УДК 622.8

В.С.КУЗНЕЦОВ, *канд. техн. наук, доцент, vvvink2005@mail.ru.*
О.Ю.КОЛОСОВ, *студент, polikarp-plotva@yandex.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

V.S.KUZNETSOV, *PhD in eng. sc., associate professor, vvvink2005@mail.ru*
O.Y.KOLOSOV, *student, polikarp-plotva@yandex.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ ПУСТОЙ ПОРОДЫ

В статье рассматриваются вопросы рекультивации отвалов пустых пород, являющихся источником негативного воздействия на окружающую среду. Анализируется целесообразность проведения горно-технического этапа рекультивации без операции выполаживания, а также освещается зарубежный и отечественный опыт реализации данного метода на практике.

***Ключевые слова*:** отвал пустой породы, карьер, влияние на окружающую среду, рассеивание пыли.

DECREASE IN ENVIRONMENTAL POLLUTION AT WORK ACCORDING TO REGENERATION OF DUMPS OF DEAD ROCK

The questions of reclamation of debris dumps, which are the source of the negative impact on the environment, are considered in this article. The expediency of mine technical reclamation stage without drop off operation is analyzed and also foreign and Russian experience of this method practical realization is reviewed.

***Key words*:** dead rock sailing, open-cast mine, influence on environment, dust dispersion.

Отвалы пустой породы представляют собой опасный источник негативного воздействия на окружающую среду (ОС) и рабочее пространство горно-добывающего предприятия. Основной составляющей негативного воздействия отвалов на ОС, безусловно, является пыление при неблагоприятных метеорологических условиях. В силу огромных площадей, занимаемых отвалами, мероприятия, направленные на снижение масштабов пыления и придание данным техногенным образованиям эстетичного вида, выполняются предприятиями не всегда.

Предпочтительным направлением рекультивации нарушенных земель, в частности рекультивации отвалов пустой породы, является сельскохозяйственная рекультивация, позволяющая наиболее эффективно использовать земельные ресурсы. Однако в том случае, когда проведение сельско- и лесохозяйственной рекультивации невозможно в силу тех или иных причин (климатические особенности региона, непригодность отвальной породы в связи с ее токсичностью, отсутствие достаточного количества плодородного и потенциально-плодородного слоя, расположение отвала непосредственно у границ земельного отвода предприятия или сформировавшейся за время его функционирования инфраструктуры, отсутствие финансовых возможностей у предприятия), приходится проводить при-

родоохранные мероприятия, окупаемость которых в будущем находится под сомнением. К таким мероприятиям относится прежде всего санитарно-гигиеническая рекультивация нарушенных земель. Санитарно-гигиеническое направление рекультивации выбирается при необходимости консервации нарушенных земель (техногенных образований – отвалов пустых пород, отходов обогащения и переработки, временных складов сырья и т.д.), оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, в случае, если использование земель в народном хозяйстве экономически неэффективно или направление данного использования временно не установлено. В этом случае предприятие заинтересовано в минимальных затратах на природоохранные мероприятия.

Наиболее затратным, как во временном, так и в финансовом отношении, этапом рекультивации нарушенных земель является ее

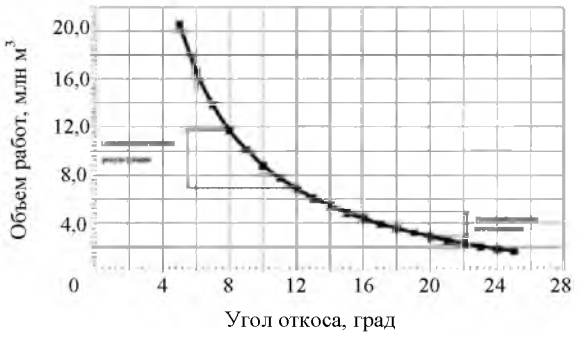


Рис.1. Зависимость объема земельных работ от требуемого угла откоса

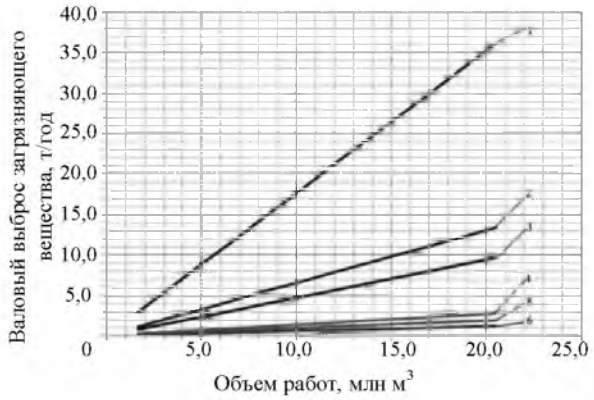


Рис.2. Зависимость валового выброса загрязняющих веществ от объема работ при выполаживании отвалов
1 – пыль; 2 – NO_x; 3 – CO; 4 – керосин; 5 – сажа; 6 – SO_2

горно-технический этап, включающий в себя выполаживание откосов до соответствующего выбранному направлению угла. В связи с этим встает вопрос, возможно ли проведение рекультивации отвалов пустой породы без выполаживания откосов, т.е. основной операции горно-технического этапа. Наблюдения за процессами самозарастания отвалов пустой породы показывают, что пионерная растительность, несмотря на критические условия среды, способны постепенно осваивать техногенный субстрат. Следовательно, при проведении определенных мероприятий, данный процесс можно интенсифицировать и укрепить откос в относительно короткие сроки.

Зачастую также не учитывается тот факт, что исключение из процесса рекультивации нарушенных земель операции выполаживания позволяет значительно снизить количество выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ (керосин, CO, SO_2, NO_x, сажа), образующихся, главным образом, при работе дизельного двигателя бульдозера, осуществляющего выполаживание, и пылении поверхности, за счет снижения объемов земельных работ. Зависимость объемов земельных работ при выполаживании отвалов железорудного производства (стандартный угол откоса отвала 37°, высота 50 м, периметр 6500 м) от требуемого угла откоса, соответствующего выбранному направлению рекультивации, представлена на рис.1.

Как видно из графика, объем земельных работ при проведении лесохозяйственной рекультивации отвалов пустых пород может достигать 5 млн м^3, при сельскохозяйственной 12 млн м^3. Объемом земельных работ определяется общее время работы техники на отвале и объем сжигаемого этой техникой топлива. Зависимость валового выброса токсичных газов при сжигании топлива при выполаживании откосов распространенным на карьерах бульдозером ДЭТ-250 при расходе топлива 230 г/(кВт ч), при условии выполнения данной операции за один год, от объемов работ представлена на рис.2.

Следовательно, при проведении операции выполаживания за 1 год (сжатые сроки)

валовый выброс загрязняющих веществ за данный временной промежуток может быть весьма значительным. Так, при проведении выполаживания откосов до углов, соответствующих сельскохозяйственной рекультивации 8-12° (объем работ до 12 млн м^3), в атмосферу будет выброшено до 7,5 т оксидов азота, до 5,5 т угарного газа, до 1,5 т керосина, до 1 т сажи и до 20 т неорганической пыли. Таким образом, исключение из процесса рекультивации данной операции позволит избежать нанесения значительного ущерба атмосфере.

Рассмотрим разработанные в теории, а также и применяемые на практике способы рекультивации отвалов без выполаживания их откосов.

Одним из наиболее целесообразных методов санитарно-гигиенической рекультивации, решающих и проблему устойчивости откосов отвалов в отношении водной и ветровой эрозии, и в эстетическом плане, что особенно важно, если отвал расположен вблизи населенного пункта, является метод гидропосева. Суть метода заключается в нанесении на поверхность откоса смеси, состоящей из семян трав, почвы, торфа, различных удобрений с помощью средств малой механизации. Необходимость подбора состава смеси для конкретных пород и климатических особенностей региона дает исследователям простор для творчества в выборе ее компонентов. За годы использования данного методы накоплен значительный опыт, зарубежный и отечественный. Так, в Великобритании на поверхность отвалов скальной породы при помощи гидромониторов подавалась смесь минеральных удобрений, торфа, семян и воды. В Германии в состав смеси добавляют специальный питательный компонент Perlhumus, получаемый при химической переработке коксовых углей. В Эстонии нашел применение состав, включающий в себя фрезерный торф [1].

Отечественный опыт применения гидропосева берет свое начало с 1970-1972 гг., когда были проведены испытания вентиляционно-оросительной установки УМП-1 на базе автомобиля БелАЗ-548А. Установка оборудована баком вместимостью 30 м^3, гидромонитором (расход воды 1,8 м^3/мин, дальнобойность струи 70 м). Наряду с признанием перспективности данного метода, в процессе эксперимента были выявлены основные его недостатки. В частности, при отсутствии интенсивного перемешивания смеси в процессе подачи, семена бобовых растений (люцерны, клевера, донника) оседают на дно и не поступают на поверхность откоса, тогда как семена злаковых трав (пырея, костра) подаются в составе гидросмеси и равномерно распределяются по площади отвала.

В 1984-1985 г. был проведен эксперимент по озеленению отвалов Новобакальского карьера [4]. Процесс гидропосева состоял из следующих операций. Бак установки УМП-1 на 2/3 наполнялся водой, в него загружались семена трав с учетом возможности их оседания на дно бака (количество семян было доведено до 40 кг/га) и удобрения в соотношении 1:1,5:3 (соответственно, калий, азот и фосфор). В процессе полива смеси на откос отвала были предприняты меры по более равномерному распределению ее по поверхности за счет возвратно-поступательных движений установки.

Широко известен тот факт, что преобладание в породе мелкой фракции соответствует более благоприятным условиям для развития растений, в связи с чем некоторые исследователи считают целесообразным подачу гидросмеси снизу вверх, что обеспечит большую концентрацию семян, удобрений и почвы в верхней части отвала, где, главным образом, и агрегирована мелкая фракция. Данный способ также удобен, так как не требует высокого напора при подаче смеси. Однако многолетние наблюдения за процессами самозарастания на отвалах железорудных предприятий Севера свидетельствуют о более интенсивном развитии растительности именно на границе раздела мелкой и крупной фракции, где создаются условия для лучшего снего- и влагоудержания, что особенно важно в вегетационный период развития растения, а также снижения ветровой эрозии. Подача гидросмеси сверху вниз осложнена труднодоступностью подъезда к бровке отвала.

Для лучшей фиксации наносимой смеси возможно применение связующих компонентов. Так, польские исследователи предлагают 25-процентный раствор битумной эмульсии наносить на откосы отвалов непосредственно после посева семян. В отечественной практике можно отметить использование вяжущих компонентов на ОАО «Апатиты», где используется состав «Биорекулат» [2], позволяющий не только прекратить пыление поверхности, но и не препятствовать развитию почвенно-растительного слоя. «Биорекулат» используется преимущественно для предотвращения пыления пляжей хвостохранилищ ОАО «Апатиты» [2]. Интересен тот факт, что в процессе отбора видового состава растений, входящих в смесь, лучшим образом зарекомендовали себя представители местной флоры, в особенности волоснец песчаный (Leymus arenarius), растение из семейства злаковых, благодаря длинным корням хорошо укрепляющее песчаные поверхности. Применение «Биорекулата» позволяет примерно в 10 раз сократить затраты на предотвращение пыления в сравнении с созданием рекультивационного слоя из органических материалов.

Необходимо отметить тот факт, что применение битумной эмульсии приводит к загрязнению окружающей среды, а использование такого связующего компонента как латекс исключает возможность внесения в породу столь необходимых для развития растительности фосфорно-калийных удобрений – латекс в их присутствии коагулирует.

Интересен опыт лесобиологической рекультивации отвалов фосфогипса в г. Воскресенске [3]. Отвалы фосфогипса практически непригодны для самозарастания по агрохимическим и физическим свойствам породы, слагающей их: субстрат имеет крайне кислую реакцию в пределах pH = 1,5÷3,0, а также фактически не содержит органического углерода. В качестве искусственной почвы на отвалах ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» использовался осадок сточных вод (ОСВ), наносимый непосредственно на поверхность отвала. Несмотря на значительные экологические «пробелы» осадка (высокое содержание тяжелых металлов, несоответствие санитарно-гигиеническим требованиям по индексу колифага, коли-титру), высокий потенциальный уровень плодородия делает данный отход очистки сточных вод весьма привлекательным для использования при рекультивации нарушенных земель, особенно в виду отсутствия альтернативного плодородного субстрата. По агрохимическим показателям ОСВ не уступает, а зачастую и превосходит показатели химического состава торфа (зольность, содержание общего азота, фосфора, извести). Метод нанесения осадка на склоны отвалов заключался в транспортировке его на горизонтальную поверхность автосамосвалами с последующим распределением по откосу бульдозерами. В силу сложного рельефа откоса осадок распределялся неравномерно: в понижениях происходила его концентрация, на части откоса осадок практически не фиксировался, что относится главным образом к верхней части отвала.

Фосфогипс с нанесенным на него ОСВ имел достаточную несущую способность, что позволило осуществить посадку саженцев древесных пород, а также разброс семян травянистых растений. Достаточно высокая приживаемость саженцев осины (Populus tremula L.), ивы козьей (Salix caprea L.), березы бородавчатой (Betula Verrucosa Ehrh.), облепихи крушиновидной (Hippophae rhamnoides L.), а также интенсивное развитие травянистой растительности: полыни обыкновенной (Artemisia Vulgaris) и горькой (Artemisia absinthium), крапивы жгучей (Urtica urens) и кипрея волосистого (Epilobium hirsutum), проективное покрытие которой ко второму году исследований достигло уже 80 %, позволяют считать эксперимент по проведению рекультивации отвалов с использованием осадка сточных вод удачным.

Анализ рассмотренных методов позволяет сделать выводы о целесообразности рекультивации отвалов пустой породы без традиционного для горно-технического этапа операции – выполаживания. Отсутствие данного этапа, продиктованное различными причинами, не является критическим для формирования почвенно-растительного покрова на нарушенных землях.

В силу недостатка влаги, повышенной подверженности эрозии, недостаточности питательных элементов в породе, успешное развитие растительности на откосах возможно только при проведении дополнительных мероприятий по регулярному поливу плодородного субстрата, внесению удобрений, стабилизации откоса с нанесенной на него почвой, что требует дальнейших разработок в данном направлении. Перспективным видится применение в горной промышленности опыта строительства железных дорог и автомагистралей, где устойчивости дорожного полотна и стабилизация откосов, а также приданию им эстетичного вида методами биологической рекультивации уделяется большое внимание. Возможно, учет опыта столь интенсивно развивающихся отраслей позволит более эффективно проводить природоохранные мероприятия и на отвалах пустой породы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дороненко Е.П.* Опыт рекультивации земель, нарушенных горными работами, на горнорудных предприятиях черной металлургии / Е.П.Дороненко, Г.М.Пикалова, Н.Г.Почтенных, Ю.М.Мотов и др. // Обзор по системе Информсталь. М., 1985. Вып.22 (237). С.11-16.

2. *Любимова А.А.* Опыт закрепления растительностью пылящих хвостовых отвалов АНОФ-1 комбината «Апатит» / А.А.Любимова, П.М.Медведев // Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. 1970. Вып.7, С.104-111.

3. *Мартынюк А.А.* Лесобиологическая рекультивация полигонов складирования фосфогипса / А.А.Мартынюк, В.Н.Кураев, В.Е.Миронов и др. М., 2006. 120 с.

4. *Пикалова Г.М.* Закрепление откосов отвалов Бакальского рудоуправления способом гидропосева/ Г.М.Пикалова, В.А.Объедкова, В.Г.Шевчук и др. // Черная металлургия. 1986. № 14. С.34-35.

REFERENCES

1. *Doronenko E.P., Pikalova G.M., Pochtennyh N.G.,* Motov Y.M. a.o. Experience of a rekultivatsiya of the lands broken by mountain works, at black Metallurgy // Review on system of Informstal. 1985. Issue 22 (237). P.11-16.

2. *Lyubimov A.A., Medvedev P.M.* Experience of fixing by vegetation of raising dust tail dumps ANOF-1 of combine of «Apatite» // Vegetation and industrial pollution. Conservation in the Urals. 1970. N 7. P.104-111.

3. *Martynyuk A.A., Kuraev V.N., Mironov V.E.* a.o. Lesobiologichesky rekultivatsiya of ranges of warehousing fosfogipsa. Moscow, 2006. 120 p.

4. *Pikalova G.M., Objedkova V.A. , Shevchyuk V.G.* a.o. Fixing of slopes of dumps of Bakalsky mine administration by way gidroposeva // Ferrous metallurgy, 1986. N 14. P.34-35.