

УДК 622.271

Е.Б. Шевкун, Л.Т. Крупская, В.А. Морин, А.В. Крупский
ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА РЕКУЛЬТИВАЦИИ
ОТРАБОТАННЫХ КАРЬЕРОВ И ЗОН ОБРУШЕНИЯ
В РАЙОНАХ С СУРОВЫМ КЛИМАТОМ

Рассмотрена актуальная эколого-социальная проблема научного обоснования способа рекультивации отработанных карьеров и зон обрушения в регионе с суровым климатом и наличием «вялой» мерзлоты для обеспечения экологической и социальной их безопасности. Разработаны принципы и способ их рекультивации.

Ключевые слова: рекультивация отработанных карьеров, засыпка выемок горными породами, намораживание ледяного массива.

Семинар № 11

**E.B. Shevkun, L.T. Krupskaya,
V.A. Morin, A.V. Krupsky**
SUBSTANTIATION OF THE
RECOLTIVATION WAY FOR THE
FULFILLED OPEN-CAST MINES AND
COLLAPSE ZONES IN AREAS WITH
THE SEVERE CLIMATE

An urgent ecologic and social problem has been investigated, aimed at scientific substantiation of worked out quarries and sloughing zones recultivation method in a region, characterized by severe climate and inanimate frozen subsoil, to guaranty their ecological and social safety. Principles and method of recultivation have been developed.

Key words: recultivation of exhausted open-cast mines, filling up the excavations by rocks, ice massif growth..

Бассейн крупнейшей реки Дальнего Востока – Амура – характеризуется наличием значительного числа месторождений полезных ископаемых, включая золоторудные. При разработке месторождений горными предприятиями продолжается использование технологий извлечения золота методами цианирования, что обуславливает интенсивное загрязне-

ние не только промышленных сточных вод, но и других компонентов биосферы, особенно на севере Хабаровского края, где в Амур впадает много нерестовых рек. В процессе разработки полезных ископаемых открытым способом изымаются продуктивные земли, мощное техногенное воздействие испытывает почвенно-растительный покров. Карьерные выемки глубиной 100 м и более, остающиеся после отработки отдельных рудных тел в горной местности, способствуют значительному изменению гидрогеологических условий и ландшафта района разработки, являясь своеобразным водосборником атмосферных осадков. Поверхностные воды дренируют нижерасположенный рельеф и выделяющиеся при окислении ядовитые примеси попадают затем в систему подземных и поверхностных стоков. Поэтому принципиально важным в этих условиях является необходимость закрытия доступа в такие выемки воды и воздуха к горным породам, расположенным на глубине этих выемок. В связи с этим целью исследования явилось научное

обоснование способа рекультивации отработанных карьеров и зон обрушения в регионе с суровым климатом и наличием мерзлоты для обеспечения экологической и социальной их безопасности. Исходя из цели, определены задачи исследования:

1. Обобщение и систематизация литературных данных и материалов патентного поиска по названной проблеме; 2. Разработка принципов и способа рекультивации отработанных карьеров и зон обрушения.

Методологической основой послужило учение академика В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере [1].

Выполненный анализ, обобщение и систематизация литературных данных и патентный поиск позволили сделать вывод о том, что наиболее распространенным решением этой проблемы является рекультивация отработанных карьеров путем засыпки их выемок горными породами [2-4]. Так, в работе [4] предложен способ восстановления поверхности площадей отработанных карьеров и зон обрушения при разработке месторождений полезных ископаемых путем частичной засыпки карьера или зоны обрушения с последующей рекультивацией засыпанной зоны. Согласно [4], для уменьшения объемов горных работ поверхность засыпаемой выемки выполняется в виде террас, понижающихся от периферии к центру выемки. Общим недостатком такого способа являются необходимость привлечения больших объемов привозной горной массы, что существенно увеличивает стоимость работ, а также дренирование атмосферных осадков через разрыхленные насыпные горные породы и последующее вымывание ядовитых компонентов как из пород засыпки, так и из горных пород на контурах карьерной выемки.

Интересное решение задачи рекультивации карьеров с предотвращением дренажа поверхностных вод предложено в [5] путем заполнения выработанного пространства льдопородным целиком в виде ледяной призмы, намороженной методом дождевания в холодный период года. При этом главная роль отводится использованию отрицательных температур многолетнемерзлых пород. Для предотвращения влияния солнечной радиации в теплый период года на ледяную призму размещается слой разрыхленных вскрышных пород толщиной более мощности сезонного оттаивания пород. Такой способ позволяет с использованием установки «Град» создавать ледяные массивы мощностью более 100 м. А толщина слоя вскрышных пород, укрывающих ледяную призму от оттаивания, составляет, например, для центральных районов Якутии 2-3,5 м. Это существенно ускоряет и удешевляет рекультивацию карьеров. Однако, в условиях «вялой» мерзлоты, характерной для севера Хабаровского края, а также при переходе к открыто-подземному способу, когда под карьером имеются выработки с циркулирующим по ним теплым воздухом, способным растопить ледяную призму, применение данного способа рекультивации становится невозможным. Решать возникающие в таких условиях экологические проблемы возможно только путем комплексного подхода к процессу природопользования. Следует отметить, что на горных предприятиях Дальнего Востока освоение минерального сырья, как правило, противопоставляется природосберегающей и природоохранной деятельности. Принимая в качестве основного положения принцип разумной достаточности [1], целесообразно процесс использования природных ресурсов

рассматривать как единство трех составляющих: собственно природопользование (поисковый этап, добыча и переработка полезного ископаемого), природовосстановление и природоохранная деятельность.

Исследования, проведенные на одном из золоторудных горнодобывающих предприятий, расположенном в низовьях Амура, позволили сделать однозначный вывод о наличии трех главных негативных факторов, управляя которыми, возможно существенно снизить остроту экологических проблем. Основным из них является возникновение техногенного ландшафта: при отработке двух рудных тел создана карьерная выемка площадью 12,5 га и глубиной 110 м, оконтуренная внешними отвалами вскрышных пород. На дне карьера, в результате выполнения подземных очистных работ на расположенном под ним на глубине 100 м штольневом горизонте, образовались три провала с размерами в плане 30х60 м. Имеется также полость с потолочной мощностью 10...15 м, поэтому возможно внезапное ее обрушение с образованием четвертого провала.

Нагорного типа исследуемый карьер расположен в зоне «вялой» мерзлоты, поэтому в теплый период года атмосферные осадки собираются в чашу карьера и дренируют затем на нижерасположенный рельеф через провалы и трещины в горных породах, создавая неблагоприятный фон подземных вод. В то же время холодный период длится около восьми месяцев и отдельные участки пород остаются в мерзлом состоянии круглый год. Поэтому, если погасить пустоты под дном карьера и выполнить их теплоизоляцию, можно использовать отрицательные температуры пород для формирования ледяной призмы в холодное время года. Для накопления

низких температур в зимний период необходимо обеспечить циркуляцию холодного воздуха по каналам в ледяной призме, а в теплое время года - теплоизоляцию призмы слоем рыхлых пород толщиной более толщины деятельного слоя в данном районе.

Из приведенного описания видно, что мощным источником негативного воздействия на компоненты природной среды является карьер и связанное с ним изменение гидрогеологических условий района разработки, непредвиденное и опасное нарушение экологического равновесия. Для обеспечения экологической безопасности необходимо выполнить рекультивационные работы, базирующиеся на учете природно-климатических условий и экологического потенциала ландшафта, воссоздании экологической устойчивости природной среды и минимизации финансовых затрат. Для решения поставленной задачи предложен способ рекультивации отработанных карьеров и зон обрушения в районах с мерзлыми породами [6]. Концептуальная основа общей модели базируется на следующих положениях:

1. Природно-климатические условия и экологический потенциал ландшафта;
2. Медико-социальная характеристика техногенного объекта;
3. Инженерно-геологическая и морфологическая характеристика карьера;
4. Экономические затраты.

Предлагаемый способ состоит в том, что в подлежащем рекультивации выработанном пространстве 1 карьера или зоны обрушения проводится погашение всех пустот 2 под дном выработанного пространства, например, взрыванием потолочин (рис. 1). Затем на дно выработанного пространства размещается слой тепло-

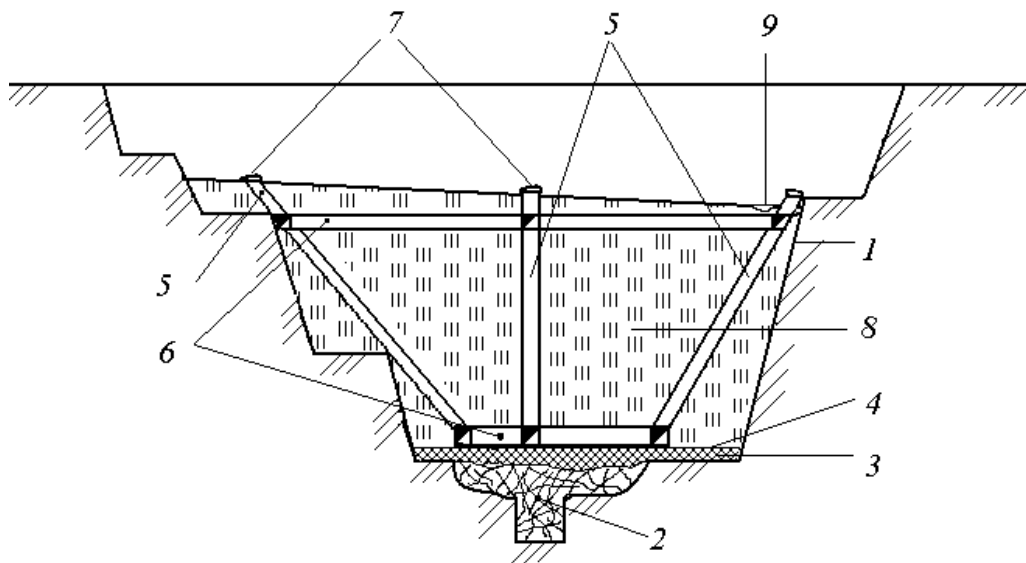


Рис. 1. Схема начального этапа строительства ледяной призмы: 1 – выработанное пространство; 2 – пустоты; 3 – теплоизолирующий материал; 4 – водонепроницаемая пленка; 5 – колодцы; 6 – горизонтальные галереи; 7 – теплоизолирующие крышки; 8 – ледяной массив; 9 – прибортовой зумпф

изолирующего материала 3, например, торфа, доменного шлака и т.п. и покрывается водонепроницаемой полиэтиленовой пленкой 4. После этого начинается строительство первой части взаимосвязанной системы вертикальных и наклонных выработок в виде колодцев 5 и горизонтальных галерей 6. Колодцы имеют выходы на дневную поверхность, снабженные теплоизолированными крышками 7. Для исключения проникновения льда в эти выработки при его протаивании, стенки выполняются сплошными, например, в виде сруба из бревен или набором железобетонных панелей. С наступлением устойчивых отрицательных температур, когда глубина промерзания достигает величин более метра, а температура атмосферного воздуха становится ниже минус 20 °С, приступают к намораживанию ледяного массива 8, с помощью установки «Град», позволяющей, как показывает опыт их использования [5],

создавать ледяные массивы мощностью более 100 м.

После намораживания ледяного массива до уровня верхней части колодцев их наращивают и снова намораживается лед. Процесс этот достаточно медленный. Так, по данным [4], слой водно-ледяной смеси толщиной 5 см, нанесенной дождеванием на рекультивируемую поверхность, промерзает при температуре – 20 °С за 4,2...8,7 ч, при температуре – 30 °С – за 2,8...5,8 ч, в зависимости от скорости ветра. Поэтому при больших объемах выработанного пространства формирование ледяного массива может занять несколько зим. В этом случае перед наступлением теплого периода процесс рекультивации приостанавливается. Для этого верхняя часть ледяного массива намораживается с уклоном к одному из бортов карьера (рис. 1) и покрывается теплоизоляционным материалом, например, древесными опилками. Выходы

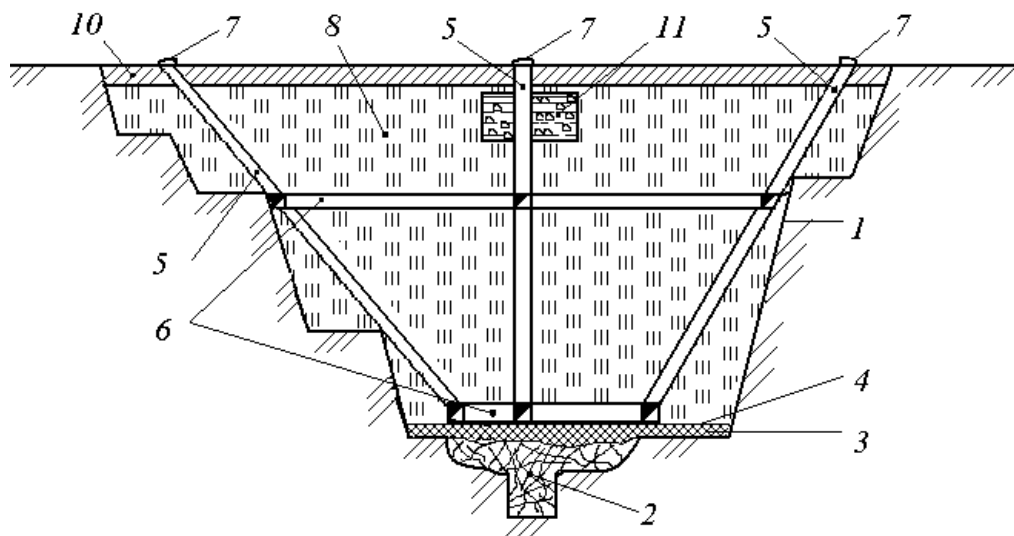


Рис. 2. Схема рекультивированного карьера: 1 – выработанное пространство; 2 – пустоты; 3 – теплоизолирующий материал; 4 – водонепроницаемая пленка; 5 – колодцы; 6 – горизонтальные галереи; 7 – теплоизолирующие крышки; 8 – ледяной массив; 9 – прибортовой зумпф; 10 – рыхлый грунт; 11 – теплообменники

колодцев закрываются теплоизолированными крышками и ведется контроль за стекающей по уклону ледяного массива талой и дождевой водой, откачивая ее по мере необходимости из прибортового зумпфа 9. С наступлением следующего сезона холодов рекультивация продолжается. После формирования ледяного массива до проектной отметки, над ним создается слой 10 разрыхленного грунта, например, с помощью бульдозеров (рис. 2). Причем толщина этого слоя должна превышать мощность сезонной оттайки и обеспечивать теплоизоляцию ледяного массива. В весенний период на поверхности слоя разрыхленных вскрышных пород создается многолетнее сообщество из бобово-злаковой травосмеси.

Крышки колодцев остаются открытыми в течение всего морозного периода для аккумуляции достаточного запаса отрицательных температур в ледяном массиве путем цир-

куляции холодного воздуха по вертикальным колодцам и горизонтальным галереям. В теплый период года крышки закрываются, чтобы сохранить отрицательную температуру ледяного массива. Слой теплоизолирующего материала под ледяным массивом способствует его защите от поступающего из погашенных выработок тепла. А водонепроницаемая пленка способствует предотвращению поступления воды, образующейся в летний период года у бортов карьера, в теплоизолирующий слой.

Если в районе рекультивируемого карьера возможно сезонное повышение летних температур выше допустимых пределов, способных повлечь растепление ледяного массива, у одного или нескольких колодцев под слоем рыхлого грунта создаются теплообменники 11, например, из железобетона, в виде бассейнов, заполненных насыщенным раствором поваренной соли с кусками льда. Такая

криогидратная смесь позволяет запа- сать большие количества холода в зимний период и постепенно отдавать его за счет таяния льда. Так, в работе [7] приведены данные о том, что криогидратная смесь за счет таяния 23 м³ льда может произвести тепло- сьем в размере 1,65·10⁶ ккал. Расчет объема теплообменника проводится по известным формулам и методикам, приведенным в [7].

Таким образом, предлагаемый способ рекультивации отработанных карьеров и зон обрушения в

районах с мерзлыми породами по- зволяет с небольшими затратами провести заполнение больших объ- емов выработанного пространства льдом и обеспечить его поддержа- ние в твердом состоянии в теплый период года. Наличие твердого за- полнителя выработанного про- странства способствует исключе- нию фильтрации вод через горные породы стенок и дна карьера и значительному снижению тем са- мым негативного воздействия кар-ьера на природную среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В. И. Живое вещество и биосфера. – М.: Наука, 1994. – 672 с.

2. Горлов В. Д. Рекультивация земель на карьерах. – М.: Недра, 1981. – 261 с.


3. Попов В. А. Факторы, определяющие эффективность и безопасность засыпки зон обрушения, и пути их учета / Рекультивация и охрана земель на горных предприятиях. Свердловск: 1987. – С. 28-31.

4. Способ восстановления поверхности площадей отработанных карьеров и зон обрушения: А.с. СССР № 945434, Е 21 С 41/02, 1982. / А. М. Михайлов.

5. Туласынов Н.А. Льдопородная ре- культивация при открытой разработке ме- сторождений в условиях многолетней мерз-

лоты // Горный информационно- аналитический бюллетень № 11, 2004. – С. 198-200.

6. Способ рекультивации отработанных карьеров и зон обрушения в районах с мерзлыми породами: патент РФ № 2314421, Е 21 С 41/00. 2008 / Е.Б. Шев- кун, Л.Т. Крупская, Г.П. Вагина, В.А. Морин, В.Т. Крупский

7. Кудрявцев В.А., Меламед В.Г., Гу- ликов А.Е. Методика расчета и конструк- тивная схема охлаждающего устройства для нефтепродуктов, закачиваемых в ле- догрунтовые емкости // Мерзлотные ис- следования. М.: МГУ, 1961. – С. 301- 317. 

Коротко об авторах

Шевкун Е.Б. – доктор технических наук, профессор кафедры «Строительно- дорожные машины» Тихоокеанского государственного университета, телефон (4212)375202;

Крупская Л.Т. – доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией Институ- та горного дела ДВО РАН, 680000, E-mail-eco@igd.khv.ru;

Морин В.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Ин- ститута горного дела ДВО РАН, 680000, E-mail-eco@igd.khv.ru;

Крупский А.В. – инженер Института горного дела ДВО РАН, E-mail-eco@igd.khv.ru.

