

УДК 622.271.4:504.062

*В.И. Прокопенко, Т.Н. Мормуль,
Ю.И. Литвинов*

**РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
СХЕМ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ
ЗЕМЛЕСБЕРЕЖЕНИЯ**

*Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»,
Днепропетровск, Украина*

Обґрунтовані напрями розвитку способів розкриття та системи відкритої розробки горизонтальних покладів корисних копалин, а також удосконалені технологічні схеми гірничих робіт та доопрацювання кар'єрів з урахуванням вимог охорони земельних ресурсів.

Обоснованы направления развития способов вскрытия и систем открытой разработки горизонтальных залежей полезных ископаемых, а также усовершенствованы технологические схемы горных работ и доработки карьеров с учетом требований охраны земельных ресурсов.

В настоящее время в Украине большая часть объема полезных ископаемых (66%) добывается открытым способом. Прогрессирующее развитие открытых разработок требует все большего по площади отвода земельных ресурсов, которые на длительное время выбывают из сельскохозяйственного использования. Значительная часть площади нарушенных земель не может быть восстановлена для использования по своему прежнему назначению.

Особенно жесткое требование предъявляется к охране природной среды при разработке горизонтальных месторождений. По оценкам работы [1], размеры площади нарушенных земель в 10 раз превышают площадь, занятую карьерами. Так, при добыче 1 млн. т марганцевой руды нарушается от 16 до 30 га, бурого угля – от 6 до 12 га, железной руды – от 24 до 35 га земель.

Исходя из вышеизложенного, целью исследования является развитие теоретических основ формирования технологических схем эксплуатации горизонтальных месторождений и обобщение практических предложений, позволяющих снизить потери объема и качества природных земельных ресурсов, используемых на открытых горных разработках.

Развитие технологических схем предусматривается, во-первых, путем расположения

вскрывающих выработок внутри карьера, а вторых, - за счет изменения порядка и направления подвигания фронта горных работ в карьерном поле. При этом вскрытие рудного пласта может осуществляться как внутренними, так и общими въездными траншеями. Земельные площади для размещения отвалов уменьшаются за счет выбора рациональной формы отвалов и увеличения их высоты. Оценку возможностей сохранения земельных ресурсов следует осуществлять уже на этапе проектирования технологических объектов разработки месторождения на основе технико-экономических решений, которые бы отвечали требованиям охраны окружающей среды, в целом, и земельных угодий, в частности.

Решению вопросов восстановления земель, нарушенных горными работами на карьерах, в последние годы уделяется все большее внимание. Теоретической основой для постановки и выполнения исследований послужили научные работы Горлачука В.В., Гуменика И.Л., Дриженко А.Ю., Прокопенко В.И., Пчелкина Г.Д., Симоненко В.И., Шапаря А.Г., Четверика М.С. и других ученых. В связи с дефицитом земель для размещения отвалов вскрышных пород изыскиваются возможности более полного и экономически целесообразного использования выработанного пространства карьеров.

Автор работы [2] предлагает критерии оптимизации условий сохранения земельного отвода с учетом последовательности этапов огра-

© Прокопенко В.И., Мормуль Т.Н.,
Литвинов Ю.И., 2012

ботки месторождения. Эти критерии предусматривают планомерное, экономически и экологически эффективное восстановление ландшафта земной поверхности, нарушенной технологическими объектами горнодобывающего предприятия. Под научным руководством Новожилова М.Г. разработаны теоретические основы проектирования технологии строительства карьеров с помощью техники непрерывного действия [3]. Создана и внедрена технология размещения вскрыши в выработанном пространстве карьера. Для месторождений с мощностью вскрышных пород до 80 м и рудного пласта до 10 м установлены схемы комплектации горно-транспортного оборудования и обоснована методика расчета параметров применяемых в практике систем разработки.

Наиболее интенсивное нарушение земель в период строительства карьера связано с устройством капитальной и разрезной траншей и отвала. Принципиальные схемы проведения траншей рассмотрены в учебнике [4]. Важные результаты исследований технологии горно-строительных работ и параметров вскрывающих выработок для горизонтальных месторождений изложены в публикации [5]. Барсуков М.И. и Шпортько В.П. [6] разработали систему вскрытия горизонтальных и пологих месторождений, которая за счет нового способа проведения капитальной траншеи, позволяет сократить объем строительных работ и уменьшить площадь отчуждаемых земель. Предложена технология строительства разрезной траншеи с внутренним отвалообразованием. Область применения технологии ограничена глубиной разрезной траншеи 38-48 м, что связано с необходимостью создания отвалов высотой 80-100 м. Для этапа стабильной эксплуатации карьера Шапарь А.Г. [7] обосновал технологию погашения выездной траншеи путем проведения опережающей выездной траншеи и соединения ее с поверхностью съездом. По мере продвижения фронта горных работ траншею удлиняют и строят дополнительные съезды.

Некоторые аспекты рассматриваемой проблемы нашли отражение в исследованиях Дриженко А.Ю. [8]. Он обосновал необходимость селективного формирования отвалов, что снижает площадь отчуждаемых земель на 30-50%. Прокопенко В.И. для условий доработки горизонтальных пластов предложил методику расчета параметров

отвалов, обеспечивающих минимальное потребление площади земли [9]. На социально-экономическую важность решения научной задачи сбережения земельных ресурсов обращает внимание ученых и практиков И.Л. Гуменик в статье [10].

Анализируя результаты приведенных научных работ в плане названной цели исследования, можно отметить следующее:

1) указанные выше технологические решения по строительству и эксплуатации карьеров, критерии оптимизации решений лишь косвенным путем обеспечивают рациональное использование земельных ресурсов;

2) основным направлением рационального восстановления земель, используемых для разработки месторождения полезного ископаемого, является размещение вскрышных пород в выработанном пространстве карьера и горно-техническая рекультивация поверхности отвалов;

3) этапы строительства и эксплуатации карьеров лишь косвенно учитывают необходимость погашения в будущем остаточных горных выработок и благоустройства поверхности нарушенной территории.

Если горные выработки, предназначенные для получения доступа к рудной залежи, создания фронта горных работ и грузо-транспортной связи рабочей зоны с поверхностью карьера, располагать, по возможности, внутри выработанного пространства, то такое решение позволяет в наибольшей мере сокращать площадь природных земель, отводимых для разработки месторождения. Значит, вскрывающие выработки должны размещаться в рабочей зоне карьера, на отвальном борту, на рабочих и транспортных площадках, а также на откосах уступов, что не требует дополнительного, за пределами выработанного пространства, отвода земель.

Авторами разработан технологический подход к вскрытию горизонтального рудного пласта внутренними полутраншеями, которые размещаются по длине разрезной траншеи в виде внутренних временных съездов, причем, последние создаются в разрыхленных породах из траншеи на месте извлеченного полезного ископаемого [11]. Длина съезда обусловлена его уклоном в зависимости от применяемого средства транспорта. Целесообразность такого подхода определяется суммой площадей земельного

отвода для внешней части полутраншеи, размещенной за пределами разрезной траншеи, и строительного отвала.

Указанный выше технологический подход к земле-сбережению также реализован в общем виде на основе способа вскрытия месторождения, который предусматривает разделение выездной траншеи на две полутраншеи (съезды) с попеременной транспортировкой горной массы по одной из них и наращиванием другой путем подсыпки в сторону развития фронта горных работ. Траншея засыпается к моменту погашения карьера, что увеличивает его отвальную емкость, сокращает срок возврата рекультивированных земель в эксплуатацию и уменьшает потери полезного ископаемого [11].

Для карьеров небольших размеров в плане разработана принципиальная схема погашения выработанного пространства путем осуществления грузотранспортной связи карьера с его поверхностью на основе внутренних съездов, которые формируются, начиная от торца карьера, сначала в выездной траншее, затем - вдоль фронта горных работ, а при подходе к границе карьерного поля - в выработанном пространстве. Значительное уменьшение площади земельного отвода под внешние траншеи, увеличение площади нарушенных земель для рекультивации, благоприятные условия для горно-технической рекультивации достигаются при применении усовершенствованной авторами технологической схемы горных работ на основе поперечной транспортной переемычки, которая отрабатывается и заполняется вскрышей по мере продвижения вскрышных уступов [11].

Въездная и разрезная траншеи, другие горные выработки на мощных карьерах имеют значительные размеры в плане, что вызвано применением мощных и больших по геометрическим размерам роторных экскаваторов, драглайнов, транспортно-отвального оборудования. На момент доработки карьера остается большое выработанное пространство, которое создает сложную проблему по восстановлению и благоустройству земной поверхности. По расчетам авторов, увеличение результирующего угла откоса отвала на Шевченковском карьере с 12 град. до 13,5

град. позволяет уменьшить объем выездной траншеи и остаточного выработанного пространства - с 80 млн м³ до 45 млн м³, их площадь по верху - с 230 га до 110 га. В результате увеличения высоты отвалов на 7 карьерах Орджоникидзевогo ГОКа площадь сельскохозяйственных угодий сокращается на 581,5 га, землеемкость отвальных работ - на 32 %. Это обуславливает актуальность научной задачи по разработке технологических схем, обеспечивающих минимальные размеры остаточных горных выработок и отвалов.

Авторами предложена схема доработки и погашения остаточных выработок на основе разделения карьерного поля, остающегося к моменту перехода на эту схему, на два участка (блока), ориентированные по простиранию пласта (рисунок 1). Блоки отрабатываются в таком порядке. В блоке I вскрышные и добычной уступы подвигаются в таком же направлении к конечному контуру карьера, в котором они подвигались ранее. Передовой уступ по-прежнему отрабатывают роторным экскаватором по транспортной схеме, основной (промежуточный) - по транспортно-отвальной, нижний (надрудный) - по бестранспортной. Руду добывают поблочно путем ее отгрузки драглайном на поверхность предотвала. Длина фронта горных работ на всех уступах в блоке 1 принимается равной половине длины этого фронта в основной период отработки карьерного поля.

Для отработки остающегося по простиранию участка карьерного поля (блок 2) фронт горных работ поворачивают относительно предыдущего фронта (в период основной эксплуатации) на 90 град. Вскрышные и добычной уступы разрабатывают с использованием того же технологического оборудования, которое было принято для отработки блока 1. Извлекаемые вскрышные породы из блока 2 перемещаются в верхний и нижний ярусы внутреннего отвала в блоке 1 по всей длине разрезной траншеи. В этом случае (в блоке 2) необходимая длина фронта горных работ по условию размещения и совместного функционирования комплексов оборудования на всех уступах обеспечивается длиной остающейся части карьерного поля.

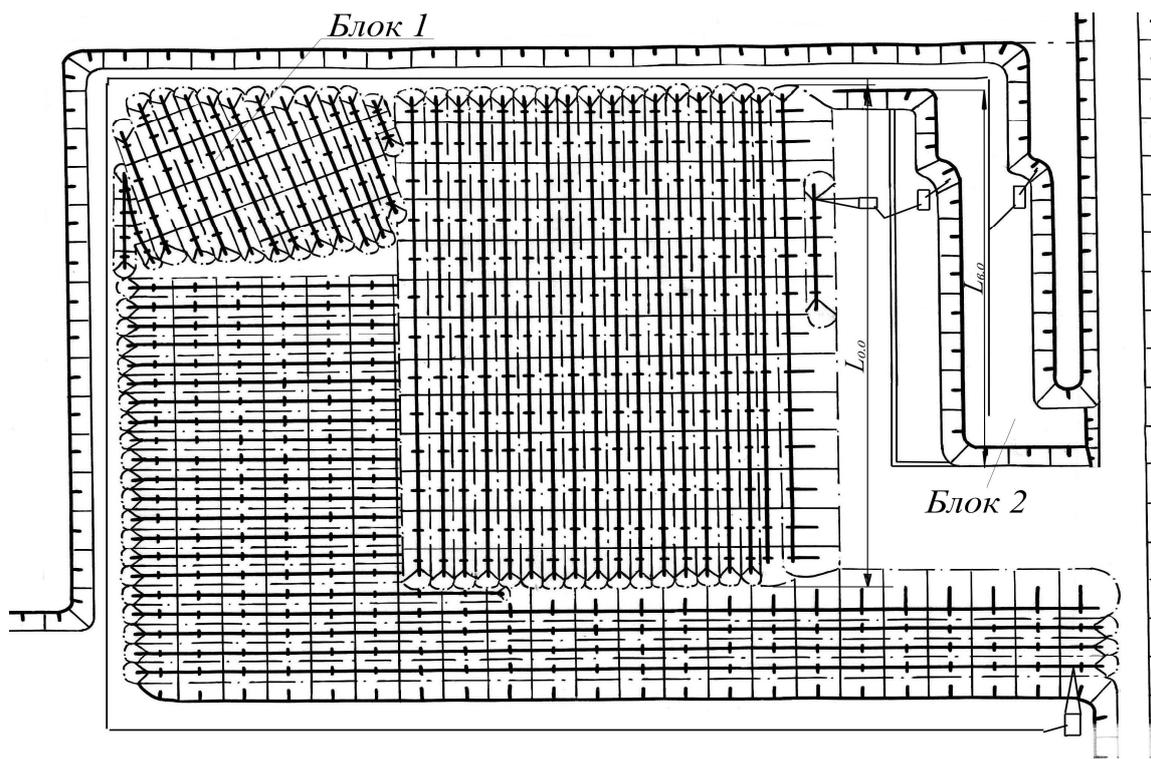


Рисунок 1 – Положение горных работ по окончании погашения выработанного пространства карьера

В принципе предлагаемая технологическая схема доработки карьерного поля позволяет более полно засыпать остаточное выработанное пространство в два яруса, которые размещаются на предотвале, отсы-

паем драглайнами при перевалке надрудного уступа. В сравнении с традиционной схемой доработки остаточное пространство уменьшается на величину:

$$\Delta V_{в.н} = 1 - \frac{S_{в.р} \cdot L_{в.р}}{S_{в.м} \cdot L_{в.м}}, \text{ доля ед.}, \quad (1)$$

где $S_{в.р}$, $L_{в.р}$ – соответственно, площадь поперечного сечения, m^2 , и длина выработанного пространства, м, при его погашении по рекомендуемой схеме; $S_{в.м}$, $L_{в.м}$ – то же по традиционной схеме.

В формуле (1) предусмотрено, что переход на доработку карьера двумя участками будет осуществляться при минимальном расстоянии $L_{в.р.мин}$ между фронтом вскрышных работ и границей карьерного поля по простираению пласта (500 м), а также минимальной площади $S_{в.р.мин}$ поперечного сечения. Расстояние $L_{мин}$ определяется двумя условиями:

1) по условию размещения технологического оборудования на каждой рабочей площадке вскрышных уступов в блоке 2 по-

сле отработки блока 1 и поворота фронта горных работ;

2) по условию обеспечения заданной производительности карьера O_k по полезному ископаемому.

Ширина остаточного выработанного пространства, как рабочей зоны, определяется горизонтальной проекцией, с одной стороны, рабочего борта карьера, с другой, - внутреннего отвала. Рабочий борт имеет значительную ширину вследствие широких рабочих площадок, где размещают оборудование роторных комплексов больших размеров, а отвальный борт – из-за малого угла откоса отвальных уступов, который обеспечивает их устойчивость. Учитывая непродолжительное время, в течение которого

следует поддерживать отвальный борт в устойчивом состоянии в торце карьера, его результирующий угол откоса может быть увеличен, что приводит к уменьшению ширины разрезной траншеи. Так, на Шевченковском карьере ОГОКа ширина рабочей зоны равна почти 1000 м, а на момент дора-

ботки карьерного поля может быть значительно уменьшена (до 650 м и меньше).

В общем случае выработанное пространство карьера занимает земную поверхность, площадь которой может быть рассчитана по выражению (рисунок. 2):

$$S_{з.н} = L_{ф.в} \left(\sum_i H_{iв} \operatorname{ctg} \alpha_i + \sum_i Ш_{р.н} + B_m + H_{о.в} \operatorname{ctg} \beta_p \right), \text{ м}^2, \quad (2)$$

где $L_{ф.в}$ – длина фронта вскрышных работ, м; $H_{iв}$, α_i – соответственно высота, м, и угол откоса, град., i - го вскрышного уступа; $H_{о.в}$, β_p – соответственно высота, м, и результирующий

угол откоса, град., борта внутреннего отвала; $Ш_{р.н}$, B_m - ширина соответственно рабочей и транспортной площадок, м

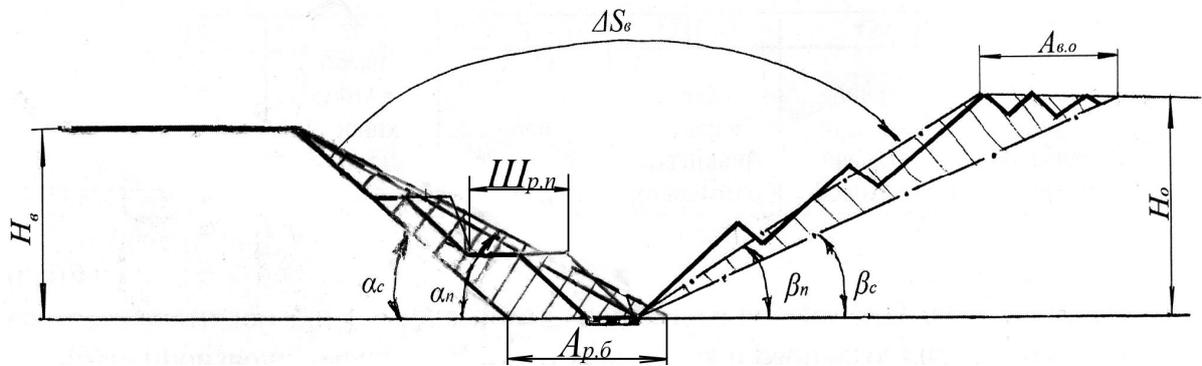


Рисунок 2 - Схема к расчету сокращаемых объемов разрезной траншеи

Общая площадь поперечного сечения остаточного выработанного пространства равна сумме его площадей по надрудному, основному и передовому уступам, т.е. $S_{в.н} = S_n + S_o + S_n$, где каждое слагаемое определяет

площадь сечения в зависимости от результирующего угла откоса β_p внутреннего отвала (рисунок 2). Объем вскрышных пород, которые необходимо переместить в отвал при доработке блока 1, определяется его геометрическими размерами:

$$V_{в.н} = (S_n L_n + S_o L_o + S_n L_n) K_p, \quad (3)$$

где L_n , L_o , L_n - длина фронта горных работ на рассматриваемых уступах; K_p – коэффициент разрыхления вскрышных пород в отвале.

Для заполнения дополнительной емкости в отвал необходимо переместить вскрышные породы в объеме, который определяется по выражению:

Если повышается результирующий угол откоса внутреннего отвала, то для заполне-

$$\Delta S_g = 0,5 H_{о.н}^2 (\operatorname{ctg} \beta_p - \operatorname{ctg} \beta_c), \quad (4)$$

где β_p , β_c - результирующий угол откоса отвала соответственно действующий на карьере и скорректированный при погашении разрезной траншеи; $H_{о.н}$ - высота внутреннего отвала.

Для заполнения дополнительной емкости внутреннего отвала используется вскрышная порода, полученная путем заоткоски рабочего борта под более крутым углом откоса либо при разработке вскрышных уступов в смежном карьере, а также за счет понижения высоты отвала. В период доработки запасов

рудной залежи на границе карьерного поля угол откоса борта повышается путем оставления минимальных рабочих площадок, обеспечивающих нормальную работу комплексов оборудования на всех вскрышных уступах.

Согласно существующей практике работы марганцевых карьерах результирующий угол откоса внутреннего отвала при бестранспортной системе принимается $\beta_p = 12$ град., ширина разрезной траншеи (между верхней бровкой передового вскрышного уступа и вершиной верхнего яруса отвала) в этом случае составляет 460 м. На основе формул (1) – (4) определена общая закономерность изменения площади поперечного

сечения траншеи и объема остаточного выработанного пространства при увеличении угла β_p . С этой целью установлены площади разрезной траншеи по вскрышным уступам, которые имеются фактически на Чкаловском карьере № 2, а также при уменьшении площади разрезной траншеи по описанной выше технологической схеме. В расчетах приняты такие исходные данные: $H_{y1} = 23$ м; $H_{y2} = 27$ м; $H_{y3} = 20$ м; $Ш_{p.c1} = 90$ м; $Ш_{p.c2} = 110$ м; $Ш_{p.c3} = 70$ м; $\alpha_c = 30$ град; $\alpha_n = 40$ град. Объем рабочего борта сокращается за счет изменения ширины рабочей площадки соответственно на 10, 20, 30, 40 и 50 м. Результаты расчетов приведены в таблица. 1.

Таблица 1 - Параметры разрезной траншеи на момент погашения карьера

Изменение ширины рабочей площадки $\Delta Ш_{p.n}$, м	Результирующий угол откоса борта карьера $\alpha_{p.c}$, град.	Увеличение объема разрезной траншеи $\Delta S_{p.m}$, м ²	Результирующий угол откоса отвала β_p , град.	Увеличение объема внутреннего отвала ΔS_{θ} , м ²
0	10	1321	15	783
10	11	2370	16	1471
20	12	3420	17	2081
30	13	4470	18	2627
40	14,5	5520	19	3111
50	16,2	6570	20	3552

Таким образом, путем повышения угла откоса внутреннего отвала и сокращения рабочих площадок объем разрезной траншеи и, в целом, остаточного выработанного пространства карьера может быть уменьшен на 3,55 тыс. м³ (на 1 пог. м длины траншеи). Для этого формируется результирующий угол откоса отвала 20 град. и высота 75 м. Для заполнения указанной емкости рабочий борт карьера на момент погашения после его подработки должен иметь результирующий угол откоса более 12 град., для чего ширина рабочих площадок должна быть сокращена на 20 м. За счет непосредственного примыкания предотвала к борту карьера (площадь S_n по надрудному уступу заполняется породой – рисунок 5) площадь выработанного пространства, которое необходимо засыпать

по окончании разработки карьерного поля, уменьшается на 1100 м².

При понижении высоты отвала часть вскрыши в объеме треугольника LBD размещается в треугольнике OCL за счет формирования большего угла β_c скорректированного откоса отвала в сравнении с его результирующим существующим углом β_p (рисунок 3). Поверхность отвала понижается с углом наклона γ , который не должен превышать угол, допустимый по применению сельскохозяйственной или другой техники (в зависимости от последующего использования поверхности отвала). Определим угол β_c из условия равенства площадей S треугольников BDL и OCL , для чего сначала выразим эти площади в аналитическом виде.

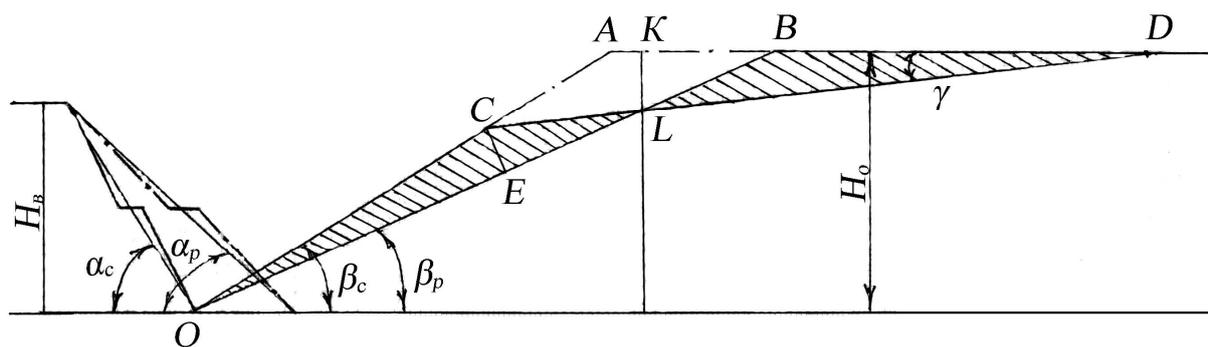


Рисунок 3 – Схема к расчету параметров внутреннего отвала при понижении его высоты

Из геометрического построения (рисунка 3) следует:

$$S_{\Delta BDL} = \frac{BD^2 \operatorname{tg} \gamma}{2(1 - \operatorname{tg} \gamma \cdot \operatorname{ctg} \beta_p)}, \text{ м}^2,$$

$$S_{\Delta OCL} = \frac{1}{2} OL \cdot CE, \text{ м}^2,$$

где BD – ширина горизонтальной площадки на поверхности отвала, которая отсыпается с наклоном в сторону выработанного про-

странства; OL – длина откоса существующего отвала до его наклонной поверхности; CE – высота треугольника OCL ;

$$CE = \frac{OL \cdot \operatorname{tg}(\beta_p - \gamma) \cdot \operatorname{tg}(\beta_c - \beta_p)}{\operatorname{tg}(\beta_c - \beta_p) + \operatorname{tg}(\beta_p - \gamma)}, \text{ м.} \quad (5)$$

Для расчета угла β_c , согласно которому необходимо формировать скорректированный откос внутреннего отвала, как следует из выражения (5), должны быть установлены

высота CE треугольника и длина OL откоса существующего отвала. Указанные величины рассчитываются по выражениям:

$$CE = \frac{2 \cdot S_{\Delta BDL}}{OL}, \text{ м,}$$

$$OL = \left[(H_o - KL)^2 + \left((H_o - KL) \operatorname{ctg} \beta_p \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \text{ м,}$$

$$KL = \frac{BD \cdot \operatorname{tg} \gamma}{1 - \operatorname{tg} \gamma \cdot \operatorname{ctg} \beta_p},$$

где H_o – высота внутреннего отвала (рисунок 3); KL – высота треугольника BDL .

Ширина BD горизонтальной площадки принимается исходя из последующего на-

значения наклонной поверхности CD , ширина которой равна сумме:

$$CL + LD = \frac{CE}{\sin(\beta_p - \gamma)} + \frac{KL}{\sin \gamma}.$$

Определен необходимый результирующий угол β_c откоса скорректированного отвала для снижения его высоты при таких исходных данных: $H_o=80$ м; $\beta_p= 14$ град; $\gamma = 2, 3, 4$ град; $BD = 100 \dots 400$ м. Из графиков, приведенных на рис. 4, следует, что для повышения угла откоса отвала по сравнению с существующим углом необходимо либо создавать на поверхности отвала площадку небольшой ширины (100...200 м) со значи-

тельным наклоном (4 град.), либо площадку значительной ширины (300...400 м) с небольшим наклоном (2 град.).

При наклоне площадки 3 град. изменение ее ширины от 200 до 300 м позволяет увеличить угол откоса внутреннего отвала с 16 до 24 град. При других углах существующего откоса внутреннего отвала приведенные результаты расчета изменятся, но отмеченные зависимости сохраняются.

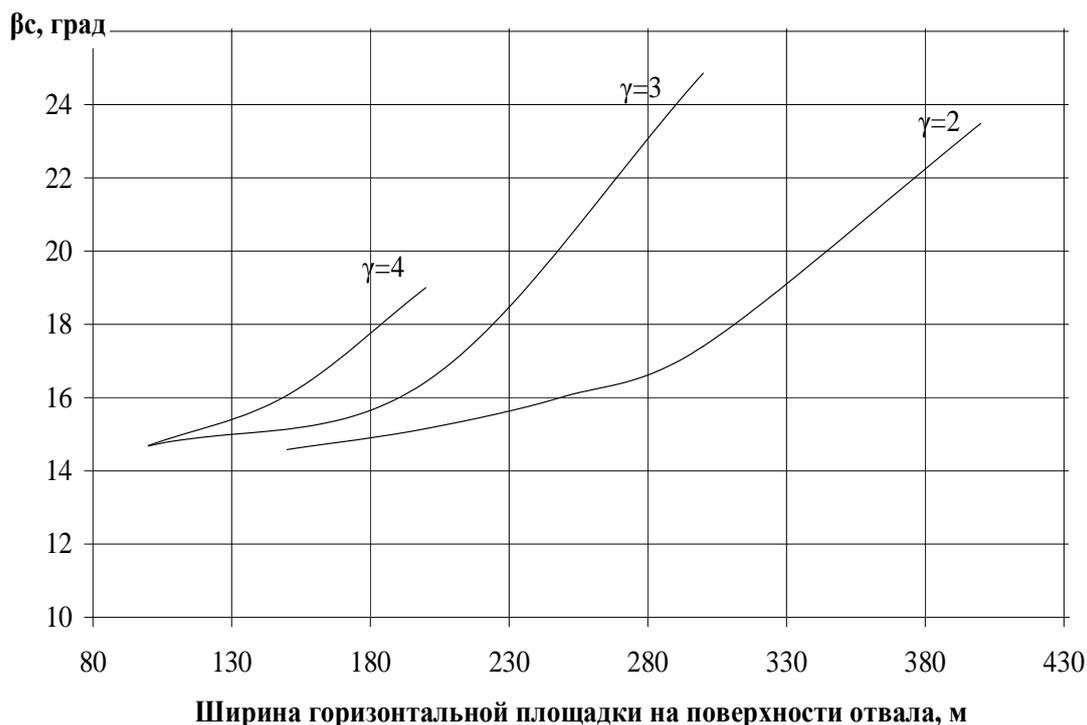


Рисунок 4 - График зависимости угла откоса скорректированного отвала от ширины дополнительно рекультивируемой площадки при разном угле ее наклона

В общем случае, как показывает анализ вышеприведенных формул и результатов расчета, дополнительная емкость отвала, создаваемая для повышения угла его откоса путем понижения высоты отвала, определяется совместным влиянием существующего угла откоса отвала, шириной образуемой на его поверхности наклонной площадки и углом ее наклона. Корректируя эти параметры с учетом их влияния друг на друга, можно выбрать угол откоса отвала, приемлемый по технологии отвалообразования

При разработке надрудного уступа драглайн отсыпает вскрышу в предотвал незави-

симо от угла откоса отвального яруса, отсыпаемого консольным отвалообразователем (рис. 5). Для повышения указанного угла откоса консольный отвалообразователь перемещают на другую ось движения. Исследуем его перемещение, необходимое для создания того или иного результирующего угла откоса внутреннего отвала. При этом расположение отвалообразователя будем устанавливать по расстоянию C между его осью движения и нижней бровкой добычного уступа по рабочему борту карьера (рис. 5). Общая высота отвала H_e будет равна:

$$H_e = (H_n + H_o - h_p) \cdot K_p \cdot \tag{6}$$

где H_n, H_o –соответственно высота надрудного и основного вскрышных уступов, м; h_p – мощность рудного пласта, м.

Для отсыпки основного вскрышного ус-

тупа в средний ярус отвала конструктивные размеры роторного экскаватора и отвалообразователя должны удовлетворять условию:

$$B + C = (H_{н.я.} + H_{с.я.} + h_p) \cdot ctg\beta_p, \quad (7)$$

где B – расстояние между осями движения роторного экскаватора и консольного отвалообразователя, м; $H_{н.я.}, H_{с.я.}$ - высота, соот-

ветственно, нижнего и среднего ярусов отвала, м.

Из выражения (7) в случае приближения отвалообразователя к отвалу вытекает:

$$C = (H_{н.я.} + H_{с.я.} + h_p) \cdot ctg\beta_p - B. \quad (8)$$

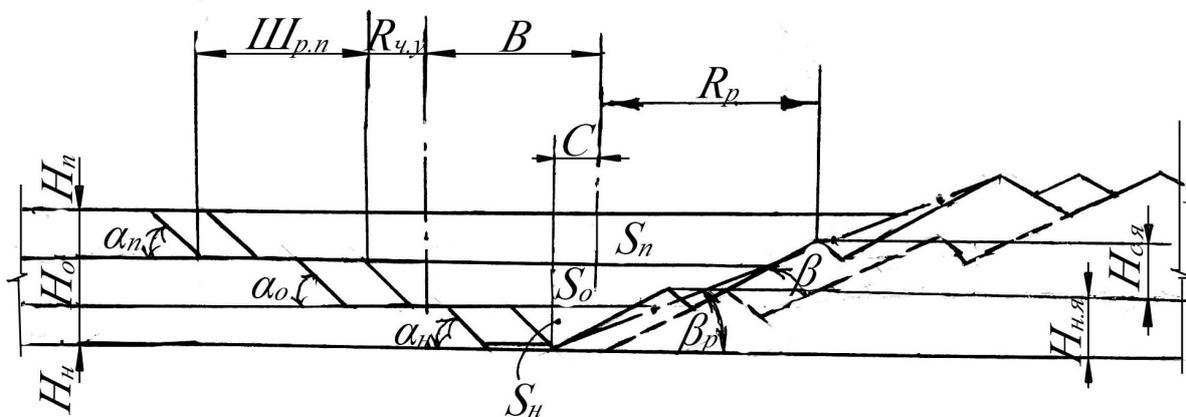


Рисунок 5 – Схема к расчету технологических параметров формирования разрезной траншеи при доработке карьера

Выражение (8) позволяет установить расположение отвалообразователя относительно роторного экскаватора, что определяет расстояние B между ними, а значит, и схему сочленения разгрузочной и приемной кон-

солей взаимодействующих машин. Отвалообразователь, который может обеспечить заданный результирующий угол откоса отвала, должен удовлетворять условиям:

$$R \geq B + C = (H_{н.я.} + H_{с.я.} + h_p) \cdot ctg\beta_p - C; \quad H_p \geq H_{н.я.}, \quad (9)$$

где R_p, H_p - соответственно радиус и высота разгрузки отвалообразователя, включая пролет породы.

Применительно к условиям работы марганцевых карьеров, оснащенных роторными комплексами, по выражениям (8) и (9) установлено взаимосвязь между результирующим углом откоса отвала β_p и месторасположением C консольного отвалообразователя. Также показано влияние высоты основного вскрышного уступа H_o на необходимый радиус разгрузки R_p . При этом принято: $A_6 = A_o = 50$ м.

Полученные графические зависимости позволяют определить ось перемещения отвалообразователя для повышения результирующего угла откоса внутреннего отвала с целью уменьшения объема выработанного пространства. Для увеличения результирующего угла отвала отвалообразователь следует располагать ближе к нижней бровке надрудного уступа, причем с увеличением высоты этого уступа месторасположение C сокращается. Радиус разгрузки консольного отвалообразователя, необходимый для обеспечения заданного угла откоса внутреннего отвала увеличивается прямо пропорцио-

нально высоте основного вскрышного уступа, а при увеличении угла откоса отвала β_p с 15 до 20 град. может быть уменьшен с 144 до 107 м (при $H_o = 25$ м).

Предложенная технология формирования вскрышного и отвального бортов карьера

ра может быть применена для уменьшения размеров остаточного выработанного пространства при отработке блока 2 (рисунок 1) При погашении карьера такое решение обеспечит наиболее высокий коэффициент рекультивации нарушенных земель.

Выводы

1. Определены основные направления развития технологических схем строительства, эксплуатации и доработки карьеров с целью сбережения земельных ресурсов: 1) путем размещения вскрывающих выработок и породных отвалов в выработанном пространстве карьера; 2) за счет изменения порядка и направления подвигания фронта горных работ, что приводит к уменьшению размеров остаточного выработанного пространства.

2. Разработаны конструктивные подходы к выбору технологических схем эксплуата-

ции горизонтальных месторождений, которые обеспечивают минимальный отвод земель под открытые горные выработки и благоприятные условия для проведения горно-технической рекультивации.

3. Последующие исследования рекомендуется направить на систематизацию условий применения предложенных технологических схем горных работ и установление их эффективности по сбережению земельных ресурсов при эксплуатации конкретных месторождений.

Перечень ссылок

1. Крупейников И.А. Некоторые проблемы рекультивации земель создание новых культурных ландшафтов / И.А. Крупейников, А.М. Холмецкий – М.: Знание, 1979. – 48 с. /Новое в жизни, науке, технике. Серия «Наука о земле» - №7.
2. Фененко В.І. Методика прогнозування втрат земельних ресурсів при відкритій розробці марганцевих родовищ / В.І. Фененко // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – 2004. – Вип.7.- С. 111-116.
3. Новожилов М.Г. Проектирование технологии строительства карьеров при применении техники непрерывного действия / Новожилов М.Г., Тартаковский Б.Н., Барсуков М.И. - М.: Наука, 1965. -112 с.
4. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых / [Новожилом М.Г., Хохряков В.С., Пчелкин Г.Д., Эскин В.С.]. – М.: Недра, 1971. – 552 с.
5. Барсуков М.И. Охрана земель при открытой разработке месторождений / М.И. Барсуков, И.М. Барсуков. – К.: Техніка, 1987. – 150 с.
6. А.с.872758 (СССР) Способ вскрытия месторождений полезных ископаемых / М.И. Барсуков, В.П. Шпортько. – Опубл. в Б.И., 1981. - №38.
7. Ресурсозберігаючі технології видобутку корисних копалин на кар'єрах України / [під заг. ред. проф. А.Г. Шапаря]. – К.: Наукова Думка, 1998. – 91 с.
8. Дриженко А.Ю. Восстановление земель при горных разработках / А.Ю. Дриженко. - М.: Недра, 1988. - 241 с.
9. Прокопенко В.И. Резервы повышения эффективности использования земель на карьерах в мягких породах. / В.И. Прокопенко, Н.М. Барсуков // Изв. вузов. Горный журнал. - 1991. - № 7.-С. 25-29.
10. Гуменик И.Л. Общие проблемы природопользования и экоустойчивого развития горно-промышленных регионов / И.Л. Гуменик, А.И. Панасенко // Науковий вісник НГУ. – 2007. - №6. – С.60-65.
11. Весел Н.Н. Усовершенствование технологии открытых горных работ в режиме земле сбережения: Монография / Н.Н. Весел, Т.Н. Мормуль / [за науч. ред. проф. В.И. Прокопенко]. – Днепропетровск: Наука и освіта, 2008. - 268 с.

*Prokopenko V.I., Mormul T.N.,
Litvinov Y.I.*

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL
FLOWCHARTS OF OPEN HORIZONTAL
OCCURRENCE ELABORATION WITH A
VIEW TO SAVE THE GROUND**

National mining university, Dnipropetrovsk, Ukraine

Directions of development opening methods and systems of open horizontal mineral deposits elaboration were justified, and also technological flowcharts of mining works and refinement of the courier taking into account the requirements of land resources guard were improved.

*Надійшла до редколегії 10 жовтня 2011 р.
Рекомендовано членом редколегії докт. техн. наук І.Л. Гумеником*