

УДК 622.271.3

Т.Н. МОРМУЛЬ, ассистент кафедры прикладной экономики ГВУЗ «Национальный горный университет» г. Днепропетровск, Украина

Ю.И. ЛИТВИНОВ, ассистент кафедры прикладной экономики ГВУЗ «Национальный горный университет» г. Днепропетровск, Украина

ВЫБОР ЗЕМЛЕСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ВСКРЫТИЯ И СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ

Определены классификационные признаки и систематизированы горно-геологические условия залегания месторождений, установлено их влияние на выбор систем вскрытия и разработки карьерных полей. Установлены технологические особенности разработки карьерных полей в зависимости от их формы и размеров.

Ключевые слова: технология землесбережения, открытые горные разработки, карьерные поля, система вскрытия и разработки, вытянутые и обширные карьерные поля, остаточное выработанное пространство.

Добыча полезных ископаемых открытым способом изменяет природный ландшафт, надолго или навсегда изымает из сельскохозяйственного использования продуктивные угодья. Степень изменения ландшафта зависит от размеров остаточных горных выработок, которые, в свою очередь, зависят от принятых для эксплуатации месторождения способа вскрытия и системы разработки. В зависимости от глубины залегания рудного пласта, для размещения вскрывающих выработок и отвала, необходимо выделить 163-228 га природных земель. Площадь по объектам карьера распределяется таким образом: капитальная траншея – 3,5-4,5 %, выездная траншея – 8,6-8,4 %, разрезная траншея – 57,0-56,1 %, внешний отвал – 31,0 %. Значит, преобладающую часть остаточных горных выработок (почти 90 %) занимают разрезная траншея и строительный отвал. Управление размерами этих объектов позволяет создать резервы сбережения природных земель и улучшить условия рекультивации нарушенных земель [1, 2, 3, 4, 5, 6].

На основе выполненного анализа можно сделать вывод, что основными направлениями повышения эффективности землесберегающих технологий являются вскрытие карьерного поля внутренними выработками, расположение вскрывающих выработок в зависимости от его формы и размеров в плане. Поэтому целью статьи является выбор землесберегающей технологии вскрытия

и систем разработки для размещения вскрывающих выработок и вскрышных пород в выработанном пространстве карьера и обеспечение наибольшей площади поверхности отвалов для горнотехнической рекультивации на всех этапах эксплуатации месторождений.

На основе классификационных признаков, предложенных акад. Ржевским В.В. [7], выполнена систематизация объектов открытой разработки месторождений (таблица 1). При этом классификационными признаками являются форма и размеры месторождения в плане и по глубине залегания. Округлые или вытянутые карьерные поля согласно их форме и размерам в плане обуславливают то или иное расположение капитальной и разрезной траншей относительно друг друга и направление подвигания фронта горных работ.

Такой поход обеспечивает создание рациональной технологии вскрытия, разработки и доработки месторождения, а также обеспечивает меньшую площадь земельного отвода для размещения вскрывающих траншей и большую площадь поверхности внутренних отвалов для горнотехнической рекультивации.

Особенности технологии разработки горизонтальных месторождений в зависимости от формы и размеров карьерных полей в плане приведены в таблице 2. Эти особенности обуславливают принципиальные подходы к созданию землесберегающих технологий.

Таблиця 1. Систематизація местороджень полевих ископаємих як об'єктів відкритої розробки

Класифікаційний ознак	Група	Характеристика	Вплив на технологію розробки
1. Форма залежи	Плитообразные	Вытянуты преимущественно в двух направлених при относительно небольшой мощности	Предопределяет форму карьерного поля
2. Рельєф поверхності месторождения	Равнинный или холмистый	Имеется толща вскрышных пород примерно одинаковой мощности	Влияет на порядок разработки и средства механизации
3. Положення залежи относительно уровня поверхности	Поверхностного типа	Расположение под толщей вскрышных пород небольшой мощности (до 60-80 м)	Предопределяет размеры карьера по глубине и в плане, а также средства механизации
4. Угол падєния залежи	Горизонтальные и пологие	Могут иметь на небольших участках слабый наклон (до 5-8°)	Обуславливает возможность размещения отвалов в выработанном пространстве карьера
5. Мощность залежи	Весьма маломощные и малой мощности	Зависит от числа одновременно разрабатываемых и обычных уступов	Определяет условия и порядок разработки залежи в зависимости от ее строения
6. Преобладающий тип пород месторождения	Разнообразные вскрышные породы и полезное ископаемое	Масторождения рассыпные, стромительных пород, угольные и некоторые рудные	Чаще мягкие и попускальные в вскрышные породы определяют выбор средств механизации
7. Форма и размеры карьерного поля	Обширные Вытянутые	Относительно небольшая глубина (до 100 м) и большая площадь в плане (до 10-40 кв. км); примерно одинаковая ширина и длина Большой размер по простиранию (до 3-8 км), в несколько раз превышающий размер вкрест простирания залежи	Влияют на размеры вскрывающих выработок, выбор системы разработки и средств механизации Определяют способ вскрытия и место расположения в вскрывающих выработок, порядок отработки залежи
8. Соотношение размеров карьерных полей и месторождения	Карьерное поле охватывает все месторождение Карьерное поле охватывает часть месторождения	Размеры и форма поля в плане определяются размерами и формой залежи Масторождение в плане разделяется на несколько участков, которые разрабатывают смежными карьерными полями	Влияет на место расположения вскрывающих выработок и направление подвигания фронта вскрышных и добычных работ Влияет на схемы раскройки месторождения на карьерные поля и последовательность отработки полей

Таблица 2 – Технологические особенности разработки карьерных полей

Признак деления	Форма и размеры карьерного поля	
	Обширные	Вытянутые
Расположение траншеи относительно границ карьерного поля	Ширина и длина карьерного поля приблизительно равны, что усложняет выбор места расположения вскрывающих выработок	Ширина карьерного поля значительно меньше его длины, что определяет выбор места расположения вскрывающих выработок
Число уступов, которые обслуживаются системой траншей	Тип наклонных капитальных и разрезных траншей обусловлен принятым порядком отработки карьерного поля	Преобладающее вскрытие рабочих горизонтов общими траншеями, что улучшает засыпку выработанного пространства вскрывными породами
Основное назначение траншей	Разные схемы и виды грузопотоков из карьера	Разнородные грузопотоки вскрывных пород и полезных ископаемых
Стационарность вскрывающих выработок	Временное расположение внутри карьерного поля, контур которого перемещается	Постоянное расположение вне проектного контура карьерного поля
Порядок подвигания уступов	Взаимосвязь между отдельными вскрывными и добычными уступами по подвиганию может не соблюдаться	Добычные уступы подвигаются с незначительным отставанием от вскрывных уступов
Характер системы разработки месторождения	Объемы вскрывных пород, разрабатываемых по отдельным системам, зависят от контуров месторождения в плане	Преобладающая часть объема вскрывных пород разрабатывается по бестранспортной и транспортно-отвальной системам

Рабочая зона карьера на этапе доработки запасов месторождения является основным фактором, который определяет площадь остаточных горных выработок и возможность их последующего использования в народном хозяйстве. Для уменьшения объема рабочей зоны принимают соответствующие технологические схемы горных работ, что обеспечивает минимальное нарушение земной поверхности после погашения карьера [8].

Размеры рабочей зоны будут определяться шириной рабочих и отвальных площадок, углом откоса вскрывных и отвальных уступов, шириной и длиной дна карьера. Названные параметры заданы на этапе эксплуатации схемой добычных работ в карьере. Их рациональное сочетание по рабочему и отвальному бортам в пространстве создает благоприятные условия для минимизации площади поверхности погашаемых горных выработок.

Прибортовая зона карьера, где располагаются транспортные площадки, вскрывающие выработки и откосы отработанных уступов по вскрыше и руде в торце и на рабочих бортах, также приводит к нарушению земной поверхности. Влияние зоны определяется величиной горизонтального заложения и длиной нерабочих бортов, а также размерами капитальных траншей.

Земная поверхность в границах карьерного поля нарушается технологическими объектами, а за границами этого поля – вспомогательными объектами (автомобильные и железные дороги, линии электропередачи, пункты перегрузки, склады руды, монтажные площадки и др.). И те, и другие объекты необходимы для разработки пластообразных залежей открытым способом.

Условия эксплуатации месторождения оказывают влияние на уровень землесбережения в зависимости от формы и размеров карьерного поля (рисунок 1).



Рисунок 1 – Графическое представление параметров, которые определяют остаточное выработанное пространство карьера

Технологические решения по управлению размерами в плане открытых горных выработок на разных этапах разработки горизонтальных пластов предусматривают совместное изменение способа размещения выездной и разрезной траншеи относительно друг друга и порядка подвигания фронта горных работ. Созданные технологии предусматривают возможность сбережения земель в границах карьерного поля за счет использования установленных резервов уменьшения площади земельного отвода и увеличения площади рекультивированных земель в зависимости от формы и размеров карьерного поля. Ниже приведены результаты исследований по созданию ресурсосберегающей технологии вскрытия и разработки месторождений применительно к обширным и вытянутым карьерным полям.

Принципиальный подход к эксплуатации обширных карьерных полей, с целью

уменьшения потерь природных земель и увеличения площади рекультивированных земель, состоит в размещении вскрывающих выработок и отвалов внутри карьерного поля. Разработана технологическая схема вскрытия таких карьерных полей внутренними полутраншеями, которые размещаются по длине разрезной траншеи в виде внутренних временных съездов, причем последние создаются в разрыхленных породах на месте извлеченной залежи. Целесообразность такого решения определяется суммой площадей земельного отвода для внешней части полутраншеями, и строительного отвала.

При использовании внутренних съездов для транспортировки полезного ископаемого со дна разрезной траншеи до капитальной полутраншеи, а затем на поверхность, методически обосновано применение двух технологических схем: 1) путем создания

капитальной траншеи в целике, 2) в вскрышных породах с разрезной траншеей на месте добытого полезного ископаемого. Первая схема связана с извлечением ископаемых под капитальной полутраншеей, для чего карьерное поле обрабатывают в прямом и обратном направлениях.

Обоснован методический подход сбережения земель на основе способа вскрытия месторождения, для чего выездная траншея разделяется на две полутраншеи (съезды) с попеременной транспортировкой горной массы по одной из них, а другая наращивается путем подсыпки в сторону развития фронта горных работ. Эта технология позволяет увеличить отвальные емкости при эксплуатации карьера, и площади рекультивируемых земель, сокращается срок их возврата в эксплуатацию. Площадь рекультивируемых земель увеличивается на 12-20 % в зависимости от длины фронта работ.

Благоприятные условия засыпки остаточного выработанного пространства и формирования дополнительного участка рекультивационных работ было создано на карьерах с большой длиной фронта вскрышных и добычных работ. В этой схеме транспортная связь рабочей зоны с поверхностью осуществлялась на основе внутренних съездов, которые формировались, начиная от торца карьера, сначала в выездной траншее, затем - вдоль фронта горных работ, а при подходе к границе карьерного поля - в выработанном пространстве. Длина площадки, необходимая для размещения съезда, определяется остаточной длиной фронта работ основного и дополнительного оборудования для доработки месторождения. При такой технологии возможно рекультивировать до 50% поверхности отвала.

Разработаны технологические схемы обработки вытянутых карьерных полей в режиме сохранения земель по указанным вариантам. Методические решения по созданию землесберегающих технологий разработки вытянутых карьерных полей основаны на поиске способа размещения капитальной и разрезной траншей относительно друг друга и порядка подвигания фронта горных работ. Эти решения систематизированы по следующим вариантам: 1) на основе соединения выработанного пространства с внешней капитальной траншеей; 2) путем разделения карьерного поля по ширине на два

блока и их последовательной обработки веерными или параллельными заходками; 3) путем погашения горных выработок при капитальной траншее внутреннего расположения. Схемы предусматривают соединение выработанного пространства с внешней капитальной траншеей и разделение карьерного поля на два блока и их разработкой веерными заходками, требуют постоянного сохранения капитальной траншеи, для чего на весь период обработки карьерного поля используется часть земельного отвода (в зависимости от глубины траншеи 16-24,2 га). Схема на основе погашения горных выработок при капитальной траншее внутреннего заложения позволяет устранить указанный недостаток.

Усовершенствован технологический подход к разделению карьерного поля остающегося к моменту доработки полезного ископаемого на два блока по простиранию пласта. Другой блок обрабатывают по окончании разработки первого блока путем создания разрезной траншеи, перпендикулярной предыдущему фронту горных работ, что приводит к изменению системы вскрытия. На марганцевом карьере при производительности драглайна 2,6 - 3,5 млн м³/год., и минимальной длине фронта работ 500 м подвигание фронта работ составило 260 - 350 м/год. Такое подвигание обеспечивает добычу руды 553 - 745 тыс. т в год. Предложенная технология позволяет уменьшить длину разрезной траншеи более чем в два раза и, в итоге, увеличить площадь поверхности отвала для рекультивации.

Относительно карьеров, где уступы вскрышных пород разрабатывают большими роторными комплексами и остаточное выработанное пространство имеет значительный объем, предложена и обоснована технология его погашения, начиная с торца карьера. Этот подход позволит полнее засыпать остаточные выработки и рекультивировать насыпанную поверхность вместе с поверхностью внутренних отвалов. Выделены технологические схемы в зависимости от вида транспортных средств и технологии отвальных работ. Схемы предусматривают засыпку торца карьера породой от снижения высоты верхнего яруса внутреннего отвала, а также использование способов верхней и нижней отсыпки консольного отвалообразователя по обе стороны торцевого конвейера.

Для выделенных схем обоснован методический подход к оптимизации параметров формирования отвальной поверхности. Наиболее быстрое и полное заполнение остаточных выработок вскрышными породами

достигается при использовании автомобильно-конвейерного транспорта и формирования наклонной поверхности начальных отвальных заходок, благодаря чему увеличивается площадь рекультивированных земель.

Выводы

В результате выполненных исследований установлено следующее.

1. Систематизированы по классификационным признакам горно-геологические условия залегания месторождений, выделены характерные группы условий и отмечено влияние каждой из групп на технологию их разработки. Основными условиями, определяющими выбор систем вскрытия и разработки с целью уменьшения площади земельного отвода, а также улучшения условий рекультивации нарушенных земель, являются форма и размеры месторождения в плане и по глубине залегания.

2. В зависимости от формы и размеров в плане горно-геологических условий залегания

горизонтальных месторождений следует создавать либо обширные, либо вытянутые карьерные поля, что влияет на выбор технологии их вскрытия и разработки с целью уменьшения площади земельного отвода.

3. На выбор землесберегающей технологии влияет не только система разработки, но и параметры бортов карьера и отвала: высота и число уступов по добыче и вскрыше, место расположения и размеры вскрывающих выработок, направление подвигания фронта горных работ. Площадь возвращаемых нарушенных природных и рекультивированных земель определяется площадью горизонтальной поверхности горных выработок и отвалов вскрышных пород.

Перечень ссылок

1. А.с.872758 СССР. Способ вскрытия месторождений полезных ископаемых / М.И. Барсуков, В.П. Шпортко (СССР). – Оpubл. 1981, Бюл. №38.
2. Теоретическое обоснование создания устойчивой экосистемы в горнопромышленных регионах при консервации и закрытии карьеров : Отчет о НИР / НГУ. – № ГР 0103U01276. – Днепропетровск, 2005. – 154 с.
3. Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений / [Пивняк Г.Г., Гуменик И.Л., Дребенштед К., Панасенко А.И.]. – Д. : Национальный горный университет, 2011. – 568 с.
4. 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.
5. Основы формирования рациональных техногеосистем карьеров: Докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. ["Система "Человек - машина - среда" в горном деле"]. – М. : ИГД им. Скочинского, 1990. – С. 122-128.
6. Управление состоянием массива на открытых горных разработках / [Копач П.И., Краснопольский И.А., Полищук С.З., Шапарь А.Г.]. – К. : Наукова думка, 1998. – 248 с.
7. Ржевский В.В. Открытые горные работы: учебник для вузов. Часть 2. Технология и комплексная механизация / В.В. Ржевский. – М. : Недра, 1985. – 549 с.
8. Методичні вказівки з технології та організації розробки розкритих уступів у складних гірничо-геологічних умовах : [упорядн.: В.П. Шпортко, В.І. Прокопенко]. – Дніпропетровськ: НГА України, 1997. – 17 с.

*Стаття надійшла до редколегії 11.09.2013 р. російською мовою.
Стаття рекомендована членом редколегії канд. техн. наук П.І. Копачем.*

Т.М. МОРМУЛЬ, Ю.І. ЛИТВИНОВ

ДВНЗ «Національний гірничий університет» м. Дніпропетровськ, Україна

**ВИБІР ЗЕМЛЕЗБЕРЕГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗКРИТТЯ ТА СИСТЕМИ
РОЗРОБКИ РОДОВИЩ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЇХ ФОРМИ ТА РОЗМІРІВ**

Визначені класифікаційні ознаки і систематизовані гірничо-геологічні умови залягання родовищ, встановлено їх вплив на вибір систем розкриття і розробки кар'єрних полів. Встановлені технологічні особливості розробки кар'єрних полів в залежності від їх форми і розмірів.

Ключові слова: технологія землезбереження, відкриті гірничі розробки, кар'єрні поля, система розкриття та розробки, видовжені та округлі кар'єрні поля, залишковий вироблений простір.

T.N. MORMUL, YU.I. LITVINOV

State Higher Educational Institution «National Mining University», Dnipropetrovsk, Ukraine

**THE CHOICE OF GROUND-PRESERVING TECHNOLOGY OF UNCOVERING
AND OF THE SYSTEM OF DEPOSITS DEVELOPMENT DEPENDING
ON THEIR FORM AND SIZES**

Classification characteristics are defined, mining and geological conditions of deposits bedding are systematized, its influence on the choice of the system of uncovering and developing for open-cut mines depending on their form and sizes is defined.

Keywords: land saving technologies, open-pit mining, open-pit field, a system of opening and mining, elongated and extensive career field, residual worked-out space.