УДК 622.271.45: 622.882

Е.В. Земцовская

ГОРНОТЕХНИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТВАЛОВ СКАЛЬНЫХ ПОРОД НА ПРИМЕРЕ АО «КОВДОРСКИЙ ГОК»

Освещена проблема рекультивации откосов отвалов скальных пород. Предложено решение рассматриваемой проблемы на примере опытного полигона одного из отвалов скальной вскрыши АО «Ковдорский ГОК». В качестве потенциально плодородных пород (ППП) рассмотрены три типа грунтов. Описана технология отсыпки ППП на наклонном участке полигона.

Ключевые слова: отвал, ярус, откос, нарушенные земли, опытный полигон, рекультивация, потенциально плодородные породы.

В результате открытой разработки месторождений полезных ископаемых значительные земельные площади нарушены карьерами и отвалами пустых пород. Так на сегодняшний день отвалы вскрышной породы N_2 1-3 на территории рудника «Железный» АО «Ковдорский ГОК» занимают 565 Га. К концу отработки карьера рудника «Железный» площади, занимаемые отвалами, составят ориентировочно 860 Га [1]. Согласно действующему в РФ законодательству [2–4], восстановлению подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного на них воздействия. В соответствии с п. 2.1. ГОСТ 17.5.3.04-83, «при открытых горных работах рекультивации подлежат внутренние и внешние отвалы, карьерные выемки и другие территории, нарушенные горной деятельностью». Кроме того, согласно п. 1.8 этого же ГОСТа рекультивация земель должна осуществляться в два последовательных этапа: горнотехнический и биологический.

Рассмотрим горнотехнический этап рекультивации. Горнотехническая рекультивация представляет собой комплекс работ, проводимых горнодобывающим предприятием с целью подготовки нарушенных земель к биологической рекультивации [5—8].

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 7. С. 384—391. © 2016. Е.В. Земцовская.

Выбор технологии рекультивации отвалов будет зависеть от:

- направления последующего использования нарушенных площадей;
- мощности, объема и расстояния транспортировки плодородного слоя почвы и вскрышных пород;
 - принятых способов формирования отвалов;
- типа и характеристики отвального оборудования, скорости перемещения фронта работ на отвале;
- агрофизических свойств плодородного слоя почвы и вскрышных пород, используемых для рекультивации;
- рельефа, климата, гидрологических и гидрогеологических условий рекультивируемой территории, господствующих геохимических процессов в данном районе до и после разработок.

На основании анализа природно-климатических особенностей расположения рудника «Железный» и физико-химических свойств складированной породы рекультивацию отвалов вскрыши решено отнести к «природоохранному и санитарно-гигиеническому направлению» [2—4, 9]. При рекультивации земель природоохранного и санитарно-гигиенического направления

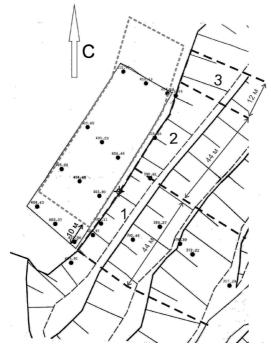


Рис. 1. Схема опытного полигона

на поверхности промышленных отвалов, сложенных непригодными для биологической рекультивации субстратом, должны выполняться мелиоративные работы и создаваться слой из потенциально плодородных пород или плодородной почвы.

Для отработки технологии рекультивации отвалов вскрыши в условиях АО «Ковдорский ГОК» на отвале № 3 в 2014 г. организован опытный полигон (рис. 1), состоящий из горизонтальной площадки и наклонного участка (откоса отвала). Выполнение горнотехнического этапа на горизонтальной площадке не составляет трудностей [10], поэтому рассмотрим более подробно наклонный участок.

Верхняя бровка откоса опытного полигона расположена на горизонте 405 м отвала № 3. Длина вдоль фронта отвала — 100 м, высота яруса — 45—48 м, угол откоса скальных дробленых пород, формирующих участок — 35° , длина по склону — 78—80 м. Экспозиция склона — юго-восточная. Поскольку транспортирование вскрыши на отвал происходит по циклично-поточной технологии (ЦПТ), предусматривающей дополнительное дробление материала, откос опытного полигона сложен мелкодробленой скальной породой со средним размером куска 143 мм. Согласно ГОСТ 17.5.1.01-83 [11], такой материал малопригоден для роста растений, поэтому необходимо нанесение на откос плодородного или потенциально плодородного слоя (землевание).

Мощность почвенно-растительного грунта на территории разработки месторождения составляет от 0 до 10 см. Согласно нормативным документам [9, 12], такие почвы предварительно не снимаются с территории, подлежащей разработке, и отдельного склада почвенного слоя не организуется.

Поэтому, в качестве потенциально плодородных пород (ППП) использовались 3 типа грунтов: мелкодисперсные отсевы с дробилки вскрышной линии ЦПТ, дорожная мелочь, которая образуется при посыпании автомобильных дорог мелкодисперсными отсевами и многократном проходе техники, и лежалые хвосты обогащения. Отсевы ЦПТ и дорожная мелочь по размеру частиц представляют собой песчано-гравийную смесь, но у последней больше пылеватых частиц, образующихся в результате трения породы с колесами или гусеницами машин, а хвосты представлены песками. Физико-механические свойства ППП близки: насыпная плотность при естественной влажности колеблется от 1,3 до 1,74 г/см³; влажность колеблется от 7,6% (для хвостов) до 14% (для остальных материалов); угол естественного откоса свежеотсыпанных пород составляет 40—43°.



Рис. 2. Фото наклонного участка опытного полигона (26.06.2014 г.)

Транспортировка ППП осуществлялась самосвалами грузоподъемностью 130 т. Самосвалы разгружались на площадке перед породным предохранительным валом. Затем ППП перемещались бульдозером на откос отвала. Часть породы при перемещении сталкивалась на откос отвала, часть оставалась на бровке отвала в качестве предохранительного вала. Периодически проводились маркшейдерские съемки опытного полигона для мониторинга за состоянием и количеством отсыпанной породы. Результаты съемок обрабатывались в приложении Geotech-3D системы автоматизированного планирования, проектирования и сопровождения горных работ MINEFRAME [13].

Первоначально предполагалось, что ППП при сталкивании на откос будут распределяться по всему склону. Но работы на полигоне показали, что ППП скапливались в верхней части откоса (рис. 2) и образовывали клин с мелкодробленой скальной породой из-за разницы углов естественного откоса (рис. 3). На рис. 3 видно, что угол естественного откоса мелкодробленых пород колеблется от 35° до 37°, а ППП — от 39° до 43°. Максимальная высота клина достигает 35 м.

В течение лета 2014 г. ППП отсыпались до достижения половины высоты наклонного участка. Общий объем отсыпки на откосе составил ~ 5000 т. Дальнейшую отсыпку было решено приостановить до следующего года из-за появления небольших деформаций ППП. Ожидалось, что грунт распределится вниз по склону с весенним снеготаянием, но этого не произошло.

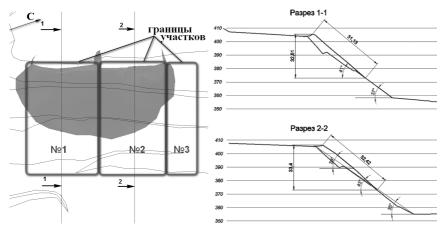


Рис. 3. План и разрезы опытного полигона по состоянию на 5.08.2014 г.

Наблюдался лишь незначительный унос мелких частиц водой (рис. 4).

После этого было принято решение о проведении биологического этапа рекультивации только верней части откоса, на которой отсыпаны ППП. Высота этой части составляет не менее 30 м, а длина по склону — около 50 м. Оставшуюся поверхность откоса решено оставить под самозарастание. Таким образом, описанная технология позволяет подготовить нарушенные промышленностью земли к биологическому этапу рекультивации, а впоследствии активизировать процессы их самовосстановления [14].

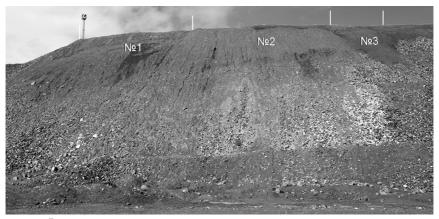


Рис. 4. Фото наклонного участка после весеннего снеготаяния (20.05.2015 г.): № 1-3- участки отсыпки по типам грунта

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- 1) рекультивацию высоких скальных отвалов технически возможно проводить только в верхней части откосов ярусов, инициируя тем самым самозарастание нижней части, поскольку при описанной технологии разгрузки грунт на откосе размещается в виде клина из-за разницы углов естественного откоса пород;
- 2) проблему рекультивации высоких отвалов можно избежать, складируя пустую породу ярусами высотой не более 30 м [15, 16, 17];
- 3) ввиду отсутствия специальной техники для разравнивания грунтов на крутых протяженных откосах скальных породных отвалов целесообразно сконструировать специальную самоходную установку, позволяющую осуществить как горнотехнический, так и биологический этапы рекультивации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. *V очередь* расширения карьера «Железный» Ковдорского ГОКа с отработкой запасов до абсолютной отметки минус 660 м. В 12 томах. Проект. СПб.: Гипроруда, 2014.
- 2. *Земельный* кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (редакция от 01.01.2016).
- 3. *ГОСТ 17.5.3.04-83*. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель / Охрана природы. Земли. Сборник ГОСТов, официальное издание. М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2002.
- 4. Приказ Минприроды РФ и Роскомзема от 22 декабря 1995 г. № 525/67 «Об утверждении Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы».
- 5. Zástěrová P., Marschalko M., Niemiec D., Durćák J., Bulko R., Vlþek J. Analysis of Possibilities of Reclamation Waste Dumps after Coal Mining // World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium. 2015. Vol. 15, pp. 656–662.
- 6. Willscher S., Hertwig T., Frenzel M., Felix M., Starke S. Results of remediation of hard coal overburden and tailing dumps after a few decades: Insights and conclusions // 18th International Biohydrometallurgy Symposium, IBS2009, Bariloche-Argentina, 13–17 September 2009. October 2010. Vol. 104, Issues 3–4, pp. 506–517
- 7. Zástěrová P., Marschalko M., Durďák J., Niemiec D. Possibility of Mine Waste Dump remediation with Thermal Activity // World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium. 2015. Vol. 15, pp. 401–406.
- 8. Strömberg B. Kinetic modelling of geochemical processes at the Aitik mining waste rock site in northern Sweden // Applied Geochemistry. September 1994. Vol. 9, Issue 5, pp. 583–595.
- 9. *ГОСТ 17.5.1.02-85*. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации / Охрана природы. Земли. Сборник ГОСТов, официальное издание. М.: ИПК. Изд-во стандартов. 2002.

- 10. Лукина Н. В., Чибрик Т. С., Глазырина М. А. и др. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель: Хрестоматия. Екатеринбург: Ур. гос. ун-т им. А. М. Горького, 2008. 256 с.
- 11. *ГОСТ 17.5.1.01-83*. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения / Охрана природы. Земли. Сборник ГОСТов, официальное издание. М.: ИПК. Изд-во стандартов. 2002.
- 12. ГОСТ 17.5.1.06-84. Охрана природы. Земли. Классификация малопродуктивных угодий для землевания / Охрана природы. Земли. Сборник ГОСТов, официальное издание. М.: ИПК. Изд-во стандартов. 2002.
- 13. *Мельников Н. Н.*, *Лукичёв С. В.*, *Наговицын О. В.* Компьютерная технология инженерного обеспечения горных работ на основе системы MINEFRAME // Горный информационно-аналитический бюллетень. -2013. № 5. C. 223–234.
- 14. *Месяц С. П.*, *Волкова Е. Ю*. Современный взгляд на рекультивацию породных отвалов горнодобывающей отрасли // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. СВ 56. Глубокие карьеры. С. 467—478.
- 15. Лукичев С. В., Архипов А. В., Земцовская Е. В. Снижение затрат на формирование высоких отвалов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. СВ 56. Глубокие карьеры. С. 368—377. 16. Архипов А. В., Земцовская Е. В. Преимущества формирования
- 16. Архипов А. В., Земцовская Е. В. Преимущества формирования породных отвалов с малой высотой яруса // Горный информационно-аналитический бюллетень. -2016. -№ 2. C. 153-159.
- 17. Архипов А. В., Земцовская Е. В. Возможность рекультивации породных отвалов в условиях Заполярья и влияние рекультивации на отвалообразование // Горный информационно-аналитический бюллетень. -2016. № 4. -C. 110-121. ДИЗ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Земцовская Елена Вадимовна — младший научный сотрудник, e-mail: elenazemtsovskaya@gmail.com, Горный институт Кольского научного центра РАН.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 7, pp. 384–391.

UDC 622.271.45: 622.882 ROCK DUMPS I

ROCK DUMPS MINING RECULTIVATION THE CASE OF «KOVDORSKY GOK» JSC

The problem of rock dump slopes mining recultivation is presented in the paper. It is suggested the problem solution the case of the rock dump test site «Kovdorsky GOK» JSC. Three types of soils are considered as a potential fat soil. The landfill operation technology of the potential fat soil on the test site sloping ground is described.

Key words: dump, level, slope, disturbed lands, test site, recultivation, potential fat soil.

AUTHOR

Zemtsovskaya E.V., Junior Researcher, e-mail: elenazemtsovskaya@gmail.com, Mining Institute of Kola Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, 184209, Apatity, Russia.

REFERENCES

- 1. V ochered' rasshireniya kar'era «Zheleznyy» Kovdorskogo GOKa s otrabotkoy zapasov do absolyutnoy otmetki minus 660 m. V 12 tomakh. Proekt (V order of the Zhelezny open pit mine extension, JSC Kovdorskiy GOK, with reserves mining up to absolute mark of minus 660 m. In 12 volumes. Project), Saint-Petersburg, Giproruda, 2014.
- 2. Zemel'nyy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 25.10.2001 № 136-FZ (redaktsiya ot 01.01.2016) (Land Code of the Russian Federation dated 25.10.2001 N 136-FL (current edition 13.07.2015)).
- 3. Okhrana prirody. Zemli. Obshchie trebovaniya k rekul'tivatsii zemel'. GOST 17.5.3.04-83 (Nature protection. Lands. Reclamation general requirements. State Standard 17.5.3.04–83), Moscow, IPK. Izd-vo standartov, 2002.
- 4. Prikaz Minprirody RF i Roskomzema ot 22 dekabrya 1995 g. no 525/67 «Ob utverzhdenii Osnovnykh polozheniy o rekul'tivatsii zemel', snyatii, sokhranenii i ratsional'nom ispol'zovanii plodorodnogo sloya pochvy» (Instruction of the Ministry of the Russian Federation for environment and Committee of the Russian Federation for Land Resources and Land Management dated 22 December, 1995, N 525/67 «Approval of general provisions on lands rehabilitation and top soil management».
- 5. Zástěrová P., Marschalko M., Niemiec D., Durćák J., Bulko R., Vlþek J. Analysis of Possibilities of Reclamation Waste Dumps after Coal Mining. *World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium*. 2015. Vol. 15, pp. 656–662.
- 6. Willscher S., Hertwig T., Frenzel M., Felix M., Starke S. Results of remediation of hard coal overburden and tailing dumps after a few decades: Insights and conclusions. *18th International Biohydrometallurgy Symposium*, IBS2009, Bariloche-Argentina, 13-17 September 2009. October 2010. Vol. 104, Issues 3–4, pp. 506–517
- 7. Zástěrová P., Marschalko M., Durćák J., Niemiec D. Possibility of Mine Waste Dump remediation with Thermal Activity. *World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium*. 2015. Vol. 15, pp. 401–406.
- 8. Strömberg B. Kinetic modelling of geochemical processes at the Aitik mining waste rock site in northern Sweden. *Applied Geochemistry*. September 1994. Vol. 9, Issue 5, pp. 583–595.
- 9. Okhrana prirody. Zemli. Klassifikatsiya narushennykh zemel' dlya rekul'tivatsii. GOST 17.5.1.02-85 (Protection of nature. Protection of Earth. Classification of disturbed lands for remediation. State Standard 17.5.1.02-85), Moscow, IPK. Izd-vo standartov, 2002.
- 10. Lukina N. V., Chibrik T. S., Glazyrina M. A. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya i monitoring narushennykh promyshlennost'yu zemel'*: Khrestomatiya (Biologic rehabilitation and monitoring of industrially-disturbed lands: Chrestomathy), Ekaterinburg, Ur. gos. un-t im. A. M. Gor'kogo, 2008. 256 p.
- 11. Okhrana prirody. Rekul'tivatsiya zemel'. Terminy i opredeleniya. GOST 17.5.1.01-83 (Nature protection. Land reclamation. Terms and definitions. State Standard 17.5.1.01-83), Moscow, IPK. Izd-vo standartov, 2002.
- 12. Okhrana prirody. Zemli. Klassifikatsiya maloproduktivnykh ugodiy dlya zemlevaniya. GOST 17.5.1.06-84 (Nature protection. Lands. Classification of low yield lands to be backfilled. State Standard 17.5.1.06–84), Moscow, IPK. Izd-vo standartov, 2002.
- 13. Mel'nikov N.N., Lukichev S.V., Nagovitsyn O.V. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2013, no 5, pp. 223–234.
- 14. Mesyats C. P., Volkova E. Yu. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*'. 2015. Special edition 56. Glubokie kar'ery, pp. 467–478.
- 15. Lukichev S. V., Arkhipov A. V., Zemtsovskaya E. V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*'. 2015. Special edition 56. Glubokie kar'ery, pp. 368–377.
- 16. Arkhipov A. V., Zemtsovskaya E. V. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016, no 2, pp. 153–159.
- 17. Arkhipov A. V., Zemtsovskaya E. V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*'. 2016, no 4, pp. 110–121.