

УДК 502/504:631.4

А. Е. КАСЬЯНОВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛЫВУННЫХ ГРУНТОВ И ПОЧВ

Исследуемый грунт переводят в псевдожидкое состояние и фиксируют плотность, пористость и коэффициент фильтрации.

Плывунный грунт, плотность, пористость, коэффициент фильтрации, методы измерения, псевдожидкое состояние, фильтрационные расчеты.

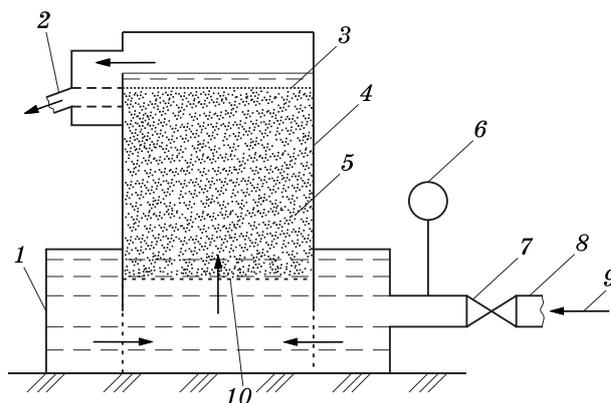
The investigated ground is converted into a pseudoliquid condition and density, porosity and filtration factor are registered.

Quick ground, density, porosity, filtration factor, methods of measuring, pseudoliquid condition, filtration calculations.

Обводненный мелкодисперсный грунт и почва под действием внешних сил, включая фильтрационный поток, направленный против сил тяжести, могут переходить в псевдожидкое состояние, приобретая свойства жидкости. Несущая способность оснований фундаментов теряется, грунт начинает перемещаться под действием гидродинамических сил, заполняет конструктивные полости сооружений, забивает фильтры скважин и каптажных водозаборов, ловчие каналы и открытые коллекторы заплывают. Процесс перехода грунта в псевдожидкое состояние протекает в несколько стадий. Причем на каждой стадии этого процесса изменяются физические параметры грунта. Обычно это проявляется в локальной области фильтрации, где градиент фильтрационного потока, направленный против сил тяжести, превышает критическую величину. Для разработки мероприятий по предотвращению подобного явления необходимы зависимости изменения физических параметров грунтов и почв: пористости, плотности, плотности твердой фазы, коэффициента фильтрации в различные стадии процесса перехода грунтов и почв в псевдожидкое состояние.

Зависимости можно получить на экспериментальной установке (рисунок). Перед началом испытаний в монолитах образцов грунта ненарушенной структуры определяют: плотность грунта – с приме-

нением цилиндра-бура, плотность твердой фазы – с применением пикнометра, пористость – с помощью расчета, коэффициент фильтрации – на приборе Дарси.*



Конструкция экспериментальной установки: 1 – успокоительная емкость; 2 – отводящий патрубок; 3 – пористый указатель; 4 – прозрачный корпус; 5 – образец грунта; 6 – манометр; 7 – вентиль; 8 – подводящий патрубок; 9 – направление течения воды; 10 – сетка

В корпус 4 с вертикальной миллиметровой шкалой помещают образец грунта 5. Сетка 10 удерживает нижние слои образца грунта 5 от размыва. Указатель 3 выполнен в виде тонкой перфорированной цветной пленки. Перфорация не оказывает существенного сопротивления

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

фильтрационному потоку. Малый вес пленки не оказывает дополнительного давления на частицы грунта и не влияет на пльвунные свойства образца 5. Указатель 3 перемещается вместе с поверхностью образца грунта 5 и точно отмечает изменение его длины. По шкале на корпусе 4 фиксируют изменение длины образца грунта 5. Через подающий патрубок 8 поток воды 9 поступает в успокоительную емкость 1. Заполняет ее полностью и через сетку 10 входит в образец грунта 5. Далее вода фильтруется через образец грунта 5 и сливается через водослив и выходящий патрубок 2. Измерения проводят в несколько периодов. Первый период: после установки образца грунта 5 открывают вентиль 7 и постепенно повышают уровень воды в корпусе 4. При медленном повышении уровня воды из пор грунта уходят пузырьки воздуха. Приоткрывая далее вентиль 7, увеличивают расход воды и после стабилизации процесса фильтрации фиксируют манометром 6 напор H_0 , объемным способом – расход воды Q_0 и по миллиметровой шкале длину образца грунта 5 – L_0 . Второй период: увеличивают степень открытия вентиля 7 и после стабилизации процесса фильтрации фиксируют напор H_1 , объемным способом – расход воды Q_1 , по миллиметровой шкале – длину образца грунта 5 – L_0 . Измерения повторяют до перехода образца грунта в псевдожидкое состояние, когда дальнейший рост расхода Q и напора H увеличивает гидродинамическую силу до предельных значений. Образец грунта переходит в пульпу, структура теряется полностью, наблюдается витание частиц грунта. Измерения прекращают.

В процессе испытаний необходимо наблюдать за положением частиц образца грунта и изменением его длины. В успокоительной емкости 1 горизонтальная составляющая скорости потока затухает и переходит в вертикальную. Для устранения формирования струйных течений в образце грунта 5 диаметр успокоительной емкости 1 принимают больше диаметра прозрачного корпуса 4.

На частицы грунта действует сила тяжести, гидродинамическая сила и сила сцепления. Рост напора H и расхода Q увеличивает величину гидродинамической силы, изменяя схему укладки

частиц в образце грунта. При этом изменяется длина образца, пористость, плотность, коэффициент фильтрации, снижается несущая способность. Когда гидродинамическая сила восходящего потока равна сумме сил тяжести и сцепления между частицами грунта, образец переходит в псевдожидкое состояние. В этом состоянии частицы грунта еще сохраняют упорядоченную структуру, но полностью теряется несущая способность. Момент перехода образца грунта в псевдожидкое состояние фиксируют по началу погружения грузика, размещенного на поверхности перфорированной пленки. Используют грузики массой не более 10 г. Увеличение массы грузика свыше 10 г создает эффект пригрузки поверхностного слоя образца грунта, что повышает погрешность измерений.

Физические параметры грунта в i -е периоды измерений определяем по следующим формулам.

$$\text{Плотность грунта } P_i = LP/L_i,$$

где P – плотность грунта, определенная перед началом испытаний с применением цилиндра-бура; L – длина образца грунта до начала фильтрации.

$$\text{Пористость } n_i = 1 - P_i/P_T,$$

где P_T – плотность твердой фазы, определенная перед началом испытаний с применением пикнометра.

$$\text{Коэффициент фильтрации } K_{\text{фи}} = Q_i/FJ_i,$$

где Q_i – расход; F – площадь поперечного сечения образца грунта; $J_i = H_i/L_i$ – градиент напора.

В процессе перехода образца грунта в псевдожидкое состояние плотность, пористость, коэффициент фильтрации увеличиваются до 18 % от значений, определенных в исходном состоянии. Снижение размера среднего диаметра частиц пльвунного грунта увеличивает отклонение физических показателей от исходных значений.

Растворы некоторых веществ изменяют силы сцепления между частицами грунта и оказывают существенное влияние на интенсивность процесса перехода его в псевдожидкое состояние. К таким веществам относят ПАВ, продукты переработки нефти, отходы гидролизного производства, стоки с предприятий пищевой и мясомолочной продукции и др. Если есть вероятность попадания раствора такого вещества на обследуемый участок, то его применяют при определении физических параметров образцов пльвунного грунта.

Фильтрационные расчеты в пльвун-

ных грунтах выполняют в два этапа. На первом этапе в расчетах используют коэффициент фильтрации, определенный для грунта, не затронутого процессом перехода в псевдожидкое состояние. Определяют локальные участки области фильтрации с критическими градиентами фильтрационного потока. На втором этапе область фильтрации разбивают на две и более кусочно-однородных областей. Одна область включает грунт, охваченный процессом перехода в псевдожидкое состояние, другая этим процессом не затронута.

Выводы

Фильтрационные расчеты выполняют для различных стадий процесса перехода грунта в псевдожидкое состояние. Учет особенностей плавунного грунта обеспечивает повышение надежности работы гидротехнических сооружений на мелиоративных объектах.

Материал поступил в редакцию 23.03.11.
Касьянов Александр Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Почвоведение и земледелие»
E-mail: Kasian64@mail.ru

УДК 502/504:631.6.02:574

Т. И. СУРИКОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

Е. А. ПИВЕНЬ, А. В. ШУРАВИЛИН

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский университет дружбы народов»

СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ СОЕДИНЕНИЙ КАДМИЯ И СВИНЦА В ПОЧВАХ ПРИ ОРОШЕНИИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ В УСЛОВИЯХ ЕГИПТА

Проанализирована динамика общего содержания и распределения разных форм соединений кадмия и свинца при орошении сточными водами аллювиальных и пустынных почв Египта. Предложена технология циклического орошения сточными водами.

Орошение земель, сточные воды, тяжелые металлы.

При остром дефиците водных ресурсов в Египте сточные воды рассматривают как дополнительный источник оросительной воды на территориях, удаленных от реки Нил. Сточные воды городов Египта характеризуются непостоянством химического состава и после очистки обладают слабой минерализацией, щелочной реакцией, имеют высокое содержание взвешенных веществ и химически поглощенного кислорода (ХПК), среднее количество биогенных элементов. По ирригационным

и санитарно-гигиеническим показателям сточные воды являются умеренно опасными. Наличие большинства тяжелых металлов значительно ниже предельно допустимой концентрации (ПДК), однако содержание кадмия и свинца часто довольно высокое [1].

Динамика содержания и формы соединений тяжелых металлов изучались при орошении сточными водами на аллювиальной легкоуглинистой почве озерного происхождения и пустынной желто-бурой