

**К ИЗУЧЕНИЮ  
ПРОДУКТОВ  
БЛИЖНЕГО  
ПЕРЕОТЛОЖЕНИЯ  
КАОЛИНОВЫХ  
КОР  
ВЫВЕТРИВАНИЯ**

**НОВОСИБИРСК 1987**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

**К ИЗУЧЕНИЮ ПРОДУКТОВ  
БЛИЖНЕГО ПЕРЕОТЛОЖЕНИЯ  
КАОЛИНОВЫХ КОР  
ВЫВЕТРИВАНИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Составитель канд. геол.-мин. наук *Б.Л. Щербов*

**НОВОСИБИРСК 1987**

К изучению продуктов ближнего переотложения каолиновых кор выветривания: Методические рекомендации /Сост. Б.Л.Щербов. АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т геологии и геофизики; Новосибирск, 1987. — 32 с.

В работе приводятся различные взгляды на продукты ближнего переотложения каолиновых кор выветривания. Разбираются масштабы и механизмы их образования. Даются теоретические основания для разделения их с корой выветривания и осадочными породами, а также практические приемы их минералого-геохимического исследования.

Издание предназначено для геологов, занимающихся изучением и картированием кор выветривания и связанных с ними отложений, и может быть полезным при проведении государственной геологической съемки масштаба 1:50 000.

Составитель

канд.геол.-мин.наук Б.Л.Щербов

Материал рассмотрен и одобрен Секцией петрологии, геохимии и рудных месторождений Ученого совета Института геологии и геофизики СО АН СССР как методические рекомендации

© Институт геологии  
и геофизики СО АН СССР,  
1987

## ВВЕДЕНИЕ

Переход геологических служб СССР на проведение съемки масштаба 1:50 000 всей территории страны является серьезным шагом вперед в освоении природных богатств и вовлечении их в народное хозяйство. Естественной задачей всех геологов, независимо от того какими проблемами они занимаются – практическими или научными, служит их активное участие или помощь в проведении этого мероприятия государственного масштаба. Поэтому автор данной работы, долгое время занимавшийся изучением гипергенных процессов, считает своим долгом поделиться опытом, приобретенным при проведении исследований продуктов ближнего переотложения разрушавшихся кор выветривания. Работы проводились на юге Западной Сибири, в Северном Казахстане и в Узбекистане, и вполне возможно, что некоторые из полученных выводов могут быть распространены и на другие регионы страны.

Среди тех объектов, которые подпадут под геологическую съемку масштаба 1:50 000, несомненно, будут и древние коры выветривания, представляющие собой весьма интересный, мало изученный, но богатый источник разнообразного минерального сырья. Как и любое другое геологическое образование, кора выветривания имеет свои, только ей присущие особенности, и сложности ее изучения очевидны. Они связаны прежде всего с труднодоступностью кор выветривания ввиду их практически повсеместного перекрытия осадочным чехлом или рыхлыми маломощными четвертичными наносами и, как следствие, неизбежности бурения при картировании. Кроме того, самые верхние горизонты аллювиальных образований в подавляющем большинстве случаев представляют собой не материал *in situ*, т.е. кору выветривания как таковую, а продукты ее ближнего переотложения. И установить четкие границы между этими генетически тесно связанными и в то же время резко различающимися по механизму образования геологическими телами часто весьма трудно. Дело в том,

что в полевых условиях при просмотре керна не всегда удастся визуально (а это практически единственный доступный аппарат наблюдения) разделить элювиальные и близко переотложенные продукты. Поэтому автор ставит своей целью поделиться опытом в проведении подобных работ и будет считать эту цель достигнутой, если предлагаемые рекомендации помогут какой-то части геологов-производственников в решении их задач, и с благодарностью примет любые деловые замечания, предложения и критику. Однако прежде чем говорить о практической стороне дела, кажется обоснованным обсудить саму проблему ближнего переотложения рыхлого материала разрушающихся кор выветривания.

Анализ литературных данных, а также наши полевые наблюдения и лабораторные исследования кор выветривания различных районов (Юго-Западный Салаир, Томь-Кольванская зона, Ангрэнская депрессия, Кокчетавская глыба, Предалтайское плато) свидетельствуют о том, что переотложение продуктов разрушения кор выветривания проходило главным образом в обстановке деливиально-проливиальных, алливиально-озерных и озерно-болотных фациальных условий. Располагая некоторым фактическим материалом, можно попытаться предварительно оценить масштабы ближнего переотложения.

Все исследованные каолиновые коры выветривания формировались в условиях слабовсхолмленных равнин. Изучение геологических разрезов, построенных по данным бурения в различных регионах, наблюдения за современным рельефом подобных областей, а также литературные данные по геоморфологии дают основание считать расстояние между вершинами возвышенных участков такого рельефа от 1 до 5-6 км, реже до 8-10 км. Если принять, что естественная транспортировка рыхлого материала может происходить только в сторону понижения рельефа, то масштабы горизонтального перемещения следует принять в пределах сотен метров - первых километров. В качестве примера, подтверждающего это предположение, можно привести один из участков Кокчетавской глыбы. В переотложенных продуктах, залегающих на коре выветривания гранитов Лавровского массива, различными методами установлена примесь некоторых компонентов аллювия сланцев. По данным картирования, опробованный разрез расположен в 1,5-2 км от контакта гранитов с обширным полем метаморфических пород. По-видимому, такое расстояние нельзя считать средним предельным, и оно должно быть увеличено, однако вряд ли больше чем до 5-6 км. Но максимальное перемещение рыхлого материала без его существенной сортировки скорее всего не следует ограничивать этой дистанцией, тем более, что в литературе встречаются сведения о более крупных масштабах переноса "обломков коры выветривания" с сохранением структуры пород (Черняховский, 1966).

Что касается вертикальной мощности обсуждаемых образований, то здесь следует поговорить конкретно о границе, разделяющей продукты ближнего переотложения и нормальные осадочные породы

(как они определены во всех учебниках и словарях). Несомненно, такую границу провести совсем не просто: и те и другие породы образованы за счет коры выветривания и очень близки по механизму формирования. Например, кора выветривания гранитов и кристаллических сланцев в районе курорта Белокуриха (Предалтайское плато) перекрыта в некоторых разрезах маломощными (0,5–2 м) продуктами ближнего переотложения. Выше них, а в некоторых местах непосредственно на эливи, залегает 100–150-метровая толща палеоген–неогеновых осадков, генетическая связь которых с местной корой выветривания ни кем не подвергается сомнению. В чем же разница между теми и другими отложениями? Где граница между ними? Ведь и те и другие лежат над корой выветривания, за счет которой они образовались. Разница эта есть и не по одному параметру. Прежде всего, продукты ближнего переотложения близки к эливию минеральным составом в любой точке опробования и внешним видом. Их отличительной чертой является отсутствие заметной в полевых условиях гравитационной и минералогической дифференциации материала, а также чужеродного по отношению к коре выветривания вещества. Кроме того, формирование их происходит практически одновременно с образованием коры выветривания. В противоположность продуктам ближнего переотложения палеоген–неогеновые осадки обладают отчетливой ритмичкой слоев и наличием окатанных галек, представляющих породы горной части района. Но самым главным и надежным, с нашей точки зрения, признаком разделения осадочных и близко переотложенных пород служит заключенная в них информация об исходной коре выветривания. Приведенный выше пример Лавровского участка на Кокчетавской глыбе, а также многочисленные данные по другим районам показывают, что главным механизмом формирования продуктов ближнего переотложения является перемешивание, подчеркнем, без заметной сортировки материала коры выветривания, развитых в пределах изучаемой площади. Поэтому опробование и детальное исследование этих продуктов позволяет получить информацию не только об эливи, залегающем непосредственно в данной точке, но и на каком-то удалении от нее. Тщательное изучение минерального и химического состава продуктов ближнего переотложения может дать основание для определения направления поисков минерального сырья. Например, в близко переотложенном материале коры выветривания гранитов одного из массивов Кокчетав-

ской глыбы по сравнению с нижележащим элювием отмечается десятикратное увеличение содержания  $TiO_2$ , что свидетельствует о наличии где-то поблизости пород с повышенной титановой минерализацией. В наших исследованиях часто встречался в больших количествах примесный турмалин, не отмечаемый в исходных породах. Легко допустить приписывание к элювию какого-либо конкретного профиля других стойких к выветриванию минералов (циркон, сфен и т.д.), присутствие которых может дать основание для более тщательного изучения района.

Во многих случаях продукты ближнего переотложения содержали в себе примесь гипергенных минералов, не отмечавшихся в коре выветривания изучаемого разреза, что давало некоторую информацию об элювии, образованном на субстрате иного состава. Таким образом, тщательное опробование и изучение самых верхних горизонтов аллювиальных профилей позволяет не только надежно провести границу между породами, образованными *in situ*, и близко перемещенным материалом, но и составить некоторое представление о коре выветривания, а значит, и об исходных породах района работ.

В отличие от продуктов ближнего переотложения осадочные породы менее информативны, и для того, чтобы получить сведения об исходной коре выветривания, требуется их опробование по всему разрезу или хотя бы по всем разновидностям осадков. Это связано с тем, что гравитационная или гранулометрическая дифференциация ведет к разделению и обособлению минеральных компонентов. В грубой схеме, тонкодисперсные слои осадков сложены глинистыми минералами, более крупнозернистые — реликтовыми. Естественно, опробование только одного такого слоя способно дать сведения об одном каком-либо параметре материнской коры выветривания: глины — о гипергенных минералах, пески — об устойчивых компонентах, оставшихся от исходных пород. Таким образом, продукты ближнего переотложения содержат в себе более богатую (и если можно так выразиться, в более компактном виде) информацию, чем осадочные породы о коре выветривания, служившей источником материала для их образования.

В изученных нами регионах ближнее переотложение материала разрушающихся кор выветривания проходило в разных масштабах. На Кокчетавской глыбе продукты ближнего переотложения встречаются практически во всех разрезах, опробованных по керну более чем



20 скважин. Мощность их, как правило, составляет 1–2 м и только в одном случае достигает 10 м. На Юго-Западном Салаире породы, не утратившие внешних признаков связи с корой выветривания, имеют среднюю мощность 15–20 м и распространены повсеместно. В пределах изученной территории предгорных районов Алтая аналогичные образования отмечаются далеко не во всех случаях. Такая большая разница распространенности и масштабов аккумуляции материала обусловлена не только рельефом и гидрологией, но и тектоническим режимом регионов.

Механизмы образования продуктов ближнего переотложения к настоящему времени изучены крайне слабо, и поэтому трудно говорить о них что-либо конкретное. Мы склонны полагать, что основными процессами их формирования служат делювиально-пролювиальный и озерно-болотный. Вполне возможно, что активная роль здесь принадлежит временным потокам, поскольку длительное действие проточных вод неминуемо должно вызвать дифференциацию вещества. На юге Горного Алтая в долине р. Чаган-Узун нам приходилось видеть 2–3-метровые останцы с обрывистыми стенками, сложенные рыхлым материалом, которые возникали в результате действия сезонных потоков. Обрушение отвесных стенок останцов происходило практически на наших глазах. При этом отдельные глыбы нелитифицированного материала можно было наблюдать за сотни метров ниже по склону от места обрушения. Очевидно, подобным механизмом объясняется тот факт, что в продуктах ближнего переотложения нередко наблюдаются реликты текстурного рисунка исходных элювиальных пород. Можно было бы предположить перенос отдельных вмёрзших блоков элювия льдами при весеннем подъеме уровней озер. Однако это предположение приходится отвергнуть, если иметь в виду гумидный климат тех регионов, в которых проходило формирование изученных кор выветривания, а ближнее переотложение протекает практически одновременно с элювиальным процессом и, следовательно, в тех же климатических условиях.

Последнее обстоятельство не могло не сказаться и на преобразовании переотлагаемого материала. Действительно, наши данные (Щербов и др., 1985) свидетельствуют о том, что в продуктах ближнего переотложения в результате воздействия агентов продолжающегося выветривания происходит дальнейшее разложение реликтовых породообразующих минералов – полевых шпатов, слюды, роговых обманок,

пироксенов и т.д. Гипергенные минералы (каолинит, монтморилло-нит и др.) также претерпевают изменения. В тесной связи с минеральными преобразованиями находится и изменение химического состава переотложенного вещества: именно продолжением гипергенных преобразований объясняется практически повсеместное устойчивое уменьшение в нем содержания калия и натрия в сравнении с исходной корой выветривания. Это явление отмечалось нами на Салайре, в предгорьях Алтая, на Кокчетавской глыбе и в других регионах, поэтому его можно было бы считать типоморфным признаком ближнего переотложения. Однако перемешивание материала кор выветривания, образованных на породах различного состава, в некоторых случаях может снивелировать процесс выноса щелочных элементов.

Таким образом, на вынесенный в заголовок данного раздела вопрос можно дать вполне ясный и конкретный ответ: продукты ближнего переотложения – это материал коры выветривания, претерпевший перемещение на небольшое расстояние без существенной сортировки рыхлого вещества. И это на самом деле так и есть. Почему же тогда в геологической литературе как научной, так и производственной, бытует такое огромное количество определений, относящихся к ближнему переносу? Приведем те из них, которые встречены автором в научных работах.

Б.Б.Полынов относил к коре выветривания не только эливию, но и осадочные породы, сложенные материалом химического разложения. Естественно, сюда же были включены и продукты ближнего переотложения (Полынов, 1934). Аналогичных взглядов придерживался и один из крупнейших исследователей зоны гипергенеза сибирский геолог В.П.Казаринов, относивший продукты ближнего переотложения, как впрочем и осадочные породы (бокситы, кварциты, опоки, марганцевые и железные руды и т.п.), к "формации коры выветривания" (Казаринов, 1958). Такой подход не противоречит определению формации, как "сообщества геологических тел (слоев и т.д.), объединяемые в парагенетическом, генетическом, стратиграфическом или каком-либо ином отношении" (Геологический словарь, т. 2. М., 1973, с. 356). Легко видеть, что под такую формулировку можно объединить все что угодно. И все дело в том, что сам термин "формация" настолько расплывчат и неконкретен, так легко употребляется и к месту, и не к месту, что применение его

часто вызывает споры. Парадокс заключается в том, что чаще всего спорящие стороны оказываются правы.

И.И.Гинзбург (1963) конкретизировал определение обсуждаемых образований до "переотложенной коры выветривания". По мнению В.П.Петрова (1967), такой подход смешивает два взаимно исключающих понятия, и он с некоторой оговоркой предлагает называть продукты ближнего переотложения "формацией перемыча и переотложения пород коры выветривания". Если иметь ввиду, что переотложение пород коры выветривания может происходить на каком угодно временном и пространственном расстоянии, то становится очевидным, что и этот термин неудачен. Д.Г.Сапожников (1977) также считает, что предложенное И.И.Гинзбургом определение оказалось мало плодотворным и явилось причиной многочисленных недоразумений при работах на конкретных объектах; он предлагает называть продукты ближнего переотложения "элювиально-осадочным комплексом". Легко видеть, что и в этом термине содержится та же самая неопределенность.

Трудно согласиться с отнесением осадочных пород к "формации коры выветривания". Именно такой подход породил казусные явления, встречающиеся в научных и практических работах. Например, автору приходилось слышать на одном из семинаров выражение "кора выветривания в нашем районе представлена лессами". С подобными нелепостями можно встретиться и на совещаниях всесоюзного ранга. Несомненно, и элювий, и продукты его переотложения (претерпели они дифференциацию вещества или не претерпели, перемещены ли они на близкое или далекое расстояние от своего источника) — звенья одной цепи бесконечно и постоянно продолжающегося единого природного процесса. Имя этому процессу — перераспределение вещества земной коры. Элювий, осадки и продукты ближнего переотложения занимают в этой цепи, может быть, и не равномасштабные, но такие же равноправные и самостоятельные звенья, как и магматические или метаморфические породы. Действительно, все без исключения породы земной коры подвергаются, подвергались или когда-либо подвергнутся метаморфизму, переплавке, разрушению, переотложению и т.д. Цепь замкнутая и потому бесконечная, но единая, и считать в ней одни звенья приоритетными, а другие второстепенными совершенно неправильно.

Возвращаясь к формулировкам продуктов ближнего переотложения, отметим, что во всех перечисленных определениях отчетливо просматривается тесная связь перемещенного материала с корой выветривания, но ни в одном из них не дано границы, разделяющей нормально-осадочные породы (как они определены в учебниках и геологических словарях) и рыхлые продукты, практически повсеместно перекрывающие кору выветривания и имеющие с ней очень много общих черт, но в то же время резко отличающиеся от нее механизмом образования. А ведь граница эта должна быть, и она есть на самом деле. Следовательно, должно существовать и конкретное понятие. Думается, что любой геолог согласится с мнением о существовании разницы между океаническими осадками и рыхлыми продуктами ближнего переотложения, хотя и для тех, и для других источником служит кора выветривания. Поэтому кажется правильным считать нормально-осадочными породами те, которые имеют признаки минералогической, механической или гравитационной сортировки вещества. Наличие окатанного материала, слоистость пород, обусловленная преимущественной концентрацией определенных минеральных или гранулометрических составляющих – вот те признаки, которые дают возможность выделять осадочные породы (независимо от размеров и удаленности от источника бассейна их формирования) в самостоятельную группу и отличать их от коры выветривания, хотя бы и была несомненной связь этих двух типов образований. Гораздо сложнее дать определение продуктам ближнего переотложения. Повторим, часто они не имеют внешних отчетливо выраженных признаков различия с нижележащим эльвием. Для их индивидуализации требуется четкий термин, разграничивающий их, с одной стороны, с корой выветривания, а с другой – с осадочными породами. Очевидно, что таким термином должно служить определение "близкий". Именно близость (но не одинаковость) минерального и гранулометрического состава, близость внешнего вида, близость климатических условий, пространства и времени образования служат объединяющими и разделяющими признаками эльвия и продуктов его ближнего переотложения.

Невольно приходится признать, что понятие "близость" также растяжимо и неконкретно, поэтому в полевых условиях любой исследователь вправе сам решать в каждом конкретном случае вопросы отнесения какого-либо определенного образца к коре выветривания

или к ее перемещенным продуктам. Ниже мы приведем ряд практических приемов, дающих возможность с достаточной степенью надежности проводить границу между упомянутыми образованиями. Пока же, в заключение обзора, скажем несколько слов в защиту самостоятельности продуктов ближнего переотложения.

В геологической литературе, кроме упомянутых выше формулировок, можно встретить огромное разнообразие выражений, определяющих предмет нашего обсуждения: "завернутый и опрокинутый структурный элювий", "затянутый и обрушенный бесструктурный элювий" (Поспелов, 1945), "делювий кор выветривания" (Никифорова, 1948), "перемытая и переотложенная кора выветривания" (Гинзбург, Никитин, 1963), "продукты ближайшего переотложения" (Черняховский, 1966; Селиверстов, 1975 и многие другие), "отложения склонового (колловиального) ряда", включающие в себя "колловий обрушения, оползания и смывания" (Шандер, 1980). Скорее всего этот список может быть продолжен за счет тех определений, которые существуют в не просмотренной автором литературе. Не менее разнообразен и словарь производственной геологической речи: "перенесенная кора выветривания", "кора выветривания местного переотложения", "частично переотложенная кора выветривания", "продукты частичного перемещения коры выветривания", "переотложенный элювий" и т.д., и т.п. Очевидно, этот набор также не ограничивается только приведенными оборотами.

По-видимому, не стоит обращаться к критике всех упомянутых формулировок: в каждой из них отражен субъективный взгляд на реально существующий в природе самостоятельный процесс. Но и принять правильным выражение типа "перемещенная кора выветривания" нельзя, если иметь ввиду корректное использование русского языка, а не вольное его применение. Ведь никому в голову не приходит говорить "переотложенные граниты", когда речь идет о делювии этих пород. Почему же тогда, когда рассматривается переотложение рыхлого материала коры выветривания, признанной всеми как самостоятельный геологический объект возможны такие вольные интерпретации? Ответ заключается в том, что ни одна из предложенных авторитетными исследователями формулировок не отражает полностью сути обсуждаемого процесса, или наоборот, объединяет различные явления. Кроме того, насколько позволяют судить литературные данные, систематические работы по целенаправ-

ленному изучению продуктов ближнего переотложения практически отсутствуют. И автору совершенно ясно, что обсуждаемые геологические образования должны иметь свой, определяющий только их, конкретный термин: в геологии даже менее самостоятельные продукты имеют собственное определение. Но этот предмет требует, конечно, широкого обсуждения в печати. Несомненно одно, термин должен подчеркнуть самостоятельность продуктов ближнего переотложения и их тесную связь с корой выветривания.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ БЛИЖНЕГО ПЕРЕОТЛОЖЕНИЯ

Как было показано в предыдущем разделе, ближнее переотложение продуктов разрушения каолиновых кор выветривания имеет много специфических черт, изучение которых может дать весьма важные сведения не только о самой коре выветривания, но и об исходных породах, распространенных в районе исследования. В наших работах мы использовали следующие физико-химические показатели: внешний вид пород, плотность, величину pH суспензий, минеральный, granulometricheskii и химический составы, содержания редких элементов и структурные характеристики каолинита — основного гипергенного минерала исследованных кор выветривания. Все перечисленные показатели отражают не только степень их наследования переотложенным материалом от элювия, не только смешение вещества кор выветривания, образованных на субстрате различного петрографического состава, но и в какой-то мере — характер постэлювиальных преобразований как реликтовых, так и гипергенных минералов. Разница качественных и количественных характеристик элювия и продуктов его ближнего переотложения определяется различием условий формирования этих тесно связанных между собой пород, и для надежного установления границы между ними зачастую бывает достаточно простого осмотра кернового материала. Но в наших исследованиях нередко встречались случаи, когда при полевых работах какой-либо образец из верхних горизонтов разреза по своим внешним признакам относился к коре выветривания, а лабораторные анализы давали результаты, свидетельствующие об участии в формировании исследуемой породы процессов ближнего переотложения.

Обычно первыми шагами в нашей аналитической работе служили определение плотности и pH суспензий пород. В большинстве случаев уже эти несложные по выполнению операции позволяли наметить границу между элювиальными и переотложенными продуктами. Более сложные виды анализа мы проводили в тех случаях, когда данные перечисленных определений вызывали какие-то сомнения. Самым надежным критерием выделения продуктов ближнего переотложения, с нашей точки зрения, служит структурная характеристика каолинитов. Однако необходимость некоторой подготовки специалистов для проведения подобных исследований делает этот анализ не таким

доступным, как определение плотности или pH суспензий. Тем не менее, затраты времени на его освоение вполне могут оправдать себя при проведении работ по корам выветривания и продуктам их ближнего переотложения.

Неплохую информацию дает изучение распределения в вертикальном разрезе гипергенных образований редких элементов. Поскольку к написанию настоящей работы нас побудил опыт, приобретенный при изучении геохимии бора в каолиновых корах выветривания, то наши рекомендации направлены в сторону этого элемента, тем более что он является индикаторным для многих экзогенных процессов. Действительно, высокая геохимическая активность и подвижность бора в зоне гипергенеза позволяют с помощью анализа его распределения отмечать многие нюансы изменения физико-химического состояния вещества кор выветривания. Несомненно, кроме бора для целей разделения элювиальных и переотложенных продуктов могут служить и многие другие микроэлементы, подвижность которых в зоне гипергенеза не вызывает сомнений.

Исследования гранулометрического, минерального и химического состава дают достаточно четкую границу смены этих показателей при переходе от элювиальных пород к переотложенным. Проведение аналитических работ такого плана сопряжено со значительными трудовыми затратами, однако, только химический и минеральный состав может обладать информацией относительно определенных полезных компонентов, развитых в районе. Гранулометрия же и силикатный анализ пригодны лишь для подтверждения (или в некоторых случаях установления) границы между породами коры выветривания и ближнего переотложения.

По-видимому, будет оправдано более подробное рассмотрение некоторых из перечисленных выше показателей и способов их определения. Перед этим остановимся на методике отбора проб.

### Отбор проб

Бурение вязких глинистых пород требует высокого мастерства от бурильщиков, но даже при выполнении этого условия в поднятом керне очень часто обнаруживаются признаки втирания бурового раствора в материал коры выветривания, что вызывается пластиче-



скими деформациями столба породы при вращении снаряда. Поэтому геолог должен обращать внимание буровиков на особо аккуратное прохождение верхних горизонтов коры выветривания. С другой стороны, самому ему следует тщательно очищать образцы от примесей технологических компонентов, иначе при минералогических исследованиях он рискует получить ложную информацию о глинистом составе изучаемых пород.

Что касается частоты опробования, то для изучения смены минерального состава и распределения редких элементов в гипергенном профиле при хорошей сохранности керна вполне достаточно отбирать пробы через 1-3 м, в зависимости от мощности выветрелых образований. Самые верхние горизонты элювиальных профилей приходится опробовать более часто.

Объем отбираемых образцов в наших исследованиях составлял 300-500 г. Из этого объема 100-150 г уходит на изучение гранулометрического состава, 70-100 г - на определение плотности. На остальные виды анализа (химический, минералогический, спектральный) оставшегося материала вполне достаточно. Следует иметь в виду, что часть материала должна быть представлена монолитным веществом, которое необходимо для исследования удельного веса пород.

### Внешний облик пород

Как отмечалось выше, внешний вид служит первым показателем, дающим возможность уже в полевых условиях провести границу между продуктами ближнего переотложения и элювиальными образованиями. Изменение облика пород на границе естественно, поскольку трудно ожидать, что перемещение (хотя бы и незначительное) и перемешивание материала кор выветривания различных пород, а также отложение в условиях, отличных от условий формирования элювия, не сказались на внешних признаках перемещенного вещества. Так оно и происходит на самом деле. Продукты ближнего переотложения очень часто легко отличимы от нижележащих пород коры выветривания более пестрой или более интенсивной окраской преимущественно бурокрасных тонов. Обусловлены эти цвета пропиткой растворами, содержащими соединения железа, или дальнейшим окислением этого элемента. Например, в коре выветривания гнейсов и ее переотложенных

продуктах в районе курорта Белокуриха (предгорья Алтая) количество суммарного железа составляет соответственно 7,93 и 7,95 %, но при этом в эливии содержание закисного железа (3,2 %) в 10 раз выше, чем в перемещенном материале (0,32 %), – явный признак перехода двухвалентного железа в трехвалентное.

Иногда окраска переотложенных продуктов приобретает зеленоватые оттенки, что свидетельствует о восстановительных условиях процессов аккумуляции разрушающегося вещества кор выветривания. Таким образом, исследователь уже с первых шагов изучения пород имеет возможность составить представление об обстановке, в которой проходило перемещение элювиального материала.

Следует отметить, что приведенная грубая схема происхождения окраски не всегда может свидетельствовать о смене элювиальных пород переотложенными. Очень часто встречаются разрезы, в которых верхние горизонты коры выветривания представлены пестроцветными (преимущественно пятнистыми, буровато-красными и белыми) образованиями. В этом случае провести границу по внешним признакам трудно. Ошибка может произойти и при невнимательном изучении казалось бы однородных пород. Так, некоторые разновидности "сухарных" глин Ангрэнского месторождения (Узбекистан), представляющие собой продукты ближнего переотложения, на первый взгляд не отличимы от эливии кислых эффузивов. Их сходство не ограничивается только цветовыми признаками, а продолжается и в текстурном отношении, благодаря хаотичному расположению остроугольных кристаллов кварца в тех и в других породах. И только более внимательное изучение позволяет отметить едва заметную разницу их внешнего вида.

Все сказанное свидетельствует о том, что визуальное разделение эливии и продуктов ближнего переотложения возможно, однако полной уверенности в правильном установлении границы между этими породами во многих случаях исследователь получить не может. Поэтому для подтверждения следует проводить изучение других параметров пород: плотности, величины pH суспензий, распределения редких элементов и т.д. При этом вовсе необязательно проводить все виды анализа: иногда бывает достаточно измерить один-два из перечисленных выше показателей.

В своей практике мы определяли плотность пород на денситометре Д-3 отечественного производства. Прибор недорогой, надежен и прост в эксплуатации. Производительность его достаточно высокая: за рабочий день оператор успевает делать около ста замеров, предварительно парафинируя образцы. Поэтому данный вид анализа можно рекомендовать как один из наиболее надежных и легких для решения задач разделения элювиальных и близко перетолженных пород.

В табл. I приведены средние значения объемного веса некоторых рыхлых образований из различных регионов. Отчетливо видно, что в подавляющем большинстве разрезов (I6 из I9 приведенных) плотность перетолженных пород несколько выше, чем у элювиальных. Отметим однако, что данные таблицы характеризуют средние величины, посчитанные на суммировании нескольких значений, а плотность пород в нижних горизонтах каолиновых зон всегда несколько выше, чем в верхних. Естественно, средние данные по зоне глин всегда выше значений, которыми обладают породы коры выветривания на границе их с продуктами ближнего перетолжения. Поэтому при изучении конкретных разрезов достаточно построить самый элементарный график распределения величин объемного веса, чтобы убедиться в смене физического состояния вещества. Как правило, такой график показывает убывание значений снизу вверх по профилю и затем отчетливый пик увеличения при смене элювиального материала перетолженными продуктами. Происходит это в результате перемешивания пород различной степени выветрелости и различного минерального состава. Наши данные (Щербов, 1982; Щербов и др., 1985) показывают, что плотность в зоне дезинтеграции лишь незначительно ниже, чем у исходных пород: при выветривании гранитов и подобных им пород она падает приблизительно на 10-15 %, при изменении основных и ультраосновных разностей показатель несколько выше - 15-25 %. Для зоны глин разница по сравнению с исходным субстратом составляет 35-45 и даже 50 %. Как можно легко предположить, разрушению и перетолжению подвергаются породы не только глинистых горизонтов, но и зоны дезинтеграции, где плотность более высокая. Перемешивание материала из различных зон и ведет к увеличению объемного

Средние значения величин плотности ( $\rho$ ) и pH  
суспензий для пород коры выветривания и ближнего переотложения

| Район, исходная порода | Зона глин коры<br>выветривания |    | Продукты ближнего<br>переотложения |    |
|------------------------|--------------------------------|----|------------------------------------|----|
|                        | $\rho$ , г/см <sup>3</sup>     | pH | $\rho$ , г/см <sup>3</sup>         | pH |
| I                      | 2                              | 3  | 4                                  | 5  |

## КОКЧЕТАВСКАЯ ГЛЫБА

Участки

|                                   |      |      |      |      |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Гавриловский, гранит              | I,92 | 6,7I | I,96 | 6,2  |
| Гавриловский, гранит              | I,93 | 6,32 | I,84 | 6,4  |
| Князевский, гранит                | I,77 | 6,80 | I,85 | 8,3  |
| Лавровский, гранит                | I,80 | 7,4  | 2,IO | 7,4  |
| Лавровский, амфиболовые<br>сланцы | I,73 | 5,75 | I,80 | 5,4  |
| Еленовский, сиенит                | I,6I | 6,75 | 2,03 | 7,68 |
| Еленовский, габбро                | I,64 | 6,32 | 2,00 | 8,65 |
| Зерендинский, гранит              | I,77 | 6,I7 | I,85 | 7,IO |
| Барчинский, пироксенит            | I,52 | 9,IO | I,6I | 9,74 |

ПРЕДГОРЬЯ АЛТАЯ. Район  
курорта Белокуриха

|                        |      |      |      |      |
|------------------------|------|------|------|------|
| Гранит                 | I,88 | 7,02 | I,92 | 7,30 |
| Кристаллический сланец | I,8I | 7,62 | 2,05 | 7,I3 |
| Гнейс                  | I,95 | 7,96 | 2,0I | 8,26 |
| Гранит                 | I,8I | 6,70 | 2,02 | 7,80 |

## ТОМЬ-КОЛЫВАНСКАЯ ЗОНА

|                           |      |      |      |      |
|---------------------------|------|------|------|------|
| Барлакский массив, гранит | I,68 | 6,43 | I,94 | 6,60 |
|---------------------------|------|------|------|------|

## АНГРЕНСКАЯ ДЕПРЕССИЯ

|                                               |      |   |      |   |
|-----------------------------------------------|------|---|------|---|
| Ангренское месторождение,<br>кварцевый порфир | I,83 | — | I,94 | — |
|-----------------------------------------------|------|---|------|---|

## ЮГО-ЗАПАДНЫЙ САЛАИР

|              |      |      |      |      |
|--------------|------|------|------|------|
| Диорит       | I,75 | —    | I,6I | —    |
| Габбро-норит | I,54 | 7,76 | I,92 | 7,99 |

| I         | 2    | 3    | 4    | 5    |
|-----------|------|------|------|------|
| Амфиболит | 1,77 | —    | 2,14 | —    |
| Амфиболит | 1,68 | 7,35 | 1,57 | 6,54 |

Примечание. Анализы выполнены Г.В.Еремеевой и Б.Л.Щербовым в ИГиГ СО АН СССР.

веса перемещенных продуктов по сравнению с его значением, устанавливаемым для верхних горизонтов зоны глин.

В редких случаях, однако, встречаются разрезы, в которых переотложенные продукты имеют меньшую плотность, чем аллювий, и исследователь может легко пропустить смену пород на фоне постоянного уменьшения величины этого показателя снизу вверх по профилю. Сочетание различных факторов формирования переотложенных продуктов (примешивание инородного материала<sup>\*</sup>, продолжающееся выветривание и т.д.) может дать какие угодно результаты. Поэтому для контроля следует обратить внимание на изменение величины рН суспензий пород или провести какой-либо иной вид анализа.

### Величина рН суспензий пород

Определение этого показателя мы проводили на приборах рН-121 отечественного производства и ОР-211/1 (Венгрия). При предварительном дроблении проб производительность работы с учетом периодической калибровки приборов составляла 60–80 замеров за один рабочий день. Определения проводились по методическим указаниям Л.В.Пустовалова и Е.И.Соколовой (1957). Соотношение объемов порошка породы и воды составляло 1:7, 1:8.

Как известно (Маршак, 1950 и др.), различные минералы по разному реагируют на соотношение твердой и жидкой фаз: существуют такие, рН суспензий которых не меняется от разбавления (кальцит, магнезит, гипс и др.), другие же меняют показатель в сторону уменьшения или увеличения (пирролизит, ферригаллуазит,

<sup>\*</sup> Имеется в виду аллювий, образованный на исходных породах, отличающихся своим составом от субстрата данного разреза.

анализом и т.д.). Кроме того, показатель pH суспензий минералов стабилизируется по времени неодинаково. Поэтому очень важно, чтобы определение проводилось в одних и тех же условиях, с одним и тем же соотношением жидкости и порошка породы и через одинаковые промежутки времени после перемешивания пробы. Особенно тщательно эти условия необходимо соблюдать при измерении pH суспензий пород одного гипергенного профиля.

Из данных табл. 2 видно, что величина pH суспензий основных эндогенных и гипергенных минералов варьирует в широком диапазоне. У монтмориллонитов в целом она выше, чем у каолинитов. Поэтому, например, примешивание продуктов выветривания основных или ультраосновных пород, где обычно широко развит монтмориллонит, к элювию кислых пород с доминантой каолинита должно повысить величину pH при переотложении. С другой стороны, обогащение перемещенного вещества гидроокислами железа способно понизить значение pH. Этим и объясняется изменение показателя pH переотложенных продуктов в примерах, приведенных в табл. I.

В исследованных нами корах выветривания значение pH суспензий для исходных пород колеблется от 6,9 до 10,5, составляя в среднем 8,9 – для основных, ультраосновных и метаморфических пород и 8,1 – для средних и кислых. Для элювия метаморфогенных образований и базитов оно равняется 8,0, для гранитоидов – 6,9 при разбросе значений от 4,5–5,5 до 8,5–9. Продукты ближнего переотложения характеризуются средней величиной pH, равной 7,1, при колебании от 6,0–6,3 до 8,0–8,3. Эти цифры установлены на усреднении результатов анализов, полученных при изучении более 60 разрезов из различных регионов.

Приведенные данные дают основание использовать значение pH суспензий в качестве достаточно надежного свидетельства переотложения вещества коры выветривания. Не следует, однако, думать, что отсутствие изменения величины pH при каких-либо других признаках явного переотложения будет говорить о перемыве только того материала коры выветривания, который залегает под перемещенными породами в данном профиле. Изменение минерального и химического показателей в результате механического перемешивания элювия, образованного на субстрате различного петрографического состава, дальнейшее гипергенное преобразование минералов и хи-

Величина pH суспензий некоторых минералов исходных  
пород и коры выветривания

| Исходные породы |           | Кора выветривания |            |
|-----------------|-----------|-------------------|------------|
| Минерал         | pH        | Минерал           | pH         |
| Кварц           | 6,40-7,00 | Каолинит          | 7,30-8,30  |
| Биотит          | 7,40-7,95 | Каолинит          | 6,40-6,90  |
| Микроклин       | 7,40-7,60 | Монтмориллонит    | 7,90-9,90  |
| Мусковит        | 7,40-8,00 | Монтмориллонит    | 7,05-8,70  |
| Диопсид         | 7,55-8,28 | Нонтронит         | 7,20-10,20 |
| Энстатит        | 8,07-8,75 | Нонтронит         | 8,50-9,30  |
| Роговая обманка | 7,72-8,58 | Галлуазит         | 6,30-6,90  |
| Олигоклаз       | 7,80-8,10 | Ферригаллуазит    | 7,50-8,20  |
| Лабрадор        | 8,90-9,00 | Лимонит           | 5,60-6,40  |
| Серпидит        | 8,40-8,73 | Пирролизит        | 7,25-8,40  |
| Магнетит        | 6,80-7,20 | Гетит             | 6,07-6,82  |

Примечание. Данные заимствованы у Ф.Маршака (1950) и В.Н.Карпкиной (1953), поэтому некоторые минералы приведены дважды.

мический вынос элементов — все эти причины в совокупности могут привести к тому, что величина pH суспензий пород, представлявших самые верхние уровни коры выветривания, и продуктов ближнего перераспределения будет одинаковой. Такие случаи редки, но они существуют. Поэтому, если есть производственная необходимость четкого и точного разграничения этих пород, то следует провести изучение гранулометрического, минерального или химического состава.

### Минеральный и химический состав

Несмотря на то, что определение этих показателей составляет определенную трудность, именно они служат теми данными, на основании которых исследователь получает наибольшую информацию о коре выветривания. В конкретном разрезе продукты ближнего пе-

переотложения, как подчеркивалось выше, представляют собой результат перемешивания элювия, образованного на площади в несколько квадратных километров. Поэтому возможность встречи тех компонентов исходных и элювиальных пород, которые могут представлять собой полезное ископаемое (хотя и в "разоблавленном" виде), гораздо выше, чем при изучении самой коры выветривания.

Разница химического состава материала коры выветривания и продуктов ближнего переотложения отмечалась нами практически во всех изученных профилях, но подметить какую-либо определенную закономерность в поведении основных пор дообразующих компонентов не удастся. В одних случаях наблюдается повышение концентрации  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $MnO$ , в других же — понижение. Более или менее устойчивым показателем в этом плане, как уже отмечалось, служит практически повсеместный дополнительный вынос  $Na_2O$  и  $K_2O$ , связанный с продолжающимся разложением самых распространенных минералов кристаллических пород — полевых шпатов.

Методов определения минерального и химического состава переотложенных пород много и вряд ли стоит останавливаться на них подробно: принципиально они ничем не отличаются от тех, что описаны в двухтомнике "Методы изучения осадочных пород" под редакцией Н.М.Страхова (1957) и других работах.

При изучении минерального состава мы пользовались главным образом рентгеноструктурным и оптическими методами (изучение шлифов с предварительной их проваркой и бинокулярные наблюдения). Рентгеноструктурный анализ позволяет получить данные не только о фазовом составе пород, но и о количественном соотношении глинистых минералов. Наблюдения под биноклем дают возможность изучить реликтовые минералы исходных пород — наиболее интересный объект при поисках рудного и редкометалльного сырья. Таким образом, исследование глинистых компонентов больше подходит для целей разделения элювиальных и переотложенных продуктов, а изучение состава реликтовых минералов — для решения поисковых задач.

### Распределение редких элементов

Редкие элементы, как известно из огромного количества публикаций, служат индикаторами многих геологических процессов. Не-



смотря на то, что эта их функция при переотложении продуктов разрушения кор выветривания практически не обсуждалась в научной литературе, легко предположить, что она весьма значима. В этом убеждает и пример изучения геохимии бора в процессах ближнего перемещения элювиального материала различных регионов СССР.

Графическое изображение распределения редких элементов в профилях выветривания не является самым надежным способом распределения элювия и продуктов его ближнего переотложения. Но если геологическая организация проводит массовое спектральное исследование пород, то его данные могут представлять весьма ценную информацию как в поисковом, так и в генетическом плане.

Среди микроэлементов особое место принадлежит бору, как индикатору многих гипергенных процессов. Достаточно напомнить бурное обсуждение в мировой научной литературе проблемы использования этого элемента в качестве показателя палеосоленности бассейнов осадконакопления. Изучение геохимии бора в корках выветривания и продуктах их ближнего переотложения показало (Щербов, 1982), что изменение содержания этого подвижного элемента в вертикальном разрезе гипергенных образований может служить дополнительным свидетельством перемещения элювиального материала. Из графиков распределения бора в профилях выветривания можно видеть, как в подавляющем большинстве случаев он выносится из каолиновых зон, а переотложение ведет к повышению его концентрации. Реже происходит уменьшение его содержания. Причин этому явлению много и они проанализированы в отдельной работе (Щербов и др., 1985). Несомненно, что для решения поисковых и генетических проблем могут быть использованы и другие редкие элементы, особенно те, что заключены в акцессорных минералах исходных для кор выветривания пород.

### Структурные показатели каолинита

Самым надежным, с нашей точки зрения, показателем для распределения продуктов ближнего переотложения и кор выветривания служит изменение структурных характеристик каолинита — основного новообразованного минерала. Изучением этих вопросов у нас в стране занимались Г.А.Криняри и Э.П.Солотчина, в работах которых

можно найти более детальное описание проблемы (Кринари и др., 1980; Солотчина, Сухоруков, 1979; Солотчина и др., 1985).

Механический перенос рыхлого материала и контакт его с водной средой ведут к определенным изменениям в структуре каолинита, выражающимся в накоплении особого рода вторичных межслоевых дефектов. Важными типоморфными признаками являются структурная упорядоченность минерала, а также параметры его тонкой (субмикроскопической) структуры: области когерентного рассеяния (ОКР) и микроискажения кристаллической решетки. Параметры субмикроскопической структуры четко реагируют на изменение физико-химических условий, в которых формируются и существуют реальные кристаллы. Процессы перемыва и переноса вещества приводят к уменьшению размеров ОКР и увеличению или появлению микроискажений кристаллической решетки минералов; в структуре каолинита накапливаются межслоевые дефекты, дефекты же самого слоя не меняются в процессе переотложения. С помощью ИК-спектроскопических исследований установлено, что между особенностями кристаллической структуры каолинита и характером его ИК-спектра существует взаимосвязь по всей области частот от 400 до  $4000\text{ см}^{-1}$ , но наиболее информативны полосы поглощения в области ОН-валентных колебаний. Избирательная чувствительность конфигурации полосы к дефектам различного типа служит основанием для использования ИК-спектроскопии в решении задач о генетической связи перемещенных и элювиальных каолинитов.

### Гранулометрический состав пород

В тесной связи с исследованием структурных параметров каолинита находится изучение гранулометрического состава пород. Такие показатели, как области когерентного рассеяния или микроискажения кристаллической решетки минерала можно изучать даже в валовых пробах, т.е. без предварительной какой-либо подготовки породы к анализу. Для определения коэффициента кристалличности и слоевых дефектов у каолинита требуется глинистая фракция, получаемая обычно путем отмучивания в водной среде. Поэтому детальные рентгеноструктурные исследования вызывают необходимость выделения по крайней мере хотя бы одной размерности

(менее 0,01 мм), которая представлена обычно глинистыми минералами без существенной примеси других компонентов элювиальных пород. Исследование тонких гранулометрических фракций может дать сведения не только о структурных параметрах каолинита, но и о наличии других глинистых минералов, а также позволяет изучить их структурную упорядоченность, природу обменных катионов монтмориллонитов, тип смешанослойных образований и т.д. При рентгеноструктурном изучении валового состава существует высокая вероятность не отметить какой-нибудь минерал из-за слабого проявления рефлексов или в результате их наложения друг на друга. Все сказанное свидетельствует о необходимости получения глинистых гранулометрических фракций, если геолог ставит перед собой задачу корректного изучения минерального состава и границ распространения продуктов ближнего переотложения.

Само по себе исследование гранулометрического состава пород также может дать ценную информацию поискового и генетического характера. Трудно допустить, чтобы перемыв и переотложение рыхлого материала кор выветривания, в каких бы малых масштабах они ни проявлялись, не вызвали изменения соотношения частиц различной размерности. Именно поэтому ни в одном из изученных нами разрезов не наблюдалось количественного (как, впрочем, и качественного) совпадения гранулометрического состава элювиальных и переотложенных пород. В одних профилях отмечалось увеличение в продуктах ближнего перемещения тонких фракций, в других — уменьшение. Подметить какой-либо устойчивой закономерности в этом явлении не удастся даже в пределах одного конкретного участка. По-видимому, ее и не может быть, поскольку в каждой отдельной точке переотложение проходит в своих специфических условиях.

Сравнение гранулометрического состава пород из верхних горизонтов гипергенных разрезов дает возможность отделить продукты ближнего переотложения от материнского элювия. Однако следует иметь в виду, что колебание этого параметра от пробы к пробе в самой коре выветривания бывают настолько заметными, что делают его в некоторых случаях малонадежным и без изучения минерального состава отдельных фракций — малоинформативным. Кроме того, гранулометрические исследования сопряжены с довольно высокими затратами труда и времени, что ставит их в ряд наименее

удобных для решения обсуждаемых здесь задач.

В своей работе мы пользовались рекомендациями В.А.Новикова (1952), Л.Б.Рухина (1957) и М.Ф.Виккуловой (1957).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая работа является первой попыткой дать практические приемы для облегчения работ, относящихся к изучению продуктов ближнего переотложения, как источника информации о коре выветривания. Естественно, нельзя претендовать на абсолютную полноту или однозначность теоретического разбора этого сложного вопроса, тем более, что у любого геолога, занимающегося проблемами коры выветривания, существуют свои представления о различных гипергенных образованиях, связанные с представлениями разных школ или с результатами практических наблюдений в разных регионах. Признавая за каждым исследователем право относить или не относить к коре выветривания продукты ближнего переотложения, автор, тем не менее, остается на твердой позиции о самостоятельности этих образований и еще раз подчеркивает необходимость выделения для них отдельного термина: слабая изученность процесса и его производных — это не повод и не основание для отнесения их к привычным понятиям или категориям. Но каких бы взглядов на эту проблему ни придерживался тот или иной геолог, практические приемы изучения продуктов ближнего переотложения остаются в принципе теми же, что и в работах с любыми рыхлыми природными образованиями. Другое дело, что они могут быть усовершенствованы или дополнены. Пока же подчеркнем, что для целей разделения элювия и его перемещенного материала вполне достаточно внимательного визуального изучения пород, их плотности и pH суспензий. Более сложные виды анализа (химический, минералогический, granulометрический и другие, перечисленные выше) могут дать неоценимую информацию для поисков минерального сырья, связанного с корой выветривания. В этом автор твердо убежден.

Нисколько не умаляя заслуг тех геологов, которые занимались разработкой вопросов картирования кор выветривания и связанных

с ними переотложенных образований, и с благодарностью опираясь на их труды (Гузовский, 1963; Никитин, 1963; Эльянов и др., 1971 и многие другие), автор должен отметить незаслуженно слабое внимание к практическому изучению продуктов ближнего переотложения, необходимость которого четко и убедительно показал более двадцати лет тому назад И.И.Гинзбург (1963).

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ВИКУЛОВА М.Ф. Методическое руководство по петрографо-минералогическому изучению глин. - М.: Госгеолтехиздат, 1957. - 448 с.

КАРЖИНА В.Н. Определение pH суспензий минералов. - М.: Госгеолтехиздат, 1953. - 27 с.

КРИНАРИ Г.А., АРХИПОВА Н.М., САБИРОВА Н.Ю. Рентгенографическая типизация дефектов кристаллической структуры каолинита с различной генетической природой // Проблемы генетической информации в геологии. - Сыктывкар, 1980. - С. 119-120.

БЕРЛИНСКИЙ А.И. Разделение минералов. - М.: Недра, 1975. - 176 с.

ДРИЦ В.А. Структурное исследование минералов методами микродифракции и электронной микроскопии высокого разрешения. - М.: Наука, 1981. - 240 с.

ИЛЬИНСКИЙ Г.А. Определение плотности минералов. - М.: Недра, 1975. - 119 с.

ЛОГВИНЕНКО Н.В., СЕРГЕЕВА Э.И. Методы определения осадочных пород. - Л.: Недра, 1986. - 240 с.

МАРШАК Ф. Исследование pH суспензий минералов // Коллоид. журн. - 1950. - Т. XII, № 1. - С. 41-49.

МЕТОДЫ минералогических исследований. Справочник. - М.: Недра, 1985. - 479 с.

МЕТОДЫ изучения осадочных пород. - М.: Госгеолтехиздат, 1957. - Т. 1. - 611 с.; Т. 2. - 564 с.

СОВРЕМЕННЫЕ методы минералогического исследования. - М.: Недра, 1969. - Ч. 1. - 260 с.; Ч. 2. - 317 с.

СОЛОТЧИНА Э.П., СТОЛПОВСКАЯ В.Н., СУХОРУКОВ Ф.В. Структур-

ная упорядоченность каолинитов кор выветривания кислых пород и перекрывающих их отложений // Рентгенография и молекулярная спектроскопия. - Новосибирск, 1985. - С. 110-127.

СОЛОТЧИНА Э.П., СУХОРУКОВ Ф.В. О тонкой кристаллической структуре каолинитов коры выветривания на гранитах // Докл. АН СССР. - 1979. - Т.244, № 4. - С. 964-968.

ЩЕРБОВ Б.Л., СОЛОТЧИНА Э.П., СУХОРУКОВ Ф.В. Бор в продуктах ближнего перестроения каолиновых кор выветривания. - Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1985. - 139 с.

Кроме перечисленных изданий можно порекомендовать библиографические указатели отечественной и иностранной литературы "Методика и аппаратура исследования вещественного состава минерального сырья", выпускаемые Всесоюзной геологической библиотекой (ВГБ) и Научно-технической библиотекой ВИМСа. В этих указателях геолог найдет все последние работы, касающиеся современных методов исследования. Последний из них (вып. 6) был издан в 1982 г. (Ленинград).

ВИКУЛОВА М.Ф. Методическое руководство по петрографо-минералогическому изучению глин. - М.: Госгеолтехиздат, 1957. - 448 с.

ГИНЗБУРГ И.И. Несколько замечаний о верхней зоне коры выветривания // - Кора выветривания. Вып. 5. - М., 1963. - С. 374-379.

ГИНЗБУРГ И.И., НИКИТИН К.К. Термины и понятия, относящиеся к коре выветривания // Обзор геологических понятий и терминов в применении к металлогении. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 182 с.

ГУЗОВСКИЙ Л.А. Методика и результаты работ по картированию кор выветривания Урала // Кора выветривания. Вып. 6. - М., 1963. - С. 283-288.

КАЗАРИНОВ В.П. Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири. - М.: Гостоптехиздат, 1958. - 324 с.

КАРЮКИНА В.Н. Определение pH суспензий минералов. - М.: Госгеолтехиздат, 1953. - 27 с.

КРИНАРИ Г.А., АРХИПОВА Н.М., САБИРОВА Н.Ю. Рентгенографическая типизация дефектов кристаллической структуры каолинита с различной генетической природой // Проблемы генетической информации в минералогии. - Сыктывкар, 1980. - С. 119-120.

МАРШАК Ф. Исследование pH суспензий минералов // Коллоид. журн. - 1950. - Т. XII, № I. - С. 41-49.

НИКИТИН К.К. Принципы составления обзорной карты размещения и прогноза кор выветривания ультраосновных пород и связанных с ними месторождений полезных ископаемых // Кора выветривания. Вып. 6. - М., 1963. - С. 258-271.

НИКИФОРОВА К.В. К вопросу о древних долинах в Северном Казахстане (Степняковский и Акмолинский районы) // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. - М.-Л., 1948. - С. 46-53.

НОВИКОВ В.А. Гранулометрическое разделение материала коры выветривания // Кора выветривания. Вып. I. - М., 1952. - С. 193-212.

ПЕТРОВ В.П. Основы учения о древних корах выветривания. - М.: Недра, 1967. - 343 с.

ПОЛЫНОВ Б.Б. Кора выветривания. Ч. I. - Л.: Изд-во АН СССР, 1934. - 242 с.

ПОСПЕЛОВ Г.Л. Структурная классификация элювия // Докл.

АН СССР. - 1945. - Т. 48, № 2. - С. 127-129.

ПУСТОВАЛОВ Л.В., СОКОЛОВА Е.И. Методы определения pH и  $\gamma_{\text{H}}$  в осадочных породах // Методы изучения осадочных пород. Т. 2. М., 1957. - С. 116-127.

РУХИН Л.В. Гранулометрический анализ рыхлых и слабосцементированных осадочных пород // Методы изучения осадочных пород. Т. 1. - М., 1957. - С. 314-344.

САПОЖНИКОВ Д.Г. Об изучении коры выветривания остаточных и осадочных рудных месторождений. - Геол. рудн. месторождений. - 1977. - Т. XIX, № 5. - С. 16-31.

СЕЛИВЕРСТОВ Ю.П. Изучение и картирование эпиплатформенного рельефа гор в связи с поисками гипергенных полезных ископаемых // Структурная геоморфология горных стран. - М., 1975. - С. 256-261.

СОЛОТЧИНА Э.П., СТОЛПОВСКАЯ В.Н., СУХОРУКОВ Ф.В. Структурная упорядоченность каолинитов кор выветривания кислых пород и перекрывающих их отложений // Рентгенография и молекулярная спектроскопия. - Новосибирск, 1985. - С. 110-127.

СОЛОТЧИНА Э.П., СУХОРУКОВ Ф.В. О тонкой кристаллической структуре каолинитов коры выветривания на гранитах // Докл. АН СССР. - 1979. - Т. 244, № 4. - С. 964-968.

ЧЕРНЫХОВСКИЙ А.Г. Эльвий и продукты его переотложения. - М.: Наука, 1966. - 189 с.

ШАНЦЕР Е.В. Некоторые общие вопросы учения о генетических типах отложений // Процессы континентального литогенеза. - М., 1980. - С. 3-27.

ЩЕРБОВ Б.Л. Геохимия бора в корях выветривания каолинового типа. - Новосибирск: Наука, 1982. - 113 с.

ЩЕРБОВ Б.Л., СОЛОТЧИНА Э.П., СУХОРУКОВ Ф.В. Бор в продуктах ближнего переотложения каолиновых кор выветривания. - Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1985. - 139 с.

ЭЛЬЯНОВ М.Д., ДОДАТКО А.Д., КОНДРАЧУК В.Ю. К методике составления карт коры выветривания кристаллических пород Украинского щита // Кора выветривания на территории УССР. Ч. I. - Киев, 1971. - С. 81-91.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                         | 3  |
| ЧТО ТАКОЕ ПРОДУКТЫ БЛИЖНЕГО ПЕРЕОТЛОЖЕНИЯ? .....                       | 5  |
| ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ БЛИЖНЕГО ПЕРЕОТЛОЖЕНИЯ ..... | 14 |
| Отбор проб .....                                                       | 15 |
| Внешний облик пород .....                                              | 16 |
| Плотность пород .....                                                  | 18 |
| Величина рН суспензий пород .....                                      | 20 |
| Минеральный и химический состав .....                                  | 22 |
| Распределение редких элементов .....                                   | 23 |
| Структурные показатели каолинита .....                                 | 24 |
| Гранулометрический состав пород .....                                  | 25 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                       | 27 |
| РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....                                         | 28 |
| ЛИТЕРАТУРА .....                                                       | 30 |

### К ИЗУЧЕНИЮ ПРОДУКТОВ БЛИЖНЕГО ПЕРЕОТЛОЖЕНИЯ КАОЛИНОВЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

#### Методические рекомендации

Составитель  
Борис Леонидович Щербов

Редактор Р.Н. Ильина

Технический редактор Н.Н. Александрова

---

Подписано к печати 20.05.87. МН 09742.

Бумага 60×84/16. Печ.л. 2,0. Уч.-изд.л. 1,9.

Тираж 300. Заказ 240. Цена 15коп.

---

Институт геологии и геофизики СО АН СССР  
Новосибирск, 90. Ротапринт.