

УДК 622.882

Ю.О. Славиковская

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕДР ПРИ ОТКРЫТОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

Проведен анализ соответствующей экологической ситуации в регионе и дана экономическая оценка возможных технологических схем технической рекультивации недр больших и малых карьеров.

Ключевые слова: добыча, окружающая среда, экология, гидросфера, рекультивация земель, месторождение, ландшафт.

Горно-промышленный комплекс — один из крупнейших источников существенного негативного воздействия на окружающую среду, затрагивающий практически все ее элементы (литосферу, гидросферу, атмосферу, растительный и животный мир).

Ежегодно в мире добывается и перерабатывается свыше 1000 млрд. т минерального сырья и 15—18 млрд м³ пустых пород. В.И. Вернадский не случайно назвал человечество преобразующей геологической силой. В России более 5000 карьеров, разрезов, приисков, которые занимают около 1,5 млн га. Ещё больше площадь земель, занятых отвалами, шламохранилищами, террикониками.

В целом охране окружающей среды горнодобывающими предприятиями уделяется соответствующее внимание, но в тоже время основное внимание направлено на борьбу с вредным воздействием на окружающую природную, социальную среду и последствия вредных выбросов, стоков и отходов горного производства и обогатительного передела.

Безусловно, деятельность горно-промышленного комплекса заслуживает дальнейшего изучения и разра-

ботки эффективных природоохранных мероприятий по предотвращению или уменьшению результатов негативного воздействия. Однако, что касается недр, то природоохранные мероприятия связаны в основном с экономией расходования земельного фонда, рекультивацией нарушенных земель, предотвращением загрязнения прилегающих территорий продуктами смыва с нарушенных земель путем регулирования поверхностных стоков. В тоже время в результате деятельности горного предприятия происходит нарушение самой природы недр.

В результате деятельности горнодобывающих предприятий, особенно ведущих отработку месторождений открытым способом, в недрах образуются огромные пустоты. Объемы выработанного пространства наиболее крупных железорудных карьеров России достигают 800 млн м³, а параметры карьерных полей по длине составляют от 1,5 до 3,0 км и ширине от 1,4 до 6,3 км (табл. 1). Глубина отдельных карьеров достигает 600 м — это Сибайский карьер (Башкирский медно-серный комбинат), Коркинский угольный разрез и ряд других.

Таблица 1

Классификация карьеров в зависимости от объемов выработанного пространства

№	Объем выработанного пространства, млн.м ³	Площадь карьерного поля, тыс.м ²	Глубина карьера, м	Удельный вес группы, %
1	До 50,0	50,0—1500,0	50,0—70,0	50,0
2	50,0—100,0	1500,0—3000,0	100,0—150,0	21,43
3	100,0—150,0	3000,0—4000,0	150,0—200,0	14,29
4	200,0 и выше	6000,0 и выше	350,0 и выше	14,28

Практика природопользования показывает, что при техногенном нарушении какой-либо компоненты окружающей среды всегда происходит изменение свойств остальных ее составляющих.

Многолетние накопленные пустоты, помимо нарушения поверхности приводят к нарушению напряженно-деформированного состояния рудного массива, в недрах образуются трещины, разрывы, оползни, обвалы.

Согласно исследованиям, проведенным в ИГД УрО РАН, под влиянием горных работ формируется внутренняя зона деформации, образующаяся непосредственно вокруг выработанного пространства под воздействием уравновешенной системы сил, и внешним, возникающим за счет нарушения изостазии при перемещении полезного ископаемого и вскрышных пород. При этом размеры внутренних зон составляют 2—3 средних радиусов выработанного пространства, а у внешней зоны, деформации могут распространяться практически на 20—30 средних радиусов.

Изменяется гидрогеологический режим горных отвалов, в результате нарушения водоносных горизонтов и обезвоживания продуктивных пластов пресных вод.

В горно-промышленных районах существенно изменяется ландшафт местности в связи с образованием ог-

ромных карьерных выемок, рукотворных горных отвалов вскрышных пород, объем которых на крупных карьерах достигает 50,0—60,0 и более млн м³. Исчезают целые горы за счет отработки месторождений полезных ископаемых залегающих в них. На Урале, в Челябинской области исчезла гора Магнитная, в Тагило-Кушвинском районе Свердловской области не стало горы Благодать в связи с отработкой железных руд, залегающих с них. С переходом к рынку и существенным развитием предпринимательской деятельности возникло огромное количество мелких горных предприятий, ведущих отработку месторождений строительных материалов как правило, открытым способом, который наносит существенный экологический ущерб местности, нарушая целостность ландшафта.

Значимость управления экологической безопасностью недр с каждым годом возрастает. Это актуально для крупных горнодобывающих районов, особенно для старых горно-заводских регионов, к которым можно отнести Уральский регион, Кузбасс и ряд других, в связи с чем возникает необходимость решения проблемы по рекультивации пустот недр, нарушенных горными работами и изысканию путей по сокращению и восстановлению ландшафта местности или по существенному сокращению его нарушений. Учитывая огромные объемы чаш

карьеров до 300 и более млн м³ и целый ряд других факторов, рекультивация недр при открытом способе разработки месторождений в постотрабочный период может вестись в двух основных направлениях.

Разработка конкретного крупного месторождения предопределяет адаптивную к нему систему действий недропользователей в пространственном и временном аспектах. Решение проблемы организации экологической безопасности территории крупного горнопромышленного комплекса целесообразно представлять в трех взаимосвязанных блоках: организации территории месторождения или комплекса месторождений в целом, во времени разработки месторождений и в постотрабочном периоде. В этом случае уже при проектировании горнодобывающего предприятия необходимо предусматривать в выработанном пространстве карьера, соответствующие профилю хозяйства данного района и климатической зоне различные объекты социального уровня (водоемы, зоны отдыха и проч.), формирование нового ландшафта местности.

Проведение непосредственной технической рекультивации недр, которая заключается в первоначальной ликвидации образованных пустот недр на основе размещения в них твердых масс с последующей биологической рекультивацией их поверхности.

Техническая рекультивация недр позволяет сохранить ландшафт полностью на равнинной местности и ликвидировать в какой-то степени последствия нарушения недр горнодобывающим предприятием. После проведения биологической рекультивации в хозяйственную деятельность включаются огромные земельные площади. Стабилизируется напряженно-деформированное состояние

горного массива в районе действия горнодобывающего предприятия, хотя полностью его восстановление едва ли возможно.

После проведения соответствующих технических мероприятий (формирование подстилающих экранов при засыпке пустот, создание гидроизолирующих перемычек и т.д.) возможно восстановление гидрогеологического режима местности.

Принятие решения о выборе того или иного направления зависит от целого ряда факторов: особенностей региона, где залегает месторождение полезных ископаемых, его инфраструктура, плотность населения и проч. Определенную роль в этом комплексе вопросов играет эколого-экономическая оценка технологической схемы рекультивации недр в каждом конкретном случае.

Возможен целый ряд технологических схем рекультивации недр. Размещение в постотрабочном периоде в карьерных выемках хвостов обогатительного передела. Данная технологическая схема рекультивации начинает применяться на ряде ГОКов. Так на Высокогорском ГОКе отходы обогатительной фабрики размещают в отработанном Главном карьере.

Размещение в карьерной выемке пород вскрыши, используя старые отвалы, или размещая вскрышные породы с действующих предприятий, а также проведение специальных мероприятий по засыпке карьерных выемок. Использование карьерных выемок в качестве потенциального георесурса для размещения в целом отходов каких-либо производств.

Все технологические схемы по технической рекультивации недр на последнем этапе должны завершаться биологической рекультивацией поверхности.

На основании исследований выполненных в ИГД УрО РАН были проанализированы параметры свыше 50 карьеров по разработке рудных и нерудных месторождений (по добыче известняка, щебня, доломита). В таблице 1 приведена их группировка по глубине разработки и объемам выработанного пространства, из которой видно, что небольшие карьеры, глубиной до 50—70 м. составляют в общем объеме 50 %, а занимаемая ими земельная площадь находится в пределах 50—1500 тыс.м², при объеме выработанного пространства до 50 млн.м³.

С ростом глубины карьера резко возрастает объем выработанного пространства, при этом занимаемая площадь в 3—4 раза превышает объемы выработанного пространства.

На наш взгляд, исходя из большого количества карьеров небольшой глубины, а с переходом к рыночной экономике и развитием предпринимательской деятельности количество малых карьеров существенно возрастает, необходимо говорить об их обязательной технической рекультивации.

Для карьеров большей глубины решение об их обязательной технической рекультивации должно приниматься на основании анализа соответствующей экологической ситуации в регионе и экономической оценкой возможных технологических схем ее проведения.

В более общем виде эколого-экономическая оценка технической рекультивации недр, рассматривая ее в качестве методического подхода, может быть выполнена с использованием следующих показателей.

Возможный экономический эффект получаемый горнодобывающим предприятием при складировании отвальных пород в выработанное про-

странство ($P^o_{обш.}$, руб.) можно определить следующим образом:

$$P^o_{обш.} = \sum_{t=1}^T \Delta H_{обш.t} + \sum_{t=1}^T \Delta Y_{обш.t} - \sum_{t=1}^T Z_{обш.t} - \sum_{t=1}^T Y_{обш.t}. \quad (1)$$

Суммарная экономия на платежах за загрязнение окружающей среды

$$\sum_{t=1}^T \Delta H_{обш.t} \text{ (руб.):}$$

$$\sum_{t=1}^T \Delta H_{обш.t} = \Delta H_a + \Delta H_o + \Delta H_z, \quad (2)$$

где ΔH_a — экономия на платежах за загрязнения атмосферного воздуха за счет снижения пыления отвала (руб.); ΔH_o — экономия на платежах за размещение отходов (руб.); ΔH_z — экономия на платежах за пользования земельными ресурсами за счет сокращения площадей занятых под отвалами (руб.).

Суммарный предотвращенный ущерб окружающей среде за счет складирования отвальных пород в выработанное пространство $\sum_{t=1}^T Y_{обш.t}$ (руб.):

$$\sum_{t=1}^T Y_{обш.t} = \Delta Y_a + \Delta Y_o + \Delta Y_z + \Delta Y_n + \Delta Y_l, \quad (3)$$

где ΔY_a — предотвращенный ущерб в результате сокращения пыления отвала (руб.); ΔY_o — предотвращенный ущерб в результате сокращения объемов размещаемых отходов (руб.); ΔY_z — предотвращенный ущерб земельным ресурсам в результате сокращения площадей занятых под отвалами (руб.); ΔY_n — предотвращенный ущерб недрам в результате закладки части выработанного пространства (руб.); ΔY_l — предотвращенный

ущерб ландшафту местности в результате сокращения площади отвала и закладки выработанного пространства (руб.).

Суммарные затраты на рекультивацию выработанного пространства за счет складирования отвальных пород $\sum_{t=1}^T Z_{обш.t}$ (руб.):

$$\sum_{t=1}^T Z_{обш.t} = Z_{п} + Z_{т} + Z_{ф} + Z_{лог} \quad (4)$$

где $Z_{п}$ — суммарные затраты связанные с подготовкой выработанного пространства к укладке отвальных пород (руб.); $Z_{т}$ — затраты на транспортировку 1т. пород (руб./т); $Z_{ф}$ — затраты на формирование поверхности (руб.); $Z_{лог}$ — затраты на погрузку 1т. пород (руб./т).

Остаточный ущерб, наносимый окружающей среде в результате не полной рекультивации выработанного пространства $\sum_{t=1}^T Y_{обш.t}$ (руб.):

$$\sum_{t=1}^T Y_{обш.t} = Y_{а} + Y_{о} + Y_{з} + Y_{н} + Y_{л}, \quad (5)$$

где $Y_{а}$ — остаточный ущерб атмосферному воздуху в результате пыления отвалов (руб.); $Y_{о}$ — остаточный ущерб в результате не полного складирования отвальных пород в выработанное пространство (руб.); $Y_{з}$ — остаточный ущерб земельным ресурсам в результате не полной ликвидации отвала (руб.); $Y_{н}$ — остаточный ущерб недрам в результате не полной закладки выработанного пространства (руб.); $Y_{л}$ — остаточный ущерб ландшафту местности в результате его не полного восстановления (руб.); $t = 1, 2, \dots, T$ — период проведения работ по рекультивации недр (годы).

Возможный экономический эффект получаемый горнодобывающим

предприятием при складировании хвостов обогащения в выработанное пространство ($P_{обш.}$, руб.):

$$P_{обш} = \sum_{t=1}^T \Delta H_{обш.t} + \sum_{t=1}^T Y_{обш.t} - \sum_{t=1}^T Z_{обш.t} - \sum_{t=1}^T Y_{обш.t}. \quad (6)$$

Экономия на платежах за загрязнение окружающей среды $\sum_{t=1}^T \Delta H_{обш.t}$ (руб.):

$$\sum_{t=1}^T \Delta H_{обш.t} = \Delta H_{в} + \Delta H_{о} + \Delta H_{з} \quad (7)$$

где $\Delta H_{в}$ — экономия на платежах за сброс загрязняющих веществ (руб.); $\Delta H_{о}$ — экономия на платежах за размещение отходов (руб.); $\Delta H_{з}$ — экономия на платежах за пользования земельными ресурсами (руб.).

Суммарный предотвращенный ущерб окружающей среде в результате складирования хвостов обогащения в выработанное пространство $\sum_{t=1}^T \Delta Y_{обш.t}$ (руб.):

$$\sum_{t=1}^T \Delta Y_{обш.t} = \Delta Y_{в} + \Delta Y_{о} + \Delta Y_{з} + \Delta Y_{н} + \Delta Y_{л} \quad (8)$$

где $\Delta Y_{в}$ — предотвращенный ущерб в результате сокращения сброса загрязняющих веществ (руб.); $\Delta Y_{о}$ — предотвращенный ущерб в результате сокращения объема размещаемых отходов (руб.); $\Delta Y_{з}$ — предотвращенный ущерб земельным ресурсам за счет не изъятия земель под строительство нового шламохранилища (руб.); $\Delta Y_{н}$ — предотвращенный ущерб недрам в результате закладки выработанного пространства (руб.); $\Delta Y_{л}$ — предотвращенный ущерб ландшафту местности (руб.).

Суммарные затраты на рекультивацию недр на основе складирования отходов обогатительного передела в выработанное пространство $\sum_{t=1}^T \Delta Z_{обш.t}$ (руб.):

$$\sum_{t=1}^T \Delta Z_{обш.t} = Z_{п} + Z_{т}, \quad (9)$$

где $Z_{п}$ — суммарные затраты на подготовку выработанного пространства к складированию отходов обогатительного передела (руб.); $Z_{т}$ — затраты на транспортировку 1 т. хвостов (руб./т).

Остаточный ущерб, наносимый окружающей среде в процессе рекультивации недр $\sum_{t=1}^T U_{обш.t}$ (руб.):

$$\sum_{t=1}^T U_{обш.t} = U_{в} + \Delta U_{о} + \Delta U_{з} + U_{н} + U_{л} \quad (10)$$

где $U_{в}$ — остаточный ущерб в результате сброса сточных вод (руб); $U_{о}$ — остаточный ущерб в результате размещения некоторой части хвостов обогащения в шламоохранилище или не полного складирования хвостов

обогащения из шламоохранилища в выработанное пространство (руб.); $U_{з}$ — остаточный ущерб земельным ресурсам в результате сохранения существующего шламоохранилища (руб.); $U_{н}$ — остаточный ущерб недрам в результате их не полной закладки (руб.); $U_{л}$ — остаточный ущерб ландшафту местности в результате сохранения существующего шламоохранилища и не полной закладки выработанного пространства (руб.).

На сегодня в Российском экологическом и налоговом законодательстве не заложены стимулирующие или фискальные инструменты для проведения технической рекультивации недр и восстановлению ландшафта местности после окончания разработки месторождения. При размещении отходов в выработанном пространстве предприятия руководствуются только дефицитом земельных участков, а так же платежами за пользование земельными ресурсами и платежами за отчуждение земель, которые за последнее время, в связи с введением кадастровой стоимости земель и использованием ее в качестве налогооблагаемой базы, возросли в разы. **ПЛАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Славиковская Ю.О. — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории горной экологии ИГД УрО РАН, direct@igd.uran.ru

