

**МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ЧИНГАСАНСКОЙ СЕРИИ РАЙОНА УВОЛЖСКОГО ГРАБЕНА  
(ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ)**

В. А. ГАВРИЛЕНКО, И. Ф. БРЕДНИХИН

(Представлена профессором А. М. Кузьминым)

При изучении осадочных образований, особенно фаунистически неохарактеризованных, большое внимание в настоящее время уделяется комплексу минералов тяжелой фракции [1—6]. Минералогические исследования показывают, что по набору типоморфных минералов становится возможным довольно обоснованно расчленять даже древние немые толщи, поскольку породы, принадлежащие к той или иной пачке, свите, нередко характеризуются совершенно определенными минералогическими ассоциациями, отражающими в значительной мере первичный состав, подвергающийся размыву пород. Состав комплексов акцессорных минералов, а также характер его изменения по разрезу и латерали способствуют решению ряда важнейших вопросов литологии, стратиграфии, палеогеографии.

Вопрос о стратиграфической корреляции отложений чингасанской серии северо-востока Енисейского кряжа вследствие их значительной фациальной изменчивости является достаточно сложным и слабо разработанным. Сопоставление проводится обычно по сходству литологического состава и строения отдельных толщ. Работами Б. Б. Пучковой и Н. С. Подгорной [4] в бассейне рек Теи и Чапы установлено, что отложения названной серии, «принадлежащие к той или иной свите, имеют постоянный минералогический состав», что позволяет с достаточной уверенностью проводить корреляцию разрезов чингасанской серии в пределах северо-восточной части Енисейского кряжа по минералам тяжелого шлиха.

Аналогичные исследования проведены нами для отложений чингасанской серии, слагающих Уволжский грабен (бассейн р. Уволги).

В строении Уволжского грабена принимают участие карбонатно-терригенные отложения, объединенные в составе пяти свит (снизу вверх): лопатинской, карьерной, суктальминской, суворовской и подъемной. Ниже приводится их краткая характеристика.

Лопатинская свита с глубоким размывом и угловым несогласием перекрывает образования тейской или сухопитской серий. Сложена свита в нижней своей части красноцветными терригенными породами (450—500 м), представленными преимущественно гравелитами и песчаниками; алевролиты и конгломераты среди них имеют подчиненное значение. В верхней части обособляется пачка (350—400 м) терригенно-карбонатных пород.

Карьерная свита, перекрывающая лопатинскую, подразделяется на две пачки: нижнюю—кварцитовидных песчаников и верхнюю—аргиллито-песчаниковую. Пачка кварцитовидных песчаников состоит из пластов неравномернозернистых кварцито-песчаников, разделенных маломощными прерывистыми прослоями аргиллитов или глинистых сланцев; аргиллито-песчаниковая — из кварцевых глауконит, содержащих песчаники, чередующиеся с алевролитами, аргиллитами, иногда брекчированными доломитами. Мощность свиты около 600 м.

Стратиграфически выше отложений карьерной свиты залегает флишеподобно построенная суктальминская свита (800 м), сложенная пластами голубовато-или зеленовато-серых полимиктовых песчаников, чередующихся с пакетами ритмично переслаивающихся песчаников, алевролитов и аргиллитов. В составе отдельных ритмов появляются брекчированные со следами оползания карбонатные породы.

Еще выше залегают терригенные образования суворовской свиты, представленные красноцветными разнозернистыми кварцевыми и полевошпат-кварцевыми песчаниками, содержащими маломощные прослои алевролитов и аргиллитов. В нижней и в верхней части свиты наблюдаются конгломераты и гравелиты. Общая мощность свиты около 300 м.

Подъемная свита, завершающая разрез чингасанской серии, отчетливо подразделяется на две пачки: нижнюю—доломитовую (250—300 м), сложенную вишнево-красными алевритисто-глинистыми доломитами и верхнюю — песчано-известняковую (300—350 м), представленную чередующимися пестроцветными песчаниками, онколитовыми известняками и алевролитами.

Результаты минералогического анализа терригенных отложений чингасанской серии и их основные литологические особенности приведены в таблице.

Наиболее распространенными акцессорными минералами тяжелой фракции являются циркон, турмалин, лейкоксен, рутил, апатит. В подчиненном количестве и далеко не во всех пробах присутствуют гранат, ставролит, анатаз, эпидот, сфен, касситерит, магнетит, пирит, пирротин, малахит, флюорит, корунд, монацит, амфибол, ильменит, ксенотим.

Для лопатинской свиты характерной особенностью является постоянное присутствие в протолочках турмалина и титанистых минералов: лейкоксена, рутила, анатаза.

Турмалин представлен призматическими или шестоватыми обломками кристаллов, имеющих бурую, темно-бурую до черной окраску, реже встречаются светло-бурые кристаллы с неоднородной пятнистой окраской. Зерна турмалина, как правило, не окатаны или слабо окатаны. Характерен резкий плеохроизм: по No — темно-бурый и черный, по Ne — розовато-желтый.

Лейкоксен образует неправильной формы комочки или зерна светло-серого цвета скрытокристаллического сложения. Как правило, разбивается по рутилу и анатазу или же совместно с последним — по титанистым минералам таблитчатой и кубической формы.

Анатаз наблюдается в виде неправильной формы неокатанных или частично окатанных обломков и реже в скоплениях мелких зерен и кристаллов бипирамидального и пластинчатого габитуса, обычно бурого, серовато-розового и голубовато-серого цвета.

Ритул представлен обломками призматического, столбчатого облика желтовато-бурой до красно-бурой и коричнево-красной окраски, реже наблюдаются полуокатанные зерна.

Циркон встречается в виде полуокатанных и хорошо окатанных

Таблица

## Основные литологические особенности терригенных отложений Чингасанской серии района Увожского грабена

1	2	3	4	5	6				7		Прочие отличия свит по минералам		
					Циркон	Турмалин	Лейкоксен	Рутил	Апатит	По данным Б. Б. Пучковой и Н. С. Подгорной		По нашим данным	
Серия	Свиня	Породы	Состав обломков	Состав и тип цемента	Среднее содержание минералов по свитам, %	Характерная ассоциация минералов		По нашим данным			По нашим данным		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Подземная		Доломиты, онколитовые известняки, красноцветные и подчиненные им песчаники и алевролиты			Циркон	Турмалин	Лейкоксен	Рутил	Апатит	По данным Б. Б. Пучковой и Н. С. Подгорной	По данным Б. Б. Пучковой и Н. С. Подгорной, 1966		
Суворова		Песчаники красноцветные и подчиненные им гравелисты, алевролиты и аргиллиты	кварц (90—95%), халцедон (2—3%), полевые шпаты (3—8%), единичные зерна глаукононта	плечный, поровый и контактный; глинисто-железистый и карбонатно-глинисто-железистый	0,0021	0,00009	0,00007	0,00005	0,0004	лейкоксен-турмалин-цирконовая	турмалин-апатит-цирконовая	повышенные содержания пироксенов, амфиболов и эпидота	высокие содержания титано-магнетита (2), единичные знаки старорунта, розового граната, постоянное присутствие частично лимонитизированного пирита
Чингасанская		Песчаники граувакковые, алевролиты, аргиллиты зеленовато-серые	кварц (80—90%), халцедон (3—5%), полевые шпаты (2—8%), обломки основных эффузивов, листочки слюд	базальный, реже контактный, глинисто-карбонатный	0,0022	0,00008	0,00004	0,00002	0,00005	апатит-лейкоксен-цирконовая	апатит-турмалин-цирконовая	отсутствие титанистого гематита	наличие неокатанного розового граната, бутролоно-зеленого эпидота; единичные знаки малахита, пирротина
Карверная		Кварцитовидные песчаники, в верхней части глаукоцитсодержащие, алевролиты, аргиллиты	кварц (95—98%), халцедон (2%), единичные обломки полевых шпатов	соприкосновения, реже поровый, глинисто-кремнистый, регенерационный	0,0015	0,02	0,00002	0,0004	с. з.	турмалин-лейкоксен-цирконовая	рутил-цирконовая	незначительное количество минералов группы амфибола и эпидота. Отсутствие титанистого гематита. Хорошая окатанность турмалина	присутствие аутигенного глаукононта, лимонитизированного пирита, неокатанных флюорита, монацита; единичные знаки акфибола, эпидота, пирротина
Лопатинская		Гравелисты, песчаники, подчиненные им конгломераты и алевролиты красноцветные	кварц (65%), кварциты (18—20%), сланцы (15%), гнейсы, гранито-гнейсы, граниты (2—3%)	базальный, поровый, соприкосновения, слудистый	0,0003	0,03	0,0004	0,0002	0,00009	турмалин-лейкоксен-гематитовая	циркон-лейкоксен-турмалиновая	повышенные содержания титановых минералов. Присутствие неокатанных зерен турмалина, лейкоксена, апатита, гематита	высокие содержания титановых минералов; наличие сфена, корунда, касситерита, апатита, ксенотима

бесцветных или розоватых зерен и редко в виде практически неокатанных обломков темно-бурых кристаллов призматически-дипирамидального облика.

Кроме вышеуказанных минералов, присутствуют в незначительных количествах хорошо окатанный бесцветный апатит, единичные знаки буровато-коричневого касситерита, голубого корунда, желтоватого сфена. В протолочках из конгломератов истоков рч. Большого и Малого Итуя отмечено значительное количество (до 20% от веса фракции) хорошо окатанных зерен розового граната.

В целом для терригенных отложений лопатинской свиты характерна циркон-лейкоксен-турмалиновая ассоциация минералов.

Терригенные отложения карьерной свиты по качественному составу типоморфных минералов тяжелого шлиха не отличаются от подобных образований лопатинской свиты, но заметно — по набору второстепенных минералов и по количественному содержанию главных.

Как и в лопатинской свите, характерным минералом тяжелой фракции является турмалин. Минерал представлен большей частью неокатанными обломками призматической формы с характерной штриховкой вдоль ребер призмы, поперечным сечением в виде сферического треугольника и плеохроизмом от светло-зеленого, почти бесцветного по Ne, до темно-зеленого, почти черного по No. Окраска минерала черная, бурая или светло-бурая, неравномерно пятнистая, реже зеленовато-бурая до светло-зеленой. Наблюдаются единичные, хорошо окатанные зерна турмалина яйцевидной или близкой к шаровидной формы, плеохроизирующего в синеватых и (или) розоватых тонах. Содержание турмалина в карьерной свите по сравнению с лопатинской несколько меньше, но заметно выше, чем в перекрывающих отложениях суктальминской свиты.

По содержанию циркона карьерная свита довольно резко отличается от лопатинской. В отдельных протолочках количество его достигает 15—20%. По морфологическим особенностям различаются две разновидности циркона. Первая, наиболее распространенная (циртолиты), представлена неокатанными обломками и призматически-дипирамидальными зернами, красно-бурого и серо-коричневого до черного цветов. Призмы большей частью удлиненные, грани их хорошо выражены, вершины у пирамид слегка сглажены. В отдельных протолочках встречены серовато-коричневые сильно укороченные полупрозрачные или совершенно непрозрачные (метамиктные) кристаллы тетрагонально-короткопризматического облика.

Бурые и темно-бурые метамиктные цирконы первой разновидности выделяются Б. Б. Пучковой и Н. С. Подгорной [4] в качестве руководящих для отложений карьерной свиты её тейских и чапских резервов.

Вторая, менее распространенная разновидность циркона, представлена бесцветными, прозрачными или розовыми хорошо окатанными или полуокатанными несколько продолговатыми зернами, наряду с которыми, но гораздо реже, встречаются призматические и призматически-дипирамидальные неокатанные обломки кристаллов циркона той же окраски.

Общее количество титановых минералов в карьерной свите по сравнению с их содержанием в лопатинской несколько падает. Изменяются и их количественные взаимосоотношения. Например, почти в 20 раз уменьшается содержание лейкоксена и, наоборот, в 2 раза увеличивается количество рутила, определяющего, вследствие этого, лицо типоморфной минералогической ассоциации. Концентрации анатаза остаются практически неизменными. Рутил наблюдается в виде окатанных

или слабо окатанных обломков, изредка сдвойникованных зерен желтовато-бурого, буровато-красного или коричнево-бурого цвета, сохраняющих глубокую штриховку вдоль граней призмы.

Анализ представлен разнообразными обломками кристаллов дипирамидального, таблитчатого или пластинчатого облика, окрашенными в серовато-зеленые, серовато-голубоватые, буроватые цвета.

Лейкоксен образует желтые, желтовато-белые, желтовато-буроватые скрытокристаллические агрегаты, сохраняющие в совокупности форму пластинчатых или таблитчатых протокристаллов. Развивается, вероятно, по рутилу и анатазу.

Из прочих особенностей минералогического состава отложений карьерной свиты можно назвать насыщенность песчаников верхних ее горизонтов аутигенным глауконитом, составляющим иногда до 15—16% веса фракции и частично лимонитизированным пиритом (до 25—30%).

В составе минералов, находящихся в подчиненном количестве, присутствуют бесцветный, прозрачный апатит, встречающийся в мелких обломках призматических зерен; светло-зеленый до темно-фиолетового обломочный флюорит; оранжевый, красновато-оранжевый монацит; единичные знаки минералов группы амфибола; эпидот, сильно магнитный пирротин.

Для свиты характерна рутил-циркон-турмалиновая минералогическая ассоциация.

Отложения суктальминской свиты характеризуются резким преобладанием в составе минералов тяжелого шлиха циркона (от 30 до 80% веса фракции). Выделяется два морфологических типа циркона. Первый, являющийся руководящим для отложений суктальминской свиты, представлен розовыми, бесцветными прозрачными или полупрозрачными хорошо окатанными или полуокатанными зернами, сохраняющими свой первоначальный призматический (тетрагональная призма) или дипирамидальный облик. Второй тип, находящийся в резко подчиненном положении, присутствует в виде слабоокатанных, почти неокатанных, обломков кристаллов бурого метамиктного циркона.

Вторым по распространенности минералом является турмалин. Выделяется две его разновидности. Первая, преобладающая, присутствует в виде хорошо окатанных зеленовато-бурых и темно-бурых зерен, а вторая — в виде неокатанных обломков кристаллов призматической формы, обладающих неоднородной пятнистой окраской, четкой продольной штриховкой и хорошо выраженными сферическими треугольниками в поперечном сечении.

Апатит представлен хорошо окатанными молочно-белыми или чаще бесцветными обломками, обнаруживающими иногда отчетливую отдельность.

Общее содержание титановых минералов заметно снижено. В единичных знаках устанавливается малахит, бутыльно-зеленый эпидот, угловатые обломки розового граната, сильно магнитные мелкие обломки пирротина, пирит.

Для суктальминской свиты характерна апатит-турмалин-цирконовая минералогическая ассоциация.

Минералогический состав тяжелой фракции суворовской свиты мало чем отличается от такового нижележащей карьерной, выделяясь только резко повышенной (почти в 10 раз) концентрацией апатита. Количество циркона и турмалина практически не меняется; несколько увеличивается содержание лейкоксена и рутила.

Апатит встречается чаще всего в виде хорошо окатанных бесцветных, прозрачных или же молочно-белых непрозрачных зерен слабо уд-

линенной или овальной формы, реже — в виде обломков гексагональных призм или бочонковидных кристаллов, имеющих слабо сглаженные ребра.

Циркон. Выделяется две разновидности минерала. Первая, наиболее широко распространенная — это светлоокрашенные слабозеленые, красноватые или бесцветные полуокатанные удлиненные или хорошо окатанные изометричные зерна. Очень редко встречаются практически неокатанные обломки призматических кристаллов розового цвета. Вторая разновидность, находящаяся в явно подчиненном положении, представлена неокатанными и слабо окатанными обломками призматических, дипирамидальных кристаллов светло-коричневого, коричневого и бурого метамиктного циркона.

Турмалин наблюдается в форме хорошо окатанных зерен зеленовато- и коричневатобурого цвета, реже — в виде обломков призматических кристаллов.

Весьма характерной особенностью минералогического состава тяжелого шлиха суворовской свиты являются наблюдающиеся практически во всех протолочках довольно высокие (0,002—0,032%) содержания титано-магнетита (возможно, окисленного ильменита). Минерал представлен слабо магнитными округлой формы зернами, эллипсоидными комочками, окатанными пластинками черного цвета, имеющими красновато-бурый цвет черты. Из прочих титановых минералов присутствуют светло-желтые, желтовато-красные, красно-бурые и буро-черные полуокатанные и окатанные призматические зерна рутила, беловато-серые округлые рыхлые комочки и зерна таблитчатой формы лейкоксена, пластинчатые кристаллы серого цвета со слабым зеленоватым оттенком анатаза.

В отдельных протолочках встречены в единичных зернах магнетит, неправильной формы обломки розового граната, ставролит; практически во всех пробах в незначительных количествах присутствует частично лимонитизированный пирит.

Для суворовской свиты характерна турмалин-апатит-цирконовая ассоциация минералов.

Минералогический состав терригенных отложений подъемной свиты не изучался.

Приведенный выше материал, как нам кажется, позволяет сделать следующие выводы:

1. Изучение минералогического состава тяжелой фракции позволило выделить определенные ассоциации минералов, связанные с конкретными частями разреза серии и закономерно сменяющие друг друга во времени.

2. Отложения свит по набору типоморфных и ряда второстепенных минералов в целом мало отличаются друг от друга, довольно резко выделяясь их количественными взаимоотношениями.

3. Основными поставщиками обломочного материала служили гранитоидные породы (турмалин, циркон, апатит) и лишь частично метаморфические (гранат, ставролит).

4. Близость минералогического состава тяжелых фракций отложений чингасанской серии, гранитоидов Тейского и Уволжского массивов (апатит, циркон, сфен, монацит, флюорит, касситерит), а также образований тейской и сухопитской серий (магнетит, гранат, ставролит, пирротин) свидетельствует о том, что формирование отложений происходило за счет денудации и переотложения продуктов разрушения в основном местных пород и лишь частично за счет удаленных областей питания.

5. Минералогический состав терригенных отложений чингасанской серии района Уволжского грабена по набору типоморфных минералов практически не отличается от таковых разрезов серии рек Чапы и Теи [4]. Некоторые качественные и количественные различия могут быть объяснены особенностями условий формирования отложений.

6. Проведенные исследования вполне подтверждают вывод [4] о том, что разрезы чингасанской серии северо-востока Енисейского кряжа могут коррелироваться по терригенным минералам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Батурин. Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. М., изд-во АН СССР, 1947.
2. Н. Н. Гаврильев. Минеральные ассоциации терригенных отложений рифея и венда юго-востока Сибирской платформы. ДАН СССР, № 3, т. 195, 1970.
3. М. Т. Орлова. Акцессорные минералы древних немых толщ западного склона Южного Урала. Геол. и полезн. ископ. Урала. Сб. ВСЕГЕИ, вып. 28, 1960.
4. Б. Б. Пучкова, Н. С. Подгорная. К характеристике минералогического состава верхнекембрийских и нижнекембрийских отложений северо-восточной части Енисейского кряжа. Геология и геофизика, № 11, 1966.
5. Н. Я. Тихомирова. Корреляция позднекембрийских и раннекембрийских отложений Иркутского амфитеатра по кластогенным минералам. Автореф. кандидат. диссерт. Л., 1964.
6. A. Polderwaard. Zirkons in sedimentary rocks. Amer. J. Sci., vol. 253, 1955.