

*ОТБОР ОБРАЗЦОВ (МОНОЛИТОВ) ГРУНТА
ПРИРОДНОГО СЛОЖЕНИЯ И ПРИРОДНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ
ПОЛЕВОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПЛЛ-9*

А.С. СУКМАНЮК, М.А. ПАСТУХОВ

*Кубанский государственный технологический университет,
350002, Российская Федерация, г.Краснодар, ул.Московская, 2,
электронная почта: a.sukmanjuk@mail.ru*

Полевые лаборатории ПЛЛ-9 предназначены для ускоренных исследований строительных свойств структурно-устойчивых и макропористых грунтов в полевых условиях. Исследования приборами полевой лаборатории производят непосредственно в поле или на строительной площадке над образцами грунта, отобранными с помощью приспособлений, включенных в состав полевой лаборатории. В статье рассказано как для определения объемного веса грунта, весовой или объемной влажности, а так же компрессионных, просадочных и фильтрационных свойств и показателей сдвига отбирают образцы (монолиты) грунта природного сложения и природной влажности из шурфов, котлованов, разведочных канав и расчисток. Подробно описано, с помощью каких приспособлений отбираются монолиты, порядок отбора, хранения и испытаний. Изложен порядок испытаний при определении влажности, коэффициента пористости, приведены формулы расчетов. Описан порядок и последовательность определения пластичности глинистых грунтов и границы текучести.

Ключевые слова: природная влажность, монолиты, пористость, высушивание, горизонтальное смещение, шурфы, грунтоотборные гильзы.

Для определения объемного веса грунта, весовой или объемной влажности, а также компрессионных, просадочных и фильтрационных свойств и показателей сдвига отбирают образцы (монолиты) грунта природного сложения и природной влажности из шурфов, котлованов, разведочных канав и расчисток.

Образцы грунта природного сложения отбирают в грунтоотборные гильзы, погружаемые в дно шурфа с помощью специального направляющего цилиндра, гарантирующего от перекосов и уплотнения грунта (рисунок 1) [3].

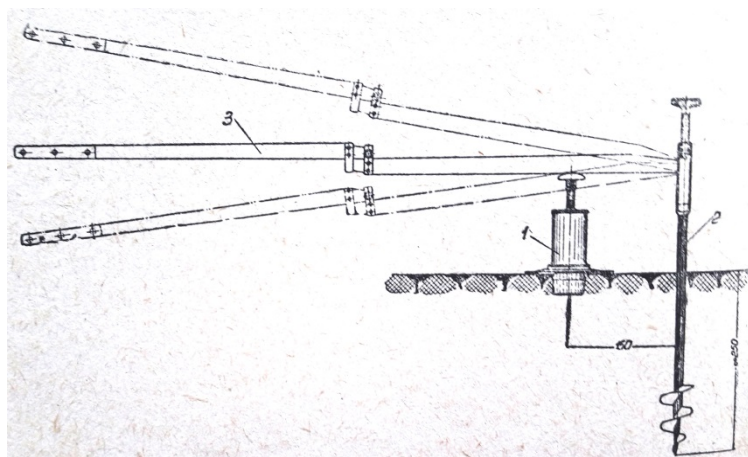


Рисунок 1 –Схема работы прибором при отборе монолитов грунта:
1 – прибор для отбора монолитов грунта; 2 – винтовой закреп; 3 – рычаг

Образцы грунта отбирают следующим образом. На расчищенной площадке устанавливают прибор так, чтобы нижняя поверхность опорного диска плотно прилегала к площадке, а расположенные снизу три заостренных зуба закрепляли прибор в грунте, предохраняя его от горизонтальных смещений. Затем в направляющий цилиндр вставляют грунтоотборную гильзу (заостренной частью вниз) и поршень со штоком. Нажимая ручкой на грибовидную рукоятку, погружают в грунт грунтоотборную гильзу до отказа. После полного погружения гильзы рукоятку осторожно поднимают, и весь прибор переставляют на новое место, на расстояние 10-15см для отбора второго монолита для параллельного исследования.

После погружения всех грунтоотборных гильз в грунт осторожно подрезают ножом грунт вокруг гильзы и затем вынимают гильзы вместе с грунтом. Излишки грунта, выступающие с обоих торцов гильзы, тщательно срезают ножом. После этого на верхний (тупой) конец гильзы надевают алюминиевую бюксу, упирающуюся своим торцом в кромку гильзы, и образец грунта перемещают в бюксу при помощи выталкивателя.

При плотных грунтах для погружения грунтоотборной гильзы усилия руки недостаточно. В этом случае гильзу погружают в грунт при помощи специального рычажного приспособления, состоящего из рычага (одинарного или двойного) и винтового закрепа. Винтовой закреп заворачивают в грунт

примерно на глубину 25 см от поверхности. При отборе образцов грунтов ось прибора располагают не ближе 12 см от закрепа [2].

Отобранные образцы грунта взвешивают вместе с бюксами на весах. При хранении образцов в бюксах с закрытыми крышками, защищенных от непосредственного воздействия ветра и высоких температур, разрыв во времени между отбором образцов грунта и их взвешиванием допускается до 4 часов. В жаркое летнее время бюксы с образцами рекомендуется взвешивать не позже чем через 2 часа после отбора образцов.

Образцы грунта природного сложения и природной влажности для определения компрессионных, просадочных, фильтрационных свойств грунта и для испытания грунта на сдвиг отбирают аналогично способу, указанному выше с тем лишь отличием, что отобранные образцы грунта вместе с гильзами помещают в компрессионные бюксы между двумя тонкими бумажными фильтрами диаметром 55мм.

Отобранные образцы грунта взвешивают совместно с гильзами и фильтровальной бумагой, а результаты взвешивания заносятся в полевой журнал [5].

Из каждой точки, где отбирают образцы грунта природного сложения и природной влажности, отбирают дополнительные образцы грунта нарушенной структуры для определения гранулометрического состава, угла естественного откоса, плотности, пластичности, максимальной молекулярной влагоемкости и других характеристик грунта.

Немедленно после отбора образцов в журнале заносят следующие сведения: а) название пункта взятия образцов; б) название выработки и ее номер; в) глубина отбора образцов; г) номера бюкс; д) предварительное наименование грунта по визуальному определению; е) дата взятия образцов; ж) должность и фамилия лица отобравшего образцы. Занесенные в журнал сведения должны быть подписаны лицом отобравшим образцы грунта.

Исследование образцов грунта.

В полевых условиях образцы грунта высушивают в специальном сушильном шкафу полевой лаборатории. Сушат образцы грунта в полевых условиях в следующем порядке. Снимают верхнюю часть корпуса сушильного шкафа и верхнюю сушильную полку. Открывают подготовленные к сушке боксы с образцами грунта, надевают крышки на нижнюю часть бокса и в таком положении устанавливают боксы на нижней сушильной полке шкафа. При большом числе высушиваемых образцов часть их устанавливают на верхней полке. После установки образцов верхнюю съемную секцию шкафа устанавливают над нижней секцией с помощью завинченных до отказа зажимных винтов, открывают полностью вентиляционный регулятор, вставляют термометр и подключают шкаф к сети напряжением 127в или 220в. Для этого вначале одну вилку шнура подключают к шкафу и лишь после этого вторую вилку шнура к штепсельной розетке. Отключают от сети шкаф у штепсельной розетки, но не у шкафа. Другой порядок подключения и отключения сушильного шкафа не допускается во избежание короткого замыкания через корпус шкафа.

Образцы грунта сушат при температуре 100-105⁰С в течение 8-12 часов.

Температура в сушильном шкафу регулируется автоматическим терморегулятором. Для контроля за включением тока служит сигнальная лампочка, которая горит, пока температура в шкафу не превышает заданной, и гаснет, одновременно отключая шкаф, если температура поднимается выше заданной.

Объемный вес грунта γ_0 определяют методом режущего кольца. Для определения объемного веса грунта отбирают точно фиксированный объем грунта природного сложения и природной влажности и устанавливают истинный вес отобранного образца [3].

В качестве режущего кольца применяют грунтоотборную гильзу прибора. Объемный вес грунта вычисляют по формуле:

$$\gamma_0 = \frac{g_1 - g_0}{V} = \frac{g_1 - g_0}{50} \text{ г/см}^3,$$

где g_1 - вес бюксы с грунтом, г;

g_0 - вес бюксы, г;

V - объем грунта, принимаемый равным внутреннему объему грунтоотборной гильзы (50см^3).

Для каждого образца грунта производят по 2-3 параллельных определения объемного веса. Расхождение в параллельных определениях допускается не более чем на $0,03\text{г/см}^3$.

За объемный вес грунта принимают среднее арифметическое из результатов параллельных определений, выраженное с точностью до двух десятичных знаков.

Для определения весовой влажности используют образец грунта, отобранный с помощью грунтоотборной гильзы при определении объемного веса.

После того как был определен первоначальный вес отобранного грунта, бюксу вместе с грунтом помещают в сушильный шкаф, где высушивают до практически полной потери влаги [4].

После окончания высушивания бюксу вынимают из сушильного шкафа с помощью тигельных щипцов, плотно закрывают крышкой и после охлаждения в эксикаторе взвешивают.

Весовую влажность грунта вычисляют по формуле:

$$W = \frac{g_1 - g_0}{g_2 - g_0} \times 100$$

где g_1 и g_2 - вес бюксы с грунтом соответственно до и после высушивания, г; g_0 - вес бюксы, г.

Для каждого грунта производят по 2-3 определения объемного веса и весовой влажности и за окончательный результат принимают среднее арифметическое значение [2].

Расхождение между параллельными определениями более 2% не допускается.

Объемную влажность W_0 определяют по формуле

$$W_0 = \frac{g_1 - g_2}{V} \times 100$$

Степень влажности G определяют по формуле

$$G = W\gamma \frac{(100-n)}{100n} \quad \text{или} \quad G = \frac{W\gamma}{100\varepsilon}$$

где W - природная весовая влажность грунта;

γ - удельный вес частиц грунта;

n - пористость;

ε - коэффициент пористости грунта природного сложения.

При пользовании полевыми лабораториями можно принимать удельный вес грунтов, приведенный ниже.

Удельный вес грунтов, г/см³:

Пески	2,66
Супеси	2,7
Суглинки	2,71
Глины	2,74
Лессы	2,65
Лессовидные суглинки	2,68

Определение пористости.

Коэффициентом пористости ε называют отношение объема пор к объему минеральной части грунта.

$$\varepsilon = \frac{\gamma(1+0,01W)}{\gamma_0} - 1 \quad \text{или} \quad \varepsilon = \frac{n}{100-n}$$

где γ_0 - объемный вес грунта;

γ - удельный вес грунта;

W - весовая влажность.

Пористостью n грунта называют процентное отношение объема пор к общему объему грунта

$$n = \left[1 - \frac{\gamma_0}{\gamma(1+0,01W)} \right] \times 100$$

$$\text{или} \quad n = \left(\frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \right) \times 100$$

Плотность песчаных грунтов определяется в зависимости от коэффициента пористости ϵ (Табл.1)

Таблица 1. Плотность сложения песчаных грунтов.

Наименование видов песчаных грунтов	Плотность сложения песчаных грунтов		
	плотных	средней плотности	рыхлых
Пески гравелистые, крупные и средней крупности	$\epsilon < 0,55$	$0,55 \leq \epsilon \leq 0,7$	$\epsilon \geq 0,7$
Пески мелкие	$\epsilon < 0,6$	$0,6 \leq \epsilon \leq 0,75$	$\epsilon > 0,7$
Пески пылеватые	$\epsilon < 0,6$	$0,6 \leq \epsilon \leq 0,8$	$\epsilon > 0,8$

Плотностью грунта называют отношение массы пробы грунта к ее объему.

Плотность грунта ρ , г/см³, рассчитывают по формуле

$$\rho = \frac{m_{пр}}{V_{пр}}$$

где $m_{пр}$ - масса пробы грунта г;

$V_{пр}$ - объем пробы грунта, см³.

Характеристикой плотности грунта является также объемный вес γ Н/см³, который в системе СИ представляет собой произведение плотности на ускорении свободного падения, т.е.

$$\gamma = \rho \cdot g$$

где g - ускорение свободного падения, принимаемое равным 9,81 м/с².

Плотность грунта определяется плотностью входящих в него минералов, пористостью и влажностью. Грунт естественного залегания имеет плотность, сформировавшуюся в ходе геологической истории. При искусственном уплотнении заданная плотность грунта достигается применением соответствующих технологий [1].

Когда говорят об уплотнении грунта, то подразумевают, что оно происходит за счет уменьшения объема пор и при этом, очевидно должна увеличиваться масса скелета в единице объема грунта. Следовательно, плотность скелета является характеристикой плотности грунтов, причем более надежной, чем плотность (или объемный вес) так как плотность скелета не зависит от влажности грунта.

Плотностью скелета грунта (плотностью сухого грунта) называют отношение массы минеральных частиц в пробе грунта к объему пробы.

Плотность скелета грунта ρ_d , г/см³, рассчитывают по формуле

$$\rho_d = \frac{m_{\text{сух}}}{V_{\text{пр}}} \text{ или } \rho_d = \frac{\rho}{1+W}$$

где W - влажность грунта, д.е.

Для определения плотности связных грунтов применяют метод режущего кольца и метод взвешивания в воде (гидростатическое взвешивание). Для сыпучих грунтов определяют максимальное и минимальное значение плотности.

Определение пластичности глинистых грунтов.

Образец глинистого грунта в воздушно-сухом состоянии объемом 50см³ разминают при помощи грибообразной головки выталкивателя с надетым на нее резиновым пестиком и просеивают через сито с отверстиями 0,5 мм.

Для определения границы раскатывания прошедший через сито грунт переносят в алюминиевую чашку, смачивая водой до состояния густого теста, тщательно перемешивают, закрывают крышкой и выдерживают не менее 10ч. Затем тщательно перемешивают, берут из него небольшой кусочек и раскатывают пальцами на какой-либо гладкой поверхности до образования грунта диаметром около 3мм. Если при этом диаметре грунт не крошится, его переминают и вновь раскатывают до указанного диаметра. Раскатывание ведут, слегка нажимая на жгут. Граница раскатывания считается достигнутой, если жгут диаметром около 3 мм начинает крошиться по всей длине на кусочки 3-5мм [6].

Если при любой влажности из данного грунта невозможно раскатать жгут требуемого диаметра, считают, что грунт не имеет границы раскатывания. Раскрошившиеся кусочки грунта собирают в алюминиевую бюксу в количестве не менее 10г., и определяют весовую влажность описанным выше способом. Для каждого образца грунта производят не менее двух параллельных

определений границы раскатывания. Расхождение в параллельных определениях допускается не более чем на 2% весовой влажности.

За границу раскатывания принимают среднее арифметическое из параллельных определений, выраженное в целых процентах.

Границу текучести определяют для глинистых грунтов, обладающих границей раскатывания. Подготовленное к испытанию грунтовое тесто тщательно перемешивают и выкладывают с помощью ножа в алюминиевую чашку прибора не ниже чем на 10мм от края. Поверхность теста сглаживают тупой гранью ножа, чашку устанавливают на верхнюю часть грибообразной рукоятки прибора для отбора образцов грунта и закрепляют на ней с помощью специальных лапок. Острие балансирного конуса смазывают тонким слоем жира или вазелина. Конус подносят острием к поверхности грунтового теста в чашке и опуская его дают ему в течение 5 сек. погружаться в тесто под влиянием собственного веса.

Погружение конуса в грунтовое тесто за 5 сек., на глубину менее 10мм показывает, что влажность теста еще не достигла искомой границы текучести. В этом случае грунтовое тесто вынимают из чашки, добавляя в него воды, тщательно перемешивают и повторяют опыт.

При погружении конуса на глубину более 10 мм грунтовое тесто вынимают из чашки, кладут на стекло или лист чистой бумаги и дают ему немного подсохнуть,

Одновременно перемешивая острием ножа, после чего повторяют операцию с погружением конуса. Погружение конуса в течение 5 сек., на глубину 10 мм говорит о достижении искомой границы текучести. В этом случае отбирают из испытанного теста пробу весом не менее 10 г в малую бюксу и определяют весовую влажность описанным способом.

Для каждого образца грунта производят не менее двух параллельных испытаний границы текучести. Расхождение в параллельных определениях допускается не более чем в 2% весовой влажности.

За границу текучести принимают среднее арифметическое из параллельных определений, выраженное в целых процентах.

Таким образом, отобранные образцы грунта при помощи оборудования входящего в состав полевой лаборатории Литвинова, можно сразу же исследовать на влажность, а для глинистых грунтов определить границу раскатывания и границу текучести. Определение характеристик грунтов непосредственно на месте отбора проб исключает возможные случайные ошибки, сокращает сроки испытаний, дает возможность быстро провести дополнительные контрольные пробы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Науки о земле. Осенняя Е.Д., Кононенко В.Н. Краснодар, КубГТУ, 2006г. 190с.
2. Васильев Ю.П., Денисенко В.В., Ляшенко П.А., Осенняя. Инженерная геология, учебное пособие. Краснодар, КубГТУ, 2003г. 107с.
3. Полевая лаборатория ПЛЛ-9. Инструкция по исследованию строительных свойств грунтов. Харьков, Внешторгиздат 1971г. 36с.
4. Ананьев В.А., Потапов А.Д. Инженерная геология. М. Высшая школа 2007г. 465с.
5. Сукманюк А.С. Карл Цейс – путь к успеху / Научные труды КубГТУ №13 2015г. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/720>
6. Пастухов М.А. Геологические и гидрологические характеристики долины реки Малая Лаба. Краснодар. / Пастухов М.А., Сукманюк А.С. Научные труды КубГТУ № 10 2016г. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1152>

REFERENCES

1. Nauki o zemle. Osennyaya E.D., Kononenko V.N. Krasnodar, KubGTU, 2006g. 190s.
2. Vasilev Yu.P., Denisenko V.V., Lyashenko P.A., Osennyaya. Inzhenernaya geologiya, uchebnoe posobie. Krasnodar, KubGTU, 2003g. 107s.
3. Polevaya laboratoriya PLL-9. Instruktsiya po issledovaniyu stroitelnykh svoystv gruntov. Kharkov, Vneshtorgizdat 1971g. 36s.

4. Anan'ev V.A., Potapov A.D. Inzhenernaya geologiya. M. Vysshaya shkola 2007g. 465s.

5. Sukmanyuk A.S. Karl Tseys – put k uspekhu / Nauchnye trudy KubGTU №13 2015g. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/720>

6. Pastukhov M.A. Geologicheskie i gidrologicheskie kharakteristiki doliny reki Malaya Laba. Krasnodar. / Pastukhov M.A., Sukmanyuk A S. Nauchnye trudy KubGTU № 10 2016g. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1152>

SAMPLES (MONOLITHS) SOIL NATURAL ADDITION AND THE NATURAL MOISTURE WITH THE HELP OF FIELD LABORATORY PLL-9

A. S. SUKMANYUK, M.A.PASTUKHOV

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350002;
e-mail: a.sukmanyuk@mail.ru*

Field laboratory PLL-9 is designed for accelerated research of construction properties of structurally-stable and macroporous soils in the field. Studies with devices of field laboratory to produce directly in the field or at a construction site on the soil samples, selected with the help of devices that are included in the field laboratory. The article describes how to determine volumetric weight of the soil, gravimetric or volumetric moisture content and compression, subsidence and filtration properties and performance of shear-selected samples (monoliths) soil natural addition and the natural moisture of the test pits, trenches, exploratory ditches and clearing. Explained in detail what adaptations are selected monoliths, the order of selection, storage and testing. Outlines the test procedure in determining the moisture content of porosity, the formulas for calculations. Described the sequence of determining the plasticity of clay soils and border fluidity.

Key words: natural humidity, monoliths, porosity, drying, horizontal shift, holes, capacities for soil selection.