

9. Bolotov A.G. Elektronnyi izmeritel temperatury pochvy / A.G. Bolotov, Iu.V. Bekhovykh, S.V. Makarychev // Problemy prirodopolzovaniia na Altae: sb. nauch. tr. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2001. – S. 87-91.

10. Makarychev S.V. Koeffitsienty akkumulatsii i perenosa tepla vyshchelochnykh chernozemov Altaiskogo Priobia / S.V. Makarychev, I.V. Gefke // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2006. – No. 3. – S. 33-38.



УДК 631.6.02

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-211-5-43-47

А.В. Тиньяев, Т.В. Терещенко

A.V. Tingaev, T.V. Tereshchenko

ОСНОВНАЯ ГИДРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ АГРОЛАНДШАФТА РЕКУЛЬТИВИРУЕМОГО ПОЛИГОНА

THE WATER RETENTION CURVE OF THE SOIL STRUCTURES OF THE AGRO-LANDSCAPE IN A RECLAIMED WASTE LANDFILL

Ключевые слова: основная гидрофизическая характеристика, полевая влажность, температура, функция ван-Генухтена, осадок сточных вод, полигон ТКО.

На влажностный режим почвенных конструкций будет влиять объем внесения осадка сточных вод при формировании агроландшафта, который тесно связан с гранулометрическим составом, плотностью, температурой, пористостью, содержанием органического вещества в почвенных конструкциях. Объектом исследования взят участок рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов г. Барнаула, расположенного в северо-западной части. На выведенном участке были проведены работы по выравниванию и приданию уклона, экранированию слоями глины, сформированы новые почвенные конструкции на трех предварительно разделенных полосах, а также произведен посев семян фестулолиума. Создано 3 почвогрунта: почва (606 т/га), смесь почвы и осадка сточных вод (303 т/га + 303 т/га), осадок сточных вод (606 т/га). Варианты с внесением осадков сточных вод показывают более высокую влажность. Можно утверждать о зависимости параметров ОГХ от гранулометрического состава полученной почвенной конструкции. У более тяжелых грунтов параметры влажности выше, что объясняется уменьшением числа крупных и средних почвенных пор и увеличением числа мелких. В рамках данного исследования были определены гидрофизические показатели полученных почвенных конструкций на рекультивированном поли-

гоне ТКО, которые позволяют определять их водный режим.

Keywords: water retention curve, field moisture, temperature, van Genuchten (vG) function, water balance equation, sewage sludge, solid waste landfill.

The moisture regime of soil structures will be affected by the amount of sewage sludge during the formation of the agricultural landscape which affects the particle-size composition, density, temperature, porosity, and organic matter content in the soil structures. The research target was a plot of the reclaimed solid waste landfill of the City of Barnaul located in the north-western edge. Certain works were carried out on the allotted site: leveling and sloping, insulation by clay layers, new soil structures were formed on three previously separated strips; and Festulolium seeds were sown. Three soil types were created: soil (606 t ha), mixture of soil and sewage sludge (303 t ha + 303 t ha), and sewage sludge (606 t ha). The variants with the introduction of sewage sludge revealed higher moisture content. It may be argued about the dependence of the water retention curve values on the particle-size composition of the obtained soil structures. In heavier soils, the moisture content values are higher which is explained by decreased number of large and medium-sized soil pores and increased number of small ones. This study determined the hydrophysical indices of the obtained soil structures at the reclaimed solid waste landfill that allow determining their water regimes.

Тиньяев Анатолий Владимирович, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: avtin@mail.ru.

Терещенко Татьяна Васильевна, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: tereshchenko_tv@altspu.ru.

Tingaev Anatoliy Vladimirovich, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: avtin@mail.ru.

Tereshchenko Tatyana Vasilevna, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: tereshchenko_tv@altspu.ru.

Введение

Для повышения продуктивности агроландшафтов необходимо моделировать и прогнозировать гидромелиоративный эффект различных агромелиоративных приемов и обосновать наиболее рациональные мелиоративные технологии [1, 2].

Комплексные исследования гидрофизических свойств почвенных конструкций вновь созданных агроландшафтов рекультивируемого полигона позволят определить закономерности формирования их режима влажности. Внесение ОСВ при формировании агроландшафта оказывает влияние на гранулометрический состав, плотность, температуру, пористость, содержание органического вещества в почвенных конструкциях агроландшафта, а также на их режим влажности.

Целью исследования стало определение зависимости основной гидрофизической характеристики почвенных конструкций под многолетними травами от объемов внесения осадка сточных вод при создании агроландшафта.

Задачи исследований:

- изучить сезонные режимы влажности горизонтов почвенных конструкций агроландшафта рекультивируемого полигона;
- определить гидрофизические характеристики вновь созданных почвенных конструкций агроландшафта рекультивируемого полигона.

Объекты, методы и условия исследований

Объектом исследования взят участок рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов г. Барнаула, расположенного в северо-западной части. На выведенном участке были проведены работы по выравниванию и приданию уклона, экранированию слоями глины и сформированы новые почвенные конструкции на трех предварительно разделенных полосах, а также произведен посев семян фестулолиума. Создано 3 почвогрунта: почва (606 т/га), смесь почвы и осадка сточных вод (303 т/га+303 т/га), осадок сточных вод (606 т/га) [3-5].

Образцы почвы анализировались стандартными в почвоведении и агрофизике методами. Основные гидрофизические характеристики получены общепринятыми методами и аппроксимированы функцией ван-Генухтена в программе

Hydrus 1D. Температура почвы измерялась с помощью датчиков DS18B20, схема которых была создана на Arduino UNO.

Результаты исследований и обсуждение

Влажность участков в 2020 и 2021 гг. отличается и зависит от метеорологических условий. В первой части вегетационного периода этих годов наблюдалась засуха как результат температур, превышающих норму (рис. 1).

В 2021 г. осадков выпало в 2 раза больше нормы, что, соответственно, говорит о больших показателях влажности (рис. 2).

Анализируя динамику влажности во всех вариантах исследования, можно обнаружить прямую связь между количеством осадков и влажностью, а также выявить зависимость от объема внесенного осадка сточных вод.

Варианты с внесением осадков сточных вод показывают более высокую влажность (рис. 3). После схода снега в 2020 г. влажность была выше 30%, а в 2021 г. из-за затяжной и мягкой весны влага постепенно вымерзала, и показатели влажности не достигали 15%. В периоды обильных осадков влажность по горизонтам колебалась от 10 до 15%. Можно также отметить, что в варианте № 3 почвенная конструкция обладает отличной водоудерживающей способностью. Однако при понижении температуры мы видим повышение влагосодержания, что связано с появлением гигроскопической влаги в почве.

Почвенные конструкции агроландшафта, имеющие в своем составе осадок сточных вод, обладают большими показателями влагозапаса.

Температура почвогрунта и температура воздуха, а также влажность самой почвы взаимосвязаны (рис. 4).

Для участка были получены параметры ван-Генухтена основной гидрофизической характеристики (ОГХ) почвенных конструкций (табл.). По данным можно утверждать о зависимости данных параметров от гранулометрического состава полученной почвенной конструкции. У более тяжелых грунтов параметры влажности выше, что объясняется уменьшением числа крупных и средних почвенных пор и увеличением числа мелких [6-8].

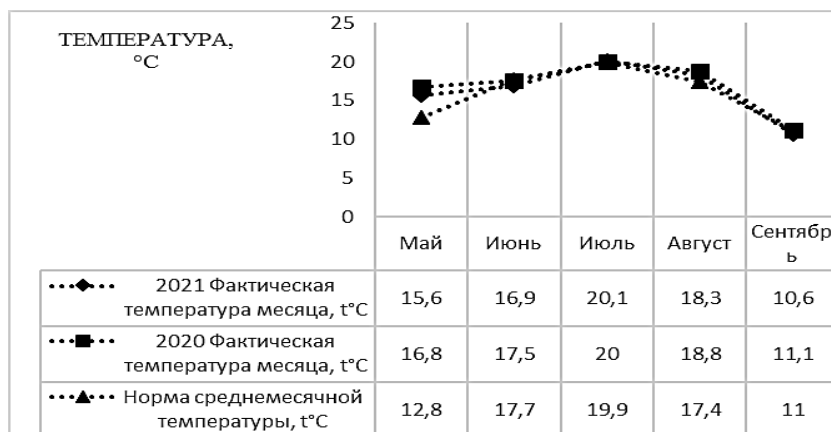


Рис. 1. Месячная температура вегетационного периода за 2020 и 2021 г.

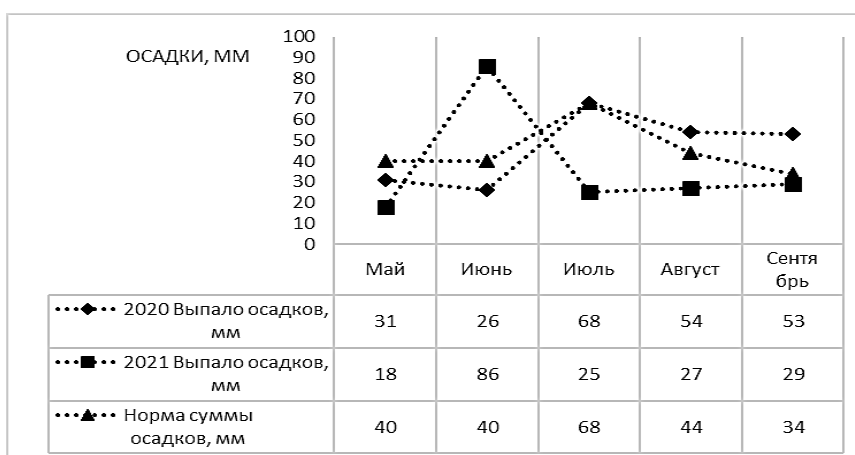


Рис. 2. Количество осадков за 2020 и 2021 г.

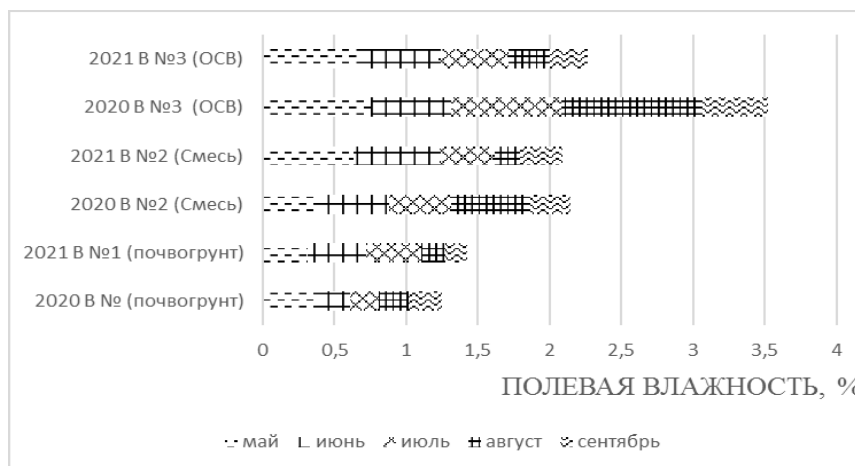


Рис. 3. Показатели полевой влажности за 2020 и 2021 г.

Были построены кривые ОГХ данных почвенных конструкций (рис. 5).

Полученные кривые имеют S-образную форму. Кривая ОГХ в варианте с внесением почвы при рекультивации смещена вправо, в отличие от других вариантов, из-за более тяжелого гранулометрического состава. В вариантах осадка

сточных вод и смеси осадка сточных вод с почвой давление барботирования ниже, чем на участке с почвой. Вариант смеси почвы и осадков сточных вод по полученным показателям является самым оптимальным вариантом по водоудерживающей способности и способности передачи данной влаги растениям.

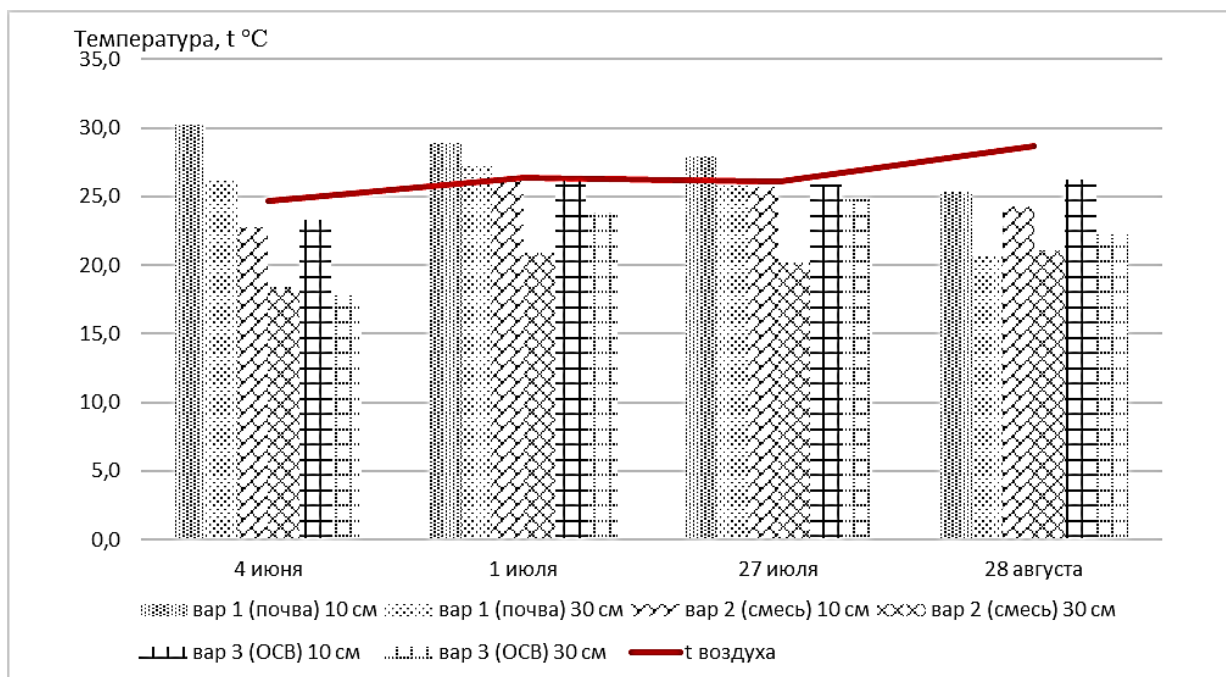


Рис. 4. Показатели температуры за 2021 г. в двух горизонтах полученных почвенных конструкций и показатель температуры воздуха

Таблица

Параметры ван-Генухтена для созданных почвенных конструкций при рекультивации полигона ТКО г. Барнаула

Вариант	$\theta_r, \text{см}^3/\text{см}^3$	$\theta_s, \text{см}^3/\text{см}^3$	$\alpha, 1/\text{см}$	$n, (-)$
Почва	0,065	0,43	0,075	1,89
Смесь почвы и осадка сточных вод	0,057	0,41	0,124	2,28
Осадки сточных вод	0,045	0,41	0,145	2,67

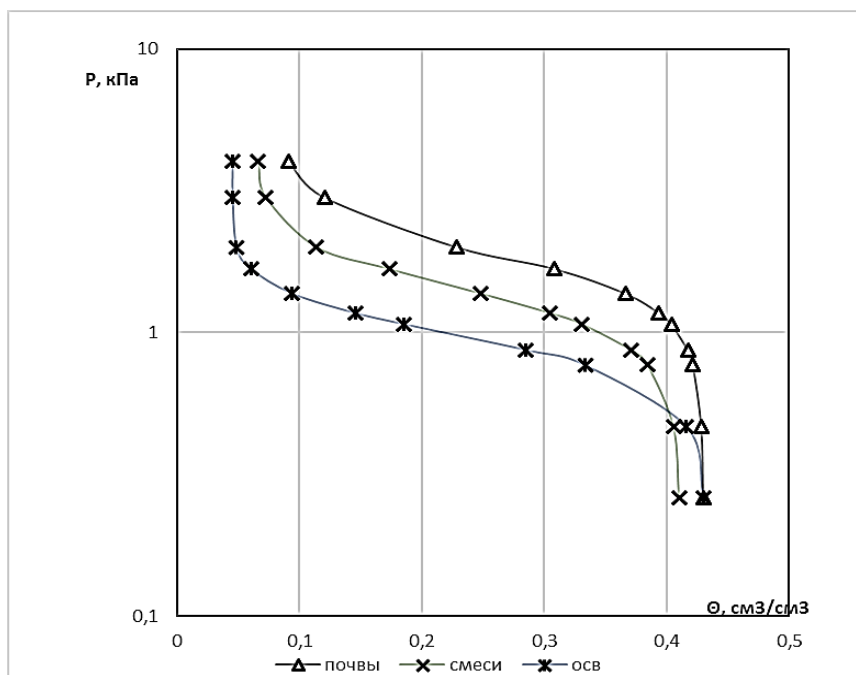


Рис. 5. Основная гидрофизическая характеристика почвенных конструкций

Выводы

1. В рамках данного исследования были определены гидрофизические показатели полу-

ченных почвенных конструкций на рекультивированном полигоне ТКО, которые позволяют определять их водный режим.

2. Анализ основной гидрофизической характеристики по вариантам показал, что почвенные конструкции, образованные путем смеси осадка сточных вод и почвы, обладают наибольшей водоудерживающей способностью, присутствием доступной для транспирации влаги, что благоприятно влияет на продуктивность многолетних трав.

Библиографический список

1. Давыдов, А. С. Кормопроизводство в алтайском крае: проблемы и пути их решения / А.С. Давыдов, В.П. Часовских. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 4 (66). – С. 12-16.

2. Почвенно-климатическое обоснование оросительных мелиораций в плодовых садах высокого Алтайского Приобья: монография / А. Г. Болотов, С. В. Макарычев, И. В. Гефке, Н. А. Гончаров. – Барнаул, 2018. – 98 с.

3. Давыдов, А. С. Опыт применения сточных вод для орошения / А. С. Давыдов, А. В. Тиньгаев, В. Б. Шепталов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 12 (50). – С. 43-45.

4. Чепрунова, Ю. В. Влияние осадка сточных вод на урожайность сельскохозяйственных культур на рекультивированном полигоне ТКО / Ю. В. Чепрунова, А. В. Тиньгаев. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции: в 2 книгах (г. Барнаул, 09-10 февраля 2021 г.). – Барнаул, 2021. – С. 359-360.

5. Tereshchenko T.V., Tingaev A.V. Influence of soil structure of newly formed agricultural landscape of recultivated landfill of municipal solid waste on its humidity // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. С. 42061.

6. Беховых, Л. А. Основы гидрофизики: учебное пособие / Л. А. Беховых, С. В. Макарычев, И. В. Шорина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 172 с. – Текст: непосредственный.

7. Смагин, А. В. Определение основной гидрофизической характеристики почв методом центрифугирования / А. В. Смагин, Н. Б. Садовникова, М.М.Б. Али. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 1998. – № 11. – С. 1362-1370.

8. Основная гидрофизическая характеристика черноземов выщелоченных Алтайского Приобья в условиях сада / С. В. Макарычев, А. Г. Болотов, И. В. Гефке [и др.] – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 12 (122). – С. 35-39.

References

1. Davydov A.S., Chasovskikh V.P. Kormoproduktivnost v Altaiskom krae: problemy i puti ikh resheniia // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – No. 4 (66).

2. Bolotov A.G., Makarychev S.V., Gefke I.V., Goncharov N.A. Pochvenno-klimaticheskoe obosnovanie orositelnykh melioratsii v plodovykh sadakh vysokogo Altaiskogo Priobia. – Barnaul, 2018.

3. Davydov A.S., Tingaev A.V., Sheptalov V.B. Opyt primeneniia stochnykh vod dlia orosheniia // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2008. – No. 12 (50). – S. 43-45.

4. Cheprunova Iu.V., Tingaev A.V. Vlianie osadka stochnykh vod na urozhainost selskokhoziaistvennykh kultur na rekultivirovannom poligone TKO // Agrarnaya nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XVI Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaya konferentsiia (9-10 fevralia 2021 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2021. – Kn. 1. – S. 359-360.

5. Tereshchenko T.V., Tingaev A.V. Influence of soil structure of newly formed agricultural landscape of recultivated landfill of municipal solid waste on its humidity // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. S. 42061.

6. Bekhovykh L.A. Osnovy gidrofiziki: uchebnoe posobie / L.A. Bekhovykh, S.V. Makarychev, I.V. Shorina. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – 172 s.

7. Smagin A.V., Sadovnikova N.B., Ali M.M.B. Opredelenie osnovnoi gidrofizicheskoi kharakteristiki pochv metodom tsentrifugirovaniia // Pochvovedenie. – 1998. – No. 11. – S. 1362-1370.

8. Makarychev S.V., Bolotov A.G., Gefke I.V., Goncharov I.A., Goncharov N.A. Osnovnaia gidrofizicheskaya kharakteristika chernozemov vyshchelochennykh Altaiskogo Priobia v usloviakh sada // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 12 (122). – S. 35-39.