

Академик АН БССР К. И. ЛУКАШЕВ, И. А. ДОБРОВОЛЬСКАЯ, В. А. КУЗНЕЦОВ

О РАСПРОСТРАНЕНИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОГЛОЩЕННОМ КОМПЛЕКСЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ДОЛИНЫ ДНЕПРА

Определение состава поглощенного комплекса связывается с изучением форм нахождения и подвижности элементов в осадках и почвах (¹), а также с выяснением процессов формирования отложений (^{2, 3}). Нами разработана методика определения микроэлементов в поглощенном комплексе (⁴), позволяющая расширить применение информации о его составе для решения геологических и палеогеохимических задач.

Изучались опорные разрезы аллювия четвертичной толщи Верхнего Днепра, возрастная приуроченность которых дана по (⁵).

В разрезе д. Дворец Лоевского района исследовались осадки 1-го старичного горизонта на глубине 20 м, выходящие на поверхность в обрыве Днепра, относимые к брестскому предледниковью и представленные гумусированными суглинками и песками (проба № 5037—2) и черной глиной с примазками торфа (№ 5038). Осадки разреза близ д. Малой Александрии Шкловского района представлены старичными гумусированными глинами (№ 5013—11) с глубины 6,04—6,11 м, сформировавшимися в теплый период александрийского межледниковья (⁶). Аллювиальные и озерно-аллювиальные глины перигляциальных условий формирования данного межледниковья отобраны у д. Смётанки Оршанского района (№ 5016—3).

Болотно-старичные осадки шкловского возраста взяты у д. Зборово Рогачевского района и представлены коричневатой-черной и коричневой глиной (№ 5043—6) с глубины 1,60—2,35 м и черной сильно гумусированной глиной (№ 5043—7) с 0,60—1,60 м. Вблизи д. Борхов Речицкого района изучались аллювиальные отложения муравинского возраста с глубин 2,70—4,28 м: глины светло-серые с зеленоватым оттенком (№ 5040—15), темно-серые (№ 5040—14) и черные сильно гумусированные (№№ 5040—13; 5040—12) (⁷). У д. Красной Горки Рогачевского района исследовалась серовато-коричневая глина (№ 7430-A-13) этого же возраста, но формировавшаяся в перигляциальных условиях. Для сопоставления привлекались муравинские, озерно-аллювиальные глины (№ Р-8) и моренная супесь днепровского оледенения (№ 2432—11).

Состав фракции $<0,001$ мм указанных осадков изучался рентгеновским и химическим методами. Дифрактограммы свидетельствуют о преобладании смешанно-слоистых минералов типа гидрослюда — монтмориллонит с различной степенью набухания при насыщении глицерином (12,85—18,1 Å). В виде примеси присутствует каолинит, а в пробе № 7430-A-13 — тонкодисперсный кварц и полевые шпаты.

Рассматриваемая фракция аллювиальных отложений характеризуется (см. табл. 1) содержанием Mn, Sr, Ba и Ni, как правило, меньше кларкового. Ниже кларков также содержание Cr (за исключением глин брестского возраста). Процент $Cu_{вал}$ в большинстве случаев близок к кларковому, отклоняясь в сторону уменьшения (№№ 5038; 5016—3; 7430-A-13) или небольшого превышения (№ 5040—13). Содержание V в 2—7 раз больше кларкового. Его максимальные валовые концентрации приходятся на осадки с наибольшим содержанием $C_{орг}$ (№№ 5040—12; 5040—13).

Среди поглощенных микроэлементов фракции $<0,001$ мм аллювиальных осадков по их отношениям к валовым содержаниям преобладает Ni.

Mn и Cu в состоянии катионообменной адсорбции присутствуют во всех образцах. Доля их поглощенных форм в общем содержании невелика (со-

Таблица 1

Содержание поглощенных Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} и микроэлементов во фракции $<0,001$ мм аллювиальных отложений верхней части долины Днепра

Место отбора	№ пробы	Глубина, м	Порода	Возраст	Содержание, % от валового во фракции						Содержание, мг-экв. на 100 г фракции				Емкость поглощ., мг-экв. на 100 г	Сорг. %
					Mn	Cu	V	Ba	Ni	Cr	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na		
д. Дворец, Лоевского р-на	5037—2	16,75—20,0	Суглинок темно-серый	Q_1^1	2,0	4,2	0,5	Не обп.	0,24	Не обп.	31,17	11,32	1,78	3,75	48,02	—
д. Смётанка, Оршанского р-на, 4	5038 5016—3	2,0—3,8	Глина черная Глина серовато-зеленая	» Q_1^2	1,1 0,04	3,0 0,4	1,1 Предел чувствит.	12,3	0,32	0,4	32,6 8,72	11,7 6,06	1,52 —	2,56 —	48,38 0,67	1,18 —
д. М. Александрия, Шкловского р-на	5013—11	6,0—6,11	Глина темно-серая	»	0,17	0,25	0,9	10,3	Не обнаружены		46,0	7,78	—	—	—	3,68
д. Зборово, Рогачевского р-на	5043—6	1,6—2,35	Глина светло-серая с зеленоватым оттенком	»	3,3	3,6	Не обп.	3,7	То же		12,93	9,75	1,91	—	—	1,0
	5043—7	0,6—1,6	Глина черная с прослоями торфа	Q_2^2	5,8	2,7	0,4	6,7	0,17	1,1	17,39	8,07	0,75	2,46	28,67	2,28
д. Борхов Ров, Рогачевского р-на	5040—12	2,70—4,28	Глина сильно гумусированная	Q_3^1	4,9	1,3	0,16	Не обп.	9,5	0,4	239,5	20,93	—	—	—	4,37
	5040—13		То же	»	5,6	1,8	0,37	10,1	31,3	0,7	52,19	23,40	3,96	4,42	83,93	3,99
	5040—14		Глина серая	»	4,7	4,0	0,4	8,1	31,5	1,1	11,54	9,22	—	—	—	2,45
	5040—15		Глина светло-серая с зеленоватым оттенком	»	1,32	—	0,2	14,3	27,1	0,6	26,93	12,79	1,44	1,69	42,85	1,17
Красная Горка, Рогачевского р-на	7430-A-13		Глинистый песок	»	1,0	7,0	0,8	7,0	Не обп.	0,1	12,75	4,30	0,85	1,89	19,79	0,40
д. Горынь, Брестская обл.	P-8	3,10	Глина *	»	0,1	25,0	0,17	Не обп.	1,5	Не обп.	4,84	6,57	0,64	0,30	12,35	—
г. Кричев	2432—11	5,6—5,7	Супесь **	»	4,0	0,24	Не обнаружены				13,25	6,05	0,63	0,47	20,41	—

* Озерно-аллювиального генезиса

** Моренного генезиса.

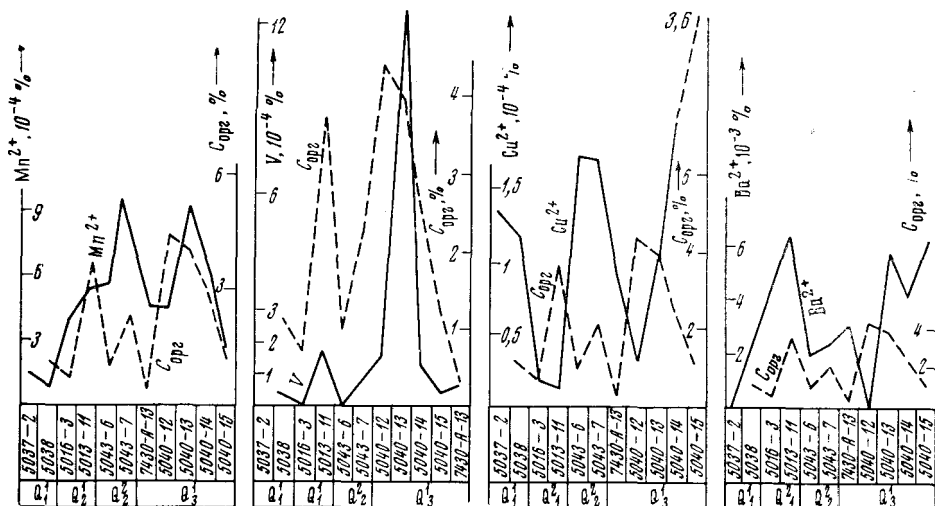


Рис. 1. Содержание поглощенных Mn, V, Cu, Ba и $C_{орг}$ во фракции $<0,001$ мм аллювиальных отложений верхней части долины Днепра

ответственно 0,04—5,8 и 0,2—4,2%). Учитывая свойства Cu как биогенного элемента, можно было бы ожидать, что максимальным содержаниям $C_{орг}$ должны соответствовать сравнительно высокие концентрации поглощенной Cu. Однако эта зависимость не проявляется (рис. 1). Можно пред-

положить, что если органическое вещество способствует образованию подвижных адсорбированных форм Mn (рис. 1), то Cu с органическим веществом связывается в основном в неподвижные комплексы (8).

Доля поглощенных форм V в общем балансе его во фракции $<0,001$ мм не превышает 1,1%. Имеет место ясно выраженная связь адсорбированных форм V с органическим веществом (рис. 1). В адсорбированной форме присутствует в концентрациях 0—14,3%

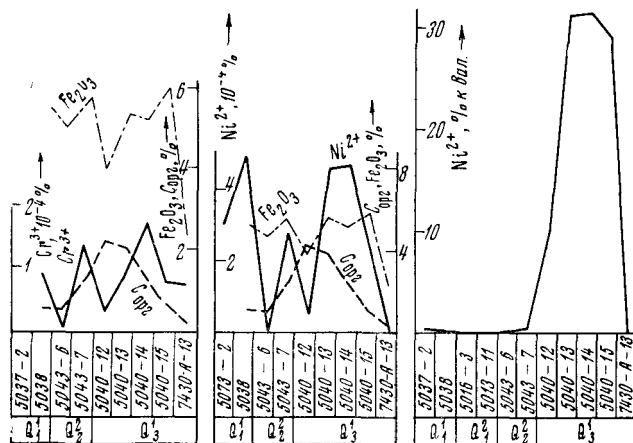


Рис. 2. Содержание поглощенного Cr, Ni, $C_{орг}$, Fe_2O_3 и распределение поглощенных форм Ni (справа) во фракции $<0,001$ мм аллювиальных отложений верхней части долины Днепра

от валового и не во всех случаях приурочен к образцам, обогащенным органическим веществом (рис. 1). Содержание поглощенных форм Cr составляет 0,1—1,1% от валового, и, подобно Ni, его адсорбция обнаруживает связь с присутствующими гидроокислами Fe (рис. 2).

Таким образом, в зависимости от связи с поглощающим комплексом выделяется три группы микроэлементов: I — Cr и Ni, поведение которых в поглощенном комплексе определяется главным образом содержанием окислов и гидроокислов Fe; II — V и Mn, связанные с поглощающей спо-

Химический состав (% на абс. сух. вещ.) и кристаллохимические формулы фракции <0,001 мм аллювиальных отложений верхней части долины Днепра

№ пробы	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CO ₂	H ₂ O	П. п. п.
5038	49,75	5,51		0,68	27,46	1,23	1,34	0,01	Сл.	1,59	1,16	0,67	8,19	11,53
5043—6	48,66	4,96	0,56	0,87	28,32	0,42	1,75	0,04	"	3,00	0,97	0,50	4,70	11,11
5043—7	45,93	5,65		0,77	27,69	0,69	1,73	0,05	0,05	1,90	1,27	0,95	5,21	15,00
5040—13	44,63	5,65		0,62	21,74	2,14	3,20	0,06	2,98	2,89	0,72		6,27	
5040—14	51,75	5,21	0,58	0,69	23,36	1,08	1,67	0,03	0,28	2,63	1,21	0,75	6,69	12,02
5040—15	55,27	5,97	0,38	0,76	22,27	0,95	1,75	0,02	Сл.	3,11	0,76	0,84	7,38	9,56
№ 5058	K _{0,13} Na _{0,15} H ₂ O _{0,69} Ca _{0,03} Mg _{0,13} Fe _{0,28} Al _{1,51} (OH) ₂ (Al _{0,65} Ti _{0,04} Si _{3,31} O ₁₀)·1,9H ₂ O;													
№ 5043—6	K _{0,25} Na _{0,13} H ₂ O _{0,62} Mg _{0,16} Fe _{0,28} Al _{1,52} (OH) ₂ (Al _{0,71} Ti _{0,04} Si _{3,25} O ₁₀)·1,25H ₂ O;													
№ 5042—7	K _{0,17} Na _{0,17} H ₂ O _{0,65} Mg _{0,14} Fe _{0,30} Al _{1,54} (OH) ₂ (Al _{0,75} Ti _{0,04} Si _{3,21} O ₁₀)·1,98H ₂ O;													
№ 5040—14	K _{0,23} Na _{0,16} H ₂ O _{0,59} Ca _{0,01} Mg _{0,17} Fe _{0,29} Al _{1,43} (OH) ₂ (Al _{0,44} Ti _{0,04} Si _{3,52} O ₁₀)·2,0H ₂ O													

способностью органического вещества: сюда относятся также Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, в меньшей мере Na⁺; III — Cu и частично Ba, не обнаруживающие прямой связи с адсорбцией их органическим веществом.

Связь микроэлементов поглощенного комплекса с органическим веществом определяет особенности их распространения в ряду осадков нормального и перигляциального типов аллювия, соответственно связанных с теплыми и холодными климатическими условиями литогенеза. В осадках александрийского возраста при переходе от теплого к перигляциальным условиям отмечается снижение содержаний поглощенных V, Mn и Ba. Снижение поглощенных V и Mn в связи с данным переходом условий литогенеза отражено также на отложениях вюрмского аллювия (ряд проб №№ 5040—13; —14; —15 и 7430-A-13). Снижение содержаний C_{орг} в осадках в связи с переходом к перигляциальным условиям имеет закономерный характер. Поэтому поглощенные формы V и Mn могут быть использованы как показатель палеоклиматических и палеогеохимических условий осадконакопления, особенно разрезов, не содержащих существенных накоплений органического вещества.

Содержание окислов Fe в муравинских осадках (Q₃¹ — №№ 5040—12; —13; —14) и шкловских (Q₁⁴ — 5038; Q₂² — 5043—6; —7) почти равное. Однако в первых (в более молодых) удельный вес поглощенного Ni составляет 9,5—31,5% от валового, во вторых он отсутствует (№ 5043—6), либо составляет всего 0,17%. Вероятно, имеет место неодинаковая степень раскристаллизованности окислов Fe и связанная с этим различная адсорбирующая способность их.

Выявленные закономерности поведения микроэлементов в поглощенном комплексе по мере накопления данных позволяют шире использовать их для палеогеохимических и палеофациальных реконструкций, а также поисков аномалий в осадках речной сети, связанных с оруденением через речные, грунтовые и глубинные воды.

Институт геохимии и геофизики
Академии наук БССР
Минск

Поступило
4 II 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ К. Р. Гедройц, Учение о поглощательной способности почв, 1, М., 1955.
² Н. С. Спиро, К. С. Бонч-Осмоловская, Тр. Инст. геол. Арктики, 149, в. 3 (1967). ³ И. А. Добровольская, Химическая характеристика лёссовых пород Белоруссии, Кандидатская диссертация, Минск, 1964. ⁴ К. И. Лукашев, И. А. Добровольская, Почвоведение, № 2 (1969). ⁵ Н. А. Махнач, Э. А. Левков и др., Докл. АН БССР, 14, № 1 (1970). ⁶ Н. А. Махнач, Е. П. Мандер, В. А. Кузнецов, Докл. АН БССР, 12, 10 (1969). ⁷ Э. А. Крутоус, В. А. Кузнецов, Е. П. Мандер, Докл. АН БССР, 14, 7 (1970). ⁸ С. М. Манская, Т. В. Дроздова, М. И. Емельянова, Геохимия, № 6 (1960). ⁹ А. П. Виноградов, Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах, Изв. АН СССР, 1957.