

СУЧАСНІ МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ КАР'ЄРІВ

*О. О. Фролов, канд. техн. наук (НГУУ "КПІ"),
Д. Г. Биков, інж. (ВАТ "Полтавський ГЗК")*

Представлен анализ существующих методов проектирования карьеров. Рассмотрены современные методы проектирования с помощью пакетов прикладных программ Getcom for Windows и SurvCADD.

Проектування гірничих підприємств традиційними методами, зокрема для розробки родовищ корисних копалин відкритим способом, є дуже трудомістким і тривалим процесом. Це пов'язано з тим, що необхідно враховувати велику кількість природних, технічних і технологічних факторів [1]. Крім того, гірничі підприємства є динамічними об'єктами, які розвиваються впродовж кількох десятиліть у просторі і часі. Від початку будівництва до погашення гірничих робіт вони знаходяться в безперервному розвитку – змінюється глибина розробки, довжина транспортних комунікацій та гірничо-геологічні умови. Тому проектування гірничих підприємств, особливо потужних глибоких кар'єрів зі складною структурною будовою, являє собою складну техніко-економічну задачу. Тривалість виконання проектних робіт для великого кар'єра складає, як правило, кілька років. Проектування здійснюється мережею галузевих проектних інститутів та субпідрядними проектними організаціями, кінцевим результатом яких є пояснювальна записка об'ємом до 800 сторінок тексту та до 60 аркушів креслень. Однак, як показує практика, через 7–12 років проектні рішення переглядаються і в подальшому подаються у вигляді проектів реконструкції. Таким чином, при розробці родовищ корисних копалин ведеться фактично безперервне проектування, на яке витрачаються значні кошти.

Такий підхід до проектування потребує великої кількості розрахункових операцій і при звичайних способах розрахунків значно підвищує трудомісткість робіт. Перехід до більш досконалих методів проектування почався в 70-і роки ХХ століття і ґрунтувався на широкому впровадженні електронно-обчислювальних машин та створенні систем автоматизованого проектування гірничих підприємств (САПР) [2]. Це значною мірою позбавило проектувальників технічної роботи і якісно змінило технологію проектування.

Однак САПР не набули поширення при проектуванні кар'єрів. Основними причинами цього є:

- унікальний характер об'єктів, що проектуються;
- різноманітність природних, технологічних і економічних факторів, які є взаємно пов'язаними і мають невисоку ступінь достовірності вхідних даних;
- великий об'єм графічної інформації у вхідних і вихідних даних;
- недостатній рівень програмного та технічного забезпечення САПР;

недостатня кількість спеціалістів в області автоматизованого проектування.

Внаслідок цього застосування САПР обмежилось розв'язанням окремих локальних задач, не пов'язаних між собою.

З розвитком комп'ютерних технологій і розв'язанням деяких вищевказаних проблем стало можливим розв'язання комплексних задач. В результаті були розроблені і застосовані пакети програм для проектування вугільних розрізів на родовищах Кансько-Ачинського та Кузнецького басейнів [3].

Функціональна частина програмного забезпечення подається окремими блоками, побудованими за модульним принципом. Організація роботи всіх блоків здійснюється єдиною керуючою програмою. Основні блоки системи пов'язані між собою логікою процесу проектування та інформаційно.

Процес проектування базується на системно-цільовому підході до об'єкту, що проектується, з урахуванням взаємозв'язку геологічних, геомеханічних і технологічних умов родовища при відробці поля кар'єру.

Програмне забезпечення системи подане у вигляді пакетів прикладних програм. Це дозволяє використовувати усі переваги модульного принципу побудови, зокрема можливість заміни застарілих модулів новими.

Пакет прикладних програм ГТР-1, призначений для автоматизації гірничо-геометричних розрахунків при проектуванні вугільних розрізів, застосовується для умов пластових горизонтальних і похилих родовищ при веденні робіт однобортової системи розробки. Кількість розроблюваних пластів від 1 до 11. Розрахунки проводяться за етапами розробки розрізу, найбільша кількість яких – 49.

Інформаційне забезпечення пакета включає:

геолого-геометричну інформацію, яка відображає просторове розташування формуютьючих елементів і якісних компонентів корисних копалин і вмшуючих порід;

інформацію про технологічні параметри різних систем розробки, граничних і проміжних контурів розрізу.

До недоліків цього пакету належить його вузька спрямованість, внаслідок чого він не може застосовуватися для проектування кар'єрів з поглиблювальною системою розробки. Крім того, будь-яке завдання може виконуватися тільки один раз. Тому, якщо користувач вимагає виконати одне й те саме завдання кілька разів, всі обчислення повторюються спочатку.

Пакет прикладних програм ГТР-3 призначений для автоматизації гірничо-геометричних розрахунків при проектуванні внутрішніх відвалів на родовищах горизонтального та похилого типу. Пакет дозволяє розраховувати необхідні показники для аналізу режиму відвалоутворення при різних схемах розміщення і формування відвалів у конкретних геологічних умовах. Технічні засоби та інформаційне середовище аналогічні застосованим у пакеті ГТР-1.

Пакети прикладних програм ГТР-1 і ГТР-3 пройшли апробацію при проектуванні Березовського, Урюпського та Ітатського кар'єрів (Росія).

Більш універсальним є пакет гірничих програм Gemcom for Windows (Канада), використаний при складанні проекту рудника Кумтор, що

знаходиться в Киргизстані [4]. Для оптимізації розвитку гірничих робіт на підприємстві використовується пакет прикладних програм Four-X Proteus Environment, розроблений компанією Whittle (Австрія). У спрощеному вигляді процес оптимізації здійснюється так: блок-модель запасів родовища імпортується з системи Gemcom до Four-X з певною початковою поверхнею. При заданих необхідних технічних і економічних параметрах в результаті оптимізації визначаються оптимальні контури кар'єру, які знову переводяться в Gemcom і використовуються при фактичному проектуванні кар'єра.

Після будівництва кар'єру його фактичні параметри порівнюються з проектними. Теоретично різниця в загальному об'ємі гірничої маси, кількості руди, коефіцієнті розкриття, вмісті корисного компонента в руді не повинна перевищувати 5 %. Фактична різниця у цих показниках для кар'єру Кумтор склала 3 %.

За кордоном вже давно і успішно використовується також програмний продукт SurvCADD, призначений для комплексного розв'язання задач проектування в гірничорудній промисловості. Цей пакет є розробкою американської компанії Carlson Software.

Головним завданням SurvCADD є обробка даних геологічної розвідки, побудова геологічної моделі родовища, розрахунок запасів корисних копалин і на цій основі проектування шахт і кар'єрів. Крім того, за допомогою цього пакета прикладних програм можна виконувати обробку даних геодезичної зйомки, проектувати майданчики, котловани і шляхи.

Для проектування кар'єру з уступами і отримання календарного графіка роботи устаткування необхідні такі вихідні дані: модель рельєфу поверхні, відмітки висоти (глибини) уступів і поверхні дна та полілінія межі кар'єру. За цими даними будується поверхня кар'єру, яка в подальшому буде використовуватися для розрахунку об'ємів гірничої маси.

Дном кар'єру може бути площина з заданою висотною відміткою або поверхня пласта, побудована за даними геологічних свердловин. Напрямок схилів задає порядок проектування. Якщо задається дно кар'єра, то проектування виконується знизу вгору, у випадку задання поверхні кар'єру – згори вниз.

Для проектування уступів вводять значення висоти та кута укосу кожного уступу, ширину кожного ступеня, а також відмітку нижньої межі схилу. Результатом проектування є підраховані об'єми земляних робіт і побудовані контури поверхні кар'єру.

Наступним етапом проектування є розбиття кар'єру на ділянки розробки і задання їм напрямку розробки. Це необхідно для складання календарного плану завантаження устаткування як для всього кар'єру, так і для кожного уступу. Крім того, такий підхід є зручним при розрахунку запасів, об'ємів видобутої руди та розкривних порід по кожному уступу, при визначенні коефіцієнта розкриття.

При виборі устаткування слід враховувати такі характеристики: продуктивність та тривалість кожної зміни; продуктивність кар'єру за годину; тривалість та періодичність профілактичних та капітальних ремонтів;

послідовність виймання блоків на уступі. Після проведених розрахунків програма формує звіт про використання устаткування за бажаний період.

Методи проектування кар'єрів за допомогою пакетів прикладних програм Gemcom for Windows та SurvCADD є універсальними, дозволяють враховувати всі гірничо-геологічні та технологічні фактори і комплексно розв'язувати поставлені задачі, потребують відносно невеликих трудозатрат. Ці методи рекомендуються до застосування при проектуванні кар'єрів України і подальшій оптимізації на них гірничих робіт.

1. *Проектирование карьеров* / В. С. Хохряков, А. Т. Шелест, Г. П. Молтусов, А. Т. Кмитовенко. – М.: Недра, 1969. – 216 с.

2. *Автоматизированное проектирование карьеров: Учебное пособие для вузов* / В. С. Хохряков, С. В. Корнилов, Г. А. Неволин, В. М. Каплан. – М.: Недра, 1985. – 263 с.

3. *Танайно А. С. Автоматизация проектирования карьеров. Горно-геометрические расчеты.* – Новосибирск: Наука, 1986. – 191 с.

4. *Роджерс Т., Шлессер Ф., Чунуев И. К. Планирование горных работ на руднике Кумтор // Горный журнал.* – 2001. – № 5. – С. 105–111.

УДК 622.235

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИНИЦИАТОРА НА МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ ДЕТОНАЦИИ В УДЛИНЕННОМ ЗАРЯДЕ

*В. Г. Кравец, докт. техн. наук (НТУУ «КПИ»),
В. Л. Демещук, инж. (НННИОТ)*

Проаналізовано відомі експериментальні дані з метою встановлення узагальнюючої залежності між параметрами зміщення середовища на контакті з зарядом. Встановлено суттєву роль співвідношення імпедансів бойовика та вибухової речовини основного заряду, що визначає частку енергії бойовика, передану в ініційований заряд.

Использование в качестве промышленных взрывчатых веществ низкоэнергетических взрывчатых веществ (ВВ) типа ANFO (АСДТ), суспензий, эмульсий, порошкообразных смесей, малоплотных взрывчатых смесей порождает проблему их эффективного инициирования с целью достижения максимального эффекта взрыва. Исследуя механизм инициирования удлиненного заряда взрывом боевика–детонатора в торце такого заряда, то есть на поверхности свободного конца заряда, следует учитывать особенности процесса передачи энергии инициатора заряду ВВ. Известно, что при взрыве