АКК). Виходячи з цього, актуальним науковим завданням є підвищення ефективності взаємодії автомобільної та конвеєрної складових транспортно-технологічного комплексу кар'єру шляхом забезпечення необхідної надійності й рівномірності їх роботи.

Для вирішення такого завдання проведено математичне моделювання автомобільно-конвеєрного комплексу кар'єру як системи масового обслуговування (СМО) з відмовами з урахуванням, що АКК складається з двох підсистем: технологічного автотранспорту і конвеєрного транспорту. В результаті визначені граничні ймовірності станів АКК, а також відносна та абсолютна пропускна здатність комплексу, ймовірність його відмови.

Знайдені залежності визначають ймовірність можливості вивантаження гірничої маси, що доставляється кар'єрними самоскидами для переробки в дробильно-перевантажувальній установці (ДПУ), та ймовірність відмови у вивантаженні гірничої маси. У випадку зайнятості ДПУ робота комплексу перелаштовується за магістральною схемою або гірничу масу відвантажується у внутрішньокар'єрний склад чи бункер.

Аналіз математичної моделі функціонування АКК як одноканальної системи масового обслуговування показав, що управління комплексом у цьому випадку здійснюється двома керуючими впливами: коригуванням інтенсивності потоку кар'єрних самоскидів, які транспортують гірничу масу, та регулюванням інтенсивності вивантаження сировини.

Для поглибленого дослідження надійності взаємодії виконано оптимізацію параметрів функціонування автомобільно-конвеєрного комплексу, в якості критерію якої обрано функціонал, що характеризує економічні витрати, пов'язані з особливостями роботи комплексу як одноканальної СМО з відмовами:

$$\Phi = c_1 \cdot N_1 \cdot T_1 + c_0 \cdot N_{\text{відм}} \cdot T_0, \quad (1)$$

тут c_1 – питомі витрати, пов’язані з обробкою гірничої маси, доставленої кар’єрними самоскидами в ДПУ, грн/самоскид·год; T_1 – час обробки гірничої маси в ДПУ, год; c_0 – питомі витрати, пов’язані з відмовою в обробці гірничої маси, доставленої кар’єрними самоскидами, грн/самоскид·год; T_0 – час, протягом якого оцінюється величина економічних витрат, год; N_1 – число кар’єрних самоскидів, що відвантажили гірничу масу на обробку в ДПУ за час T_0 ; $N_{\text{відм}}$ – число кар’єрних самоскидів, яким відмовлено у відвантаженні гірничої маси на обробку в ДПУ за час T_0 . Крім того, при аналізі економічних витрат на основі даного функціоналу враховано умову видобутку необхідного обсягу гірничої маси для доставки на переробку в ДПУ:

$$N_1 \cdot m \geq M_0, \quad (2)$$

де m – вантажопідйомність кар’єрного самоскида, т; M_0 – заданий обсяг гірничої маси, що доставляється на обробку в ДПУ за час T_0 , т.

Завдання оптимізації функціонування АКК сформульовано як мінімізація економічних витрат, обумовлених функціоналом (1), при врахуванні обмеження (2). Функціонал (1) – випадкова величина, тому для вирішення завдання в детермінованій постановці були використані числові характеристики випадкових величин і розглянуто математичне очікування функціонала як спосіб його усереднення.

Рішення завдання оптимізації функціонування АКК отримано у вигляді:

$$P_{0opt} = \begin{cases} \frac{1}{2\epsilon_1}, & \text{якщо } \frac{1}{2\epsilon_1} > M_0, \\ M_0, & \text{якщо } \frac{1}{2\epsilon_1} \leq M_0, \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{де } \epsilon_1 = \frac{c_1}{c_0}, \quad M_0 = \frac{M_0}{N_0 \cdot m}.$$

Знайдені залежності дозволяють обчислити оптимальну пропускну здатність, а також оптимальну ймовірність відмови автомобільно-конвеєрного комплексу і оптимальну величину зведеної інтенсивності переробки гірничої маси в ДПУ. Аналіз отриманих залежностей показує, що при $\epsilon_1 = 1$ має місце мінімум економічних витрат, пов’язаних з обробкою в ДПУ гірничої маси, доставленої кар’єрними самоскидами; при зростанні відносної вартості переробки гірничої маси в ДПУ мінімальні економічні втрати зменшуються.

Для перевірки математичних моделей автомобільно-конвеєрного комплексу кар’єру планується провести імітаційне моделювання взаємодії складових АКК.