

УДК 631.43

Д.К.Криулин (5 курс, каф. ИМГиООС), К.В.Зотов, к.т.н., доц.,  
В.Д.Гончаров, инж., О.Г.Усъяров, д.х.н., проф. (АФИ РАСХН)

## ИЗУЧЕНИЕ НАБУХАНИЯ И ВОДОПРОЧНОСТИ АГРЕГАТОВ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАВНОВЕСНОЙ ПЛОТНОСТИ КОРНЕОБИТАЕМОГО СЛОЯ ПОЧВ

Большинство почв обладает способностью к усадке-набуханию, т.е. изменению объема при изменении влажности. Набухание может быть результатом внутрикристаллического или внекристаллического накопления воды. Имеющая расширяющуюся кристаллическую решетку глина обладает такими свойствами. Процессы набухания и усадки почв сопровождаются изменениями распределения почв по размерам и всего порового пространства, вызывают высокие давления и перераспределение текучих компонент, что влечет за собой соответствующие изменения физико-химических, гидрофизических и физических характеристик почвы.

Разработка теории, методов и критериев оценки параметров физического состояния набухающих почв, в том числе и прогнозирование равновесной плотности корнеобитаемого слоя почв представляют собой одну из существенных проблем теоретической, экспериментальной и практической физики почв.

Задачи:

1. Разработка метода определения набухания агрегатов.
  2. Определение равновесной плотности, кинетик набухания почв и агрегатов.
  3. Исследование взаимосвязи между водпрочностью и набуханием почв и макроагрегатов.
- Объектом исследований являлись черноземные почвы Каменной степи различной длительности сельскохозяйственного использования:

почва 1 – целина (некосимая степь), почва 3 – с пятилетней (косимая степь) и почва 5 – сорокалетней обработками (описание почв приведено в отчете Агрофизического института за 1997 г.).

Набухание агрегатов почв определялось с использованием системы цифровой обработки изображений “GALLERY” использующей телекамеру (CCD), персональный компьютер с графическим адаптером SVGA и принтером. Агрегаты увлажнялись, кинетика набухания снималась видеокамерой, полученное изображение анализировалось программными средствами определяющими радиус агрегата в текущий момент времени. Определение кинетики набухания почв проводилось прибором ПНГ по методу Васильева.

За относительную величину набухания агрегата принимали величину  $m$

$$m = (R(t) - R_0) / R_0,$$

где  $R(t)$  и  $R_0$  – соответственно радиус макроагрегата в момент времени  $t$  и начальный радиус.

За относительную величину набухания почвы принимали величину  $M$

$$M = (H(t) - H_0) / H_0,$$

где  $H(t)$  и  $H_0$  – соответственно текущая высота почвы в момент времени  $t$  и начальный высота.

Зависимость кинетик набухания описывалась уравнением с коэффициентами корреляции  $>0.9$

$$M = M_{\infty}(1 - \exp(-\lambda_M t)), \quad m = m_{\infty}(1 - \exp(-\lambda t)), \quad (1)$$

где  $M_{\infty}$  и  $m_{\infty}$  равновесные влажности набухания для почв и агрегатов, и соответственно  $\lambda_M$ ,  $\lambda$  – величины характеризующие быстроту набухания.

Параметры уравнения (1) определяли с использованием специальной программы для ЭВМ, позволяющей найти такие значения  $M_{\infty}$ ,  $m_{\infty}$ ,  $\lambda_M$ ,  $\lambda$ , которые обеспечивали минимум суммы среднеквадратичных отклонений теоретической зависимости (1) от экспериментальных точек. Найденные таким образом величины  $M_{\infty}$ ,  $m_{\infty}$  (для фракции с размерами частиц от 3...5 мм), приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип почвы	1	3	5
$M_{\infty}$	$0,23 \pm 0,03$	$0,20 \pm 0,05$	$0,35 \pm 0,10$
$m_{\infty}$	$0,235 \pm 0,002$	$0,239 \pm 0,002$	$0,163 \pm 0,001$
Nw* – процентное содержание неводоустойчивых агрегатов	21,8	13,6	44,2
$K_1$ – коэф. корреляции между $M_{\infty}$ , $m_{\infty}$	-0,99		
$K_2$ – коэф. корреляции $M_{\infty}$ и Nw*	0,997		
Количество исследованных агрегатов	12	10	9

*Выводы:*

1. Разрушение агрегатов вызывается процессами набухания глин и степень их набухания зависит от сельскохозяйственного использования почв (см.  $K_2$  – коэф. корреляции  $M_{\infty}$  и Nw\*).

2. При набухании деградированных почв происходит сильная деформация порового пространства почвы, вследствие разрушения агрегатов (иначе бы эти почвы набухали сильнее недеградированных). Другими словами, набухание макроагрегатов не отражает относительную величину набухания почв (см.  $K_1$  – коэф. корреляции между  $M_{\infty}$ ,  $m_{\infty}$ ).

*Данная работа выполнена в рамках ФЦП “Интеграция” (проект №132).*