

И. Д. СЕДЛЕЦКИЙ и В. П. АНАНЬЕВ

ЗОЛОВОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ И СОСТАВ МИНЕРАЛОВ ЛЕССА СЕВЕРНОГО КИТАЯ

(Представлено академиком В. А. Обручевым 7 IV 1953)

Проблема лесса, над которой работают многие исследователи уже в течение более 100 лет, может быть разрешена, как указывает В. А. Обручев (¹), стр. 310), только при глубоком и всестороннем изучении лесса и лессовидных пород не только СССР, но и других стран. В первую очередь это относится к лессам Китая.

До недавнего времени при изучении лесса ограничивались преимущественно изучением минералов крупных фракций, оставляя без внимания его тонкие дисперсные и коллоидные частицы. Между тем коллоиды являются наиболее активной частью лесса и заслуживают особенного внимания (¹), стр. 305).

При изучении минералогического состава и генезиса лесса и лессовидных пород юга и юго-востока СССР, а также Средней Азии и других районов СССР, мы пришли к необходимости изучения для сравнения состава минералов типичных эоловых лессов Китая. При помощи В. А. Обручева нами были получены от Н. Н. Карлова из Днепропетровска три образца лесса Северного Китая, взятых в провинции Ганьсу.

По определению В. А. Обручева, образец лесса *K-1* взят на равнине Принянсянь провинции Ганьсу с глубины 3,5—10 м, образец *K-2* взят в гористой местности Гуаньсянь провинции Ганьсу с глубины около 20 м и образец *K-3* взят из возвышенной террасы уезда Юйчжуньянь провинции Ганьсу с глубины 1,27—1,77 м. Образцы поступили к нам в раздробленном виде, макроскопических различий не имеют и характеризуются как лессы серовато-желтого, палевого цвета, пылеватые, однородные, вскипающие от действия 5% HCl.

Порода в целом изучалась под микроскопом и при помощи окрашивания органическими красителями по методу Н. Е. Веденеевой (²). Затем образцы разделялись для более детального изучения на фракции: 0,25—0,01 мм, 0,01—0,005 мм, 5—1 и меньше 1 μ . Фракции выделялись отмучиванием из размолотой в ступке породы после удаления из нее карбонатов действием 5% HCl. В качестве стабилизатора суспензии применялся аммиак, который добавлялся до слабо щелочной реакции. Фракция 0,25—0,01 мм разделялась при помощи бромформа (удельный вес 2,9) на тяжелую и легкую части. Тонкие фракции высушивались при комнатной температуре и изучались: термическим, рентгенографическим, хроматографическим и другими методами.

Порода представлена в основном алевритовым (0,1—0,005 мм) кварц-полевошпатовым материалом, среди которого рассеяна масса карбонатных, глинистых и аксессуарных минералов. Из карбонатных минералов присутствуют во всех фракциях лесса кальцит и доломит.

Состав материалов крупных фракций лесса провинции Ганьсу (в %)

Минералы	К-1	К-2	К-3	Минералы	К-1	К-2	К-3
I — минералы легкой фракции							
Кварц	55,0	52,0	56,0	Хлорит	0,7	0,5	0,6
Полевые шпаты:				Рутил	3,5	3,0	3,4
ортоклаз	22,5	25,0	22,0	Анализ	1,9	1,0	1,1
плагиоклаз	1,0	2,0	2,0	Мусковит	1,5	1,3	1,6
Халцедон	3,0	4,0	2,5	Биотит	2,0	1,2	1,9
Кальцит	13,5	13,0	13,0	Актинолит	3,5	2,0	2,9
Доломит	1,5	1,0	1,5	Тремолит	0,9	0,8	0,6
Гипс	нет	ед.	нет	Пикотит	2,3	2,1	2,5
		зерна		Бурый железняк	1,0	ед.	P*
Мусковит	3,5	3,0	3,0	Апатит	2,5	2,0	1,2
II — минералы тяжелой фракции				Авгит	0,8	0,9	P*
Циркон	6,0	6,5	8,0	Диопсид	2,0	2,8	2,2
Дистен	2,3	1,0	P*	Эвстатит	2,4	4,0	2,7
Турмалин	3,5	4,0	4,1	Гиперстен	2,7	3,0	2,4
Роговая обманка	19,0	14,0	18,0	Бронзит	0,6	ед.	P*
Эпидот	7,0	9,0	9,1			зерна	
Цоизит	10,0	8,0	8,0	Ильменит	0,4	7,0	5,5
Сфен	3,0	3,5	3,6	Лейкоксен	5,0	5,0	5,6
Силлиманит	0,9	нет	P*	Магнетит	4,0	3,4	4,1
Арфведсонит	P*	P*	P*	Шпинель	нет	1,0	0,6
Гранат	8,0	12,0	8,5	Хлоритоид	"	нет	ед.
						зерна	
				Топаз	"	ед.	нет
						зерна	

* P — содержание минерала меньше 0,5%.

Как видно из данных табл. 1, состав минералов крупных фракций всех трех образцов лесса практически одинаков, что указывает на единую область сноса материала, послужившего для образования лесса.

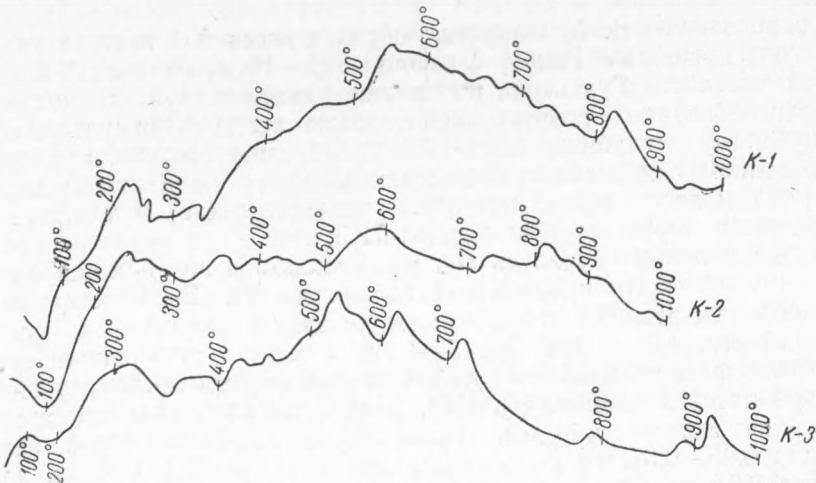


Рис. 1. Дифференциальные термические кривые фракций < 0,001 мм образцов К-1, К-2 и К-3

Минералы тонких фракций, по данным рентгенографического и термического анализов, представлены ассоциацией из: монтмориллонита, иллита, каолинита, кварца, гидрогетита и, возможно, пирофиллита. Кри-

вые нагревания фракции меньше 0,001 мм (рис. 1) подтверждают наличие: монтмориллонита (эндотермические эффекты при 100—150°, 650—700° и 790—800°), иллита (эндотермические эффекты при 100—150°, 500—520°, 900—970°), каолинита (эндотермическая остановка при 500° (600°) и экзотермическая при 950°). Остановка при 600°, возможно, относится за счет пиррофиллита. На наличие гидрогематита указывает эндотермическая остановка при 230—260°, гидрогетита — при 300° и гетита — при 350—370°. Рентгенографический анализ показал наличие монтмориллонита (линии с $d = 14$; 3,03 Å и др.), гидрослюды (иллита) ($d = 9,76$; 5,03; 3,22 Å и др.), каолинита ($d = 7,40$; 3,55 Å и др.), кварца ($d = 4,28$; 3,37; 1,83 Å и др.), гетита и гидрогетита ($d = 4,09$ Å и др.), кальцита ($d = 3,03$ Å и др.). Линия, имеющая $d = 8,76$ Å, повидимому, принадлежит пиррофиллиту, присутствие которого допускаем пока условно, вследствие отсутствия других подтверждений.

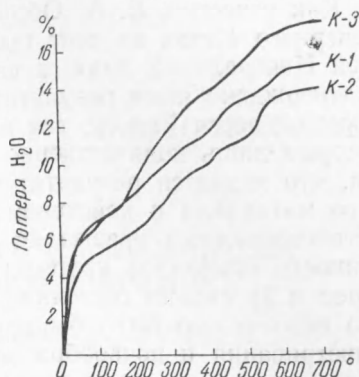


Рис. 2. Кривые обезвоживания образцов К-1, К-2 и К-3

Кривые обезвоживания фракции меньше 0,001 мм (рис. 2) довольно близки для всех трех образцов и по своему характеру приближаются к кривым гидрослюды (иллита).

Окрашивание органическими красителями подтвердило преобладание в ассоциации иллита. Рентгенографический анализ показывает значительное количество кварца. Таким образом, основными минералами во фракции меньше 0,001 мм являются иллит и кварц; второстепенными являются все остальные минералы (табл. 2).

Таблица 2

Состав коллоидно-дисперсных минералов лесса провинции Ганьсу Северного Китая

Образцы лесса	Местоположение	Парагенетич. ассоциация коллоидно-дисперсных минералов	Главные минералы	Второстепенные минералы
К-1	Равнина Пиньянсянь	Иллит, кварц, монтмориллонит, каолинит, гетит, гидрогетит, гидрогематит, пиррофиллит (?)	Иллит, кварц	Гетит, гидрогетит, гидрогематит, монтмориллонит, каолинит, пиррофиллит (?)
К-2	Горная местность Гуаньсянь	Иллит, кварц, монтмориллонит, каолинит, гетит, гидрогетит, гидрогематит	Иллит, кварц	Гетит, гидрогетит, гидрогематит, монтмориллонит, каолинит
К-3	Терраса, уезд Юйчжуньсянь	Иллит, кварц, каолинит, монтмориллонит, гетит, гидрогетит, пиррофиллит (?)	Иллит, кварц	Гетит, гидрогетит, монтмориллонит, каолинит, пиррофиллит (?)

Количественное содержание минералов во всех трех образцах заметно различно. Так, в образце К-3 увеличено количество монтмориллонита (о чем говорит усиление голубого оттенка при окрашивании бензидином) и каолинита (наличие экзопика при 950°).

Полученные данные по составу минералов как крупных, так и тонких фракций лесса провинции Ганьсу позволяют подойти к генезису лесса Северного Китая.

Провинция Ганьсу находится в северо-западном Китае, который представляет собой изрезанное горными цепями плато. С севера провинция Ганьсу окаймляется пустыней Гоби или Шамо, с юга — хребтом Нань-Шань. Поверхность восточной Ганьсу, в том числе и северные склоны Нань-Шаня, покрыты отложениями лесса мощностью до 400 м.

Как известно, В. А. Обручев ⁽¹⁾ указывал на образование лесса Северного Китая за счет пыли, вынесенной ветрами пустынных областей Центральной Азии, в частности из пустыни Гоби. Это положение подтверждено нами результатами исследований как минералов крупных фракций лесса Ганьсу, так и состава коллоидно-дисперсных минералов, которые лишь количественно меняются для разных точек лессовой толщи, что является результатом неравномерного ветрового привноса тонкого материала и действием небольших смерчей. На эоловый генезис китайского лесса указывают следующие наши данные: 1) слабая окатанность минералов крупных фракций и шероховатость поверхности зерен и 2) свежее состояние полевых шпатов, амфиболов и пироксенов, что невозможно было бы при переносе материала водой. Процессы же выветривания и почвообразования в самой толще лесса идут весьма медленно и приводят к небольшим изменениям отложившегося эолового материала.

Как известно ⁽³⁾, процессы выветривания и почвообразования в условиях сухого степного климата ведут к возникновению в тонких фракциях ассоциации монтмориллонита и иллита при преобладании первого. Найденные в лессе Китая минералы, среди которых находятся каолинит, кварц, а также гидроокислы железа, при малом количестве монтмориллонита и преобладании иллита, противоречат гипотезе Л. Берга о возникновении лесса в процессе выветривания и почвообразования в условиях сухих степей.

Наши новые данные подтверждают эоловую теорию В. А. Обручева.

По составу коллоидно-дисперсных минералов лесс Северного Китая беднее лесса Нижнего Дона, где, кроме указанных для лесса Китая минералов, содержатся еще: галлуазит, ферригаллуазит, нонтронит и др. ⁽⁴⁾, что объясняется, главным образом, эоловым привносом пыли из других областей питания.

В отличие от лесса Нижнего Дона, лесс Северного Китая содержат пироксены (авгит, гиперстен и др.), которые в сочетании с роговой обманкой и пикотитом указывают на то, что лесс Северного Китая образовался преимущественно за счет выветривания ультраосновных пород, основных и средних эффузивов, при весьма незначительной роли продуктов выветривания метаморфических пород, на что указывает почти полное отсутствие группы дистен — силлиманит — ставролита.

Ростовский на Дону государственный университет
им. В. М. Молотова

Поступило
8 I 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. А. Обручев, Избр. работы по географии Средней Азии, 3, 1951.
² Н. Е. Веденеева, Колл. журн., 12, № 1, 17 (1950). ³ И. Д. Седлецкий, Коллоидно-дисперсная минералогия, 1945. ⁴ И. Д. Седлецкий, ДАН, 81, № 5, 909 (1951).