

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы разработки россыпных месторождений / И.Л. Гуменик, А.М. Сокил, Е.В. Семененко, В.Д. Шурыгин. – Днепропетровск: Січ, 2001. – 224 с.
2. Блюсс Б.А., Головач Н.А. Совершенствование технологий предобогащения ильменитовых руд. – Днепропетровск: Полиграфист, 1999. – 126 с.
3. Блюсс Б.А., Сокил А.М., Гоман О.Г. Проблемы гравитационного обогащения титан-цирконовых песков. – Днепропетровск: Полиграфист, 1999. – 190 с.
4. Блюсс Б.А., Семененко Е.В. Обеспечение рационального режима работы карьерного гидротранспортного комплекса // Сб. науч. тр. НГУ, №17, том 1. – Днепропетровск: РИК НГУ, 2003. – С. 228-233.
5. Смолдырев А.Е. Гидро- и пневмотранспорт в металлургии. – М.: Металлургия, 1985. – 383 с.
6. Нурок Г.А. Процессы и технологии гидромеханизации открытых горных работ. – М.: Недра, 1985. – 583 с.
7. Семененко Е.В. Перспективы повышения надежности и эффективности работы гидротранспортного комплекса ВГМК // Научно – технический и производственный журнал «Металлургическая и горнорудная промышленность». – №4. – 2004. – С. 74-78.
8. Хоруджий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди.–К.: Вища школа, 1993. – 230 с.

УДК 622.882:502.654

Асп. Е.А. Ворон  
(ИГТМ НАН Украины)

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО СЛОЯ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ**

Розглянуто питання вибору раціонального використання просторів глибоких кар'єрів в умовах кар'єрів АР Крим. Викладено особливості формування ґрунтово-рослинного шару з урахуванням показників фізичного стану, властивостей, гранулометричного складу ґрунтів та порід, що підстилають. Встановлено, що породи які використовують при рекультивациі, втрачають свої властивості щодо капілярного підняття та пористості.

### **FEATURES OF CREATION OF A SOIL-VEGETATIVE LAYER AT RECULTIVATION DEEP OPEN PITS**

Questions on a choice of rational use of spaces deep карьеров АР Crimea are considered. Features of formation of a soil - vegetative layer are stated in view of parameters of a physical condition, features granul-metric structure soil and spreading breeds. It is established, that breeds which use at creation of a soil - vegetative layer, lose the natural qualities concerning a capillary raising and porosity.

На территории Украины широко ведутся открытые горные работы по добыче железных и марганцевых руд (СевГОК, ЮГОК, ИнГОК, ОГОК, МГОК и др.), редкоземельных материалов (ВГМК), флюсового сырья (ОАО «Комсомольское РУ», ОАО «Новотроицкое РУ», ОАО «Докучаевское РУ», ОАО «Балаклавское РУ им. А.М. Горького», и др.). Карьеры комбинатов располагаются вблизи городов так и на их территории достигли значительных глубин (до 350м и глубже), являются одними из главных источников загрязнения окружающей среды. Приводят к нарушению естественного почвенного покрова, сокращению сельскохозяйственных и лесных площадей. Горнодобывающими предприятиями изымаются пахотные земли, а после рекультивации сельскому хозяйству возвращается только около 35%. Это обусловлено тем, что несмотря на то, что техническую и биологическую рекультивации осуществляют согласно инст-

рукций [3,4], эффективность рекультивированных земель низкая. Проблемным остается вопрос о рациональном использовании пространств отработанных карьеров, особенно со скальными породами. Предлагается создавать в пространстве отработанного карьера объекты различного назначения. При этом одновременно с добычей полезного ископаемого или выемкой вскрышных пород осуществлять горно-капитальные и строительные работы по сооружению проектируемых комплексов. Объекты, которые могут быть размещены в пространстве отработанного карьера, определяются как его параметрами, так и районом его расположения и климатическими условиями, [1].

Анализ технологии горных и рекультивационных работ показывает, что полнота и качество почвы зависит от ее количественных, качественных потерь более плодородной мелочи и разубоживания почвы вскрышными породами, структурных изменений почвы, которые происходят в процессе ее перемещения и хранения [7].

Предприятия по добыче угольных, рудных и нерудных месторождений осуществляют рекультивационные работы, как по рекреационным (создание лесопарковых зон отдыха и заповедников), так и по промышленно-хозяйственным направлениям (создание теплиц, садов, сельскохозяйственных угодий и др.). При этом для проведения горнотехнической рекультивации используется горно-транспортное оборудование, которое применяется для основных производственных процессов добычи полезного ископаемого (экскаваторы, бульдозеры, рыхлители и др.).

Перед нами стоит задача проведения рекультивационных работ глубоких карьеров, обеспечивающих высокое качество создаваемой почвы. Решающее влияние на выбор технологии горнотехнической рекультивации земель оказывают:

- вид последующего использования рекультивированных площадей;
- климатические условия (продолжительность зимнего периода, глубина промерзания грунтов, количество и интенсивность атмосферных осадков по временам года);
- агрохимические и физико-механические свойства плодородного слоя почвы, вскрышных и подстилающих пород;
- количество уступов, предназначенных для разработки плодородного слоя почвы и пород с хорошими почвообразующими свойствами;
- применение модели биологической рекультивации, обеспечивающей качественное состояние плодородного слоя почвы, потенциально плодородной и подстилающей породы на корнедоступной глубине и накопление осенне-зимней влаги, что является необходимо важным для развития растений.

Анализ современных технологий горнотехнической рекультивации показывает, что недостаточно широко изучен вопрос восстановления земель глубоких карьеров со скальными породами.

В научной практике отработаны схемы рекультивационных работ с мягкими горными породами (карьеры Никопольского марганцевого бассейна: ОГОК, МГОК, НГОК). При применяется трехступенная комбинированная система

вскрытия с транспорто-отвальной системой разработки роторными комплексами с применением скреперов и конвейеров, которые селективно формируют яруса внутренних отвалов. Нижние яруса отвалов образуют из малопригодных пород, а верхние путем - экскавации потенциально плодородных суглинков. Технология горнотехнической рекультивации по созданию плодородного слоя базируется на применении мощных шагающих экскаваторов ЭШ-6/60 (срезание и выравнивание гребней отвалов) и бульдозеров (чистовая планировка). Следует обратить внимание на то, что применение таких схем и технологий приводит к загрязнению и потере чернозема ( $0,25 \dots 0,5 \text{ м}^3$  и более на 1 м длины контакта), уменьшению полезного содержания гумуса (объем пород, которые снижают содержание гумуса, составляющее  $0,1 \dots 0,2 \text{ м}^3$  и более). Согласно [2] внесены предложения по снятию черноземного слоя бульдозерами и одноковшовыми колесными погрузчиками, что приводит к существенному улучшению выше изложенных показателей.

На основании многолетних полевых исследований и Инструкции по рекультивации земель [3] разработаны и рекомендованы следующие модели рекультивации для требовательных к плодородию почвы культур (озимая пшеница, ячмень, овес и др.). Модель-схема для универсального использования: на спланированную поверхность благоприятных горных пород насыпаем плодородный слой гумусо-аккумулятивного и первого переходного горизонтов чернозема толщиной 0,5-0,8 м. Схема двухслойной отсыпки пород: нижний слой состоит из плодородных пород (лесс, лессовидный суглинок, красно-бурая и серо-зеленая глина), а верхний – из слоя чернозема мощностью около 50 см после усадки. Общая мощность двух слоев должна быть в пределах от 1,2 м до 1,5 м. И трехслойная модель отсыпки пород: нижний – глина, средний – песок, каждый слой мощностью по одному метру, и верхний слой – чернозем, мощностью 0,5-0,8 м. Как в первом, так и во втором случае нижний водоупорный слой пород укладывается с небольшим уклоном для стока воды.

По вышеизложенным моделям были получены зависимости коэффициента влияния подстилающих пород на плодородие восстанавливаемых земель (см. рис. 1) [2].

Из графиков видно, что в формировании почвенно-растительного слоя большую роль играют лессы: чернозем+лессовидные породы.

Лессы состоят из алевритовых желтого или светло-бурого цвета пылеватых мелкопористых частиц. Фракции размером от 0,005 до 0,05 мм составляют 60-95%. В состав лесса входят кварц, силикаты, кальцит, глинозем и др. Лессовидные породы отличаются высокой пористостью (до 60%), вертикальной или столбчатой отдельностью. Их карбонатный состав обуславливает способность держать высокие (более 10 м) стенки. Столбчатая отдельность обусловлена вертикальными макропорами, которые в отдельном случае могут быть видимы невооруженным глазом. В условиях степной зоны Украины главное накопление влаги для питания растений происходит в осенне-зимний период в верхнем водоносном горизонте. Этому способствует большая вертикальная проницаемость лессовидных пород. Влага накапливается ввиду большой инфильтрации воды по вертикали и меньшей

фильтрации в горизонтальной плоскости. Наиболее высокий уровень грунтовых вод в лессовидных породах наблюдается в весенний период, а к началу осени – наименьший. Использование влаги растительностью происходит через зону аэрации, которая благодаря вертикальной проницаемости пород может изменяться в от 5-10 до 15-25 м. Растениями используется пленочная вода, которая в лессовидных породах составляет 20-30% (в песках всего 2,7%) и капиллярная вода [6]. Однако при экскавации лессовидных пород, укладке в отвал, планировке и уплотнении происходит разрушение естественного строения лессов. Следовательно, изменяется физика процесса капиллярного поднятия воды, что является важной характеристикой при формировании почвенно-растительного слоя.



1 – лессовидный суглинок, 2 – красно-бурые глины,  
3 – смесь глины с лессовидным суглинком

Рис. 1 – График зависимости коэффициента влияния подстилающих пород на плодородие обновляемых земель от мощности слоя чернозема (по В.И. Фененко)

Актуальной проблемой является проведение рекультивационных работ на глубоких карьерах (карьеры Кривого Рога, некоторые карьеры по добыче флюсовых известняков Донецкого региона, АР Крым).

На примере Кадыковского карьера БРУ им. А.М. Горького АР Крым по добыче флюсовых известняков предлагается проведение рекультивационных работ путем создания в отработанном пространстве туристическо-оздоровительной зоны «Феодора». Предлагается размещение разных объектов, соответствующих профилю ведения хозяйства района, по климатическим зонам с учетом особенностей микроклимата карьера. Карьер по высоте условно разделяем на зоны. В верхней (первой) зоне располагаем автостоянку, гостиничный комплекс, фитнес-клуб. Ниже – подземные галереи музея виноделия. В средней – парковые зоны, велотреки, спортивный комплекс, теплицы и оранжереи с экзотическими растениями. В нижней зоне расположить парк и водоем пресной воды. На всей территории ту-

ристическо-оздоровительной зоны предусмотрено проведение горнотехнической и биологической рекультивации – озеленение путем посадки почвоукрепляющих, корнеотпрысковых, хвойных и лиственных деревьев, кустарников, цветников (сосна крымская, лох обыкновенный, бирючина, лещина, таволга и др.) по бортам, откосам уступов, площадкам карьера [1].

На некоторых бортах и площадках карьера на гор. +105 м, гор. +90 м и гор.+75 м наблюдается естественное прорастание растительности, которая представлена лекарственными и луговыми травами (мать-и-мачеха, пустырник и др.), кустарниками (грабник, палиурус, дрок испанский) и деревьями (тополь обыкновенный и сосна крымская) (см. фото 1).

Месторождение флюсовых известняков характеризуется скальными породами, коэффициент крепости пород по шкале проф. Протодяконова составляет  $f=9-12$ . Скальные породы представляют собой прочные породы с жесткими связями между минералами и зернами, имеют прослойки глинистых пород. Глинистые частицы (менее 0,001мм) этих пород являются наиболее активной тонкодисперсной частью грунтов и представляют собой смесь минералов с включением каолинита и монтмориллонита, кварца, гидрослюд и тонких частичек гумусовых веществ.



Рис. 2 – Естественное прорастание растительности на Кадыковском карьере

Поэтому на спланированной поверхности до внесения плодородного слоя необходимо провести физико-химические исследования и агрохимический анализ слагаемых пород. Это даст возможность подобрать ассортимент растений, охарактеризовать их развитие, «приживание», биогеоценологическую роль и функ-

циональное значение. Учитывая природные, климатические условия и то, что почвы данного региона относятся к III-й категории земель для освоения под развитие сельскохозяйственных культур, то при формировании почвенно-растительного слоя необходимо провести агрохимическую мелиорацию. Нанесение в чернозем, раскислителей и удобрений (известь, минеральные и органические удобрения), с периодическим рыхлением на глубину не менее 0,5-0,7м. Это обеспечит удовлетворительные показатели свойств грунтов, от которых зависит высота капиллярного поднятия воды, а, следовательно, на рост и развитие корневой системы растений. Анализируя влияние агрохимических и физических свойств пород было установлено, что мощность формирования рекультивационного плодородного слоя, согласно [8], можно определить по формуле:

$$P_c = h_k + h_{к.с.} + 0,2 \quad (1)$$

где  $h_k$  - высота капиллярного поднятия воды, м;  $h_{к.с.}$  – мощность корнеобитаемого слоя, м.

Корнеобитаемый слой рекомендуется формировать из лессовидных карбонатных суглинков, мощность которого зависит от вида выращиваемых растений. Так для зерновых она составляет 0,8м, плодовых растений – 1,5-2м, лесонасаждений – 2,5-4м.

Высота капиллярного поднятия  $h_k$  в грунтах при естественном их залегании может быть определена уравнением, [5]:

$$h_k = \frac{2\alpha \cos \Theta}{rg\gamma_v}, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – поверхностное натяжение жидкости, г/с<sup>2</sup>;  $\Theta$  – краевой угол смачивания, град;  $r$  – радиус капилляра, м;  $g$  – ускорение силы тяжести м/с<sup>2</sup>;  $\gamma_v$  – плотность жидкости, г/м<sup>3</sup>.

В результате преобразований была получена формула капиллярного поднятия по Жюрену:

$$h_k = \frac{0,3}{d}, \quad (3)$$

где  $d$  – диаметр пор, м.

Однако эта формула не дает более достоверного понятия о движении капиллярной воды, т.к. водоподъемная способность грунтов, зависит как от зернового, агрегатного и минералогического состава, плотности и слоистости грунта, так и от степени первоначального увлажнения. При повышенной минерализации неглубоких грунтовых вод в засушливых районах капиллярная вода, испаряющаяся с поверхности почвы, транспортируется растениями, оставляет содержащиеся в ней соли, а это приводит к засолению почвы и снижению урожайности.

В таблице 1, согласно [7] представлены значения высоты капиллярного под-

нятия некоторых пород при естественном их залегании.

По данным таблицы 1 видно, что наибольшая высота капиллярного поднятия наблюдается в грунтах, средних по зерновому составу и с неплотным сложением (в покровных суглинках и лессах).

Для формирования почвенно-растительного слоя применяют горные породы из отвалов: осадочно-карбонатные породы (иллитовая серо-зеленая и красная глины, мергели, аргиллиты) и хрупкие породы (песчаники и алевролиты), которые характеризуются значительной пластичностью, усадкой, связностью, липкостью и малыми показателями истираемости. Однако породы в процессе разработки подверглись механическому воздействию, что привело к нарушению их естественного гранулометрического состава. В породах, согласно гранулометрической классификации грунтов по В.В. Охотину, содержится более 25% глинистых частиц, а это свидетельствует о том, что естественные пылеватые и тяжелосуглинистые грунты в процессе экскавации и уплотнении преобразовались в глинистые. Установлено, что глина и глинистые соединения обладают тонкой волосной горизонтальной проницаемостью, капиллярное поднятие протекает медленно. При обильном увлажнении эти соединения образуют водно-коллоидные связи, формируется физическая глина. Питание растений частично происходит как за счет капиллярного поднятия, так и за счет количества сформированной физической глины.

Таблица 1.- Значения капиллярного поднятия воды в породах при естественном их залегании

Наименование породы	Значение капиллярного поднятия воды, $h_k$ , м
Среднезернистый песок	0,15...0,35
Мелкозернистый песок	0,35...1,0
Торф	0,5...0,8
Супесь	1,0...1,5
Суглинок легкий	1,5...2,0
Суглинок средний	2,0...3,0
Суглинок тяжелый	3,0...4,0
Лессовидные породы	2,0...4,0
Глина	4,0...5,0

По результатам многочисленных исследований были получены графики, характеризующие зависимость баллов бонитетов (качества рекультивированных земель) от содержания физической глины в плодородном слое [2].

Из графиков видно, что наибольшие показатели (баллы) наблюдаются при 50% содержании физической глины. Это объясняется тем, что при малом увлажнении образуется недостаточное количество частиц, на поверхности появляется твердая пленка, и растение не может далее развиваться в такой среде. При обильном же увлажнении, когда частиц физической глины более 50% происходит обильное набухание глинистых частиц и повышение вязкости. А это в конечном итоге приводит к закупориванию пор и снижению роста древесных и кустарниковых пород.



Рис.3 - Графики зависимости баллов бонитетов грунта от содержания физической глины в плодородном слое (по природно-сельскохозяйственным районам) (по В.И. Фененко)

На основании выше изложенного было установлено следующее.

1. Выбор технологии проведения горнотехнической рекультивации зависит от последующего использования рекультивированных земель. Качество восстанавливаемых земель характеризуется выбранной биологической моделью формирования почвенно-растительного слоя.

2. На рекультивированных землях питание растений пленочной и капиллярной влагой не соответствует природному, т.к. при формировании почвенно-растительного слоя участвуют породы, которые в процессе разработки подверглись механическому воздействию, с разрушенной их естественной структурой. Так у лессовидных пород в процессе экскавации и уплотнения ликвидируются вертикальная проницаемость, уменьшается пористость до 30-35%, лессы превращаются в водоупоры.

3. На рекультивированных землях нарушается естественный процесс капиллярного поднятия. Осенне-зимняя влага практически не накапливается, что приводит к ее недостатку в период наибольшего потребления растениями. Для решения этих вопросов необходимо проведение дополнительных исследований по разработке технологических решений для усовершенствования технологии рекультивационных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.С. Четверик, Е.А. Ворон. Создание промышленно-хозяйственных и туристическо-оздоровительных комплексов в пространствах отработанных карьеров. Металлургическая и горнорудная промышленность, 2005. – №1. – С. 89-92.



2. В.І. Фененко. Науково-практичні засади вибору технології і механізації гірничотехнічної рекультивациі земель з урахуванням сучасних умов // Форум гірників. Матеріали міжнародної конференції. 12-14.10.2005 р. - т.4 (П-Я). – С. 167-176.
3. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных горными разработками в Никопольском марганцевом бассейне. Утверждена ГПО “Южруда” 25.04.1991 г. Днепропетровск, 1990. – 104 с.
4. Временные указания по проектированию горнотехнической рекультивации земель, нарушенных открытыми разработками в Украинской ССР. Утверждены МЧМ СССР 21.04.1978 г. Днепропетровск, 1979. – 130 с.
5. В.Ф. Бабков, В.М. Безрук. Основы грунтоведения и механики грунтов. М.: Высшая школа, 1986.
6. М.С. Четверик, О.А. Медведева, О.А. Демченко. Разрушение при горных разработках структуры лессов и его влияние на состояние природной среды // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. трудов, 2001. – Вып. 29. – С. 199-203.
7. Д.М. Кац. Основы геологии и гидрогеологии. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Колос, 1981. – 351 с.
8. В.Д. Горлов. Рекультивация земель на карьерах. – М.: Недра, 1981. – 260 с.

**УДК 622.678.53**

Асп. О.А. Медведева  
(ИГТМ НАН Украины)

### **ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВВОДА МНОГОКАНАТНОЙ СКИПОВОЙ НАКЛОННОЙ КАРЬЕРНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ НА КАРЬЕРЕ №3 ОАО «ЦГОК»**

Наведено сучасний гірничо-металургійного комплексу України та перспективу його розвитку. Розглянуто фактичний стан гірничих робіт на кар'єрі №3 ВАТ „ЦГЗК”. Для підвищення виробничої потужності кар'єру розглянуто як варіант введення багатоканатної скипової уклінної кар'єрної підйомної установки.

### **EXPEDENCY LEADING MANY-CABLE SLANTING TO QUARRY LIFTING SKIP-PLANT IN THE OPEN PIT №3 OJSC “CENTRAL ORE MINING AND PROCESSING ENTERPRISE”**

The modern condition of black metallurgy in Ukraine and mining works on a quarry is considered. The state of the art of mining operations on the quarry № 3 Opened Joint-stock company "Central Mining Enriching Centre " are reviewed.

Горнорудная промышленность Украины, представленная преимущественно открытым способом разработки, является основным поставщиком железорудной продукции на внутренний рынок. Поскольку в Украине наиболее развито тяжелое машиностроение, то потребности в стали и железорудной продукции будут возрастать.

Горнорудная промышленность Украины удовлетворяет потребность металлургических заводов в железорудном сырье не полностью, хотя его производство в 2004 году составило 67 млн.т. при потребности 46 млн.т. Это обусловлено существенной величиной экспорта железорудного сырья и является следствием различия структуры собственности горнорудных предприятий и металлургических заводов.

Добычу руды на глубоких горизонтах карьеров осуществляют с использованием циклично-поточной технологии (автомобильно-конвейерного транспорта), а выемку вскрышных пород с применением автомобильно-железнодорожного транспорта.