

И.Л. Гуменик, А.И. Панасенко, А.В. Ложников

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ОТВАЛОВ, СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ТРЕБОВАНИЯМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Рассмотрен вопрос повышения эффективности работ по технической рекультивации земель при открытой разработке пологопадающих месторождений. Приведены основные положения технологической схемы формирования поверхности отвалов с параметрами соответствующими требованиям сельскохозяйственной рекультивации.

Ключевые слова: рекультивация, технология отвалообразования, отвальный ярус, фронт отвальных работ.

Известно, что разработка пологопадающих месторождений полезных ископаемых открытым способом негативно влияет на окружающую природную среду. Основное негативное влияние открытые горные работы оказывают на верхние слои литосферы, трансформируя их в новые формы, которые практически невозможно вернуть в дотехногенное состояние.

По данным Земельного фонда Украины площадь земель, нарушенная открытыми горными работами, составляет 160,1 тыс. га. Максимальная концентрация горных работ на один гектар территории зафиксирована в Днепропетровской, Донецкой и Львовской области [1].

Актуальность рассматриваемой проблемы повышается в связи с тем, что горные работы производятся на землях интенсивного хозяйственного землепользования. Кроме того, как свидетельствует практика, в основном нарушаются земли сельскохозяйственного назначения, из которых не более половины могут быть рекультивированы и возвращены для использования в прежних целях. Остальная территория нарушенных земель рекультивируется под другие направления использования, а в некоторых случаях остается под самовосстановление.

Выполненный анализ структуры нарушенных территорий позволил установить, что одной из основных причин потери земель сельскохозяйственного назначения при рекультивации являются территории, занятые откосами внешнего и внутреннего отвалов, бортами карьера и траншей. Существующие способы рекультивации позволяют уменьшить их площади путем перемещения пород внешних отвалов в выработанное пространство карьера после доработки залежей полезного ископаемого. Поскольку этот процесс является длительным и весьма затратным, то на практике в Украине он применяется крайне редко.

В этой связи актуальна разработка новых способов и технологических решений, которые позволят повысить эффективность рекультивационных работ путем увеличения площади земель, восстановленной под сельскохозяйственное направление.

В данной работе рассматриваются буроугольные и марганцеворудные пологопадающие месторождения. Исходными параметрами, являются параметры

карьера с характерными горно-геологическими условиями залегания и технологией разработки.

Разработка технологии формирования поверхности отвалов, соответствующей требованиям сельскохозяйственной рекультивации основывается на разработанном способе формирования внешнего и внутреннего отвалов с общей поверхностью [2] и методики расчета его параметров [3].

Следует отметить, что при разработке способа формирования внешнего и внутреннего отвала с общей поверхностью выполнен анализ существующих способов рекультивации, которые позволяют увеличивать площадь рекультивации нарушенных земель для сельскохозяйственного использования, и структур территорий горных отводов пологопадающих месторождений. Данный анализ позволил установить, что повышение эффективности рекультивационных работ под сельскохозяйственное использование может осуществляться за счет уменьшения площади остаточного выработанного пространства или территории занятой откосами внешнего и внутреннего отвалов.

В то же время, усовершенствование существующих способов рекультивации, которые позволяют увеличивать площадь восстановления сельскохозяйственных земель за счет перемещения пород внешнего отвала в выработанное пространство, после доработки месторождения не предусматривается. При этом существенными недостатками известных способов рекультивации являются большие объемы переэкскавационных работ и затраты связанные с задержкой во времени рекультивационных работ.

В этой связи, был разработан способ рекультивации, который позволяет уменьшить площадь территории занятой под откосами отвалов в период разработки месторождения, сочетающий в себе процессы отвалообразования и рекультивации.

Суть данного способа рекультивации заключается в формировании внешнего и внутреннего отвалов с общей поверхностью, которое производится на всех этапы разработки месторождения. Создание общей поверхности внешнего и внутреннего отвалов осуществляется за счет формирования:

- 1) внешнего отвала до верхней бровки борта карьера со стороны разрезной траншеи;
- 2) внутреннего отвала впритык к внешнему с полным повторением формы его поверхности.

Формирование внешнего и внутреннего отвалов с общей поверхностью обеспечивается размещением внешнего отвала параллельно разрезной траншее, при этом его высота не должна превышать 50 м, что предусмотрено требованиями сельскохозяйственного направления рекультивации.

Объединение поверхностей отвалов реализуется путем увеличения высоты внутреннего отвала на начальных этапах разработки месторождения и ее

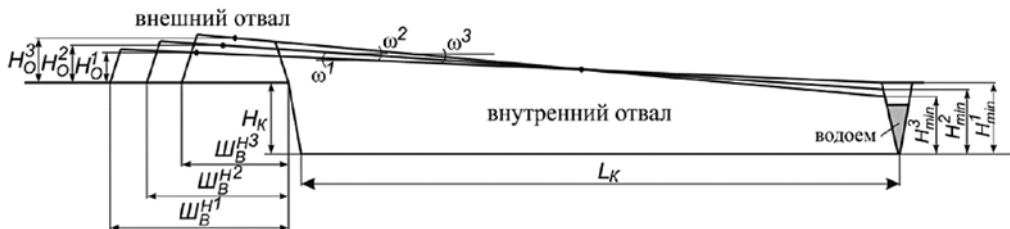


Рис. 1. Схема к установлению высоты внешнего отвала

уменьшением при доработке карьера, за счет перераспределения отвальных пород в границах внутреннего отвала. В результате этого перераспределения поверхность внутреннего отвала будет иметь уклон ω до 1° , что соответствует нормам сельскохозяйственного направления рекультивации.

Величина угла наклона поверхности отвалов ω может варьироваться за счет изменения высоты внешнего отвала H_{O}^i , при этом должно обеспечиваться выполнение условия, при котором минимальная высота внутреннего отвала должна превышать уровень воды в остаточной траншее после доработки карьера (рис. 1).

Диапазон возможных углов наклона поверхности общего отвала для условий разработки рассматриваемых месторождений с характерными технологическими и горно-геологическими параметрами рассчитывается в соответствии со средней и минимальной высотой внутреннего отвала:

$$\arctg \omega = \frac{H_{\text{BH}}^{\text{CP}} - H_{\text{min}}}{\frac{L_{\text{K}}}{2} + H_{\text{BH}}^{\text{CP}} \cdot \text{ctg} \alpha_{\text{H}} - H_{\text{min}} \cdot \text{ctg} \beta}, \text{ град}, \quad (1)$$

где $H_{\text{BH}}^{\text{CP}}$ – средняя высота внутреннего отвала, м; H_{min} – минимальная высота внутреннего отвала, м; L_{K} – длина карьера по низу, м; α_{H} – угол нерабочего борта карьера, град; ω – результирующий угол укоса внутреннего отвала, град.

В соответствии с условиями разработки пологопадающих карьеров с характерными параметрами установлено, что угол наклона поверхности общего отвала ω может находиться в пределах $0,42-0,79^\circ$.

После разработки способа формирования отвалов с общей поверхностью была установлена область его рационального применения. В качестве основных критериев оценки предложенного способа приняты показатели, которые характеризуют дополнительную площадь рекультивированных земель под сельскохозяйственное направление ΔS_{B} и дополнительный коэффициент рекультивации ΔK_{B} :

$$\Delta S_{\text{B}} = S'_{\text{B}} - S_{\text{B}}, \text{ га} \quad (2)$$

где S_{B} и S'_{B} – площадь земель, рекультивированная под сельскохозяйственное направление использования при традиционном и предлагаемом способах формирования отвалов, соответственно, га.

$$\Delta K_{\text{B}} = K'_{\text{B}} - K_{\text{B}} \quad (3)$$

где K_{B} и K'_{B} – коэффициент рекультивации земель при традиционном и предлагаемом способах формирования отвалов, соответственно.

Основные параметры карьерного поля, которые влияют на площадь рекультивированных земель это его глубина, длина и ширина. В качестве исходных параметров расчета принят буроугольный карьер с характерными горно-геологическими и технологическими параметрами. При установлении эффективности применения предлагаемого способа формирования отвалов исследовался диапазон глубины карьера 40–20 м, ширины – 1200–2000 м, при этом предварительно было установлено, что длина карьера не оказывает существенного влияния на расчет дополнительной площади и коэффициента рекультивации поэтому ее значение принято фиксированным – 4500 м. Полученные зависимости приведены на рис. 2.

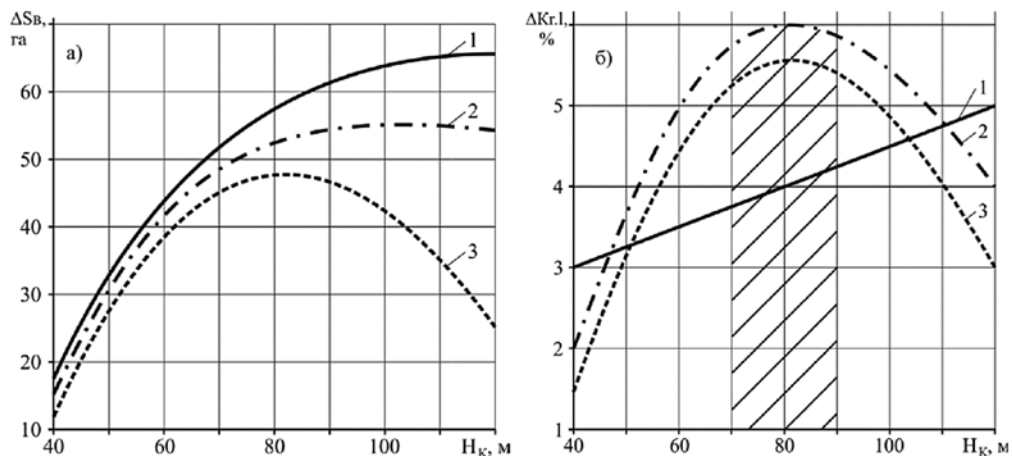


Рис. 2. Зависимости дополнительной площади рекультивированных земель под сельскохозяйственное направление ΔS_B (а) и дополнительного коэффициента рекультивации ΔK_B (б) от глубины карьера H_K : 1 – ширина карьерного поля 2000 м, 2 – 1500 м; 3 – 1200 м

Анализ полученных значений (рис. 2) показал, что максимальное значение показателя ΔS_B достигается при глубине карьерного поля 70–90 м и ширине карьерного поля H_K^H 1500 м и составляет 6%. При последующем увеличенныи ширины карьерного поля до 2000 м, показатель ΔK_B имеет линейную зависимость от H_K^H . Это объясняется пропорциональным увеличением показателя ΔS_B при увеличении глубины карьера H_K .

Полученные зависимости позволили определить рациональную область применения способа формирования отвалов с общей поверхностью. Так наибольшая эффективность достигается при глубине карьерного поля 80 м, ширине 1500 м и длине 4500 м. В соответствии с этими параметрами разработана технологическая схема формирования отвалов с общей поверхностью.

Как известно из практики производства горных работ, рассматриваемые месторождения разрабатываются, в основном, по комбинированной системе разработки с комбинацией транспортно-отвальной и транспортной систем с использованием консольных отвалообразователей при формировании внутреннего отвала. Следовательно, для разработки технологических решений по формированию наклонной поверхности отвала, основные изменения произойдут в технологической схеме работы отвалообразователя. При этом следует учитывать, что основное условие использования комбинированной системы разработки заключается в равных параметрах вскрышных и отвальных заходок.

Скорость подвигания фронтов отвальных работ первого и второго отвального ярусов равна подвиганию фронтов вскрышных работ и не может быть изменена, поскольку эти два фронта связаны консольным отвалообразователем, находящимся на основном вскрышном уступе и отсыпаящим породу во внутренний отвал. Поэтому формирование поверхности внутреннего отвала с уклоном ω может осуществляться за счет изменения высоты третьего и четвертого отвальных ярусов, которые формируются вторым отвалообразователем, размещенным на поверхности третьего яруса внутреннего отвала и не завися-

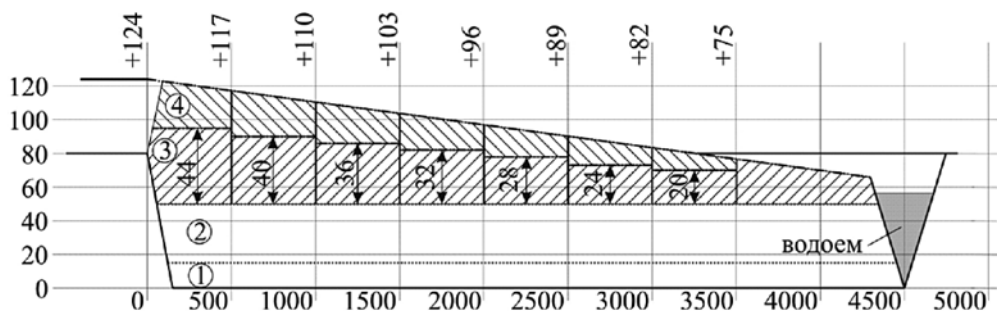


Рис. 3. Схема расположения отвальных ярусов при формировании отвалов с обшей поверхностью (вертикальный:горизонтальный масштаб = 10:1): 1 – первый отвальный ярус; 2 – второй; 3 – третий; 4 – четвертый

шего от скорости подвигания вскрышных фронтов. Схема изменения высоты третьего и четвертого отвальных ярусов представлена на рис. 3.

Для обеспечения угла наклона поверхности внутреннего отвала ω , который в условиях разработки рассматриваемых месторождений с характерными параметрами равен $0,79^\circ$, предусмотрено периодическое (через каждые 500 м) уменьшение высоты третьего отвального яруса на 4 м и постепенное (для каждой последующей заходки) уменьшение высоты четвертого отвального яруса на 7 м.

Уменьшение высоты третьего и четвертого отвальных ярусов обеспечивается изменением схемы работы консольного отвалообразователя, расположенного на третьем ярусе внутреннего отвала. Для уменьшения высоты третьего отвального яруса консольный отвалообразователь при подвигании отвального фронта на 500 м формирует нижней отсыпкой следующую отвальную заходку с высотой ниже предыдущей на 4 м путем увеличения ее ширины. После этого он перемещается на пониженную поверхность и начинает формировать новую заходку высотой равной предыдущей. Высота четвертого яруса уменьшается постепенно за счет увеличения каждой следующей отвальной заходки. Шаг увеличения ширины отвальных заходок четвертого яруса устанавливается в соответствии с площадью ее сечения:

$$A_0 = \frac{S_{34}}{H_{04}}, \text{ м}, \quad (4)$$

где S_{34} – площадь поперечного сечения отвальной заходки четвертого яруса, м^2 ; H_{04} – высота отвальной заходки четвертого яруса, м.

В соответствии с выражением (4) установлена зависимость ширины отвальной заходки A_0 от ее высоты для четвертого отвального яруса. При этом исходные параметры отвальной заходки четвертого яруса приняты согласно параметрам рассматриваемого карьера (рис. 4)

Использование результатов, представленных на графиках (рис. 4.) позволило установить высоты каждой последующей отвальной заходки при формировании четвертого яруса. В качестве исходной величины, для рассматриваемого карьера, принята площадь поперечного сечения отвальной заходки четвертого яруса, равная 1275 м^2 . Исходя из этого установлено, что для обеспечения уклона поверхности внутреннего отвала $0,79^\circ$ при подвигании фронта отвальных работ ширина каждой последующей заходки консольного отвалообразователя должна увеличиваться на 1 м. Таким образом, при подвигании отвального

фронта четвертого яруса на 500 м его высота уменьшится на 7 м, а ширина его отвальной заходки увеличится на 11 м. После этого отвалообразователь перемещается по поверхности третьего яруса на 4 м вниз, уменьшает ширину отвальной заходки на 11 м, за счет чего ее высота увеличивается на 7 м и повторяет вышеприведенную процедуру. В результате доработки карьера поверхность отвалов будет представлять собой общую сплошную поверхность с заданным уклоном.

Применение разработанной технологической схемы в условиях разработки буроугольного карьера с характерными параметрами позволит увеличить площадь рекультивированных земель сельскохозяйственного назначения использования на 78 га [4].

Полученные результаты использованы Государственным предприятием «Институт «УкрНИИпроект» при корректировке проекта разработки Константиновского разреза с целью повышения эффективности производства рекультивационных работ сельскохозяйственного назначения. Ожидаемое уменьшение стоимости рекультивационных работ 1 га земли при внедрении этой технологии до 35%.

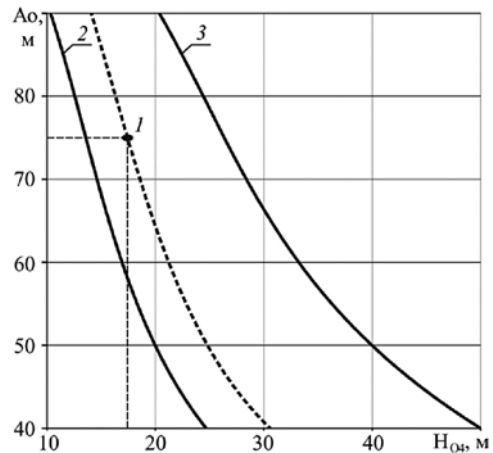


Рис. 4. Зависимость ширины отвальной заходки от высоты четвертого отвального яруса: 1 – параметры отвальной заходки при традиционном способе формирования отвалов; 2 – для $S_{34} = 1000 \text{ м}^2$; 3 – для $S_{34} = 2000 \text{ м}^2$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Национальный доклад о состоянии окружающей природной среды в Украине / Министерство охраны окружающей природной среды Украины.* – Киев, 2006. – 547 с.

2. Патент Украины № 52255, МПК E21 C 41/00. Способ рекультивации земель / И.Л. Гуменик, А.И. Панасенко, А.В. Ложников. (Украина). – 2009 13668; заявл. 28.12.2009; опубл. 25.08.2010, Бюл. № 16.

3. Гуменик И.Л., Панасенко А.И., Ложников А.В. Обоснование инженерных мето-

дов реабилитации территорий нарушенных открытыми горными работами при разработке горизонтальных месторождений // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2008. – № 5 (250). – С. 121–124.

4. *Развитие научных принципов рационального недропользования и создание экологически приемлемых ландшафтов при разработке месторождений.* Отчет о НИР (промежуточный) / НГУ; Руководитель Гуменик И.Л. – № ГР 0108U000554. – Днепропетровск, 2009. – 198 с. **УкрНИИпроект**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Гуменик Илья Львович – доктор технических наук, зав. кафедрой, e-mail: gumeniki@nmu.org.ua,

Панасенко Анатолий Иванович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, старший научный сотрудник, e-mail: panasenkoa@nmu.org.ua,

Ложников Алексей Владимирович – младший научный сотрудник, аспирант, e-mail: aleks_l@bk.ru,

Национальный горный университет, Днепропетровск, Украина.

SUBSTANTIATION OF A DUMP SURFACE FORMING TECHNOLOGY CHART ACCORDING TO AGRICULTURAL RECLAMATION CLAIMS

Gumenik I.L., Doctor of Technical Sciences, Head of Chair, e-mail: gumeniki@nmu.org.ua,
Panasenko A.I., Candidate of Engineering Sciences, Leading Researcher, Senior Researcher,
e-mail: panasenkoa@nmu.org.ua,
Lozhnikov A.V., Junior Researcher, Graduate Student, e-mail: aleks_1@bk.ru,
National Mining University, Dnepropetrovsk, Ukraine.

The article is devoted to actual issue of reclamation works efficiency increasing by the open cast mining of slope deposits. The basic positions of dump surface forming technological chart with parameters that conform to agricultural reclamation claims are given.

Key words: reclamation, dumping technology, dump tier, dump face.

REFERENCES

1. *Nacional'nyj doklad o sostojanii okruzhajushhej prirodnoj sredy v Ukraine. Ministerstvo ohrany okruzhajushhej prirodnoj sredy Ukrainy* (National report on the state of environment in Ukraine. Ministry of Environment of Ukraine), Kiev, 2006, 547 p.
2. Gumenik I.L., Panasenko A.I., Lozhnikov A.V. *Patent Ukrainy № 52255, MPK E21 S 41/00. Sposob rekul'tivacii zemel'*. Ukraine, 25.08.2010.
3. Gumenik I.L., Panasenko A.I., Lozhnikov A.V. *Metallurgicheskaja i gornorudnaja promyshlennost'*. 2008, no 5 (250), pp. 121–124.
4. *Razvitie nauchnyh principov racional'nogo nedropol'zovanija i sozdanie jekologicheski priemlemyh landshaftov pri razrabotke mestorozhdenij. Otchet o NIR (promezhutochnyj) NGU; Rukovoditel' Gumenik I.L. no GR 0108U000554* (Development of scientific principles of rational subsoil use and creation of ecologically acceptable landscapes in mineral mining. Research and development report (intermediate). National Mining University. Head: Gumenik I.L., no GR 0108U000554), Dnepropetrovsk, 2009, 198 p.



**РУКОПИСИ,
ДЕПониРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»**

ЭЛЕМЕНТЫ ЗАПАДНОГО УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА В РОССИЙСКОЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ

(№ 1022/07-14 от 04.04.14, 17 с.)

Сафонова Эмилия Геннадьевна – кандидат экономических наук, доцент,
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, e-mail: kafedrabu@inbox.ru.

ELEMENTS OF WESTERN MANAGEMENT ACCOUNTING IN THE RUSSIAN THEORY OF AND PRACTICE

Safonova E.G., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
G.V. Plekhanov's Russian Economic University, e-mail: kafedrabu@inbox.ru.