

*Геология*

УДК 551.79

В. Р. БОЙНАГРЯН

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ РЫХЛЫХ  
НАКОПЛЕНИЙ СЕВЕРНОГО СКЛОНА МАССИВА АРАГАЦ

Рассматриваются гранулометрия и ряд физических свойств (удельный и объемный веса, пористость, пластичность) рыхлых образований северного склона массива Арагац. Выявлены определенные закономерности (черты сходства и различия) в их строении и свойствах. Делается вывод, что крайние (максимум и минимум) и средние значения гранулометрического состава и ряда физических свойств могут быть хорошим информативным признаком при определении разновидностей грунтов.

Ранее нами [1] отмечалось, что моренные отложения северного склона массива Арагац не были до сих пор изучены детально в отношении их строения и свойств. Аналогичное положение и с другими генетическими разновидностями рыхлых грунтов. В настоящей статье делается попытка в какой-то степени восполнить этот пробел. Насущность изучения строения и свойств грунтов северного склона г. Арагац очевидна в связи с развернувшимся в последние годы в этом районе строительством различных сооружений (водоводов, плотины, гражданского строительства и т. п.).

Наряду с моренными накоплениями значительные площади северного склона г. Арагац заняты делювиальными и делювиально-элювиальными образованиями. В западинах между моренными холмами выделяются накопления запрудного характера (отложения временных озер). Наконец у северного подножия моренных холмов обширное поле занято флювиогляциальными галечниками, а в долинах распространены пролювиально-аллювиальные накопления, которые сформированы в основном за счет перемыва морен и флювиогляциальных галечников. Наши исследования показали, что всем этим генетическим разновидностям рыхлых образований присущи определенные закономерности строения и свойств.

Гранулометрия морен северного склона г. Арагац подробно была рассмотрена ранее нами [1].

Здесь мы рассмотрим лишь некоторые из физических свойств этих морен. По результатам лабораторных исследований\* получается, что мелкозем вюрмской морены обладает чуть большим удельным и объемным весом и меньшей пористостью, чем рисской морены (см. табл.).

Некоторое возрастание пористости рисской морены, по всей веро-

\* В данной статье использованы результаты анализов более 200 проб.

ятности, есть подтверждение нашего предположения о выносе тонких частиц из ее верхних горизонтов [1]. На увеличение пористости при выносе тонких частиц из грунта указывал также автор [2], отметивший это явление при частном выщелачивании породы в процессе выветривания.

Вюрмская морена отличается от рисской и меньшим числом пластичности мелкозема. В таком же соотношении находятся и абсолютные максимумы числа пластичности. Относительно большая величина числа пластичности у рисской морены по сравнению с вюрмской, на наш взгляд, связана с соотношением мелких и тонких фракций в их гранулометрическом спектре. Частицы крупностью менее 0,01 мм в мелкой и тонкой части мелкозема рисской морены составляют большую долю, чем в вюрмской. Здесь следует отметить, что относительно связи числа пластичности с гранулометрией в литературе встречаются довольно противоречивые суждения. Обычно величину пластичности грунтов связывают с содержанием глинистых частиц [2, 3], хотя встречаются упоминания и о связи пластичности с содержанием песчаных частиц [4, 5]. Есть указания на определенную связь пластичности с гранулометрическим составом [6—8], при этом отмечается, что наиболее тесно связан с гранулометрией предел текучести [7, 8]. Определенное влияние на число пластичности могут оказать минералогический состав грунта и состав обменных катионов [9].

Делювиальные образования, перекрывающие нижние части склонов и подножия моренных холмов, представлены желтовато-бурыми суглинками и супесями с незначительным содержанием мелкого каменного материала. Мощность делювиальных накоплений меняется в пределах 0,2—0,5 м, лишь у подножий склонов достигает 1,5—2,5 м. Обычно вся толща делювия пронизана корнями трав, которые образуют очень плотную дернину.

Гранулометрические составы делювиальных образований на холмах вюрмской и рисской морен Арагаца довольно близки. Изучение крупности делювиальных накоплений показало, что поле сосредоточе-

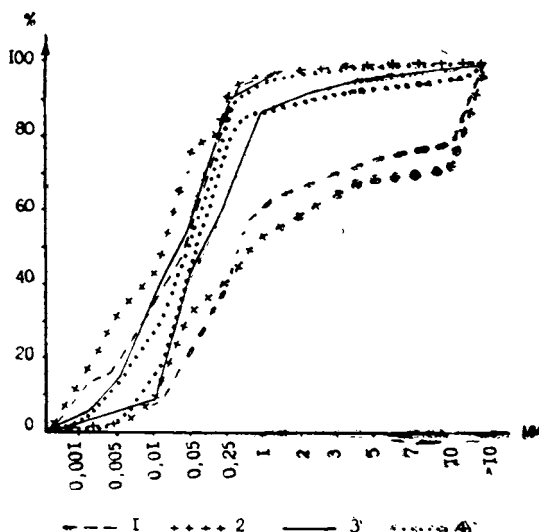


Рис. 1. Поля сосредоточения кумулятивных кривых:

1. — делювия вюрмской морены; 2 — делювия рисской морены; 3 — элювия на моренах; 4 — запрудных (временных озер) образований.

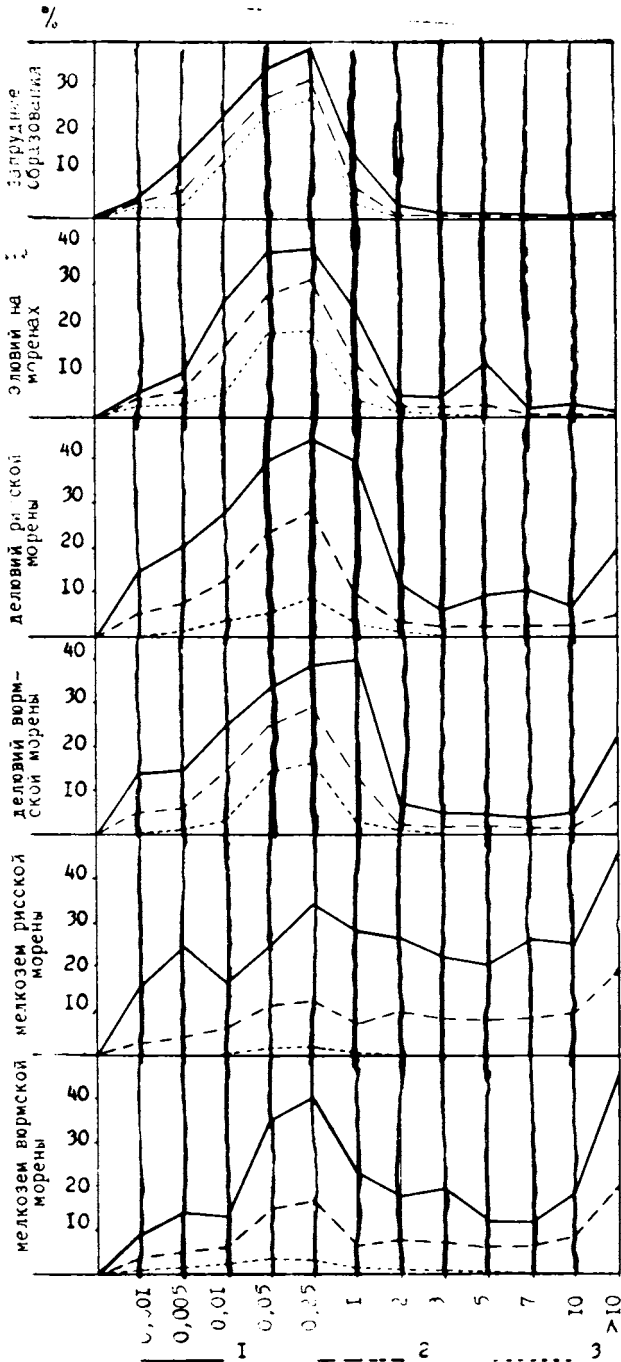


Рис. 2. Распределение гранулометрических фракций в генетически разных грунтах: 1 — максимальное содержание, 2 — среднее содержание по 30—50 пробам для каждого типа грунта, 3 — минимальное содержание.

Таблица

(Крайние (максимум и минимум) и средние значения содержания гранулометрических фракций и ряда физических свойств рыхлых накоплений северного склона массива Арагац (по результатам анализа более 200 проб))

Разновидность грунта	Md	Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Пористость, %	Пластинчатость			Содержание гранулометрических фракций, %												
					предела текучести, кг/см <sup>2</sup>	предела раскатывания, кг/см <sup>2</sup>	число пластин, типич.	более 10	10-1	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,25	0,05-0,01		0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001	
															0,25-	0,05-				
делювий вюрмской морены	макс	0,40	2,66	1,47	52,96	62,89	60,97	10,51	21,04	1,29	2,97	3,70	3,80	6,17	39,36	38,84	33,00	24,46	14,16	13,75
	миним.	0,042	2,33	1,11	40,72	31,14	29,32	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,16	0,18	2,63	16,21	13,75	3,18	0,0	0,0
	средн.	0,092	2,42	1,27	48,46	43,10	38,97	4,13	5,61	0,78	0,93	1,37	1,54	1,99	12,20	28,09	24,24	13,59	5,49	4,16
делювий рисской морены	макс	0,625	2,60	1,31	54,83	63,36	60,24	15,21	18,45	6,35	10,11	8,64	5,40	11,11	39,34	44,28	39,57	27,63	19,92	14,60
	миним.	0,026	2,34	1,12	47,56	29,61	25,25	1,49	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,16	1,78	8,17	4,60	3,26	0,0	0,0
	средн.	0,096	2,45	1,22	50,08	42,63	36,04	5,99	4,34	1,75	2,17	2,15	1,95	2,97	9,25	27,68	23,44	12,89	7,32	4,77
элювий на моренах	макс	0,10	2,68	1,35	50,20	67,71	64,59	6,76	0,68	1,82	1,28	11,86	4,10	4,38	23,72	37,75	36,92	26,29	9,57	4,81
	миним	0,034	2,32	1,17	48,75	38,11	36,08	2,03	0,0	0,18	0,16	0,34	1,04	1,00	3,44	19,32	19,13	4,78	2,61	2,56
	средн.	0,054	2,45	1,24	49,51	49,73	46,33	3,40	0,08	0,49	0,39	2,56	1,74	1,98	11,06	31,24	27,28	15,27	5,43	3,72
запрудные накопления	макс.	0,05	2,50	1,30	52,00	47,70	38,58	8,72	2,86	1,10	1,0	1,86	1,41	2,63	14,45	38,85	34,08	24,20	13,37	4,45
	миним.	0,042	2,45	1,20	47,58	38,79	36,93	1,86	0,0	0,0	0,0	0,0	1,17	1,46	2,58	28,26	24,20	13,57	2,85	2,84
	средн.	0,046	2,48	1,25	49,38	42,08	37,86	4,22	0,95	0,36	0,33	0,62	1,31	1,98	7,33	31,91	26,34	17,10	6,36	3,39

ния кумулятивных кривых делювия вюрмской морены\* почти полностью уместается в аналогичное поле делювия рисской морены (рис. 1). Очень близки и кривые распределения гранулометрических фракций (рис. 2). По таблице и рис. 2 видно, что в делювиальных накоплениях преобладают частицы песчаной и алевритовой размерности. Основная доля приходится на фракции 0,25—0,05 мм и 0,05—0,01 мм. Из других фракций выделяются несколько повышенным содержанием частицы размерностью 1—0,25 мм и 0,01—0,005 мм (см. табл.). Гравийно-дресвяных частиц по сравнению с моренами мало. Незначительное содержание отмечается и для частиц крупнее 10 мм (в среднем около 5%), однако глинистых частиц почти в 2 раза больше, чем в мелкозем морен (рис. 2 и табл.). Отсюда и величина среднего медианного диаметра (0,092—0,096), которая показывает, что в делювиальных образованиях преобладают частицы мелких размерностей. Более чем в 25 раз Md делювия меньше Md мелкозема морен.

Сопоставление содержаний гранулометрических фракций делювия рисской и вюрмской морен (см. табл.) показывает, что в делювии вюрмской морены чуть больше частиц песчаной и алевритовой размерности и меньше глинистых частиц, чем в делювии рисской морены. В последнем больше и гравийных частиц. Некоторые различия в гранулометрическом спектре делювиальных накоплений хорошо видны и по рис. 2.

Следует отметить, что делювиальные накопления в отношении ряда физических свойств обладают относительно более высокими пределами текучести и раскатывания, чем мелкозем морен, что подтверждается приведенными ниже цифрами:

	предел текучести	предел раскатывания
мелкозем вюрмской морены	36,49	32,40
мелкозем рисской морены	32,08	27,52
делювий вюрмской морены	43,10	38,97
делювий рисской морены	42,03	36,04.

Естественная влажность делювиальных образований в период наших исследований менялась в пределах от 22,09 до 49,40%. При этом после продолжительного сухого летнего сезона влажность делювиальных грунтов составляла 22,09—27,75%. В первой же половине лета после схода снежного покрова влажность была почти в 1,8—1,9 раза выше (43,15—49,40%).

Вершины моренных холмов покрыты маломощным (0,1—0,5 м) слоем мелкоземистого элювия. Элювиальные накопления, как и делювиальные, характеризуются преобладанием фракций 0,25—0,05 мм и 0,05—0,01 мм, а также несколько повышенным содержанием частиц размерностью 1—0,25 мм и 0,01—0,005 мм. В целом в элювиальных образованиях частиц указанных выше фракций чуть (на 2—4%) больше, чем в делювии.

Поле сосредоточения кумулятивных кривых элювия (рис. 1) занимает небольшую площадь, что свидетельствует об однородности элювиальных накоплений и их малой изменчивости в пространстве. Средний медианный диаметр элювиальных накоплений 0,054, а крайние его значения не выходят за пределы 0,034 (минимум) и 0,100 (максимум).

О малой изменчивости гранулометрического состава элювия говорит и близость средних и крайних содержаний отдельных фракций (рис. 2).

\* Здесь и далее имеется в виду делювий, сформированный на моренных холмах.

Изученные физические свойства элювиальных накоплений несколько отличаются от аналогичных свойств делювия. При этом отмечается, что пористость элювиальных накоплений меняется от места к месту меньше (максимум 50,20, минимум 48,75), чем пористость морен (максимум 53,81, минимум 34,02) или делювия (максимум 54,83, минимум 40,72).

Незначительное содержание глинистых частиц (особенно в соотношении с песчаными и алевритовыми частицами) определяет невысокое число пластичности (3,40), однако пределы текучести (49,73) и раскатывания (46,33) мелкоземистых элювиальных накоплений наибольшие по сравнению с моренными и делювиальными образованиями (крайние значения этих коэффициентов — минимум и максимум — также наибольшие).

Своеобразны так называемые запрудные суглинки и супеси. Это — накопления межморенных понижений, где при таянии снегов образуются временные озера и где накапливается мелкозем, сносимый со склонов моренных холмов тальми и дождевыми водами. Поверхность таких межморенных понижений ровная, иногда покрыта трещинами усыхания. Мощность мелкозема в этих запрудах 1—1,5 м (иногда 2 м). Прослеживается некоторое подобие годичной слоистости за счет погребения травяной растительности под новыми поступлениями мелкозема или в результате изменения крупности аккумулируемого материала (при более интенсивном снеготаянии в эти запруды сносится чуть более крупный материал). Среди запрудных накоплений преобладают алевритовые (45,44%) и песчаные (41,22%) частицы. При этом максимум содержания приходится на нижнюю границу песка и верхнюю границу алеврита. Более крупные частицы содержатся в незначительном количестве (рис. 2 и табл.).

Поле сосредоточения кумулятивных кривых очень узкое (рис. 1), что свидетельствует о еще меньшей изменчивости гранулометрического состава запрудных образований по сравнению с элювиальными. Крайние значения содержаний отдельных фракций мало отличаются от средних величин, и этим запрудные накопления резко выделяются среди других генетических разновидностей (рис. 2). Медианный диаметр меняется в пределах 0,042—0,05, среднее — 0,046. Кривые распределения характеризуются одной четко выраженной вершиной.

Средние показатели ряда физических свойств запрудных накоплений следующие: удельный вес — 2,48, объемный вес — 1,25, пористость — 49,38, число пластичности — 4,22 (предел текучести 42,08, предел раскатывания 37,86). Естественная влажность запрудных накоплений в первой половине лета составляет приблизительно 41%. К концу лета после сухого периода их влажность понижается до 29—32%.

В качестве строительного материала (для производства щебня) можно использовать широко распространенные на северном склоне г. Арагац флювюгляциальные и пролювиально-аллювиальные образования. Представлены они валунными галечниками с гравийно-дресвяно-песчаным заполнителем. Сложение грунта плотное, промежуток

между валунами заполнены галькой, гравием и песком с небольшой примесью алевритового и глинистого материала. Каменность этих накоплений составляет 80—95%. Иногда встречаются линзы мощностью до 10—20 см мелкозернистого слегка глинистого песка с небольшим содержанием гравия.

Анализ валунно-галечного материала выявил преобладание мелких валунов размером 10—20 см (85—90%). Лишь 10—15% приходится на более крупные валуны, а глыбы (более 100 см) встречаются редко. Окатанность валунов составляет 60—65%.

Среди галечного материала преобладают гальки размером 5—7 см. Окатанность их 50—57%. Лучшее (III класс окатанности, по А. В. Хабарову) окатана галька фракции 5—7 см. Для остальных фракций (1—3, 3—5 и 7—10 см) более характерна окатанность II класса.

В составе заполнителя валунных галечников основная доля приходится на песчаную (47,62%) и гравийную (26,70%) фракции. Среди частиц песчаной размерности преобладают частицы крупно- и среднезернистого песка (фракция 1—0,25 мм составляет 18,51%). Чуть меньше (18,06%) мелкого и тонкого песка. Алевритовые частицы в сумме составляют 16,82%. Имеется также примесь глинистых частиц (3,08%).

Среди современных аллювиальных накоплений русла преобладают галька (46—58%) и гравий (47—35%). Песчаных частиц мало (около 6%) а более мелкие фракции полностью отсутствуют. Окатанность гальки совре-

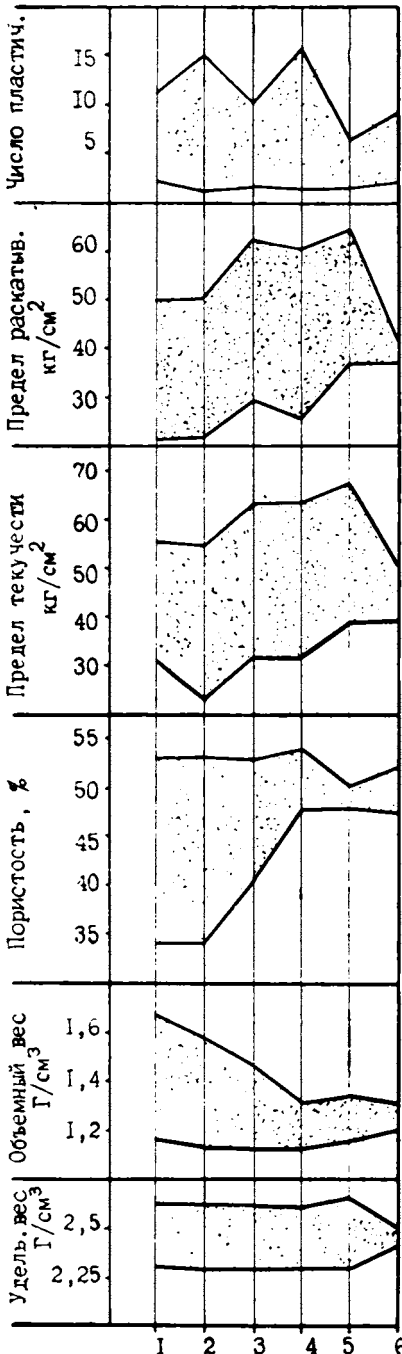


Рис. 3. Поля сосредоточения показателей ряда физических свойств генетически разных грунтов:

1 — мелкозема вюрмской морены; 2 — мелкозема рисской морены; 3 — делювия вюрмской морены; 4 — делювия рисской морены; 5 — элювия; 6 — запрудных образований.

менного русловатого аллювия 57—58%, а валунов—65%.

Изложенный выше материал по строению и ряду физических свойств рыхлых накоплений северного склона массива Арагац позволяет сделать следующие выводы.

1. Рыхлые образования разного генезиса изученного района хорошо различаются по полям сосредоточения кумулятивных кривых. Наиболее широкое поле характерно для моренных образований, а наиболее узкое — для элювиальных и запрудных накоплений.

2. Разброс крайних (минимум и максимум) и средних значений содержаний отдельных гранулометрических фракций наибольший в мелкоземке морен, чуть меньше для делювия и наименьший для запрудных накоплений.

3. Запрудные и элювиальные образования выделяются наибольшей однородностью гранулометрического состава.

4. В качестве информативного признака можно использовать и ряд физических свойств рыхлых образований. В частности рыхлые грунты хорошо различаются величинами разброса (полем сосредоточения) объемного веса и пористости (рис. 3). Наибольший разброс их характерен для морен, наименьший — для элювиальных и запрудных накоплений.

5. Определенную информацию дают показатели пластичности: минимальный разброс крайних значений пределов текучести и раскатывания — для запрудных образований, максимум абсолютных их величин — для элювия. Делювий характеризуется большими величинами верхнего и нижнего пределов пластичности по сравнению с моренами (рис. 3).

*Кафедра геоморфологии и геодезии*

*Поступила 23.04.1979*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бойнагрян В. Р., Уч. записки ЕГУ, Естест. науки, № 3, 1979.
2. Рухин Л. Б., Основы литологии. Учение об осадочных породах, изд-во «Недра», Л., 1969.
3. Марков А. Б., Преснухин В. И., Казаков Ю. М., Сб. Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии Таджикистана, изд-во Таджикского ун-та, Душанбе, 1976.
4. Горькова И. М., Окнина Н. А., Душкина Н. А., Рябичева К. Н., Природа прочности и деформационные особенности лессовых пород, изд-во «Наука», М., 1964.
5. Горькова Н. М., Структурные и деформационные особенности осадочных пород различной степени уплотнения и литификации, изд-во «Наука», М., 1965.
6. Морозов С. С., Уч. записки МГУ, вып. 133 (грунтоведение, кн. I), 1949.
7. Сергеев Е. М., Грунтоведение, изд-во МГУ, М., 1962.
8. Грим Р. Э., Минералогия и практическое использование глин, изд-во «Мир», М., 1967.
9. Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород, т. 2, изд-во МГУ, М., 1968.



## Վ. Ռ. ԲՈՅՆԱԳՐՅԱՆ

ԱՐԱԳԱԾ ԼԵՌՆԱԶԱՆԳՎԱԾԻ ՓԵՐՈՒՆ ԵՍՏՎԱԾՔՆԵՐԻ ԲԵՌՆՅԹԸ  
ԵՎ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

## Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվում է Արագած լեռնազանգվածի փխրաբեկորային գոյացումների գրանուլոմետրիան և ֆիզիկական այլ հատկանիշները (տեսակարար և ծավալային կշիռները, ծակոտկենությունը, պլաստիկությունը) և այլն: Բացահայտվում են տարբեր ծագումնային կազմ ունեցող նստվածքների որոշակի կառուցվածքային օրինաչափությունները:

Ծզրահանգվում է, որ գրունտների գրանուլոմետրական կազմի և որոշակի ֆիզիկական հատկությունների առավելագույն և նվազագույն արժեքների որոշմամբ հնարավոր է բնութագրել նրանց ծագումնային տիպերը: