

УДК 631.43

В.В.Маринова (6 курс, каф. ИМГиООС), К.В.Зотов, к.т.н., доц.,
О.Г.Усъяров, д.х.н., проф., С.Ю.Блохина, к.б.н., н.с. (АФИ РАСХН)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАВНОВЕСНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФУНКЦИИ ВОДОУДЕРЖИВАНИЯ

Зависимость влажности (W) от потенциала почвенной влаги является одной из важнейших характеристик почв, необходимой при рассмотрении и прогнозировании массопереноса по почвенному профилю, изучении структуры почвы и порового пространства, количественного определения видов влаги в почвах.

Установление равновесной влажности почвенных образцов при изменении всасывающего давления длительный процесс, продолжительность которого определяется физико-механическими свойствами почвы, перепадом давления и начальными условиями. Вместе с тем возрастает вероятность ошибок, связанных с продолжительностью опыта (диффузия газа, конденсация воды и т.д.) [1]. Измерения прерывают, как правило, после того как разница в весе образца за два последовательных взвешивания становится равной точности прибора, либо интуитивно, исходя из личного опыта или методических рекомендаций. Однако, нельзя считать полученную таким образом влажность соответствующей состоянию равновесия. Более того, согласно положениям термодинамики, действительное равновесие будет устанавливаться бесконечно долго, и значение равновесной влажности может существенно отличаться от полученной в опыте.

Целью настоящей работы являлось исследование кинетики вытекания влаги из почвенного образца при изменении всасывающего давления. Для этого были использованы данные полученные авторами стандартными методами (сорбции водяного пара, лабораторным тензиометрическим), а также данные приведенные в литературе [2...4].

Анализ кинетики вытекания (десорбции) влаги показывает, что данный процесс характеризуется экспоненциальным законом, так что относительная влажность почвенного образца в момент времени t будет выражена зависимостью:

$$(W(t) - W_{\infty}) / (W_0 - W_{\infty}) = \exp(-\beta t + a) \quad (1)$$

где W_0 , $W(t)$, W_{∞} – влажность образца соответственно начальная (при $t = 0$), в произвольный момент времени t , отвечающая состоянию равновесия (при $t = t_{\infty}$). Линеаризованный график зависимости (1), которая может быть преобразована в уравнение:

$$\ln[(W(t) - W_{\infty}) / (W_0 - W_{\infty})] = -\beta t + a \quad (2)$$

представляет собой прямую, которая характеризуется тангенсом угла наклона β к оси абсцисс и начальной ординатой a . Неизвестное значение равновесной влажности W_{∞} находят подбором, минимизируя отклонения экспериментальных точек относительно теоретической прямой, а в качестве критерия определения W_{∞} принимают наименьшую сумму квадратов.

Наличие начальной ординаты позволяет сделать вывод о существовании по крайней мере двух стадий при дренировании влаги из почвенных образцов. Первый сопровождается быстрым освобождением пор капиллярное давление которых меньше прикладываемого внешнего давления. Объем влаги, дренировавшей на первом этапе, определяется прикладываемым давлением, а также структурой порового пространства, гранулометрическим и минералогическим составом почвы от которых зависит количество свободной и рыхло связанной

воды. Величина параметра β , отражающего скорость процесса, уменьшается с ростом всасывающего давления, что объясняется прямо пропорциональной зависимостью скорости течения жидкости в узких капиллярах от давления и квадрата радиуса капилляра.

Кинетика вытекания определяется природой течения жидкости в тонких пленках, либо в межплоскостном пространстве глинистых минералов, либо в пленках на поверхности более крупных пор. При этом скорость потока жидкости, а в случае наличия пор различного размера, и направление этого потока будут определяться разницей расклинивающего давления в пленках и внешним давлением, приложенным к системе, а также размером пор.

Выводы:

1. Низкая скорость течения жидкости в тонких пленках объясняет хорошо известные факты медленного установления состояния равновесия при адсорбции (десорбции) воды почвенными системами
2. Параметры предложенной зависимости (1) определяются как величиной приложенного к системе давления, так и содержанием и свойствами глинистых минералов.

Работа выполнена в рамках ФЦП "Интеграция" (проект №132).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Железный Б.В., Яценкова Е.П. // Почвоведение, 1993, N2, с.138-142.
2. Усьяров О.Г., Домжал Х., Зотов К.В. // Почвоведение, 1997, N6, с.705-710.
3. Coleman J.D., Marsh A.D. // J. Soil Sc. 1961 V.12. N2. P.343-362.
4. Takayanagi A., Yabe K., Tejima S. // Bull. Univ. Osaka Pref. Ser. B. 1987. V.39. P.75.