

КЛАССИФИКАЦИЯ ЧАСТИЦ ГРУНТОВ

В. В. ОХОТИН

В настоящее время большинством исследователей частицы почв и грунтов разбиваются на следующие группы: хрящ (гравий), песок, пыль и глина (ил). Что же касается вопроса, какие частицы относить к той или другой группе, то в этом отношении мнения различны. Ниже приводятся наиболее распространенные классификации частиц:

1. Докучаев В. В.

(при обследовании почв Нижегородской губ.)

Хрящ	≥ 2	м.м.	Хрящ	≥ 3	м.м.
Песок { крупный	2—1	"	Песок { крупный	3—1	"
средний	1—0,5	"	средний	1—0,5	"
мелкий	0,5—0,05	"	мелкий	0,5—0,25	"
Пыль	0,05—0,01	"	Пыль { крупная	0,25—0,05	"
Ил (глина).	$< 0,01$	"	мелкая	0,05—0,01	"

2. Фаддеев и Вильямс

Хрящ	≥ 2	м.м.	Хрящ	≥ 3	м.м.
Песок { крупный	2—1	"	Песок { крупный	3—1	"
средний	1—0,5	"	средний	1—0,5	"
мелкий	0,5—0,05	"	мелкий	0,5—0,25	"
Пыль	0,05—0,01	"	Пыль { крупная	0,25—0,05	"
Ил (глина).	$< 0,01$	"	мелкая	0,05—0,01	"

3. проф. Сабанин

Песок { крупный	3—1	м.м.	песок { гравелистый	2—0,6	м.м.
средний	1—0,5	"	обыкновенный	0,6—0,2	"
мелкий	0,5—0,25	"	• Мо • { тонкий песок	0,2—0,06	"
крупная	0,05—0,1	"	мучнистый	0,06—0,02	"
средняя	0,01—0,005	"	пыль { грубая	0,02—0,006	"
мелкая	0,005—0,001	"	мелкая	0,006—0,002	"
глина	$< 0,001$	"	ил или глина.	$< 0,002$	"

4. Аттерберг

Объединяя под илом все частицы $< 0,01$ м.м., Вильямс указывает, что тонкий ил отличен по свойствам от других фракций, а именно, он обнаруживает Броуновское движение, коагулирует и придает почве связность.

Аттербергом в его классификации принятые во внимание физические свойства частиц. Так, частицы $< 0,002$ м.м. отнесены им к глинистым потому, что зерна в 0,002 м.м. представляют границу Броуновского движения. Частицы 0,02—0,002 м.м. выделены в особую группу, так как частицы, начиная от 0,02 м.м., способны коагулировать и обладают высоким капиллярным поднятием. Частицы 0,2—0,02 м.м. составляют новую группу, ввиду того, что все эти частицы обладают значительным капиллярным поднятием воды и малой водопроницаемостью и, наконец, за верхнюю границу песка взяты частицы в 2 м.м., потому что более крупные обнаруживают очень незначительное капиллярное поднятие.

В приведенных классификациях за глинистые частицы принимаются частицы и $< 0,01$ и $< 0,005$ и $< 0,0015$ и, наконец, $< 0,001$ м.м. Точно так же и за верхнюю границу пыли в одном случае принимаются частицы в 0,05 м.м., в другом случае — 0,25 м.м. и в третьем 0,02 м.м.

Чтобы видеть, насколько различны верхние границы частиц, принимаемых разными исследователями за глину и пыль, необходимо иметь в виду способы их получения и определения их величины.

Частицы $< 0,05$ м.м. разделяются в большинстве случаев отмыванием в стоячей воде. Зависимость между скоростью падения частиц и их величиной выражается формулой Стокса:

$$V = \frac{2}{9} g^2 \frac{\gamma_1 - \gamma}{\eta}$$

где V — скорость падения в см/сек., r — радиус частиц, g — ускорение силы тяжести, γ_1 — их удельный вес, γ — удельный вес жидкости, в которой производится отмывание, и η — вязкость жидкости.

Этой формулой дается скорость падения для частиц, имеющих форму шара, частицы же почв и грунтов имеют формы самых разнообразные — эллипсоиды вращения, листочки, палочки и т. п. Вследствие этого при отмывании величины их будут отклоняться от теоретических. Так, Аттерберг установил под микроскопом, что при отмывании частиц $< 0,002$ м.м. среди них попадаются частицы в 0,005 м.м., если они имеют форму листочек, как, напр., слюда. Поэтому некоторыми исследователями (Аттерберг, Свен-Оден) предложено частицы определять не по действительному их диаметру, а по эквивалентному. Под эквивалентным диаметром разумеется тот диаметр, который имели бы теоретические шарообразные частицы, обладающие той же скоростью падения в воде и тем же удельным весом, как и действительные.

Несколько отличаются действительные диаметры частиц в выше приведенных классификациях от их эквивалентных диаметров, видно из таблицы 1, в которой, при вычислении диаметров по формуле Стокса, удельный вес принят равным 2,65.

ТАБЛИЦА 1

Классификация	Действительный диаметр частиц в мм	Диаметр частиц по формуле Стокса в мм	Скорость падения в воде на 1 см
По Сабанину . .	0,05—0,01	0,05—0,0156	5 сек.—50 сек.
" "	0,01—0,005	0,0156—0,0023	50 "—36 мин.
" "	0,005—0,001	0,0023—0,0012	36 мин.—2 ч. 24 м.
" "	меньше 0,001	меньше 0,0012	больше 2 " 24 "
" Вильямсу . .	0,0015	0,00168	1 " 12 "
" Аттербергу . .	0,06—0,02	0,05—0,0168	5 сек.—45 сек.
" "	0,02—0,002	0,0168—0,002	45 "—48 мин.
" "	меньше 0,002	меньше 0,002	больше 48 "

Как видно из таблицы, предельный диаметр частиц, принимаемых за глинистые, по Вильямсу будет — 0,00168 мм , по Сабанину — 0,0012 и по Аттербергу — 0,002. Особенno большое несоответствие имеется между частицами, принимаемыми за 0,005 мм , и их эквивалентным диаметром. Русские почвоведы под частицами в 0,005 мм принимают такие, эквивалентный диаметр которых 0,0023 мм , т. е. частицы очень близкие к частицам в 0,002 мм по классификации Аттерberга.

Частицы, принимаемые Аттербергом за 0,02 мм , очень близки по их эквивалентному диаметру (0,0168) к частицам в 0,01 мм , выделяемым русскими почвоведами, эквивалентный диаметр которых 0,0156 мм .

При разделении русскими почвоведами частиц почв и грунтов на гравий, песок, пыль и глину свойства частиц разной крупности во внимание не были приняты, а потому эти деления являются условными и произвольными. Вследствие этого происходит то, что границы групп разными исследователями устанавливаются разные.

Физические свойства частиц разной крупности были изучены Аттербергом, на основании чего им и были выделены 5 основных групп — гравий, песок, „Мо“, пыль и глина.

Границы отдельных групп, установленных Аттербергом, не совпадают с границами, обычно принимаемыми русскими почвоведами, кроме того и отдельные фракции, установленные Аттербергом, несколько отличны от фракций, принятых у русских почвоведов. Поэтому нами были поставлены опыты с целью выяснения, где установить границу основных групп при разделении грунта на те фракции, которые приняты у русских почвоведов. Для того чтобы выяснить, какие частицы считать за глинистые, были определены следующие свойства отдельных фракций: пластичность по Аттербергу, временное сопротивление сжатию, усадка и прилипание. Этими свойствами характеризуется глина. Частицы были разделены от 0,01 до 0,1 мм по методу Сабанина и <0,01 мм — по методу Фадеева и Вильямса, но время отстаивания бралось, указанное Сабаниным. Величины пластичности, усадки и временного сопротивления отдельных фракций приведены в таблице 2 (на стр. 131).

Те же данные коэффициента пластичности временного сопротивления сжатию и усадки представлены в виде кривых на диаграмме (рис. 52).

ТАБЛИЦА 2

Диаметр фракций в мм	Нижний предел текучести	Предел раскатывания в проволоку	Число коэффициента пластичности	Временное сопротивл. сжатию в $\text{kг}/\text{м}^2$	Линейная усадка в %
0,05—0,01	22,1	20,3	1,8	0	0
0,01—0,005	22,3	20,1	2,2	1,75	0
0,005—0,001	33,8	25,4	8,4	31,25	4,0
0,001	39,8	25,0	14,8	125,0	8,2

Как видно из опытных данных, всеми свойствами глины обладают частицы, начиная от 0,005 мм .

Точно так же и свойство прилипания начинает проявляться в значительной степени у тех же частиц, как это видно из нижеприведенных данных. Прилипание изучалось при разных влажностях, начиная от воздушно-сухого состояния, когда

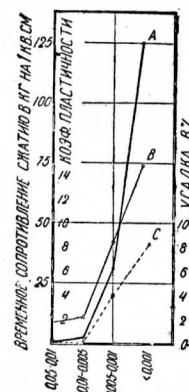


Рис. 52. Кривые пластичности временного сопротивления сжатию и усадки для различных фракций глины.

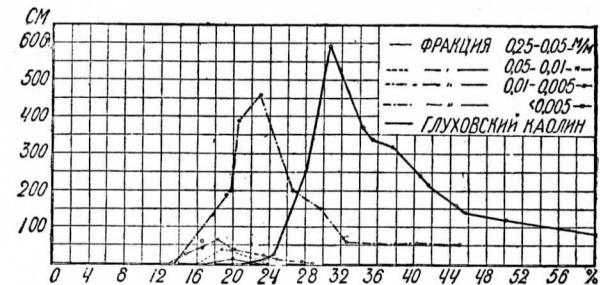


Рис. 53. Кривые прилипаний для различных фракций.

это свойство во всех частицах равно нулю и кончая такой влажностью, при которой масса становится жидкой и обладает липкостью очень незначительной. Результаты испытания приведены в таблице 3 (в таблице процент воды высчитан от общей массы, а не от сухого вещества) (стр. 132).

Те же величины представлены в виде кривых на диаграмме (рис. 53).

Частицы <0,005 мм обладают не только особыми физическими свойствами по сравнению с более крупными фракциями, но и физико-химическими. По опытам Е. Н. Ивановой (акад. К. К. Гедройц. „Учение о поглотительной способности почв“) получилось, что обменной способностью основаниями с растворами солей обладают только фракции <0,005 мм . По этим данным емкость поглощения фракции 0,01—0,005 мм равняется только 0,56 миллиэквивалента, тогда как емкость поглощения фракции 0,005—0,001 мм 14,6 миллиэквивалента. Правда, емкость поглощения последней фракции значительно

ТАБЛИЦА 3

Фр. 0,25—0,05 мм		Фр. 0,05—0,01 мм		Фр. 0,01—0,005 мм		Фр. < 0,005 мм		Глуховский каолин ¹	
% воды	Прилипание в г/см ²	% воды	Прилипание в г/см ²	% воды	Прилипание в г/см ²	% воды	Прилипание в г/см ²	% воды	Прилипание в г/см ²
16	0	16	0	13	0	13,8	0	21,0	0
20	10	18,8	38	14,8	30	19,7	200	23,8	12
24	0	19,8	42	18,3	60	20,6	387	24,5	24
		24,0	0	20,2	45	23,0	456	28,0	250
				23,6	22	26,5	200	30,3	540
				25,0	7	29,7	150	34,2	367
				27,7	3	32,6	57	35,1	332
				28,8	1,5	38,0	50	37,7	323
						40,4	54	40,8	248
						45,1	50	41,7	212
						44,5	68	44,5	
						45,7	142	50,1	118
						50,1	98	56,0	
						60,3	79	60,3	

меньше, чем у фракций еще более мелких, приближающихся к коллоидальным (емкость поглощения всей почвы 50 миллиэквивалентов), но все же заметная.

Итак, на основании вышеприведенных данных можно считать за верхнюю границу глинистых частиц частицы в 0,005 мм, имеющие эквивалентный диаметр 0,0023 и скорость падения в воде 1 см в 36 мин.

Аттербергом частицы 0,02—0,002 мм выделены в отдельную группу „пыль“ на том основании, что частицы в 0,02 мм являются предельными частицами, способными коагулировать. Частицы 0,01—0,005 мм, выделяемые русскими почвоведами, как было указано, по эквивалентному диаметру близки к частицам 0,02—0,002 мм, выделяемым Аттербергом, поэтому они были изучены в отношении их способности коагуляции. С этой целью были выделены по методу Сабанина частицы 0,05—0,01 и 0,01—0,005 мм, и в них была определена способность коагулировать. Фракции после предварительного кипячения переносились в цилиндр, куда добавлялось дистиллированной воды столько, чтобы первоначальная концентрация суспензии была 1 г/л. Затем суспензия взбалтывалась и из нее через определенные сроки брались пробы пипеткой с глубины 10 см. Суспензия, взятая пипеткой, выпаривалась, и по остатку определялся процент частиц по отношению к взятой навеске. При опытах брались 2 цилиндра: в одном из них суспензия была разбавлена дистиллированной водой, а в другой, кроме дистиллированной воды, прибавлялось 0,03 г соляной кислоты, как коагулятора. Результаты приведены в таблице 4:

¹ Глуховский каолин является одной из самых тяжелых глин и содержит до 90% частиц < 0,001 мм.

ТАБЛИЦА 4

Фракция 0,05—0,01 мм			Фракция 0,01—0,005 мм		
Время и глубина взятия пробы	Цилиндр с дистилл. водой + 0,03 г HCl	% частиц по отношению к весу навески	Время и глубина взятия пробы	Цилиндр с дистилл. водой + 0,03 г HCl	% частиц по отношению к весу навески
Проба взята через 7½ мин. с глуб. 10 см.	1,2	1,16	Проба взята через 1 час с глуб. 10 см.	19,29	9,58

Как видно из полученных результатов, фракция 0,05—0,01 мм не обладает способностью коагулировать, а в то же время во фракции 0,01—0,005 мм она ясно выражена.

Способность частиц коагулировать при наличии коагулянтов образует в почвах и грунтах структуру. Структура же весьма сильно влияет на многие физические свойства почв и грунтов, как, например, на водопроницаемость, капиллярное поднятие, воздухопроницаемость и др. Поэтому частицы 0,01—0,005 мм должны составить отдельную группу, отличную как от группы, состоящей из частиц < 0,005 мм, так и от групп, состоящих из частиц > 0,01 мм.

Эти частицы (0,01—0,005 мм), так как некоторые исследователи все фракции < 0,01 мм относят к илу, можно назвать „иловатыми частицами“, или „лессовидными“ вследствие большого содержания их в лессе.

Для выяснения вопроса, какие частицы считать за пыль, были приготовлены фракции от 8 мм до 0,01 мм и изучены в отношении водопроницаемости, капиллярного подъема воды и увеличения объема при подтоке воды снизу.

Водопроницаемость изучалась на приборе Тиме, во время опытов напор воды все время равнялся 7 см, столб фракции имел толщину 30 см. Количество воды, прошедшее через отдельные фракции, видны из таблицы 5:

ТАБЛИЦА 5

Диаметр фракций в мм	Колич. воды, прошедш. через фракцию на 1 см ² в 1 мин. в см ³	Диаметр фракций в мм	Колич. воды, прошедш. через фракцию на 1 см ² в 1 мин. в см ³
8—4	15,78	0,5—0,25	0,927
4—2	10,57	0,25—0,1	0,0838
2—1	7,23	0,1—0,05	0,0239
1—0,5	2,35		

Водопроницаемость, как видно из опытных данных, особенно значительно уменьшается во фракции 0,25—0,1 мм . В то время как количество проходящей воды через фракцию 0,5—0,25 мм по сравнению с количеством ее, проходящим через фракцию 1—0,5 мм , уменьшилось в 2,4 раза, скорость просачивания воды через фракцию 0,25—0,1 мм уменьшилась по сравнению с предыдущей в 7 раз, при дальнейшем уменьшении диаметра фракций такого резкого падения водопроницаемости не наблюдается, через фракцию 0,1—0,05 мм скорость просачивания воды уменьшается только в 3,5 раза. Следовательно, фракция 0,25—0,1 мм в отношении водопроницаемости ближе стоит к более мелким фракциям, чем к более крупным.

Такая же картина наблюдается в отношении капиллярного поднятия. Капиллярное поднятие изучалось в стеклянных трубках, нижний конец которых был завязан марлей. Трубки опускались в воду на некоторую глубину так, чтобы вся марля была погружена в воду, благодаря этому капиллярное поднятие порами марли было исключено.

Высота капиллярного поднятия определялась по изменению окраски фракции и контролировалась определением влажности на разных высотах; данные по тому и другому методу дали величины между собой очень близкие.

По нашим опытам высоты капиллярного поднятия в отдельных фракциях таковы:

ТАБЛИЦА 6

Диаметр фракции в мм	Высота капиллярного поднятия по изменению окраски в мм	Высота капиллярного поднятия по определению влажности в мм	Примечания.
7—5 5—4	2—8 3—6	8 5	Предельной высоты капиллярное поднятие достигло почти моментально
4—3 3—2	7—10 6—10	2—3 6—9	Предельная высота достигнута очень быстро
2—1 1—0,5	23 30	33	Предельная высота достигнута через 3 сут.
0,5—0,25	41	45	Предельная высота достигается через 4 сут.
0,25—0,1	330		Предельная высота достигается через 60 сут.
0,1—0,05	689		Предельная высота достигается через 74 сут.
0,05—0,01	1970	1978	Предельная высота достигается через 152 сут.

Примечание. В частицах крупнее 4 мм наблюдается увлажнение слоя, равного диаметру отдельных частиц, и, следовательно, здесь происходит только смачивание поверхности тех частиц, нижняя часть которых находится на высоте или несколько ниже уровня воды в сосуде, в который погружается трубка с фракцией.

Эти данные представлены также в виде кривой на диаграмме (рис. 54).

Опытные данные показывают, что заметным капиллярным поднятием обладают фракции, начиная от фракции 0,25—0,1 мм . Капиллярное поднятие в фракции 0,25—0,1 мм в 8 раз больше такового в фракции 0,5—0,25 мм , тогда как капиллярное поднятие в последней больше чем в фракции 1—0,5 мм только в полтора раза. Такого относительно большого увеличения капиллярного поднятия не имеется и в более мелких фракциях. В фракции 0,1—0,05 мм высота капиллярного поднятия увеличилась по сравнению с фракцией 0,25—0,1 мм только в 2 раза. Таким образом и в отношении капиллярного поднятия, как и в отношении водопроницаемости, фракция 0,25—0,1 мм ближе стоит к фракциям ниже ее лежащим, чем к вышележащим.

При изучении максимальной капиллярной силы в отдельных фракциях на приборе Энгельгардта величины получились такие:

ТАБЛИЦА 7

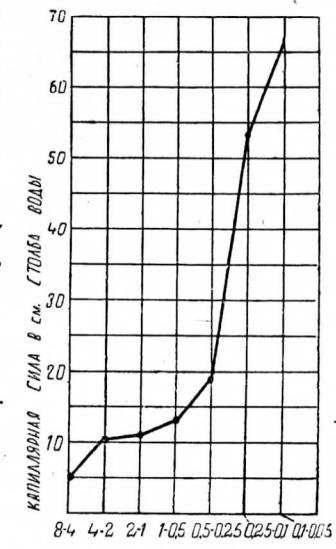
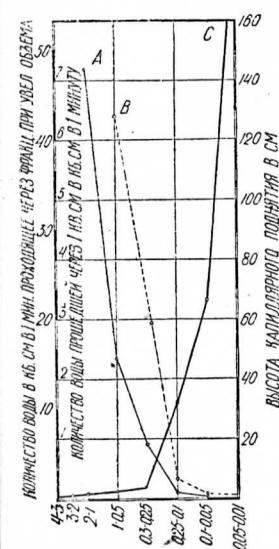
Диаметр фракций в мм	Максимальная капиллярная сила в см столба воды
8—4	5
4—2	10,5
2—1	11,0
1—0,5	13,0
0,5—0,25	19,0
0,25—0,1	53,0
0,1—0,05	67,0

Рис. 54. Кривые водопроницаемости и высоты капиллярного поднятия отдельных фракций.

Эти же результаты представлены в виде кривой на диаграмме (рис. 55).

Как видно из полученных результатов, фракция 8—4 мм обладает малой капиллярной силой. Во фракции 4—2 мм она в два раза более. При изменении диаметра фракции от 4 до 0,5 мм сила изменяется незначительно. Во фракции 0,5—0,25 мм она больше, но особенно значительное увеличение капиллярной силы наблюдается во фракции 0,25—0,1 мм , и по величине этой силы фракция

¹ И. Энгельгардт. К вопросу о явлениях капиллярности в связи с разнородностью грунта.



0,25—0,1 мм ближе к фракции 0,1—0,05 мм , чем к более крупной 0,5—0,25 мм .

Наконец, третье свойство, изученное с пылеватыми и песчанистыми частицами, это — увеличение объема при подтоке воды снизу. Опыт ставился так: бралась стеклянная градуированная трубка (*A*) длиной 30 см и диаметром 2,6 см с открытыми концами (рис. 56), в которые вставлена резиновые пробки. Нижняя резиновая пробка (*a*) имеет стеклянную трубочку (*b*), соединенную резиновой трубкой (*v*) с винтовым зажимом (*z*) с большой банкой (*B*), в которой уровень воды поддерживался постоянным. Поверх пробки (*a*) накладывали листочек фильтровальной бумаги, чтобы частицы грунта не попадали в стеклянную трубочку (*b*) и в трубку (*A*) насыпался грунт высотой в 10 см и утрамбовывался легкими ударами резинового молоточка до постоянного объема. После утрамбовки верхний конец трубки (*A*) закрывался резиновой пробкой (*e*), в которую вставлена изогнутая стеклянная трубочка (*ж*). Затем постепенно открывался зажим (*z*), благодаря чему вода из сосуда (*B*) поступала в трубку (*A*) и стекала через трубочку (*ж*). Вначале при малом токе воды взятая фракция сохраняла тот же объем, что и в сухом состоянии, потом при усилении тока воды объем начинал увеличиваться. Когда увеличение объема равнялось $1/3 \text{ см}^3$, определялось количество воды, проходящее в 1 мин., для чего под трубочку (*ж*) подставлялся измерительный цилиндр (*B*).

Рис. 56. Прибор для изучения плавунных свойств фракций.

Результаты опытов таковы:

ТАБЛИЦА 8

Диаметр частиц в мм	Количество про- шедшей воды в см^3 в 1 мин.	Диаметр частиц в мм	Количество про- шедшей воды в см^3 в 1 мин.
1 — 0,5	42,7	0,1 — 0,05	0,713
0,5 — 0,25	19,62	0,05 — 0,01	0,206
0,25 — 0,1	2,15		

Из опытных данных видно, что фракция 0,5—0,25 мм увеличивает свой объем при токе воды примерно в 2 раза меньшем, чем фракция 1—0,5 мм , фракция же 0,25—0,1 мм начинает изменяться в объеме уже при токе воды в 9 раз меньшем по сравнению с фракцией 0,5—0,25 мм . Для изменения объема более мелких фракций

такого значительного уменьшения тока воды не наблюдается; так, ток воды для изменения объема фракции 0,1—0,05 мм должен быть уменьшен только в 3 раза по сравнению с предыдущей, и для фракции 0,05—0,01 мм — в $3^{1/2}$ раза.

Когда через фракции проходит ток воды, увеличивающий их объем, то вся масса уже находится в полужидком состоянии и обладает текучестью. Если принять во внимание, что фракции 0,25—0,1 мм и мельче очень медленно пропускают через себя воду, то уже и при малом подтоке воды они легко будут переходить в плавунное состояние.

Что фракция 0,25—0,05 в отношении способности переходить в плавунное состояние близко стоит к фракциям более мелким, подтверждается и изучением природных грунтов. Природные грунты, легко переходящие в плавунное состояние, содержат большое количество частиц 0,25—0,005 мм , причем они являются уже типичными плавунами и тогда, когда главная масса этих частиц приходится на фракцию 0,25—0,05 мм . Так, при исследовании грунтов под сооружением в Ленинграде, которые вели себя как типичные плавуны, гранулометрический их состав оказался таким:

ТАБЛИЦА 9

	1 мм	1—0,5 мм	0,5—0,25 мм	0,25—0,05 мм	0,05—0,01 мм	0,01—0,005 мм	0,005 мм
Образец 1	—	1,27 %	—	82,74 %	10,05 %	5,67 %	0,63 %
Образец 2	0,15 %	1,24	0,49	89,77	2,49	4,23	1,53

Очевидно, свойства этих грунтов как плавунов обусловлены фракцией 0,25—0,05 мм , которая составляет их главную массу.

Итак, по явлениям водопроницаемости, капиллярного поднятия и по способности переходить в плавунное состояние можно объединить в одну группу все фракции от 0,25 до 0,01 мм , и все они будут составлять одну группу пылеватых частиц.

В отношении песчаных частиц было изучено одно свойство — капиллярное поднятие.

На основании этих опытов за верхнюю границу песчаных можно признать частицы в 4 мм , так как частицы более крупные не обладают капиллярным поднятием, что же касается водопроницаемости, то частицы 2—1 мм уже являются мало задерживающими воду.

Таким образом к глинистым частицам (глинистая субстанция) нужно относить все частицы меньше 0,005 мм , к иловатым или лёссовидным 0,01—0,005 мм , к пылеватым — частицы от 0,25 мм до 0,01 мм и к песчаным — от 4 мм до 0,25 мм .

Частицы крупнее песчаных классифицируются на основе производственных признаков и могут быть разделены на следующие группы: а) гравийные, б) галька, булыжник, щебень и в) камни.

Гравийные частицы (40—4 **мм**) отличаются, как видно из выше приведенных опытов, от песчаных тем, что грунты из них не обладают капиллярным поднятием. От более крупных они отличаются применением в дорожном деле. Как показали наши испытания гравийных покрытий на опытной дорожке,¹ наличие в них частиц 64—32 **мм** ухудшает состояние полотна — оно быстрее разбивается при проезде. Данные американской практики не реко-

ТАБЛИЦА 10

Наименование	Диаметр	Эквивалентный диаметр	Скорость падения в воде на 1 см
Камни	крупные	80 см	
	средние	80—40 "	
	мелкие	40—20 "	
Булыжник, галька, дресва (Булыжник и галька являются окатанными, дресва острореберными частицами).	Булыжник.	20—10 "	
	Галька, дресва . . .	10—4 "	
Гравийные частицы, хрящ (Гравийные частицы являются окатанными, хрящ острореберным).	крупные	40—20 мм	
	средние	20—10 "	
	мелкие	10—4 "	
Песчаные частицы	гравелистый песок	4—2 "	
	крупные	2—1 "	
	средние	1—0,5 "	
Пылеватые частицы	мелкие	0,5—0,25 "	
	песчаная пыль . . .	0,25—0,1 "	
	крупные	0,1—0,05 "	0,1—0,05 мм
Иловатые частицы	мелкие	0,05—0,01 "	0,05—0,0156
			5 сек.—50 сек.
Глинистые частицы	< 0,005 "	< 0,0023	> 56 мин.

¹ В. Охотин и В. Яновский. Испытание на опытной дорожке крупных песчаноглинистых и гравийных смесей. „Журнал—Дорога и Автомобиль“ № 12, 1931 г.

мендуют употреблять в гравийные покрытия частиц крупнее 40 **мм**. А. С. Спиридонова¹ на основании изучения гравийных дорог указывает, что в доброкачественном для дорожных целей гравии частиц крупнее 40 **мм** должно быть наименьшее количество и не более 8%. Таким образом за верхнюю границу гравийных частиц можно принять частицы в 40 **мм**.

Галька, булыжник, дресва (20—4 **см**) отличаются от гравийных тем, что они, как указано, не должны применяться в гравийных покрытиях. От более крупных обломков горных пород они отличаются тем, что применяются в мостовые покрытия в своем естественном виде, причем частицы с диаметром около 20 **см** являются предельными для такого рода покрытий. По техническим условиям² булыжник должен иметь несколько удлиненную форму, причем допускаемая длина в „очень крупном булыжнике“ должна быть 20—25 **см**, а толщина не менее—12 **см**.

Камни — крупнее 20 **см**. К этой группе относятся обломки горных пород, которые, согласно техническим условиям, не должны употребляться в дорожную одежду в естественном виде. На отдельные фракции эта группа делится также по производственному признаку:

а) Обломки горных пород крупнее 80 **см**. Такие обломки не могут быть удалены рабочим с дороги даже с помощью рычага.

б) Обломки 80—40 **см** удаляются рабочим с помощью рычага.

в) Обломки 40—20 **см** могут быть удалены рабочим с дороги просто руками.

На основании всего вышеизложенного классификацию частиц грунтов и встречаемых в них обломков горных пород можно представить в таком виде (табл. 10, на стр. 138).

¹ А. С. Спиридонова. Опыт изучения гравия как дорожностроительного материала. Изд. Исслед. Дор. Бюро ЦУМТа, 1929 г.

² ЦУДОРГРАНС. Технические условия на камень для мощения, 1931 г.

³ В. И. Кулаков. К вопросу о составлении почвеннодорожных профилей. Изд. Исслед. дор. бюро ЦУМТа.