

Т.А. Распутна, ст. викл.

Житомирський державний технологічний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ФОРМ І РОЗМІРІВ ВІДВАЛІВ ІЗ РОЗРАХУНКУ ЇХ ПОДАЛЬШОГО ОСВОЄННЯ ТА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ВІДВОДУ*(Представлено д.т.н., проф. Бакка М.Т.)*

В статті наведено основні шляхи зниження площ порушених земель гірничих підприємств при відкритій розробці родовищ корисних копалин. Досліджено і проаналізовано основні закономірності, які визначають раціональні параметри відвалів і схеми їх формування.

Постановка проблеми. У гірничовидобувній промисловості охорона ландшафту є комплексною системою заходів для запобігання або зменшення прямої і непрямой дії гірничого виробництва на ландшафт і, в першу чергу, – на землю. Аналіз використання гірничих відводів кар'єрів показує, що більше половини площі порушених земель відводиться під зовнішні відвали розкривних порід і хвостосховищ. Один із шляхів виходу з цієї непростой ситуації є оптимізація форм і розмірів відвалів із розрахунку їх подальшого освоєння та раціонального використання земельного відводу гірничого підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження впливу гірничовидобувного комплексу на земну поверхню і ландшафт. В [1, 2, 3] наведено техногенні чинники впливу відкритої розробки родовищ корисних копалин на параметри геологічного середовища, основні шляхи зниження площ порушених земель гірничих підприємств. Досліджено і проаналізовано основні закономірності, які визначають раціональні параметри відвалів і схеми їх формування [6–9].

Мета даної статті – проаналізувати методикку визначення оптимальних параметрів зовнішніх відвалів для подальшого раціонального використання земельного відводу.

Викладення основного матеріалу. Аналіз і досвід свідчать про те, що заміна кар'єрів невеликої продуктивності меншою кількістю укрупнених кар'єрів, крім численних технічних і організаційних переваг, сприяє і значному скороченню порушених площ земної поверхні. При відкритій розробці родовищ розміщення розкривних порід у внутрішні відвали є оптимальним відносно зменшення площ порушених земель. При розміщенні відвалів розкривних порід за межами контуру кар'єрного поля можуть бути виділені два варіанти, які характеризуються різним впливом на зміну якості та масштабів порушень земної поверхні:

– розміщення відвалів на землях, непридатних для сільського та лісогосподарського виробництва та інших цілей;

– розміщення відвалів на землях, які раніше використовувались в сільському або лісовому господарстві, але із дотриманням спеціальних технологічних заходів щодо зменшення площ відвалів. До таких заходів належать оптимізація форми відвалу і його висоти, багатоярусність відсівки відвалів.

З позиції вимог землекористування найраціональнішим є розташування відвалів гірничих підприємств на землях несільськогосподарського призначення або в ярах, балках, відпрацьованих гірничих виробках, схилах гір тощо. У випадку розташування непридатних земель на великій відстані від кар'єру відповідно збільшуються транспортні витрати. Тому розташування відвалів повинно бути обґрунтовано детальними техніко-економічними розрахунками із врахуванням витрат на відчуження земель, компенсацію збитків від порушення і втрат ґрунту, на рекультивацию порушених земель.

Параметри відвалів повинні забезпечувати найбільшу ефективність використання гірничого відводу, тобто складування максимального об'єму розкривних порід. Це досягається за рахунок збільшення висоти відвалів до певних меж, надання їм такої форми, при якій забезпечується мінімальна землеємність відвальних робіт.

Відвал як елемент гірничопромислового ландшафту негативно впливає на навколишнє природне середовище. Розмір зони впливу відвалу залежить від його периметрів. З метою скорочення периметра відвалу доцільно формувати крупні відвали з основою, яка максимально наближена до геометричної форми квадрата або кола.

Останнім часом спостерігається тенденція збільшення висоти відвалів для зменшення площі, яка планується для складування порід при багатоярусних відвалах. З точки зору раціонального використання території, при об'ємах гірських робіт, що постійно збільшуються, ця тенденція вважається правильною, проте створення багатоярусних відвалів призводить до додаткових економічних і матеріальних витрат.

Основними вимогами до технології формування відвалів є зведення первинного відвалу на кінцеву висоту в найкоротші терміни, забезпечення раціонального режиму порушення і відновлення земель та створення сприятливих умов для подальшого їх використання. Крім того, формування привідкосної

частини відвалу та його верхнього ярусу повинно бути пов'язано з виконанням ряду заходів, які відповідають вимогам гірничотехнічної і біологічної рекультивації. До цих заходів можна віднести розміщення в поверхневому шарі відвалів (при їх формуванні), сприятливих для біологічної рекультивації гірських порід, створення рельєфу поверхні відвалу, при якому об'єми планувальних робіт будуть мінімальними, і забезпечення необхідних умов для високоєфективного виробництва робіт з рекультивації.

Для успішного вирішення проблеми раціонального використання земельних ресурсів при відвалоутворенні необхідно виявити основні закономірності, які визначають раціональні параметри відвалів і схеми їх формування, а також шляхи зменшення масштабів порушень земельних ресурсів за рахунок вдосконалення технології відвалоутворення та основ проектування кар'єрів. Розміри і режим порушення земель при виробництві відвальних робіт визначаються середньою, поточною та етапною землеємністю відвалоутворення. Середня землеємність породного відвалу залежить від його кінцевих параметрів та дорівнює відношенню площі основи відвалу до об'єму розкривних порід, які розміщені в межах цієї площі. Показники поточної та етапної землеємності відвалоутворення використовуються для визначення потреби в земельних ресурсах відповідно по роках у період формування відвалів.

Землеємність (га) відвальних робіт на 1 млн. м³ розкривних порід визначається за формулою:

$$P_0 = S_0 / V_0, \quad (1)$$

де S_0 – площа основи відвалу, га;

V_0 – об'єм зовнішнього відвалу, млн. м³.

Об'єм зовнішнього відвалу (млн. м³) залежить від календарного розподілу об'ємів розкривних робіт, тривалості й способу його формування та визначається за формулою:

$$V_0 = k_o \cdot k_{p.o} \cdot V_g, \quad (2)$$

де k_o – коефіцієнт, що враховує частку об'єму розкривних порід, які укладаються на зовнішніх відвалах, від загального об'єму розкривних порід, що розробляються в кар'єрі;

V_g – об'єм розкривних порід, які розробляються в кар'єрі, млн. м³;

$k_{p.o}$ – залишковий коефіцієнт розпушування породи у відвалі.

Землеємність відвальних робіт, що відповідає 1 млн. т видобутої корисної копалини, визначається за формулою:

$$P_{o.n} = S_o / Q_u; \quad P_{o.u} = P_o \cdot k_o \cdot k_{p.o}, \quad (3)$$

де Q_u – об'єм видобутої корисної копалини, млн. т;

k_g – коефіцієнт розкривних порід, м³/т.

Коефіцієнт k_o змінюється в межах від 0 до 1 та залежить від типу покладу і прийнятої системи розробки. При розробці похилих і крутих покладів весь об'єм розкривних порід як правило розміщується на зовнішніх відвалах ($k_o = 1$). В умовах похилих покладів частина розкривних порід розміщується у виробленому просторі ($0 < k_o < 1$). На кар'єрах, де розробляються горизонтальні поклади, $k_o = 0$.

Якщо розкривні породи складаються на декількох зовнішніх відвалах з різними параметрами, то для визначення сумарної землеємності відвальних робіт необхідно визначити землеємність по кожному окремому відвалу.

Землеємність відвальних робіт за період (Т) розробки родовища визначається за формулою:

$$P_0 = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n P_{oi} \cdot V_{oi}}{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n V_{oi}}, \quad (4)$$

де n – кількість зовнішніх відвалів;

P_{oi} – землеємність 1-го відвалу, що відповідає 1 млн. м³ розкривних порід, га;

V_{oi} – об'єм j-го відвалу, млн. м³.

Поточна землеємність відвальних робіт в t-му році визначається за формулою:

$$P_{o.i.} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{o.it} \cdot V_{o.it}}{\sum_{i=1}^n V_{o.it}}, \quad (5)$$

де $V_{o.it}$ – об'єм, що укладається на i -му відвалі в j -му році, млн. м³;

$P_{o.it}$ – поточна землеємність i -го відвалу в j -му році, що відповідає 1 млн. м³ розкритих порід, га.

З метою виключення можливої деформації або руйнування відкосів відвалів проводяться роботи до їх виположування. Для розміщення об'єму розкритих порід, при виположуванні відкосів відвальних уступів, виникає необхідність у додатковому вилученні земель, площа яких залежить від кута природного відкосу складованих порід, кута виположування нижнього відвального уступу, периметра відвалу і визначається за формулою:

$$S_o = 10^{-4} \cdot \Delta B_0 \cdot P_0, \quad (6)$$

де ΔB_0 – приріст закладання відкосу нижнього відвального уступу, м;

P_0 – периметр основи відвалу, м.

При зміні профілю відкосу відвалу шляхом терасування величина ΔB_0 визначається за формулами: у разі розділення відвальних уступів на підступи (рис. 1):

$$\Delta B_0 = 0,5 \cdot h_0 \cdot \left(\operatorname{ctg} \beta_0 - \operatorname{ctg} \alpha_0 \cdot \frac{n_n - 1}{h_0} \cdot b_T \right); \quad (7)$$

у разі, коли відвальні уступи не розділяються на підступи:

$$\Delta B_0 = 0,5 \cdot h_0 \cdot (\operatorname{ctg} \beta_0 - \operatorname{ctg} \alpha_0); \quad (8)$$

де h_0 – висота відвального уступу, м;

α_0 – кут природного відкосу відвального уступу, градуси;

β_0 – кут виположування відкосу нижнього відвального уступу, градуси;

n_n – кількість підступів на уступі.

На момент закінчення відвальних робіт ширина відвальної запобіжної берми повинна задовольняти умови виположування. Мінімальний об'єм робіт з виположування відкосів досягається при ширині запобіжної берми на відвалі, яка визначається за формулою:

$$B_n = h_0 \cdot (\operatorname{ctg} \beta_0 - \operatorname{ctg} \alpha_0) + n_n \cdot b_T; \quad (9)$$

де $b_T = 5 \div 10$ — ширина тераси, м.

Розрахунки показують, що при збільшенні висоти нижнього уступу відвалу з 20 до 40 м площа додаткового вилучення земель для виположування відкосу збільшується через 100 м периметра відвалу на 0,17–0,34 га. Залежно від площі відвалу, його конфігурації в плані, параметрів нижнього відвального уступу і вимог до виположування відкосів потреба в додатковому вилученні земель складає 8–10 % від площі відвалу.

Критеріями ефективності оконтурювання відвалів є також місткість використання земель 1 га основи відвалу, площа санітарної зони, що відповідає 1 млн. м³ розкритих порід, і коефіцієнт форми відвалу.

Місткість 1 га основи відвалу визначається за формулою:

$$V_{осн} = V_o / S_o, \quad (10)$$

Площа (га) санітарної зони, що припадає на 1 млн. м³ розкритих порід визначається за формулою:

$$f_c = S_c / V_o, \quad (11)$$

де S_c – площа санітарної зони по периметру основи відвалу, га.

Коефіцієнт форми відвалу визначаємо за формулою:

$$k_\phi = P_{осн} / P_{кр}, \quad (12)$$

де $P_{осн}$ – периметр основи відвалу, м;

$P_{кр}$ – периметр кола, площа якого дорівнює площі основи відвалу, м.

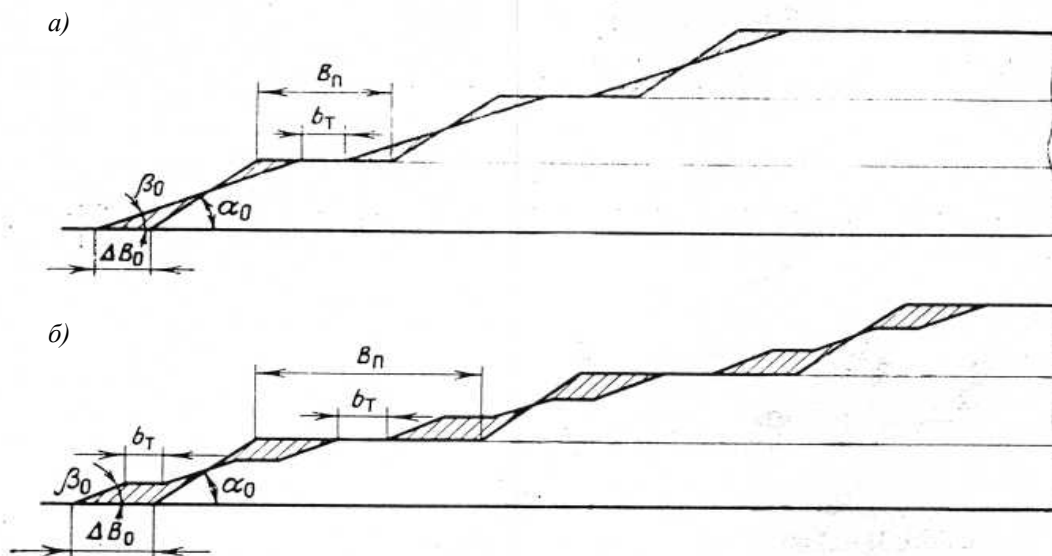


Рис. 1. Схема визначення параметрів відвалів і об'ємів відвальних робіт при виположуванні укосу відвалу: а) без розділення на підступи; б) з розділенням на підступи

Характеристика перерахованих критеріїв землеємності дозволяє виявляти вплив різних факторів відвалоутворення на ефективність використання земель, що виділяються під відвали.

Комплекс заходів, направлених на раціональне і комплексне використання земель гірничих підприємств:

- поетапне зниження розмірів площі порушених земель;
- скорочення об'ємів капітальних вкладень на складування відходів гірничого виробництва;
- рекультивація земельних ділянок, на площі яких розміщені відходи гірничого виробництва, проводиться в процесі ведення гірничих робіт, а не після заповнення хвостосховища або відпрацьованого простору кар'єру; у зв'язку з цим період відчуження земель лісогосподарського і сільськогосподарського призначення значно скорочується;
- зменшення об'ємів гірничо-планувальних робіт, а отже і витрат на рекультивацію земель, порушених гірничими роботами;
- усунення та скорочення збитків навколишньому середовищу від запилення атмосфери (вітрова ерозія відвалів) та подальшого осідання мінерального пилу і газоподібних домішок на прилеглі землі у зв'язку з дефляцією відвалів розкривних порід, хвостосховищ або відпрацьованого простору кар'єру.

Висновки. В даній статті виявлено та систематизовано основні напрямки застосування методики визначення оптимальних форм і розмірів зовнішніх відвалів із розрахунку їх подальшого освоєння та раціонального використання земель гірничого підприємства. Збільшення висоти відвалу є важливим резервом підвищення продуктивності праці та зниження витрат на відвалоутворення, але слід пам'ятати, що при високих відвалах виникають деякі труднощі рекультивації поверхні відвалів. Значне збільшення висоти відвалу погіршує кліматичні умови і гідрогеологічний режим даної території.

Розміри і режим порушення земель при виробництві відвальних робіт визначаються середньою, поточною та етапною землеємністю відвалоутворення. Характеристика перерахованих критеріїв землеємності дозволяє виявляти вплив різних факторів відвалоутворення на ефективність використання земель, що виділяються під відвали.

Виположування відкосів відвалів, крім додаткових витрат на гірничі роботи, характеризується також збільшенням площі порушених земель в основі відвалу та зменшенням площі верхньої горизонтальної площадки. Розрахунки показують, що при збільшенні висоти нижнього уступу відвалу з 20 до 40 м площа додаткового вилучення земель для виположування відкосу збільшується через 100 м периметра відвалу на 0,17–0,34 га. Залежно від площі відвалу, його конфігурації в плані, параметрів нижнього відвального уступу і вимог до виположування відкосів потреба в додатковому вилученні земель складає 8–10 % від площі відвалу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Бакка М.Т., Гуменик І.Л., Редчиць В.С.* Екологія гірничого виробництва: Навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2004. – 307 с.
2. *Пирський А.А., Рыжов Г.М.* Екология горного производства: Учебное пособие. – К.: МП «ЭЛСА», 1997. – 188 с.
3. *Певзнер М.Е., Малышев А.А., Мельков А.Д., Ушань В.П.* Горное дело и охрана окружающей среды: Учеб. для вузов. – 3-е изд. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2001. – 300 с.
4. Еколого-економічні проблеми довкілля Житомирщини. Кол. моногр. / В.І. Карпов, С.П. Сіренький, В.К. Данилко та ін; під заг. ред. П.П. Михайленка. – Житомир, 2001. – 320 с.
5. *Бакка Н.Т., Бент О.И., Ильченко И.В.* Горнопромышленные отходы Житомирской области и перспективы их использования. – Киев, 1992. – 93 с.
6. *Горлов В.Д.* Методика расчета и оценки землевосстановительных работ (ЗВР) при проектировании и эксплуатации карьеров: Учеб. пособие. – Новочеркасск, 1976.
7. *Михайлов А.М.* Охрана окружающей среды при разработке месторождений открытым способом. – М.: Недра, 1981. – 184 с.
8. *Михайлов А.М.* Охрана окружающей среды на карьерах: Учеб. пособие. – К.: Выща шк., 1990. – 264 с.
9. *Томаков П.И., Коваленко В.С.* Рациональное землепользование при открытых горных работах. – М.: Недра, 1984. – 213 с.

РАСПУТНА Тетяна Адамівна – старший викладач кафедри геотехнологій та промислової екології Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- гірництво;
- екологія гірничого виробництва.

Подано 01.04.2007

УДК 622.35(075.80)

Dump forms and size optimization considering their further developing and rational use of land allotment / T.A. Rasputna // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2007. – №

The main ways to decrease damaged lands territories of mining industry in open-cast mining are given. The main regularities that define efficient dump parameteres and the scheme of their forming are investigated and analysed.

УДК 622.35(075.80)

Оптимизация форм и размеров отвалов из расчета их освоения и рационального использования земельного отвода / Т.А. Распутна //

В статье изложены основные пути снижения площадей земель, нарушенных горными предприятиями при ведении открытых горных работ. Исследовано и проанализировано основные закономерности, которые определяют рациональные параметры отвалов и схемы их формирования.