

УДК 552.52

## ОБ АНОМАЛИЯХ ОБЩЕЙ СХЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАЗБУХАЮЩИХ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ СОДЕРЖАЩИХ ИХ ОТЛОЖЕНИЙ В СТРАТИСФЕРУ

Д.Д. Котельников, Н.Н. Зинчук

*АК «АЛРОСА» Якутское научно-исследовательское геологоразведочное предприятие  
ЦНИГРИ, г. Мирный, Республика Саха (Якутия)*

Генетические и определяемые ими кристаллохимические особенности как диоктаэдрических глинистых минералов разбухающего типа, с одной стороны, так и собственно триоктаэдрических разновидностей этого типа с другой, обуславливают их различную термобарическую устойчивость в осадочном чехле земной коры. В процессе постседиментационного преобразования содержащих разбухающие минералы отложений, на стадиях, соответствующих позднему катагенезу, смектиты, как наиболее низзарядные минералы семейства 2:1, сохраняют большее количество лабильных слоев в структуре. Соответственно, монтмориллонит-гидрослюдистые смешанослойные образования, первично связанные с деградацией, в основном, триоктаэдрических слюд и диоктаэдризацией частично сохраняющихся остаточных продуктов, благодаря сохранению собственного исходным слюдам высокого заряда, фиксируют К значительно интенсивнее, чем смектиты.

Исследование глинистых минералов по разрезам крупных осадочно-породных бассейнов (ОПБ), проведенное на разных континетах земного шара, показывает, что в структуре разбухающих разновидностей этих минералов, в целом, происходит закономерное с глубиной уменьшение открытых межслоевых промежутков [1-11]. Поэтому, разбухающие минералы, к которым относятся семейства смектитов и, особенно, широко распространенных в природе различных смешанослойных образований, являются достаточно объективными показателями степени постседиментационного (под действием закономерно повышающихся значений геостатического давления и пластовой температуры) преобразования осадков и формирующихся из них пород при последовательном погружении их в стратисферу.

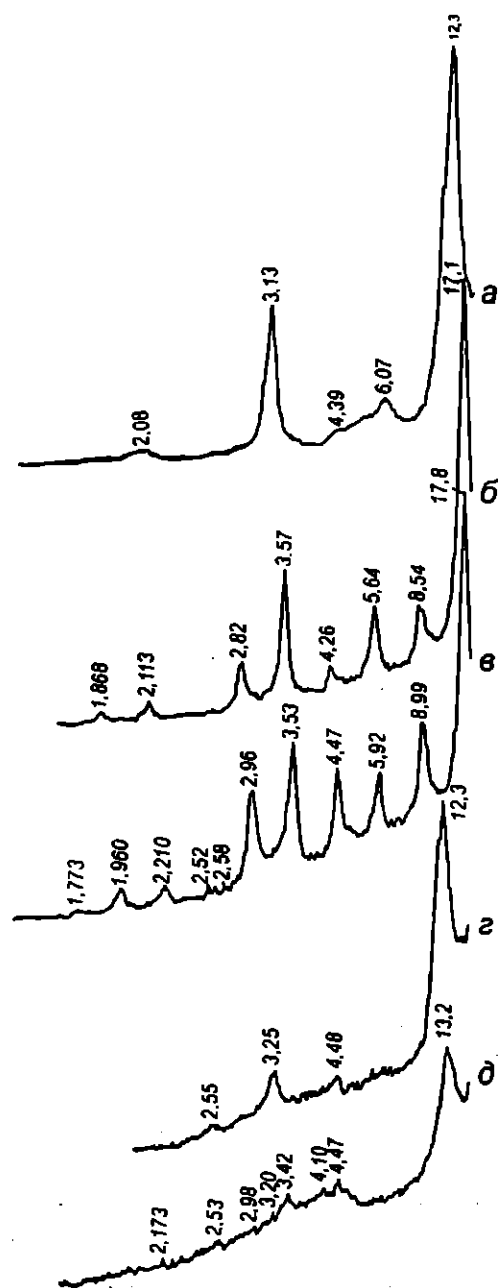
В разрезе осадочного чехла земной коры, в соответствии со схемой метаморфизма органического вещества (ОВ), Н.Б. Вассоевичем [12] выделены стадии диагенеза (ДГ), протокатагенеза (ПК<sub>1,3</sub>), мезокатагенеза (МК<sub>1,5</sub>), апокатагенеза (АК<sub>1,4</sub>) и метакатагенеза (МГ). В дальнейшем С.Г. Саркисяном и Д.Д. Котельниковым [13] осадочный чехол на основе преобразования разбухающих минералов был подразделен на 4 зоны: ДГ-ПК, МК<sub>1</sub> и <sub>2</sub>, МК<sub>3,5</sub> - АК и МГ. Из них стадия ПК и подстадии МК<sub>1</sub> и <sub>2</sub> вместе со стадией ДГ относятся к раннему, а подстадии МК<sub>3,5</sub> и стадия АК – к позднему катагенезу. В зоне МГ отложения теряют характерные для осадочных разновидностей свойства и переходят в метаморфизованные породы.

На стадиях, соответствующих раннему катагенезу, в связи с низкими термобарическими параметрами свойственной ему среды, сохраняют устойчивость как смектиты, так и монтмориллонит-гидрослюдистые смешанослойные образования, содержащие более 40% лабильных слоев. При этом подавляющая масса глинистых минералов, накапливающихся в осадочном чехле земной коры, возникает на континенте в корях выветривания извержен-

ных, эффузивных и метаморфических пород, а также связана с размывом и переотложением в разной степени гипергенноизмененных ранее сформированных осадков и осадочных пород.

Смектиты образуются в природе, главным образом, за счет раскристаллизации в зоне гипергенеза, т.е. в различного типа субаэральных, а также субаквальных условиях (в последнем случае в пресноводных и морских, т.е. путем акватолита или гальмиролиза) разнообразного по химизму гялокластического материала, поступающего как из наземных, так и подводных эруптивных аппаратов. Кроме того, смектиты связаны с размывом продуктов, слагающих средние горизонты, преимущественно, бесслюдистых кор выветривания [14].

В первом случае, по гялокластическому материалу, преимущественно, среднего и кислого состава образуются диоктаэдрические смектиты. Во втором, в зависимости от петрохимического типа выветривающихся пород, возникает широкая гамма смектитов от три- до диоктаэдрических разновидностей. Так, при выветривании ультраосновных и основных пород элювиальные продукты могут содержать смектиты от триоктаэдрических разновидностей, возникающих в результате преобразования Mg-Fe-минералов (с последовательной диоктаэдризацией этих смектитов через промежуточные ди-триоктаэдрические разновидности) до собственно диоктаэдрических, связанных с разложением характерных для этих пород основных плагиоклазов. Соответственно, при гипергенном изменении средних и кислых пород по аналогичному с ними составу свойственных им плагиоклазов синтезируется только диоктаэдрический смектит. Генерация смектитовых минералов, происходящая при низких значениях как геостатического давления и пластовых температур, с одной стороны, так и характерных для зоны гипергенеза высоких положительных величин Eh и, особенно, пониженных значений pH среды с другой, обуславливает весьма ограниченную в тетраэдрических сетках структуры этих минералов сте-



**Рис. 1.** Дифрактометрические кривые (фракция мельче 0, 001 мм)  $\text{Na}^+$  – монтмориллонита из эоцена Асканы, Грузия: а – исходный образец, б – насыщенный этиленгликолем, в – насыщенный глицерином, г – обработанный 1 н. раствором КОН, д – обработанный насыщенным глицерином

пень замещения Si на Al. Поэтому, смектиты характеризуются низким (0-0,25) у диоктаэдрических и несколько более высоким (0,25-0,6) у триоктаэдрических разновидностей зарядом силикатных слоев [15].

В отличие от этого, монтмориллонит-гидрослюдистые смешанослойные образования возникают в зоне гипергенеза, в результате деградации, в основном, триоктаэдрических слюд, преимущественно, политипной модификации 1M с диоктаэдризацией частично сохраняющихся остаточных продуктов. В меньшей степени подвергаются изменению на уровне, главным образом, гидратации, также более устойчивые в природе диоктаэдрические слюды модификации 2M<sub>1</sub> [15, 16]. Все это в совокупности определяет общее уменьшение межслоевого заряда слюд в процессе их деградации. Однако, свойственный слюдам первично высокий заряд слоев (1 на половину элементарной ячейки) обусловли-

вает относительную сохранность его, т.е. структурной памяти [17] и деградированными разновидностями этих минералов, по сравнению с указанным выше первичным зарядом у смектитов [18, 19]. Низкие в зоне гипергенеза термобарические параметры среды и указанная выше направленность кристаллохимического преобразования слюдястых минералов не способствуют в этих условиях фиксации К открытыми межслоевыми промежутками деградированных слюд, т.е. их регенерации и тем более новообразованию этих минералов [20].

Несмотря на различный межслоевой заряд обе эти генетически различные разновидности разбухающих минералов имеют близкую дифракционную картину. Это определяется наиболее значительным вкладом в нее разбухающих компонентов, присутствующих обычно в составе ассоциаций глинистых минералов в зонах, соответствующих раннему катагенезу.

Собственно смектит характеризуется на рентген-дифрактометрических кривых исходных образцов сравнительно симметричным профилем основного рефлекса со значением ~ 12,4 и 15,4 Å, соответственно, для наиболее распространенных в природе диоктаэдрических смектитов, т.е. монтмориллонитов либо с Na (рис.1), либо с Ca (рис. 2) в межслоевых промежутках. Триоктаэдрические смектиты, включая чаще всего встречающийся в осадочном чехле земной коры сапонит, имеют значение основного отражения с Mg в межслоевых промежутках несколько более 14 Å, причем, как правило, с меньшей его полушириной (рис. 3).

В свою очередь продукты глубокой деградации триоктаэдрических слюд отличаются на дифрактограммах наличием реликта 10 - Å слюдистого рефлекса, характеризующегося со стороны увеличения углов  $\theta$  резким спадом интенсивности, а со стороны малых углов  $\theta$  переходящего в широкую дифракционную полосу высокой интенсивности с максимумом, отвечающим определенному соотношению неразбухающих и разбухающих слоев в преобладающей части дисперсного материала (рис. 4А, I и II). В таком случае главное отражение собственно смектита маскируется указанной выше полосой. Более высокая полидисперсность продуктов деградации слюд обуславливает различную интенсивность рефлексов, соответствующих отдельным фракциям этого материала, поэтому на их дифрактометрических кривых может возникать несколько максимумов. Недостаточно объективные результаты по идентификации смеси этих разновидностей глинистых минералов в верхней части осадочного чехла земной коры дает также сольватация изучаемого материала органическими наполнителями (главным образом, этиленгликолем и глицерином), а также прокаливание его при температуре 550-600° С.

В частности, как смектиты, так и монтмориллонит-гидрослюдистые образования с содержанием более 40% разбухающих слоев характеризуются на дифрактограммах их смесей в комплексе смектит +

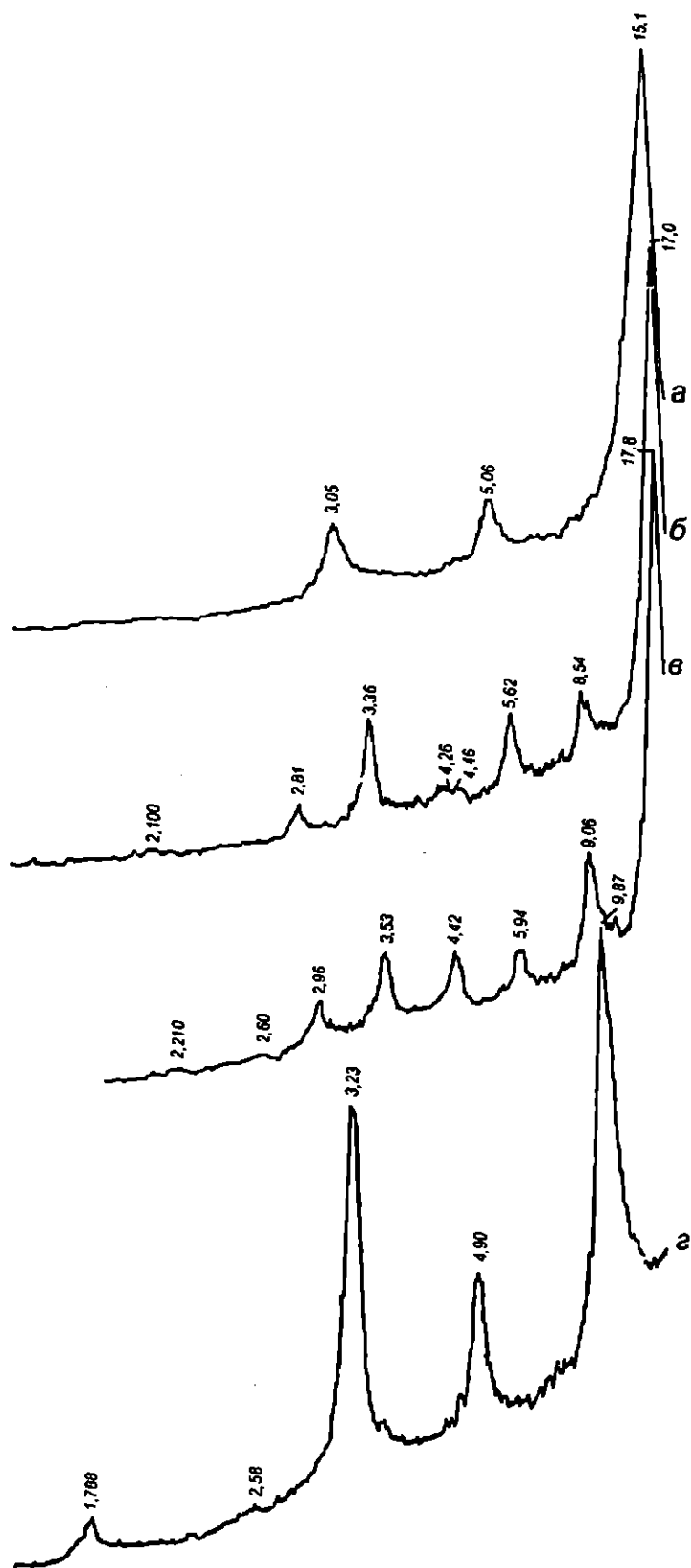


Рис. 2. Дифрактометрические кривые  $\text{Ca}^{2+}$  - монтмориллонита из зоцена Асканы, Грузия: а - в (условные обозначения см. рис. 1), г - прокаленный в течение 2 ч при  $600^\circ\text{C}$

органический наполнитель близкими значениями межплоскостного расстояния основного отражения. Для мономинеральных смектитов с этиленгликолем этот рефлекс имеет весьма значительную четкость и соответствует  $\sim 16,9$  (рис. 16, 26, 36), а с глицерином  $\sim 17,8$  Å (рис. 1в, 2в). Аналогичное отражение монтмориллонит-гидрослюдистого смешанослойного образования с содержанием более 40% разбухающих слоев отличается лишь несколько большей как полушириной, так и его значением (рис. 4А, 1б и 1б), в соответствии в последнем случае с конкретной нормой соотношения в структуре минерала раз-

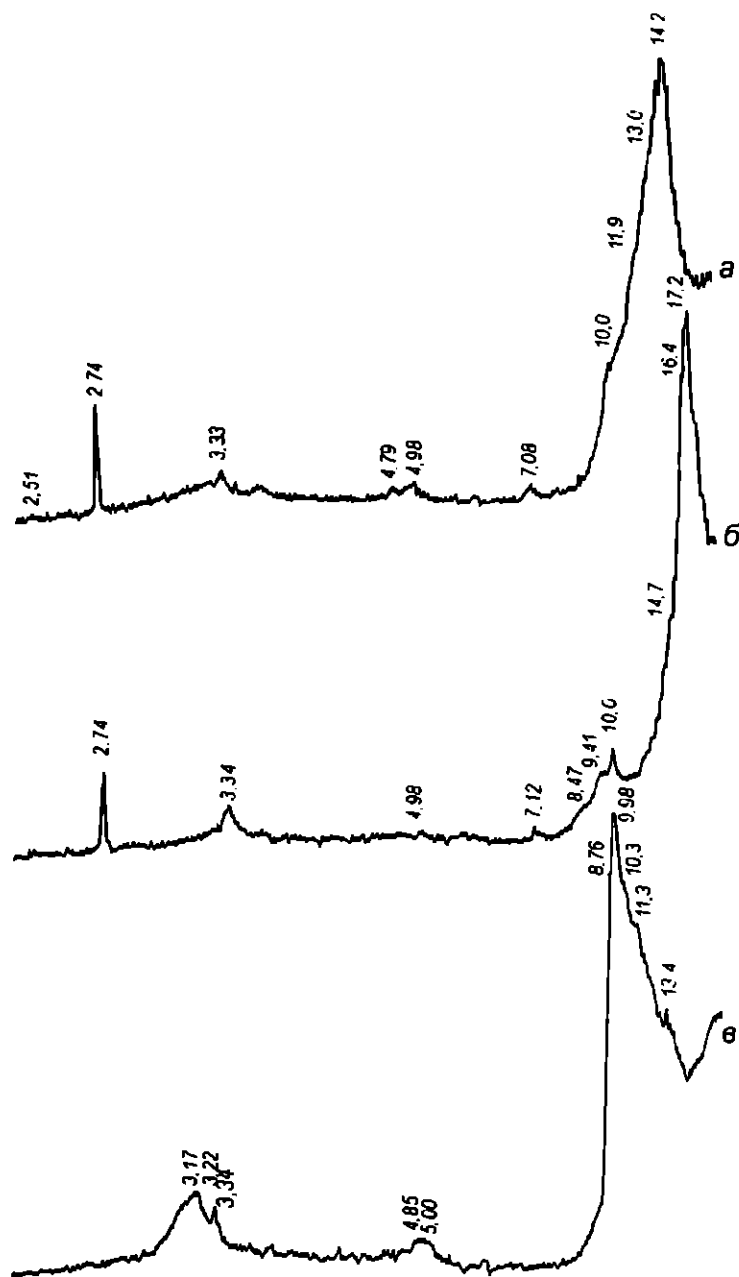
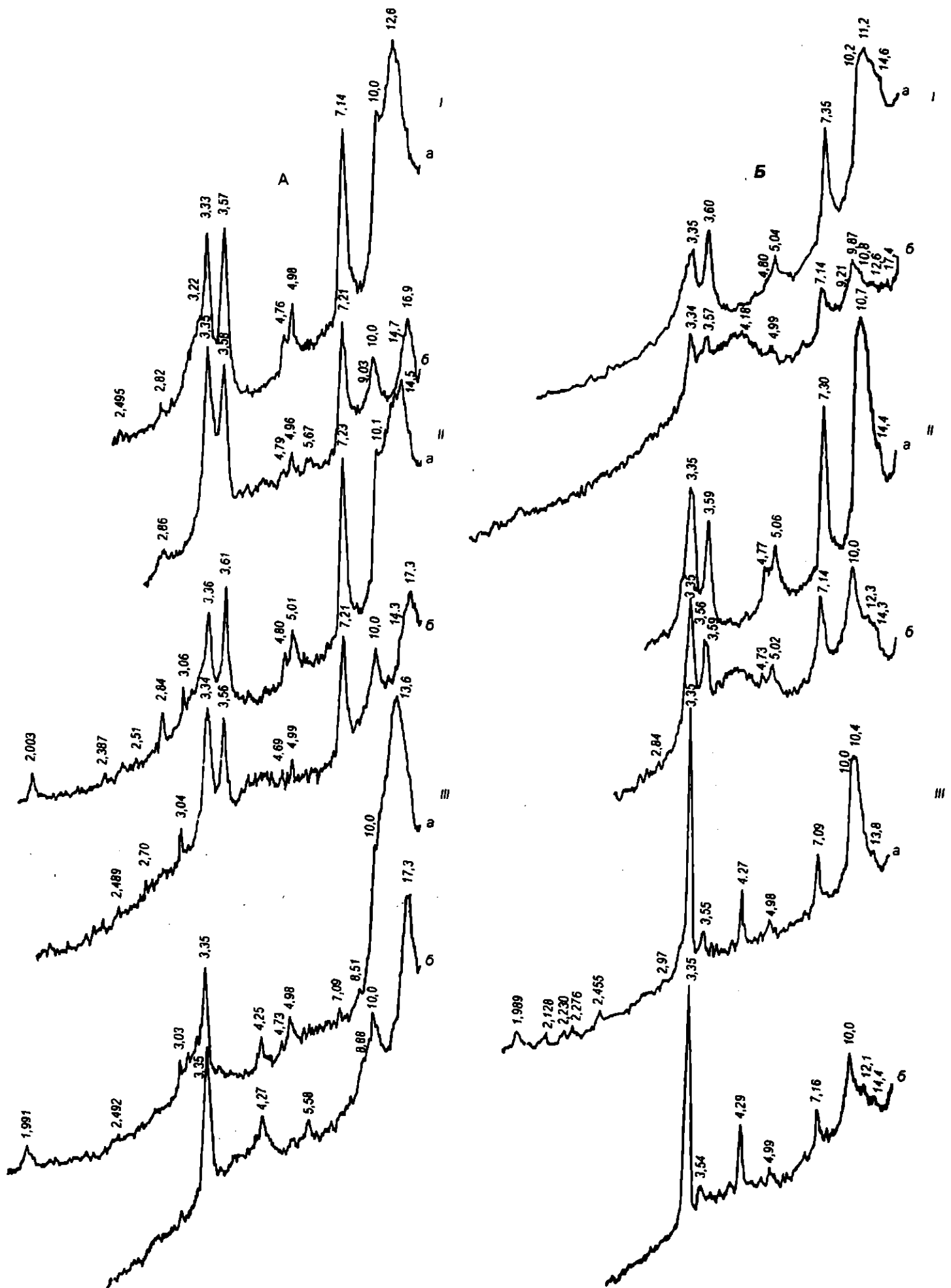


Рис. 3. Дифрактометрические кривые сапонита из аргиллита с глубины 2020,5-2033 м скв.701 Мирнинской площади, Сибирская платформа: а, б (условные обозначения см. рис. 1), в - прокаленный в течение 2 ч при  $600^\circ\text{C}$

личных слоев [21, 22]. В связи с этим раздельная идентификация рассматриваемых двух разновидностей разбухающих минералов диоктаэдрического типа представляет в верхней части осадочного чехла земной коры значительные трудности.

В свою очередь, в отложениях погруженных в интервал, соответствующий позднему катагенезу, диоктаэдрические разбухающие минералы, за счет фиксации К межслоевыми промежутками их структуры, переходят в разновидности с сохранением не более 40% открытых межслоев. Указанный процесс реализуется, вследствие закономерного снижения, при этом, параметра  $E_h$  до отрицательных величин и, что самое важное, повышения значений рН среды с глубиной погружения отложений. Это способствует увеличению степени замещения Si на Al в тетраэдрических и частичному восстановлению  $\text{Fe}^{3+}$  в октаэдрических позициях структуры разбухающих минералов семейства 2:1, что, соответственно, приводит к общему повышению отрицательного заряда



**Рис. 4. Дифрактометрические кривые отложений палеогенового возраста Предкавказья: А – платформенная область, Труновская площадь, скв. 4: I – глубина 701 м, майкопская серия нижнего миоцена - олигоцена; II – глубина 804,4 м, белоглинская свита верхнего эоцена; III – глубина 925,4 м, черкесская свита среднего эоцена. Б – Терско-Каспийский прогиб, Отказненская площадь: I – скв. 1, глубина 1501 м, майкопская серия олигоцена; II – скв. 3, глубина 2704,3, хадумский горизонт олигоцена; III – скв. 3, глубина 2944 м, верхний палеоцен. а, б (условные обозначения см. рис. 3)**

силикатных слоев. Возникающий в таком случае избыточный заряд их компенсируется вхождением в межслоевые промежутки К, обуславливающего прогрессирующее с глубиной увеличение слюдopodobных слоев в структуре разбухающих минералов трехэтажного типа.

Однако в практике исследования глубоко погруженных отложений в ряде случаев наблюдаются аномальные толщи, характеризующиеся повышенным, по сравнению с вмещающими породами, содержанием открытых межслоевых промежутков в структуре разбухающих глинистых минералов. Для разбухающих минералов семейства 2:1, главным образом, групп смектитов и связанных с деградацией триоктаэдрических слюд монтмориллонит-гидрослиудистых смешанослойных образований это обусловлено приведенными выше данными об их различной генетической природе.

Благодаря сохранению высокого отрицательного заряда, сильно деградированные в зоне гипергенеза слюды при погружении содержащих их отложений, особенно морского типа, в зоны, соответствующие позднему катагенезу, с последовательно повышающимся рН среды и восстановлением несколько уменьшенной в зоне гипергенеза степени замещения Si на Al, начинают энергично фиксировать К. Вследствие этого деградированные слюды IM в значительной мере восстанавливают в зоне позднего катагенеза первичные свойства с сохранением в низах зоны АК не более 20-25% разбухающих слоев (рис. 5). Еще интенсивнее, судя по меньшей полуширине  $10\text{-}\text{Å}$  рефлекса, протекает процесс регенерации продуктов первичной гидратации диоктаэдрических слюд  $2M_1$  (рис. 6).

В свою очередь, диоктаэдрические смектиты, в том числе наиболее распространенный в природе монтмориллонит, вследствие низкого, вплоть до 0, первичного заряда слоев, значительно слабее абсорбируют К, сохраняя существенно большее количество разбухающих слоев в структуре возникающей монтмориллонит-гидрослиудистой смешанослойной фазы. Отличительной особенностью вновь образующейся в этом случае новой фазы, в связи с первично полной открытостью, т.е. однородностью межслоевых промежутков в структуре исходного смектита, является сравнительно свободная возможность внедрения в них К и весьма высокая гомогенность отдельных частиц возникающей смешанослойной фазы по соотношению в них остаточных монтмориллонитовых и вновь образующихся слюдopodobных слоев. Это определяет присутствие на дифрактограммах относительно симметричного рефлекса со значением, промежуточным между 10 и  $12\text{-}15\text{ Å}$  (рис. 4А, III) с тенденцией уменьшения этого значения по мере увеличения количества слюдopodobных слоев в структуре смешанослойного образования (рис. 5 и 6). В частности, прослой, содержащие такие продукты, четко выделяются в разрезах палеогеновых отложений Предкавказья (рис. 4А, Ш), а также венда Восточно-Европейской и Сибир-

ской платформ и других регионов, причем, вследствие изменения в этом случае природы поступающего с континента материала, в накапливающихся отложениях наблюдается резкое уменьшение генерации хлорита [23]. Благодаря этому, такие прослой могут успешно использоваться для идентификации в разрезах осадочных пород сильно измененных продуктов вулканической деятельности и, как «маркеры», при расчленении и корреляции указанных выше, особенно древних, бедных фаунистическими остатками, толщ [24].

В то же время, деградированные слюды, в зависимости от размера частиц и, как следствие этого, степени их изменения, протекающего со стороны внешних базальных плоскостей и торцевых участков кристаллов (с относительной сохранностью их внутренних частей), характеризуются различным соотношением в них нормы чередующихся слоев. Это обуславливает их гетерогенность, что четко проявляется на дифрактометрических кривых воздушно-сухих ориентированных препаратов, на которых, кроме наличия остаточного рефлекса собственно слюдистого минерала, равного  $10\text{ Å}$ , отмечается также постепенный, в виде шлейфа, спад интенсивности фона дифракционной картины в сторону меньших углов  $\theta$  (рис. 4Б, Ia - IIIa). На ее фоне могут также локализоваться отдельные слабые отражения, соответствующие статистически обособленным группам частиц, имеющим близкую норму чередования различных слоев.

Аномально высокое содержание разбухающих слоев в структуре монтмориллонит-гидрослиудистых смешанослойных образований отмечается также [25, 26] в реликтах средних горизонтов первично обогащенных разбухающими минералами, древних глубоко погребенных кор выветривания (рис. 7, II). В то же время, в перекрывающих их базальных слоях собственно осадочного чехла земной коры, за счет деструкции наиболее дисперсной части выветрелого материала при его переотложении [25], количество лабильных слоев резко снижается (рис. 7, I).

Более устойчивыми в осадочном чехле земной коры являются также прослой триоктаэдрических смектитов, в частности сапонита [19]. Благодаря присутствию в октаэдрических позициях триоктаэдрических минералов, главным образом, подвижных в открытой системе минералообразования элементов (Mg и  $\text{Fe}^{2+}$ ), эти минералы, особенно разбухающего типа, являются гидрогеохимически неустойчивыми. Однако, полное замещение всех вакансий в октаэдрических сетках структуры триоктаэдрических минералов обуславливает более высокую термобарическую устойчивость их в осадочном чехле земной коры. Поэтому, в закрытой системе, в условиях щелочной среды и, самое главное, восстановительной обстановки триоктаэдрические разбухающие минералы сохраняют на одинаковых глубинах более высокое содержание разбухающих слоев, чем диоктаэдрические минералы этого типа [13, 19,

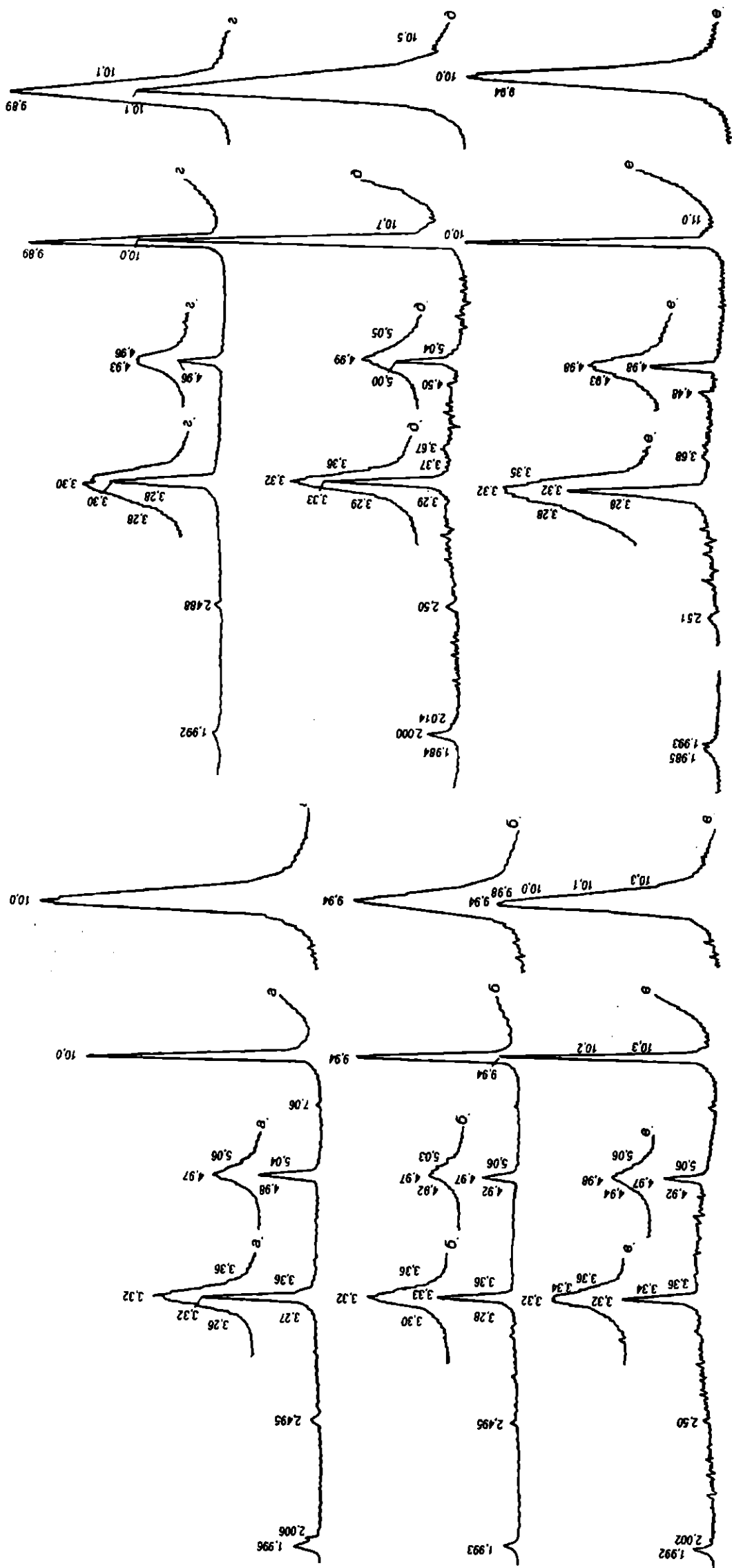


Рис. 5. Дифрактометрические кривые гидрослюды 1М из выветрелых гнейсов архея Омолонского массива, Восточная Сибирь: а – в (условные обозначения см. рис. 1), г – прокаленный в течение 8 ч при 600° С, д – обработанный в течение 2 ч при 600° С. Скорость вращения счетчика (2θ): а – в – 1°/мин, а<sub>1</sub> – в<sub>3</sub> – 0, 125°/мин

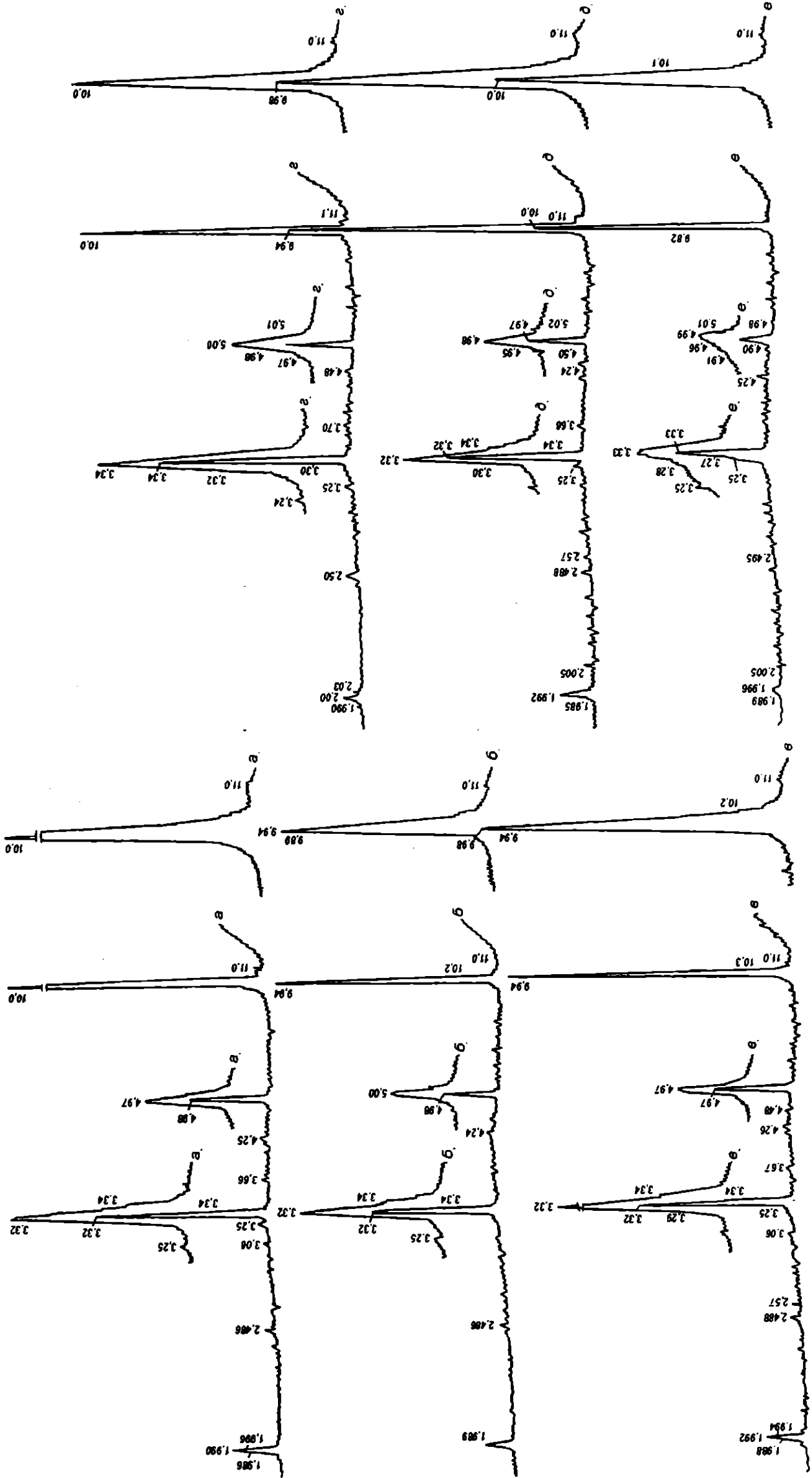


Рис. 6. Дифрактометрические кривые гидрослюды 2М, из темно-серых глинистых алевролитов юдомской свиты бассейна р. Сибегги Охотского массива, Восточная Сибирь: а - б (условные обозначения см. рис. 5)

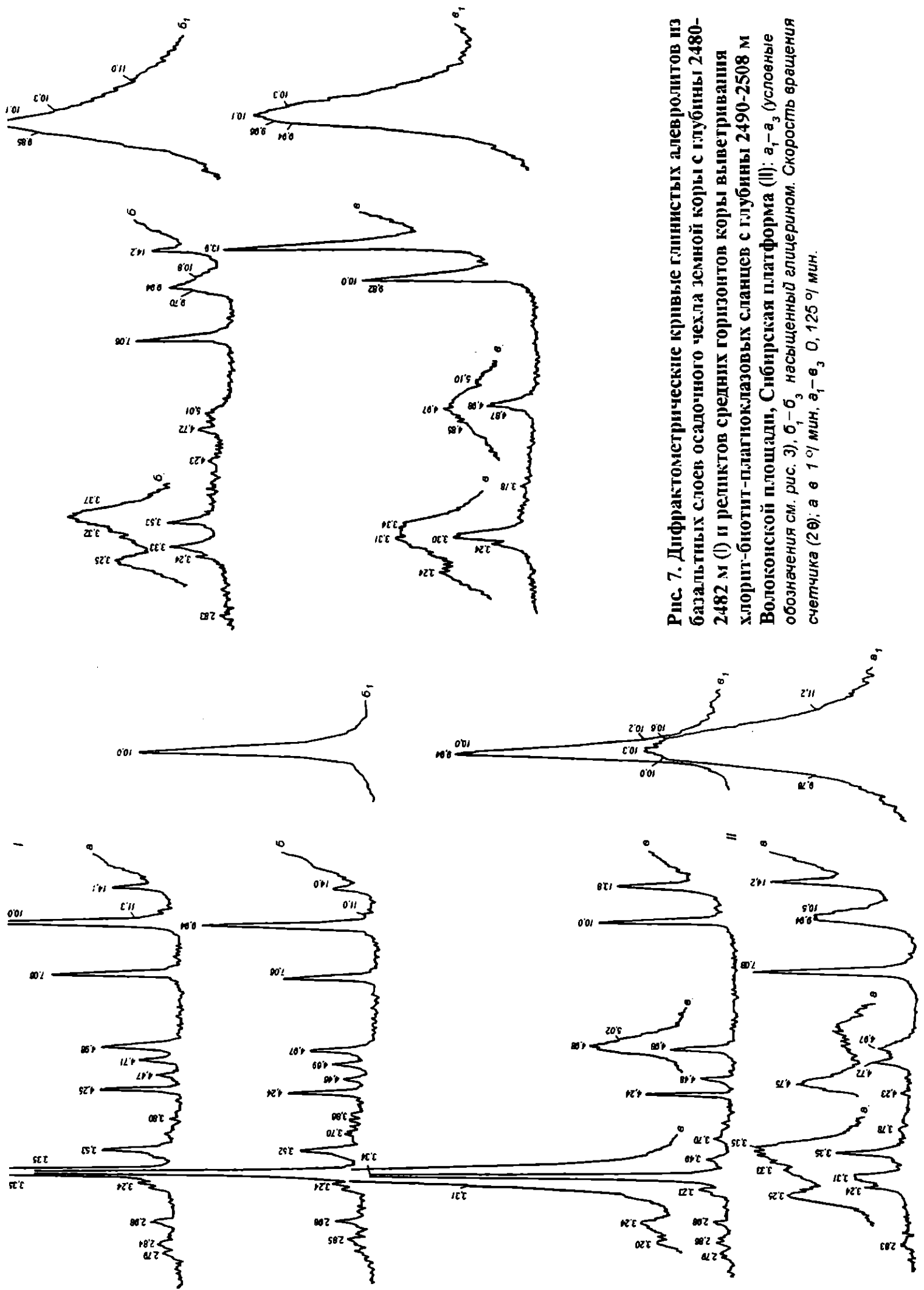


Рис. 7. Дифрактометрические кривые глинистых алевролитов из базальтных слоев осадочного чехла земной коры с глубины 2480-2482 м (I) и реликтов средних горизонтов коры выветривания хлорит-биотит-плагноклазовых сланцев с глубины 2490-2508 м Волоконской площади, Сибирская платформа (II): а<sub>1</sub>-а<sub>3</sub> (условные обозначения см. рис. 3), б<sub>1</sub>-б<sub>3</sub> - насыщенный глицерин. Скорость вращения счетчика (2θ): а - в 1 °/ мин, а<sub>1</sub>-а<sub>3</sub> - 0, 125 °/ мин.



27, 28]. Особенно важной особенностью триоктаэдрических разбухающих минералов, в частности продуктов аградационной трансформации палыгорскита, является возникновение в зонах позднего катагенеза через фазы Mg-Fe(Fe-Mg)-сапонита и обогащенного Mg монтмориллонита (в ассоциации с гидрослюдой 2M, и монтмориллонит-гидрослюдистым смешанослойным образованием с содержанием менее 40 % разбухающих слоев), также хлорит-сапонитов. В последних длительно сохраняется упорядоченное чередование через один (т.е. 50 x 50) неразбухающих Mg-Fe(Fe-Mg)- хлоритовых пакетов и близких по химизму, но менее заряженных, за счет несколько большей степени окисленности Fe<sup>2+</sup>, разбухающих сапонитовых слоев (рис. 8, II).

Близкую дифракционную характеристику имеют, кроме того, хлорит-вермикулиты, которые, благодаря более высокому заряду (0,8 и выше) вермикулитовых слоев, по сравнению с сапонитовыми [19, 21], в Mg-замещенной форме разбухают только с этиленгликолем, не реагируя с более крупными молекулами глицерина (рис. 8, I). Не придавая значения такому весьма важному фактору, как различная генетическая природа хлорит-сапонитов и хлорит-вермикулитов, некоторые исследователи объединяют их в единую группу «корренситов» [18]. Это не позволяет в таком случае достаточно объективно использовать указанные выше минералы для геологической интерпретации условий накопления содержащих их отложений.

Аномально высокое содержание разбухающих слоев (50 %) присутствует в ректоритах при возникновении их в древних породах в результате наложенных на них, в частности, гидротермальных изменений. Так, впервые идентифицированный нами [29] в России ректорит под первоначальным названием «аллевардит» был обнаружен в виде гелевидных образований в жеодах (рис. 9) лейасовых (плинсбахских) сланцев юрской системы Дагестана. В связи с этим, интерпретация Э.П. Солотчиной с соавторами [30] находки ректорита на глубине 6493 м в цементе песчаника из триасовых осадочно-вулканогенных отложений, как доказательство, якобы ошибочной, общей закономерности преобразования разбухающих минералов при погружении содержащих их отложений в стратисферу, не является объективной. В указанной работе совершенно не учитывается, что, на фоне общего от стадии ДГ до МГ, включительно, закономерного преобразования в осадочном чехле земной коры разбухающих минералов ди- и триоктаэдрического типа, соответственно, в основном, в серицит и хлорит, при резком снижении геостатического давления и пластовой температуры, а также уменьшения щелочности среды и появления элементов окислительной обстановки, получают развитие процессы регрессивного катагенеза [31]. В результате этого, под действием таких факторов как разуплотнение пород и внедрение в первично существовавшие или вновь возникающие проницаемые породы обогащенных Si, Al,

Na, K и Ca гидротермальных растворов, даже в глубоко погруженных отложениях, вместо слюдястых минералов и хлорита [18, 19, 32] могут возникать различные, преимущественно разбухающие диоктаэдрические минералы, в том числе и ректорит.

Таким образом, наряду с тектоническими колебательными движениями, изменением климата и литолого-фациальными особенностями отложений, определяющих тип поступающих с континента в конечные области накопления продуктов сноса, большое значение для объективной геологической интерпретации результатов изучения глинистых минералов имеет генетическая и связанная с ней кристаллохимическая природа их разбухающих разновидностей. При этом, что особенно важно, идентификация различной генетической природы последних наиболее четко выявляется по данным оценки степени сохранения разбухающих слоев минералами в отложениях, соответствующих позднему катагенезу. В этом случае продукты преобразования смектитов на одинаковых стадиях литогенеза характеризуются большим количеством лабильных слоев в структуре, чем смешанослойные образования, генетически связанные с первичной деградацией, в основном, триоктаэдрических слюд.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Weaver C.E. The clay petrology of sediments // *Clays and Clay minerals*. – 1959. – V. 6. – P. 154-187.
2. Коссовская А.Г. Минералогия терригенного мезозойского комплекса Вилюйской впадины и Западного Верхоянья (о формировании минерального состава терригенных пород). – М., 1962. – 204 с.
3. Котельников Д.Д. Характеристика и условия накопления глинистых минералов в отложениях майкопской серии Предкавказья // *Изв. АН СССР. Сер. геологич.* – 1963. – № 9. – С. 70-92.
4. Millot G. *Geologie des argiles. (Alteration, sedimentologie, geochemie)*. – Paris, 1964. – 449 p.
5. Dynoyer de Segonzac G. The transformation of clay minerals during diagenesis and low-grade metamorphism: A review // *Sedimentology*. – 1970. – V. 15. – P. 281-346.
6. Perry E.A., Hower J. Burial diagenesis in Gulf Coast sediments // *Clays and Clayminerals*. – 1970. – V. 18. – P. 165-177.
7. Weaver C.E., Beck K.C. Clay-water diagenesis during burial: How mud becomes gneiss. – *Jeol. Soc. America Spec. Paper* 134. – 1971. – 96 p.
8. Карпова Г.В. Глинистые минералы и их эволюция в терригенных отложениях. – М., 1972. – 172 с.
9. Hower J., Eslinger E.V., Hower M.E., Perry E.A. Mechanism of burial metamorphism of argillaceous sediments: I. Mineralogical and chemical evidence // *Geol. Soc. of America Bull.* – 1976. – V. 97 – P. 725-737.
10. Aronson J.L., Hower J. Mechanism of burial metamorphism of argillaceous sediments. 2. Radiogenic argon evidence // *Geol. Soc. of America Bull.* – 1976. – V. 87. – P. 738-744.
11. Yeh H.W., Savin S.M. Mechanism of burial metamorphism of argillaceous sediments: 3. O – isotope evidence // *Jeol. Soc. of America Bull.* – 1977. – V. 88. – P. 1321-1330.

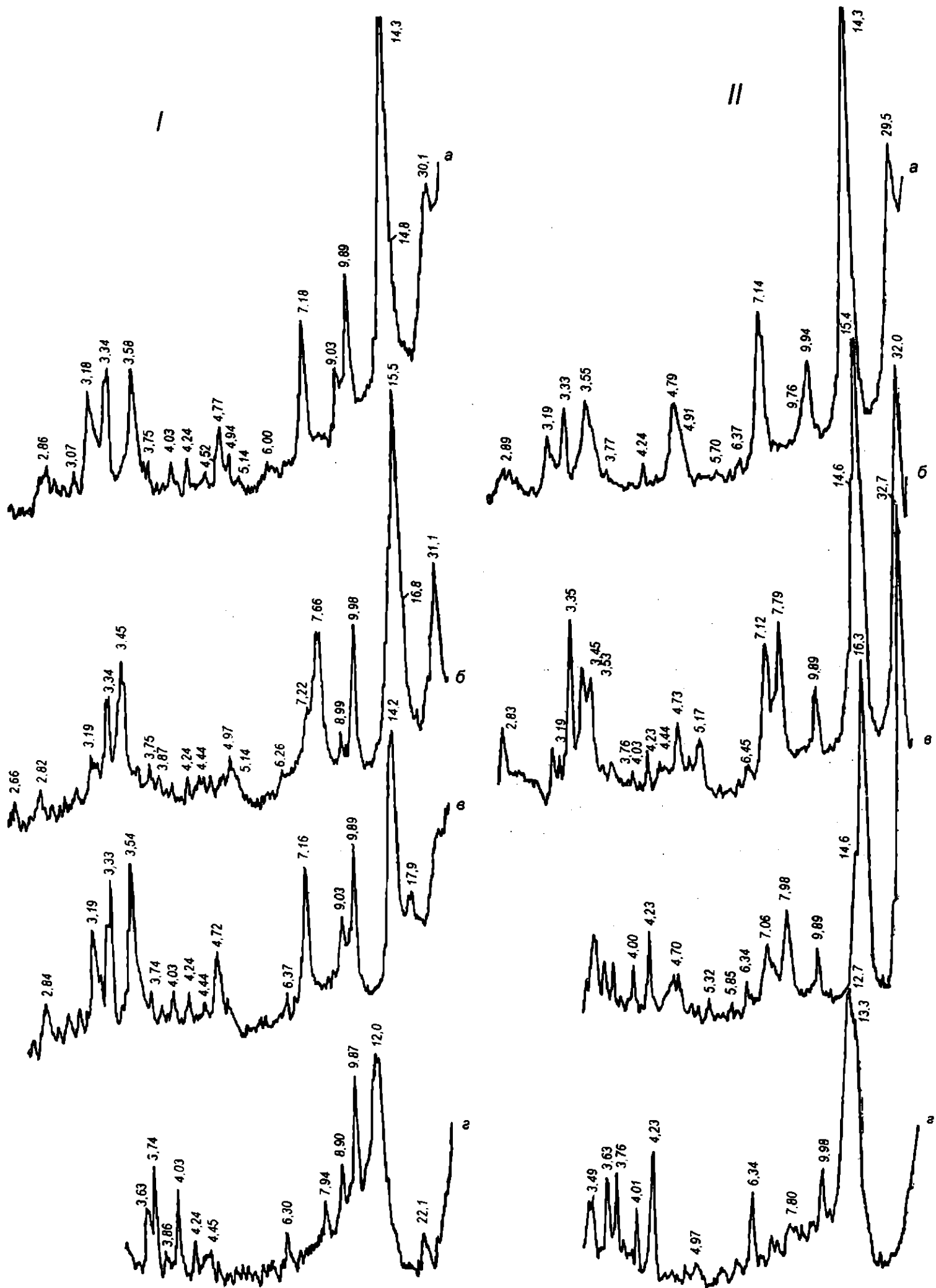


Рис. 8. Дифрактометрические кривые упорядоченных хлорит-вермикулитов из альбских отложений Егакера, Малый Кавказ (I) и хлорит-сапонитов с глубины 116, 6-135м из скв. 422 ушбулакской свиты нижней перми Кумолинской мульды, Казахстан (II): а, б, г – (условные обозначения см. рис.2), в – насыщенный Mg и глицерином

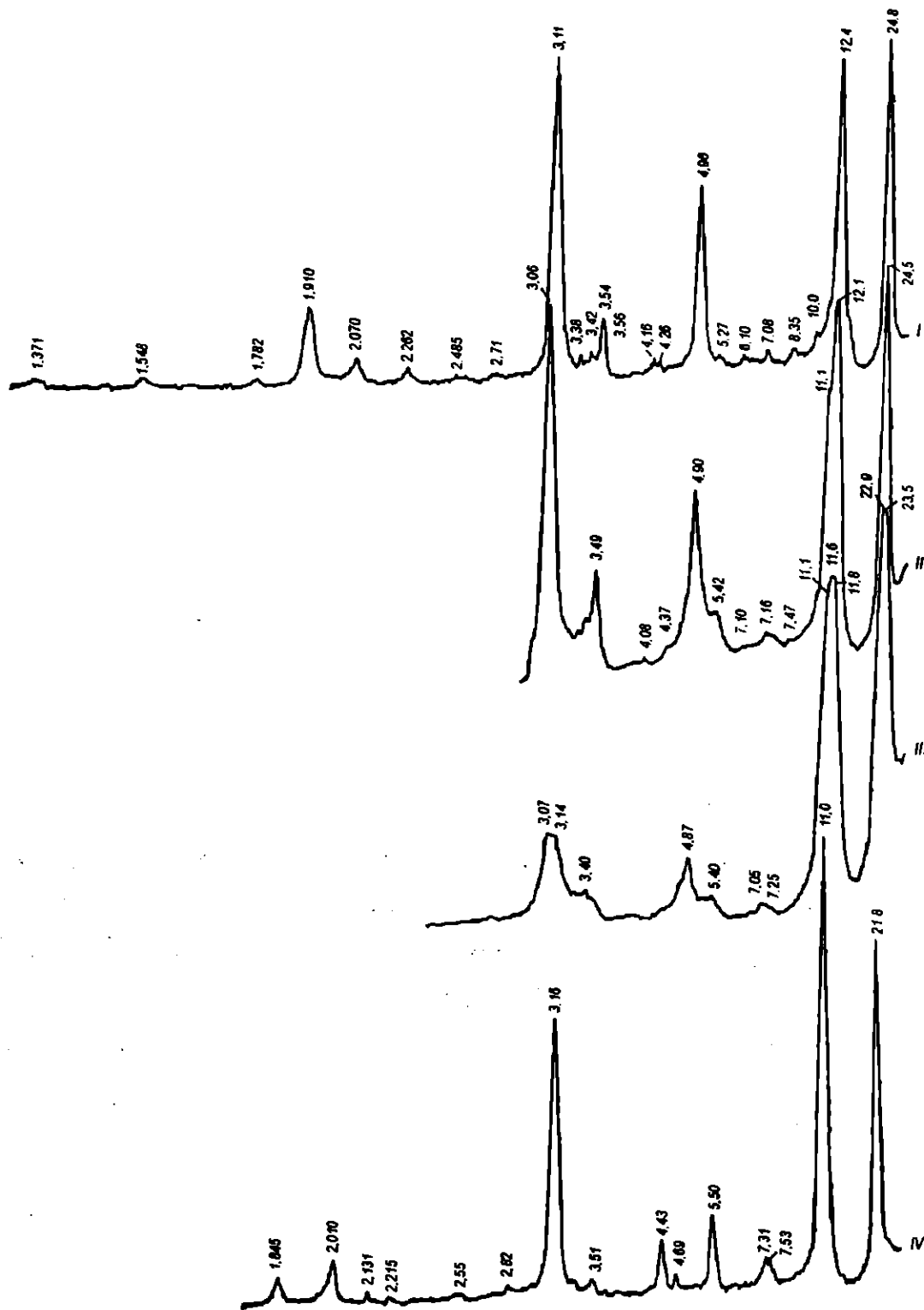


Рис. 9. Дифрактометрические кривые ректорита из жеод кварцевой жилы плиоценового возраста в среднелейасовых (плинсбахских) филлитовых сланцах Дагестана с различным содержанием воды в межслоевых промежутках: I – с  $2H_2O$ , II – с преобладанием  $2H_2O$ , III – с преобладанием  $1H_2O$ , IV – с  $1H_2O$

12. Вассоевич Н.Б. Происхождение нефти // Вестн. МГУ. Геология. – 1975. - № 5. – С. 3-23.

13. Саркисян С.Г., Котельников Д.Д. Глинистые минералы и проблемы нефтегазовой геологии. Изд. второе. - М., 1980. – 232 с.

14. Котельников Д.Д., Домбровская Ж.В., Зинчук Н.Н. Основные закономерности выветривания силикатных пород различного химического и минералогического типа // Литология и полезные ископаемые. – 1995. - № 6. – С. 594-601.

15. Соболева С.В. Политипия слюд: теоретический и прикладной аспекты // Минерал. журн. – 1987. - № 4. – С.26-41.

16. Котельников Д.Д., Зинчук Н.Н. Типоморфные особенности и палеогеографическое значение слюдяных минералов // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1996. - № 1. – С. 53-61.

17. Grim R.E., Bradley W.F. Structural implications in diagenesis // Geol. Rundsch. – 1955. – Bd. 43. – № 2. -P. 469-474.

18. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: смектиты, смешанослойные образования. – М., 1990. – 214 с.

19. Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. – М., 1986. – 247 с.

20. Чекин С.С. Образуются ли калиевые диоктаэдрические слюды в процессе выветривания полевых шпатов // Литология и полезные ископаемые. – 1986. - № 5. – С. 134-137.
21. Градусов Б.П. Минералы со смешанослойной структурой в почвах. – М., 1976. – 128 с.
22. Дриц В.А., Сахаров Б.А. Рентгеноструктурный анализ смешанослойных минералов. – М., 1976. – 256 с.
23. Котельников Д.Д., Солодкова Н.А. Роль ди- и триоктаэдрических глинистых минералов в осадочных образованиях // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1993. - № 2. – С.54-63.
24. Котельников Д.Д., Кирсанов В.В. Зависимость аградации 2:1 глинистых минералов от природы исходного материала и глубины погружения вендских отложений Московской синеклизы // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1976. - № 3. – С.74-80.
25. Котельников Д.Д., Работнов В.Т., Солодкова Н.А. и др. Структурные и генетические особенности глинистых минералов в фундаменте и базальных слоях докембрия юга Сибирской платформы // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1990. - №2. – С. 56-66.
26. Котельников Д.Д., Солодкова Н.А., Домбровская Ж.В. Особенности глинистых минералов в поверхностных и погребенных корах выветривания юга Сибирской платформы // Докл.РАН. – 1993. – Т. 331. № 2. –С. 209-213.
27. Саркисян С.Г., Котельников Д.Д. Глинистые минералы и проблемы нефтегазовой геологии. – М., 1971. – 183 с.
28. Sarkisyan S.J., Kotelnikov D D. Genesis and thermodynamic stability of dioctahedral and trioctahedral mixed-layer minerals in sedimentary rocks // Preprints. International clay conference. Madrid, June 25-30. - 1972. – P. 281-289.
29. Ивкин Н.М., Китайгородский Н.С., Котельников Д.Д., Королев Ю.М. Аналог аллевардита (из Дагестана) // Зап. Всес. минерал. о-ва. – 1959. –Ч. 88. –Вып. 5. – С.554-563.
30. Солотчина Э.П., Каменева М.Ю., Василевский А.Н. и др. Структурное моделирование сложных дифракционных профилей иллит/смектитов из осадочных терригенных пород Западно-Сибирской плиты // Докл. РАН. – 2000. – Т. 370, № 4. – С. 502-506.
31. Домбровская Ж.В., Котельников Д.Д. Постседиментационные преобразования средне-и верхнерифейских отложений Прибайкальского осадочно-породного бассейна // Литология и полезные ископаемые. – 1996. - № 3. - С. 241-257.
32. Дриц В.А., Коссовская А.Г. Глинистые минералы: слюды, хлориты. – М., 1991. – 176 с.

УДК [550.4:552.53] (470.44/47+574.1) «6136»

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ИСХОДНОГО СОСТАВА МОРСКИХ РАСТВОРОВ И ПЕРВИЧНЫХ ПАРАГЕНЕЗИСОВ КАЛИЙНЫХ ХЛОРИДНЫХ И СУЛЬФАТНЫХ СОЛЕЙ КУНГУРСКИХ ГАЛОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

О.П. Гончаренко, Г.А. Московский, Н.С. Рузляева

*Саратовский государственный университет*

Рассмотрены особенности применения регрессионного метода математической статистики с целью выявления зависимости между химическим составом водных вытяжек солей и ультрамикрхимическими анализами включений в них с целью установления исходного состава морских растворов и выявления направления их изменения по площади бассейна. Подобный анализ данных химического состава галогенных отложений уже изученных месторождений позволит проводить более точное прогнозирование состава калийных и калийно-магниевого солей, что особенно важно при прекращении буровых работ на соли, несмотря на дефицит калийных солей в стране.

Необходимость изучения калиеносных бассейнов обусловлена практической значимостью сосредоточенных в них полезных ископаемых: хлоридных и сульфатных калийных солей, кизерита и бишофита, рассолов с высоким содержанием брома, бора, их ролью в формировании геохимических условий в надсолевых и подсолевых отложениях, а также их значения как покрывки, существенно ограничивающей миграцию углеводородных флюидов. Необходимость возобновления работ по освоению уже открытых в западной части Прикаспия месторождений калийных солей (Эльтонского солянокупольного месторождения и Гремячинского, расположенного на юге Приволжской моноклинали) при дефиците калийных солей в стране – очевидна. Но после продолжительного падения интереса к

этим месторождениям и прекращения буровых работ, ранее полученные огромные массивы информации по химическому составу солей, водных вытяжек из них и других материалов, не обработаны в должной мере и требуют переосмысления. Одной из важнейших задач при этом становится установление состава минералообразующих растворов солеродного бассейна и на этой основе реконструкция первичных парагенезисов калийных и магниевого солей, что очень важно при прогнозировании состава продуктивных интервалов галогенных разрезов.

Известно, что условия формирования галогенной толщи могут быть охарактеризованы генетическими показателями, основанными на минералогических и геохимических особенностях соляных пород. Они отражаются в последовательных рядах