

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НА ЕГО ПОВЕРХНОСТИ ПИРОГЕННОГО СЛОЯ

В работе проанализирован прогнозный водный режим чернозема типичного и его изменение при формировании на поверхности пирогенного слоя разной мощности.

Ключевые слова: водный режим чернозема типичного, пирогенный слой.

Научный и практический интерес к гидрологии почв с гидрофобными (репеллентными) свойствами отдельных слоев или горизонтов стремительно возрастает [2, 5, 3]. Связано это прежде всего с тем, что поверхностные почвенные слои, подвергшиеся при пожарах повышенным температурам, приобретают гидрофобные свойства, что сказывается на гидрологическом поведении почв [4]. Изменение гидрологических свойств поверхностных горизонтов, их способности быстро впитывать и проводить воду атмосферных осадков незамедлительно приводит к увеличению водной эрозии почв, увеличению поверхностного стока за счет внутрипочвенного, к изменению гидрологии ландшафтов, подвергшихся пожарам. В связи с этим проблема оценки и предсказания гидрологического режима почв территорий, подвергшихся пожарам, оказывается весьма актуальной.

Объекты и методы исследования

В работе проанализирован прогнозный водный режим чернозема типичного и его изменение при формировании на поверхности пирогенного слоя разной мощности. За исходный объект был

взят чернозем типичный Аксаковского стационара Бугурусланского района Оренбургской области [1]. Аксаковский стационар с комплексным почвенным покровом расположен в лесостепи, в подзоне выщелоченных и типичных черноземов (координаты расположения разреза: N 53° 3'50,6" E 0,53° 43'50,7"). Свойства этого чернозема представлены в таблице 1. В целом следует указать, что исследуемый чернозем обладал благоприятными физическими свойствами: высокой водопроницаемостью, пониженной плотностью в верхнем слое и хорошей водоустойчивостью агрегатов. Для прогноза возможных изменений гидрологической функции черноземов после появления на поверхности пирогенного слоя был разработан специальный сценарий, позволяющий прогнозно оценить трансформацию водного режима чернозема при появлении на поверхности пирогенного слоя, образовавшегося после пожара.

Сценарий включал: начальное распределение влажности почвы по профилю, характерное для летнего сезона с влажностью поверхностных горизонтов, близкой к влажности завядания (18% к объему почвы), которая увеличивается в нижних слоях до влажности,

Таблица 1. Некоторые физические свойства чернозема типичного Аксаковского стационара

Горизонт	Глубина, см	Глубина отбора образцов, см	Влажность при определении плотности, %	Плотность почвы, г/см ³	Водопроницаемость почвы, K _{впит} , мм/мин	Фракция >0,25 мм при мокром просевании, %
A _I	0–10	0–5	11,24	0,50	102,5	80,3
		10–15	11,27	0,67	9,5	87,5
A _{II}	10–30	20–25	9,98	0,92	7,2	86,8
		30–35	10,06	0,97	3,1	87,1
AB _I	30–40	40–45	9,55	1,03	0,9	85,9
AB _{II}	40–62	50–55	12,01	1,15	0,8	80,3
B _{Ca}	62–92	70–75	8,85	1,18	0,2	78,2
		дно – 92 см	8,13	1,39	0,3	60,4

близкой к влажности разрыва капиллярной связи (ВРК, около 22%). В прогнозном сценарии для оценки гидрологического поведения почвы был задан ливневый дождь (5 см водного слоя), который сменялся характерным для оренбургских лесостепных и степных районов периодом иссушения с испаряемостью 0,3–0,5 см водного слоя в сутки. Для прогноза водного режима использовалась физически обоснованная математическая модель HYDRUS [6], которая была специально адаптирована и параметризована для условий Оренбургской области и конкретно для типичных черноземов лесостепной зоны. В случае оценки гидрологии чернозема, подверженного пирогенному воздействию, искусственно в модели формировали пирогенный слой с измененными вследствие пирогенеза физическими свойствами

разной мощности (2, 4 и 6 см). Физические свойства изменялись следующим образом: коэффициент фильтрации за счет приобретенной гидрофобности под влиянием пирогенного воздействия был снижен до 6,9 см/сут, параметры основной гидрофизической характеристики (ОГХ) задавались следующие: $n=2,5$, $a=0,146 \text{ см}^{-1}$, в отличие от исходных (для неизменного чернозема): коэффициент фильтрации 62 см/сут, $n=1,5$, $a=0,0069 \text{ см}^{-1}$. За исключением пирогенного верхнего слоя, весь остальной профиль оставался с неизменными физическими свойствами. Такой сюжет позволил методически строго оценить изменение гидрологии чернозема типичного, подверженного пирогенному воздействию, в сравнении с черноземом с неизменными характерными для степного Предуралья физическими свойствами.

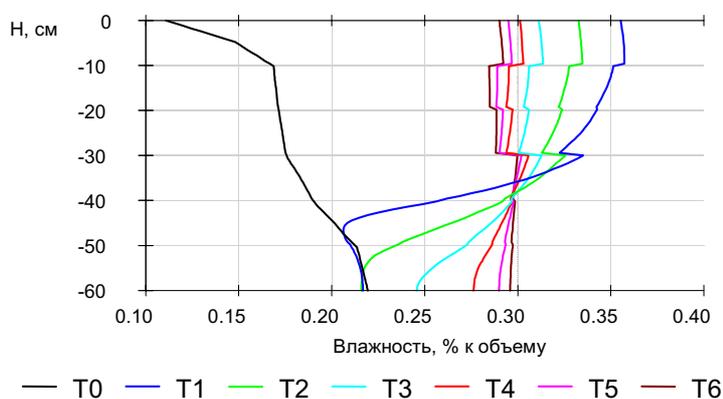


Рисунок 1. Динамика влажности по глубине (Н, см) чернозема после осадков (5 см водного слоя) и 5-суточного испарения*

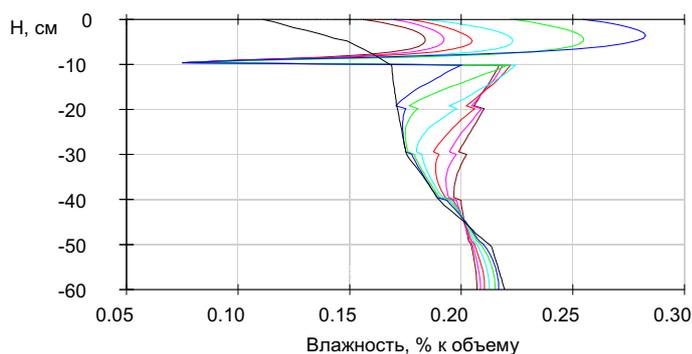


Рисунок 2. Распределение влажности до и после осадков при наличии 2-см слоя пирогенного материала на поверхности чернозема

*Обозначения к рисункам 1–4: T0 – распределение влажности до осадков, T1–T6 – распределения влажности от 1 до 6-го дня после осадков соответственно

Результаты и обсуждение

Результаты прогнозных расчетов представлены на рис. 1–5. Водный режим показан в виде послылой динамики влажности почвы за каждые сутки расчета. Кроме того, показана также динамика потока влаги на нижней расчетной границе почвы (на глубине 60 см), указывающая на интенсивность притока или оттока влаги через нижнюю границу рассматриваемого почвенного профиля.

На рис. 1–4 представлены динамики профильного распределения влажности почвы в черноземе исходном и при образовании 2-, 4- и 6-см пирогенных слоев. Из этих данных следует, что за счет приобретенного пирогенного слоя чернозем существенно изменил свой водный режим. Если в исходном черноземе после дождя заметно равномерное увеличение влажности в 1-е сутки до глубины 35 см и последующее проникновение влаги в более глубокие слои, то при наличии 2-см пирогенного слоя формируется слой около 10 см насыщенной влагой, а весь остальной почвенный профиль остается практически без изменений, т. е. влажность его

близка к влажности ВРК. В целом аналогичная картина складывается и при 4-см и 6-см мощности пирогенных слоев, только водонасыщенная толща несколько возрастает (до 15–20 см), однако весь нижележащий профиль остается иссушенным. Влага в эти слои практически не проникает.

Выявленное распределение влажности однозначно указывает и на формирование других потоков влаги в профиле чернозема. Расчеты показывают, что при наличии пирогенного слоя формируется яркий максимум потоков на глубине около 10 см, что свидетельствует о наличии перувлажненного слоя, в котором и накапливается дождевая вода. При выполнении расчетов принималось во внимание, что почвенный профиль представляет собой непрерывное гидрологическое образование и при изменении потоков влаги в верхней части профиля должны измениться и потоки влаги на его нижней границе.

Действительно, поливариантные расчеты показывают, что при формировании на поверхности небольшого пирогенного слоя существенно изменяется и подток влаги во всем почвенном профиле. Если в неизменном пирогенном воздействии черноземе наблюдается увеличение (по абсолютной величине) оттока влаги вниз после выпавшего дождя, то в случае наличия пирогенного слоя отток влаги с нижней границе, напротив, уменьшается.

Это указывает на то, что изменяет гидрологическую роль черноземов в ландшафтах после пирогенного воздействия, – если в своем естественном состоянии черноземы способны переводить влагу осадков в глубинные слои, накапливая эту влагу, создавая ее дополнительные запасы в нижележащих горизонтах, то

при образовании пирогенного слоя этого накопления не происходит. Чернозем, оказываясь в более засушливых условиях в нижних слоях, не создает глубинного запаса влаги.

Таким образом, пирогенный поверхностный слой препятствует проникновению воды в глубокие слои. При этом формируется на поверхности дополнительный слой воды. На рис. 5 приведены величины образующегося на поверхности водного слоя (в мм водного слоя). В исходном, эталонном черноземе такой слой не образуется, но при наличии пирогенного измененного слоя почвы на ее поверхности формируется водный слой. Мощность его зависит от мощности пирогенно нарушенного слоя почвы и равна 6, 2, 7, 1, 7, 2 мм водного столба соответственно. Образовавшийся на поверх-

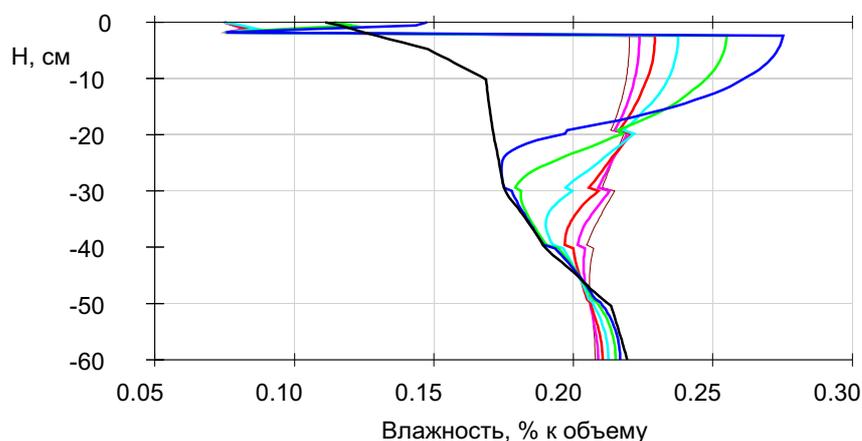


Рисунок 3. Распределение влажности до и после осадков при наличии 4-см слоя пирогенного материала на поверхности чернозема

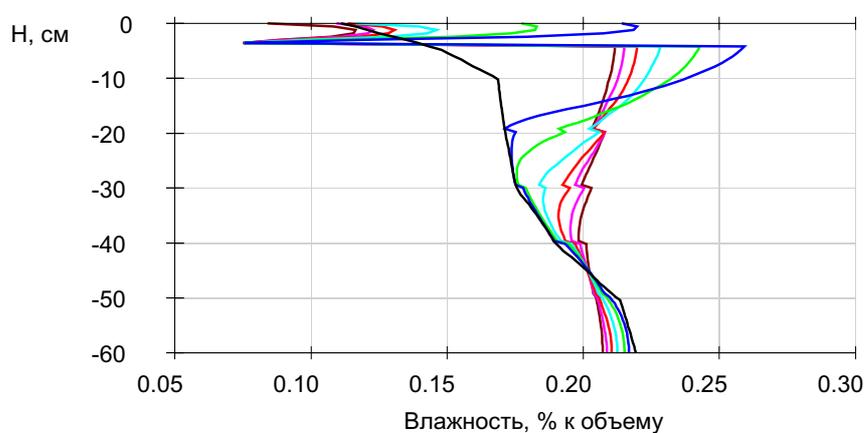


Рисунок 4. Распределение влажности до и после осадков при наличии 6-см слоя пирогенного материала на поверхности чернозема

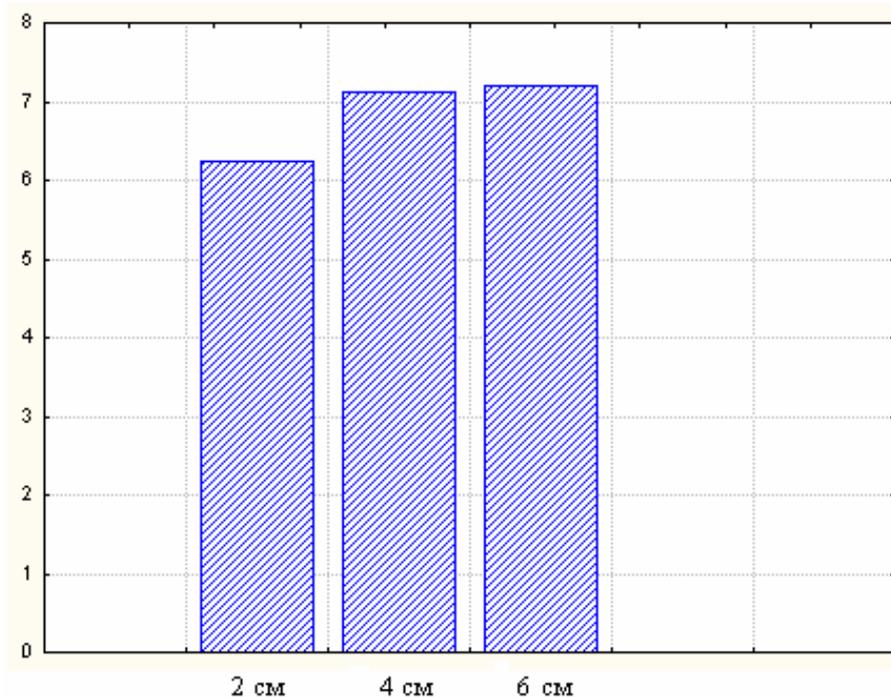


Рисунок 5. Величины образующегося водного слоя (F, мм водн. слоя) на поверхности почвы при наличии пирогенного слоя разной мощности (2, 4 и 6 см)

ности слой воды может образовывать лужи, но более вероятен другой сценарий событий: в геоморфологических условиях, свойственных Южно-Уральскому региону, вода начнет двигаться по склону, образуя сток. Это увеличит, и весьма заметно, водную эрозию черноземов. Описываемое явление представляет собой вторую, после образовавшего гидроморфного внутрипочвенного слоя, опасность в негативном изменении гидрологии черноземов после пирогенного воздействия.

Следовательно, изменение гидрологических свойств (скорости впитывания и фильтрации, влагоемкости и др.) поверхностных слоев черноземов при пирогенном воздействии может привести к заметным изменениям гидрологического поведения этих почв.

Поливариантные расчеты с помощью физически обоснованной и адаптированной к условиям степного Предуралья модели HYDRUS показали, что при наличии даже небольшого, до 1 см, пирогенного гидрофобизированного слоя, после осадков более 5 см водного слоя начинает формироваться внутри-

почвенный переувлажненный слой, а нижние слои оказываются по-прежнему иссушенными. Кроме того, за счет пирогенно преобразованного почвенного слоя на поверхности может формироваться слой воды, который потенциально может служить эрозионно опасным преобразованиям ландшафта.

Безусловно, данное исследование является лишь исходным этапом изучения гидрологии пирогенно измененных почв. Использованный метод прогнозного математического моделирования позволяет оценить изменение водного режима при стабильных свойствах твердой фазы почвы. Вполне вероятно, существование такого тонкого пирогенно измененного слоя будет недолговременным, его эволюция в условиях Оренбургской области окажется довольно быстрой и указанные явления окажутся кратковременными и в длительных временных масштабах слабовидимыми. Однако физически обоснованные расчеты все-таки указывают на высокую вероятность изменения гидрологии пирогенно черноземов, а следовательно, и гидрологии ландшафтов.

14.09.2012

Список литературы:

1. Шейн Е.В., Русанов А.М., Милановский Е.Ю., Демченко Э.В., Засыпкина Д.И. Изменение водоустойчивости агрегатов и физико-химических свойств органического вещества черноземов типичных Оренбургской области при сельскохозяй-

- ственном использовании. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы геоэкологии Южного Урала». – Оренбург, 2003. – С. 114–118.
2. Шейн, Е.В. Гидрология почв: этапы развития, современные тенденции, ближайшие перспективы // Почвоведение. – 2010. – №2. – С. 175–185.
 3. Ahn Sujung, Hamlett Christopher, Doerr Stefan, Bryant Robert, Douglas Peter, Mchale Glen, Newton Michael, Shirtcliffe Neil. A comparison of splash erosion behaviours between wettable and water repellent soils. 4th International Conference EUROSIL 2012. Bary, Italy. 2-6 July 2012. S03.02b - 6.
 4. Mataix-Solera Jorge, Arcenegui V., Zavala L.m., Perez-Bejarano A., Jordan Antonio, Morugan-Coronado A., Barcenas-Moreno G., Jimenez-Pinilla P., Lozano E., Granged A.j.p. Key soil properties controlling occurrence and persistence of water repellency after burning. 4th International Conference EUROSIL 2012. Bary, Italy. 2-6 July 2012. S03.03-P-9.
 5. Wallach R., Graber E.R. Unstable flow in repellent and sub-critical repellent soils. Trns. 2nd International Conference «Biohydrology». – Bratislava, 2009. – 21–24 Sept. – P. 324–325.
 6. Simunek J., Sejna M., van Genuchten M.Th., 1999. The HYDRUS-2D software package for simulating two-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variable saturated media, Version 2.0, IGWMC-TPS-53. International Ground Water Modeling Center, Colorado School of Mines, Golden, Colorado.

Сведения об авторах:

Шейн Евгений Викторович, заведующий кафедрой физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор, доктор биологических наук 119991, г. Москва, Ленинградские горы, МГУ, тел. (495) 9393684, e-mail: evgeny.shein@gmail.com

Русанов Александр Михайлович, декан химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета, заведующий кафедрой общей биологии, профессор, доктор биологических наук

Анилова Людмила Вячеславовна, доцент кафедры общей биологии Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук

Достова Татьяна Максимовна, аспирант кафедры общей биологии Оренбургского государственного университета

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532) 372483, e-mail: soilec@esoo.ru

UDC 631.4 + 504.54.062.4

Shein E.V.¹, Rusanov A.M.², Anilova L.V.², Dostova T.M.²

¹Moscow state university, e-mail: evgeny.shein@gmail.com

²Orenburg state university, e-mail: soilec@esoo.ru

WATER REGIME CHANGE TYPICAL CHERNOZEM THE FORMATION OF SURFACE LAYER PYROGENS OF DIFFERENT POWER

In this paper we analyzed the projected water regime typical chernozem and its change during the formation of the surface layer of varying thickness of pyrogenic.

Key words: water regime of typical chernozem, fumed layer.

Bibliography:

1. Shein E.V., Rusanov A.M., Milanovsky E.Yu., Demchenko E.V., Zasypkina D.I. Changing water resistance agrerativ and physico-chemical properties of the organic matter of typical chernozems of the Orenburg region in agricultural use. All-Russian Scientific and Practical Conference «Problems of Geoecology Southern Urals». – Orenburg, 2003. – P. 114–118.
2. Shein, E.V. Soil hydrology: development stages, current trends, near-term prospects // Soil. – 2010. – №2. – P. 175–185.
3. Ahn Sujung, Hamlett Christopher, Doerr Stefan, Bryant Robert, Douglas Peter, Mchale Glen, Newton Michael, Shirtcliffe Neil. A comparison of splash erosion behaviours between wettable and water repellent soils. 4th International Conference EUROSIL 2012. Bary, Italy. 2-6 July 2012. S03.02b -6.
4. Mataix-Solera Jorge, Arcenegui V., Zavala Lm, Perez-Bejarano A., Jordan Antonio, Morugan-Coronado A., Barcenas-Moreno G., Jimenez-Pinilla P., Lozano E., Granged A.j.p. Key soil properties controlling occurrence and persistence of water repellency after burning. 4th International Conference EUROSIL 2012. Bary, Italy. 2-6 July 2012. S03.03-P-9.
5. Wallach R., Graber E.R. Unstable flow in repellent and sub-critical repellent soils. Trns. 2nd International Conference «Biohydrology». – Bratislava, 2009. – 21–24 Sept. – P. 324–325.
6. Simunek J., Sejna M., van Genuchten M.Th., 1999. The HYDRUS-2D software package for simulating two-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variable saturated media, Version 2.0, IGWMC-TPS-53. International Ground Water Modeling Center, Colorado School of Mines, Golden, Colorado.