

Но прежде, все же, следует, минимум на двух уровнях, переосмыслить вопрос: «Нефть или ядерные отходы?» Глобальный уровень: если абиогенная нефть реальна, то нужно остановить (приостановить) развитие нынешней и любой другой будущей ядерной энергетики, неотъемлемым следствием которых есть и будет генерирование высокоактивных и долгоживущих отходов, а также – системы международных подземных ядерных могильников, в том числе приостановить работы вблизи Красноярска. Локальный уровень: если строительство могильника вблизи Красноярска необходимо, надо с помощью глубокого бурения доказать отсутствие нефти и благоприятный гидрологический режим применительно к оконтуривающим предполагаемое место заложения объекта кристаллическим породам Нижнеканского массива. Для Печенги, например, множеством скважин глубиной 2-2,5 километра и Кольской сверхглубокой скважиной доказано отсутствие нефти и показаны благоприятные предпосылки естественной гидроизоляции будущих подземных сооружений.

Библиографический список

1. Никипелов Б. Этика и диалектика в ядерной энергетике / Бюлл. По атомной энергии / ЦНИИ Атоминформ. – 2003, №10. – С. 7-14.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ЗЕМЛЕЕМКОСТИ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Н.И. Просандеев, Институт проблем природопользования и экологии
НАН Украины, Украина*

Рассмотрены вопросы оценки использования земельных ресурсов горнодобывающими предприятиями с открытым способом разработки полезных ископаемых и учетом горно-геологических условий их залегания.

Земля является одним из ценнейших природных ресурсов, который используется для производства продуктов питания человека и животных. Увеличение ее продуктивности особенно остро стоит на современном этапе развития общества, в связи с дефицитом продуктов питания, обусловленным ростом численности населения планеты. В свою очередь техническая революция в развитии общества вызвала значительную техногенную нагрузку на природную среду, и в первую очередь, на земельные ресурсы. Все в большей мере они стали использоваться не по своему прямому назначению – производству продуктов питания, а для размещения городов и предприятий, автомобильных и железных дорог, а также других промышленных сооружений. Это привело к значительному сокращению площади земель сельскохозяйственного использования и необходимости наращивания продуктивности оставшихся площадей для обеспечения необходимого количества продуктов питания. Сложившееся положение значительно повысило ценность земель и определило необходимость постоянного контроля за их состоянием, использованием и учетом в различных отраслях промышленности.

Горнодобывающая промышленность является одной из наиболее землеемких отраслей, где земельные площади на многие десятилетия (или же безвозвратно) теряются под объектами горного производства, что поставило перед учеными-горняками вопрос о разработке критериев оценки использования земельных ресурсов при производстве горных работ. Особенно остро данный вопрос стоит для открытого способа разработки полезных ископаемых, где земельные площади задалживаются под карьеры, отвалы, хвостохранилища и промплощадки.

Для открытых горных работ оценку использования земельных ресурсов Е.П. Дороненко предлагает производить по удельной землеемкости (коэффициенту землеемкости), которая

представляет собой отношение земельной площади (га), занимаемой горным предприятием, к количеству добываемого полезного ископаемого (т). Автор различает текущую, геологическую и граничную удельную землеемкости [1].

Текущая удельная землеемкость представляет собой отношение земельной площади, нарушенной за год к годовой производительности карьера. Для открытых горных работ Кривбасса в различные периоды эксплуатации месторождений изымалось от 1000 до 1980 га земельных площадей в год при суммарной производительности карьеров 180 млн т/год. В этом случае текущая удельная землеемкость горных предприятий бассейна колеблется от 5,55 до 11,00 га/млн т. Для горно-обогатительных комбинатов Кривбасса она колеблется в следующих пределах (га/млн т): ИнГОК – 5,5-10,9; ЮГОК – 4,0-8,6; НКГОК – 4,0-8,0; ЦГОК – 6,4-11; СевГОК – 4,2-10,4. Данный показатель характеризует усредненное изъятие земельных площадей в течение года. Однако, в процессе разработки пород на карьерах бывают периоды, когда земельные площади не нарушаются – карьер развивается только вглубь, а внешние отвалы и хвостохранилища растут только в высоту, что не отражается данным критерием.

Геологическая удельная землеемкость V_z – отношение площади горного отвода S_o к извлекаемым запасам полезного ископаемого Z . Данный критерий характеризует особенности эксплуатируемых запасов полезного ископаемого – чем большее их количество вовлечено в разработку, тем меньше удельная землеемкость данного горного предприятия:

$$V_z = S_o / Z = S_o / Q_n \cdot T, \quad (1)$$

где Q_n – производственная мощность предприятия, млн т/год;

T – срок эксплуатации предприятия, лет.

Зная запасы полезного ископаемого, планируемую (проектную) производительность предприятия и нормативный срок его службы по данному критерию можно установить количество нарушаемых земельных площадей при разработке данного месторождения. Для карьеров Кривбасса геологическая удельная землеемкость составляет (га/млн т): ИнГОК – 4,5-5,2; ЮГОК – 5,65-6,1; НКГОК – 5,17-5,8; ЦГОК – 5,7-6,6; СевГОК – 6,4-6,8. Из формулы (1) видно, что изменяя производственную мощность предприятия или срок его службы можно регулировать значение геологической удельной землеемкости.

Граничная удельная землеемкость равна отношению площади нарушенных земель за определенный период времени к количеству полезного ископаемого, добытого за тот же период времени. На наш взгляд, данное название удельной землеемкости не совсем удачное, поскольку заложенный в него смысл не несет никаких ограничивающих условий, а соответствует удельной землеемкости на рассматриваемый период времени. Поэтому выше приведенное содержание соответствует периодичной удельной землеемкости. Для горно-обогатительных комбинатов Кривбасса периодичная удельная землеемкость составляет (га/млн т): на 1987-1990 гг. – 7,86; 1991-1995 гг. – 10,23; 1996-2000 гг. – 12,9 и 2000-2005 гг. – 10,31. Значительные колебания периодичной удельной землеемкости обусловлены варьированием производственной мощности комбинатов Кривбасса в указанные годы.

Из приведенных критериев наименьшими значениями обладает геологическая удельная землеемкость, поскольку нарушенные земельные площади отнесены к максимальному количеству извлекаемого полезного ископаемого. За все время отработки месторождения периодичная удельная землеемкость совпадает с геологической.

Рассмотренные критерии удельной землеемкости отображают использование земель горным предприятием в целом и не показывают их использование отдельными объектами горного производства: карьерами, отвалами и хвостохранилищами. Для оценки использования земельных площадей данными объектами горного производства нами предлагается использовать удельную землеемкость соответствующих объектов. Так, удельная землеемкость карьера представляет собой отношение площади нарушенных земель на дневной поверхности в конечных контурах карьера к объему горной массы в них. Рекомендуется рассчитывать граничную и фактическую (проектную) удельную землеемкость горного объекта. Под гранич-

ной удельной землеемкостью карьера понимается отношение площади карьера на дневной поверхности при максимально возможных углах откосов его бортов в конечном положении (в настоящее время 55-60°, что соответствует мировому опыту формирования крутых бортов карьеров с глубиной отработки до 800 м), минимальных параметрах дна карьера, обеспечивающих отработку полезного ископаемого технологическим оборудованием с соблюдением технической безопасности, к объему горной массы, заключенному в данных контурах при заданной глубине разработки. Граничная землеемкость служит ориентиром, к которому нужно стремиться горному предприятию и проектировщикам в оценке использования земель данным горным объектом.

Рассмотрим влияние на удельную землеемкость горных предприятий наиболее распространенных горно-геологических условий залегания полезного ископаемого: горизонтального и крутопадающего. При горизонтальном залегании полезного ископаемого мощностью m удельная землеемкость карьера рассматривается совместно с внутренними отвалами, поскольку в процессе разработки они представляют собой одно целое, где оба объекта постоянно перемещаются в предельных контурах карьерного поля. Геологическая удельная землеемкость карьера равна:

$$V_z = m^{-1}, \quad \text{м}^2/\text{м}^3. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что геологическая удельная землеемкость горного предприятия, разрабатывающего горизонтальную залежь, не зависит от параметров карьерного поля (длины и ширины) и является величиной обратной мощности разрабатываемого полезного ископаемого. Максимальное значение геологической удельной землеемкости предприятия, разрабатывающего горизонтальное месторождение, ограничено минимальной мощностью пласта полезного ископаемого, которую целесообразно обрабатывать открытым способом. Данная мощность определяется ценностью полезного ископаемого и для большинства минералов Украины она составляет 2 м. Тогда при $m = 2$ м максимальная геологическая удельная землеемкость горного предприятия $V_z = 0,5 \text{ м}^2/\text{м}^3 = 50 \text{ га}/\text{млн м}^3$. Увеличение мощности полезного ископаемого до $m = 10$ м ведет к снижению геологической удельной землеемкости карьера до $V_z = 0,1 \text{ м}^2/\text{м}^3 = 10 \text{ га}/\text{млн м}^3$. Для горизонтальных месторождений граничная и фактическая удельные землеемкости совпадают друг с другом вследствие того, что малая глубина разработки и углы откосов бортов карьера практически не влияют на объем горной массы в контурах карьерного поля и его площадь на дневной поверхности.

Поскольку, при разработке горизонтальных месторождений количество нарушаемых земельных площадей жестко связано с производительностью карьера через одинаковое продвижение фронта горных работ, то текущие и периодические удельные землеемкости будут равны между собой и вычисляются по выражению (2).

Отработку горизонтальных месторождений, в зависимости от мощности вскрышных пород H_e , производят по простой бестранспортной, усложненной бестранспортной и транспортно-отвальной технологиям. Установим их влияние на удельную землеемкость карьеров и отвалов.

Для простой бестранспортной системы разработки горизонтальных месторождений мощность обрабатываемой вскрыши составляет не более $H_e \leq 30$ м при ширине карьера на дневной поверхности 60-80 м. Удельная землеемкость карьера вычисляется $V_k = 1/(H_e + m)$ и для $m = 2$ м составляет $V_k = 0,031 \text{ м}^2/\text{м}^3 = 3,12 \text{ га}/\text{млн м}^3$, а для $m = 10$ м, $V_k = 0,0250 \text{ м}^2/\text{м}^3 = 2,50 \text{ га}/\text{млн м}^3$, т.е. уменьшилась в 1,25 раза по сравнению с $m = 2$ м.

По усложненной бестранспортной системе разработки вынимаются вскрышные породы мощностью $H_e = 40-70$ м при ширине карьера на дневной поверхности 100-250 м. В этом случае удельная землеемкость карьера составляет: для $m = 2$ м $V_k = 0,0238-0,0138 \text{ м}^2/\text{м}^3 = 2,38-1,38 \text{ га}/\text{млн м}^3$ и $m = 10$ м $V_k = 0,0200-0,0125 \text{ м}^2/\text{м}^3 = 2,0-1,25 \text{ га}/\text{млн м}^3$. Таким образом, увеличение мощности полезного ископаемого в 5 раз ведет к снижению удельной землеемкости карьера в 1,19-1,10 раза.

Когда мощность вскрышных пород горизонтального месторождения составляет $H_e = 80-100$ м, применяют транспортно-отвальную систему разработки, при которой ширина карьера

на дневной поверхности 250-450 м. Для данных условий удельная землеемкость карьера равна: для $m = 2$ м $Y_k = 0,0122-0,0098$ м²/м³ = 1,22-0,98 га/млн м³ и $m = 10$ м $Y_k = 0,0111-0,0091$ м²/м³ = 1,11-0,91 га/млн м³, т.е. уменьшилась в 1,1-1,08 раза по сравнению с $m = 2$ м.

Под удельной землеемкостью отвалов и хвостохранилищ понимается соотношение площади нарушенных ими земель (S_o) к количеству уложенных на данной площади пород (V_n) $Y_{os} = S_o/V_n$. Для внутренних отвалов горизонтальных месторождений $Y_{os} = 1/H_g = (H_g)^{-1}$ и приведенных выше условий получим: при простой бестранспортной системе разработки $Y_{os} = 0,033$ м²/м³, усложненной бестранспортной $Y_{os} = 0,025-0,014$ м²/м³ и транспортно-отвальной $Y_{os} = 0,0125-0,01$ м²/м³.

При разработке крутопадающих месторождений глубина карьера и углы откосов его бортов оказывают существенное влияние на объем горной массы в его контурах и площади нарушаемых земель на дневной поверхности, и, следовательно, на удельную землеемкость карьера (таблица 1).

Из таблицы 1 видно, что с увеличением углов откосов бортов карьера от 35° до 55° удельная землеемкость карьера при ширине дна 50 м и его длине – 150- 500 м сокращается в 1,06-1,17 раза. Для ширины дна карьера 300 м и его длины 500 м изменения углов откосов бортов от 35° до 55°, удельная землеемкость карьера уменьшается в 1,17-1,20 раза. Увеличение глубины разработки от 100 до 500 м при неизменных углах откосов бортов ведет к снижению удельной землеемкости карьера в 3,30-4,11 раза, что обусловлено значительным ростом объемов горной массы в его контурах. Полученные значения сравниваются с граничной удельной землеемкостью карьера, которая равна соотношению минимальной площади земель, полученному при максимально возможных углах откосов бортов карьера (в настоящее время, исходя из мирового опыта, для скальных пород 55-60° и глубине открытой разработки до 800 м) к объему горной массы, заключенной в конечных контурах. Граничная удельная землеемкость показывает, к какой величине должно стремиться горное предприятие в использовании земель при формировании карьера.

Таблица 1– Удельная землеемкость карьера, разрабатывающего крутопадающую залежь, га/млн м³

Угол откоса бортов, град.	Глубина разработки, м	Длина дна карьера, м			
		150	300	500	500
		Ширина дна карьера, м			
		50	50	50	300
35	100	2,30	2,14	2,02	1,58
	200	1,29	1,21	1,14	0,96
	300	0,9	0,85	0,81	0,71
	400	0,69	0,67	0,63	0,57
	500	0,56	0,52	0,52	0,47
45	100	2,14	1,97	1,87	1,43
	200	1,22	1,14	1,07	0,86
	300	0,87	0,81	0,77	0,65
	400	0,67	0,63	0,60	0,52
	500	0,55	0,52	0,50	0,44
55	100	1,96	1,82	1,72	1,32
	200	1,15	1,06	1,00	0,78
	300	0,82	0,76	0,72	0,58
	400	0,55	0,60	0,57	0,47
	500	0,53	0,50	0,47	0,40

Рассмотрим изменение удельной землеемкости внешних отвалов, отсыпаемых при разработке крутопадающих залежей (таблица 2).

Из таблицы 2 видно, что граничной (наименьшей) удельной землеемкостью внешнего отвала является землеемкость, когда результирующий угол откоса отвала равен естественному углу откоса насыпных пород ($\beta = 0$) при минимальной площади верхнего основания отвала, которая может быть сформирована технологическим оборудованием, складывающим породы и условия создания съезда на самый верхний ярус отвала.

Так, для отвальных работ, выполняемых погрузчиками, минимальная площадь верхнего основания составляет 0,36 га, для бульдозерного отвалообразования при автомобильном транспорте – 2,25 га и экскаваторном отвалообразовании с доставкой пород локомотивами

Таблица 2 – Удельная землеемкость внешних отвалов с квадратной формой контура, формируемых при разработке крутопадающих залежей, га/млн м³

Площадь верхнего основания длина стороны	Ширина отвальных площадок между ярусами, м	Результирующий угол откоса отвала, град.	Высота отвала, м			
			50	100	150	200
0,36 60	0	36,0	4,302	2,477	1,750	1,354
	20	23,5-25,0	4,752	2,641	1,841	1,408
	50	15,0-16,5	5,112	4,757	1,898	1,440
2,25 150	0	36,0	3,346	2,031	1,495	1,190
	20	23,5-25,0	3,81	2,269	1,653	1,291
	50	15,0-16,5	4,28	2,469	1,765	1,360
9,0 300	0	36,0	2,784	1,673	1,252	1,015
	20	23,5-25,0	3,132	1,929	1,435	1,146
	50	15,0-16,5	3,546	2,139	1,590	1,249

– 9,0 га. Расчеты показали, что при высоте внешнего отвала 50-200 м, ширине межярусных отвальных площадок 20 м, площади верхнего основания отвала 0,360 га по сравнению с граничной удельная землеемкость возрастает в 1,04-1,105 раза. Если ширина межярусных отвальных площадок увеличивается до 50 м, то удельная землеемкость внешнего отвала в сравнении с граничной повышается в 1,06-1,19 раза. Когда площадь верхнего основания внешнего отвала равна 9,0 га, высота 50-200 м, удельная землеемкость отвала по сравнению с граничной повышается: для ширины отвальных площадок 20 м – в 1,12 раза, а 50 м – 1,27 раза. Также как и для карьера, граничная удельная землеемкость внешних отвалов служит критерием использования земель. Чем ближе имеющееся значение удельной землеемкости отвала к граничной, тем лучше используется отведенная земельная площадь.

По граничной удельной землеемкости внешних отвалов оценим использование отведенных земельных площадей для их проектных параметров (таблица 3). Сравнение граничной и проектной удельных землеемкостей внешних отвалов Кривбасса показывает, что они обладают значительным запасом снижения удельной землеемкости за счет укладки дополнительных объемов вскрышных пород на их верхнем основании. Причем дополнительная высота наращивания внешних отвалов должна учитывать условия устойчивости, экономические и экологические факторы.

Таблица 3 – Проектные параметры внешних отвалов карьеров Криворожских ГОКов

Наименование отвалов	Основные параметры отвалов				Удельная проектная землеемкость отвала, га/млн м ³
	Объем, млн м ³	Высота, м	Площади оснований		
			нижнего, га	верхнего, га	
1	2	3	4	5	6
ЮГОК			$H_k = 650$ м	$S_k = 680$ га	

1	2	3	4	5	6
Левобережные	225/160	125/80	863/650	530	3,835
Правобережные	68/60	40/40	435/435	410	6,397
Шимановские	20/20	35/35	143/143	84	7,15
НКГОК	$H_k \text{ №1} = 300 \text{ м } S_k = 192 \text{ га } H_k \text{ №2} = 450 \text{ м } S_k = 247 \text{ га } H_k \text{ №3} = 500 \text{ м } S_k = 364 \text{ га}$				
№1	27/27	40/40	93/93	30	3,44
№2-3	508/90	110/60	700/340	363	1,378
Дальние					
ИНГОК	$H_k = 650 \text{ м } S_k = 577,2 \text{ га}$				
№ 1	49/41	60/50	112/112	76	2,286
№ 2	525/38	120/60	662/240	576	1,261
№ 3	41/27	80/40	120/108	87	2,926

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
ЦГОК	$H_k \text{ №1} = 500 \text{ м } S_k = 480 \text{ га } H_k \text{ №2} = 300 \text{ м } S_k = 104 \text{ га } H_k \text{ №3} = 500 \text{ м } S_k = 336 \text{ га}$				
№ 1	122/92	100/50	235/220	87	1,926
№ 2	44/18	50/35	102/102	39	2,318
№ 3	93/56	55/25	255/240	173	2,74
СевГОК	Первомайский карьер $H_k = 320 \text{ м } S_k = 660 \text{ га}$				
№1	170	120	300		1,765
№2 перспек- тив	325	80	450	220	1,384
	Анновский карьер $H_k = 300 \text{ м } S_k = 737 \text{ га}$				
Западные	1300/225	80/60	1900/470	1520	1,46

где: H_k – глубина карьера, S_k – площадь карьера на дневной поверхности

Таким образом, разработанные критерии позволяют оценить использование земель не только горным предприятием в целом, но и его отдельными объектами – карьерами, отвалами и хвостохранилищами, а также разработать основные направления повышения ее эффективности.

Список литературы

1. Дороненко Е.П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками. М., Недра. – 1979. – 263 с.