

**СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЛЁССОВЫХ ПОРОД ЗАПАДНОГО СКЛОНА ТОМЬ-ЯЙСКОГО
МЕЖДУРЕЧЬЯ**

Б. Ф. МИХАЛЬЧЕНКО

(Представлена проф. А. М. Кузьминым)

Одной из важных характеристик лёссовых пород является их структура. Она в значительной мере предопределяет основные инженерно-геологические свойства этих пород: сжимаемость, водоустойчивость, механическую прочность и другие. Изучение структурных особенностей пород имеет немаловажное значение и при решении генетической стороны вопроса. Известно, что для понимания условий образования пород важен не только химико-минералогический состав, но также величина и форма слагающих их частиц, взаимное расположение последних и характер связей между ними. Все то, что объединяется под общим названием «структура» или строение породы. Само понятие «структура» не имеет единого определения. Большинство советских исследователей Л. В. Пустовалов [7], М. С. Швецов [10], Л. Б. Рухин [8] и другие имеют примерно сходное представление о структуре осадочных горных пород, в которое они вкладывают основные морфологические признаки составных частей породы: форму, размеры и характер поверхности минеральных зерен и частоту их нахождения.

Для осадочных слабо сцементированных (без жестких связей) горных пород наиболее полное инженерно-петрографическое определение структуры имеется у В. А. Приклонского [6]. Он считает, что структура характеризуется величиной, формой и характером поверхности минеральных частиц или их агрегатов, слагающих породу, их взаимным расположением и соотношением, наличием и характером связей между ними.

При изучении состава и структурных свойств лёссовых пород Западного склона Томь-Яйского междуречья было принято понимание структуры в терминологии В. А. Приклонского. При этом мы исходили из положения, что структура в значительной мере определяется условиями существования пород. Согласно А. К. Ларионову [3], количество агрегатов, взаиморасположение зерен и агрегатов, пористость — все эти структурные показатели изменяются от влажности и давления, под которым находится порода. Данный подход к изучению структур позволяет установить связь инженерно-геологических свойств с петрографо-геологическими особенностями лёссовых пород [3].

Основными факторами, от которых в конечном счете зависит структура осадочных пород, являются их генезис и преобразования на раз-

личных стадиях развития (диагенез, эпигенез, гипергенез) [4]. В определенной степени структура и отражает все эти процессы накопления и формирования пород. Большое влияние на формирование структур лёссовых отложений оказывают процессы выветривания и почвообразования.

Наши исследования по определению структурных свойств лёссовых пород проводились по двум направлениям. В первой части работы изучались структурные элементы:

а) размеры, форма, окатанность и характер поверхности минеральных обломочных частиц и микроагрегатов; б) определялись количество пор на 1 см² площади, форма, размеры пор и степень плотности стенок пор; в) по результатам изучения пород под микроскопом и данным гранулометрического состава установлена степень механической сортировки обломочного материала и выявлено примерное соотношение зернистых и агрегированных участков, слагающих породу; г) определены скорость и характер размокания монолитных образцов пород в воде.

Во второй части работы проведены анализ и сопоставление полученных данных с целью выявления групп пород, обладающих комплексом сходных элементов структуры. Установив структурные типы пород, мы ставили задачу выяснить взаимосвязь последних с отдельными стратиграфическими горизонтами и проследить изменение структурных свойств лёссовых пород на отдельных геоморфологических элементах рельефа.

Для выполнения данной работы были отобраны монолитные образцы пород естественного сложения из шурфов на глубине от 1,0 до 7,0 м. Изучение морфологических и структурных свойств лёссовых пород проводилось визуальным способом с помощью бинокулярной лупы и в прозрачных шлифах под микроскопом по методике, предложенной А. К. Ларионовым [2, 3]. Всего изучено 280 проб; результаты анализов помещены в табл. 1.

На основании сказанного среди лёссовых отложений Западного склона Томь-Яйского междуречья выделяются отдельные структурные типы пород. Каждый из них обладает комплексом сходных элементов структуры и находится в тесной взаимосвязи с определенным стратиграфическим горизонтом. Отмечается определенная зависимость изменения структурных свойств лёссовых пород и на отдельных геоморфологических элементах рельефа (табл. 1). Проследив эту зависимость и установив взаимосвязь, мы считаем возможным выделить следующие структурные типы пород:

I. Верхнечетвертичные делювиальные суглинки (*del Q₃*) — верхний лёссовый горизонт: а) в верхней части горизонта суглинки деградированные, подпочвенные зернисто-агрегативной структуры с преобладанием агрегированных участков; б) ниже залегают типичные лёссовидные суглинки зернисто-агрегативной и зернистой слабо агрегированной структуры с преобладанием зернистых участков.

II. Средневерхнечетвертичные озерно-аллювиальные (*Q₂₋₃^{al}*) слабомакропористые лёссовидные суглинки зернисто-агрегативной структуры с почти постоянным преобладанием агрегированных участков. Нижний лёссовый горизонт.

III. Среднечетвертичные озерно-аллювиальные облессованные отложения родионовской свиты (*Q_{2rd}^{al}*). Суглинки, реже супеси зернисто-агрегативной, иногда зернистой слабоагрегированной структуры.

I. Верхнечетвертичные делювиальные суглинки (*del Q₃*). Верхний лёссовый горизонт

а) **Суглинки подпочвенные деградированные.** Относящиеся сюда суглинки пользуются широким развитием. Они залегают на различных

гипсометрических уровнях рельефа водораздельной части плато, его склонах и на участках IV террасы р. Томи. Мощность их непостоянная и изменяется от 1,0 до 5,0 м. По гранулометрическому составу, как правило, относятся к тяжелым, иногда к средним пылеватым разностям с содержанием глинистых частиц, меньше 0,005 мм, от 16,05 до 29,35% (табл. 1). Средние суглинки редки и обычно встречаются на склонах. Те и другие разности подпочвенных суглинков окрашены в светло-бурые, реже бурые, темно-бурые и палевые цвета, обычно они макропористые, иногда значительно ожелезненные плотные. С соляной кислотой не вскипают. Число макропор на 1 см² площади колеблется от нуля до 18. Поры мелкие до 1,0—1,5 мм; в диаметре редко достигают 2,0—3,0 мм; обычно округлые, реже овальной щелевидной и неправильной формы. Стенки пор плотные, иногда рыхлые, зачастую покрыты бурыми пленками гидроокислов железа и реже темноокрашенными корочками гумусового вещества.

Воздушно-сухие монолитные образцы описываемых пород обнаруживают агрегатно-зернистую структуру с преобладанием агрегированных участков; обычно они прочные, ломаются в руках с применением некоторой силы, иногда их приходится разбивать молотком. При капельном смачивании водой на сглаженной поверхности образцов возникают частые хорошо заметные микротрещины, разделяющие смоченный участок породы на отдельные микроблоки. Скорость и характер размокания пород в воде различна. Отдельные разности суглинков размокают медленно: после нескольких часов стояния в дистиллированной воде дают трещины, затем по граням происходит осыпание частиц, оползание мелких кусочков. Полное размокание отдельных проб не происходит даже в течение суток.

Редкими являются слабо связанные, менее прочные разновидности деградированных суглинков, агрегативно-зернистой структуры с преобладанием зернистых участков. Последние приурочены, главным образом, к участкам IV террасы р. Томи. При капельном смачивании водой на их поверхности образуются редкие и единичные микротрещины. В воде они быстро размокают и в течение нескольких минут распадаются, превращаясь в пыль. Результаты определения размеров, изучения формы и окатанности обломочных частиц под микроскопом, данные о гранулометрическом составе деградированных суглинков (с микроагрегатной подготовкой образцов) сведены в табл. 1.

Приведенный в таблице материал показывает, что водораздельные суглинки в сравнении с другими имеют более совершенную механическую сортировку обломочного материала. Основную массу в обломочной части породы составляют частицы мелкоалевритовой (крупнопылеватой) размерности в диаметре от 0,016 до 0,056 мм. Выход последних при механическом анализе с дисперсной подготовкой некоторых проб (обработка образцов пород: NaCl, Na₂CO₃, NaOH) составляет около 44,0%. В виде примеси (2,46%) присутствуют крупноалевритовые частицы, размером от 0,05 до 0,1 мм и единичные зерна песчаной размерности (рис. 1). На склонах обломочный материал становится более грубозернистым. Среди преобладающих крупнопылеватых частиц (от 0,02 до 0,07 мм) часто встречаются зерна песчаной размерности, величиной от 0,13 до 0,53 мм в диаметре.

Пылеватые и песчаные частицы представлены преимущественно кварцем. В преобладающей массе зерна кварца неокатаны, угловатые, нередко остроугольные, неправильной формы. Более крупные зерна, размером 0,06 мм в диаметре, часто полуокатаны, округлые. Встречаются трещиноватые обломки кварца с изъеденными неровными краями. Кроме кварца, частыми являются угловатые и полуокатанные зерна

полевых шпатов. Последние бывают и хорошо окатаны, обычно уплощенные овальной и эллипсовидной формы. Кроме того, встречаются отдельные окатанные зерна роговой обманки, эпидота, циркона, ильменита и других минералов.

б) **Суглинки типичные, лёссовидные.** Ниже по разрезу деградированные подпочвенные суглинки сменяют типичные лёссовидные суглинки, составляющие вместе с первыми отложениями верхнего горизонта

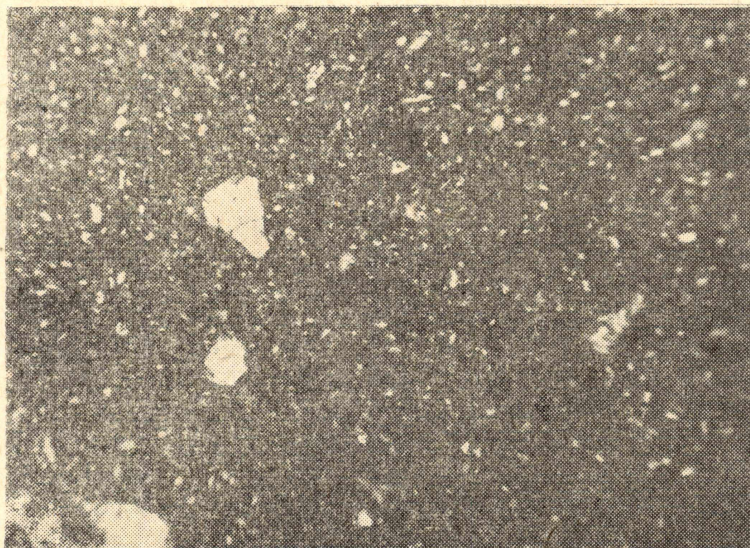


Рис. 1. Суглинок подпочвенный деградированный, характеризуется совершенством сортировки обломочного материала. Основную массу в обломочной части породы составляют частицы мелкоалевритовой размерности. В виде примеси наблюдаются единичные зерна песчаной размерности. Верхний лёссовый горизонт. Обн. 6, глубина 1,5 м. Водораздел. Увел. 64. Без анализатора.

(*del Q₃*). Мощность их не постоянна и колеблется от 1,5 до 6,0 м. Среди последних наибольшим развитием пользуются средние, реже тяжелые и легкие суглинки (табл. 1). Все они макропористые, число пор на 1 см² достигает 15—18, пылеватые, сильно карбонатные, бурно вскипающие с соляной кислотой.

Карбонаты встречаются в породе в виде натечных белесых корочек на стенках пор, выцветов, налетов по трещинам и в виде конкреций — журавчиков, куколок и дутиков. Известковистые новообразования, в виде отдельных куколок и журавчиков, обычно сконцентрированы в нижней части, у подошвы горизонта; их размер достигает 1—2 см, а иногда 5—7 см в поперечнике. Содержание CaCO₃ по кальциметру для лёссовых пород верхнего горизонта изменяется от 0,04 до 6,49%.

Воздушно-сухие образцы лёссовидных суглинков, чаще палевой, редко светло-серой и светло-бурой окраски; обычно они слабо связаны, непрочные, легко ломаются в руках и истираются в тонкий порошок. Пачкают руки, оставляя на пальцах тонкий желтоватый мучнистый налет.

При капельном смачивании водой на сглаженной поверхности породы образуются единичные микротрещины. Иногда они многочисленны или полностью отсутствуют, не образуются.

Таблица 1

Сравнительные характеристики структурных особенностей лёссовых пород западного склона Томь-Яйского междуречья

Стратиграфический горизонт	Геоморфологический элемент	Название пород	Гранулометрический состав, % фракции <i>mm</i> (микроагрегатная подготовка)			Преобладающие размеры обломочных частиц под микроскопом <i>mm</i> от — до. В виде примеси	Преобладающие формы обломочных частиц. Степень окатанности	Степень сортировки обломочного материала	Число пор на 1 <i>cm</i> ² от — до	Форма пор. Степень плотности стенок пор	Наличие карбонатов, гидроокислов железа и других веществ на стенках пор	Структура породы (по А. К. Ларионову)		
			>0,05 от — до	0,05—0,005 от—до	<0,005 от—до									
			4	5	6									
Верхний лёссовый горизонт (<i>d_{el} Q₂</i>)	Водораздел	Суглинки деградированные, подпочвенные	1,80—10,93	66,67—71,03	22,40—29,35	0,016—0,56 Единичные зерна 0,2—0,5	Неокатаны, угловатые, часто остроугольные неправильной формы. Отдельные более крупные зерна полуокатаны, иногда окатаны, округлые	Совершенная. Основную массу обломочного материала составляют частицы мелкоалевритовой размерности от 0,016 до 0,052 <i>mm</i> в диаметре	0—15	Округлая, реже овальная, щелевидная и неправильная. Стенки плотные	Гидроокислы железа, редко гумусовое вещество	Зернисто-агрегированная. Преобладают агрегированные участки		
			Склон	Суглинки деградированные, подпочвенные	8,76—19,01	64,95—69,71	16,05—21,53	0,02—0,05 Редко встречаются зерна величиной 0,2—0,4 <i>mm</i> в диаметре	Неправильная, независимо от размера частицы неокатаны, угловатые. Единичные зерна со следами окатанности	Обломочный материал хорошо отсортирован. Преобладающими являются частицы мелкоалевритовой размерности. Редко встречаются зерна песчаной размерности, величиной от 0,2 до 0,4 <i>mm</i> в диаметре	10—18	Округлая, реже овальная, щелевидная и неправильная. Стенки пор рыхлые и плотные		
					Водораздел	Типичные лёссовидные суглинки	3,14—10,68	64,12—79,08	11,08—29,50	0,02—0,056 Единичные зерна 0,12—0,4 <i>mm</i> в диаметре	Неправильная. Частицы угловатые; часто остроугольные. Неокатаны, отдельные, более крупные зерна несут следы окатанности, углы у них сглажены, округленные. Единичные зерна окатаны, округлые	Совершенная. Основную массу обломочного материала составляют обломки мелкоалевритовой размерности	3—18	Округлая, реже овальная, щелевидная и неправильная. Стенки слабо плотные и рыхлые
	Склон	Типичные лёссовидные суглинки	3,67—21,91	60,13—77,08			13,28—27,56	0,02—0,06 Редко встречаются зерна величиной 0,13—0,3 <i>mm</i> в диаметре	Угловатые, неправильной формы. Отдельные, более крупные зерна полуокатаны, иногда окатаны, округлые	Совершенная. Основную массу обломочного материала составляют обломки мелкоалевритовой размерности	3—15	Округлая, реже овальная, щелевидная и неправильная. Стенки рыхлые, иногда слабо плотные	Карбонаты, редко гидроокислы железа и гумусовое вещество	Зернистая, слабо агрегированная, реже зернисто-агрегативная. Преобладают зернистые участки. Иногда развиты агрегированные участки примерно в одинаковых количествах
			Водораздел	Слабо макропористые лёссовидные суглинки	2,53—35,89	52,37—81,78	10,91—30,21	0,06—0,056 В заметном количестве содержится зерна песчаной размерности от 0,1 до 0,5 <i>mm</i> в диаметре	Неокатаны, угловатые, неправильной формы. Среди частиц песчаной размерности встречаются полуокатанные и хорошо окатанные, округлые, реже уплощенные, овальные зерна	Несовершенная. Среди преобладающих частиц мелкоалевритовой размерности, часто встречаются обломки величиной от 0,1 до 0,5 <i>mm</i> в диаметре	2—8	Округлая, овальная, реже неправильная и щелевидная. Стенки обычно плотные, иногда рыхлые	Гидроокислы железа, гумусовое вещество, редко карбонаты	Зернисто-агрегативная, преобладают агрегированные участки, иногда зернистые и агрегированные участки развиты примерно в одинаковых количествах
	Склон	Слабо макропористые лёссовидные суглинки			5,32—21,31	60,99—74,90	12,71—24,67	0,02—0,056 Часто встречаются частицы песчаной размерности, величиной от 0,1 до 0,5 <i>mm</i>	Неокатаны, угловатые, неправильной формы. Частицы песчаной размерности, полуокатаны с округленными сглаженными углами. Некоторые зерна корродированы, трещиноватые	Несовершенная. То же	3—8	Округлая и неправильная. Стенки плотные, слабо плотные и рыхлые		Зернисто-агрегативная. Редко зернистая слабо агрегированная. В большинстве случаев преобладают агрегированные участки

Облёссованные отложения родиноновской свиты (Q_{2rd})	Водораздел		Склон	Суглинки тяжелые, пылеватые, реже супеси	10,36—41,07	49,67—65,13	9,20—27,31	0,02—0,04. В подчиненном количестве содержатся части песчаной размерности от 0,1—до 0,3 мм	Неокатаны, угловатые, неправильной формы. Частицы песчаной размерности, часто полуокатаны и окатаны округлой и овальной формы	Несовершенная. Отмечается повышенное содержание обломочных частиц песчаной размерности	Единичные, иногда не наблюдаются	Округлая, реже овальная. Стенки плотные и слабо плотные		Зернисто-агрегативная, реже зернистая слабо агрегированная. Соотношение зернистых и агрегированных участков различно
	Склон	Водораздел												
Лёссовые отложения четвертой террасы р. Томи ($Q_2 IV$)	Типичные лёссовидные суглинки	13,76	66,68	19,56	0,02—0,06. В заметном количестве содержатся более крупные зерна размером до 0,4 мм в диаметре	Неправильная, изометричная. Частицы угловатые, неокатаны. Отдельные, более крупные зерна полуокатаны и окатаны, округлой и овальной формы	Несовершенная. Отмечается повышенное содержание частиц песчаной размерности	8—15	Округлая, неправильная. Стенки порыхлые и слабо плотные	Известковистые, иногда окисленные, покрыты гидроксидами железа	Зернисто-агрегативная. Преобладают зернистые участки			
	Деградированные подпочвенные суглинки	11,27—13,76	65,33—66,68	19,56—23,41	0,02—0,07. Отмечается повышенное содержание частиц песчаной размерности от 0,13 до 0,53 мм в диаметре	Неокатаны, угловатые, нередко остроугольные неправильной формы. Частицы крупных размеров часто полуокатаны и хорошо окатаны, округлой и овальной формы	Несовершенная. В массе обломочного материала, среди преобладающих частиц мелкоалевритовой размерности, часто встречаются обломки размером от 0,13 до 0,53 мм в диаметре	8—15	Округлая, реже неправильная. Стенки плотные, иногда рыхлые	Гидроокислы железа	Зернисто-агрегативная. Преобладают зернистые участки			
		8,15	69,84	21,65	0,02—0,056. В заметном количестве содержатся частицы песчаной размерности от 0,14 до 0,4 мм		Несовершенная. Часто встречаются обломки песчаной размерности, величиной от 0,14—до 0,4 мм	2—3	Округлая, реже овальная. Стенки плотные	Гидроокислы железа	Зернисто-агрегативная. Преобладают агрегированные участки			

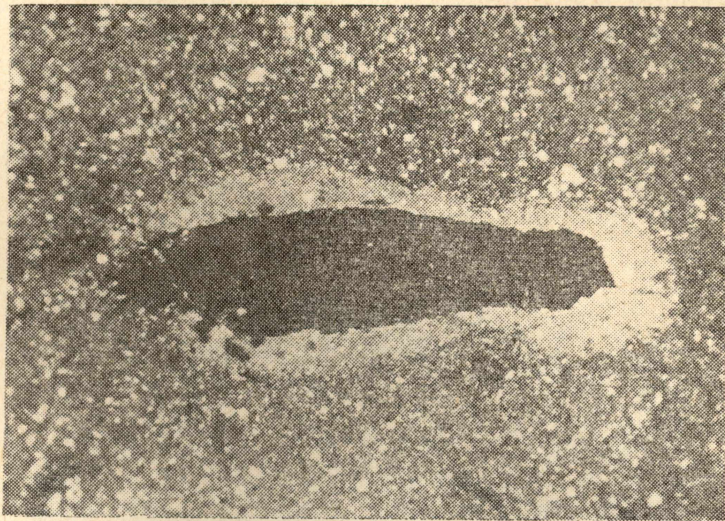


Рис. 2. Суглинок лёссовидный, макропористый. Поры щелевидной формы, на стенках видны карбонаты. Верхний лёссовый горизонт. Шурф № 197, глубина 2,5 м. Склон водораздела. Увел. 64. С анализатором.

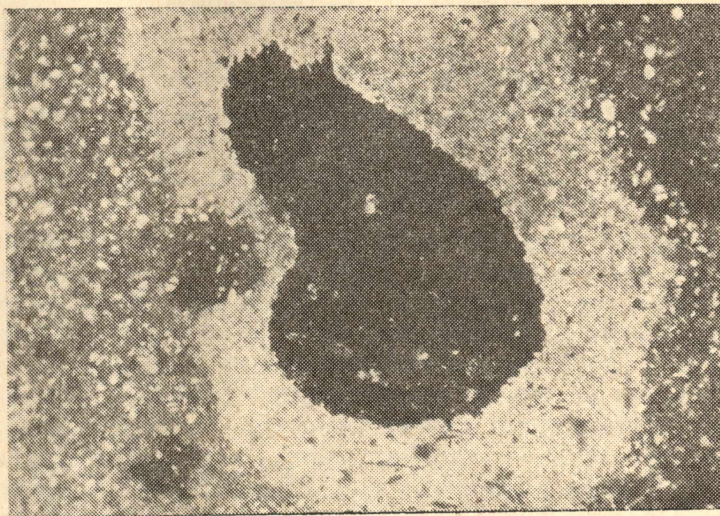


Рис. 3. Суглинок лёссовидный, макропористый. Форма пор неправильноокруглая. Стенки пор покрыты карбонатным веществом. Верхний лёссовый горизонт. Шурф № 7, глубина 3,0 м. Склон водораздела. Увел. 64. С анализатором.

Монолитные образцы пород естественной влажности в воде не устойчивы, и в большинстве случаев размокают быстро: в течение нескольких минут распадаются, превращаясь в пыль. Наблюдаемые под микроскопом поры имеют округлую, реже овальную, щелевидную и неправильноокруглую форму (рис. 2, 3). Стенки пор рыхлые и слабо плотные, часто известковистые, а иногда покрыты пленками гидроксидов железа и темноокрашенными корочками гумусового вещества.

Лёссовидные суглинки обычно имеют рыхлое сложение (рис. 4), зернисто-агрегативную и зернистую слабо агрегированную структуру с преобладанием зернистых участков. Редкими являются разности, у которых зернистые и агрегированные участки развиты примерно



Рис. 4. Суглинок лёссовидный, рыхлого сложения. Верхний лёссовый горизонт. Шурф № 355, глубина 2,5 м. Склон водораздела.

в одинаковых количествах. Изучение структурных особенностей пород верхнего горизонта показывает, что лёссовидные суглинки, развитые на площади плоского водораздела, в большинстве случаев зернисто-агрегативной структуры. Суглинки, покрывающие пологие склоны водораздела, чаще зернистые, слабо агрегированные.

Породы зернисто-агрегативной структуры под микроскопом состоят из отдельных микроагрегатных скоплений тонкоизмельченных зерен кварца, полевых шпатов и других обломочных (сингенетических) минералов, скрепленных гидроокислами железа, глинистым, реже карбонатным веществом [5]. В проходящем свете микроагрегаты наблюдаются в виде неправильных, иногда расплывчатых без резких очертаний желто-бурых пятен. Промежутки между ними заполнены более крупными мономинеральными зёрнами алевритовой размерности. Породы зернистой структуры в прозрачных шлифах под микроскопом оказываются сплошь зернистыми. Промежутки между зёрнами выполнены тонкодисперсными гидроокислами железа, глинистым, реже карбонатным веществом.

Микроскопическое изучение формы, окатанности и размеров обломочных частиц, результаты гранулометрического анализа некоторых проб пород с дисперсной подготовкой показывают, что типичные лёссовидные суглинки верхнего горизонта на различных геоморфологических элементах отличаются совершенной сортировкой обломочного материала.

В обломочной части водораздельных суглинков, как и на склонах, явно преобладают частицы мелкоалевритовой (крупнопылевой) размерности, величиной от 0,02 до 0,06 мм. Содержание последних, по данным гранулометрического анализа с дисперсной подготовкой образцов, составляют 40,4—43,0%.

В подчиненном количестве присутствуют крупноалевритовые (5,29—8,93%) и песчаные (5,3—9,5%) обломочные частицы, содержание которых заметно увеличивается на склонах. Частицы крупноалевритовой и песчаной размерности нередко обнаруживают следы механической обработки. Часто они полуокатаны. Встречаются трещиноватые зерна неправильных очертаний с изъеденными неровными краями. Присутствие последних указывает на вторичные изменения в породе, связанные с растворением отдельных минеральных зерен. Поверхность обломочных частиц гладкая и шероховатая, иногда с ямчатыми углублениями.

II. Средневерхнечетвертичные озерно-аллювиальные слабомакропористые лёссовидные суглинки (Q_{2-3}^{a1})

Нижний лёссовый горизонт

Отложения нижнего лёссового горизонта имеют широкое площадное распространение. Они вскрываются многочисленными шурфами и скважинами. На дневную поверхность выходят редко и только отдельными пятнами встречаются в склонах логов и местами на водораздельных участках. Залегая в основании пород верхнего лёссового горизонта, они встречаются на различных геоморфологических элементах рельефа и вместе с первым сплошным чехлом покрывают более древние четвертичные и дочетвертичные образования. Мощность их непостоянная и изменяется от 1,3 до 9,0 м.

По механическому составу (табл. 1) лёссовые породы нижнего горизонта относятся к тяжелым, реже средним и легким пылеватым суглинкам.

Тяжелые разности суглинков встречаются чаще на водоразделе, средние — на склонах. Суглинки нижнего горизонта песчанистые (содержание частиц песчаной фракции в отдельных пробах достигает 30—36%), обычно карбонатные и в большинстве случаев бурно вскипают с соляной кислотой. В отличие от пород верхнего лёссового горизонта они сравнительно плотные с менее отчетливо выраженной макропористостью. Имеют характерную, им свойственную, светло-серую и светло-бурую, иногда белесую окраску. На поверхности излома образцов всегда можно видеть мелкие желто-бурые пятна ожелезнения. Редко наблюдаемые поры чаще округлой и овальной формы. Стенки пор обычно плотные, иногда слабо плотные и рыхлые, пропитаны гидроокислами железа, местами гумусированные, редко известковистые. Лёссовидные суглинки нижнего горизонта имеют зернисто-агрегативную структуру с почти постоянным преобладанием агрегированных участков. Встречаются отдельные, преимущественно легкие разности суглинков зернистой, слабо агрегированной структуры, где преобладают зернистые участки. Воздушно-сухие монолитные образцы пород прочно связаны и в большинстве случаев ломаются в руках с применением некоторого усилия.

При нанесении двух капель воды на сглаженной поверхности образцов возникают частые микротрещины, разбивающие смоченную поверхность породы на отдельные микроблоки. В немногих случаях подобные микротрещины слабо заметны или вовсе не образуются. Устойчивость пород на размокание в воде проявляется по-разному, некоторые монолитные образцы суглинков размокают медленно в течение

нескольких часов, другие за несколько минут распадаются на мелкие комочки с последующим превращением их в пыль. Микроскопическое изучение песчано-алевритовой фракции (от 0,01 до 0,25 мм), определение величины обломочных частиц в прозрачных шлифах показывает, что среди преобладающих крупнопылеватых частиц (0,02 до 0,056 мм) в массе обломочного материала в заметном количестве встречаются обломки песчаной размерности, величиной от 0,1-0,3 до 0,5 мм в диаметре (рис. 5).

Несовершенство механической сортировки обломочного материала лёссовых пород нижнего горизонта подтверждается и данными гранулометрического анализа (табл. 1).

Какой-либо закономерности в количественном распределении частиц песчаной фракции на отдельных геоморфологических элементах (по

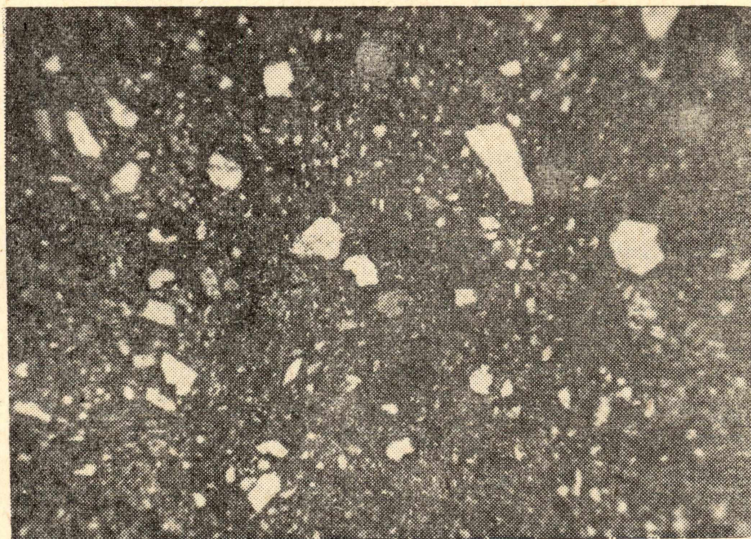


Рис. 5. Суглинок лёссовидный, слабо макропористый. Сортировка обломочного материала несовершенная. Среди преобладающих мелкоалевритовых частиц часто встречаются обломки песчаной размерности. Нижний лёссовый горизонт. Шурф № 7, глубина 5,0 м. Склон водораздела. Увел. 64. Без анализатора.

данным грансостава) не устанавливается. В то же время изучение пород в прозрачных шлифах под микроскопом показывает, что общее огрубление обломочного материала с более высоким содержанием частиц песчаной размерности характерно для суглинков IV террасы р. Томи (Q_{2IV}).

Степень окатанности обломочных частиц неодинакова и находится в тесной зависимости от их размера. Частицы пылеватой размерности, составляющие основную массу обломочного материала, неокатаны, угловатые, неправильной формы. Крупноалевритовые (от 0,05 до 0,1 мм) и песчаные зерна (размером больше 0,1 мм в диаметре) в большинстве случаев несут следы механической обработки.

III. Среднечетвертичные озерно-аллювиальные облессованные отложения родионовской свиты (Q_{2rd}^{al})

Отложения родионовской свиты всюду перекрыты вышеописанными лёссовыми породами. Они вскрываются большим количеством скважин ручного и колонкового бурения, а также шурфами.

Выходы на дневную поверхность отмечаются редко; в виде отдельных пятен их можно встретить в тальвегах логов и местами в бортах р. Бобровка и др. Описание основных морфологических свойств и структурных особенностей пород произведено по шести образцам из шурфов, вскрывающих верхнюю часть разреза свиты. По внешнему облику и некоторым другим свойствам (содержанию пылевой и песчаной фракции, вскипание с соляной кислотой) породы верхней части разреза родионовской свиты обнаруживают сходство с лёссовидными суглинками нижнего горизонта. Граница перехода к вышележащим отложениям второго лёссового горизонта постепенная и только на отдельных участках (скв. 492 и др.) отмечается повышенное содержание гумуса и наличие продуктов деллювиального переотложения погребенных почв, указывающих на возможный перерыв или замедление в осадконакоплении.

По гранулометрическому составу преобладающие породы верхней части родионовской свиты — суглинки пылеватые тяжелые, редко супеси. Содержание глинистой фракции 9,20—27,31 %, пылевой 49,67—69,84 %, песчаной 8,15—41,07 % (табл. 1).

Макроскопически названные разновидности пород обнаруживают светло-серую, реже светло-бурую до бурой окраску, обычно они плотные, иногда слабо макропористые, вскипают с соляной кислотой.

Редко встречаемые единичные макропоры — округлой и овальной формы с плотными стенками. Диаметр пор не превышает 1,0—1,5 мм. Воздушно-сухие монолитные образцы пород, в большинстве случаев, зернисто-агрегативной, реже зернистой, слабо агрегированной структуры имеют невысокую прочность, ломаются в руках без особых усилий и только отдельные разности приходится разбивать молотком. При капельном смачивании водой на сглаженной поверхности образцов ненарушенной структуры образуются микротрещины, разделяющие смоченный участок породы на отдельные микроблоки.

При изучении пород в шлифах под микроскопом отмечается несовершенство механической сортировки обломочного материала. Приведенные в таблице замеры обломков под микроскопом показывают, что среди преобладающих неокатанных частиц от 0,02 до 0,056 мм в массе обломочного материала нередко встречаются более крупные обломки песчаной фракции величиной от 0,1—0,2 до 0,4 мм в диаметре (рис. 6). Последние в большинстве случаев имеют неправильные очертания форм и несут следы механической обработки. Редко среди них встречаются хорошо окатанные зерна округлой и овальной формы.

Какой-либо закономерности в распределении обломочных частиц пород по крупности на отдельных геоморфологических элементах рельефа не выявляется. Родионовской свитой заканчивается разрез отложений покровного комплекса.

Приведенный выше фактический материал показывает, что выделенные по структурным и морфологическим свойствам разновидности лёссовых пород имеют тесную взаимосвязь с отдельными стратиграфическими горизонтами и отражают в значительной мере условия их формирования.

Деллювиальные лёссовидные суглинки верхнего горизонта (*del Q₃*) характеризуются совершенством сортировки обломочного материала. В обломочной части этих пород явно преобладают частицы мелко-алевритовой (крупнопылевой) размерности. Степень окатанности обломочных частиц находится в прямой зависимости от их размера. Частицы крупнопылевой размерности, как правило, не окатаны, угловатые, неправильной формы. Более крупные обломки песчаной размерности (в диаметре больше 0,05 мм), содержащиеся в породах верхнего лёссового горизонта в виде незначительной примеси, в различной степени

окатаны и иногда на их поверхности видны следы точечной побитости и ямчатые углубления. Наличие последних возможно связано с деятельностью воздушных потоков, которые частично могли перевевать обломочный материал отложений верхнего лёссового горизонта.

Озерно-аллювиальные лёссовидные суглинки нижнего горизонта (Q_{2-3}^a) имеют сравнительно плотное сложение и менее выраженную макропористость. Механическая сортировка обломочного материала,

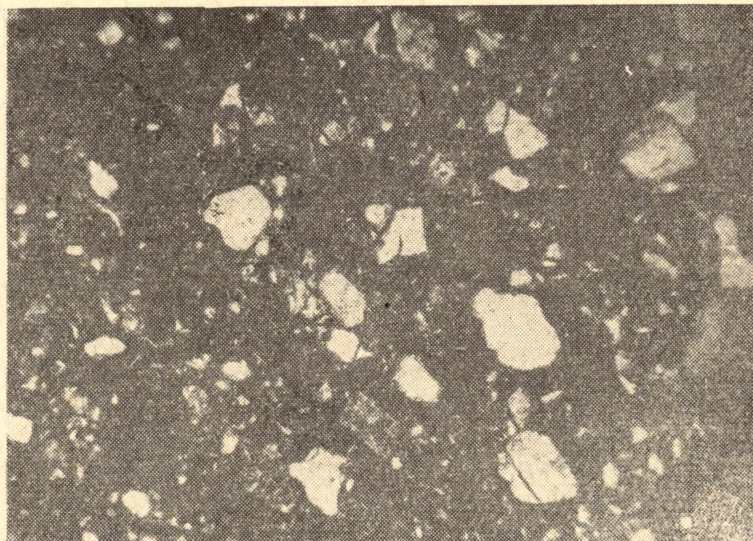


Рис. 6. Суглинок лёссовидный тяжелый, характеризуется повышенным содержанием обломочных частиц песчаной размерности. Отложения родионовской свиты (Q_{2rd}^{al}). Обн. 6, глубина 6,0 м. Водораздел. Увел. 64. Без анализатора.

как и у нижележащих суглинков родионовской свиты, становится менее совершенной.

В терригенной обломочной части этих пород наряду с преобладающими частицами пылевой размерности увеличивается содержание обломков песчаной фракции. Наличие полуокатанных и окатанных частиц с гладкой, реже шероховатой поверхностью указывает на механическую обработку обломочного материала в период его переотложения и накопления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Н. Ботвинкина. Слоистость осадочных пород. Тр. Геологического института, АН СССР, в. 59, 1962.
2. А. К. Ларионов. Структура лёссовых пород. Совещание по исследованию и использованию глин. Львов, 1957.
3. А. К. Ларионов, В. А. Приклонский, В. П. Ананьев. Лёссовые породы и их строительные свойства. Госгеолтехиздат, 1959.
4. Методы изучения осадочных пород. Под ред. Н. М. Страхова, т. 1-2, М., Госгеолтехиздат, 1957.
5. Б. Ф. Михальченко. Характеристика минералогического состава и структур лёссовых пород Богашевского участка. Тр. НИИЖТ, вып. XXVIII, 1962.
6. В. А. Приклонский. Грунтоведение. 2-е изд. Госгеолтехиздат, 1955.
7. Л. В. Пустовалов. Петрография осадочных пород. Гостоптехиздат, т. 2, 1940.
8. Л. Б. Рухин. Основы литологии. Гостоптехиздат, 1953.
9. Справочное руководство по петрографии осадочных пород, т. 1-2. Л., Гостоптехиздат, 1958.
10. М. С. Швецов. Петрография осадочных пород. Изд. 2. М.-Л., Госгеолтехиздат, 1948.