

УДК 551.311.231

Р. А. АРАКЕЛЯН, Г. Б. НИСАНЯН, И. Х. ПЕТРОСОВ

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ БОКСИТОНОСНЫХ ПОРОД ДРЕВНЕЙ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ СРЕДНЕГО-ВЕРХНЕГО КАРБОНА АРМЯНСКОЙ ССР

Геология и вещественный состав

Латеритовые бокситоносные породы древней коры выветривания распространены в Приараксинской структурно-формационной зоне— в южных районах республики и на сопредельной территории Нахичеванской АССР.

Согласно Р. А. Аракелян [2], впервые обосновавшему возраст этих пород, они образовались во время средне-позднекарбонового перерыва в герцинском цикле осадконакопления.

За последнее время опубликованы две статьи, в которых оспаривается средне-верхнекарбоновый возраст латеритовых пород. Р. Г. Гулиев и соавторы [5] усматривают перерыв между пермью и триасом на территории Нахичеванской АССР, к которому, по их мнению, и приурочены бокситоносные породы. Утверждение это является, по крайней мере, неожиданным, поскольку отложения нижнего триаса повсеместно залегают на верхнепермские известняки без углового и стратиграфического несогласия. Так считают исключительно все геологи, изучавшие указанные отложения на территории Армянской ССР и Нахичеванской АССР, в том числе Ш. А. Азизбеков [1], карта которого использована в упомянутой публикации. Более подробная критика позиций ее авторов приводится в статье Э. Я. Левена [6], с которой мы полностью согласны. Вместе с тем, Э. Я. Левен считает, что латериты слагают основание разреза пермских отложений. Казалось бы разница небольшая между этой точкой зрения и авторов настоящей статьи: в обоих случаях латеритообразование генетически связывается со средне-позднекарбоновым перерывом. Однако, в зависимости от того, слагают ли эти породы основание перми или локализованы на размытой поверхности визея,—существенно меняется толкование их генезиса, о чем подробнее будет сказано ниже.

Латеритовые образования не выдержаны в пространстве, неустойчивы по составу и мощности пород. Они залегают в виде отдельных карманов, линз и прослоев, мощностью от 0,5 до 70 м. Среди них выделяются следующие разновидности: мелкообломочные бокситоносные породы, крупнообломочные песчанистые ожелезненные породы с бобовинами, ожелезненные известняковые брекчии и конгломераты.

Мелкообломочные (песчано-глинистые) бокситоносные породы прослеживаются в направлении от СВ крыла Зова-

шенской антиклинали до СВ крыла Урцкой антиклинали. Вторая полоса этих пород протягивается от СВ крыла Армашской антиклинали до Джафарлинской синклинали у села Кярки. Мощность их колеблется в пределах 10—70 м. Встречаются плотные и рыхлые разновидности. Цвет пород буровато-красный, коричневый, окраска сплошная. Содержат желтовато-зеленые, бурые и бесцветные бобовины, размером 0,5—1 см (рис. 1, 2). Последние распределены в разрезе неравномер-



Рис. 1.

Рис. 1. Мелкообломочная (песчано-глинистая) бокситопосная порода с бобовинами. Нат. вел.

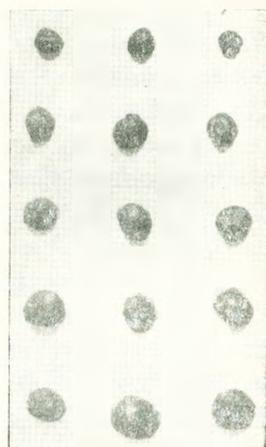


Рис. 2.

Рис. 2. Бобовины бокситопосных пород. Нат. вел.

но: ближе к кровле латеритовых тел их значительно больше, здесь встречаются прослойки, резко обогащенные бобовинами. Карбонатность пород в среднем составляет 8%.

Крупнообломочные песчаные железистые породы распространены в пределах ЮЗ и СВ крыльев Кадрлинской и Бозагыльской антиклиналей; встречаются также на ЮЗ крыле Урцкой антиклинали. Мощность незначительная—0,5—0,7 м. Представляют собой плотные, реже рыхлые породы красновато-бурого, темно-коричневого, почти черного цвета; окраска сплошная. Нередко в песчанниках встречаются полуокатанные гальки карбонатных, реже других осадочных пород. Цемент состоит из гидроокислов железа с примесью магнетита, гематита и глинистого вещества. Обычно содержат зеленовато-серого цвета бобовины, размером до 0,3—0,5 см. Встречаются также разновидности без бобовин. В железистых песчанниках бобовины значительно меньше, чем в мелкообломочных породах. Распре-

делены они в разрезе неравномерно, но чаще встречаются в ее верхней части. Карбонатность пород в среднем составляет 10%.

Ожелезненные известняковые брекчии распространены на СВ крыльях Кадрлинской и Урецкой антиклиналей и в пределах Кяркшской синклинали. Состоят из угловатых обломков подстилающих нижекарбонатных известняков, сцементированных глинистым веществом и гидроокислами железа. Размер галек колеблется в пределах 0,5—5 см. Ожелезненные известняковые брекчии обычно плотные, реже рыхлые породы красновато-бурого цвета. Бобовины в них отсутствуют.

Ожелезненные конгломераты имеют наименьшее распространение, развиты лишь в районе Сарипапской антиклинали. Мощность их колеблется от 1 до 5 м. Они слагают основание разреза пермских отложений и представляют собой типичные (базальные) конгломераты. Состоят из обломков осадочных, в основном карбонатных, пород, сцементированных глинисто-железистым материалом. Гальки хорошо окатаны, размеры их колеблются в пределах 0,5—10 см.

Описанные выше типы латеритовых пород очень близки по минеральному составу. В тяжелой фракции их обнаружены циркон (в среднем 1,45%), турмалин (0,65%), рутил (0,25%), железистые слюды (0,8%), мусковит (0,60%), диаспор (редкие зерна, иногда до 1,5%), магнетит (0,3%), гидроокислы железа (67%), гематит (38%), реже встречаются авгит, лейкоксен, корунд.

В легкой фракции установлены кварц (в среднем 23%), гиббсит (редкие зерна, иногда до 0,5%), обломки осадочных и метаморфических пород (1%), интенсивно измененные минералы и обломки пород (75%).

Из глинистых минералов в песчано-глинистых породах древней коры выветривания установлены каолинит (80—90%), гидрослюда (10—20%), смешаннослойный минерал типа монтмориллонит-гидрослюда (0—10%). Гидрослюда присутствует в качестве постоянной примеси, смешаннослойная фаза встречается спорадически. Распределение глинистых минералов не контролируется в разрезе и на площади распространения формации древней коры. Только в пределах Армашской антиклинали гидрослюда и смешаннослойная фаза встречаются, как правило, в нижней части разреза.

Каолинит диагностируется по интенсивным базальным отражениям с $d=7,5\text{Å}$; $3,5\text{Å}$ на дифрактограммах природных образцов; после термообработки последних рефлексы исчезают. Минерал относится к псевдомоклинному типу, структура несовершенная по оси c , параметры ячейки: $a=5,13\text{Å}$; $b=8,92\text{Å}$. На снимках суспензий частицы каолинита имеют неправильную, реже изометричную форму и резкие линии ограничения.

Термограммы типичны для каолинитовых глин: характеризуются

одним интенсивным эндоэффектом с максимумом при 570—680°C и хорошо выраженным экзоэффектом при 1000—1100°C.

Гидрослюда на дифрактограммах фиксируется по базальным отражениям с $d=10\text{Å}$ и 5Å , которые не изменяются после насыщения образцов глицерином их термообработки при 550°C. Минерал относится к диоктаэдрическому типу. Полностью его установить не удалось, вследствие диффузности рефлексов определены параметры: $a = 5,18\text{Å}$ и $b = 8,98\text{Å}$.

На некоторых дифрактограммах необработанных образцов фиксируются рефлексы с $d(001) = 10,7\text{Å}$; 11А; после насыщения их глицерином $d(001)$ возрастает до 12,3—14,2А, после прокалывания сокращается до 10Å , что свидетельствует о наличии *неупорядоченного смешаннослойного минерала* типа монтмориллонит-гидрослюда.

Условия образования

После регрессии визейского моря на территории южного Закавказья, а также в сопредельных областях Ирана и Анатолии, устанавливается континентальный режим. Одновременно раннекарбонный умеренновлажный и теплый климат сменяется типичным тропическим. Уже в среднекарбонное время указанная территория располагалась вдоль экватора и входила в центральную тропическую зону.

Рельеф средне-позднекарбонной суши был невысоким, сглаженным и имел конформное со структурами строение: антиклиналям соответствовали поднятия, синклиналям—понижения.

Отмеченные факторы—тропический климат и невысокий слабо-расчлененный рельеф—обусловили интенсивную химическую дифференциацию пород и формирование каолиновой коры выветривания. Минеральный состав латеритов свидетельствует о том, что каолиновая кора развивалась на породах карбонатно-терригенной формации верхнего девона-нижнего карбона, а также на более древних осадочных, магматических и метаморфических образованиях.

Интенсивному выщелачиванию подвергались и известняки визей, что обусловило формирование сравнительно контрастного рельефа и образование эрозионных депрессий. Последние служили своеобразными аккумуляторами латеритового вещества. Но именно этим и ограничивалась роль визейских известняков в процессе бокситообразования. Нерастворимый остаток карбонатных пород визей составляет в среднем 15%. Простые расчеты показывают, что для образования всего объема латеритовых пород, содержащих до 25—30% валового Al_2O_3 (табл. 1), необходимо разложение карбонатных пород, мощностью около 1000 м. Между тем, мощность размывших известняков составляет 100—200 м, причем часть их, очевидно, была размыва в последующие регрессивные эпохи (в мелу, эоцене). Таким образом, известняки визей возможно и

Таблица 1

Химический состав пород древней коры выветривания

№ обр.	О к с л ы												Сво од- ный гли- нозем	
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	влага	п.п.п.	Na ₂ O		K ₂ O
30	3,25	17,26	0,88	20,8	2,01	0,44	0,71	нет	0,05	0,27	10,12	0,08	0,21	4,03
31	41,67	7,81	0,85	25,20	2,00	1,11	0,27	нет	0,23	2,18	10,14	0,27	1,32	7,00
32	39,67	15,33	1,40	22,19	1,65	0,99	0,63	нет	0,20	3,53	8,67	0,15	1,72	не опре- деляется
33	36,51	19,79	1,15	25,37	3,12	0,70	0,61	нет	0,32	1,46	10,60	0,30	0,70	5,28
34	36,19	25,65	0,92	18,87	0,70	0,60	0,27	0,03	0,12	0,50	10,76	0,05	0,16	4,19
35	53,17	12,25	0,42	21,29	0,81	0,60	0,18	нет	0,04	0,09	3,16	0,04	0,16	4,57
16/23	52,81	14,15	0,98	22,14	1,14	0,62	0,21	нет	0,04	0,32	7,23	0,22	0,20	не опре- деляется
16/24	45,26	16,75	0,81	25,46	2,22	0,51	0,28	0,04	0,11	0,58	8,23	0,18	0,14	
16/25	48,22	16,80	0,79	25,94	1,46	0,38	0,38	0,04	0,09	1,04	6,78	0,31	0,14	

являлись дополнительным источником бокситообразования, однако их следует рассматривать, главным образом, как благоприятные ловушки, на выщелоченной поверхности которых накапливалась основная масса латеритового материала. Последний сносился в эрозионные депрессии преимущественно с окружающих возвышенностей. Сравнительные мощностей и типизация разрезов показывают, что присводовые части узких антиклинальных поднятий были сложены латеритами, которые непрерывно подвергались размыву, причем выносился в основном глинистый материал каолинового состава. С некоторых поднятий вынос вещества был значительно более интенсивным и потому на месте сохранилась лишь известняковая дресва, слабо сцементированная ожелезненным песчано-глинистым материалом. Мощности латеритовых образований на этих антиклинальных поднятиях (Кадрлинская, Бозагыльская и др.) резко сокращены (0,5—0,7 м), сами же латериты, хотя и обогащены гематитом и гидроокислами железа, но почти не содержат бобовин (бокситов).

Очевидно в понижения рельефа материал заносился не только с ближайших антиклиналей, но и с сравнительно отдаленных площадей развития. Во всех случаях перемещение вещества до пермской трансгрессии происходило в пределах суши, поэтому латеритовый материал в конечном итоге накапливался на поверхности визейских известняков, в низинах, образуя здесь карманы, линзы, реже пачки с неявно выраженной слоистостью. Наиболее полные разрезы бокситоносных пород наблюдаются в синклиналиях, мощность которых достигает здесь более 70 м. Влияние пермской трансгрессии на латеритовые породы в синклиналиях и антиклиналях было противоположным. Море заливало прежде всего пониженные (синклиналиальные) участки; следовавшее за этим интенсивное осаждеие карбонатов приводит к образованию мощной известняковой покрывки, которая предохраняет латериты от дальнейшего размыва. Антиклинальные же поднятия затапливались

значительно позже, эрозия латеритов здесь продолжалась, и споспмый материал осаждался уже в морском бассейне. Именно так образовались конгломераты Сарипанской антиклинали. Таким образом, незначительным перемещением латеритового вещества с антиклинальных поднятий в пермский бассейн завершается образование формации древней коры выветривания. Как было отмечено, Э. Я. Левен считает, что все бокситоносные породы слагают основание разреза пермских отложений и приписывает им латеритно-осадочный генезис. Однако при таком толковании трудно объяснить гетерогенное строение формации древней коры выветривания. Если считать все латериты базальными слоями перми, то необходимо допустить также их переемы в полном объеме, швелирование мощностей, однородное строение разрезов и устойчивость состава слагающих их пород, чего на самом деле не наблюдается. Другими признаками неосадочного генезиса латеритов являются: сплошная красная окраска пород (нет следов влияния глеевых процессов), отсутствие фауны, слонстости (наблюдаемая местами неясно выраженная слонстость — результат деятельности временных потоков), сортировки материала по размерам частиц, диагенетических и эпигенетических минералов.

Авторы допускают переотложение латеритового вещества в пермский бассейн (что имеет место, в частности, на участке Сарипанской антиклинали), однако считают, что основная масса образуется на суше и находится либо в первичном залегании (в антиклиналях), либо во вторичном—в результате перемещения в эрозионные депрессии до наступления пермского моря. Последующие меловая и палеогеновая трансгрессии местами эродировали не только пермские отложения, но и подстилающие их известняки виэя с латеритами; вследствие этого палеогеновые отложения с базальным конгломератом залегают непосредственно на более древние горизонты нижнего карбона.

Важным в проблеме бокситов является вопрос об источнике и механизме образования глиноземных минералов. По этому вопросу имеются различные точки зрения [3, 4, 7]. В нашем случае источником бокситообразования являлся каолинит. В шлифах не отмечены псевдоморфозы или иные признаки замещения каолинита минералами глинозема. Однако то обстоятельство, что бобовины встречаются исключительно в глинистых латеритах, в которых каолинит является порообразующим минералом, свидетельствует о тесной связи последнего с глиноземными минералами.

По мнению авторов, главным фактором бокситообразования была десиликация каолинитового материала, осуществляемая поверхностными водами. Известно, что растворимость SiO_2 в гипергенном цикле практически не изменяется при рН от 0 до 9, образование же бокситов происходило в диапазоне от слабокислой до слабощелочной реакции. На водопроницаемом карбонатном ложе вынос силикатного SiO_2 бескремнистыми дождевыми водами происходил достаточно интенсивно—вплоть до распада решетки каолинита на тетраэдрические и октаэдри-

ческие блоки. В этих условиях Al_2O_3 практически оставался неподвижным. Движение растворов к уровню грунтовых вод сопровождалось повышением концентрации, понижением температуры и, как следствие этого, падением их агрессивности. Все это способствовало обогащению свободным глиноземом пород верхней части разреза формации, чем и объясняется наличие бобовин исключительно в кровле латеритовых тел. Аморфный глинозем здесь полностью осаждался, образуя стяжения и в дальнейшем бобовины. В составе последних единственный алюминиевый минерал представлен диаспором, гиббсит же присутствует в легкой фракции глинистых латеритов в тесной агрегации с каолинитом. Сказанное позволяет заключить, что диаспор является минералом поздней генерации, образовавшимся за счет полигидратных форм Al_2O_3 в результате метаморфизма бокситоносных пород. Представляется вероятным следующий ряд преобразования свободного глинозема: алюмогель—гиббсит—бемит—диаспор. Значительная примесь железа, титана, кремния и других элементов в составе бобовин (табл. 2, 3) также свидетельствует об образовании последних за счет гелей.

Таблица 2

Содержание некоторых малых элементов в породах древней коры выветривания

Элементы	Количество анализов	Пределы колебаний	Среднеарифметическое (M) в %	Модальное (M_0) в %	Кларки в осадочных глинах
Cr	15	0,01—0,03	0,022	0,024	$1 \cdot 10^{-2}$
Ti	15	1—3	2,084	2,192	$4,0 \cdot 10^{-1}$
Ni	15	0,003—0,01	0,009	0,009	$9,5 \cdot 10^{-3}$
Mn	15	0,03—0,1	0,08	0,08	$6,7 \cdot 10^{-2}$
Cu	15	0,003—0,03	0,027	0,025	$5,7 \cdot 10^{-3}$
Sr	15	0,001—0,01	0,008	0,0084	$4,5 \cdot 10^{-2}$
Ba	15	0,01—0,03	0,021	0,022	$8 \cdot 10^{-2}$
B	15	0,01—0,03	0,022	0,020	$1 \cdot 10^{-2}$

Таким образом, намечается несколько стадий образования бокситоносных пород:

1) стадия формирования каолиновых и латеритовых кор выветривания на осадочных и магматических породах; в эту стадию происходит интенсивный вынос Na, K, Ca, Mg, Fe, отчасти силикатного Si; щелочи и щелочные земли выносятся за пределы поля развития кор выветривания, железо окисляется и осаждается, окрашивая продукты выветривания в красный цвет;

2) стадия перемещения латеритового вещества в эрозионные депрессии, отчасти в пермский бассейн; для этой стадии характерным является дальнейшая десиликация латеритового вещества и образование минералов свободного глинозема;

Таблица 3

Содержание (в %) некоторых элементов в бурых (1) и в желтовато-зеленых (2) бобовинах

№ обр.	Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Co	Ti	V	Cr	Zr
1	3,0	2,0	0,1	0,1	10	0,04	0,03	0,003	0,2	0,07	0,025	0,01
2	2,0	10	0,01	0,03	2,5	0,04	0,2	0,003	1,02	0,08	0,03	0,01
№ обр.	Cu	Pb	Zn	Ga	Na	Be						
1	0,004	0,01	0,02	0,004	0,02	0,003						
2	0,001	0,01	0,02	0,005	0,01	0,003						

3) стадия метаморфизма и генерации диаспора.

Стадии образования бокситоносных пород и минералов свободного глинозема

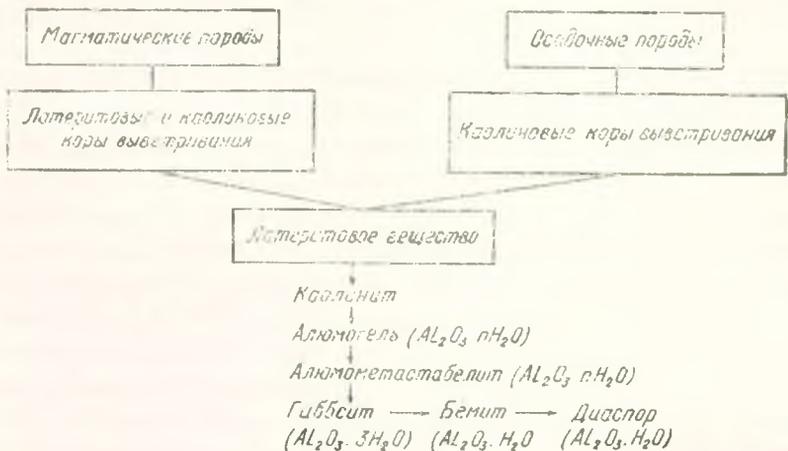


Рис. 3.

Рассматриваемые породы не являются типичными бокситами, они скорее относятся к бокситоносным латеритовым образованиям, отчасти к латеритно-осадочным. Очевидно процесс десиликации вещества протекал недостаточно интенсивно для образования собственно бокситов и близость латеритов к уровню грунтовых вод препятствовала завершению процесса бокситообразования. Менее вероятны другие причины — ресиликация, последующий размыв и т. д. Не исключено однако, что в некоторых синклиналиях, где уровень грунтовых вод был глубоким, а также на тех антиклипальных участках, которые сохранились от размыва, могли образоваться промышленные типы бокси-

тов. На выявление таких участков необходимо обратить внимание в дальнейших работах по изучению латеритовых пород.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 28.III.1975.

Ռ. Ա. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ, Գ. Բ. ՆՍՍԱՆՅԱՆ, Ի. Լ. ՊԵՏՐՈՍՈՎ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՄՀ ՄԻՋԻՆ-ՎՆՐԻՆ ԿԱՐՔՈՆԻ ՀՈԳՄԱՀԱՐՄԱՆ
ԿԵԳԵԿԻ ԲՈՔՍԻՏԱՐԵՐ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՆՅՈՒԹԱԿԱՆ ԿԱԶՄԸ
ԵՎ ԱՌԱՋԱՅՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

Ս. մ. փ. a. Վ. ո. լ. մ.

Հայկական ՍՄՀ տարածքում բոքսիտաբեր ապարները տարածված են մեկնասարքյան ստրուկտուրային-ֆորմացիոն գոտում: Նրանք գոյացել են հերցինյան ընկելի միջին-վերին կարբոնի սահմանում: Կառլինիտային և լատերիտային հողմնահարման կեղևի ձևավորումը պայմանավորված է եղել արևադարձային կլիմայով, թույլ կտրտված սելեֆեզ:

Հողմնահարման հետևանքով գոյացած նյութերը կուտակվել են էրոզիոն իջվածքներում: Ընդերքի խորքերը լուծույթների ներթափանցմանը համընթաց, աճել է վերջինների խտությունը և նվազել ջերմաստիճանն ու ազրեալիությունը: Այդ պատճառով բոքսիտների լորածե հատիկները հանդիպում են միայն լատերիտային մարմինների ծածկաշերտերում, որտեղ ապահովված է SiO_2 -ի շարժունակությունը և ազատ Al_2O_3 -ի նստեցումը:

Ալյումոզիր առաջանում է կառլինիտի օկտաէդրային բյուրեղի հաշվին: Կազային միակ միներալը լորածե հատիկներում ներկայացված է դիասպոր-բով: Գիրսիտն առկա է թեթև ֆրակցիայում կառլինիտի հետ հարաձված ազրեզատային վիճակով: Ազատ կազահոզի միներալների ձևավորման շարքը ներկայացված է հետևյալ ձևով՝ ալյումոզիր ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) → դիրսիտ ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) → բյումիտ ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) → դիասպոր ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$):

Տիպիկ բոքսիտների առաջացման համար ապարների ապասխիկացումը ընթացել է ոչ բավարար իտենսիվությամբ: Բացառված չէ, որ որոշ սինկլինալներում, ինչպես նաև անտիկլինալների այն տեղամասերում, որոնք պահպանվել են լվացումից, կարող էին առաջանալ բոքսիտների արգյունարևրահան կուտակումներ:

Լատերիտային ապարների ուսումնասիրության հետագա աշխատանքների ընթացքում ուշադրությունը պետք է կենտրոնացվի նման տեղամասերի հայտնաբերման վրա:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Азизбеков Ш. А. Геология Нахичеванской АССР. Госгеолиздат, М., 1961.
2. Аракелян Р. А. Палеозой. В кн. «Геология Армянской ССР», т. II, Стратиграфия, Изд-во АН АрмССР, 1964.
3. Бенеславский С. И. Конкреции в бокситах и бокситоносных формациях. В кн. Конкреции и конкреционный анализ, Л., 1970.

4. Бушинский Г. И. Латерито-осадочная гипотеза происхождения бокситов. В кн. «Латериты». Доклады советских геологов. Международный геологический конгресс. XXII сессия. «Недра», 1964.
5. Гулиев Р. Г., Джабраилов М. Ш., Зейналов М. Б., Шишаков В. Б. Условия размещения бокситовых образований СЗ части Шаруро-Джульфинского антиклинория (Малый Кавказ). ДАН СССР, т. 206, № 1, 1972.
6. Левен Э. Я. О бокситах в Нахичеванской АССР и их возрасте. Известия высш. учебн. завед., геология и разв., № 12, 1973.
7. Никитина А. П. Древняя кора выветривания кристаллического фундамента Ворожежской энтеклизы и ее бокситоносность. «Наука», М., 1968.