

УДК:631.445.9: 631.41(477.63)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СУЛЬФИДНОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ И МОЛОДОЙ ПОЧВЫ ШАХТНЫХ ОТВАЛОВ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

М.Л. НОВИЦКИЙ

Никитский ботанический сад, г.Ялта, Республика Крым, РФ

В статье идет речь об одном из способов рекультивации шахтных отвалов, разработанном учёными Никитского ботанического сада. Этот беззатратный рельефоформирующий способ внедрен на нескольких шахтах Западного Донбасса, в том числе на ПСП «Шахта «Першотравнева». Исследования проводили в 2011 – 2012 гг. на участке древесно-кустарниковых насаждений площадью 0,8 га, расположенном на вершине трапецевидного отвала сульфидной горной породы. Благодаря этому способу, в понижениях за счет дополнительного привнесения мелкозема и влаги с возвышений интенсивно развивались процессы выщелачивания, рассоления и почвообразования, улучшались физико-химические и химические свойства мелкозема молодых почв понижений, что позволило успешно выращивать 14 наиболее устойчивых видов древесно-кустарниковых растений.

Ключевые слова: *сульфидная горная порода, молодая почва, кислотный комплекс, рекультивация.*

Введение

Одним из наиболее опасных факторов для окружающей среды является работа угольных предприятий. Вред окружающей среде наносится не только непосредственно в процессе добычи угля, но и через много лет после ее прекращения. Основной источник такого загрязнения – шахтные отвалы. Ежегодно в процессе подземной добычи угля в Украине на дневную поверхность поднимается около 40 млн. м³ породы, которая складывается в отвалы. По данным НПО «Механик», за двести лет разработки угольных месторождений в Украине уже образовалось более 1100 терриконов, под которыми занято 6300 га плодородной, пригодной для хозяйственного использования почвы.

Одним из наиболее сложных объектов для биологического освоения являются шахтные отвалы Западного Донбасса с сульфидсодержащими горными породами. Вынос таких пород каменноугольного периода палеозоя на дневную поверхность активизирует под влиянием абио- и биотических факторов: физического выветривания, окисления, растворения, гидролиза, гидратации, освобождения большого запаса химической энергии, горения и пыления отвалов. В связи со сложной экономической ситуацией в угольной промышленности Украины был разработан альтернативный, беззатратный способ рекультивации таких пород. Это научно обоснованное комплексными исследованиями ученых Никитского ботанического сада направление воплотилось в беззатратный рельефоформирующий способ рекультивации сульфидных пород. Он внедрен на вершине трапецевидного шахтного отвала, где высажено свыше 20 видов декоративных деревьев и кустарников [4, 7, 8].

Многие ученые, изучая сульфидную горную породу, в большей степени обращали внимание на низкую кислотность и ее отрицательное влияние на растения при озеленении отвалов [3, 10 – 15]. Исследователями НБС – ННЦ установлен также целый ряд других негативных факторов породы: высокая плотность сложения (до 1,70 г/см³) и скелетность (до 60%), распыленность (пыли до 62%), обедненность илом (9-

12%) и гумусом (до 0.2%), солонцеватость, низкая поглотительная способность (Σ поглощенных оснований 7 – 8 мг-экв/100 г). Такие отвалы десятилетиями не зарастали травами [6].

При изучении серусодержащих отвалов, помимо физических свойств, нами уделялось большое внимание физико-химическим и химическим свойствам породы и молодой почвы. Знание этих свойств имеет большое значение для озеленения отвалов.

Цель исследования – определить физико-химические и химические свойства мелкозема сульфидной горной породы (контроль) и молодой почвы межбугорных понижений на рекультивированном рельефоформирующим способом на вершине трапециевидного шахтного отвала и их пригодность для выращивания древесно-кустарниковых растений.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в 2011 – 2012 гг. на участке древесно-кустарниковых насаждений ($S \sim 0,8$ га, 14 видов растений) на вершине трапециевидного отвала сульфидной горной породы, рекультивированного рельефоформирующим способом на закрытой ПСП Шахта «Першотравнева» ДТЭК «ПАВЛОГРАДУГОЛЬ».

В исследования включены 25-летние молодые почвы межбугорных понижений, заросшие травами, с высаженными в 1999 году деревьями и кустарниками. Контролем служила незаросшая растениями сульфидная порода вершины окружающих понижения бугров. На участке для определения физико-химических и химических свойств заложено пять площадок: две – на вершинах бугров и три – в понижениях. Образцы молодых почв отобраны на глубину 60 см, породы – до 20 см.

Определение pH водной суспензии и солевой вытяжки проводилось потенциометрически, гидролитическая кислотность – по Каппену pH-метрическим методом в модификации ЦИНАО, подвижный алюминий и обменная кислотность – по Соколову, сера общая и сульфатная – по ГОСТу 8606-72 [1, 2, 9].

Результаты и обсуждение

Определено, что в замкнутых между буграми хорошо увлажняемых делювиальными и тальными водами (с илистыми взвесями) понижениях под травами интенсивно протекает выветривание и почвообразование. За 25 лет в 60-сантиметровом слое понижений произошло почти полное рассоление мелкозема (Σ легкорастворимых солей $< 0.12\%$), его рассолонцевание ($< 2\%$ поглощенного Na^+), обогащение илистыми частицами (до 19 – 21%), разуплотнение (1.05 – 1.30 г/см³), гумусообразование (до 0.2-0.9%) и уменьшилась кислотность таких образований – молодых почв техногенных ландшафтов.

Содержание валовой серы в молодых почвах понижений почти в несколько раз меньше, чем в горной породе, что свидетельствует об интенсивных процессах ее окисления и образовании различной степени развитости кислотного комплекса (табл.)

Таблица

**Содержание серы и показатели кислотного комплекса молодой почвы
и сульфидной горной породы на шахтном отвале ПСП «Шахта «Першотравнева», 2011-2012 гг.**

Местоположение разреза, число определений (n)	Слой, см	pH_{H_2O} pH_{KCl}	S, % <u>валовая</u> сульфатная	Кислотность, мг- экв/100 г <u>гидролитич.</u> обменная	Подвижный Al^{3+} , мг-экв/100 г
Молодая почва межбугорных понижений, n=3	0-20	<u>5,31</u> 4,50	<u>0,14</u> 0,07	<u>4,16</u> 0,44	0,78
	20-40	<u>5,87</u> 5,09	<u>0,10</u> 0,03	<u>2,42</u> 0,16	0,78
	40-60	<u>6,95</u> 6,55	<u>0,15</u> 0,05	<u>1,12</u> 0	0
Сульфидная порода на вершине бугров (контроль), n=2	0-20	<u>4,37</u> 3,50	<u>0,41</u> 0,28	<u>10,01</u> 2,26	4,02

В процессе окисления пирита образуется сульфатная сера. При интенсивном выщелачивании её концентрация в молодых почвах составила – 0,03 – 0,07 %, что в четыре раза меньше, чем на контрольных вариантах.

В разрезах на контрольных площадках был обнаружен ярозит в виде желтого налета на поверхности скелетных частиц. Сульфаты ярозитовой группы образовались в процессе окисления пирита и устойчивы только благодаря породе с сильноокислой средой при pH ниже 4 в сухом жарком климате [4].

После 25 лет, как породу вынесли на дневную поверхность, в ней до сих пор интенсивно протекают процессы окисления, что подтверждается низкими значениями pH водной суспензии и солевой вытяжки. При низком значении pH солевой вытяжки, равной 4 или ниже, в породе накапливается подвижный алюминий, концентрация которого составила 36 мг на 100 г навески (4 мг-экв/100 г). Концентрации алюминия в таком количестве являются сильно токсичными для растений [5]. Алюминий, наряду с поглощенным водородом, обуславливает обменную кислотность, содержание которой в два раза больше в породе, чем в молодых почвах понижений (табл.). Установлено, что обменная кислотность породы и почвы определяется главным образом обменным алюминием ($r = 0,91$; $n = 43$).

Высокая кислотность породы подтверждается низкими значениями pH, большими показателями гидролитической и обменной кислотности – 10 и 2,3 мг-экв, соответственно.

В молодых почвах понижений за счет дополнительного привнесения мелкозема и влаги интенсивно происходят процессы выщелачивания, рассоления и почвообразования. Снижается кислотность почвенного раствора от сильноокислого до слабоокислого и нейтрального. Показатели кислотного комплекса значительно ниже, чем в горной породе на вершинах бугров. Концентрация обменного алюминия значительно снизилась по отношению к контролю (табл.). В понижениях на молодых почвах уже через 12 лет после окончания отсыпки породы в результате геоботанического обследования выявлено около 60 видов растений, а с 1999 г. успешно выращивается 14 видов декоративных древесно-кустарниковых насаждений [8].

Выводы

1. За 25 лет после выноса на дневную поверхность шахтных пород произошло интенсивное окисление сульфидсодержащих минералов, вызвавшее развитие обменной кислотности и накопление большого количества подвижного алюминия. Результатом

таких трансформаций горной породы является значительное снижение pH солевой вытяжки, из-за чего порода не осваивается растительностью долгое время.

2. За этот же период на опытно-производственном участке, рекультивированном беззатратным рельефоформирующим способом, в понижениях за счет дополнительного привнесения мелкозема и влаги с возвышений интенсивно развиваются процессы выщелачивания, рассоления и почвообразования. Значительно улучшаются физико-химические и химические свойства мелкозема молодых почв понижений, что позволило успешно выращивать 14 наиболее устойчивых к таким экотопам видов древесно-кустарниковых растений.

Список литературы

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
3. Дудкин Ю.И., Савич А.И. Почвообразование на отвалах горных разработок с сульфидсодержащими породами: тезисы докладов VIII Всесоюзный съезд почвоведов. (Новосибирск, 14 - 18 августа 1989 г.). – Новосибирск, книга шестая, 1989 – С. 196 – 201.
4. Костенко И.В., Опанасенко Н.Е. Почвообразование на отвалах сульфидных шахтных пород Западного Донбасса при их зарастании // Почвоведение. – 2005 г. – №11. – С. 1357 – 1365.
5. Махонина Г.И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. – 356 с.
6. Новицкий М.Л. Структурно-агрегатный состав сульфидных пород и техногенных субстратов на шахтных отвалах // Ekology and noosperology. – Vol. 24, № 3 – 4. – 2013 г. – С. 42 – 50.
7. Опанасенко Н.Е., Халимедник Ю.М., Костенко И.В. О сульфидных горных породах шахтных отвалов Западного Донбасса // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку: матер. IV Міжнар. наук. конф. (Донецьк, вересень 2003 р.) – Донецьк, 2003. – С. 47 – 49.
8. Опанасенко Н.Е., Корженевский В.В., Халимедник Ю.М., Оболонский А.Е., Кононенко Н.А. Теория и практика рекультивации и озеленения породных отвалов в Западном Донбассе // Уголь Украины. – 2000. – Вып. 7. – С. 29 – 32.
9. Угли бурые, каменные, антрациты, кокс, горючие сланцы, торф: методы определения серы / ГОСТ 8606-72 (издание официальное). – М.: Гос. комитет стандартов Совета Министров СССР, 1972. – 8 с.
10. Adams F., Hethcock P.J. Aluminum toxicity and Calcium deficiency in acid subsoil horizons of two coastal plains soil series // Oil Sci. Soc. Am. J. – 1984. – № 48. – P. 1305 – 1309.
11. Carson C.D., Dixon J.B. Mineralogy and acidity of an inland acid sulfate soil of Texas // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1983. – Vol 47. – P 828 – 833.
12. Delhaize E., Ryan P.R. Aluminum toxicity and tolerance in plants // Plant physiol. – 1995. – P. 315 – 321.
13. Dold B., Fontbote L., Wildi W. Detection and distribution of ferric oxyhydroxides and oxyhydroxide sulfates in sulfide mine tailings; their importance to selective metal retention aside production // Mine water and environment, IMWA Congress, Seilla, (Spain, 1999). – Spain, 1999. – Vol. 2. – P. 525 – 526.
14. Gast M., Schaaf W., Wilden R., Scheider B.U., Hüttel R.F. Element budgets of lignite and pyrite containing mine soils // J. of Geochemical Exploration. – 2001. – Vol. 73. – P. 63 – 74.

15. Zhang J., Luo Sh. A case study on the relationship between sulfur forms and acidity in acid sulphate soil // (ASS) 17th WCSS, III-210 (Thailand, August 2002). – Thailand, 2002. – P. 1048-1 – 1048-5.

Статья поступила в редакцию 17.09.2014 г.

Novitsky M.L. Physico-chemical and chemical properties of sulfide rocks and young soil mining dumps of Western Donbass // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2014. – № 111. – P. 63 – 67.

On a trapezoidal mine dump, reclaimed by relief formation method, processes of leaching, desalinization and soil formation intensively are developed that led to the improvement of physico-chemical and chemical properties of fine-grained soils of young soils in depressions that helped to grow successfully 14 species of trees and shrubs.

Key words: *sulfide rocks, young soil, acid complex, recultivation.*