

УДК 631.414.549

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

В. М. ФРИДЛАНД, Н. П. ЧИЖИКОВА, З. С. КАРАЕВА

О ФОРМИРОВАНИИ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА ДРЕВНИХ КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ

(Представлено академиком И. П. Герасимовым 17 VII 1975)

Подзолистые почвы на древних корях выветривания изучали в Невьянском районе Свердловской обл. Разрез 26 дерново-подзолистой почвы описан в 10 км к югу от г. Невьянска, в карьере, находящемся в средней части длинного пологого склона, покрытого злаково-разнотравным лугом на месте вырубленного леса. Почвообразующая порода — выветрелый гнейс. Для валового состава коры выветривания, почвы и фр. $<0,001$ мм (табл. 1) характерно довольно значительное содержание щелочей и щелочных земель, что свидетельствует об их относительно слабой выветренности. Это подтверждается и высоким (значительно больше 3) отношением $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ в пле. Резкое снижение содержания Са от породы (обр. С) к почве вместе с морфологическими данными свидетельствует о том, что в почве идут активные процессы выветривания. Дифференциация и почвы в целом, и фр. $<0,001$ мм по валовому составу относительно невелика. Наиболее отчетлива аккумуляция Fe в иллювиальном горизонте.

Реакция почвы по всему профилю кислая (рН 4,5–5,5), а в подзолистом горизонте — сильнокислая (3,7).

Механический анализ обнаруживает утяжеление иллювиальных горизонтов и более легкий состав почвообразующей породы и элювиальной верхней части профиля.

В почве обнаружены каолинит-сметитовые смешаннослойные образования, гидрослюда, смешаннослойные образования из биотитовых и вермикулитовых пакетов, в небольшом количестве смешаннослойные слюда-сметиты и хлориты.

Смешаннослойные каолинит-сметиты определены ⁽⁸⁾ по рефлексам 7,3 и 3,55 Å в воздушно-сухом состоянии и по смещению их после насыщения глицерином соответственно к 7,4 и 3,58 Å. После прокаливания при 300° значения рефлексов практически не изменяются. С учетом результатов работы ⁽⁸⁾, количество сметитовых пакетов в каолинит-сметитовом образовании не превышает 15–20%. Судя по изменению значений d/n в верхних горизонтах, количество этих пакетов, по-видимому, уменьшается. Для смешаннослойного биотит-вермикулитового образования характерно отсутствие структурного набухания с Mg и глицерином ⁽⁴⁾. Наличие острого рефлекса с $d=25$ Å свидетельствует о сильно выраженной тенденции к упорядоченности по мотиву АВ. К смешаннослойным слюда-сметитовым относятся образования с широкими максимумами в пределах 10–15 Å. Наличие по всему профилю почвы и коры выветривания каолинит-сметитового образования позволяет, учитывая результаты исследований ^(6, 7), предположить, что палеогеографическая обстановка, в которой формировалась кора выветривания, характеризовалась теплым влажным климатом с количеством осадков 1700–1900 мм, т. е. относилась к типу гумидных субтропических. Появление же в профиле почвы упорядоченных биотит-вермикулитовых образований, по-видимому, есть результат современного почвообразовательного процесса. Согласно ⁽⁵⁾, эти образования возникают при выщелачивании К из межслоевых промежутков биотита

Таблица 1

Валовой состав дерново-подзолистых почв, развитых на древних корках выветривания, и их илистых фракций (% на прокаленную навеску)

№ разреза	Горизонты	Глубина, см	П.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	Сумма	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$
Почва в целом																
26	A ₁	0—10	22,11	71,04	17,27	5,30	3,46	1,45	0,21	1,47	2,21	1,25	103,66	6,9	35,7	5,8
	A ₂	40—50	4,69	66,43	17,72	4,42	3,33	1,59	0,11	1,58	3,85	0,64	99,67	6,4	40,7	5,5
	B ₁	80—90	7,27	67,15	17,49	5,43	2,73	1,71	0,16	1,51	3,26	0,41	99,85	6,5	33,6	5,4
	C	290—300	3,00	66,02	17,81	3,33	4,02	1,48	0,09	1,52	4,40	0,35	99,02	6,4	55,0	5,7
28	A ₁ A ₂	2—12	23,65	58,91	21,28	13,97	2,20	1,90	0,77	0,71	0,60	0,56	100,90	4,9	11,2	3,4
	A ₂	20—30	11,89	57,89	23,61	13,50	1,37	0,87	0,27	0,76	0,54	0,57	99,33	4,1	11,4	3,0
	B _{1m}	40—50	12,71	53,85	26,11	16,27	0,93	1,00	0,26	0,47	0,30	0,53	99,72	3,5	8,8	2,5
	B _{2m}	65—75	12,70	53,41	27,66	16,49	0,45	0,88	0,10	0,21	0,13	0,53	99,87	3,2	8,6	2,4
	C	200—230	12,36	54,40	27,17	15,74	0,46	0,88	0,26	0,34	0,13	0,53	99,93	3,4	9,1	2,5
Илистая фракция																
26	A ₁	0—10	31,68	54,96	26,73	10,32	0,61	2,60	0,13	Не опред.		0,95	99,30	3,5	14,2	2,8
	A ₂	40—50	16,78	53,79	29,77	9,41	1,20	2,55	0,12	» »		0,99	97,83	3,1	15,2	2,5
	B ₁	80—90	16,88	53,40	28,07	12,76	0,89	1,77	0,11	» »		0,92	97,92	3,2	11,1	2,5
	C	290—300	11,52	55,92	26,14	8,60	Не опред.		0,13	» »		0,99	91,78	3,6	17,3	3,0
28	A ₂	20—30	15,83	49,05	31,11	15,35	0,61	1,19	0,02	» »		0,77	98,10	2,7	8,5	2,0
	B _{2m}	65—75	15,48	44,70	31,74	20,84	0,71	0,36	0,17	» »		0,94	99,46	2,4	5,7	1,7
	C	200—300	15,13	46,53	31,65	18,61	0,33	0,49	0,15	» »		1,13	98,89	2,5	6,6	1,8

(деградационная трансформация), что характерно для кислых таежных почв, развитых на продуктах сравнительно неглубокого выветривания (², ³). Уменьшение в верхних горизонтах содержания смектитовых пакетов в таком устойчивом минерале, как каолинит-смектит, может быть объяснено лишь выносом из верхних горизонтов кристаллитов с наибольшим количеством смектитовых пакетов, характеризующихся максимальной дисперсностью и гидрофильностью.

При анализе профиля почвы выделяются лишь два этапа ее формирования: 1) образование каолиново-гидрослюдистой коры в теплых и влажных условиях; 2) формирование на этой коре подзолистого почвенного профиля, включающего описанные выше процессы.

Разрез 28 заложен в 7 км к югу от Невьянска в условиях мягкого грядово-эрозионного рельефа, в средней части склона гряды под разнотравно-злаковым березово-сосновым лесом. Почвообразующей породой служит бесструктурная глина, окрашенная в красновато-сиреневые тона с желтыми, бурыми и белыми прожилками — горизонтальными и наклонно-горизонтальными. Изучение минералогического состава фр. 0,1–0,05 мм из образцов с глубин 20–30 и 290–320 см обнаружило преобладание кварца и каолинита и присутствие калиевого полевого шпата и биотита. Значительная часть минеральных зерен, особенно на глубине 290–320 см, покрыта пленкой окислов железа; на глубине 20–30 см количество зерен, покрытых этими пленками, резко убывает.

Валовой анализ (табл. 1) обнаруживает в коре и почве довольно высокое содержание Al и Fe при относительно низком содержании SiO_2 , щелочных и щелочноземельных металлов. Верхние горизонты почвы (включая и верхнюю часть иллювиального горизонта) обеднены R_2O_3 и обогащены SiO_2 . Гумусовый горизонт обогащен Ca и Mg, а увеличение содержания щелочей наблюдается не только в гумусовом, но и в иллювиальном горизонте. Фр. <0,01 мм также дифференцирована по содержанию Si и Fe, причем степень дифференциации по содержанию этих элементов не меньше, чем в почве в целом.

Дифференциация почвы по механическому составу невелика. Вероятно, что причина дифференциации профиля заключается в изменении состава иллитовой фракции.

Реакция почвы кислая (pH 4,0–4,7), лишь в верхнем, гумусовом, горизонте она приближается к нейтральной (pH 6,3).

Глинистый материал почвообразующей породы (образцы с глубины 200–230 и 290–300 см) представлен каолинитом, который хорошо прослеживается по всему профилю почвы. Каолинит принадлежит к типу несовершенных по оси *b* (¹). В профиле почвы основным компонентом иллитовой фракции остается каолинит, содержание которого снижается по сравнению с почвообразующей породой до 70–80%; одновременно появляются хлорит, гидрослюда в количестве 5% и смешаннослойное образование, состоящее из жестких и лабильных межслоевых промежутков. Максимальное количество смешаннослойных образований отмечается в элювиальном горизонте на глубине 20–30 см. Они же характерны и для верхних горизонтов почвы, лежащих глубже элювиального. Смешаннослойные образования верхних горизонтов имеют признаки упорядоченного чередования пакетов слюдяного и смектитового типа, наличие которых подтверждается присутствием рефлексов при 25 Å, с последующей серией отражений, близкой целочисленной. В образцах, взятых глубже 40 см, смешаннослойные образования представлены минералами с неупорядоченным чередованием слюдяных и смектитовых пакетов. Можно предположить, что при формировании профиля глинистого материала этой дерново-подзолистого почвы происходило следующее. Иллитовый материал почв обогатился слюдяным и хлоритовым компонентами из более грубых фракций. Затем произошли интенсивные (особенно в верхних горизонтах почвы) деградационные трансформации как тех, так и других минералов, вызванные замещением

связующих жестких межслоевых промежутков (слюды, гидрослюды) или одноэтажных прослоек (хлориты) на лабильные межслоевые промежутки смектитового типа. Результатом таких трансформаций являются более или менее упорядоченные смешаннослойные образования. Процессы формирования упорядоченных смешаннослойных минералов в верхних горизонтах связываются с относительно свежими продуктами выветривания — почвообразования. Ниже, в иллювиальном горизонте, фиксируются неупорядоченные смешаннослойные образования. Можно предположить, что подобная смена смешаннослойных образований по степени упорядоченности может быть объяснена образованием иллювиального горизонта за счет вымывания смешаннослойных минералов с разной нормой переслаивания пакетов из верхних горизонтов.

Итак, главная форма преобразования коры выветривания, иллитная фракция которой состоит нацело из каолинита, а более крупные фракции — из первичных минералов, еще способных выветриваться, заключается в преобразовании этих первичных минералов в гидрослюды и смешаннослойные слюда-смектитовые образования. Однако, по данным гранулометрического анализа, содержание ила ни в одном из горизонтов почвы не увеличивается по сравнению с исходной породой. Это позволяет утверждать, что наряду с миграцией смешаннослойных минералов (с участием смектитового компонента) в нижние горизонты часть новообразующихся минералов разрушается, что подтверждается также обогащением ила элювиальных горизонтов почв кремнеземом.

Таким образом, в дерново-подзолистых почвах, сформированных на древних корах выветривания, содержащих еще способные к выветриванию алюмосиликаты, отчетливо выявляются три группы процессов преобразования минеральной части: а) деградиционные преобразования исходных минералов, приводящие к формированию, преимущественно в иллитной фракции, новых минералов; б) перенос из элювиальных горизонтов в иллювиальные преимущественно наименее совершенных смешаннослойных минералов, что приводит к дифференциации минералогического состава ила; в) полное разрушение некоторого количества минералов, в том числе и во фр. $<0,001$ мм.

Почвенный институт им. В. В. Докучаева
Москва

Поступило
15 VII 1975

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. Браун, Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов, М., «Мир», 1965. ² Б. П. Градусов, Докл. к VIII Международн. конгр. почвоведов, «Наука», 1964. ³ Б. П. Градусов, Почвоведение, № 8 (1972). ⁴ Б. П. Градусов, Н. П. Чижикова, Литол. и полезн. ископ., № 5 (1968). ⁵ Б. П. Градусов, А. В. Зотов, В. Л. Русинов, ДАН, т. 222, № 5 (1975). ⁶ А. Г. Черняховский, Кора выветривания, в. 14 (1974). ⁷ А. Г. Черняховский, Б. П. Градусов, О. В. Макарова, ДАН, т. 221, № 4 (1975). ⁸ В. А. Sakharov, V. A. Drills, Clays and Clay Minerals, v. 21 (1973).