

НАУЧНЫЕ НОВОСТИ И ЗАМЕТКИ

УДК 553.492(266)

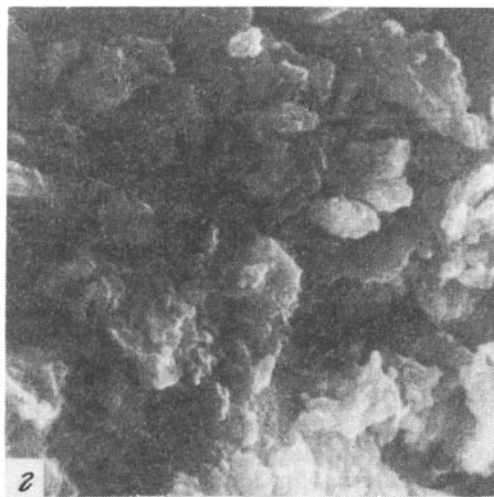
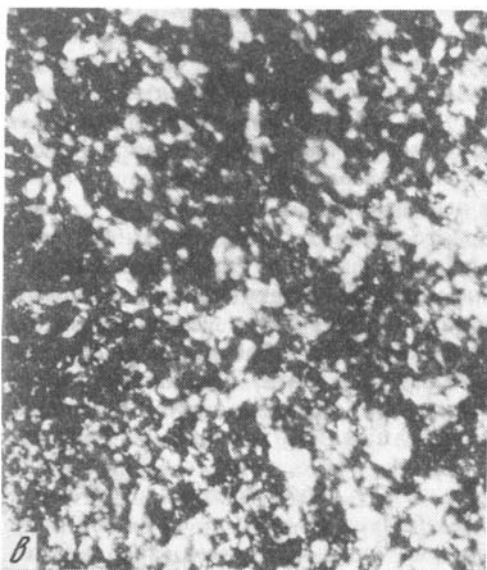
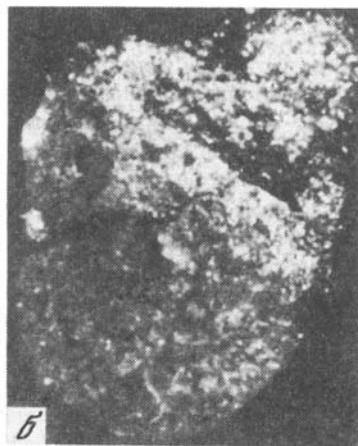
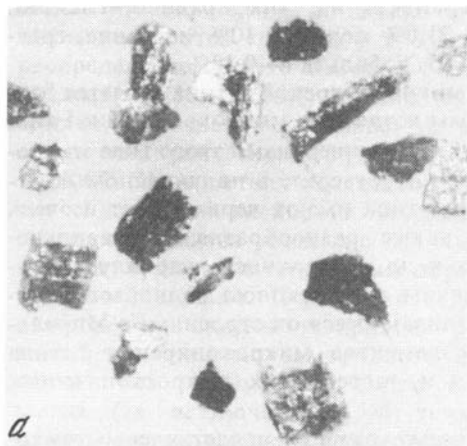
Л.Е. ШТЕРЕНБЕРГ, Б.И. ВОРОНИН, С.С. СТЕПАНОВ ЧАСТИЧНО ОКИСЛЕННЫЙ САМОРОДНЫЙ АЛЮМИНИЙ В ОСАДКАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА ТИХОГО ОКЕАНА

Микрообломки самородного алюминия, обычно в виде угловатых, неправильной формы пластинок размером около 0,1 мм, обладающие ярким металлическим блеском и в сростках с другими минеральными выделениями (рисунок, а), установлены среди осадков ряда станций вблизи субширотного разлома Кла-рион, на гребне Восточно-Тихоокеанского поднятия (ВТП), в депрессии Бауэр и на некоторых других участках Тихого океана. Самородный алюминий, найденный среди магматогенных образований и в глубоководных океанических осадках, характеризующихся высокими значениями Eh, представлен неокисленной формой. Такая сохранность его, по мнению исследователей (Олейников и др., 1978), связана с появлением на поверхности алюминия тонкой окисной пленки, предохраняющей от более глубокого разложения. Было также высказано предположение, что сохранность металлического алюминия в сильноокисленных океанских осадках связана с присутствием в его составе кремния, который образует с ним соединения типа силицидов (Штеренберг, Васильева, 1979; Штеренберг и др., 1980, 1985).

С помощью водной промывки осадков через капроновую сетку во фракции >0,1 мм нами обнаружены разные по величине образования, имеющие темно-серый цвет и слабый металлический блеск. По внешнему виду они напоминают самородный свинец, также пачкающий руки металлической пылью. Обломки эти иногда достигают 3—4 см, но в основном это небольшие образования (см. рисунок, б), очень мягкие, легко рассыпающиеся даже при слабом нажатии пальцем или каким-либо другим твердым предметом. Форма их, особенно тех, которые имеют небольшой размер, главным образом шаровидная или близкая к ней. Иногда встречаются образования и несколько иного облика, однако и в этих случаях они имеют сглаженные сферические поверхности.

Темно-серые образования установлены на станции 651 (17°49' с.ш., 124°41' з.д., глубина 4350 м) в интервале разреза осадков 385—410 см и на станции 645 (18°11' с.ш., 141°08' з.д., глубина 5480 м) в интервале разреза осадков 285—295 см.

В интервале разреза 385—410 см ст. 651 фракция более 0,1 мм составляет 0,09% от веса отобранных для изучения осадков. Она представлена главным образом резко отличными по внешнему виду, твердости и составу образованиями. Одни из них — обломки серовато-беловатой монтмориллонитовой глины, среди которой под микроскопом устанавливаются отдельные спиккулы губок плохой сохранности. Другие — твердые, неправильной формы, угловатые обломки светло-серой породы, содержащей ярко-красные прослойки и включения. По внешнему виду эти обломки напоминают яшмо-кварциты. Под микроскопом в проходящем свете видны участки, занятые кварцем, перемежающиеся с непрозрач-



Мелкие обломки самородного алюминия (отдельные и в сростках с другими образованиями) в осадках Тихого океана (вблизи разломной зоны Кларин, на ВТП, в депрессии Бауэр и других пунктах)

a — сфотографировано с боковой подсветкой, под микроскопом, $\times 9$, *б* — темно-серое образование, представленное частично окисленным, механически перетертым самородным алюминием, сфотографировано с боковой подсветкой под микроскопом, $\times 6$; *в* — тот же образец, свет отраженный, без анализатора, $\times 250$; *г* — тот же образец, под сканирующим микроскопом, $\times 5000$

ными рудными выделениями. Рентгеновский анализ этих обломков, как и других образований станций 651 и 645, выполненный с помощью 57-миллиметровой камеры УРС-55 (Со- K_{α} -излучение), показал, что мы имеем дело с кварцем и гематитом. Действительно, на рентгенограмме видны линии кварца — 4,26; 3,34; 2,45 Å и др., перемежающиеся с линиями гематита — 3,68; 2,69; 2,51 Å и др. Подобные яшмовидные образования, вероятнее всего, образовались гидротермальным путем (Хворова, Ильинская, 1983).

Важно отметить во фракции $>0,1$ мм рассматриваемого интервала разреза станции 651 Fe-Mn-микроконкреции II типа (по Штеренбергу и др., 1980), для которых характерны темно-серый цвет и довольно отчетливый металлический блеск. Форма их весьма разнообразна; наиболее часто встречаются палочко-

видные, шаровидные и серповидные. Поверхность их, как правило, гладкая. Подобные микроконкреции содержат около 21,0% железа и 10% марганца; средние содержания в них никеля 1,2%, меди — 0,85, кобальта — 0,13%.

Основным марганцеворудным минералом микроконкреций II типа является бернессит. Значительно реже во фракции $>0,1$ мм встречены микроконкреции I типа (Штеренберг и др., 1980). Основными марганцевыми минералами этого типа микроконкреций являются неупорядоченный асболан — бузерит, в подчиненном количестве находится вернадит. Микроконкреции I типа имеют черный цвет и очень слабый металлический блеск. Форма их также разнообразна: неправильно-шаровидная, удлинённая, слабо уплощенная и др. Поверхность изобилует мелкими выступами и впадинами. Под оптическим микроскопом видно зонально-концентрическое строение, практически не отличающееся от строения Fe-Mn-макроконкреций. По составу макро- и микроэлементов микроконкреции I типа также не отличаются от их поверхностных и погребенных макрокопических аналогов.

Осадки, поднятые на станции 645, по всему разрезу представлены темно-коричневыми глинистыми илами с включениями цеолитов. В осадках изученного нами интервала (285—295 см) фракция $>0,1$ мм составляет около 0,25%. Темно-серые металлоподобные образцы имеют значительно меньший размер, чем на станции 651. Наиболее развитыми во фракции $>0,1$ мм станции 645 оказались неправильной формы и полуокатанные обломки плотной алевритовой глины, достигающие в диаметре 2—3 мм. Они часто несут на своей поверхности тонкие корочки и пленки железомарганцевых окислов. Отдельные глинистые обломки почти полностью окружены этими рудными выделениями.

Рентгеновский анализ микрообразцов серовато-беловатого цвета плотной глины в камере УРС-55 показал, что она представлена минералом из группы монтмориллонита. Под микроскопом в ней обнаружены мелкие обломки полевых шпатов и кварца. В отличие от фракции $>0,1$ мм станции 651 здесь устанавливаются микроконкреции II типа, зато в больших количествах обломки водяно-прозрачного кварца, плагионизированного базальта, долерита, обломки и целые формы скелетов кремнистых организмов (спикул губок, радиолярий). Единично встречены мелкие металлоподобные магнитные шарики и обломки (желтовато-серого цвета) гипса.

Сравнение фракций $>0,1$ мм осадков станций 651 и 645 свидетельствует, что хотя они и имеют в общем разный состав, большое место в них занимают перемещенные образования, такие, как обломки яшмо-кварцитов, твердые полуокатанные и неправильной формы обломки глин, обломки палагонитов и др., являющиеся явно чужеродными (Штеренберг, Васильева, 1979; Штеренберг и др., 1980, 1985).

Наиболее детально изучен нами крупный образец, поднятый на станции 651 (см. рисунок, б). Как видно на фотографиях под оптическим (см. рисунок, в) и сканирующим (см. рисунок, г) микроскопами, темно-серые образования представлены частицами очень небольшого размера, разной формы, чаще всего удлинёнными, несцементированными. Рентгеновский анализ образца (табл. 1) с экспонированием в течение 1 ч показал, что он представлен самородным алюминием. При экспонировании в течение 4 ч на пленке появляются слабые линии — 2,56 Å (интенсивность — 2); 2,24; 2,07; 1,90 Å (все с интенсивностью, равной 1), присутствие которых не дает нам возможности судить о том, с какими минеральными выделениями они связаны.

Химический состав образца определен с помощью "Самевах" (фирма Самека, Франция). Основным элементом в нем является алюминий, содержание которого меняется от 47 до почти 73% от точки к точке на относительно небольших расстояниях в препарате. Содержание магния колеблется от 0,48 до 1,37%. Меди на четырех из пяти анализированных точек содержится весьма близкое коли-

чество — 2,93—2,94%, и только в одной точке оно доходит до 6,37%. Весьма низки количества кремния и хрома — сотые доли процента. Очень неравномерно распределение общего железа — от точки к точке изменяется в весьма широких пределах (0,10—17,06%). Сумма содержаний элементов по отдельным точкам, однако, однозначно указывает на обязательное присутствие еще какого-то элемента или рентгеноаморфного соединения, поскольку она значительно меньше 100%. На кристалл-анализаторе было проведено полуколичественное определение содержания кислорода. Анализы показали, что в темно-сером мягком образце содержатся большие количества последнего. Углерод в темно-сером образце, судя по качественным определениям, либо отсутствует совсем, либо его чрезвычайно мало. Пересчитав содержания всех элементов (исключая кремний и хром) на окислы и приведя результаты к 100%, мы пришли к выводу о наличии, помимо самородного алюминия, еще и рентгеноаморфного соединения типа Al_2O_3 . Как видно в табл. 2, содержания этого окисла почти всегда (за исключением 5-й точки) в 2—3 раза преобладают над содержанием металлического алюминия, тем самым свидетельствуя о глубоком окислении последнего.

Характер распределения элементов устанавливался путем сканирования по площади 200×200 мкм. Судя по полученным данным, главный элемент — алюминий — распределяется по площади довольно равномерно. Медь концентрируется только на отдельных, небольших по размеру, участках, а на остальной площади распределяется, как и алюминий, равномерно. Небольшие по размеру пятна повышенных концентраций железа встречаются почти на всем изученном поле. Медь, железо и другие рассматриваемые нами элементы, как правило, приурочиваются к тем же участкам, на которых устанавливается и алюминий.

Несомненно, что образование самородного алюминия происходило в сильновосстановительных условиях, обусловленных присутствием водорода, играющего одну из главных ролей, в потоках флюидов, богатых разными компонентами. Выносимые в близповерхностные участки морского дна частички металлического алюминия, по-видимому, в рассматриваемом нами случае "застряли" и поэтому скопились в трещиноватой зоне. При последующих тектонических движениях они были перетерты и поэтому быстро подвергались значительному окислению. Медь, железо и другие соединения, вероятно, также окислялись на частицах и между частицами перетертого алюминия.

Для того чтобы установить, присутствуют ли окисленные соединения алюминия в рассматриваемом нами образце, последний был помещен в кварцевый стаканчик и в приборе для определения микроколичеств С и Н прокален до 900° С. Полученный после прогрева образца образец просмотрен под бинокулярной лупой. После прокаливания в исследуемом образце можно было выделить ряд фаз: мягкие темно-серые порошковатые выделения (развиты очень незначительно), отличающиеся от исходных довольно отчетливым металлическим блеском, также редко встречающиеся мелкие (сотые доли миллиметров) металлические шарики и весьма плотные, крепкие на излом, часто спаянные с металлическими шариками темно-серые тонкозернистые образования. Результаты их рентгеновских анализов приведены в табл. 1. Как видно из данных этой таблицы, порошковатые выделения, обладающие металлическим блеском, принадлежат самородному алюминию с незначительной примесью, которую нам не удалось идентифицировать из-за небольшого количества и низкой интенсивности линий на дебаеграмме. Металлический шарик в основном тоже сложен металлическим алюминием и также содержит небольшие количества минеральной примеси. По-видимому, в результате плавления алюминий приобрел несколько иное структурное состояние, поскольку на рентгенограмме вместо сплошных появились прерывистые линии, как и у кристаллов. Рентгенограмма темно-серого плотного образования достаточно четко совпала со смесью двух минералов: корунда (Al_2O_3), который

Таблица 1

Интенсивности линий (I) и межплоскостные расстояния (d) исходного и прокаленного (900°С) темно-серого образца [станция 651]

Темно-серый исходный образец экспонировался				Алюминий самородный*		Образец прокален до 900°С	
1 ч		4 ч				мягкий как исходный	
I	d	I	d	I	d	I	d
						1	3,02
		2	2,56			2	2,56
10	2,33	10	2,34	10	2,34	10	2,33
		1	2,24			1	2,33
5	2,04	1	2,07				
		6	2,02	9	2,03	8	2,01
		1	1,90			1	1,91
4	1,43	4	1,43	8	1,43	6	1,43
4	1,22	6	1,22	10	1,22	8	1,21
2	1,17	3	1,16	5	1,16	9	1,16

*В.И. Михеев, 1957.

явно преобладает, и шпинели ($MgAlO_4$). Напомним, что в исходном образце нами установлено присутствие магния (см. табл. 2). Следовательно, эти данные подтвердили наше предположение о наличии вокруг мелких обломков самородного алюминия окисленного слоя, представленного рентгеноаморфными окислами алюминия.

Насколько известно, в современную эпоху металлоносные и рудоносные отложения наиболее ярко проявляют себя в тектонически активных участках океанического дна. Нам неоднократно приходилось отмечать, что в осадках, под-

Таблица 2

Содержание элементов (%) в темно-сером образце станции 651

Номер точки	Mg (замер.)	MgO*	Si (замер.)	Cr (замер.)	Fe (замер.)
1	0,99	1,64	0,04	0,03	0,10
2	0,85	1,41	0,03	0,03	5,85
3	0,48	0,80	0,09	0,03	0,24
4	1,37	2,27	0,06	0,07	17,06
5	0,70	1,16	0,07	0,04	2,93

*Получено расчетным путем.

Образец прокален до 900°С				Корунд*		Шпинель*			
металлический шарик		твердый		l	d	l	d		
l	d	l	d						
						3	4,66		
2	3,06	4	3,45	3	3,43	6	2,86		
		4	3,04						
		2	2,86						
		1	2,80						
		8	2,55						
	2,33	6	2,46	6	2,54	9	2,44		
		6	2,32						
1	2,10	4	2,07	9	2,08	9	2,02		
2	2,02	3	2,00						
2	1,90	1	1,91			2	1,81		
				4	1,73	5	1,73		
				10	1,60	10	1,59	5	1,64
				2	1,52	5	1,51	9	1,55
			1,42	2	1,42			10	1,42
					10	1,40	6	1,40	
		1	1,35	2	1,37	7	1,37		
				1	1,35				
				2	1,21	2	1,23	7	1,23
2	1,17			2	1,19				
1	1,16					6	1,16		
	1,21	2	1,13	3	1,14	5	1,13		

нятых на станциях, располагающихся вблизи разломной зоны Кларин, среди практически однородных тонкозернистых глинистых илов встречаются механически перемещенные образования, в том числе и самородные металлы (алюминий, железо, золото, серебро, цинк, свинец и др.), а также интерметаллические соединения, сульфиды, сульфаты, карбонаты и др. (Штеренберг, Васильева, 1979; Штеренберг и др., 1980). Они, как нам представляется, свидетельствуют, что в этой неактивной в настоящее время тектонической зоне ранее существовали активные участки; на них, возможно, были черные и белые "дымоходы" и другие

Fe ₂ O ₃ *	Cu (замер.)	CuO*	Al (замер.)	Al* (металл.)	Al ₂ O ₃ *
0,14	6,37	7,97	57,93	21,55	68,63
8,36	2,94	3,68	56,93	23,59	62,90
0,34	2,94	3,68	55,13	21,37	73,69
24,39	2,95	3,60	47,27	22,18	47,33
4,19	2,93	3,68	72,82	52,47	38,39

очаги, через которые поступали на дно продукты вулканизма. При затухании этих процессов продукты вулканизма размывались и захоронялись в областях, располагающихся вблизи разломной зоны Кларин. Поэтому, вероятно, мы и находим среди красных глубоководных глин, поднятых на станциях, расположенных вблизи этого субширотного разлома, мелкие обломки металлов и др. Можно высказать предположение о возможном нахождении подобных образований и вблизи других разломов, контактирующих или пересекающих ВТП.

Насколько нам известно, находки в океанах специфических образований типа самородных металлов, особенно алюминия, встречаются определенное недоверие многих советских и особенно зарубежных исследователей. По нашему убеждению, такое отношение связано с различной степенью детальности изучения современных океанских отложений. Часто (если не сказать обычно) наибольшее внимание исследователи уделяют более крупным по размеру или наиболее широко распространенным образованиям. С одной стороны, это связано с поисками перспективных новых площадей полезных ископаемых, а с другой — с возможностью отбора образцов для анализов привычными способами. Совершенно неоправданно, на наш взгляд, упускается возможность выявления среди осадков мельчайших образований, позволяющих подойти к решению вопросов, связанных с рудообразованием в океанских бассейнах настоящего и прошлого.

ЛИТЕРАТУРА

- Михеев В.И.* Рентгенометрический определитель минералов. М.: // Госгеолтехиздат, 1957. 868 с.
- Олейников Б.В., Округин А.В., Лескова Н.В.* Петрологическое значение находок самородного алюминия в базитах // Докл. АН СССР. 1978. Т. 243, Т. 1. С. 191—194.
- Хворова И.В., Ильинская М.Н.* Сравнительная характеристика двух вулканогенно-осадочных формаций Южного Урала // Вулканогенно-осадочные и терригенные формации. М.: Наука, 1983. С. 87—160. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 81).
- Штеренберг Л.Е., Александрова В.А., Сивцов А.В.* и др. Состав, строение и особенности распределения Fe—Mn-микроконкреций в осадках северо-востока Тихого океана (9-й рейс НИС "Дмитрий Менделеев") // Литология и полезные ископаемые. 1985. N 6. С. 58—70.
- Штеренберг Л.Е., Васильева Г.Л.* Самородные металлы и интерметаллические соединения в осадках северо-восточной части Тихого океана // Там же. 1979. N 2. С. 133—138.
- Штеренберг Л.Е., Васильева Г.Л., Воронин Б.И.* и др. Продукты вулканизма в осадках ст. 655 (северо-восточная часть Тихого океана) // Там же. 1980. N 2. С. 17—32.
- Штеренберг Л.Е., Кузьмина О.В., Лапутина И.П., Цепин А.И.* О находке самородного алюминия в ассоциации с ZnO и ZnCl₂ среди осадков ст. 647 (северо-восток Тихого океана) // Там же. 1986. N 1. С. 137—140.

УДК 551.793+551.8

В.Н. СТАНКО, Ю.С. СВЕЖЕНЦЕВ

ХРОНОЛОГИЯ И ПЕРИОДИЗАЦИЯ ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЛИТА И МЕЗОЛИТА СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Вопросы хронологии и периодизации памятников палеолита и мезолита степного Причерноморья крайне спорны и сложны. Датировка большинства объектов до недавнего времени основывалась преимущественно на анализе кремневого инвентаря. Лишь в последние годы значительно увеличилось число раскопанных памятников, получены новые данные по стратиграфии, палинологии и радиоуглеродному датированию (таблица). С учетом новых материалов построена предлагаемая схема периодизации памятников позднего палеолита и мезолита южнорусских степей.

1. Наиболее ранний, достоверно датированный горизонт палеолитической индустрии изучен по материалам стоянки Сагайдак I, расположенной на первой