

І.Є. Григор'єв, аспір.
С.В. Якімьонко, аспір.
 Криворізький технічний університет

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ КОМУНІКАЦІЙ У КАР'ЄРАХ

(Представлено д.т.н. С.О. Жуковим)

Запропоновано метод оптимізації траси кар'єрних вантажоперевезень із застосуванням теорії графів, який дозволяє розрахувати положення траншеї аналітично без перебору варіантів.

На сучасних відкритих розробках транспортування гірничої маси є один із найбільш трудомістких процесів технологічного комплексу. Вартість переміщення гірської маси становить 40–50 % витрат на видобуток корисних копалин. Одним із засобів зменшення собівартості руди – скорочення вантажної роботи з переміщення гірничої маси за рахунок вибору раціональної траси автомобільних з'їздів.

В даний час існує ряд методів вирішення даної проблеми. Задача оптимізації траси розглядалася О.Б. Сінельниковим, В.А. Галкіним [4], С.В. Літвіновим [3], В.Н. Капланом [1]. Але найбільш раціональним є метод запропонований професором В.Ф. Бизовим [2]. При розв'язанні даної задачі ним була застосована теорія графів.

Для аналітичного її опису використовується розгортка ділянки борта кар'єру і вводиться плоска система координат (рис. 1).

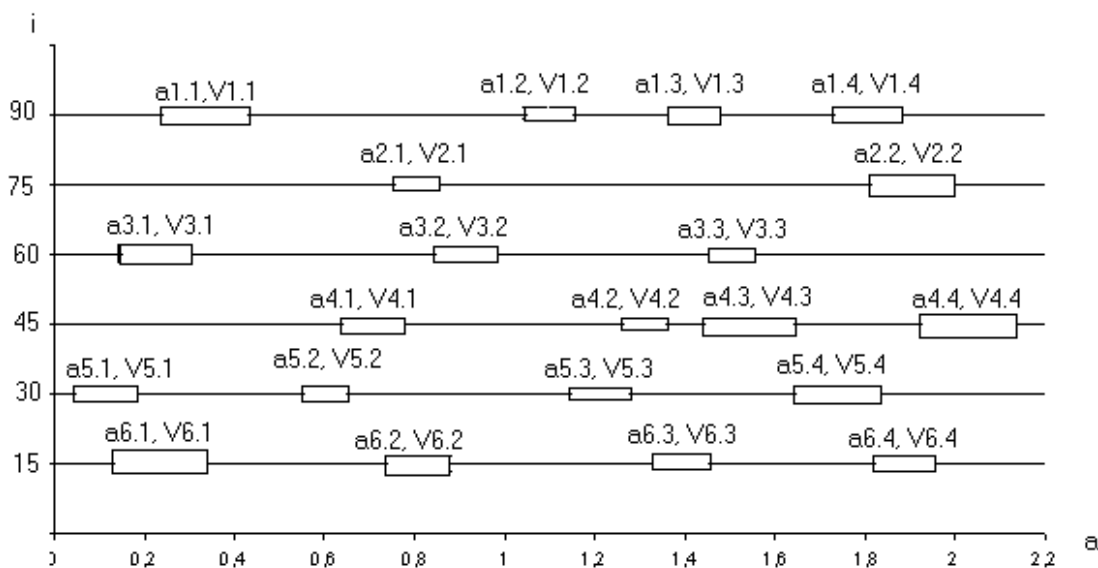


Рис. 1. Розгортка ділянки борта кар'єру

Ділянка борта кар'єру містить видобувні блоки з обсягами $\{V_{ij}; i = 1...M; j = 1...N\}$ і з їхніми центрами мас у прийнятій системі координат $\{a_{ij}; i = 1...M; j = 1...N\}$, де i – номер горизонту, M – максимально можлива кількість горизонтів, j – номер блока на горизонті, N – максимальна кількість блоків на горизонті. Положення усереднювального складу на горизонті 90 м характеризується точкою $x_{1,1}$, що відповідає виходу траншеї на горизонт. Висоту уступу і ширину робочих площадок приймають однаковими для всіх горизонтів.

Сумарний обсяг перевезень для всіх горизонтів дорівнює:

$$V = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N Q_i \tag{1}$$

Координати точок виходу траншеї на горизонт визначаються за такою формулою:

$$x_{ij} = x_{1,1} + (2i - j - 1)h/tg \alpha \tag{2}$$

де i – номер горизонту; j – номер точки траншеї на обрії зліва праворуч; h – висота уступу; i – керований ухил траншеї.

Відстань транспортування руди з блоків обчислюють за формулою:

$$l_{ij} = |x_{ij} - a_{ij}|. \tag{3}$$

У даному методі за формулою (2) обчислюються координати виходу траншей на горизонт і характеристичні обсяги перевезень руди на кожному горизонті:

$$Q_{ij} = \sum_{j=1}^{N_i} V_{ij} |x_{ij} - a_{ij}|.$$

Потім визначаються знизу вгору наростаючі обсяги перевезень. У кожній точці на горизонті, що розташований вище, розраховуються два показники: перший дорівнює сумі обсягів перевезень у даній точці й обсягу в точці, що розташована зліва на нижньому горизонті, другий – сумі цих обсягів для правої точки. Оптимальне положення траншеї встановлюється, виходячи з умови мінімуму вантажної роботи, і можливою з'єднання точок виходу траншей на горизонт у відповідності до схеми. Потім будується граф багатоваріантності та положення точок звозу на кожному горизонті визначається положенням пункту доставки. При цьому не враховується розподіл значень обсягів видобутку по горизонтах. Примикання здійснюється на керованому ухилі, проте, відповідно до “Норм технологічного проектування гірничодобувних підприємств чорної металургії з відкритим способом розробки”, для автосамоскидів необхідно влаштувати через кожні 600 м ділянки довжиною не менше 50 м з ухилом не більш 20 %. Далі наводиться метод оптимізації форми траси траншей, що дозволяє врахувати дані зауваження.

При визначенні точки виходу траншеї на горизонт повинна дотримуватися дана умова мінімуму вантажної роботи:

$$\sum_{i=1}^{M_i} Q_{ij} \rightarrow \min.$$

Координата виходу траншеї на горизонт обчислюється за такою формулою:

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^{N_i} a_{ij} V_{ij}}{\sum_{j=1}^{N_i} V_{ij}}. \tag{4}$$

Необхідно зазначити, що дана формула справедлива лише для самого нижнього горизонту. Координату виходу траншей для горизонтів, що розташовані вище, варто обчислювати із врахуванням вантажної роботи на горизонтах, які розташовані нижче:

$$x'_i = \frac{x'_{i-1} * \sum_{j=1}^{M-1} \sum_{i=1}^{N_j} V_{ij} + x_n * \sum_{j=1}^{N_i} V_{ij}}{\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^{N_j} V_{ji}}. \tag{5}$$

Тоді вантажна робота на окремо взятому горизонті буде дорівнювати:

$$Q_i = \sum_{j=1}^{N_i} |x'_i - a_{ij}| * V_{ij}. \tag{6}$$

Загальна вантажна робота обчислюється за такою формулою:

$$Q = \sum_{i=1}^M Q_i. \tag{7}$$

Алгоритм реалізації методу

1. Розглянемо ділянку борта кар'єру, який складається з шести робочих горизонтів, на кожному відомі значення обсягів видобутку руди в блоках ($V_{i,j}$). У прийнятій системі координат визначені координати центру мас кожного блока ($a_{i,j}$). Обсяги блоків і координати їхніх центрів подані в табл. 1.

Таблиця 1

Горизонт	Координати центру блока № 1, км	Обсяг руди, тис. т	Координати центру блока № 2, км	Обсяг руди, тис. т	Координати центру блока № 3, км	Обсяг руди, тис. т	Координати центру блока № 4, км	Обсяг руди, тис. т
90	0,3	450	1,1	210	1,4	320	1,8	440
75	0,8	240	1,9	550	—	—	—	—
60	0,2	500	0,9	400	1,5	200	—	—
45	0,7	340	1,3	230	1,5	480	2,0	560
30	0,1	220	0,6	180	1,2	200	1,7	400
15	0,2	600	0,8	300	1,4	210	1,9	200

2. За формулою (4) розрахуємо точку звозу нижнього горизонту: $x_i = 0,789$.

3. Тепер, відповідно до формули (5), визначаємо значення x_i для кожного горизонту, крім самого нижнього ($x_6 = x_6'$). Так, $x_1' = 1,115$; $x_2' = 1,112$; $x_3' = 1,040$; $x_4' = 1,138$; $x_5' = 0,902$. Відповідно до отриманих даних будемо трасу (рис. 2).

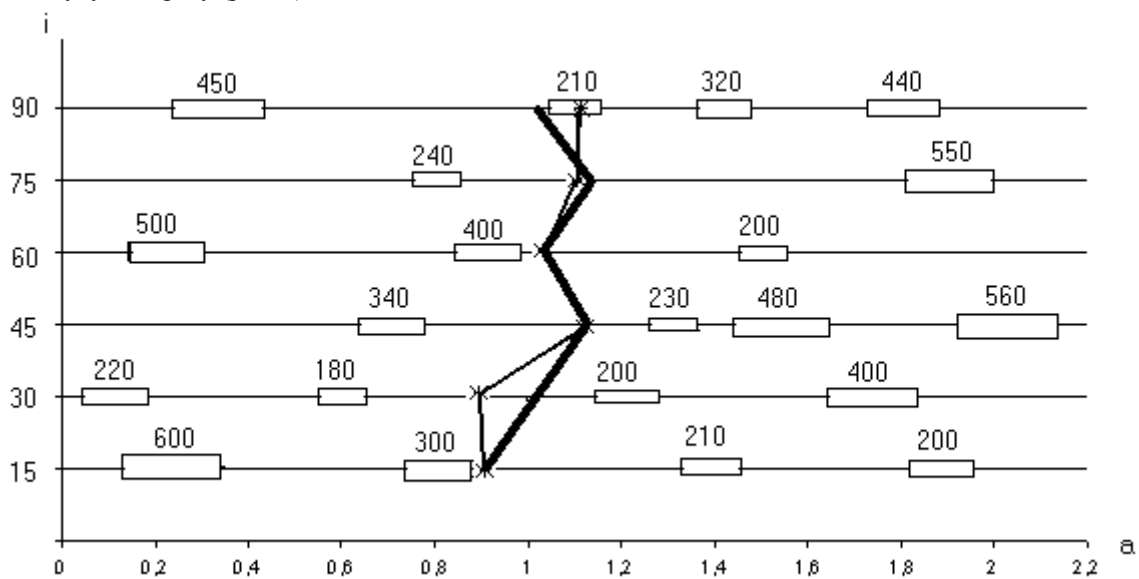


Рис. 2. Схема розташування траси

4. За формулою (6) визначимо вантажну роботу на кожному горизонті. Дані представимо у вигляді таблиці (табл. 2).

Таблиця 2

Горизонт	15	30	45	60	75	90
Вантажна робота, тис. т км	707	610	843	568	508	762

5. Дані про наростаючі обсяги перевезення руди в точках виходу траншей на горизонт, подані в табл. 3.

Таблиця 3

Горизонт	15	30	45	60	75	90
Наростаючі обсяги перевезень, тис. т км	707	1317	2160	2728	3236	3998

Сумарна вантажна робота дорівнює 3998 тис. т км.

Використовуючи метод, заснований на теорії графів [2], розрахуємо положення траси і визначимо вантажну роботу. Розрахунки, відповідно до даних табл. 1, наведені в табл. 4, 5.

Таблиця 4

Горизонт	Характеристичні обсяги перевезень в точках виходу траншей на горизонти, тис. т км					
	1	2	3	4	5	6
90	816	—	—	—	—	—
75	574	512	—	—	—	—
60	480	540	680	—	—	—
45	1250	1064	878	692	—	—
30	670	630	590	550	590	—
15	739	717	755	853	951	1091

Таблиця 5

Горизонт	15	30	45	60	75	90
Наростаючі обсяги перевезень, тис. т км	755	1345	2223	2763	3275	4091

Сумарна вантажна робота дорівнює 4091 тис. т км.

З наведених результатів можна зробити висновок, що вантажна робота з методу графів більша, ніж за запропонованим методом.

Даний метод дозволяє розрахувати положення траншей аналітично, без перебору варіантів. Для практичного використання запропонованого методу складена програма в Excel, що дозволяє прорахувати необмежену кількість варіантів із різноманітним набором сукупності блоків.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Автоматизированное проектирование карьеров / В.С. Хохряков, С.В. Корнилков, Г.А. Неволин, В.М. Каплан / Под ред. В.С. Хохрякова. — М.: Недра, 1985. — 263 с.
2. Бызов В.Ф. Усреднительные системы на горно-обогатительных предприятиях. — М.: Недра, 1988. — 224 с.
3. Литвинов С.В. Обоснование рациональных схем пересечения автомобильных и железных дорог карьеров: Дис.... к.т.н.: 05.15.03. — Кривой Рог, 1990. — 154 с.
4. Синельников О.Б., Галкин В.А. Планирование расположения съездов на Сорском карьере. — М.: Недра, 1977. — 56 с.

ГРИГОР'ЄВ Ігор Євгенович – аспірант Криворізького технічного університету.

Наукові інтереси:

– розробка родовищ корисних копалин.

ЯКІМЬОНОК Сергій Володимирович – аспірант Криворізького технічного університету.

Наукові інтереси:

– розробка родовищ корисних копалин.

Подано 5.06.2001

УДК 622(035)

Обоснование рационального размещения транспортных коммуникаций в карьерах / И.Е. Григорьев, С.В. Якимёнок

Предложен способ оптимизации трассы карьерных грузоперевозок с использованием теории графиков, который позволяет рассчитать положения траншей аналитически без перебора вариантов.

УДК 622(035)

Substantiation of rational accommodation of the transport communications in carees/ I.E. Grigoryev, S.V. Yakimyonok

The way of optimization of career's load transportation road using the theory of the diagrams which allows to calculate the position of trenches analytically without sorting of variants is offered.

Григорьев И.Е., Якимёнок С.В. Обоснование рационального размещения транспортных коммуникаций в карьерах

Grigoryev I.E., Yakimyonok S.V. Substantiation of rational accommodation of the transport communications in carees

Григор'єв І.Є., Якимьонюк С.В. Обґрунтування раціонального розташування транспортних комунікацій у кар'єрах