© С.А. Бобров, В.Е. Кисляков, 2007

УДК 622.271.1

С.А. Бобров, В.Е. Кисляков

ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Анализ существующих классификаций систем открытой разработки месторождений полезных ископаемых показывает отсутствие современного обобщающего классификационного признака, объединяющего не только способы (направления) перемещения вскрышных пород, тип применяемого оборудования, направление выемки горной массы в плане и профиле, но учитывающего, прежде всего, экологическую, а также и социально-экономическую направленность ведения горных работ. При этом определение системы разработки как принципа и технологии не только удаления вскрышных пород, но и одновременного проведения ландшафтно-восстановительных работ, также находит в современных условиях все большее практическое подтверждение.

В технологической системе разработки должны рассматриваться порядок и последовательность вскрышных, добычных и ландшафтно-восстановительных работ.

При проектировании и планировании развития горных работ главная задача параметров системы разработки должна заключаться в формировании такой рабочей зоны карьера и динамики ее развития, при которой: снятие, складирование, погрузка и укладка плодородного и потенциально-плодородных пород, селективная или валовая разработка почвообразующих пород, горно-планировочные работы - обеспечивали бы высокие темпы восстановления нарушенных земель, минимальные сроки изъятия их под горные выработки, создание горизонтов техногенных ландшафтов в отвалах максимально идентичных природным структурам, а также безопасную, экономичную разработку полезных ископаемых при заданной производственной мощности предприятия.

Преобладающее значение экологической направленности ведения горных работ при высокой трудоемкости производства ландшафтно-восстановительных работ требуемого в этом случае уровня, предопределяют формирование конструкции карьерного пространства (рабочей зоны) с такими параметрами элементов системы разработки, важнейшие из которых: высота уступа, минимальная ширина рабочей площадки, размеры траншей, ширина берм, высота отвальных ярусов и их количество, величины углов откосов - численные значения, которых бы устанавливали создание, развитие и поддержание рабочей зоны в оптимальном режиме нарушения и восстановления земель.

Ниже приводятся общепринятые в горной науке определения и понятия рабочей зоны карьера.

По мнению авторов работы [1] проектная мощность карьера может быть

достигнута при количественно различных величинах скорости подвигания фронта горных работ и темпа углубки карьера. Сочетание этих параметров предопределяет выбор основных машин, элементов системы разработки, режима горных работ, а, следовательно, и технико-экономичес-кие показатели эксплуатации месторождения. В свою очередь, все факторы в совокупности определяют один из важнейших параметров – его рабочую зону. Оптимизация рабочей зоны карьера позволяет значительно повысить экономичность разработки крутопадающих и наклонных месторождений и является составным элементом проектирования карьеров. В работе [2] рабочая зона карьера представляет собой топографическую поверхность, заключенную между верх-ней и нижней бровками рабочих уступов. В трудах [3] совокупность уступов, находящихся в одновременной разработке, называется рабочей зоной карьера. Положение рабочей зоны карьера определяют отметками нижних площадок верхнего и нижнего (на данный момент времени) рабочих уступов карьера. Длина фронта горных работ карьера представляет собой суммарную протяженность фронтов горных работ всех рабочих уступов. В работе [4] рабочей зоной является та часть карьера, в которой в данный период эксплуатации предприятия находятся рабочие площадки, размещено основное горно-транс-портное и вспомогательное оборудование, большая часть внутрикарьерных и энергетических коммуникаций и ведутся вскрышные и добычные горные работы. Рабочая зона карьера представляет собой сложную пространственную поверхность, которая изменяет конфигурацию по мере своего развития в процессе отработки месторождения. Рабочая зона состоит из рабочих площадок и уступов, внутренних съездов и разрезных траншей, внутренних отвалов, площадок под перегрузочными пунктами, временными складами горной массы и др. В рабочей зоне поддерживают нормативную величину готовых к выемке запасов полезного ископаемого. Фор-мирование рабочей зоны в карьере осуществляется в соответствии с определенными закономерностями, принятыми критериями и оценивается рядом показателей, таких, как скорость перемещения забоя, скорость перемещения фронта работ уступа или группы уступов, скорость и на-правление углубки, площадь рабочей зоны и темп её изменения и др. Дина-мику развития рабочей зоны следует обосновывать, исходя из долгосрочной перспективы развития горных работ в карьере, т.е. исходя из режима горных работ и календарного графика разработки. Сложившаяся практика проектирования и планирования производительности глубоких карьеров и соответствующего ей развития горных работ основана на исследовании и экономической оценки режима горных работ, вскрытия и систем открытой разработки.

С.В. Корнилов предложил уточнить термин «рабочая зона» для глубоких карьеров и дать ему следующую формулировку [4]: «Рабочая зона глубоких карьеров – это часть карьерного пространства, слагаемая рабочими и временно законсервированными уступами с расположенными на них площадками соответствующей ширины, периодически перемещаемыми в пределах карьерного поля для обеспечения выемки заданных объемов полезного ископаемого требуемого качества, поддержания готовых к выемке запасов и создания нормальных условий для транспортного обеспечения экскаваторных забоев и пунктов перегрузки горной массы». Рабочую зону глубоких карьеров следует

рассматривать как самостоятельный сложноструктурный объект – большую систему, структурно состоящую из участков карьерного поля – групп уступов по глубине и в плане, отличающихся последовательностью вскрытия, технологией и интенсивностью их отработки и изменяющихся по мере понижения горных работ. Конструкция и размеры рабочей зоны, а также масштабы работ зависят от установленного режима горных работ и внешних факторов: спроса на полезное ископаемое, затрат на его добычу и т.п. При проектировании карьера необходимо формировать динамику развития рабочей зоны, т.е. управлять ее развитием. Под управлением рабочей зоны карьеров понимают комплекс технологических мер, обеспечивающих перемещение отрабатываемых бортов карьеров в пространстве с целью обеспечения требуемого объема добычи и создания условий для безопасной реализации установленного календарного графика разработки.

Таким образом, рассмотренные выше понятия и определения рабочей зоны карьера, также свидетельствуют об отсутствии экологической направленности открытой разработки. Для придания экологической направленности открытой разработке необходимо сформулировать новое понятие, характеризующее сущность рабочей зоны карьера, которая также и определяла бы главный классификационный признак систем открытой разработки.

Исходя из выше изложенного рабочая зона - это совокупность взаимосвязанных вскрышных, добычных и отвальных уступов (рисунок). Размеры рабочей зоны характеризуются ее длиной и высотой в профиле, в плане - длиной вскрышных, добычных и отвальных фронтов. Динамику развития рабочей зоны в этом случае необходимо увязывать с главными параметрами карьера, которыми будут являться производственная мощность карьера, срок существования предприятия, промышленные запасы полезного ископаемого, виды граничных коэффициентов вскрыши с учётом прогнозной оценки нарушений земель. В качестве главенствующего при выборе технологии и оборудования признака предлагается способ формирования конструкции рабочей зоны карьера с оптимальными параметрами. Условия применения в зависимости от распределения горных работ (вскрышные, добычные и ландшафтно-восстановительные) в определенном порядке обусловливает наиболее важный в экологическом отношении принцип классификации систем открытой разработки. При этом в наименовании системы разработки основным признаком приняты способы разработки, укладки и пригодность вскрышных пород, почв и породных прослоев для использования их при биологической рекультивации. К числу других, менее значимых, отнесены следующие признаки, необходимые при формировании рабочей зоны карьера, влияние которых на исследуемый объект также будет носить эколого-технологический характер. Так, например, по способу разработки и укладки вскрышных пород в отвалы выделяются схемы валовой и селективной разработки уступов и валового и селективного отвалообразования. При валовой схеме разработку и отвалообразование производят без разделения совместно залегающих различных вскрышных пород и почв на отдельные компоненты

(плодородный слой почвы - ПСП, потенциально плодородные породы - ППП, малопригодные породы - МПП и непригодные породы НПП). При селективной схеме разработку и отвалообразование пород вскрыши, а также гумусированную часть почв извлекают и наносят на спланированную поверхность раздельно. Для при-менения селективных схем вскрышные породы классифицируют по пригодности их использования для биологической рекультивации в зависимости от показателей химического и гранулометрического состава и инженерно-геологической характеристики [7].

В зависимости от места размещения пород вскрыши (проведения ландшафтно-восстановительных работ) применяется внутреннее или внешнее отвалообразование. По типу применяемого выемочного и транспортного вскрышного, добычного и отвального оборудования технологические схемы по Н.В. Мельникову могут подразделяться на бестранспортные, транспортно-отвальные (с отвалообразователями), транспортные (с автомобильным, железнодорожным или конвейерным транспортом), на специальные (с применением средств гидромеханизации) и комбинированные.

По способу формирования внешних и внутренних отвалов применяются схемы поярусного возведения отвалов и с отсыпкой всех отвальных ярусов на проектную высоту [6].

По способу производства ландшафтно-восстановительных работ остаточного выработанного пространства применяется выполаживание, тер-расирование или заваливание карьерных выемок.

По способу технологического формирования отвальной зоны выделяются технологические схемы пассивного и активного формирования поверхности отвала [5].

На основании вышеизложенного рекомендуются следующие признаки систем открытой разработки по условиям применения и в зависимости от:

- способов разработки, укладки и пригодности совместно залегающих вскрышных пород, почв и породных прослоев для использования их при биологической рекультивации;
- периода разработки и распределения горных работ в рабочей зоне карьера;
- направление развития горных работ в профиле и плане;
- места проведения ландшафтно-восстановительных работ относительно контуров карьерных выемок;
- способов механизации;
- способов формирования отвалов;
-способов технологического формирования ландшафтно-восстановительных работ.

От способов разработки, укладки и пригодности совместно залегающих вскрышных пород, почв и породных прослоев для использования их при биологической рекультивации системы разработки разделяются селективные, валовые и комбинированные. При этом под комбинированной системой следует понимать различное сочетание разработки и отвалообразования с и без разделения совместно залегающих различных вскрышных пород и почв.

Периоды разработки и распределения горных работ в рабочей зоне карье-

ра подразделяются на строительный, основной и завершающий. В свою очередь в каждый из этих периодов входят вскрышные, добычные, ландшафтно-восстановительные работы. Вскрышные работы строительного периода включают подготовку к разработке и разработку ПСП, разработку и. укладку ППП, МПП и НПП, также производится первичная и вторичная планировка отвала. Вскрышные работы основного периода содержат подготовку к разработке и разработку ПСП, разработку ППП, МПП и НПП. На ландшафтно-восстановительных работах производятся укладка ППП, МПП и НПП, а так же первичная и вторичная планировка отвала. Затем наносится на спланированную поверхность ПСП.

На добыче производится выемка полезного ископаемого и породных прослоев, если таковые имеются.

Завершающий период связан с выполаживанием и террасированием отвала и остаточного выработанного пространства, а также с нанесением или нет ПСП на поверхность отвала и выположенного и (или) стеррасированного остаточного выработанного пространства.

Направление развития горных работ в профиле и плане принято однобортовое продольное (поперечное), двухбортовое продольное (поперечное), веерное, кольцевое. На ландшафтно-восстановительных работах выполаживание и террасирование внешнего отвала в строительный период при разработке горизонтальной и пологой залежи, а также наклонной и крутой в завершающий период - производится по периметру [8]. Направление развития горных работ ориентировано также и относительно контуров погашенных карьерных выемок.

Условия применения характеризуются горизонтальным, пологим, наклонным и крутым залеганием залежи полезного ископаемого.

Таким образом, предложенный методологический подход при определении систем открытой разработки на стадиях проектирования и планирования развития горных работ обеспечит рациональное использование земельных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Теория* и практика открытых разработок / Н.В. Мельников, А.И. Арсентьев, М.С. Газизов и др. - М.: Недра, 1973. - 636 с.

2. *Реентович Э.И.* Применение линейного программирования для оптимального порайонного планирования режима горных работ карьеров. В сб. Проектирование и строительство угольных предприятий, № 68, ЦНИИТЭИуголь. – М.: Недра, 1964.

3. *Ржевский В.В.* Открытые горные работы. Часть I. Производственные процессы: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. -509 с.

4. *Трубецкой К.Н., Краснянский Г.Л., Хронин В.В.* Проектирование карьеров: Учеб. Для вузов: В 2 т. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Академии горных наук, 2001.- Т.1. – 519 с.

5. *Томаков П.И., Коваленко В.С., Михайлов А.М., Калашников А.Т.* Экология и охрана природы при открытых горных работах: Учеб. пособие. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2000. – 417 с.

6. *Временные* методические указания по рекультивации нарушенных земель в угольной промышленности / И.С. Цукерман, В.М. Игошин, М.В. Мощенникова, Т.К. Надршин и др, Пермь, 1980. – 300 с.

7. ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации. – М., 1986. – 9 с.

8. *Справочник*. Открытые горные работы / К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Винницкий, Н.Н. Мельников и др. – М.: Горное бюро, 1994. 590 с.: ил. ГИАБ

Коротко об авторах

Бобров С.А., Кисляков В.Е. – Институт цветных металлов и золота ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»