

УДК 622.85:622.882:622.271.45

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕРАБОЧИХ БОРТОВ ЩЕБЕНОЧНЫХ КАРЬЕРОВ

И.М. Барадулин, аспирант

(ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск)

И.В. Зеньков И.В., д.т.н. (СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, г. Красноярск)

В ближайшей перспективе на территории экономически развитых регионов Сибири прогнозируется рост объемов производства строительного и дорожного щебня. В ходе полевых работ на территории горнопромышленных ландшафтов в отработанных щебеночных карьерах на территории Красноярского края выявлены закономерности формирования локальных экосистем. Установлены природные факторы геометрические параметры бортов карьеров, благоприятствующие заселению растительности на всех элементах нерабочих бортов карьеров, с учетом которых и разработаны рекомендации для проектирования технологий добычных работ на карьерах и технологий проведения горнотехнического этапа рекультивации с учетом экологических целей.

Экологически идеальным (приемлемым) считается горнопромышленный ландшафт, все элементы рельефа которого в краткосрочном периоде времени (3-5 лет) будут покрыты травянистой и древесно-кустарниковой растительностью. Степень отклонения экологических показателей карьеров от экологически идеального состояния предлагаем определять путем расчета удельного веса площади «экологически неблагоприятных» (без растительности) участков в общей структуре площади карьерной выемки по окончании 10-12 летнего периода. В результате расчетов получены следующие результаты. Карьерные выемки, созданные при строительстве Красноярской ГЭС, при добыче гранита в ОАО «УС-604» и вблизи рабочего поселка Громадский, при добыче доломитов вблизи села Кускун, при добыче известняка вблизи рабочего поселка Зыково, покрыты древесно-кустарниковой и травянистой растительностью соответственно на 20, 8, 14, 32, 63 %. Расчет удельного веса площади карьера с растительностью наглядно показал весьма существенные отклонения в меньшую сторону главного экологического показателя в 0,6-10 раз от показателя, характерного для природных мест разработки месторождения.

На рис. 1 представлены фрагменты межуступных площадок с обратным 10^0 уклоном в сторону борта карьера. На элементах борта, изображенных на рис. 1, 2 были обнаружены слои техногенной почвенной смеси мощностью до 30 см, состоящей из гумусосодержащих почвенных слоев и рыхлых четвертичных отложений.



Рис. 1. Фрагменты пионерной растительности
на площадках с обратным уклоном

Результаты исследования продуктивности участков техногенного рельефа на откосах уступов представлены на рис. 2. График построен исходя из наблюдений за растительностью на доломитах и известняках. При выборе «экологически оптимального» угла заоткоски нерабочего борта были учтены затраты на выполаживание нерабочего борта до 10^0 , что приводит к резкому росту затрат на горные работы при производстве щебня, а при углах, близких к $30-40^0$, резко снижается продуктивность почв. Поэтому в наших рекомендациях будут приняты значения угла заоткоски уступов в диапазоне $18-22^0$.

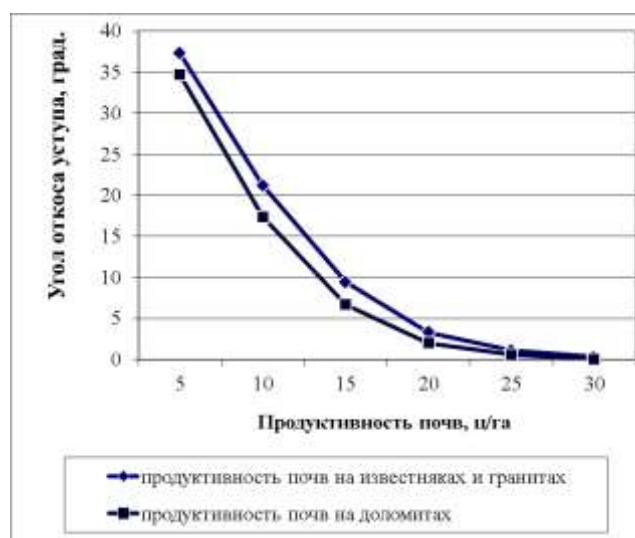


Рис. 2. Изменение продуктивности почв на откосах уступов

Таким образом, анализ характеристик участков-индикаторов на техногенных землях позволил установить образ экологически оптимального горнопромышленного ландшафта, который должен быть сформирован по окончании горных работ в карьере. Геометрически параметры нерабочего борта и почвенные характеристики при этом должны иметь следующие значения: углы откосов всех уступов находятся в диапазоне $18-22^0$; межуступные площадки нерабочего борта оформляются шириной 4-5 м с об-

ратным уклоном в $9-11^{\circ}$ в сторону борта карьера; техногенную почвенную смесь из почвенных слоев и частично из четвертичных отложений с содержанием гумуса 2-5 % мощностью до 0,3 м наносят на все элементы борта карьера – откосы уступов и межуступные площадки, дно карьера.

Технология формирования экологически оптимального горнопромышленного ландшафта схематично представлена на рис. 4.

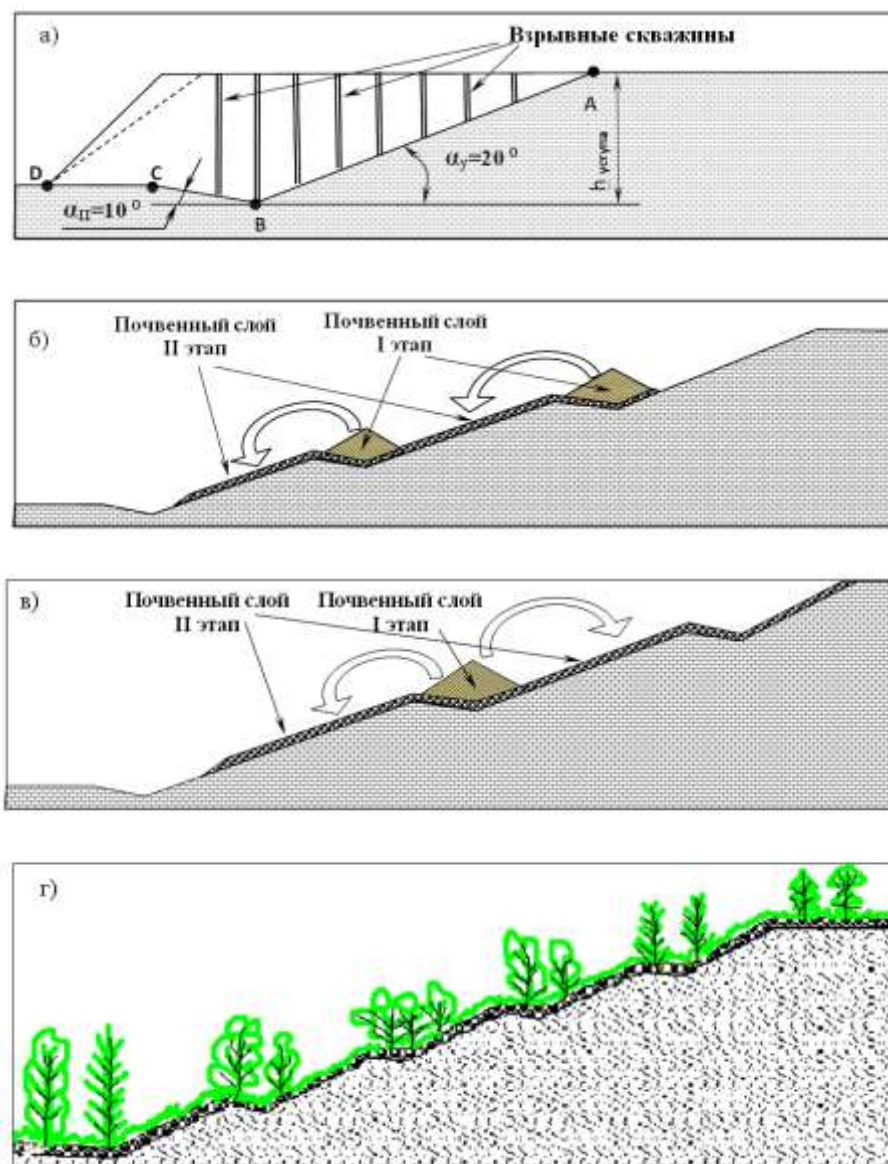


Рис. 4. Этапы рекультивации нерабочего борта карьера по производству щебня: а – схема бурения взрывных скважин при постановке уступа в нерабочее положение; б – схема нанесения почвенного слоя на откосы уступов – «сверху-вниз»; в – схема одновременного нанесения почвенного слоя на откосы уступов – «сверху-вниз» и «снизу-вверх»; г – схема рекультивации нерабочего борта карьера

На схеме показаны основные этапы производства добычных и рекультивационных работ. На рис. 4а показан конечный контур нерабочего борта карьера. Технология отработки приконтурного сектора ABCD может производиться двумя способами: а) обычно верхний уступ карьера сложен рыхлыми четвертичными отложениями и поэтому рыхления горной массы с производством буровзрывных работ (БВР) перед экскавацией не требуется. В этом случае конечный контур карьера оформляется непосредственно экскаватором; б) отработка всех остальных уступов, сложенных скальными или полускальными крепкими породами, требует при отбойке и рыхлении горной массы применения буровзрывного способа.

При этом в паспорте на БВР необходимо указать сетку скважин, их угол наклона, диаметр, а главное глубину, чтобы максимально не нарушить целостность формируемого откоса уступа при угле постановки в нерабочее положение с углами $18-22^{\circ}$. При взрывании последнего выемочного блока и его отгрузке экскаватором производится постановка уступа в конечное – нерабочее – положение. Это означает, что добычные работы на этом уступе больше производиться не будут и откос уступа и межуступная площадка готовы к нанесению на них техногенной почвенной смеси. При использовании гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата» с емкостью ковша $1,8-2,5 \text{ м}^3$ высота уступа составляет 3-5 м.

Классическая технология производства работ на горнотехническом этапе рекультивации земель включает выполнение следующих технологических процессов: снятие бульдозером почвенного слоя, формирование временного склада техногенной почвенной смеси, погрузка экскаватором последней в автотранспорт, транспортировка ее за пределы горного отвода до мест хранения, экскавация техногенной почвенной смеси для транспортировки ее на места нанесения при рекультивации. В нашем случае необходимо установить конечные контуры карьера для определения площади нанесения почвенной смеси. Исходя из этого, рассчитывают объем формирования техногенной почвенной смеси и определяют источник ее получения. Для понимания этого составлена схема (рис. 4).



Рис. 5. Схема к определению объема и источника формирования почвенной смеси для рекультивации бортов карьера

Все карьеры по добыче нерудного сырья для производства щебня являются карьерами нагорного типа. Поэтому не на всей территории горного отвода можно будет производить снятие почвенного слоя, это диктует техника безопасности работы бульдозеров на уклонах. Это обстоятельство поясняется схемой (рис. 4), из которой хорошо видно, что не на всем косогоре можно снимать бульдозером почвенный слой, поскольку безопасную работу механизмов лимитируют поперечные и продольные углы его наклона при движении. Снятый объем почвенной смеси на верхнем вскрышном уступе мощностью до 0,3 м сравнивается с необходимым объемом для рекультивации. Этот объем будет всегда меньше требуемого, поэтому к почвенному слою необходимо добавить все почвенные продуктивные слои, составляющие почвенный профиль, а также высокопродуктивные рыхлые четвертичные отложения, объем которых компенсирует нехватку гумусо-аккумулятивного почвенного слоя. Снятый почвенный слой совместно с четвертичными отложениями отгружают экскаватором и вывозят автотранспортом за пределы горного отвода.

Далее, после заоткоски верхнего уступа, на его нижнюю площадку доставляют почвенную смесь. На рис. 4б-в это «Почвенный слой I этап». Затем согласно нашим рекомендациям его наносят на откосы уступов гидравлическим экскаватором типа «обратная лопата». При высоте уступов до 4 м нанесение ПСП производится «сверху вниз», т.е. рабочий параметр экскаватора – радиус разгрузки – позволяет отсыпать почвенную смесь – «Почвенный слой II этап» – в самый удаленный от экскаватора сектор откоса. При высоте уступов от 4 до 10 м экскаватор из навала почвенного слоя отсыпает его выше и ниже уровня своего стояния, т.е. «снизу вверх» и «сверху вниз» (рис. 4в). По мере отработки уступов, а их отработывают полойно сверху вниз, проводят горнотехнический этап рекультивации на откосах уступов и площадках после их постановки в нерабочее положение.

Итоговый результат рекультивации нерабочих бортов карьера схематично представлен на рис. 4г. На все элементы нерабочего борта карьера – откосы и площадки с обратным уклоном – нанесена техногенная почвенная смесь. Практическая реализация предлагаемых подходов к рекультивации щебеночных карьеров требует пересмотра классических теорий, согласно которым нерабочий борт устанавливается в конечное положение под углом $55-60^{\circ}$ с бермами (площадками) безопасности шириной 2-3 м.

Мы предлагаем конкретные технологические решения, использование которых позволит в кратчайшие сроки сформировать оптимальные горно-промышленные ландшафты, по своим показателям не уступающие природным. Горнопромышленные ландшафты, близкие к природным, могут быть сформированы на месторождениях по добыче рудного и нерудного сырья на всей территории РФ в географическом секторе между 50° и 60° параллелями северного полушария с континентальным климатом и во всем диапазоне почвенного разнообразия, соответствующего этому сектору.