

ФИЗИКО-ХИМИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА НАСИПИЩА С ГЕОЛОГИЧНИ МАТЕРИАЛИ, ИЗГРАДЕНИ ПРИ ДОБИВ НА МЕДНА РУДА

Мартин Банов¹, Павел Павлов²

¹ *Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията "Никола Пушкар", София*

² *Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София*

РЕЗЮМЕ. Изследвани са отпадъчни насипища, формирани при открит добив на медна руда от района на Еко-Медет. Получените резултати показват, че насипищата се характеризират с изключително ниско естествено плодородие. То се определя от едрочастичния състав на механичните фракции, ниското съдържание на органично вещество и на хранителни елементи за растенията и силно киселата реакция на средата (pH във вода), съчетано с присъствие на сулфидсъдържащи минерали. Наличието на токсични количества мед и цинк поставя ограничения по отношение използването на терените за отглеждане на фуражна и културна растителност без предварителна мелиорация. Предложени са групи от мероприятия, които в максимална степен ще преустановят вредното въздействие върху околната среда и населението и ще позволят да се възстанови плодородието на нарушените терени, и да се подобри ландшафта на местността.

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF DUMPS, BUILT DURING EXCAVATION OF COPPER MINING

Martin Banov¹, Pavel Pavlov²

¹ *N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia*

² *University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia*

ABSTRACT. Dumps built with geological materials obtained in open pit mining of copper ore from the area of Eco-Medet have been examined. The obtained results show that the dumps are characterized by extremely low natural fertility. It is determined by the fractions of mechanical composition, low content of organic matter and nutrients for plants and highly acidic medium reaction (pH in water), combined with the presence of minerals which contain sulfur. The presence of toxic amounts of copper and zinc puts restrictions on the use of land for growing feed and cultural vegetation without prior reclamation. Have been proposed groups of activities that in maximum will stop harmful effects on the environment and the population and will allow to restore the fertility of the damaged areas and improve the landscape of the area.

Key words: geological material, disturbed land, surface mining, biological regeneration, land reclamation.

Увод

Добивът на медна руда е съпроводен с нарушаване на околната среда и замърсяване на почвите, водите и въздуха. При иземването на откритката, на рудното тяло се изграждат така наречените външни насипища, които заемат големи площи и изцяло променят ландшафта на местността, в която се провеждат минно-добивните работи. Депонираната откритка много често е са токсична за отглеждане на културна растителност без предварителното им мелиориране (Желева, Е. и др., 1998).

Съдържащите се в геологичните субстрати пиритни минерали се окисляват при дренирането на дъждовните води през тялото на насипищата и това води до окисляване на повърхностните и подпочвени води, и до замърсяването им с големи количества тежки метали.

Находищата на медна руда обикновено са разположени в планински територии, където възможностите за възстановяване (рекултивация) на нарушените терени са силно ограничени и е необходимо

прецизиране на екологичните мероприятия, на базата на подробно предварително проучване.

Материал и методи

За обект на изследване послужи територията на Северозападното и Северно насипища, изградени при добива на медна руда в района на Еко-Медет. Рудникът е разположен на около 15 km северно от гр. Панагюрище, на територията на Средна гора. Релефът в района на обекта е средно-планински със стръмни склонове до 45°. Надморската височина е около 900 - 1300 m.

Годишният ход на валежите има подчертан континентален характер. Пролетните и летни валежи са от порядъка на 155 - 178 (196) mm. Тяхното значително количество, съчетано с по-ниските температури определят относително слабите летни засушавания, характерни за района. Средно годишната сума на валежите се изменя от 606 (607) mm до 588 mm.

Преобладаващите ветрове са западни и северозападни, със средна скорост до 10 m/s.

За установяване на физичните и химични характеристики на субстратите, изграждащи насипищата в района на Еко-Медет са взети проби от повърхността им на дълбочина 0 - 25 cm - коренообитаемия слой за растенията. Всяка проба е смес от 9 единични проби, взети равномерно в центъра и по периметъра на кръг с диаметър 5 m. Събраните проби се анализират по отношение на следните показатели:

- разпределение на механичните фракции (Качинский, 1958);
- общо количество карбонати (Аринушкина, 1970);
- съдържание на общ въглерод (Пономарьова и др., 1975);
- общи форми на азот и фосфор (Урумова, 1974);
- реакция на средата (рН във вода) (Аринушкина, 1970);
- общо количество микроелементи (Аринушкина, 1970).

Резултати и обсъждане

Получените аналитични резултати показват, че геологичните материали (субстрати), от които са изградени Северозападното и Северно насипища се характеризират със следните физични и химични показатели (табл. 1, 2 и 3).

По отношение разпределението на механичните фракции изследваните материали се отличават с високо съдържание на скелет /частици, по-големи от 1 mm/, което при повечето изследвани проби е над 35 - 40% (табл.1). Количеството на физичната глина (частици < 0.01 mm) е малко и варира до 10 - 12%. Колоидната фракция (частици < 0.001 mm) е в рамките на 1.7 - 8.4%. Важна особеност е високото съдържание на пясъккливи фракции (табл.1). Грубомеханичният състав на минералната маса в изследваните материали е предпоставка за ниското им естествено плодородие, свързано с влошени физични и водно-физични свойства.

При полското проучване на обекта бе установено, че голяма част от територията на двете насипища е покрита с едри скални късове (до 1 - 2 m в диаметър), което се явява допълнително затруднение при провеждането на рекултивационните мероприятия.

Съдържанието на общ въглерод класифицира изследваните материали като незапасени с органично вещество - хумус (табл.2). Съответстващо на ниското количество органично вещество са и ниските стойности на усвоимите хранителни елементи за растенията - азот и фосфор (табл.2).

Киселинността на средата, като един от най-важните фактори, определящ характера на изветрителните и почвообразователни процеси показва следните тенденции. Изследваните проби от територията на обекта се характеризират със стойности на рН в границите на киселите значения - рН във вода се изменя от 2.9 до 4.8 (табл.2). Ниското рН е резултат от състава на геологичните субстрати, които поради съдържанието си на сулфидни минерали довеждат до допълнително окисляване на средата. Изнесени на повърхността те се окисляват изключително интензивно, при което се

образува сярна киселина. Окислението на сулфидните минерали се съпровожда от закономерен и непрекъснат ръст на окислително-редукционния потенциал, увеличаване на активната и обменна киселинност и повишаване концентрацията на водоразтворимите соли. Ниските стойности на показателя създават условия за наличие на окисни и хидроокисни форми на тежки метали, които попадат в почвения разтвор и са токсични за растенията (Маринкина, 1999).

Тази подчертано агресивна среда обуславя протичането на редица деградационни процеси, забавя естественото самовъзстановяване на териториите, което ги превръща в активен източник на водна и ветрова ерозия (Маринкина, 1999).

При определяне на екологичните характеристики на изследваните проби е използвана нормативната база за допустимо съдържание на цинк, мед, никел, олово и кадмий при съответно рН на средата (Наредба № 3 за норми относно допустимото съдържание на вредни вещества в почвата; Наредба за допълнение на Наредба № 3 от 1979 г. за норми относно допустимото съдържание на вредни вещества в почвата). Изследванията показват, че територията на насипищата се характеризира с наличие на токсични количества мед и цинк в депонираната откритка (табл.3). При определяне степента на замърсеност с тежки метали е използвана следната скала, съобразно пределно допустимите концентрации (ГДК) (Инструкция за определяне на зида и степента на замърсяването...1994):

- незамърсени - ≤ 1.0 ГДК;
- слабо замърсени - от 1.1 до 2.0 ГДК;
- средно замърсени - от 2.1 до 3.0 ГДК;
- силно замърсени - от 3.1 до 5.0 ГДК;
- опасно замърсени - > 5.0 ГДК.

Получените аналитични данни свидетелстват за силна до опасна замърсеност с цинк и опасна замърсеност с мед. По отношение на другите изследвани елементи обекта е незамърсен.

На територията на депото не се наблюдават само-заселили се растителни видове, което е допълнително доказателство за изключително неблагоприятните физико-химични условия на средата. Установени са само отделни растения от вида *Betula Verrucosa* (Бреза), които се наблюдават на равните повърхности на Северозападното насипище.

Киселите условия на средата, съчетани с повишеното съдържание на тежки метали и наличието на пиритни минерали в депонираната откритка предизвиква вкисляване и замърсяване на дъждовните води, които дренират през тялото на насипищата. Попадайки в руслото на р. Медетска, която преминава през територията на насипищата, те представляват определена опасност за околната среда и здравето на хората и животните.

Заклучение

Проведеното изследване показва, че насипищата от района на Еко-Медет, изградени от геоложки материали, получени при открит добив на медна руда, се характеризират с изключително ниско естествено плодородие. То се определя от едрочастичния състав на механичните фракции, ниското съдържание на органично вещество и на хранителни елементи за растенията и силно киселата реакция на средата (рН във вода), съчетано с присъствие на сулфидсъдържащи минерали. Наличието на токсични количества мед и цинк поставя ограничения по отношение използването на територията за отглеждане на фуражна и културна растителност без предварителна мелиорация.

На основание на гореизложеното предлагаме при рекултивацията на обекта да се обърне внимание на следните мероприятия, които ще минимизират вредното въздействие върху околната среда и населението, и ще позволят да се възстанови плодородието на нарушените терени, и да се подобри ландшафта на местността.

1. Подравняване повърхността на насипищата и преоткосиране на склоновете.

2. Насипване на геоложки структури с подходящи физико-химични свойства.

3. Мелиориране повърхността на насипищата чрез внасяне на варови материали и оборска тор.

4. Противоерозионно укрепване на склоновете на насипищата.

5. Залесяване или затревяване повърхността на насипищата. Да се използват подходящи растителни видове, устойчиви на киселите условия на средата.

6. Изграждане на система от съоръжения за управление на повърхностните води и отвеждането им в естествената хидрографска мрежа. Намаление на количеството на дренажите през тялото на насипищата дъждовни води.

Литература

Аринушкина, Е.В. 1970. Руководство по химическому анализу почв, М.

Желева, Е., М. Нусторова и др. 1998. Изследвания върху свойствата на насипните материали от нарушени терени при добив на руди за цветни метали във връзка с лесобиологичната им рекултивация. Сборник научни доклади от Юбилейна научна конференция "70 години Институт за гората", БАН, София.

Инструкция за определяне на вида и степента на замърсяването на земеделските земи по землища и режима на тяхното ползване. 1994. Бюлетин № 27 на Министерство на земеделието.

Качинский, Н. 1958. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения, М.

Маринкина, В. 1999. Проучване и възможности за рекултивация на сулфидсъдържащи материали, получени при открит въгледобив. Дисертация, С.

Пономарьова, В., Т. Плотникова. 1975. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах (минеральных и торфяных), Ленинград.

Урумова А. 1974. Метод за разлагане на пробите при определяне на общ азот и общ фосфор в почвата, сп. Почвознание и агрохимия, кн.5.

Статията е препоръчана за публикуване от кат. „Подземно строителство“.

Таблица 1. Механичен състав на проби от района на Еко-Медет

Пластове и дълбоч. на пробата	Загуба от обраб. със HCl	Размер на частиците в mm							
		сума >1	1 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	сума <0,001	сума <0,01
Северозападно насипище									
1. 0 - 25	-	38,5	23,3	16,5	11,4	2,4	3,6	4,3	10,3
2. 0 - 25	-	51,3	28,5	6,8	4,9	1,7	1,7	5,1	8,5
3. 0 - 25	-	27,6	38,2	12,7	8,7	3,1	5,9	3,8	12,8
4. 0 - 25	-	47,9	30,8	7,8	6,7	1,3	1,8	3,7	6,8
5. 0 - 25	-	13,7	37,1	18,3	10,3	6,4	7,0	7,2	20,6
6. 0 - 25	-	48,2	29,2	6,5	8,1	1,7	2,5	3,8	8,0
7. 0 - 25	-	29,6	33,9	14,8	7,1	4,0	4,2	6,4	14,6
8. 0 - 25	-	60,6	22,6	7,4	2,7	1,5	2,1	3,1	6,7
9. 0 - 25	-	38,1	31,4	10,6	7,4	1,7	3,6	7,2	12,5
10. 0 - 25	-	54,3	22,6	6,1	8,3	2,1	3,4	3,4	8,7
11. 0 - 25	-	46,8	30,5	9,7	6,4	1,4	2,7	2,5	6,6
12. 0 - 25	-	38,5	32,7	9,9	7,6	1,9	3,6	5,8	11,3
13. 0 - 25	-	52,2	24,2	7,3	6,9	1,3	3,5	4,6	9,4
14. 0 - 25	-	43,6	29,8	10,8	8,2	1,8	2,1	3,7	7,6
15. 0 - 25	-	25,6	38,7	13,7	8,6	4,4	2,7	6,3	13,4
16. 0 - 25	-	32,8	38,8	12,3	5,6	3,4	2,5	4,6	10,5
Северно насипище									
1. 0 - 25	-	37,4	40,4	6,8	6,9	3,3	2,4	2,8	8,5
2. 0 - 25	-	50,2	26,4	12,2	6,1	1,4	1,3	2,4	5,1
3. 0 - 25	-	37,9	34,4	10,0	6,9	3,0	3,1	4,7	10,8
4. 0 - 25	-	8,6	48,8	16,3	10,3	3,8	4,8	7,4	16,0
5. 0 - 25	-	48,0	45,0	1,6	1,7	1,2	0,6	1,9	3,7
6. 0 - 25	-	36,1	27,2	9,8	6,4	5,7	6,4	8,4	20,5
7. 0 - 25	-	29,7	23,9	17,6	11,9	5,4	5,1	6,4	16,9
8. 0 - 25	-	40,2	31,9	9,0	6,3	4,4	3,2	5,0	12,6
9. 0 - 25	-	46,1	31,2	11,4	2,9	1,4	2,7	4,3	8,4
10. 0 - 25	-	50,2	33,3	9,6	3,5	0,4	0,6	2,4	3,4
11. 0 - 25	-	44,9	28,3	13,1	6,5	2,1	1,3	3,8	7,2
12. 0 - 25	-	40,1	32,5	10,1	5,9	3,7	2,9	4,8	11,4
13. 0 - 25	-	56,6	22,2	8,2	5,7	1,9	2,2	3,2	7,3
14. 0 - 25	-	31,4	35,1	10,7	11,1	1,8	4,4	5,5	11,7
15. 0 - 25	-	32,0	33,7	16,3	7,5	3,4	2,3	4,8	10,5
16. 0 - 25	-	33,9	21,5	12,3	9,7	6,8	8,3	7,5	22,6
17. 0 - 25	-	55,4	24,2	7,6	4,3	2,8	2,4	3,3	8,5
18. 0 - 25	-	33,6	34,3	12,7	6,5	5,4	2,6	4,9	12,9
19. 0 - 25	-	38,9	31,4	13,1	7,8	2,4	2,1	4,3	8,8
20. 0 - 25	-	44,2	31,2	11,3	5,7	3,5	1,8	2,3	7,6
21. 0 - 25	-	35,3	40,9	10,0	4,7	3,9	2,6	2,6	9,1
22. 0 - 25	-	22,6	43,3	15,1	5,8	4,1	3,3	5,8	13,2

Таблица 2. Химични свойства на проби от района на Еко-Медет

Пластове и дълбоч. на пробата	Хигроско-пична влага	Общ С	pH във вода	Карбонати	Общ азот	Общ фосфор
/cm/	/%/	/%/		/%/	/%/	/%/
Северозападно насипище						
1. 0 - 25	3,15	0,12	4,1	0,27	0,017	0,135
2. 0 - 25	4,26	0,20	3,9	0,39	0,019	0,147
3. 0 - 25	3,52	0,10	4,2	0,45	0,009	0,162
4. 0 - 25	2,0	0,24	4,0	0,35	0,027	0,115
5. 0 - 25	3,24	0,37	3,8	0,42	0,027	0,169
6. 0 - 25	4,21	0,30	3,9	0,32	0,025	0,145
7. 0 - 25	4,32	0,49	4,0	0,42	0,019	0,185
8. 0 - 25	3,55	0,09	3,5	0,21	0,035	0,123
9. 0 - 25	2,15	0,12	3,7	0,32	0,023	0,163
10. 0 - 25	2,68	0,21	4,1	0,27	0,018	0,142
11. 0 - 25	3,11	0,14	4,0	0,28	0,009	0,190
12. 0 - 25	3,62	0,30	3,9	0,35	0,026	0,172
13. 0 - 25	5,12	0,26	4,3	0,42	0,000	0,267
14. 0 - 25	2,67	0,32	4,1	0,26	0,032	0,092
15. 0 - 25	3,79	0,41	4,2	0,42	0,027	0,088
16. 0 - 25	4,17	0,13	3,8	0,38	0,023	0,146
Северно насипище						
1. 0 - 25	2,17	0,68	3,2	-	0,019	0,263
2. 0 - 25	2,53	0,57	3,5	-	0,019	0,226
3. 0 - 25	1,58	0,44	3,1	-	0,027	0,093
4. 0 - 25	1,60	0,31	3,1	-	0,009	0,191
5. 0 - 25	4,78	0,16	4,8	-	0,009	0,065
6. 0 - 25	3,86	0,30	3,4	-	0,019	0,172
7. 0 - 25	4,18	0,15	2,9	-	0,009	0,090
8. 0 - 25	4,19	0,75	3,6	-	0,009	0,187
9. 0 - 25	2,65	0,22	3,3	-	0,009	0,119
10. 0 - 25	0,97	0,60	4,8	-	0,009	0,140
11. 0 - 25	2,17	0,25	4,2	-	0,018	0,187
12. 0 - 25	3,24	0,13	4,3	-	0,011	0,173
13. 0 - 25	1,76	0,63	4,6	-	0,022	0,175
14. 0 - 25	1,62	0,90	5,2	-	0,019	0,181
15. 0 - 25	2,00	0,54	3,6	-	0,009	0,135
16. 0 - 25	2,53	0,42	4,1	-	0,019	0,236
17. 0 - 25	3,05	0,41	3,7	-	0,000	0,192
18. 0 - 25	3,40	0,32	3,0	-	0,019	0,156
19. 0 - 25	2,84	0,40	5,4	-	0,009	0,131
20. 0 - 25	3,82	0,51	3,2	-	0,015	0,095
21. 0 - 25	2,55	0,76	3,4	-	0,022	0,095
22. 0 - 25	3,48	0,73	3,1	-	0,009	0,222

Таблица 3. Екологична характеристика на проби от района на Еко-Медет

Пластове и дълбоч. на пробата /cm/	pH във вода	Превишение спрямо ПДК в съдържанието на микроелементи				
		Zn mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg
Северозападно насипище						
1. 0 - 25	4,1	3,2	15,6	-	0,3	-
2. 0 - 25	3,9	4,0	24,0	0,3	0,3	-
3. 0 - 25	4,2	4,5	17,1	-	0,2	-
4. 0 - 25	4,0	4,5	29,2	0,4	0,3	-
5. 0 - 25	3,8	6,9	13,9	-	0,5	-
6. 0 - 25	3,9	5,2	28,3	0,3	0,4	-
7. 0 - 25	4,0	4,8	33,9	-	0,4	-
8. 0 - 25	3,5	7,4	14,2	0,2	0,3	-
9. 0 - 25	3,7	8,5	18,6	0,3	0,7	-
10. 0 - 25	4,1	3,9	20,3	-	0,3	-
11. 0 - 25	4,0	5,1	13,9	-	1,0	-
12. 0 - 25	3,9	6,0	26,8	0,3	0,5	-
13. 0 - 25	4,3	3,5	13,5	0,3	0,3	-
14. 0 - 25	4,1	4,3	23,0	0,2	0,5	-
15. 0 - 25	4,2	3,7	23,9	0,3	0,3	-
16. 0 - 25	3,8	6,3	23,9	0,4	0,6	-
Северно насипище						
1. 0 - 25	3,2	6,2	43,2	-	1,9	-
2. 0 - 25	3,5	7,8	40,0	-	1,1	-
3. 0 - 25	3,1	5,2	11,5	-	1,3	-
4. 0 - 25	3,1	6,6	50,8	-	0,6	-
5. 0 - 25	4,8	1,3	3,6	0,3	0,8	-
6. 0 - 25	3,4	6,1	18,8	0,2	3,0	-
7. 0 - 25	2,9	7,8	7,2	-	0,8	-
8. 0 - 25	3,6	3,4	33,0	0,1	0,8	-
9. 0 - 25	3,3	5,0	12,5	0,1	0,7	-
10. 0 - 25	4,8	2,0	14,2	0,3	0,3	-
11. 0 - 25	4,2	3,4	16,0	-	0,6	-
12. 0 - 25	4,3	3,0	19,7	0,1	0,8	-
13. 0 - 25	4,6	3,2	29,2	0,2	0,6	-
14. 0 - 25	5,2	2,1	11,3	0,2	0,5	-
15. 0 - 25	3,6	5,5	44,0	0,1	0,9	-
16. 0 - 25	4,1	2,9	22,0	-	2,1	-
17. 0 - 25	3,7	4,9	31,8	-	1,1	-
18. 0 - 25	3,0	3,3	23,2	0,4	0,8	-
19. 0 - 25	5,4	1,6	8,3	0,2	0,1	-
20. 0 - 25	3,2	6,6	35,8	0,3	1,2	-
21. 0 - 25	3,4	6,1	26,1	-	1,2	-
22. 0 - 25	3,1	7,1	9,5	-	1,7	-