Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 5

МИНЕРАЛОГИЯ

И. Д. СЕДЛЕЦКИЙ и А. К. ЛАРИОНОВ

КОЛЛОИДНО-ДИСПЕРСНЫЕ МИНЕРАЛЫ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ

(Представлено академиком В. А. Обручевым 28 I 1955)

До настоящего времени причины разнообразных деформаций связных грунтов сводили в основном к изменению количественного содержания глинистых фракций ($< 0{,}005$ мм) (1), на состав же коллоидно-дисперсных минералов пород не обращалось должного внимания. Между тем тонкие фракции глинистых грунтов состоят из различных коллоидно-

Таблица 1

Состав минералов по фракциям

№ образцов	Ассоциации минералов			№ образцов	Ассоциации минералов		
	0,005—0,001 мм	0,001—0,0005 мм	< 0,0005 мм		0,005—0,001 мм	0,001—0,0005 мм	< 0,0005
11	Иллит Кварц Кальцит Каолинит Монтмориллонит	Иллит Кварц Кальцит Каолинит	Иллит Кварц Кальцит Каолинит	110	Монтмориллонит Иллит Каолинит Кварц Кальцит Гетит	Монтмориллонит Иллит Каолинит Кварц Гетит Кальцит	Монтмориллонит Иллит Каолинит Кварц Гетитит Кальцит
12	Каолинит Кварц Гетит Иллит Кальцит	Каолинит Кварц Кальцит	Каолинит Кварц Кальцит	114	Иллит Каолинит Кварц Кальцит	Иллит Каолинит Кварц Кальцит	— — — —
19	Иллит Кальцит Гетит	Иллит Каолинит Кварц Кальцит	Монтмориллонит Иллит Метагаллуазит Каолинит Кварц Гетит Кальцит				

дисперсных минералов: монтмориллонита, каолинита и др., образующих разнообразные ассоциации; как известно, именно эти минералы являются наиболее активной частью осадочных пород (2). Физико-механические свойства связных грунтов в значительной мере зависят от состава коллоидно-дисперсных минералов.

В соответствии с изложенными соображениями авторы провели специальные исследования для выявления связи между водно-физическими

свойствами грунтов и составом коллоидно-дисперсных минералов. Проведение подобной работы нам казалось тем более необходимым, что до сих пор в грунтоведении влияние коллоидно-дисперсных минералов на геотехнические свойства грунтов совершенно не учитывается ([3], [4]).

Для исследования были взяты 60 образцов различных связных грунтов (супесей, суглинков и глин) четвертичного возраста. Определялся минералогический состав как в породе в целом методом термического

Таблица 2

№№ образцов	Содержание частиц 0,005 мм в %	Преобладающие минералы *	Порода	Водно-физические свойства		
				коэфф. фильтрац., см/сек	скорость размыва, м/сек	Размокаемость
12	16	Каолинит Иллит	Суглинок средний каолинитово-иллитовый	0,0009	0,64	За секунду, бурная
13	17	Иллит Монтмориллонит	Суглинок средний иллит-монтмориллонитовый	0,0003	0,71	25 сек., не очень бурная
114	27	Каолинит Иллит	Суглинок тяжелый каолинит-иллитовый	0,0041	0,80	2 мин., среднебурная
113	27	Иллит Монтмориллонит	Суглинок тяжелый иллит-монтмориллонитовый	0,0001	1,6	6 мин., спокойная
110	51	Иллит Монтмориллонит	Глина иллит-монтмориллонитовая	0,00001	1,71	3 суток
111	42	Каолинит Иллит Монтмориллонит **	Глина каолинитово-иллит-монтмориллонитовая	0,00006	1,1	2 мин., выдел. пузырьков
118	50	Каолинит Иллит	Глина каолинитово-иллитовая	0,0014	1,4	5 сек., выдел. пузырьков

* На первом месте стоит минерал, содержащийся в наибольшем количестве.

** Здесь имеет значение, кроме того, количественное соотношение минералов в ассоциации.

анализа и хроматографическим методом по способу Н. Е. Веденеевой, так и в отдельных ее фракциях. Путем отмучивания и центрифугирования были выделены фракции 0,005—0,001, 0,001—0,0005 и $<0{,}0005$ мм, которые подверглись комплексному изучению рентгеновским, термическим, хроматографическим, микроскопическим и другими методами. Одновременно были выполнены исследования водно-физических свойств: размываемости, фильтрующей способности и набухания.

Исследование состава коллоидно-дисперсных минералов показало, что среди связных грунтов четвертичного возраста встречаются две группы: первая, содержащая во всех трех выделенных тонких фракциях одинаковые минералы, и вторая, состоящая в пределах каждой фракции из самостоятельных групп минералов. Состав минералов по фракциям приведен в табл. 1, в которой образцы №№ 110, 114 должны быть отнесены к первой группе пород, а образцы №№ 11, 12, 19 — ко второй.

Как было установлено нами, водно-физические свойства породы определяются в значительной мере коллоидно-дисперсными минералами, преобладающими в тонких фракциях. Роль второстепенных минералов незначительна. Определение преобладающих минералов с достаточной для практики точностью было осуществлено методом окрашивания по способу

Н. Е. Веденеевой и кривыми обезвоживания. Во всех случаях состав коллоидно-дисперсных минералов, обнаруженных термографическим, рентгеновским и хроматографическим методами в тонких фракциях грунтов, подтвердил наличие в составе породы выявленных путем окрашивания и обезвоживания преобладающих минералов.

Сопоставление результатов определения водно-физических свойств связных грунтов с ассоциациями преобладающих в этих породах минералов показало с полной ясностью, что при близком механическом составе водно-физические свойства грунтов могут быть определены с точностью, достаточной для целей предварительной оценки, путем выявления типа преобладающих коллоидно-дисперсных минералов. Некоторые характерные данные о связи указанных характеристик приводятся в табл. 2.

Результаты исследования показали наличие двух типов связных грунтов: первый, с преобладанием каолинита и иллита и второй, с преобладанием иллита — монтмориллонита. Из графиков, приведенных на рис. 1, в которые сведены результаты исследования, можно сделать следующие выводы.

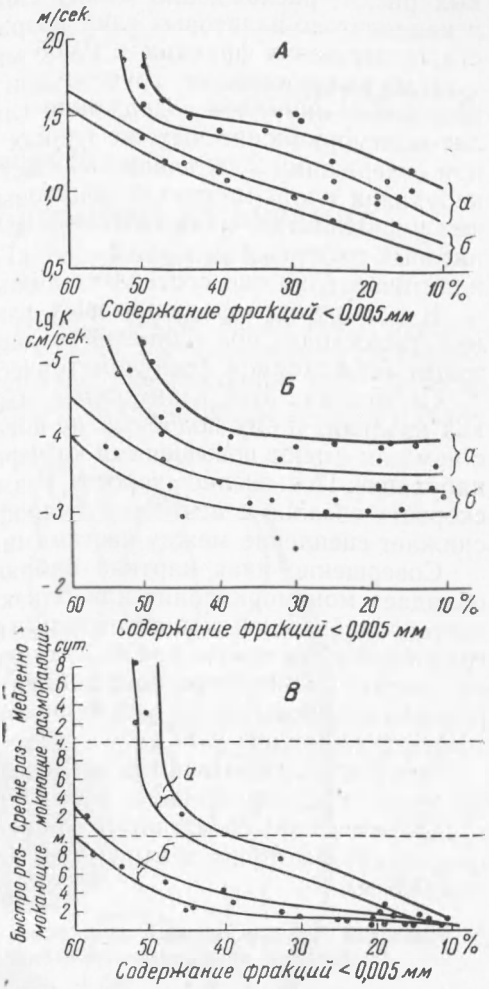

Рис. 1. Зависимость скорости размыва (*А*), коэффициента фильтрации (*Б*) и скорости размокания (*В*) грунтов от состава коллоидно-дисперсных минералов и содержания тонких фракций. *а* — иллит — монтмориллонит, *б* — каолинит — иллит

1) Скорость размывания иллит-монтмориллонитовых глин и суглинков значительно выше, чем каолинитово-иллитовых. При однотипных преобладающих коллоидно-дисперсных минералах изменение способности к размыву зависит от количественного содержания фракции 0,005 мм: чем выше содержание последней, тем меньше скорость размыва (рис. 1 *А*).

2) Фильтрационная способность каолинито-иллитовых пород значительно выше, чем иллит-монтмориллонитовых. При однотипном преобладающем минерале она также зависит от содержания фракции $< 0{,}005$ мм, а именно: чем выше содержание этой фракции, тем меньше скорость фильтрации (рис. 1 *Б*).

3) Размокание каолинитово-иллитовых связных грунтов (рис. 1 *В*) значительно выше, чем иллит-монтмориллонитовых. Для однотипных пород оно также является функцией содержания глинистых частиц ($< 0{,}005$ мм).

Выпадение точек из приведенных кривых связано с действием двух главных факторов: 1) влияния примеси второстепенных коллоидно-дисперсных минералов, в частности, в случае каолинитово-иллитовых грунтов примеси монтмориллонита, а в случае иллит-монтмориллонитовых пород — каолинита; 2) колебания плотности грунтов, связанного со струк-

турными особенностями, условиями образования и эпигенеза данной породы.

Необходимо обратить внимание на тот факт, что, как видно из кривых рис. 1, расхождение между свойствами иллит-монтмориллонитовых и каолинитово-иллитовых глин возрастает по мере увеличения глинистости (содержания фракции $< 0{,}005$ мм).

Набухание связных грунтов при преобладании каолинита начинает появляться лишь при содержании глинистых фракций свыше 40%. В иллит-монтмориллонитовых же глинах видимое набухание появляется уже при содержании 20% глинистых частиц (фракции $< 0{,}005$ мм). Давление набухания иллит-монтмориллонитовых глин оказывается более высоким, чем у каолинитово-иллитовых пород. Его величина у иллит-монтмориллонитовых грунтов достигает 2—2,4 кГ/см², в то время как у каолинитово-иллитовых глин оно составляет лишь 1—1,5 кГ/см².

В иллит-монтмориллонитовых глинах величина абсолютного набухания превосходит при одинаковом давлении таковую в каолинитово-иллитовых (при сходном гранулометрическом составе) в 6—8 раз.

Объяснение этой взаимосвязи мы видим в том, что такие минералы, как каолинит и ему подобные, не поглощают воды и не набухают, в связи с чем они имеют повышенный коэффициент фильтрации и малое видимое набухание. Повышение скорости размокания и уменьшение размывающей скорости связано с некоторой гидрофобностью каолинита, которая резко снижает сцепление между частицами.

Совершенно иная картина наблюдается для пород, в которых преобладает монтмориллонит или близкие ему минералы. Большая способность к набуханию и поглотительная способность, а также некоторая гидрофильность монтмориллонита при смачивании приводят к повышению сцепления, уменьшению коэффициента фильтрации, понижению скорости размокания, повышению устойчивости при размыве, резкому увеличению эффекта набухания и т. д.

Результаты выполненных исследований позволяют получать в полевых условиях предварительную характеристику грунтов по ряду важных водно-физических свойств путем определения состава минералов хроматографическим методом и выявления количественного содержания фракции $< 0{,}005$ мм.

Киевский государственный университет им. Т. Шевченко
Ростовский инженерно-строительный институт

Поступило
23 I 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] В. В. Охотин, Физические и механические свойства грунтов в зависимости от их минералогического состава и степени дисперсности, 1937. [2] И. Д. Седлецкий, Коллоидно-дисперсная минералогия, Изд. АН СССР, 1945. [3] В. А. Приклонский, Грунтоведение, **1**, 1949; **2**, 1952.