

О.Н. Торохова

К ВОПРОСУ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОРОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТВАЛОВ ДОНБАССА

порода, отвал, фитотоксичность, засоление, гранулометрический состав

Техногенные экотопы относятся к специфическим объектам, на которых поселение и произрастание растений зависит от многих условий, в том числе и от состояния эдафотопы. Наиболее распространенными техногенными экотопами в Донбассе являются отвалы угольных шахт, вскрыши, отходов стройматериалов, золоотвалы теплоэлектростанций. Эти отвалы занимают огромные площади вблизи населенных пунктов, оказывая на окружающую среду негативное воздействие. Доказано, что наиболее надежным способом защиты отвалов от такого влияния является создание на их поверхности растительного покрова.

Одним из важных свойств эдафотопов промышленных отвалов, которое может препятствовать поселению и росту растений, является фитотоксичность слагающих их пород, так как в породные отвалы вынесены горные породы в сочетании, не свойственном их природному залеганию. Фитотоксичность техногенных экотопов характеризуется прежде всего неблагоприятными для произрастания растений реакцией среды (рН), высокой концентрацией воднорастворимых веществ и сильно каменистым гранулометрическим составом [3, 4].

Минеральная часть отвалов неоднородна по составу слагающих пород и состоит в основном из глинистых и песчано-глинистых сланцев, а порода отвалов угольных шахт содержит еще включения углистых сланцев, угольной мелочи и пыли со значительным содержанием серы и ее соединений (до 6%). Природу фитотоксичности на отвалах вскрышных пород изучали многие авторы, в том числе и сотрудники Донецкого ботанического сада НАН Украины [2, 5 – 7]. Большинство авторов объясняют возникновение фитотоксичности на породных отвалах окислением сернистых соединений при взаимодействии с атмосферным кислородом с образованием серной кислоты. Этот процесс сопровождается снижением реакции водной вытяжки и образованием воднорастворимых соединений. Следовательно, формируется фитотоксичность породы, которая характеризуется в основном кислым засолением и определяется показателем рН и количеством легкорастворимых солей. В связи с этим целью настоящих исследований является определение степени фитотоксичности пород промышленных отвалов.

Исследования проводились на наиболее распространенных в регионе промышленных отвалах. Это в основном аккумулятивно-отвальные новообразования, на которых после прекращения накопления отходов дальнейшее техногенное воздействие не оказывалось: породные отвалы угольных шахт «Ганзовка», № 6-14, «Заперевальная», отвалы вскрышных пород карьеров открытой добычи минерального сырья в районе п. Раздольное; отвалы отходов производства стройматериалов (щебня) в районе г. Докучаевска; золоотвал Кураховской ТЭС. Определения свойств породы проводили с использованием классических методик, применяемых в агрохимии и экологии [1]. Из основных физико-химических характеристик грунтов были изучены: актуальная кислотность, солевой состав водной вытяжки, гранулометрический состав.

Степень фитотоксичности отличается динамичностью. По мере “старения” отвалов происходит нейтрализация кислых соединений и вымывание растворимых солей из субстрата, что мы и наблюдаем на участках отвалов шахт “Заперевальная”, № 6-14 и “Ганзовка”, вскрыши и отходов стройматериалов (табл.1). Субстраты этих отвалов в основном характеризуются слабокислой и нейтральной реакцией среды (рН 6,1 –7,2). Содержание воднорастворимых солей варьирует в пределах 0,160 – 0,683 г/100 г. Реакция среды шламов золоотвала щелочная и сильно щелочная (рН 8,2 – 9,4). Содержание воднорастворимых солей изменяется в пределах 0,103 – 0,458 г/100 г. Более щелочная реакция и повышенное содержание солей отмечено в самом шламохранилище, по сравнению с дамбой. Содержание токсичных солей на отвалах шахт, вскрыши и переработки стройматериалов варьирует в пределах 0,02 – 0,35% (табл.2). Тип засоления

Таблица 1. Содержание воднорастворимых веществ в породе некоторых промышленных отвалов Донбасса

| Отвалы, место отбора образца | рН | Сухой остаток, г/100 г | Анионы, %/мгэкв/100г | | | Катионы, %/мгэкв/100 г | | |
|--------------------------------|-----|------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|
| | | | НСО ₃ ⁻ | Cl | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ +K ⁺ |
| Отвалы шахт: | | | | | | | | |
| «Заперевальная», средняя часть | 6,4 | 0,280 | <u>0,025</u> 0,40 | <u>0,015</u> 0,40 | <u>0,140</u> 2,91 | <u>0,061</u> 3,00 | <u>0,006</u> 0,50 | <u>0,005</u> 0,21 |
| №6-14, средняя часть | 7,0 | 0,160 | <u>0,018</u> 0,30 | <u>0,018</u> 0,50 | <u>0,070</u> 1,46 | <u>0,035</u> 1,75 | <u>0,003</u> 0,25 | <u>0,005</u> 0,26 |
| «Ганзовка», средняя часть | 6,4 | 0,228 | <u>0,014</u> 0,40 | <u>0,030</u> 0,50 | <u>0,102</u> 2,14 | <u>0,055</u> 2,75 | <u>0,002</u> 0,14 | <u>0,003</u> 0,15 |
| Отвал вскрыши: | | | | | | | | |
| отсутствие растений | 6,1 | 0,683 | <u>0,003</u> 0,05 | <u>0,005</u> 0,15 | <u>0,475</u> 9,90 | <u>0,145</u> 7,25 | <u>0,030</u> 2,50 | <u>0,022</u> 0,95 |
| заросли донника | 6,4 | 0,246 | <u>0,018</u> 0,30 | <u>0,018</u> 0,51 | <u>0,135</u> 2,80 | <u>0,015</u> 0,75 | <u>0,021</u> 1,75 | <u>0,032</u> 1,10 |
| заросли мать-и-мачехи | 7,2 | 0,310 | <u>0,021</u> 0,35 | <u>0,014</u> 0,40 | <u>0,202</u> 4,20 | <u>0,030</u> 1,50 | <u>0,030</u> 2,50 | <u>0,022</u> 0,95 |
| Золоотвал: | | | | | | | | |
| шламохранилище | 9,4 | 0,458 | 0,094 1,55 | 0,012 0,34 | 0,221 4,60 | 0,050 2,50 | 0,018 1,50 | 0,057 2,49 |
| дамба, средняя часть | 8,4 | 0,275 | 0,052 0,85 | 0,005 0,15 | 0,146 3,05 | 0,075 1,25 | 0,021 1,75 | 0,024 1,05 |
| дамба, вершина | 8,2 | 0,103 | 0,018 0,30 | 0,006 0,17 | 0,051 1,06 | 0,015 0,75 | 0,003 0,25 | 0,012 0,51 |
| Отвал отходов стройматериалов: | | | | | | | | |
| северный склон | 6,9 | 0,441 | <u>0,022</u> 0,37 | <u>0,052</u> 1,47 | <u>0,252</u> 5,25 | <u>0,038</u> 1,90 | <u>0,041</u> 3,30 | <u>0,043</u> 1,89 |
| южный склон | 7,2 | 0,221 | <u>0,021</u> 0,35 | <u>0,006</u> 0,15 | <u>0,159</u> 3,32 | <u>0,020</u> 1,00 | <u>0,027</u> 2,25 | <u>0,013</u> 0,57 |

Таблица 2. Тип и степень засоления породы некоторых промышленных отвалов Донбасса

| Отвалы, место отбора образца | % аниона от общей суммы анионов | | | Тип засоления | | Сумма солей, % | | Степень засоления |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|----------------|-------------|-------------------|
| | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | по анионам | по катионам | токсичных | нетоксичных | |
| Отвалы шахт: | | | | | | | | |
| «Заперевальная», средняя часть | 10,8 | 10,8 | 78,4 | сульфатный | кальциевый | 0,05 | 0,23 | слабая |
| №6-14, средняя часть | 8,8 | 22,1 | 69,1 | хлоридно-сульфатный | кальциевый | 0,03 | 0,13 | отсутствует |
| «Ганзовка», средняя часть | 13,2 | 16,4 | 70,4 | сульфатный | кальциевый | 0,02 | 0,21 | отсутствует |
| Отвал вскрыши: | | | | | | | | |
| отсутствие растений | 0,5 | 1,5 | 98,0 | сульфатный | кальциевый | 0,23 | 0,45 | средняя |
| заросли донника | 6,1 | 6,1 | 87,8 | сульфатный | магниевый-кальциевый | 0,14 | 0,11 | отсутствует |
| заросли мать-и-мачехи | 7,0 | 8,0 | 85,0 | сульфатный | кальциево-магниевый | 0,23 | 0,08 | слабая |
| Золоотвал: | | | | | | | | |
| шламохранилище | 23,2 | 5,2 | 70,9 | содово-сульфатный | магниевый-кальциевый | 0,27 | 0,19 | средняя |
| дамба, средняя часть | 21,0 | 3,7 | 75,3 | содово-сульфатный | магниевый-кальциевый | 0,19 | 0,09 | слабая |
| дамба, вершина | 19,6 | 11,1 | 69,3 | содово-сульфатный | натриево-кальциевый | 0,05 | 0,05 | отсутствует |
| Отвал отходов стройматериалов: | | | | | | | | |
| северный склон | 5,2 | 20,7 | 74,1 | сульфатный | магниевый-кальциевый | 0,35 | 0,21 | слабая |
| южный склон | 9,4 | 4,0 | 86,6 | сульфатный | магниевый-кальциевый | 0,19 | 0,03 | отсутствует |

по анионам в основном – сульфатный, реже хлоридно-сульфатный, по катионам – кальциевый и магниевый-кальциевый. В отличие от породы угольных шахт у породы вскрыши количество токсичных солей в 1,3 – 2,8 раз превалирует над нетоксичными. Тип засоления шламов золоотвала по анионам – содово-сульфатный, по катионам – магниевый-кальциевый. Содержание токсичных солей варьирует в пределах 0,05 – 0,27%. Токсичные соли превышают нетоксичные в 1,2 – 2,1 раза. Содержание токсичных солей в породе отвала отходов строительных материалов варьирует в пределах 0,19 – 0,35%. Количество токсичных солей превышает нетоксичные соли в 1,7 – 6,3 раза.

По классификации Донецкого ботанического сада НАН Украины порода исследованных отвалов, с учетом значений pH, количества воднорастворимых веществ, находится на стадии массового поселения растений [4].

Для произрастания растений важным является наличие в гранулометрическом составе грунта мелкозёма (частиц меньше 1 мм), так как именно эти частицы определяют его водно-воздушные свойства. В породе промышленных отвалов чаще всего доминируют хрящеватые и каменистые фракции. Даже на самых старых терикониках фракции меньше 1 мм редко превышают 30%.

Гранулометрический состав поверхностного слоя породы отвалов угольных шахт, вскрыши, отходов строительных материалов сходен между собой по содержанию всех фракций, то есть они имеют грубый состав с преобладанием фракций более 1 мм (камни и гравий) (рис.). Шламы золоотвала отличаются от них повышенным содержанием фракций размером менее 1 мм.

Таким образом, изучение агрохимических свойств промышленных отвалов показало, что порода отвалов угольных шахт характеризуется слабощелочной и нейтральной реакцией среды (pH 6,4 – 7,0), сумма легкорастворимых солей 0,2 – 0,3%, в том числе токсичных – 0,02 – 0,05%. Реакция среды породы отвалов вскрыши колеблется от слабощелочной до слабощелочной (pH 6,1 – 7,2), засоление в пределах 0,2 – 0,7%, в том числе токсичное – 0,14 – 0,23%. Реакция среды породы отвалов отходов строительных материалов почти нейтральная,

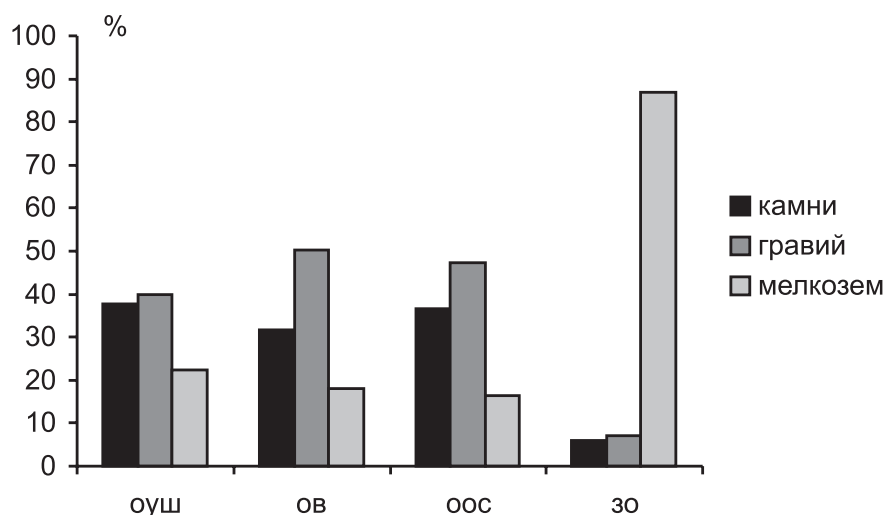


Рис. Гранулометрический состав поверхностного слоя породы (%) промышленных отвалов Донбасса: оуш – отвалы угольных шахт; ов – вскрыши; оос – отходов строительных материалов; зо – шламов золоотвала Кураховской ТЭС.

Условные обозначения : камни - больше 3 мм, гравий – 3-1 мм, мелкозем – меньше 1 мм.

засоление в пределах 0,2 – 0,4%, в том числе токсичное – 0,19 – 0,35%. Шламы золоотвалов имеют щелочную и сильно щелочную реакцию среды (рН 8,2 – 9,4), засоление в пределах 0,1 – 0,6%, в том числе токсичное – 0,05 – 0,27%.

По значению рН, содержанию легкорастворимых солей, анионно-катионному составу, гранулометрическому составу породы изученных отвалов угольных шахт, вскрыши, отходов стройматериалов, по классификации Донецкого ботанического сада, [4] в настоящее время находится на стадии массового поселения растений, что свидетельствует о снижении ее фитотоксичности. Наиболее неблагоприятные условия для произрастания растений по этим показателям сложились на золоотвалах Кураховской ТЭС.

1. *Агрохимические* методы исследования почв / Под ред. А.В.Соколова. –М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. *Бакланов В.И.* Растительные условия терриконов Донбасса // Интродукция растений и зеленое строительство в Донбассе. – Киев: Наук. думка, 1970. – С. 15 – 22.
3. *Махонина Г.И.* Свойства пород промышленных отвалов Урала и их пригодность для биологической рекультивации // Биологическая рекультивация нарушенных земель. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – С. 311 – 323.
4. *Промышленная ботаника* / Е.Н. Кондратюк, В.П. Тарабрин, Р.И. Бурда и др. – Киев: Наук. думка, 1980. – 260 с.
5. *Рева М.Л., Бакланов В.И.* Динамика естественного зарастания терриконов Донбасса // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1974, № 3. – С. 109 – 115.
6. *Торохова О.Н., Семт И.В.* Влияние засоления породы отвалов угольных шахт Донбасса на *Populus deltoides* L. // Влияние физико-химических и экологических факторов на рост и развитие растений. – Мат.Всерос.конф. – Орехово-Зуево: Б.и., 2004. – С. 49 – 51.
7. *Швиндлерман С.П., Бакланов В.И., Повх В.Н.* Теоретические предпосылки фитооптимизации породных отвалов // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития: Тез. докл. науч. конф. – Донецк: Либідь, 1993. – С. 202 – 206.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 04.05.2007

УДК 632.122 (477.62)

К ВОПРОСУ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОРОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТВАЛОВ ДОНБАССА

О.Н. Торохова

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Изучение агрохимических свойств породы промышленных отвалов Донбасса показало, что по значению рН, содержанию легкорастворимых солей, анионно-катионному составу, гранулометрическому составу породы изученных отвалов угольных шахт, вскрыши, отходов стройматериалов, по классификации Донецкого ботанического сада, в настоящее время находится на стадии массового поселения растений, что свидетельствует о снижении ее фитотоксичности. Наиболее неблагоприятные условия для произрастания растений по этим показателям сложились на золоотвалах Кураховской ТЭС.

УДК 632.122 (477.62)

ON PHYTOTOXICITY OF DONBASS INDUSTRIAL WASTE DISCHARGE ROCK

O.N. Torokhova

Donetsk Botanical Gardens, Nat. Acad. of Sci. of Ukraine

Study of Donbass industrial waste discharge rock agrocyemical properties showed that such indices as pH-value, easily soluble solts, anionic-cation composition, granulometric composition of coal mine dump rock, of overburden rock, and of construction waste rock testify to a rock phytotoxicity decrease and its mass occupation by plants at present. According to the mentioned indices ash dumps of Kurakhovskaya thermal station are revealed to have the most unfavorable conditions for plant growth.