

ТОЧНОСТЬ АНАЛИЗА ГРУНТОВ ПО МЕТОДУ РУТКОВСКОГО

В полевом методе С. И. Рутковского¹ определение глинистых частиц ($< 0,005 \text{ mm}$) основано на том, что они в воде сильно увеличивают свой объем в то время, как песчаные и пылеватые объема в воде почти не изменяют.

Определение глинистых частиц по Рутковскому делается так.

«Взятый образец весом не менее 200 г предварительно высушивается на воздухе, размельчается в ступке осторожно деревянным пестиком, не раздробляя отдельных зерен минералов, и просеивается через сито в 1 mm. Грунт, прошедший через сито, тщательно перемешивается и всыпается в цилиндрическую мензуруку в 100 см³ диаметром в 2,5 см в таком количестве, чтобы после уплотнения легким постукиванием мензурука на каком-либо упругом предмете (книга, тетрадь и т. п.) получилось 3 см³ (глины, тяжел. суглинки) или 5 см³ (легкие суглинки, супеси). Затем уплотненный грунт разрыхляется постукиванием края дна мензуруки, приливается 50—70 см³ воды, и грунт размешивается стеклянной палочкой с каучуковым наконечником для отделения глинистых частиц от частиц песчаных и пылеватых. Размешивание производится до тех пор, пока на стенках мензуруки при растирании грунта не исчезнут мазки глины. Когда это достигнуто, вливается 3 см³ раствора хлористого кальция (5,5 г на 100 см³ воды), снова размешивается, добавляется вода до 100 см³, и грунт оставляют отстаиваться. На следующий день определяется приращение объема грунта, это приращение пересчитывается на 1 см³ объема сухого грунта. В тех случаях, когда для анализа взяты образцы тяжелых жирных глин, увеличение объема отмечается после того, как набухшая масса примет постоянный объем (2-3 дня).

Вычисление содержания глинистых частиц производится по таблице:

Приращение на 1 см ³ сухого вещества	% глинистых частиц	Приращение на 1 см ³ сухого вещества		% глинистых частиц
		на 1 см ³ сухого вещества	на 1 см ³ сухого вещества	
4	90,7	1,75	39,68	
3,75	85,03	1,50	34,00	
3,50	79,63	1,25	18,34	
3,25	73,67	1,20	22,67	
3,00	63,01	0,75	17,00	
2,75	62,25	0,30	11,33	
2,50	56,68	0,35	7,93	
2,00	45,35	0,12	2,72	

Указанный метод ввиду его простоты, отсутствия сложного оборудования и быстроты его производства получил широкое распространение. При производстве анализов по этому методу, как выяснилось из докладов 1 Всесоюзной дорожной конференции по исследовательскому делу, некоторые грунты в отношении содержания глинистых частиц дают цифры, сильно расходящиеся с цифрами, получаемыми по методу Робинсона. Для выяснения этого расхождения нами были проделаны опыты с целью определения:

1) величины набухания глинистых частиц в различных почвах,

2) точности метода определения глинистых частиц по набуханию,

3) влияния на результаты анализа первоначально взятого объема сухого грунта и

4) влияние величины мензуруки.

Набухание глинистых частиц черноземов и солонцов. В основу вычисления процента глинистых частиц в почвах и грунтах С. И. Рутковским было взято набухание глуховского каолина, содержащего 90,7% частиц $< 0,005 \text{ cm}$ и дающего в воде приращение в 4 см³ на 1 см³ сухого грунта; по набуханию каолина определяется процент глинистых частиц во всех других грунтах и почвах. Необходимо было выявить коэффициент набухания для каждого типа почв и даже для отдельных генетических горизонтов одной и той же почвы.

Нами было определено набухание в черноземах и солонцах.

Из двух образцов черноземов ЦЧО, а именно с тракта Острогожск—Алексеевка и Чукашевка—С. Березовка, из которых один вскипал, а другой не обнаруживал вскипания, были отмечены фракции $< 0,005 \text{ mm}$ и в обеих была определена величина набухания. Оказалось, что величина набухания глинистой субстанции в первом, и во втором образце равнялась 3,2 см³ на 1 см³ сухого вещества. Этот коэффициент набухания и был принят в основу при вычислении процента глинистых частиц в образцах черноземов ЦЧО, которые были исследованы в отношении их механического состава. Всего было исследовано по методу набухания и по Робинсону 21 образец. Результаты приводятся в следующей таблице 1.

¹ Проф. П. Земятченский, В. Охотин, В. Яновский и С. Рутковский.—«Методы и указания по производству лабораторных испытаний дорожных грунтов». Изд. ЦУМТА.

Табл. 1

Наименование тракта и образца	I	II	III	IV	V	VI	VII
	% глинистых частиц			Расхождение между методами			
	По Робин- зону	По Рут- ковскому	По набуха- нию частиц из чернозе- ма	Робинсона и Рутков- ского	Робинз. и набух. глин. част. из чернозема	Пара л. опыта ми по набуханию	
1. Острогожск — Алексеевка. Разр. 1, глубина 0,10 см.	19,9	18,7	25,65	— 1,2	+ 5,75	0,8	
Разр. 8, 0—25 см.	16,22	15,05	19,50	— 1,17	+ 3,22	0	
Разр. 8, 25—40 см.	18,89	20,17	24,4	+ 1,28	+ 5,51	3,18	
Разр. 23, 25—40 см.	33,58	25,70	35,3	— 7,88	+ 1,72	5,18	
50—70 см.	37,10	27,20	37,5	— 9,90	+ 0,40	0	
Разр. 24, 10—20 см.	22,60	17,70	24,3	— 4,90	+ 1,70	1,3	
30—50 см.	29,88	25,00	34,7	— 4,88	+ 4,82	0	
70—90 см.	25,05	24,00	32,8	— 1,04	+ 4,82	5,5	
Разр. 25, 15—40 см.	19,20	17,70	24,3	— 1,50	+ 5,10	1,3	
50—75 см.	26,80	21,6	27,9	— 5,20	+ 1,10	1,8	
Разр. 26, 15—25 см.	33,61	26,87	36,90	— 6,74	+ 3,29	2,94	
25—40 см.	29,10	23,58	32,5	— 5,52	+ 3,40	0	
Разр. 27, 15—20 см.	38,00	31,73	43,7	— 6,27	+ 5,70	0	
2. Реньевка—Сетище. Разр. 5, глубина 0—10 см.	21,26	19,28	26,56	— 1,98	+ 5,30	2,23	
Разр. 2, 0—15 см.	32,33	28,34	35,00	— 4,0	+ 2,67	5,37	
3. Остр.—Алексеевка. Разр. 23, глубина 15—20 см.	33,85	23,58	32,50	— 10,27	— 1,35	0,91	
4. Чекановка — С. Березовка. Разр. 2, глубина 60—70 см.	38,84	38,40	45,30	— 0,44	+ 6,46	—	
5. Чукашевка—С. Березовка. Разр. 2, глуб. 86—96 см.	41,66	33,10	46,80	— 8,56	+ 5,14	4,54	
6. Остр.—Алексеевка. Разр. 28, глубина 0—25 см.	39,11	29,47	40,0	— 9,64	+ 0,89	4,53	
7. Карьер 14	20,22	14,00	18,8	— 6,22	— 1,42	0	
8. Остр.—Рыбинск. Разр. 1	6,94	4,5	6,25	— 2,5	— 0,69	0	

При определении глинистых частиц по величине набухания каолина, процент их в черноземах ЦЧО получается преуменьшенным по сравнению с результатами анализа по Робинзону, и цифры в отдельных случаях расходятся на 10%. При вычислении же глины по величине набухания глинистой субстанции из черноземов цифры почти во всех случаях (за исключением 3) больше, чем по Робинзону, причем это увеличение не превышает 5%. Такие расхождения, как увидим ниже, лежат в пределах точности самого метода.

Кроме чернозема величина набухания была определена для солонца. Был взят лесс из Таджикистана, из него были удалены углесоли, затем его поглощающий комплекс был насыщен натрием (обработкой раствором хлористого натрия) и избыток соли был удален дилизом. В полученном таким образом искусственном солонце был определен процент частиц $< 0,005 \text{ mm}$ по Робинзону и его величина набухания. Результаты испытаний приведены в таблице.

Г р у н т	% глинист. частиц по Робинзону	Прирост на 1 см ³ сухого вещества	% глинист. частиц по Рутковскому
Лесс, насыщенный натрием и продиализиров.	27,28	2,2 (среднее из 3-х определ.)	50

Из сопоставления получаемых цифр видно, что по методу Рутковского, если для солонцов принять величину набухания ту же, что и для каолина, результаты получаются почти в 2 раза больше, чем по методу Робинзона. Очевидно коэффициент набухания у глинистых частиц солонцев будет больше, чем у каолина. Если подсчитать коэффициент набухания для фракции $< 0,005 \text{ mm}$ из солонца (27,28 дает набухание 2,2, следовательно чистая фракция $< 0,005 \text{ mm}$ будет $\frac{2,2 \cdot 100}{27,28}$), то он будет равняться 8. Этот коэффициент нами был проверен на естественном солонце по методу Робинзона и по набуханию. Результаты получились такие.

Образец	% глинист. частиц по Робинзону	Прирост на 1 см ³ сухого вещества	% глинист. частиц при коэффи. набухания 8	% глинист. частиц по Рутковскому
Тр. Ильялы—Ташаул . . .	27,6	2,4	30,0	54,42

Результаты получаются по Робинзону и по набуханию близкие, если взять коэффициент набухания 8.

Сравнимые цифры получаются при коэффициенте набухания 8 и для солонцов Уральской области. По данным почвоведа А. С. Мачулина (Доклад на 1 Всесоюзной дорожной конференции по исследовательскому делу), при его анализах солонцов по методу Робинзона и Рутковского, цифры получаются несравнимые. Если же взять коэффициент набухания для этих солонцов 8, то результаты получаются более близкие, как это видно из таблицы.

Образец	Горизонт	% глинист. частиц по Робинзону	% глинист. частиц при коэффи. набухан. 8	% глинист. частиц по Рутковскому
Столбчатый солонец, тракт Шумиха, у. Уйское.	B	30,3	39,10	71,12
	C	11,38	20,0	36,26
Солонец призматический, Мехонский район	B ₁	39,5	47,5	86,21
	B ₂	24,64	23,5	53,43
Солонец призматический Лебяжье — Мокроусово	B ₂	42,07	55,0	100,0
	B ₂	40,45	38,6	70,0

Возможно, что коэффициент набухания для глинистой субстанции солонцов Уральской области несколько отличен от 8 и при его установлении цифры между механическим анализом по Робинзону и по набуханию могут совпасть еще ближе.

Точность метода по набуханию. Чтобы установить точность метода нами был определен несколько раз процент глинистых частиц из одних и тех же грунтов, причем результаты получились такие (см. табл. 2, стр. 49).

Здесь наибольшее расхождение между отдельными определениями достигает 5%. Средняя квадратическая ошибка, выведенная на основании 9 определений 1-го образца, равняется 1,67%.

Близкие к приведенным выше результатам получились при параллельных анализах других образцов черноземов ЦЧО, как это видно из табл. 1, столб. VII и из следующей:

Образец	% част. $< 0,005 \text{ mm}$ (сух. вещ. взято 5 см ³)		% част. $< 0,005 \text{ mm}$ (сух. вещ. взято 10 см ³)		Расхождение между определениями	
	I	II	I	II	I	II
Острогожск—Алексеевка «гора»	26,3	22,2	1,8	1,36		
Разр. 27, глуб. 20—40 см	31,2	27,2	1,0	0		
Разр. 8, глуб. 25—40 см	21,76	18,7	0,0	0,8		

Можно считать, что наибольшее расхождение между параллельными определениями не превышает 5%. Очевидно это расхождение является следствием неравномерного уплотнения сухого вещества в мензурке, а также вследствие трудности получения одинаковых объемов сухого вещества в мензурке.

Влияние объема сухого вещества, взятого для анализа. При механическом анализе по методу Рутковского определяется песок и глина в отдельных мензурках, при этом в обеих мензурках нужно производить тщательное растирание грунта до исчезновения мазков, на что тратится порядочно времени. Для определения песка берется объем грунта в 10 см³, для определения глинистых частиц — 5 см³. Возникает вопрос, нельзя ли произвести весь анализ в одной мензурке, взяв объем грунта в 10 см³ и определив сначала по набуханию процент глинистых частиц, затем в той же мензурке определить процент песчаных частиц?

Были поставлены параллельные опыты над определением глинистых частиц в грунтах с первоначальным объемом сухого вещества в 10 см³ и в 5 см³. Результаты получились такие:

Образцы	Объем сухого вещества		Расхождение между I и II
	5 см ³	10 см ³	
Острогожск—Алексеевка. Разр. 24, глуб. 0—10 см	22,67	18,3	4,37
Глуб. 10—20 см	18,3	17,0	1,3
Глуб. 30—50 см	25,0	25,0	0
Разр. 27, глуб. 20—40 см	31,2	27,2	4,0
Разр. 8, глуб. 0—25 см	18,3	15,9	2,4
Тот же разрез, глуб. 25—40 см	21,76	18,7	3,06
Разр. 24, глуб. 70—90 см	26,75	21,25	5,5
Острогожск—Алексеевка «гора»	26,3	22,2	4,1

Как видно из приведенных результатов, расхождение между величинами не превосходит точности самого опыта; однако в общем результаты получаются при 10 см³ несколько преуменьшенные, чем при 5 см³.

Табл. 2

О б р а з е ц	Процент глинистых частиц $< 0,005 \text{ мм}$ в образцах:										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Среднее
Острогожск—Алексеевка. Раз. 8, глуб. 0—25 см.. .	20,0	21,8	18,8	20,0	21,3	17,5	16,8	18,8	20,0	—	19,6
Острогожск—Алексеевка. Раз. 25, глуб. 50—75 см.. .	26,2	26,8	28,7	30,0	—	—	—	—	—	—	27,9

Из этих опытов вытекает, что механический анализ грунтов и суглинков можно по методу набухания вести в одной мензурке.

Влияние объема взятой мензурки. Нами

были сделаны опыты по определению глинистых частиц одних и тех же образцов, в мензурках в 100, 50 и 25 см³. Все мензурки были цилиндрические. Результаты опытов приведены в следующей таблице 3.

Табл. 3

№№	О б р а з ц ы	% глинистых частиц при разме- рах мензурок см ³			Расхождение между		
		I	II	III	I и II	I и II	II и III
1	Острогожск — Алексеевка. Разр. 27, глуб. 20—40 см.	31,2	30,2	—	1,0	—	—
2	Разр. 26, 25—40 см.	23,58	23,58	—	0	—	—
3	Разр. 1, 0—10 см.	19,1	—	18,3	—	0,8	—
4	Разр. 8, 25—40 см.	22,67	20,3	—	2,37	—	—
5	Чернозем. «гора»	—	21,76	21,3	—	—	—
6	Острогожск — Рыбное. Разр. 1, глуб. 0—10 см	4,5	—	4,5	—	0	0,46
7	Чуканов. — С. Берц. Разр. 2, глуб. 86—96 см	29,6	—	25,4	—	4,2	—

Результаты опытов во всех мензурках получились между собой близкие, и расхождения не превышают точности метода.

На основании вышеизложенного можно притти к следующим выводам.

1) При определении глинистых частиц по методу набухания нельзя пользоваться одним коэффициентом набухания для всех почв и грунтов.

Каждый тип почв имеет свой коэффициент набухания, каковой необходимо определить и им пользоваться при анализах. Коэффициент набухания для чернозема будет 3,2 и для солонцов близок к 8.

2) Расхождение в определении глинистых частиц в глинистых грунтах и суглинках по набуханию достигает 5%, следовательно этот метод является ориентировочным.

3) При механическом анализе по набуханию можно пользоваться одной мензуркой и для определения процента глинистых частиц, и для определения песчаных частиц.

4) При определении глинистых частиц по методу набухания можно пользоваться мензурками в 100, 50 и 25 см³.