

## ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

1. Определение плотности твердой фазы почвы
2. Определение плотности сложения почвы
3. Расчет общей пористости и пористости аэрации почвы
4. Определение пластичности почвы

### 1. Определение плотности твердой фазы почвы

*Ход работы.* В пикнометр или мерную колбу на 100 мл наливают до метки прокипяченную и охлажденную до комнатной температуры дистиллированную воду, измеряют температуру и взвешивают. Из взвешенного пикнометра выливают  $\frac{1}{2}$  всего объема воды. Затем из просеянного через миллиметровое сито образца берут навеску воздушно-сухой почвы 10 г и высыпают в пикнометр. Содержимое пикнометра кипятят 30 мин для удаления воздуха, доливая, по мере выкипания, дистиллированную воду до половины объема. После кипячения пикнометр с содержимым охлаждают до комнатной температуры, доливают прокипяченную и охлажденную воду до метки и, измерив  $t$ , взвешивают. Плотность твердой фазы почвы рассчитывают по формуле

$$d = \frac{a}{b+a-c},$$

где  $d$  – плотность твердой фазы почвы, г/см<sup>3</sup>;  
 $a$  – масса абсолютно сухой почвы, г;  
 $b$  – масса пикнометра с водой, г;  
 $c$  – масса пикнометра с водой и почвой, г.

Массу абсолютно сухой почвы определяют по формуле

$$a = \frac{A}{K_{H_2O}},$$

где  $A$  – навеска воздушно-сухой почвы, г;  
 $K_{H_2O}$  – коэффициент гигроскопичности.  
Результаты определения заносят в табл. 1.

Таблица 1. Определение плотности твердой фазы почвы

№ пикнометра	Масса пикнометра с водой, г	Масса воздушно-сухой почвы, г	Коэффициент гигроскопичности	Масса сухой почвы, г	Масса пикнометра с водой и почвой, г	Плотность твердой фазы почвы, г/см <sup>3</sup>
	$b$	$A$	$K_{H_2O}$	$a$	$c$	$d$

### 2. Определение плотности сложения почвы

*Ход работы.* Берут цилиндр высотой около 100 мм, взвешивают с точностью до 0,01 г. Насыпают в цилиндр почву из нерастертого образца, уплотняя ее по мере наполнения постукиванием о ладонь. Измеряют диаметр цилиндра, высоту насыпного слоя почвы. Объем почвы в цилиндре рассчитывают по формуле

$$v = \pi r^2 h,$$

где  $\pi - 3,14$ ;  
 $r$  – радиус цилиндра, см;  
 $h$  – высота слоя почвы в цилиндре, см.

Цилиндр с почвой взвешивают и определяют массу воздушно-сухой почвы ( $A$ ) по разности между массой цилиндра с почвой ( $A_2$ ) и массой пустого цилиндра ( $A_1$ ):

$$A = A_2 - A_1.$$

Массу абсолютно сухой почвы ( $m$ ) рассчитывают по формуле

$$m = \frac{A}{K_{H_2O}},$$

где  $K_{H_2O}$  – коэффициент гигроскопичности.  
 Плотность почвы определяют по формуле

$$d_v = \frac{m}{v},$$

Зная плотность почвы, можно рассчитать массу ее пахотного слоя ( $M$ ), например, на площади 1 га:

$$M = Vd_v,$$

где  $V$  – объем пахотного слоя, м<sup>3</sup>;  
 $d_v$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>.  
 Объем пахотного слоя почвы (м<sup>3</sup>) рассчитывается по формуле

$$V = Sh,$$

где  $S$  – площадь 1 га, м<sup>2</sup>;  
 $h$  – мощность пахотного слоя, м.  
 Результаты расчетов заносят в табл. 2.

Таблица 2. Определение плотности почвы из рассыпного образца и массы пахотного слоя почвы на площади в 1 га

№ цилиндра	Масса пустого цилиндра	Масса цилиндра с почвой	Масса воздушно-сухой почвы	Коэффициент гигроскопичности	Масса абсолютно сухой почвы	Радиус цилиндра	Высота цилиндра	Объем почвы в цилиндре	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Масса пахотного слоя почвы
	$A_1, \text{ г}$	$A_2, \text{ г}$	$A, \text{ г}$	$K_{H_2O}$	$m, \text{ г}$	$r, \text{ см}$	$h, \text{ см}$	$v, \text{ см}^3$	$d_v$	$M, \text{ т/га}$

### 3. Расчет общей пористости и пористости аэрации почвы

*Ход работы.* Пористость определяют по соотношению плотности сложения почвы и плотности ее твердой фазы по формуле

$$P_{\text{общ}} = \left(1 - \frac{d_v}{d}\right) 100,$$

где  $P_{\text{общ}}$  – общая пористость почвы, %;  
 $d_v$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;  
 $d$  – плотность твердой фазы почвы, г/см<sup>3</sup>.

За условную единицу здесь принимается объем всей массы почвы (твердая фаза + поры). Для определения объема пор надо из единицы вычесть ту часть объема, которая занята твердой фазой. Эта величина получается делением плотности сложения почвы на плотность твердой фазы. Общую пористость принято подразделять на пористость аэрации и поры, заполненные водой.

Пористость аэрации вычисляют по формуле

$$P_{\text{аэр}} = P_{\text{общ}} - P_w,$$

где  $P_w$  – объем пор, занятых водой, %.

В свою очередь, объем пор, занятых водой ( $P_w$ ), можно рассчитать по формуле

$$P_w = d_v W,$$

где  $d_v$  – плотность сложения почвы, г/см<sup>3</sup>;  
 $W$  – полевая влажность почвы, %.

В качестве полевой влажности ( $W$ ) можно использовать оптимальную влажность почвы (ОВ), которая примерно равна 60% от полной влагоемкости (ПВ), т.е.  $ОВ = 0,6 \cdot ПВ$ .

Результаты расчетов заносят в табл. 3.

Таблица 3. Определение общей пористости и пористости аэрации

Плотность твердой фазы почвы, г/см <sup>3</sup>	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Общая пористость (воздухоёмкость), %	Оптимальная влажность почвы, %	Объем пор, занятых водой	Пористость аэрации (воздухообеспеченности), %
$d$	$d_v$	$P_{\text{общ}}$	ОВ	$P_w$	$P_{\text{аэр}}$

#### 4. Определение пластичности почвы

*Ход работы. Определение верхнего предела пластичности ( $W_1$ ) (Метод А.В. Васильева.)*

Воздушно-сухую почву, просеянную через сито 0,5 мм, смоченную водой до густого состояния и хорошо размешанную, помещают в закрытый сосуд с водяными парами на 24 ч. После этого почвенную массу переносят в небольшую фарфоровую чашку, наполняя ее до краев слоем 3-4 см.

Затем берут смазанный вазелином конус Васильева, который представляет собой полированный конус из нержавеющей стали с углом в вершине 30° и высотой 25 мм. На высоте 10 мм от вершины конуса нанесена круговая метка. При основании его смонтировано балансированное устройство, состоящее из двух металлических шаров, укрепленных на концах стальной проволокой, согнутой в полукруг. Общая масса конуса 76 г. Центр основания имеет ручку и опускают его на почву в чашке. Если влажность соответствует верхней границе пластичности, то конус под влиянием собственного веса должен погрузиться

на глубину до 10 мм, что видно по отметке на конусе. Если конус не достиг глубины 10 мм, почву увлажняют и снова повторяют погружение. Погружение конуса повторяют минимум 3 раза, после чего почву помещают в предварительно взвешенный алюминиевый стаканчик, взвешивают и ставят в сушильный шкаф с температурой 105°C для высушивания. Через 5 часов достают стаканчик из сушильного шкафа, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе с CaCl<sub>2</sub> и взвешивают. Высушивание производят до постоянной массы.

Влажность нижней границы текучести (верхний предел пластичности – W<sub>1</sub>) рассчитывают по формуле:

$$W_1 = \frac{b_1 - c_1}{c_1 - a_1} 100\%,$$

где  $a_1$  – масса пустого стаканчика;  
 $b_1$  – масса стаканчика с почвой до высушивания;  
 $c_1$  – масса стаканчика с почвой после высушивания.

*Определение нижнего предела пластичности (W<sub>2</sub>). (Метод Аттеберга.)*

Нижнюю границу пластичности определяют следующим образом. Почвенную массу после определения верхнего предела пластичности подсушивают. Из нее скатывают шарик диаметром 1 см и раскатывают его на бумаге в шнур толщиной 3 мм. Если при раскатывании шнур не распадается, то почву вновь собирают в шарик и раскатывают. Эту операцию повторяют до тех пор, пока вследствие потери избытка влаги шнур начинает распадаться на мелкие кусочки (8–10 мм), которые быстро собирают в сушильный стаканчик, взвешивают и ставят в сушильный шкаф с температурой 105°C для высушивания. Через 5 часов достают стаканчик из сушильного шкафа, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе с CaCl<sub>2</sub> и взвешивают. Высушивание производят до постоянной массы.

Влажность границы раскатывания почвы в шнур (нижний предел пластичности – W<sub>2</sub>) рассчитывают по формуле

$$W_2 = \frac{b_2 - c_2}{c_2 - a_2} 100\%,$$

где  $a_2$  – масса пустого стаканчика;  
 $b_2$  – масса стаканчика с почвой до высушивания;  
 $c_2$  – масса стаканчика с почвой после высушивания.

Далее находим число пластичности (W), которое представляет собой разность между числовым выражением верхнего и нижнего пределов пластичности:

$$W = W_1 - W_2.$$

По числу пластичности определяем гранулометрический состав исходной почвы.

По показателям пластичности и естественной влажности рассчитывают показатель консистенции, или число консистенции:

$$K = \frac{W_{\text{ест}} - W_2}{W},$$

где  $W_{\text{ест}}$  – естественная влажность, %;  
 $W_2$  – нижний предел пластичности;  
 $W$  – число пластичности.

В качестве естественной влажности можно использовать оптимальную влажность почвы (ОВ).

