

ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ВЛАГИ В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ НАПОРНОГО И НЕ НАПОРНОГО ВПИТЫВАНИЯ

Проведены полевые эксперименты по изучению вертикального передвижения влаги в серой лесной почве Владимирского ополья в условиях напорного и не напорного впитывания. Показано, что при наличии напора на поверхности почвы происходит выраженное формирование преимущественных потоков воды, которые осуществляют значительный массоперенос. При мелкодисперсном поливе наблюдается постепенное увлажнение почвенного профиля, что в дальнейшем способствует лучшему сохранению влаги в корнеобитаемом слое.

Ключевые слова: перенос воды в почве, влажность почвы, полевой фильтрационный эксперимент, напорная и не напорная фильтрация, преимущественные потоки влаги, почвенные монолиты.

Введение

Многочисленными исследованиями установлено, что формирование преимущественных потоков влаги ярко выражено в периоды весеннего снеготаяния и при выпадении осадков ливневого характера. Так Ф.Р.Зайдельман (1974), при исследовании гидрологического режима суглинистых и глинистых почв, показал, что при выпадении осадков в засушливых условиях важное значение в транспорте влаги в профиле почвы приобретают трещины. Например, им обнаружено увеличение влажности нижних горизонтов почвы при значениях влажности верхних слоев меньше величин наименьшей влагоемкости, причем это достаточно часто наблюдается на дерново-подзолистых почвах в сухие и засушливые годы при ливневом характере дождей.

Наиболее высокие пики дренажного стока Робинсон и Бевер (Robinson, Bever, 1983) наблюдали после засушливых периодов, что, по их мнению, связано с переносом влаги по макропорам и трещинам.

С другой стороны есть исследования (Kanchanasut et al., 1978), в которых показано, что самые крупные макропоры в хорошо структурированных почвах выполняют роль основного проводника влаги также и в условиях насыщения, снижая свою значимость при уменьшении влажности почв. В этом случае наибольший перенос влаги и формирование преимущественных путей также свойственны наиболее крупным макропорам.

В наших предыдущих исследованиях мы обнаружили, что основной массоперенос в агросерых суглинистых почвах Владимирского ополья в периоды поступления больших количеств влаги осуществляется в форме преимущественных потоков с быстрой доставкой веществ на значительные глубины и формированием верховод-

ки на границах смены почвенных горизонтов.

В данной работе поставлена цель выяснения специфики передвижения влаги в условиях напорного и не напорного впитывания при одинаковых начальных условиях.

Были поставлены следующие задачи:

1. В полевых условиях провести модельные фильтрационные эксперименты по изучению движения влаги в почве при подаче воды на поверхность больших монолитов с напором и без него.

2. Исследовать особенности пространственного распределения почвенной влаги после окончания фильтрации.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования явилась агросерая почва Владимирского ополья. Профиль почвы следующий:

Апах (0 - 30 см) – сухой, средний суглинок, темного серого цвета, структура комковато-порошистая, уплотнен, присутствуют корни разной степени разложения, охристые пятна, копролиты, червороины, кремнеземистая присыпка. Граница ровная, переход ясный по цвету.

ЕВ (30 - 40 см) - свежий, средний суглинок со следами опесчанивания, цвет: на буром фоне белесые пятна, ореховато-призмовидная структура, уплотнен, встречаются единичные корни, кутаны, кремнеземистая присыпка. Граница волнистая, переход заметный по цвету.

В (40 см и глубже) - свежий, бурой окраски, тяжелый суглинок, глыбисто-ореховатой структуры, уплотнен, присутствуют единичные корни и марганцевые конкреции.

Для изучения миграции поступившей на поверхность почвы влаги летом 2010 года был поставлен модельный опыт. После выбора экспериментальной площадки с выровненной по-

верхностью были окопаны два монолита диаметром 50 см и высотой 70 см (рис. 1).

Расстояние между монолитами составило около 50 см. Они были плотно обернуты полиэтиленовой пленкой, а пространство между монолитом и полиэтиленом было заполнено герметиком (монтажная пена), который в течение нескольких часов расширялся и затвердевал. В результате вокруг монолитов был образован плотный цилиндр, исключивший формирование пристеночного перемещения влаги. Пространство между упакованными монолитами и почвой было заполнено насыпной почвой, которое осуществлялось с уплотнением послойно до уровня дневной поверхности (верхней границы почвенных монолитов). Так была достигнута высокая гидро- и термоизоляция монолитов.

Объем поданной влаги в обоих вариантах составил 63 мм (10 л), который, согласно предварительным расчетам, должен был насытить 20-сантиметровую почвенную толщу до значений полной влагоемкости. Моделирование не напорной фильтрации происходило путем мелкодисперсного полива без образования локальных напоров (луж) в течение 95 минут, скорость подачи влаги составляла 95,5 см/сут. На поверхность второго монолита была установлена круглая рама диаметром равным диаметру монолита для создания и поддержания 5-сантиметрового напора влаги. Фильтрация длилась 11 минут, ее скорость составила 824 см/сут.

После окончания фильтрации в течение 3-х дней осуществлялся ежедневный отбор почвенных образцов специальным тонким буром-иглой.

На 4-й день монолиты были послойно срезаны с шагом 10 см для отбора проб на влажность по сетке на горизонтальных срезах. Всего было отобрано 400 образцов, что позволило де-

тально рассмотреть пространственное распределение влажности в почвенной толще исследуемых монолитов.

Результаты и обсуждение

Динамика профильного распределения влажности представлена на рис. 2. До начала фильтрационного эксперимента влажность закономерно увеличивалась с глубиной. Абсолютные значения влажности имеют очень низкие величины, что связано с погодными условиями проведения полевого опыта. Лето 2010 г. было очень сухим и жарким, поэтому верхние 5 см в оказались сильно иссушены, влажность не превысила 0,9 %, а на глубине 40 см составила около 13 % (рис.2).

Через сутки после мелкодисперсного полива влажность почвы монолита 1 возросла до глубины 15 см, а еще через сутки влага достигла отметки 30 см. В дальнейшем происходило постепенное снижение влажности почвы в верхней части профиля и увеличение на глубине 30-40 см.

Во втором варианте с напорной подачей воды кривая распределения влажности через сутки после фильтрации оказалась максимально смещенной вправо в область высоких значений. В следующие два дня происходило постепенное снижение влажности почвенного профиля. Обращает внимание разброс значений влажности на верхней границе в первом варианте, что вероятно связано с увеличением неоднородности при таком способе поступления влаги. Во втором монолите наблюдалась почти постоянная влажность на верхней границе в течение 3-х дней после полива с напором, выровнявшем значения влажности на поверхности почвы. Можно предположить, что движение влаги в первом варианте происходило постепенно, без формирования преимущественных потоков влаги в крупных порах. Во втором варианте возникновение быстрых потоков влаги при напорной фильтрации привело к быстрому промачиванию почвенной толщи и затем быстрому освобождению крупных пор от избытка влаги. Поэтому влажность профиля второго монолита к концу режимных наблюдений имеет меньшие значения, чем в первом монолите.

Рассмотрим пространственное распределение влажности почв через четыре дня после полива. Данные по влажности представлены в виде вертикальных срезов через середины почвенных монолитов (рис. 3)

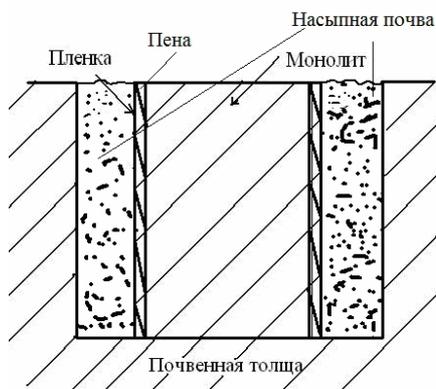


Рисунок 1. Схема фильтрационного эксперимента

Через четыре дня после полива на верхней границе первого монолита влажность была весьма неравномерной. Средняя часть 60-см толщи оказалась наиболее увлажненной, фронт промачивания достиг глубины 50 см.

Во втором монолите пространственное распределение влажности через четыре дня после поступления влаги продолжало иметь неравномерный характер, обусловленный первоначальным увлажнением в условиях напорной фильтрации и формирования преимущественных потоков влаги. В монолите были обнаружены участки с высокими значениями влажности и не увлажненные. Единственный фронт промачивания не прорисовывался, наблюдались языковатые, вытянутые в вертикальном направлении формы увлажненных участков монолита.

Расчет послойных статистик плотности в монолитах показал (табл. 1), что оба монолита имели очень близкие значения, происходило закономерное увеличение плотности с глубиной.

Наименьшие медианные значения влажности и их высокий разброс наблюдались в верхнем 1-см слое обоих вариантов. С глубиной разница между вариантами увеличивалась. Увлажненность первого монолита выше, максимальные значения влажности достига-

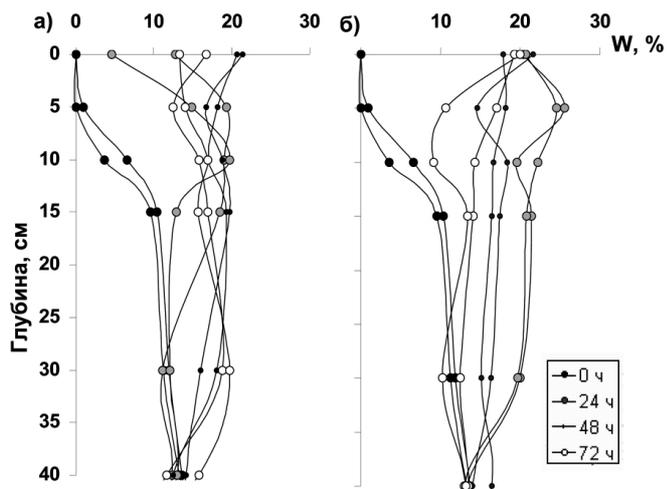


Рисунок 2. Динамика профильного распределения влажности почв: а) в монолите 1; б) в монолите 2

ли 24- 25 % в средней части исследуемой толщи. Во втором варианте медианные значения влажности в почвенных слоях имели меньшие величины, хотя их разброс существенен и достигал 7- 9 %.

По-видимому, к четвертому дню после полива в монолитах происходящее перераспределение влажности было обусловлено несколькими факторами. В первом монолите – продолжающимся медленным перемещением гравитационной влаги и восходящими пото-

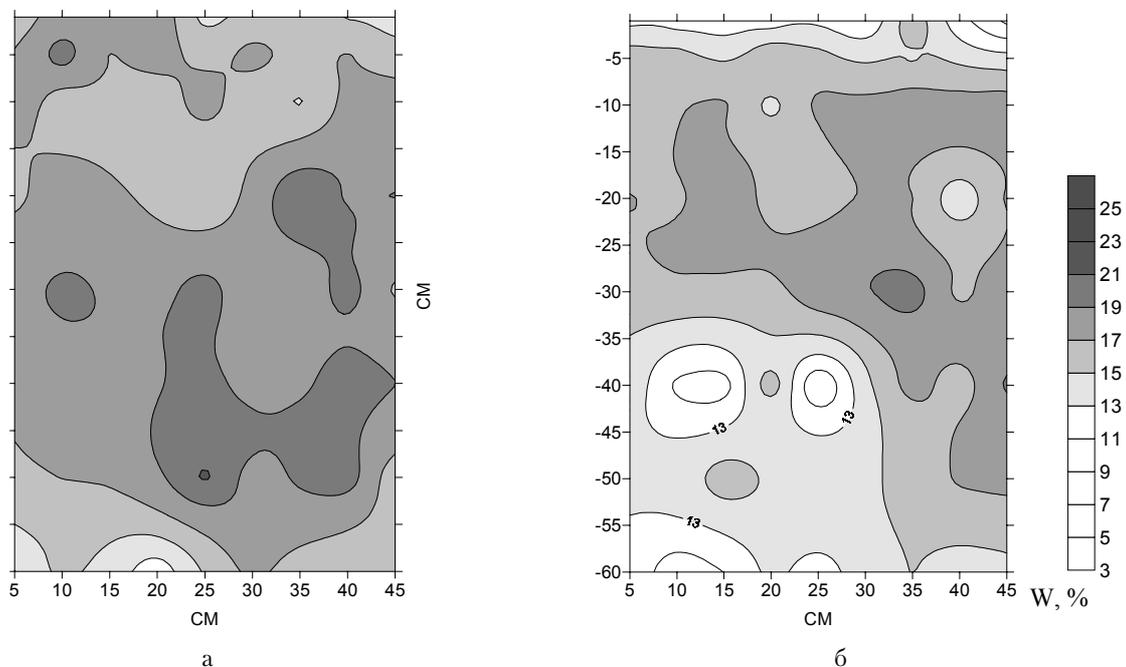


Рисунок 3. Распределение влажности почв по вертикальному срезу почвенных монолитов: а) первый вариант безнапорной фильтрации; б) второй вариант с напорной фильтрацией

Таблица 1. Послойные статистики плотности и влажности почв. В числителе – медианное значение, в знаменателе – минимальное и максимальные

Глубина, см	Влажность, W%		Плотность, г/см ³	
	Монолит 1	Монолит 2	Монолит 1	Монолит 2
1	<u>14,3</u> 9,6 - 20,8	<u>12,5</u> 8,2 - 16,5	<u>1,36</u> 1,16 - 1,63	<u>1,32</u> 1,18 - 1,47
5	<u>16,9</u> 11,6 - 20,0	<u>17,4</u> 11,5 - 18,8	<u>1,41</u> 1,25 - 1,54	<u>1,47</u> 1,34 - 1,63
10	<u>16,7</u> 11,1 - 24,2	<u>17,1</u> 11,5 - 18,8	<u>1,59</u> 1,40 - 1,77	<u>1,56</u> 1,40 - 1,67
20	<u>17,4</u> 14,8 - 21,0	<u>17,07</u> 12,1 - 19,1	<u>1,54</u> 1,43 - 1,65	<u>1,52</u> 1,41 - 1,65
30	<u>18,4</u> 12,5 - 25,0	<u>16,9</u> 13,2 - 20,0	<u>1,54</u> 1,32 - 1,65	<u>1,58</u> 1,40 - 1,72
40	<u>18,1</u> 12,8 - 21,6	<u>15,2</u> 10,6 - 19,3	<u>1,50</u> 1,32 - 1,61	<u>1,52</u> 1,36 - 1,65
50	<u>16,5</u> 9,8 - 21,4	<u>15,1</u> 13,3 - 18,5	<u>1,56</u> 1,43 - 1,70	<u>1,45</u> 1,25 - 1,70
60	<u>15,3</u> 11,3 - 18,2	<u>13,3</u> 10,9 - 15,1	<u>1,59</u> 1,38 - 1,75	<u>1,59</u> 1,43 - 1,67

ками влаги, а во втором – медленным иссушением профиля и сложившейся высокой про-

странственной неоднородностью влажности вследствие формирования преимущественных потоков и проскока влаги вглубь монолита при напорном поливе.

Вывод:

Проведенные исследования передвижения влаги в условиях напорного и не напорного впитывания выявили разницу в последующем водном режиме почв. При не напорном впитывании даже в условиях сильного начального иссушения профиля формируется медленно перемещающийся фронт влаги. Для напорной фильтрации характерен быстрый проскок воды вглубь профиля. Это приводит к тому, что на четвертый день наблюдений его профиль оказывается более иссушен, чем вариант безнапорной фильтрации. Это дает основание заключить, что медленный полив почвы, без формирования напора на ее поверхности, ведет не только к лучшему и равномерному увлажнению профиля, но и способствует более длительному сохранению влаги в корнеобитаемой зоне.

16.11.2010

Список литературы:

1. Зайдельман Ф.Р. Подзоло- и глееобразование. М., 1974. Наука, 208с.
2. Kanchanasut P., Scotter D.R., Tillman R.W. preferential solute movement through layers soil voids and Experiments with saturated soil // Aust. J. Soil. Res. 1978. №16. Pp. 269-276.
3. Robinson M., Beven K. The effect of mole drainage on the hydrological response of a swelling clay soil // J. Hydrological. 1993. V. 64. Pp.1-4.

Работа выполнена при поддержке РФФИ. Проекты №№ 09-04-01297, 10-04-00993

Сведения об авторах:

Умарова Аминат Батальбиевна, доцент кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, доктор биологических наук, доцент.

Шейн Евгений Викторович, заведующий кафедрой физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, доктор биологических наук, профессор.

Медко Николай Николаевич, аспирант третьего года обучения кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

Панина София Сергеевна, студентка пятого курса кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, д. 1, корп. 12, тел.: (495)9392542,

e-mail: a.umarova@gmail.com

Umarova A.B., Shein E.V., Medko N.N., Panin S.V.

The movement of moisture in the gray forest soil in the conditions of pressure and not pressure absorption

The authors carried out field experiments on the study of the vertical movement of moisture in the gray forest soil of Vladimir opole under the conditions of pressure and not pressure absorption. It is shown that with the presence of pressure on the surface of soil expressed shaping of the preferred flows of waters, which accomplish significant mass transfer, occurs. During the fine dispersed irrigation is observed the gradual moistening of soil profile, which subsequently contributes to the best retention of moisture in the root-inhabited layer.

Key words: the transfer of water in the soil, the soil moisture, field filtration experiment, pressure and not pressure filtration, the preferred flows of moisture, soil monoliths.

References:

1. Zaydelman F.R. Podzols and gley. M., 1974. Nauka, 208 p.
2. Kanchanasut P., Scotter D.R., Tillman R.W. preferential solute movement through layers soil voids and Experiments with saturated soil // Aust. J. Soil. Res. 1978. №16. Pp. 269-276.
3. Robinson M., Beven K. The effect of mole drainage on the hydrological response of a swelling clay soil // J. Hydrological. 1993. V. 64. Pp.1-4.