

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЕЛКОЗЕМА СУЛЬФИДНОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ И ТЕХНОГЕННЫХ СУБСТРАТОВ ШАХТНЫХ ОТВАЛОВ

М.Л.НОВИЦКИЙ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

На 11 шахтах Западного Донбасса в плоских и конусных отвалах накоплено более 70 млн т фитотоксичных серосодержащих углистых и глинистых сланцев, аргиллитов с высоким содержанием минералов пирита (FeS_2), троилита (FeS), халькопирита (FeCuS) и др. После перемещения таких отложений каменноугольного периода из недр на дневную поверхность в них под влиянием биотических и абиотических факторов активизируются физическое выветривание, окисление, растворение, гидролиз, гидратация, освобождение большого запаса химической энергии, горение и пыление отвалов [1, 4, 6–9].

В Украине и за рубежом наиболее распространена модель рекультивации сульфидных пород способом засыпки («захоронения») их суглинками, глиной, песком слоем 1–1,5 м с последующим нанесением на эти экраны 0,6–0,8 м плодородной почвы. Это предполагает перемещение и отсыпку до 18 тысяч $\text{м}^3/\text{га}$ почвы, что очень дорого и трудоемко [1, 4, 6].

В связи со сложившейся экономической ситуацией в угольной промышленности был разработан альтернативный, менее затратный способ рекультивации таких пород. Это научно обоснованное комплексными исследованиями ученых Никитского сада направление воплотилось в малозатратный физико-химический способ рекультивации сульфидных пород. Он внедрен на плоских шахтных отвалах на площади более 5 га, где высажено свыше 20 видов декоративных деревьев и кустарников [7–10].

Многие ученые, изучая сульфидную горную породу, в большей степени обращали внимание на низкую кислотность и ее отрицательное влияние на растения при озеленении отвалов [1, 6]. Исследователями НБС–ННЦ установлен также целый ряд других негативных факторов: высокая концентрация легкорастворимых токсичных солей, солонцеватость, низкая поглотительная способность и водопроницаемость, высокая плотность сложения, незначительное содержание экстрагируемого углерода и азота [7–9].

При исследовании серусодержащих отвалов большее внимание уделялось изучению химических свойств породы, гораздо меньшее – изучению физических свойств, в частности определению гранулометрического состава. Гранулометрический состав является одним из важнейших показателей плодородия почв и субстратов. Он определяет ряд агрономически важных свойств: водные и воздушные режимы, от него зависят сложение, порозность, влагоемкость, поглотительная способность и многие другие показатели [3, 11].

Цель нашего исследования: определить гранулометрический состав мелкозема сульфидной горной породы и техногенных субстратов на рекультивированном физико-химическим способом участке плоского шахтного отвала, установить и оценить его изменение при внесении и смешивании с породой карбонатного мелиоранта и плодородных ингредиентов.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служил рекультивированный в 1999 г. физико-химическим способом плоский отвал шахты «Павлоградская» на площади 0,25 га. На сульфидную породу для нейтрализации кислотности отсыпалось необходимое количество карбонатного суглинка (слоем 12–15 см) и осуществлялся 4-кратный плантаж на глубину 60 см. Затем на окарбоначенную породу слоем 7 см отсыпались: аллювиальная почва с мест просадки от подработки угольных пластов в долине реки Самара, осадки хозяйственных стоков, древесные опилки и припахивались на глубину до 22 см. В исследования были включены варианты: контроль (сульфидная горная порода); окарбоначенная карбонатным суглинком порода; окарбоначенная порода + осадки хозяйственных стоков; окарбоначенная порода + аллювиальная почва; окарбоначенная порода + древесные опилки.

За 10 лет на участке произошла усадка плантажного слоя на 10–15 см, и его мощность составляла 45–50 см. Нами анализировался слой 0–40 см. Образцы породы и субстратов для анализов отбирались по слоям 0–20 и 20–40 см.

Гранулометрический состав мелкозема горной породы и техногенных субстратов определяли по Н.А. Качинскому с подготовкой почвы пирофосфатом натрия [2, 5]. Окарбоначенные субстраты на вариантах опытов с внесением осадков хозяйственных стоков и опилок заливались водой, неоднократно размешивались, тщательно отделялись от всплывающих на поверхность органических остатков. Затем осадок преимущественно минеральной массы высушивался и анализировался.

Результаты и обсуждение

Сульфидная горная порода на первом варианте опыта (контроль) характеризовалась тяжелосуглинистым крупнопылевато-песчаным гранулометрическим составом (табл.). Она содержала много пыли (53,4%), песчаных фракций (31,3%) и небольшое количество ила (15,3%). Вполне закономерно, что при таком соотношении песка, пыли, ила, отсутствии в породе кальция и незначительном количестве экстрагируемого углерода (0,1%) сульфидная порода была слабооструктурена, подвержена ветровой эрозии (пылению), сильно уплотнена, слабоводопроницаема, мало воздухо- и влагоемка.

В результате окарбоначивания суглинком сульфидной породы для нейтрализации образующейся во времени кислотности гранулометрический состав этого техногенного субстрата (табл., вариант 2) трансформировался в тяжелосуглинистый иловато-песчаный. Здесь количество пыли (33,5%) по сравнению с контролем уменьшилось на 20%, а содержание ила возросло на 10% и составило 25%. Очевидно, что увеличение илистой фракции произошло за счет внесения карбонатного мелиоранта, где содержалось 32% ила (табл.). При таком соотношении пыли и ила в окарбоначенной породе увеличение песчаных фракций на 10% (41,6%) оказывало положительное влияние на многие водно-физические показатели субстрата.

На варианте 3 окарбоначенной породы с внесением осадков хозяйственных стоков гранулометрический состав этого субстрата характеризовался как среднесуглинистый крупнопылевато-песчаный. Здесь преобладали песчаные (42,9%) и пылеватые (39,8%) фракции, а количество ила по сравнению с контролем увеличилось только на 2% (табл.). Вполне закономерно, что внесение осадков хозяйственных стоков с незначительным содержанием ила в этом плодородном ингредиенте (13,5%) не могло существенно пополнить количество ила в субстрате. В осадках преобладала пыль крупная (49%) и песчаная фракция (23,6%). Отметим, что внесением осадков преследовалась, главным образом, цель пополнения в субстрате запасов органического вещества и основных элементов питания (N, P, K).

Техногенный субстрат в 4 варианте, где на окарбоначенную породу вносилась аллювиальная почва с долины реки Самара, характеризовался тяжелосуглинистым крупнопесчано-илистым грансоставом. В этом случае содержалось 30,2% ила, 43% пыли и 27% всех песчаных фракций (табл.). Такое соотношение песка, пыли и ила свидетельствовало о весьма благоприятной сбалансированности в этом субстрате гранулометрических фракций. Бесспорно, что увеличение ила на этом варианте опыта произошло как за счет внесения суглинка, так и при отсыпке аллювиальной почвы с содержанием в ней более 42% ила.

Вариант 5 – окарбоначенной породы с внесением древесных опилок по грансоставу – мало отличался от предыдущего (табл.). Изменение гранулометрического состава субстрата произошло только за счет окарбоначивания сульфидной породы.

Таблица

Гранулометрический состав мелкозёма сульфидной горной породы, техногенных субстратов и мелиорантов на опытном участке 0,25 га на ПСП "Шахта "Павлоградская". Слой 0-40 см. Апрель 2010 г.

Вариант опыта	Содержание фракций, мм, % на абсолютно сухую навеску							Гранулометрический состав
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01 (физическая глина)	
1 (контроль) n*=4	3,55	27,75	20,90	13,03	19,51	15,26	47,80	тяжелосуглинистый крупнопылевато-песчаный
2 n=4	6,79	34,82	14,82	5,75	12,95	24,87	44,98	тяжелосуглинистый иловато-песчаный
3 n=3	11,23	31,66	23,62	4,78	11,45	17,26	33,49	среднесуглинистый крупнопылевато-песчаный
4 n=4	3,81	23,08	23,79	6,58	12,50	30,24	49,23	тяжелосуглинистый крупнопесчано-иловатый
5 n=4	3,99	27,07	19,27	8,39	13,19	28,09	49,67	тяжелосуглинистый песчано-иловатый
Мелиоранты								
карбонатный суглинок n=4	0,10	24,02	22,50	15,60	5,75	32,03	53,38	тяжелосуглинистый песчано-илистый
аллювиальная почва n=2	2,73	25,10	14,56	6,54	8,72	42,35	57,61	легкоглинистый песчано-илистый
осадки хозбытовых стоков n=2	11,20	12,38	48,94	5,12	8,88	13,48	27,48	легкосуглинистый иловато-крупнопылеватый

*Примечание. n – число определений

В субстрате содержалось: 31% песка, 43% пыли и 28% ила, что также указывало на хорошую сбалансированность в нем гранулометрических фракций.

При сравнении с контролем других вариантов опыта отмечалось не только накопление илистой фракции (как основы для структурообразования, накопления

вторичных минералов, увеличения поглотительной способности и так далее), лучшая сбалансированность гранулометрических фракций песка, пыли и ила, но и уменьшение средней пыли как наиболее дефляционно опасной при ветровой эрозии.

Выводы

Внесение и смешивание с сульфидной породой на глубину плантажного слоя карбонатного суглинка и плодородных ингредиентов повышало илистость техногенных субстратов, улучшало сбалансированность всех гранулометрических фракций мелкозема и уменьшало количество пылеватых фракций, в том числе и дефляционно-опасной средней пыли.

Наиболее доступными и пригодными для улучшения гранулометрического состава техногенных субстратов при рекультивации сульфидных горных пород для их озеленения являются четвертичные лессовидные карбонатные суглинки и аллювиальная почва с мест просадки от подработки угольных пластов по долине реки Самара.

Список литературы

1. Экологические устойчивые модели рекультивированных земель для степной зоны Украины / Бекаревич Н.Е., Масюк Н.Т., Чабан И.П., Забалуев В.А., Мыщик А.А. // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Матер. Междунар. совещания. Екатеринбург, 3–7 июня 2002 г. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – С. 16–22.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов в поле и лаборатории. – М.: Высшая школа, 1961. – 346 с.
3. Докучаев В.В. Разбор главнейших почвенных классификаций // Избр. соч. в 3 т. – М.: Госиздат сельхоз. лит-ры, 1948 – 1949. – Т. 3. – Картография, генезис и классификация почв. – 1949. – С. 163–239.
4. Зверковский В.Н., Тупика Н.П. Биоэкологическое обоснование лесной рекультивации нарушенных земель // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Матер. Междунар. совещания. Екатеринбург, 3–7 июня 2002 г. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – С. 112–124.
5. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 192 с.
6. Келеберда Т.Н., Зубова Л.Г. Пригодность отвалов угольных шахт для биологического освоения // Экологические проблемы аграрного производства. – Днепропетровск, 1992. – Симпозиум 1. – С. 136.
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. – Донецьк: ТОВ «Лебідь», 2003. – С. 47–49.
8. Теория и практика рекультивации и озеленения породных отвалов в Западном Донбассе / Опанасенко Н.Е., Корженевский В.В., Халимедник Ю.М., Оболонский А.Е., Кононенко Н.А. // Уголь Украины. – 2000. – Вып. 7. – С. 29–32.
9. Итоги изучения и рекультивации сульфидных пород шахтных отвалов Западного Донбасса / Н.Е. Опанасенко, Ю.М. Халимедник, И.В. Костенко, О.А. Кайданович // Современные проблемы загрязнения почв: Тез. Междунар. науч. конф. Москва, МГУ, 24–28 мая 2004 г. – М., 2004. – С. 329–331.
10. Опанасенко Н.Е., Бабич И.В. Проблемы, концепция, теоретические основы и пути рекультивации сульфидных шахтных пород Западного Донбасса // Современные проблемы загрязнения почв: Тез. Междунар. науч. конф. Москва, МГУ, 24–28 мая 2004 г. – М., 2004. – С. 293–296.

11. Роль гранулометричного складу в параметризації ґрунтоутворення та його місце в класифікації ґрунтів / Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. та ін. // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 12. – С. 17–22.

Рекомендовано к печати д.с.-х.н. Опанасенко Н.Е.