

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ (МЕХАНИЧЕСКИЙ) АНАЛИЗ ГРУНТОВ ПО МЕТОДУ РОБИНСОНА

В. В. Охотин и О. Ф. Смирнова

1. НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОСТЬ СУЩЕСТВУЮЩЕГО МЕТОДА ПОДГОТОВКИ ГРУНТОВ К АНАЛИЗУ ПО РОБИНСОНУ

Разделение частиц меньше 0,01 мм при исследовании грунтов в дорожном деле производится по методу Робинсона. Отдельные фракции (0,01—0,005 и меньше 0,005 мм) обычно определяются в суспензии, полученной по методу Сабанина и содержащей частицы меньше 0,01 мм.

В тех случаях, когда суспензии набирается больше 3 л, для определения этих частиц берется особая навеска, которая или кипятится 12 часов (как принято в грунтовой лаборатории Циата), или взбалтывается на специальной болтушке также 12 часов (Укр. Шл. НАДИ). При анализе некоторых грунтов по методу Робинсона со взятием отдельной навески и предварительным кипячением ее в течение 12 часов оказалось, что фракции меньше 0,01 мм получается значительно меньше по сравнению с тем, что дает метод Сабанина по разности и при определении ее по методу Робинсона, но из суспензии, отменной по методу Сабанина, как видно из таблицы 1.

ТАБЛИЦА 1

| Наименование грунтов | % частиц меньше 0,01 мм при определении их по разности по методу Сабанина | % частиц меньше 0,01 мм при опред. их по мет. Робинсона из суспензии, отмученн. по мет. Сабанина | % частиц меньше 0,01 мм при определении их по мет. Робинсона с особой навеской |
|--|---|--|--|
| Тр. Острогожск — Алексеевка разр. 7 | 52,3 | 51,42 | 44,88 |
| Тр. Острогожск — Алексеевка разр. 12 | 67,97 | 65,29 | 40,39 |

Ввиду такого большого расхождения, были поставлены опыты, которыми пытались выяснить, с одной стороны, какова должна быть начальная концентрация суспензии при анализе, а с другой — какова должна быть предварительная обработка грунта, чтобы получить разъединение частиц.

2. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СУСПЕНЗИИ

Для выяснения влияния концентрации были поставлены опыты с глинистыми частицами, отмученными из часов-ярской глины имеющими скорость падения 1 см в 1 ч. 42 м.

Глинистые частицы после отмучивания выпаривались, высушивались при 105°С до постоянного веса, затем бралась навеска, кипятилась 12 часов, тщательно растиралась и затем прибавлялось воды до 1 л. Из этой суспензии после тщательного перемешивания брались разные объемы, которые доводились до 1 л и в них определялось количество частиц меньше 0,005 мм.

Результаты двух опытов получились такие:

ТАБЛИЦА 2

| 1-й опыт | | 2-й опыт | |
|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Концентрация суспензии в г/л | % частиц меньше 0,005 мм | Концентрация суспензии в г/л | % частиц меньше 0,005 мм |
| 0,144 | 92,49 | 0,960 | 91,68 |
| 1,730 | 90,75 | 1,441 | 89,50 |
| 3,22 | 86,00 | 2,400 | 85,82 |

Как видно из этих опытов, выход частиц меньше 0,005 мм значительно уменьшается, когда концентрация частиц больше 2 г на л. При концентрациях от 1/2 до 2 г/л выход частиц снижается незначительно. Поэтому в дальнейших исследованиях влияния других факторов мы всегда брали концентрацию, близкую к 1 г/л. Почему в данных опытах не получалось 100% выхода частиц, будет указано позднее, когда будет разбираться влияние предварительной обработки.

В естественных грунтах вместе с глинистыми частицами всегда присутствуют в больших или меньших количествах пылеватые и песчаные частицы. Нами были поставлены опыты с целью выяснения, в каких концентрациях эти последние оказывают влияние на выход глинистых частиц, т. е. при каких концентрациях уже становится заметным увлечение тонких частиц крупными. Для выяснения данного вопроса фракция меньше 0,005 мм, отмучая из часов-ярской глины, смешивалась с разными количествами фракции пыли 0,05—0,01 мм, в которой глинистых частиц содержалось 1,2%.

Эта смесь кипятилась в течение одного часа, тщательно растиралась и 1 час взбалтывалась, после чего в ней определялось содержание частиц меньше 0,005 мм. Результаты приведены в таблице 3.

Как видно из произведенных опытов, наличие пылеватых частиц в концентрации до 6 г/л практически не вызывает увлечения глинистых частиц.

Уменьшение концентрации глинистых частиц ниже 0,5 г/л при употреблении аналитических весов, чувствительность которых 0,1 мг,

ТАБЛИЦА 3

| Содержание пыли в г/л суспензии | Содержание частиц меньше 0,005 мм в г/л суспензии | % полученных частиц меньше 0,005 мм по отношению к заданной величине |
|---------------------------------|---|--|
| 0,5 | 1,0 | 100,2 |
| 1,0 | 1,0 | 100,0 |
| 3,0 | 1,0 | 100,3 |
| 6,0 | 1,0 | 99,67 |
| 20,0 | 1,0 | 92,02 |

не может быть допущена, так как при малых навесках неточности взвешивания сильно влияют на результаты. Вследствие этого наиболее целесообразными навесками, при общем объеме суспензии в 4 л, будут такие:

| | | |
|--|-------|---------|
| Для глины (частиц меньше 0,005 мм более 60%) | около | 5—7 г |
| „ глинистых грунтов (60—30%) | „ | 7—13 „ |
| „ суглинков тяжелых (30—20%) | „ | 13—20 „ |
| „ суглинков средних и легких (20—10%) | „ | 20—30 „ |
| „ супесей (10—3%) | „ | 30—40 „ |

3. ПОДГОТОВКА ГРУНТОВ ДЛЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Результаты гранулометрического анализа весьма существенно зависят от предварительной подготовки грунта к анализу. Идеальной подготовкой грунта будет та, при которой получается полное разъединение частиц грунта и в то же время не происходит размельчения отдельных минеральных частиц. Наиболее приемлемыми способами подготовки для указанных целей являются способы механические, к которым относится кипячение, растирание и взбалтывание. Для того чтобы выяснить, насколько применимы эти способы при анализе грунтов по методу Робинсона, нами и были поставлены опыты.

4. ВЛИЯНИЕ КИПЯЧЕНИЯ

В большинстве лабораторий, в том числе и в лаборатории ЦИАТа, как уже указывалось, подготовка грунтов к анализу по методу Робинсона с отдельной навеской состоит в 12-часовом кипячении образца грунта в полуторалитровой колбе с 1 л воды. По весу образца берется 10 г, если он представляет собой глину, и 20 г, если является суглинком. При подготовке грунта к анализу кипячением, на результаты, как указывают литературные данные, оказывает влияние соотношение веса воды к весу грунта при кипячении и время кипячения. Поэтому были поставлены опыты для выяснения влияния обоих факторов. Так как наибольшие затруднения получаются при подготовке грунтов, богатых глинистыми частицами, то и все работы проводились с глинами.

Для выяснения вопроса, в каких соотношениях должны быть взяты вода и грунт при кипячении, были поставлены опыты

с естественной часов-ярской глиной, а также с чистой фракцией, отмученной из той же глины и имеющей скорость падения менее 1 см в 1 ч. 42 м.

С естественной глиной опыт был поставлен так: навески в 5 г глины кипятятся 1 час с разными количествами воды; воды брали 100, 200, 300 и 400 см³, после кипячения все переносилось в 4-литровую бутылку, объем доводился до 2,5 л, взбалтывался, затем содержимое разливалось в цилиндры, в которых и определялось содержание частиц меньше 0,005 мм.

Результаты получились такие:

ТАБЛИЦА 4

| Навеска в г | Объем воды при кипячении в см ³ | % частиц меньше 0,005 мм | Общий объем суспензии в см ³ | Отношение веса грунта к весу воды при кипячении |
|-------------|--|--------------------------|---|---|
| 5 | 100 | 61,5 | 2500 | 1:20 |
| 5 | 200 | 54,5 | 2500 | 1:40 |
| 5 | 300 | 43,0 | 2500 | 1:60 |
| 5 | 400 | 42,2 | 2500 | 1:80 |

Как видно из полученных результатов, количество воды, взятое при кипячении грунта, имеет существенное влияние на выход глинистых частиц; чем больше берется воды при одной и той же навеске, тем меньше получается глинистых частиц и, очевидно, обычно применяемое отношение грунта к воде — 1:100 или 1:50 — является неподходящим и должно быть уменьшено.

В данных опытах, в первых двух случаях, кипячение производилось в Эрленмейеровской колбе, емкостью в 250 см³, и во вторых двух — в колбе емкостью в 500 см³. Чтобы исключить влияние объема колбы, был поставлен второй ряд опытов с фракцией, имеющей скорость падения меньше 1 см в 1 ч. 42 м. Отмученная фракция высушивалась в термостате при 105° до постоянного веса, брались навески в 0,2, 0,5, 1,0, 3,0, 6,0 и 10,0 г, переносились в Эрленмейеровскую колбу, емкостью в 250 см³, прибавлялось 100 см³ воды и все это кипятилось с обратным холодильником 12 часов; после кипячения содержимое колб переносилось в цилиндры и разводилось таким количеством воды, чтобы везде концентрация суспензии равнялась 1 г/л воды. Через 6 часов после стояния в цилиндрах брались пробы с глубины 10 см.

Результаты получились такие:

ТАБЛИЦА 5

| Навеска в г | Объем воды при кипячении в см ³ | % частиц меньше 0,005 мм (среднее из двух) | Отношение веса грунта к весу воды при кипячении |
|-------------|--|--|---|
| 0,2 | 100 | 44,44 | 1:500 |
| 0,5 | 100 | 52,50 | 1:200 |
| 1,0 | 100 | 66,16 | 1:100 |
| 3,0 | 100 | 82,43 | 1:33 |
| 6,0 | 100 | 79,97 | 1:16,5 |
| 10,0 | 100 | 79,74 | 1:10 |

Данные этого ряда опытов вполне подтверждают результаты, полученные в опытах с часов-ярской глиной, что с увеличением количества воды при кипячении выход глинистых частиц уменьшается. Кроме того из последних опытов выяснилось, каково должно быть отношение веса воды к весу грунта. Как видно из приведенных цифр, выход глинистых частиц практически остается одним и тем же, когда на 1 г грунта берется 33 см³ воды и меньше. Поэтому в дальнейших работах по выяснению других факторов, влияющих на результаты анализа, при кипячении брали отношение между грунтом и водой 1:20, за исключением только тех случаев, когда этого сделать не позволяли условия опыта.

Для выяснения, как влияет время кипячения на результаты анализа, сначала была взята часов-ярская глина. Отдельные навески глины в 5 г кипятятся в Эрленмейеровских колбах, емкостью в 250 см³. После кипячения содержимое колб переносилось в 4-литровые бутылки, объем доводился до 2,5 л, бутылку тщательно взбалтывалась, и суспензия разливалась в цилиндры, откуда и брались пробы через 6 часов стояния с глубины 10 см.

При этом получились такие данные:

ТАБЛИЦА 6

| Время кипячения в часах | % частиц меньше 0,005 мм при кипячении 5 г грунта со 100 см ³ воды | % частиц меньше 0,005 мм при кипячении 5 г грунта с 50 см ³ воды | Время кипячения в часах | % частиц меньше 0,005 мм при кипячении 5 г грунта со 100 см ³ воды | % частиц меньше 0,005 мм при кипячении 5 г грунта с 50 см ³ воды |
|-------------------------|---|---|-------------------------|---|---|
| 1 | 56,62 | — | 18 | 75,20 | 78,4 |
| 3 | 63,80 | 61,0 | 24 | 76,80 | — |
| 6 | 66,50 | 68,0 | 48 | 80,50 | — |
| 12 | 75,40 | 73,8 | | | |

Из полученных цифр видно, что при увеличении времени кипячения увеличивается и выход фракции меньше 0,005 мм, причем резкое возрастание наблюдается, когда время кипячения увеличивается до 12 часов, а затем увеличение идет медленно. Кроме того, эти опыты подтвердили и прежние (табл. 5), что когда при кипячении отношение между весом воды и грунта берется меньше 1:33, то результаты практически одни и те же.

В опытах с часов-ярской глиной нельзя с точностью установить, чем обуславливается увеличение фракции меньше 0,005 мм при возрастании времени кипячения. Причин данного явления могут быть две: или с увеличением времени кипячения уничтожается постепенно цементация между частицами, или же при этом происходит измельчение отдельных частиц, превращение песчаных в пылеватые, пылеватых в глинистые и т. д. Можно предположить, что в глине имеются частицы неодинаковой прочности, вследствие чего происходит различное измельчение их. Чтобы выяснить вопрос, нами был поставлен опыт с фракцией, имеющей скорость падения менее 1 см в 1 ч. 42 м. и со смесью фракции меньше 0,005 мм и 0,25—0,1 мм. Опыт с фракцией, имеющей скорость падения меньше 1 см в 1 ч. 42 м., приведен был следующим

образом: отмученная фракция выпаривалась на водяной бане, затем была растерта в ступке и из нее была взята навеска в 5,93 г, прокипячена 16 часов, перенесена в 4-литровую бутылку, объем всей суспензии доведен до 2,5 л; все было розлито в цилиндры, в которых и был определен процент частиц меньше 0,005 мм по методу Робинсона. Процент этот равнялся 84,51. Следовательно, при 16-часовой обработке полного разъединения частиц не было достигнуто. Отсюда можно видеть, что предварительная подготовка путем одного кипячения является неудовлетворительной и потому она не может быть универсальной, т. е. применимой для всех грунтов без исключения. Чтобы выяснить, происходит ли размельчение частиц при кипячении, были поставлены опыты со смесями из фракции глинистой меньше 0,005 мм и фракции 0,25—0,1 мм. В одних смесях обеих фракций было взято по 50%, а в других — глинистых частиц 80% и фракции 0,25—0,1 мм — 20%. Все эти фракции кипятятся в течение 6 часов в Эрленмейеровской колбе, емкостью в 250 см³, со 100 см³ воды, растирались, а затем взбалтывались в течение 3 часов на болтушке в бутылке, емкостью 1 л, в 500 см³ воды. Суспензия разбавлялась водой, причем ее концентрация колебалась от 1,0091 г/л до 1,8042 г/л, и переносилась в цилиндры, в которых определялся процент фракции меньше 0,005 мм по методу Робинсона.

Результаты получились такие:

ТАБЛИЦА 7

| № опытов по порядку | % фракций в смеси | | Навеска в г | Объем воды при кипячении в см ³ | Концентрация суспензии в г на 1 л при анализе | % фракции меньше 0,005 мм по методу Робинсона | Выход фракции меньше 0,005 мм в % от всей этой фракции, взятой в смесь в 1 раз | Примечание |
|---------------------|-------------------|--------------|-------------|--|---|---|--|-----------------------------|
| | 0,25—0,1 | Меньше 0,005 | | | | | | |
| 1 | 50 | 50 | 4,783 | 100 см ³ | 1,1957 | 46,83 | 93,66 | Среднее из двух определений |
| 2 | 50 | 50 | 6,7468 | 100 " | 1,6867 | 49,5 | 99,1 | |
| 3 | 50 | 50 | 4,5688 | 100 " | 1,1422 | 46,93 | 93,86 | |
| 4 | 20 | 80 | 2,5219 | 100 " | 1,0091 | 77,10 | 96,40 | |
| 5 | 20 | 80 | 4,5231 | 100 " | 1,8092 | 73,70 | 92,10 | |
| 6 | 25 | 75 | 4,64 | 100 " | 1,1708 | 65,62 | 87,50 | |

Как видно из всех 6 опытов, процент фракции меньше 0,005 мм ни в одном из них не достигал 100%. Отсюда можно думать, что при 6-часовом кипячении, соединенном с взбалтыванием и растиранием, не происходит заметного размельчения частиц, так как выход частиц меньше 0,005 мм во всех случаях был меньше 100%. Стопроцентный выход получался только в некоторых случаях при повторном взбалтывании в цилиндрах.

Это же подтверждается работами со смесями пылевой фракции с фракцией меньше 0,005 мм (табл. 3).

Ввиду того, что кипячением нельзя достичь полного разъединения частиц, в глинистых грунтах были применены другие способы,

а именно — растирание и взбалтывание в болтушке, соединенные с кипячением.

6. ЗНАЧЕНИЕ РАСТИРАНИЯ

Чтобы добиться полного разъединения частиц, было применено растирание грунтов перед анализом, каковое по литературным данным значительно увеличивает выход глинистых частиц, особенно в грунтах, богатых ими (проф. С. М. Муравлянский, „До метода механичнй анализї грунтів“).

Растирание производилось следующим образом:

Навеска грунта в фарфоровой чашке обливалась небольшим количеством воды и тщательно растиралась пальцем, затем мутная жидкость осторожно сливалась в другую фарфоровую чашку меньших размеров, а первая снова доливалась небольшим количеством воды и снова тщательно растиралась. Из малой фарфоровой чашки жидкость, после отстаивания, сливалась в цилиндр. Сливание из большой чашки и растирание продолжалось до тех пор, пока под пальцем совершенно не чувствовалось мягких комочков, и жидкость быстро не осветлялась. Когда в малой чашке набирался заметный осадок, в ней тоже производилось растирание. На всю операцию растирания затрачивалось 20—25 мин. Чтобы выяснить, как влияет растирание, были поставлены опыты с часов-ярской глиной и фракцией из этой же глины, отмученной через 17 часов при столбе воды 10 см.

В опыте с часов-ярской глиной брали навеску в 5 г, предварительно кипятили 1 час в Эрленмейеровской колбе, емкостью в 250 см³, со 100 см³ воды, а затем тщательно растирали, причем объем суспензии доводили до 2,5 л. При этом процент частиц меньше 0,005 мм равнялся 75,75, т. е. выход получился равным тому, который был и при 82-часовом кипячении (75,4%) но без растирания. В опыте с фракцией, отмученной через 17 часов, кипячение не применяли, а только одно растирание.

Концентрация суспензии при анализе равнялась 1,143 г/л. Количество глинистых частиц в опыте получилось равным 92,74%.

Особенно ярко влияния растирания сказалось при анализе фракции меньше 0,005 мм, полученной из чернозема. С фракцией меньше 0,005 мм были проведены два опыта, в одном было применено растирание, а в другом оно не производилось. Результаты этих опытов приведены в таблице 8.

ТАБЛИЦА 8

| Время кипячения в час | Навеска при кипячении в г | Объем воды при кипячении в см ³ | Растирание | Концентрация суспензии в г/л | % частиц меньше 0,005 мм по методу Робинсона |
|-----------------------|---------------------------|--|------------------------------------|------------------------------|--|
| 1 | 0,9981 | 100 | Не производили Тщательно растирали | 0,9981 | 25,02 |
| 1 | 0,9858 | 100 | | 0,9858 | 89,26 |

Из произведенных опытов видно, что продолжительное намокание грунта не вызывает такого разъединения частиц, как это наблюдается при повторных мешаниях, а поэтому для разъединения частиц в дальнейшем было применено, вместо взбалтывания на болтушке, мешание суспензии в цилиндре.

7. ВЛИЯНИЕ МЕШАНИЯ В ЦИЛИНДРЕ

Так как в предыдущих опытах повторное мешание в течение нескольких дней дало полное разъединение глинистых частиц, чего нельзя было достичь взбалтыванием на болтушке, то последнее было заменено мешанием, причем и время кипячения было уменьшено, так как при применении растирания часовое кипячение дает те же результаты, что и 6-часовое. Мешание производилось мешалкой, у которой на конце имеется диск с отверстиями. При мешании мешалка быстро поднимается вверх и вниз в цилиндре. Мешание производилось вручную и длилось 1 час. Для выяснения, насколько влияет мешание, были поставлены два опыта с фракцией меньше 0,005 мм, в которых предварительная подготовка фракции состояла в часовом кипячении и тщательном растирании. После растирания навески были перенесены в цилиндры. В одном из них производилось часовое мешание, в другом оно длилось только 1 мин., и через 6 часов был определен процент частиц меньше 0,005 мм. Результаты получились следующие:

ТАБЛИЦА 11

| № по порядку | Навеска в г при кипячении | Объем воды при кипячении в см ³ | Время кипячения в часах | Мешание | Растирание | Концентр. суспензии в г/л | % частиц меньше 0,005 мм при анализе по методу Робинсона | |
|--------------|---------------------------|--|-------------------------|---------|------------|---------------------------|--|----------|
| | | | | | | | 1-й день | 2-й день |
| 1 | 1,1734 | 100 | 1 | 1 м | Раств. | 1,1734 | 93,76 | 96,30 |
| 2 | 1,1732 | 100 | 1 | 1 ч. | " | 1,1732 | 100,00 | 100,00 |

Как видно из полученных результатов, предварительная обработка глинистого образца, состоящая в часовом кипячении, тщательном растирании и часовом мешании, дает полное разъединение глинистых частиц, какого нельзя было достичь другими способами.

8. АНАЛИЗ С МЕШАНИЕМ СМЕСЕЙ И ГЛИНИСТОЙ ФРАКЦИИ ИЗ ГЛИН РАЗНОГО МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА

После того как при часовом кипячении, тщательном растирании и часовом мешании получилось полное разъединение частиц в глинистой субстанции из часов-ярской глины, этот способ подготовки был применен для разъединения частиц в глинах другого минералогического состава, а также в смесях из глинистых частиц и песка.

Глинистые частицы, имеющие скорость падения в воде менее 1 см в 1 ч. 42 м., были отмучены из глуховского каолина, представляют

собой каолинит,¹⁾ из кембрийской глины (главная масса глинистых частиц состоит из кварца), слюды и полевого шпата,²⁾ а также из черноземов, образцы которых были доставлены В. С. Зимницким из ЦЧО и, наконец, из валунной глины.

После выпаривания эти частицы были высушены до постоянного веса при 105° Ц, растерты, и в них методом Робинсона было определено содержание частиц меньше 0,005 мм. Предварительная обработка перед анализом состояла в часовом кипячении, тщательном растирании и часовом мешании мешалкой в цилиндре. Мешание производилось вручную. Для сравнения были поставлены параллельные опыты, в которых мешания часового не производилось и, наконец, было применено 6-часовое кипячение, соединенное с растиранием и часовым мешанием.

Результаты всех этих опытов сведены в таблице 12, в которой указаны как условия подготовки образцов к анализу, так и концентрация суспензии. Кипячение производилось в Эрленмейеровской колбе, емкостью в 250 см³, с применением обратного холодильника.

ТАБЛИЦА 12

| № п.п. | Навеска в г | Объем воды при кипячении в см ³ | Время кипячения в часах | Концентрация суспензии в г/л | Мешание мешалкой в течение 1 часа | % фракции меньше 0,005 мм при анализе по методу Робинсона |
|---|-------------|--|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---|
| Глинистая субстанция из каолина | | | | | | |
| 1 | 1,0052 | 100 | 1 | 1,0052 | Не применялось | 79,60 |
| 2 | 1,0052 | 100 | 1 | 1,0052 | Применялось | 100,00 |
| 3 | 1,0052 | 100 | 6 | 1,0052 | Не применялось | 75,35 |
| 4 | 1,0052 | 100 | 6 | 1,0052 | Применялось | 88,56 |
| Глинистая субстанция из кембрийской глины | | | | | | |
| 1 | 0,9996 | 100 | 1 | 0,9996 | Не применялось | 95,00 |
| 2 | 1,0012 | 100 | 1 | 1,0012 | Применялось | 99,00 |
| 3 | 1,0182 | 100 | 1 | 1,0182 | Не применялось | 92,30 |
| 4 | 1,0177 | 100 | 1 | 1,0177 | Применялось | 100,00 |
| Глинистая субстанция из чернозема | | | | | | |
| 1 | 0,9981 | 100 | 1 | 0,9981 | Не применялось | 89,26 |
| 2 | 1,0044 | 100 | 1 | 1,0044 | Применялось | 94,58 |
| 3 | 1,0050 | 100 | 6 | 1,0050 | Применялось | 91,54 |
| Глинистая субстанция из валунной глины | | | | | | |
| 1 | 1,3783 | 100 | 1 | 1,3783 | Применялось | 97,95 |

¹⁾ Проф. П. А. Земятченский, „Каолинитовые образования южной России СГБ, 1898 г.

²⁾ Он же, „Кембрийская „синяя“ глина“. Труды Гос. исслед. керам. ин-та, вып. 23, 1929 г.

Как видно из полученных результатов, при часовом кипячении, растирании и часовом мешании во всех случаях, за исключением чернозема, получилось полное разъединение глинистых частиц. При замене часового кипячения шестичасовым в кембрийской глине выход глинистых частиц равняется 100%, но в каолине он снизился до 88,5%. Заметное уменьшение выхода этих частиц получилось и в черноземе. Таким образом продолжительное кипячение при подготовке некоторых грунтов к гранулометрическому анализу не целесообразно.

Отсутствие полного разъединения частиц в черноземе при часовом кипячении было вызвано тем, что в нем, вследствие высушивания при 105° Ц, органические коллоиды свернулись и перешли в необратимое состояние. Для проверки был поставлен опыт с глинистой субстанцией из двух воздушно-сухих черноземов. Подготовка состояла в часовом кипячении, растирании и часовом мешании.

Результаты получились следующие:

ТАБЛИЦА 13

| Образец | Навеска в г | Объем воды при кипячении в см ³ | Время кипячения в час. | Концентрация суспензии в г/л | % частиц меньше 0,005 мм при анализе по методу Робинзона |
|---------|-------------|--|------------------------|------------------------------|--|
| | | | | | |
| № 2 | 1,1581 | 100 | 1 | 1,1581 | 98,6 |

Таким образом при анализах глинистых частиц разного минералогического состава, а также богатых органическим веществом, подготовка грунтов кипячением, соединенным с растиранием и мешанием, дает полное разъединение частиц.

Кроме опытов с чистой глинистой фракцией, были поставлены опыты и со смесями этой фракции с более крупными фракциями, а также с естественным тонким песком, имевшим следующий состав:

ТАБЛИЦА 14

| | 1—0,5 мм | 0,5—0,25 мм | 0,25—0,05 мм | 0,05—0,01 мм | 0,01—0,005 мм | меньше 0,005 мм |
|-----------------------|----------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|
| Кварцевый песок . . . | 0,27 | 38,03 | 60,63 | 0,16 | 0,98 | 0,49 |

Глинистые частицы были получены из каолина и валунной глины. Подготовка была такая же, как и при анализах с чистой глинистой фракцией. При анализе смесей глинистой фракции из каолина с фракцией 0,25—0,1 мм получились результаты, показанные в таблице 15.

Как видно из полученных результатов, в тех случаях, когда подготовка состояла в часовом кипячении, растирании и часовом мешании, разъединение глинистых частиц получалось полное, так как процент их по анализу был близок к 100. При этом замена часового ки-

| № опыта | Навеска в г | % состав смеси | | Растирание | Мешание в цилиндре | Время кипячения в час. | % фракц. меньше 0,005 мм во всей смеси | % фракции меньше 0,005 мм по отношению к взятому количеству ее в смеси |
|---------|-------------|----------------------|--------------------------|------------|--------------------|------------------------|--|--|
| | | % фракц. 0,25—0,1 мм | % фракц. меньше 0,005 мм | | | | | |
| 1 | 1,2090 | 25 | 75 | Применял. | Не примен. | 1 | 66,52 | 88,69 |
| 2 | 1,0941 | 25 | 75 | | Примен. | 1 | 72,85 | 97,14 |
| 3 | 1,1933 | 25 | 75 | | Не примен. | 6 | 61,17 | 81,56 |
| 4 | 1,1981 | 25 | 75 | | Примен. | 6 | 74,28 | 99,04 |

пячения шестичасовым практически не изменяла результатов; когда во время подготовки не применялось часового мешания, выход глинистых частиц снижался.

Те же результаты получились при анализе смесей глинистых частиц из валунной глины с тонким песком:

ТАБЛИЦА 16

| № опыта | Навеска в г | % состав смеси | | Растирание | Мешание в цилиндре | Время кипячения в час. | % фракц. меньше 0,005 мм во всей смеси | % фракц. меньше 0,005 мм по отношению к взятому количеству ее в смеси |
|---------|-------------|----------------|-------------------------|------------|--------------------|------------------------|--|---|
| | | песка | фракции меньше 0,005 мм | | | | | |
| 1 | 2,8850 | 50 | 50 | Примен. | Применялось | 1 | 49,71 | 99,42 |
| 2 | 2,0174 | 25 | 75 | Примен. | Применялось | 1 | 72,90 | 97,20 |

Таким образом, при анализе как чистой фракции меньше 0,005 мм из глин разного минералогического состава, так и смесей ее с более крупными частицами, предварительная подготовка, состоящая из 1 часа кипячения, растирания и часового мешания—дает полное разъединение глинистых частиц и, следовательно, может быть рекомендована как для грунтов минерального состава, так и для грунтов, содержащих большое количество органического вещества.

9. СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ЧАСТИЦ МЕНЬШЕ 0,01 мм ПО МЕТОДУ РОБИНЗОНА ИЗ СУСПЕНЗИИ, ОТМУЧЕННОЙ ПО МЕТОДУ САБАНИНА, И ПРИ ВЗЯТИИ ОТДЕЛЬНЫХ НАВЕСОК

Как уже указывалось, в большинстве случаев разделение частиц меньше 0,01 мм производится по методу Робинзона в суспензии, отмученной по методу Сабанина и содержащей частицы меньше 0,01 мм.

При методе Сабанина, разъединение глинистых частиц осуществляется часовым кипячением и повторными растираниями, мешания же не применяется. Небезынтересно сравнить, насколько сходные результаты получаются в отношении выхода глинистых частиц по этому методу с методом при подготовке отдельной навески, состоящей как в часовом кипячении и растирании, так и в мешании.

Для выяснения этого вопроса были произведены, с применением вышеуказанной подготовки, анализы по методу Робинсона нескольких грунтов, в которых частицы меньше 0,005 мм были определены так же в суспензии, полученной по методу Сабанина. Результаты получались такие:

ТАБЛИЦА 17

| № образ. | Наименование образца | % фракции меньше 0,005 мм при анализе суспензии, получ. по мет. Сабанина | % фракции меньше 0,005 мм, получен. при анализе отд. навесок | Расхождение в % |
|----------|---|--|--|-----------------|
| 1 | Шимская дорога обр. 3-й | 52,50 | 60,44 | 7,94 |
| 2 | Та же дорога, обр. 1-й . . | 41,86 | 51,97 | 10,11 |
| 3 | Чернозем. ЦЧО | 25,91 | 43,21 | 17,30 |
| 4 | Подзолистая почва из окрестности Ленинграда . | 36,94 | 44,28 | 7,34 |

Как видно из полученных результатов, при анализе по методу Сабанина не всегда получается полное разъединение глинистых частиц, и потому введение часового мешания суспензии, содержащей частицы меньше 0,01 мм, перед определением в ней отдельных фракций, должно явиться манипуляцией целесообразной.

ВЫВОДЫ

1) Наиболее подходящей концентрацией глинистых частиц при анализе грунтов по методу Робинсона будет 0,5—2 г/л.

2) При кипячении грунтов отношение между весом грунта и весом воды не должно превосходить 1:33. Наиболее подходящее отношение 1:20.

3) Навеска грунта при анализе по методу Робинсона берется в зависимости от его гранулометрического состава. Эта навеска при общем объеме суспензии при анализе в 4 л:

| | |
|--|---------|
| Для глины (частиц меньше 0,005 мм — более 60%) | 5—7 г |
| „ глинистых грунтов (60—30%) | 7—13 „ |
| „ тяжелых суглинков (30—20%) | 13—20 „ |
| „ средних и легких суглинков (20—10%) | 20—30 „ |
| „ супесей (10—3%) | 30—40 „ |

4) При подготовке грунтов к анализу часовым кипячением, соединенным с растиранием и мешанием, размельчания частиц практически не происходит.

5) Подготовка грунтов к анализу, обеспечивающая полное разъединение глинистых частиц в грунтах разного гранулометрического и минералогического состава, должна состоять в часовом кипячении, тщательном растирании и часовом мешании.

6) При анализе грунты должны быть воздушно-сухие. Высушивание грунтов при 105° Ц, применяться не должно.