

skaya agrarnaya nauka. – Baku, 2010. – № 3-4. – S. 46-48.

4. Amirov R.V., Kakhramanov S.G., Fatullaev P.U., Seidzade G.M. Uluchshenie pochvennykh usloviy s primeneniem prirodnogo tseolita dlya vyrashchivaniya soi // Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu: sbornik statey: v 3 kn. / VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (3-4 fevralya 2011 g.). – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2011. – Kn. 2. – S. 5-8.

5. Andronikashvili T.G., Urushadze T.F. K vliyaniyu tseolitsoderzhashchikh substratov i udobreniy na nekotorye kachestvennye pokazateli selskokhozyaystvennoy produktsii // Izvestiya agrarnoy nauki. – 2010. – T. 8. – № 2. – S. 8-20.

6. Babaev S.Ya. Geografiya Nakhchyvanskoj Avtonomnoy Respubliki. – Baku: Elm, 1999. – 226 s.

7. Volobuev V.R., Salaev M. E., Gasanov Sh.G., Kostyuchenko Yu.I. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu bonitirovki pochv v Azerbaydzhanе. – Baku, 1973. – 40 s.

8. Gadzhiev S.A. Ekologicheskie otsenki pochv v Nakhchyvanskoj Avtonomnoy Respublike. – Baku: BMP, 2010. – 295 s.

9. Kuliev V.M. Problemy sokhraneniya i obogashcheniya genofonda vinograda v Nakhchyvanskoj Avtonomnoy Respublike / Materialy KhlKh Mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma. – Simferopol, 2010. – S. 343-349.

10. Lazarevskiy M.L. Izuchenie sortov vinograda. – Rostov-na-Donu, 1963. – 151 s.

11. Mamedov R.G. Opyt gruppirovki pochvy Nakhichevanskoj ASSR po agrofizicheskim svoystvam // DAN Az. SSR. – 1968. – S. 43-48.

12. Mamedov G.Sh. Metodicheskie ukazaniya po bonitirovke pochv v tselyakh zemelnogo kadastra Azerbaydzhanskoj SSR. – Baku, 1979. – 45 s.

13. Mamedov G.Sh. Zemelnaya reforma v Azerbaydzhanе. – Baku: Elm, 2002. – 372 s.

14. Mamedov G.Sh. Degradatsiya pochvennogo pokrova Azerbaydzhana i puti ego vosstanovleniya / Ekologiya i biologiya pochv. – Rostov-na-Donu, 2005. – S. 288-293.

15. Mamedov G.Sh., Gadzhiev S.A. Karta plastiki relefa Nakhchyvanskoj AR. (1:150 000). – Baku: BKF, 2011.

16. Mamedova S.Z. Ekologicheskaya shkala pochv Azerbaydzhana i ee ispolzovanie // Ekologicheskie aspekty intensifikatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Penza, 2002. – T. 1. – S. 165-166.

17. Metodicheskie rekomendatsii po bonitirovke pochv vinogradnykh i chaynykh kultur Azerbaydzhanskoj SSR. – Baku: Elm, 1979. – 33 s.

18. Shafibekov A.B. Metody agrokhimicheskogo analiza pochv i rasteniy. – Baku, 1964. – 204 s.



УДК 631.41

Е.Г. Сизов, Ю.В. Беховых
Ye.G. Sizov, Yu.V. Bekhovych

**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ
СЕВЕРО-ЗАПАДА БИЙСКО-ЧУМЫШСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ
ПО ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМ КОЭФФИЦИЕНТАМ**

**DIFFERENTIATION OF SOIL PROFILE OF GRAY FOREST SOILS OF THE NORTH-WEST
OF THE BIYA-CHUMYSH UPLAND BY THERMOPHYSICAL COEFFICIENTS**

Ключевые слова: серые лесные почвы, физические свойства почв, теплофизические коэффициенты, объёмная теплоёмкость, температуропроводность, теплопроводность.

Целью работы было изучение теплофизических свойств серых лесных почв северо-запада

Бийско-Чумышской возвышенности. В ходе исследований решались задачи по изучению общих физических свойств исследованных почв и распределению теплофизических коэффициентов по почвенному профилю в абсолютно сухом состоянии. Объектом исследований были серые лесные почвы северо-запада Бийско-Чумышской возвышен-

ности. Предметом исследований являлось изучение теплофизических коэффициентов серых лесных почв разного гранулометрического состава. Исследования проводились на территории Косихинского лесхоза, расположенного в лесостепной климатической зоне Алтайского края в северо-западной части Бийско-Чумышской возвышенности. Свойства почв определялись по общепринятым в почвоведении методикам, теплофизические свойства – импульсным методом плоского нагревателя. Исследования показали, что серые лесные почвы имеют различный гранулометрический состав: разрез 1 супесчаный, разрез 2 суглинистый. Плотность почвы варьирует в широких пределах. Плотность твердой фазы в разрезах колеблется незначительно. Порозность в верхних горизонтах супесчаной почвы больше, чем в суглинистой. В супесчаной почве наименее теплоемким является верхний дерновый горизонт. Профиль супесчаной серой лесной почвы оказался более теплоемким, чем суглинистой. Температуропроводность максимальна в верхнем дерновом горизонте, где минимальная плотность сложения и максимальная порозность. С глубиной температуропроводность снижается. В суглинистом разрезе температуропроводность принимает меньшие абсолютные значения, чем в супесчаном. В однородном по гранулометрическому составу суглинистом разрезе серой лесной почвы при переходе от гумусового горизонта к почвообразующей породе теплопроводность возрастает. В супесчаном разрезе горизонты с большей дисперсностью обладают меньшей теплопроводностью, чем более плотные почвенные слои.

Keywords: *gray forest soils, soil physical properties, thermophysical coefficients, volumetric thermal capacity, thermal diffusivity, thermal conductivity.*

The research goal is to study thermophysical properties of gray forest soils of the north-western part of the Biya-Chumysh upland. The research objectives were as following: the study of general physical properties of the soils, and the distribution of thermophysical coefficients throughout the soil profile in absolutely dry state. The research targets were gray forest soils of the north-western part of the Biya-Chumysh upland. The research objectives included the study of the thermophysical coefficients of gray forest soils of different particle-size composition. The studies of soil physical properties were carried out by conventional methods. The thermal coefficients were obtained by heat pulse technique. The studied gray forest soils were of different particle-size distribution: sandy loam (Soil Profile Cut 1), and loamy (Soil Profile Cut 2). Soil density varied widely. The density of the solid phase varied slightly. The porosity in the upper horizons of sandy soils was higher than that in sandy loam. In sandy loam, the upper sod horizon had the least thermal capacity. Thermal diffusivity was the maximum in the upper sod horizon. With the depth, thermal diffusivity decreased. In loamy soil profile, thermal diffusivity had smaller absolute values than in sandy loam profile. In uniform particle-size composition of loamy gray forest soil profile, thermal conductivity increased in the transition from the humus horizon to the parent rock. In the sandy loam profile cut, more dispersed horizons had lower thermal conductivity than denser soil layers had.

Сизов Евгений Геннадьевич, к.с.-х.н., доцент, каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-53. E-mail: Phys_asau@rambler.ru.

Беховых Юрий Владимирович, к.с.-х.н., доцент, каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-53. E-mail: Phys_asau@rambler.ru.

Sizov Yevgeniy Gennadyevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Physics, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: Phys_asau@rambler.ru.

Bekhovych Yuriy Vladimirovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Physics, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: Phys_asau@rambler.ru.

Введение

На территории Бие-Чумышской возвышенности серые лесные почвы формируются под березовыми лесами с примесью осины и сосны [1-3].

В настоящее время происходит массовая вырубка этих лесов в ряде районов Алтайского края (Косихинском, Первомайском и др.). Вывоз древесины приводит к уничтожению верхних, наиболее богатых гумусом слоев почвы. Нарушение почвенного покрова заключается в частичном или полном сдирании верхнего

гумусового горизонта, образовании борозд после волока деревьев и уплотнении почвы лесозаготовительной техникой [3]. Изменения в почвенном покрове резко нарушают функционирование лесных экосистем [3, 4] и сказываются на водном, тепловом и других режимах почв. В связи с этим исследование экологических и почвенных условий произрастания берёзовых лесов является актуальной задачей.

Целью работы было изучение теплофизических свойств серых лесных почв северо-запада Бийско-Чумышской возвы-

шенности. В ходе исследований решались задачи по изучению общих физических свойств исследованных почв и распределению теплофизических коэффициентов по почвенному профилю в абсолютно сухом состоянии.

Объекты и методы

Исследования проводились на территории Косихинского лесхоза, расположенного в лесостепной климатической зоне Алтайского края в северо-западной части Бийско-Чумышской возвышенности.

Объектом исследований были серые лесные почвы северо-запада Бийско-Чумышской возвышенности.

Предметом исследований являлось изучение теплофизических коэффициентов серых лесных почв разного гранулометрического состава. Определение общих физических свойств почв проводилось с использованием общепринятых в почвоведении методик [5], а теплофизических свойств почв естественного сложения – в лабораторных условиях методом плоского нагревателя [6-8].

Экспериментальная часть и обсуждение результатов

Теплофизические свойства почв определяются ее почвенно-физическими параметрами, такими как гранулометрический состав, плотность, влажность и др. [9].

Исследованные разновидности серых лесных почв в силу своего происхождения имеют различный гранулометрический состав. Разрез 1 можно характеризовать как супесчаный, особенно верхние горизонты A_1 , A_1A_2 , A_2B и подстилающую породу, где количество частиц менее 0,01 мм лежит в пределах 13-15%. В этом разрезе выделяется иллювиальный горизонт В, в котором количество таких частиц составляет 40,8%.

Разрез 2 суглинистый. В верхней части до глубины 40 см близок к легкосуглинстому, горизонт В – тяжелосуглинистый, а ниже лежащие – среднесуглинистые.

Плотность в этих разрезах варьирует в широких пределах (табл. 1). Так, а первом разрезе в горизонте A_d она равна 971 кг/м³, а с глубиной возрастает до 1538 кг/м³. Здесь особенно выделяется горизонт В, в котором плотность достигает 1734 кг/м³. Во втором разрезе плотность с глубиной возрастает более равномерно от 1080 в горизонте A_d до 1422 кг/м³ в горизонте ВС.

Плотность твердой фазы в этих разрезах колеблется незначительно (от 2600 до 2700 кг/м³) (табл. 1).

Порозность (табл. 1) в дерновом горизонте выше в супесчаной почве (62,65%), чем в суглинистой (58,46%). Минимальна она в горизонте A_2B (разрез 1), где составляет только 34,57%. В порозность варьирует с глубиной от 63 до 42% в супесчаной разновидности и с 58 до 47% – в суглинистой.

Таблица 1

Физические свойства серых лесных почв северо-запада Бийско-Чумышской возвышенности

Горизонт	Глубина, см	ρ , кг/м ³	d , кг/м ³	П, %	Гумус, %	<0,01, мм
Березовый лес, супесчаная почва						
A_d	0-8	971	2600	62,65	3,8	13,84
A_1	8-22	1324	2650	50,04	2,0	13,80
A_1A_2	22-56	1450	2650	45,28	1,6	13,12
A_2B	56-70	1734	2650	34,57	2,0	21,52
В	70-95	1497	2650	43,51	0,8	40,80
ВС	95-130	1538	2650	41,96	0,3	27,56
Березовый лес, суглинистая почва						
A_d	0-4	1080	2600	58,46	6,1	28,96
A_1	4-21	1052	2600	59,54	3,8	27,76
A_1A_2	21-38	1492	2650	43,70	1,9	26,56
В	38-70	1364	2700	49,48	2,1	43,52
ВС	70-120	1422	2700	47,33	1,5	31,40

В супесчаной серой лесной почве в абсолютно сухом состоянии наименее теплоемким является верхний дерновый горизонт, в котором объемная теплоемкость равна $0,729 \cdot 10^6$ Дж/(м³·К). Максимальна она в наиболее плотном переходном горизонте А₂В ($1,856 \cdot 10^6$ Дж/(м³·К). В более плотном дерновом горизонте суглинистой почвы объемная теплоемкость оказывается выше по сравнению с супесчаной – $1,031 \cdot 10^6$ Дж/(м³·К). В целом профиль супесчаной серой лесной почвы более теплоемкий, чем суглинистой (табл. 2 и рис. 2). На рисунке 1 представлены изменения плотности, количества органического вещества и частиц менее 0,01 мм в профилях обеих разновидностей серых лесных почв, а на рисунке 2 показано распределение основных теплофизических коэффициентов почв (теплоемкости (С_p), теплопроводности (λ) и температуропроводности (α)).

Из рисунка 2 и таблицы 2 следует, что объемная теплоемкость верхнего гумусового горизонта минимальна, особенно в супесчаной почве. Это обусловлено, прежде всего, невысокой плотностью и низким содержанием теплоемкого органического вещества. С глубиной тепло-

емкость серой лесной почвы закономерно увеличивается. Наиболее теплоемким оказывается самый плотный горизонт А₂В (разрез 1).

В абсолютно сухом состоянии температуропроводность генетических горизонтов определяется плотностью, порозностью, дисперсностью и составом почвенных пор. В супесчаном разрезе она максимальна в верхнем дерновом горизонте, где плотность сложения только 971 кг/м³, порозность 63%, а количество гумуса не превышает 3,8%. С глубиной по мере роста плотности и утяжеления гранулометрического состава температуропроводность снижается, особенно сильно в суглинистом уплотненном горизонте А₂В (до $0,177 \cdot 10^{-6}$ м²/с).

В суглинистом разрезе дерновый горизонт более плотный, чем в супесчаном (табл. 1, рис. 1). Здесь больше органики (до 6,1%), поэтому температуропроводность оказывается меньше (табл. 2, рис. 2). В менее гумусированном горизонте А₁ температуропроводность несколько увеличивается, а затем в горизонте А₁А₂ и ВС опять снижается до $0,26 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Таблица 2

Теплофизические характеристики серых лесных почв при абсолютно сухом состоянии

Горизонт	Глубина	$C_p \cdot 10^6$, Дж/(м ³ ·К)	$\alpha \cdot 10^{-6}$, м ² /с	λ, Вт/(м·К)	$b \cdot 10^3$, Дж/(м ³ ·с·К)
Березовый лес, супесчаная почва					
А _д	0-8	0,729	0,350	0,255	0,431
А ₁ А ₂	22-56	1,723	0,305	0,525	0,951
А ₂ В	56-70	1,856	0,260	0,483	0,946
В	70-95	1,768	0,233	0,412	0,853
Березовый лес, суглинистая почва					
А _д	0-4	1,031	0,320	0,330	0,583
А ₁	4-21	0,958	0,336	0,322	0,556
А ₁ А ₂	21-38	1,763	0,270	0,476	0,916
ВС	70-120	1,728	0,299	0,517	0,945

НСР_{0,95}С_p=2,24%

НСР_{0,95}α=3,67%

НСР_{0,95}λ=3,89%

НСР_{0,95}b=3,76%

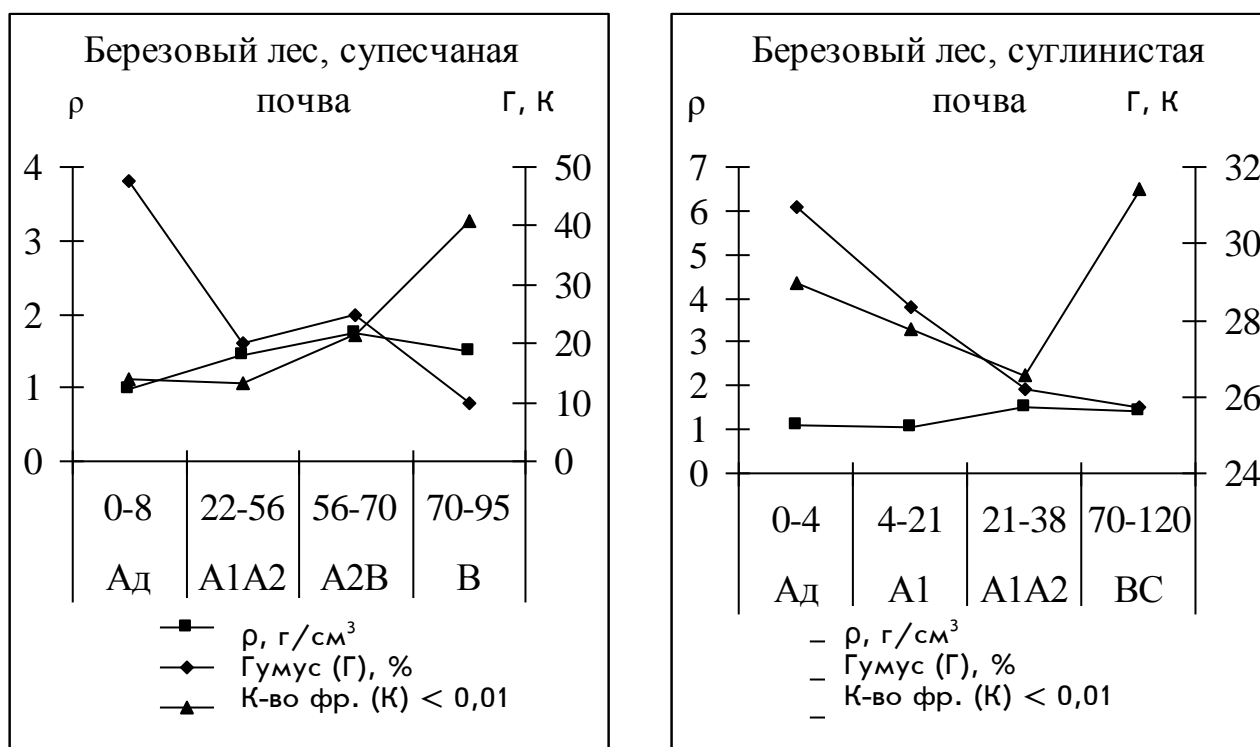


Рис. 1. Зависимость плотности, содержания гумуса и частиц менее 0,01 мм от глубины в серых лесных почвах

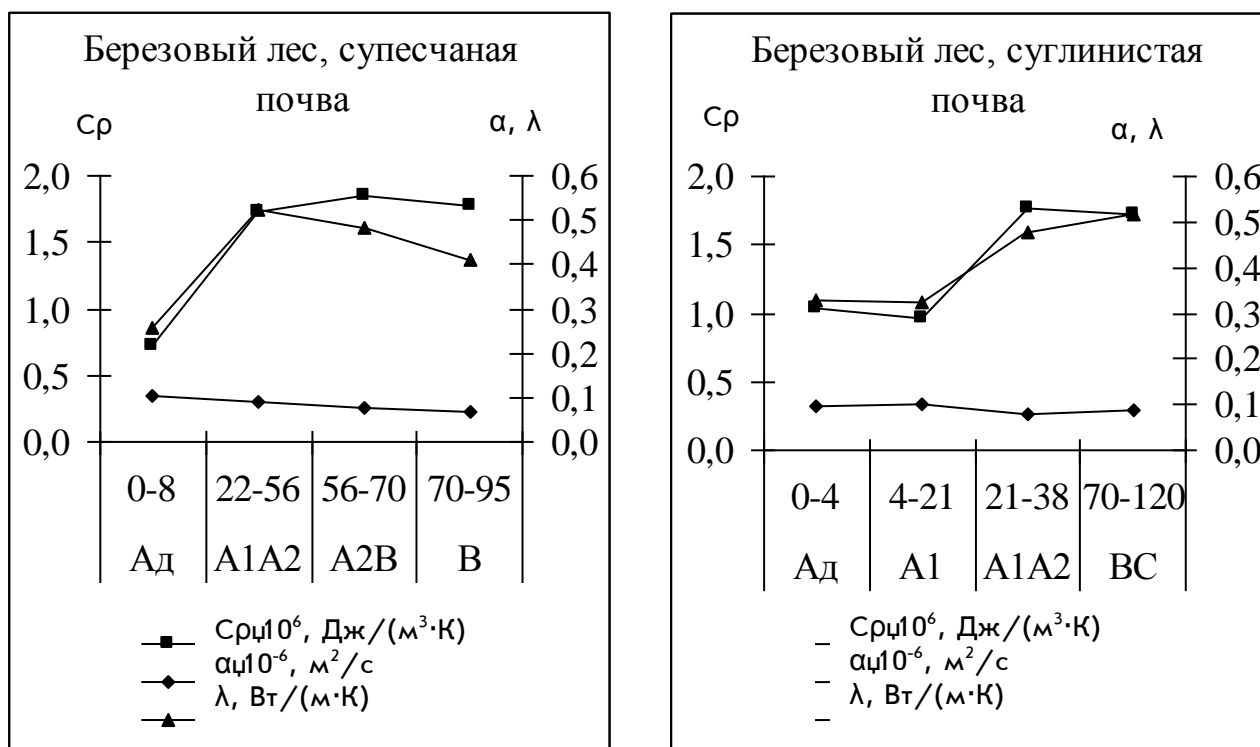


Рис. 2. Распределение теплофизических характеристик серых лесных почв по глубине в обезвоженном состоянии

При переходе от гумусового горизонта к почвообразующей породе теплопроводность, как правило, возрастает (табл. 2, рис. 2). Особенно наглядно это видно в

однородном по гранулометрическому составу суглинистом разрезе серой лесной почвы, в котором теплопроводность является функцией плотности сложения

генетических горизонтов и содержания в них органического вещества. В супесчаном разрезе имеются свои особенности. Здесь горизонты с большей дисперсностью обладают меньшей теплопроводностью, чем более плотные почвенные слои.

Выводы

1. Исследования показали, что серые лесные почвы в силу своего происхождения имеют различный гранулометрический состав: разрез 1 супесчаный, разрез 2 суглинистый.

2. Плотность в разрезах варьирует в широких пределах. Плотность твердой фазы колеблется незначительно. Порозность в супесчаной почве приобретает более высокие значения, чем в суглинистой.

3. В целом профиль супесчаной серой лесной почвы более теплоемкий, чем суглинистой.

4. В абсолютно сухом состоянии теплопроводность максимальна в верхних дерновых горизонтах, где минимальная плотность сложения и максимальная порозность. С глубиной теплопроводность снижается. В суглинистом разрезе теплопроводность меньше, чем в супесчаном.

5. В однородном по гранулометрическому составу суглинистом разрезе серой лесной почвы при переходе от гумусового горизонта к почвообразующей породе теплопроводность возрастает.

6. В супесчаном разрезе горизонты с большей дисперсностью обладают меньшей теплопроводностью, чем более плотные почвенные слои.

Библиографический список

1. Почвы Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 382 с.
2. Бурлакова Л.М., Татаринцев Л.М., Рассыпнов В.А. Почвы Алтайского края: учебное пособие. – Барнаул: АСХИ, 1988. – 72 с.
3. Куприянов А.Н., Кругляков П.М. Влияние рубок на флористический состав берёзовых лесов // Ботанические исследова-

ния Сибири и Казахстана: сб. науч. тр. / под ред. А.Н. Куприянова. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2004. – Вып. 10. – С. 15-31.

4. Заблоцкий В.И. Динамика экологических условий на гарях в сосновых лесах юго-востока Западной Сибири: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – Барнаул, 2006. – 32 с.

5. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

6. Лунин А.И. Импульсный метод определения теплофизических характеристик влажных материалов: дис. ... канд. техн. наук. – М., 1972. – 139 с.

7. Болотов А.Г., Беховых Ю.В., Семёнов Г.А. Определение теплофизических свойств капиллярно-пористых тел импульсным методом с использованием технологии визуального программирования // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6. – С. 37-40.

8. Макарычев С.В., Беховых Ю.В., Болотов А.Г. Система термостатирования для исследования теплофизических свойств почв // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 6. – С. 23-27.

9. Чудновский А.Ф. Физика теплообменов в почве. – М.; Л.: Гостехиздат, 1948. – 220 с.

References

1. Pochvy Altayskogo kraja. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1959. – 382 s.
2. Burlakova L.M., Tatarintsev L.M., Rassypnov V.A. Pochvy Altayskogo kraja: uchebnoe posobie. – Barnaul: ASKhl, 1988. – 72 s.
3. Kupriyanov A.N., Kruglyakov P.M. Vliyanie rubok na floristicheskiy sostav berezovykh lesov; pod. red. Kupriyanova // Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazakhstana: sb. nauch. tr. – Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2004. – Vyp. 10. – S. 15-31.
4. Zablotskiy V.I. Dinamika ekologicheskikh usloviy na garyakh v sosnovykh

lesakh yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri: avtoref. dis. ... dokt. s.-kh. nauk. – Barnaul, 2006. – 32 s.

5. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoystv pochv. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

6. Lunin A.I. Impulsnyy metod opredeleniya teplofizicheskikh kharakteristik vlahzhnykh materialov: dis. ... kand. tekhn. nauk. – M., 1972. – 139 s.

7. Bolotov A.G., Bekhovykh Yu.V., Semenov G.A. Opredelenie teplofizicheskikh svoystv kapillyarno-poristykh tel impulsnym

metodom s ispolzovaniem tekhnologii vizualnogo programmirovaniya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 6. – S. 37-40.

8. Makarychev S.V., Bekhovykh Yu.V., Bolotov A.G. Sistema termostatirovaniya dlya issledovaniya teplofizicheskikh svoystv pochv // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – № 6. – S. 23-27.

9. Chudnovskiy A.F. Fizika teploobmenov v pochve. – M.-L.: Gostekhizdat, 1948. – 220 s.



УДК 631.436:631.445.4

М.А. Мазиров, С.В. Макарычев
M.A. Mazirov, S.V. Makarychev

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БОГАРНЫХ И ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ СЕРОЗЕМНОГО ПОЯСА ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

AGROECOLOGICAL FEATURES OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF BOGHARIC AND IRRIGATED SOILS OF THE SIEROZEM BELT OF THE WESTERN TIEN SHAN

Ключевые слов: богарные почвы, орошение, наименьшая влагоемкость, влажность завядания, объемная теплоемкость, теплопроводность, теплоусвояемость.

Одним из обязательных условий повышения почвенного плодородия является создание оптимальных агроэкологических режимов в почвенном профиле. В то же время обширные гидромелиорации приводят к деградации почв, ухудшая их физико-механические и водно-физические показатели. Это оказывает негативное влияние на комплекс теплофизических свойств сероземов. Длительное орошение приводит к уплотнению отдельных генетических горизонтов, особенно иллювиальных. На глубине 30-50 см формируется также более тяжелый гранулометрический состав, что является результатом вымывания илстой фракции и органического вещества из верхнего гумусового слоя. Все это обусловило неоднородное распределение в профиле орошаемых почв теплофизических характеристик. Так, теплоемкость и теплопроводность растут с глубиной при одновременном снижении теплопроводности. Характерной особенностью орошаемых сероземов является практическое отсутствие

дифференцированности их профиля в отношении температуропроводности. В то же время каждый генетический горизонт орошаемых луговых почв резко отличается один от другого по теплопроводности. В результате граница между слоями является своеобразным тепловым барьером, что замедляет теплообмен в почвенном профиле.

Keywords: bogharic soils, irrigation, field moisture capacity, wilting point, volumetric thermal capacity, thermal diffusivity, thermal conductivity, thermal accessibility.

One of the prerequisites for increasing soil fertility is to create optimal agro-ecological conditions in the soil profile. At the same time, extensive hydrotechnical reclamation leads to soil degradation deteriorating their physical and mechanical, and hydrophysical parameters. This exerts negative effect on the thermophysical properties of sierozems. Long-term irrigation leads to compaction of individual genetic horizons, particularly illuvial ones. Heavier particle-size distribution is formed at a depth of 30-50 cm; this is a result of the clay fraction and organic matter outwashing from the upper humus layer. All this leads to ambiguous distribution of thermophysical curves in