

В. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

ДИСПЕРСНЫЕ ГИДРОСЛЮДЫ ИЗ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

При разработке рациональной методики геохимических поисков в Северном Казахстане были изучены минералого-геохимические особенности четвертичных отложений этого района. При этом обнаружилось, что основные генетические типы четвертичных отложений, резко отличающиеся между собой гранулометрическим и минералогическим составами во фракциях крупнее 0,01 мм, имеют весьма близкий

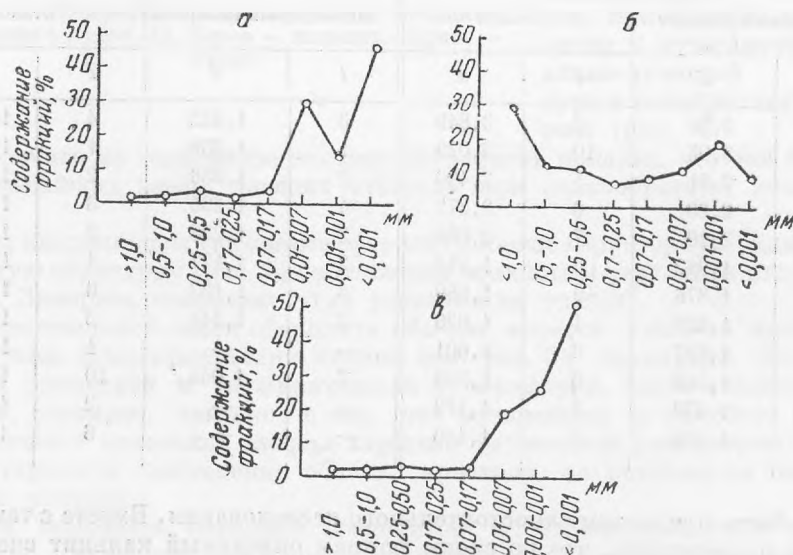


Рис. 1. Характерные кривые гранулометрического состава некоторых генетических типов четвертичных отложений Северного Казахстана:
а — покровных суглинков; б — делювиальных суглинков останцовых выступов;
в — делювиальных суглинков замкнутых депрессий рельефа

состав коллоидно-дисперсной части (частицы менее микрона). Содержание указанной фракции обычно составляет 15—30%. Типичные кривые гранулометрического состава приведены на рис. 1. Для уточнения состава тонкодисперсной массы было произведено изучение ее в основных генетических типах четвертичных отложений Ишим—Иртышского междуречья.

Изучались образцы: 1) покровных суглинков проблематичного происхождения, располагающихся на обширных водораздельных равнинных

Таблица 1

Химические анализы коллоидно-дисперсной массы различных генетических типов четвертичных отложений (в вес. %)

Компоненты	Покровные суглинки				Суглинки склонов		Суглинки западин	Аллювиальные суглинки	Суглинки «мерзотных трещин»	
	Номера образцов									
	62	128	130	51	222	76	115	117	118	35
SiO ₂	41,65	45,61	43,66	41,37	47,26	40,54	42,83	46,67	45,32	44,76
TiO ₂	0,73	0,74	0,72	0,78	0,72	0,56	0,72	0,72	0,76	0,72
Al ₂ O ₃	22,28	18,49	18,51	20,62	19,12	18,37	19,91	22,34	19,37	19,81
Fe ₂ O ₃	9,17	10,37	10,11	10,35	9,92	8,94	10,40	9,45	10,14	10,40
MnO ₂	Не опр.	0,03	0,04	Не опр.	0,03	Не опр.	0,02	0,04	0,05	0,05
CaO	0,51	0,08	0,13	0,57	0,17	0,45	0,25	0,20	0,13	0,25
MgO	2,59	2,62	2,52	3,06	3,20	2,87	2,37	2,47	2,92	2,70
Na ₂ O	0,46	0,20	0,68	0,00	0,45	0,00	0,00	0,03	0,10	0,60
K ₂ O	2,22	2,34	1,52	2,78	2,31	1,84	2,14	2,23	2,62	1,92
Гигроскопическая вода	9,08	10,02	9,37	10,67	7,89	5,23	7,46	6,60	8,34	7,90
H ₂ O 230°	} 11,78	2,08	3,10	} 10,33	1,94	6,49	4,24	1,67	1,86	2,62
Потери при прокаливании		5,66	6,80		5,94	15,50	7,58	7,16	5,80	6,68
Сумма	100,47	98,24	97,16	100,53	98,95	100,79	97,92	99,58	97,41	98,41

Аналитик Н. С. Валеев.

пространствах; 2) щебнистых суглинков склонов останцовых выступов палеозойского фундамента; 3) делювиальных суглинков мелких западин; 4) аллювиальных отложений (террасовых суглинков речных долин); 5) супесчано-суглинистого материала предположительно перигляциального происхождения, выполняющего своеобразные полости и трещины.

Выделение частиц величиною менее микрона производилось по методу Н. И. Горбунова (1950), что обеспечило удаление поглощенных катионов.

Тонкодисперсная масса имеет темно-бурый цвет, придающий характерный оттенок отложениям четвертичного возраста.

Светопреломление коллоидно-дисперсных частиц, определявшееся по методу М. Ф. Викуловой (1952), обнаруживает колебания, однако какой-либо закономерности, связанной с принадлежностью дисперсного материала к тому или иному генетическому типу четвертичных отложений, обнаружить не удалось. На основании 40 определений устанавливаются следующие пределы колебаний светопреломления тонкодисперсных частиц: $Ng' = 1,556-1,579$; $Np' = 1,540-1,550$; $Ng' - Np' = 0,016-0,023$.

Результаты валового химического анализа образцов коллоидно-дисперсной массы приведены в табл. 1.

Данные химических анализов для определения молекулярных количеств, приведенных в табл. 2, предварительно пересчитывались на 100%

Молекулярные отношения окислов

Таблица 2

Компоненты	Покровные суглинки		Суглинки склонов		Суглинки западин		Аллювиальные суглинки	Суглинки «мерлотных трещин»			
	Номера образцов										
	62	128	130	51	222	76	115	117	118	35	
SiO ₂	}	3,55	3,49	4,05	3,29	4,04	3,78	3,81	3,58	4,03	3,88
TiO ₂		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Al ₂ O ₃	}	0,29	0,29	0,34	0,30	0,31	0,27	0,34	0,27	0,33	0,33
Fe ₂ O ₃		0,37	0,29	0,36	0,79	0,42	0,58	0,34	0,29	0,39	0,36
CaO	}	0,15	0,12	0,14	0,14	0,16	0,13	0,15	0,13	0,15	0,15
MgO											
Na ₂ O	}										
K ₂ O											
Гигроскопическая вода		Из расчетов исключена									
H ₂ O 230°	}	0,52	0,94		0,55	1,75	1,25	0,42	0,54	0,75	
Потери при прокаливании		3,29	1,39	2,08	2,69	1,67	4,72	2,21	1,81	1,69	1,90

после исключения гигроскопической влаги, так как последняя зависит от степени подсушенности коллоидно-дисперсной массы после ее выделения.

Следует отметить, что молекулярное отношение SiO₂ : Al₂O₃, являющееся весьма показательной величиной для коллоидно-дисперсных минералов, в четвертичных отложениях степной части Казахстана составляет

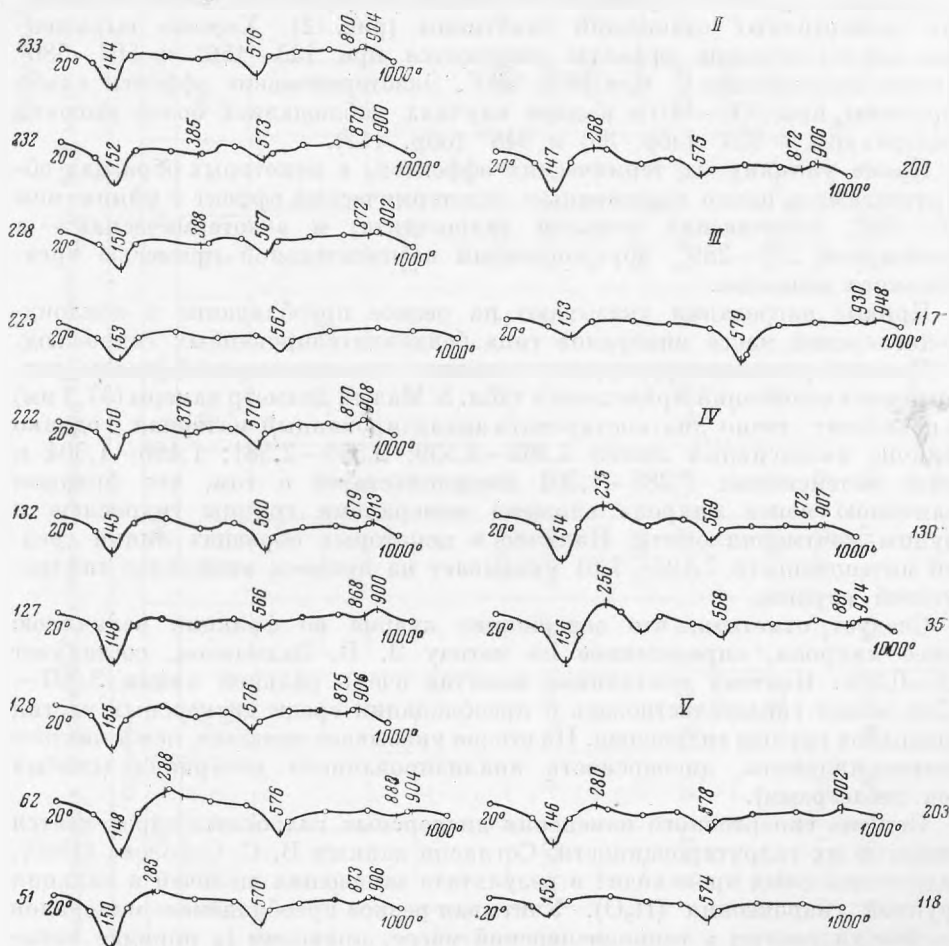


Рис. 2. Кривые нагревания коллоидно-дисперсной массы четвертичных отложений: I — коллоидно-дисперсная масса покровных суглинков; II — коллоидно-дисперсная масса суглинков склонов выступов палеозойского фундамента; III — коллоидно-дисперсная масса делювиальных суглинков мелких западин; IV — коллоидно-дисперсная масса супесчано-суглинистого материала, выполняющего «мерзлотные трещины», V — коллоидно-дисперсная масса аллювиальных отложений. Цифры у кривых — номера образцов

3,2—4,0. Это отношение для более северных районов обычно близко к 3 (Ярилова и Парфенова, 1957).

Результаты химических анализов показывают, что имеющиеся колебания в составе коллоидно-дисперсной массы не зависят от принадлежности дисперсного материала к определенным генетическим типам четвертичных отложений.

Величина молекулярного отношения $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ и присутствие значительного количества щелочей свидетельствуют о преобладании в составе частиц величиною менее микрона, минералов группы гидрослюды. Результаты термографического изучения дисперсной массы четвертичных отложений хорошо согласуются с данными химического анализа.

Термографическое изучение дисперсного материала осуществлялось в ВИМС на установке Ф. В. Сыромятникова; скорость нагревания

28 град/мин. Кривые нагревания коллоидно-дисперсной массы исследованных четвертичных отложений однотипны (рис. 2). Хорошо выраженные эндотермические эффекты отмечаются при 143—156° и 567—580° и слабо выраженные — при 867—880°. Экзотермические эффекты слабо выражены при 900—910°; в двух случаях наблюдались более высокие температуры — 924° (обр. 35) и 948° (обр. 117).

Кроме упомянутых термических эффектов, в некоторых образцах обнаруживаются плохо выраженные: эндотермический эффект с минимумом 370—388°, отвечающий реакции гидрогетита, и экзотермический — с максимумом 256—289°, обусловленный незначительной примесью органического вещества.

Кривые нагревания указывают на резкое преобладание в коллоидно-дисперсной массе минералов типа бейделлитизированных гидрослюдов.

Данные рентгеноструктурного анализа тонкодисперсной массы четвертичных отложений приведены в табл. 3. Малый диаметр камеры (57,3 мм) не позволяет точно диагностировать анализируемый материал, однако наличие интенсивных линий 4,365—4,539; 2,559—2,581; 1,498—1,504 и менее интенсивных 1,285—1,301 свидетельствует о том, что фракция величиною менее микрона сложена минералами группы гидрослюдов и группы монтмориллонита. Наличие в некоторых образцах линий средней интенсивности 7,125—7,61 указывает на примесь минералов галлазитовой группы.

Следует отметить, что содержание кварца во фракции величиною менее микрона, определенное по методу Э. Б. Залманзон, составляет 0,5—0,8%. Поэтому постоянное наличие очень сильной линии 3,307—3,346 может свидетельствовать о преобладании среди дисперсных частиц минералов группы гидрослюдов. На это же указывает меньшая, чем у чистого монтмориллонита, дисперсность анализируемого материала (слабый фон дебаеграмм).

Степень гипергенного изменения дисперсных гидрослюдов определяется степенью их гидратированности. Согласно данным В. С. Соболева (1949), гидратация слюдов происходит в результате замещения щелочей и кальция группой гидроксония (H₃O). Учитывая резкое преобладание минералов группы гидрослюдов в тонкодисперсной массе, приводим (в порядке повышения содержания гидроксония) кристаллохимические формулы, рассчитанные на гидрослюду по данным химического анализа. Для сравнения приведены кристаллохимические формулы иллита из Иллинойса (Лазарецко, 1949) и уральской гидрослюды (Гинзбург и Рукавишникова, 1951). Адсорбционная вода в формулах опущена.

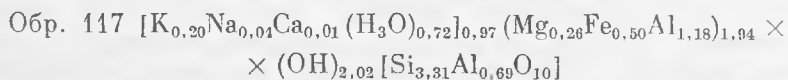
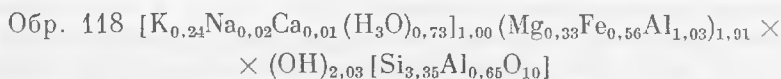
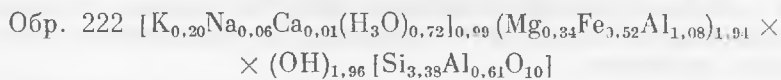
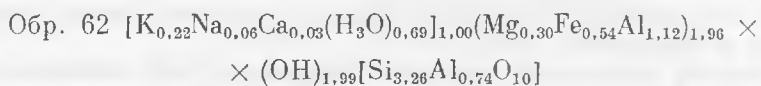


Таблица 3

Дебаграммы коллоидно-дисперсной массы четвертичных отложений Северного Казахстана (Fe-антикатод, D=57,3 мм)

Образцы																			
51		118		222		115		35		62		76		130		117		128	
$\frac{d\alpha}{n}$	I	$\frac{d\alpha}{n}$	I	$\frac{d\alpha}{n}$	I	$\frac{d\alpha}{n}$	I	$\frac{d\alpha}{n}$	I	$\frac{d\alpha}{n}$	I	$\frac{d\alpha}{n}$	I	$\frac{d\alpha}{n}$	I	$\frac{d\alpha}{n}$	I	$\frac{d\alpha}{n}$	I
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,61	10	—	—	—	—
—	—	7,312	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	7,125	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,125	5	—	—
—	—	—	—	—	—	5,408	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,935	5	4,892	3	4,892	5	4,892	5	—	—	—	—	4,935	2	4,89	2	4,850	3	4,978	4
4,468	10	4,433	8	4,468	10	4,433	10	4,365	9	4,503	8	4,433	10	4,50	7	4,503	8	4,539	8
3,665	3	3,665	3	—	—	3,665	3	—	—	—	—	—	—	—	—	4,235	2	3,688	3
3,508	3	3,551	3	3,508	3	—	—	—	—	—	—	3,508	2	—	—	3,573	5	3,508	2
3,307	8	3,307	10	3,326	10	3,307	8	3,307	10	3,346	8	3,307	8	3,33	8	3,307	10	3,326	10
—	—	—	—	3,234	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,985	2
2,827	5	2,827	3	2,827	4	2,827	3	—	—	2,827	3	2,827	1	2,83	2	2,827	3	2,827	2
2,698	1	—	—	—	—	—	—	2,711	3	—	—	2,711	2	—	—	2,698	2	—	—
2,570	10	2,570	9	2,581	10	2,559	10	2,570	8	2,570	10	2,570	10	2,57	8	2,570	9	2,570	10
2,445	3	2,455	1	2,455	3	2,425	3	—	—	—	—	—	—	2,44	1	—	—	—	—
2,377	3	2,377	1	2,377	4	2,368	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 3 (окончание)

Образцы																			
51		118		222		115		35		62		76		130		117		128	
$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>
—	—	—	—	—	—	2,206	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2,198	1	—	—
—	—	2,130	2	2,130	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,130	1
1,995	4	1,995	6	1,995	5	1,995	5	1,996	3	1,995	1ш	1,995	3	1,995	4	1,995	6	1,995	3
1,877	1	—	—	1,883	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1,877	1	—	—	—	—
1,815	1	1,820	5	1,825	5	1,825	2	1,825	3	1,825	1ш	1,820	1	1,815	1	—	—	1,815	2
1,694	2	1,699	3	1,703	3	1,703	2	1,686	2	—	—	1,686	3	—	—	—	—	1,694	3
1,657	3	1,661	7	1,669	7	1,649	4ш	1,653	3	1,645	3ш	1,657	3	1,665	3ш	1,661	3ш	1,657	4
—	—	—	—	1,543	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,537	3	1,537	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,537	4	1,540	2
1,498	9	1,504	8	1,504	10	1,504	9	1,501	8	1,498	9	1,501	10	1,504	7ш	1,504	4	1,504	8
—	—	—	—	1,459	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,486	3	—	—
1,375	3	1,375	5	1,377	5	1,370	3	—	—	1,380	2	—	—	1,367	2	1,372	4	1,375	3
1,297	5	1,301	4ш	1,299	6	1,293	5	1,285	3	1,301	3	1,301	3ш	1,299	2	1,291	2	1,299	3
1,250	4	1,257	3	1,251	4	1,248	3	1,244	3	1,246	1	1,244	2	—	—	1,244	1	1,250	1
—	—	1,203	3	1,201	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,198	1	—	—
—	—	1,183	3	1,183	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1,154	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1,084	3	1,083	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1,036	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Аналитик Г. А. Сидоренко (ВИМС).

Обр. 115 $[K_{0,22}Ca_{0,02}(H_2O)_{0,76}]_{1,00}(Mg_{0,28}Fe_{0,60}Al_{1,07})_{1,95}(OH)_{1,96}[Si_{3,31}Al_{0,69}O_{10}]$

Обр. 35 $[K_{0,18}Na_{0,08}Ca_{0,01}(H_2O)_{0,73}]_{1,00}(Mg_{0,15}Fe_{0,58}Al_{1,07})_{1,80} \times$
 $\times (OH)_{1,99}[Si_{3,33}Al_{0,67}O_{10}]$

Обр. 130 $[K_{0,14}Na_{0,10}Ca_{0,01}(H_2O)_{0,75}]_{1,00}(Mg_{0,29}Fe_{0,58}Al_{1,07})_{1,94} \times$
 $\times (OH)_{1,95}[Si_{3,39}Al_{0,61}O_{10}]$

Обр. 128 $[K_{0,22}Na_{0,02}Ca_{0,01}(H_2O)_{0,75}]_{1,00}(Mg_{0,26}Fe_{0,56}Al_{1,16})_{1,98} \times$
 $\times (OH)_{1,95}[Si_{3,26}Al_{0,74}O_{10}]$

ИЛЛИТ

$[K_{0,50}Na_{0,02}Ca_{0,03}(H_2O)_{0,45}]_{1,00}Al_{1,38}(OH)_2[Si_{3,44}Al_{0,56}O_{10}]$

гидрослюда, обр. № 7

$[K_{0,32}Na_{0,18}(H_2O)_{0,56}]_{1,05}(Mg_{0,15}Ca_{0,04}Al_{1,80})_{1,99}(OH)_{2,52}[Si_{3,0}Al_{1,0}O_{9,48}]$

Образцы размещены примерно по степени изменения, от менее к более гидратированным. Образцы 118, 51, 222 и отчасти 62 отличаются от остальных образцов большей четкостью линий и меньшей интенсивностью фона дебаеграммы, что объясняется меньшей гидратированностью гидрослюды этих образцов. Степень изменения гидрослюды не зависит от их нахождения в каком-либо определенном генетическом типе (см. табл. 1). В различных образцах одного и того же генетического типа четвертичных отложений могут присутствовать гидрослюды различной степени измененности.

Состав тонкодисперсной массы четвертичных отложений ясно отличается от состава чистого монтмориллонита. Фостер (Foster, 1953) рассчитал формулы для различных смесей каолинита, монтмориллонита и иллита. Приведенные нами формулы отличаются от формул Фостера, что свидетельствует об относительно мономинеральном составе тонкодисперсной массы четвертичных отложений. Полученные формулы не сходятся с формулами почвенных минералов монтмориллонитовой группы, полученных Соуней и Джексоном (Sawhney a. Jackson, 1958) при изучении почв США, но чрезвычайно близки к формулам глинистых почвенных минералов различных районов СССР (Ярилова и Парфенова, 1959).

Согласно исследованиям И. И. Гинзбурга (1951), в процессе стадийного выветривания в условиях щелочной среды начинается образование монтмориллонитовой решетки, когда примерно 50—60% щелочей в гидрослюдах замещены гидроксонием. В зависимости от внешних условий выветривание может остановиться на промежуточной стадии. При этом образуются кристаллы со смешанной структурой.

На основании изложенного выше можно сделать следующие выводы.

1. Тонкодисперсная масса различных генетических типов четвертичных отложений Северного Казахстана преимущественно представлена частями сильно измененных (гидратированных) гидрослюды.

2. Особенностью дисперсных гидрослюды из четвертичных отложений является их сильная измененность, обусловленная замещением большей части щелочей группой гидроксония (69—75%). Это обстоятельство приближает исследованные гидрослюды к минералам группы монтмориллонита-бейделлита. По сравнению с обычными гидрослюдами, исследованные нами дисперсные гидрослюды отличаются пониженной величиной показателей преломления, а также некоторыми особенностями кривых нагревания, повышенным содержанием окиси железа (около 10%).

Для разностей, переходных между гидрослюдами и минералами группы монтмориллонита, специального названия не существует. Поскольку свойства этих переходных разностей ближе к свойствам гидрослюд, их следует описывать, по мнению автора, как сильно измененные гидрослюды.

ЛИТЕРАТУРА

- В и к у л о в а М. Ф. Определение минералогического состава частиц глин меньше 0,001 мм с помощью иммерсионных жидкостей. В сб.: «Кора выветривания», т. I. Изд-во АН СССР, 1952.
- Г и н з б у р г И. И. и Р у к а в и ш н и к о в а И. А. Минералы древней коры выветривания Урала. Изд-во АН СССР, 1951.
- Г о р б у н о в Н. И. Методика разделения почв и глин на фракции для рентгеноструктурного и термографического изучения.— Почвоведение, № 7, 1950.
- Л а з а р е н к о Е. К. О гидрослюдах глинистых образований. Минер. сб. Львовск. геол. об-ва, № 3, 1949.
- С о б о л е в В. С. Введение в минералогию силикатов. Изд-во Львовск. геол. об-ва, 1949.
- Я р и л о в а Е. А. и П а р ф е н о в а Е. И. Новообразованные минералы глин в почвах.— Почвоведение, № 9, 1957.
- Я р и л о в а Е. А. и П а р ф е н о в а Е. И. Некоторые материалы к характеристике глинистых минералов коллоидной фракции почв.— Почвоведение, № 2, 1959.
- F o s t e r M. D. The relation between «illite», beidellite and montmorillonite. Proc. of the II National Conf. on Clays and Clay Minerals, 1953.
- S a w h n e y B. L. a. J a c k s o n M. L. Soil montmorillonite formulas. Proc. Soil Soc. Amer., 22, № 2, 1958.