Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. /XXУI, 1978 г.

ПОВЕДЕНИЕ КАЛИЯ В КОРЕ ВЫВЕТРИВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ РЕГИОНОВ СССР)

В.В.ВЫШЕНКОВ, Г.Ф.НОВИКОВ

Интерес к изучению поведения K в зоне гипергенеза приобрел особое значение в связи с широким внедрением в практику поисков рудных месторождений γ-спектрометрии, позволяющей получать на больших площадях информацию о распределении K в рыхлых отложениях и использовать эти данные при различных геолого-геохимических построениях [1, 2, 3, 9].

Особенности гипергенной миграции K обусловлены стойкостью его первичных и вторичных минералов и поглощением K силикатными коллоидами [4, 5, 7]. По В.И.Лебедеву, гипергенная миграция щелочных и щелочно-земельных элементов управляется энергетикой химической связи, причем решающую роль здесь играет энергия гидратации, возрастающая с уменьшением ионного радиуса и зависящая от заряда катионов [6]. По сравнению с Na^{+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Fe^{2+} калий имеет более высокий ионный радиус и значительно труднее вытесняется ионом водорода. Вследствие этого грунтовые воды содержат небольшое количество калия, не соответствующее его распространенности и растворимости главных соединений [5].

Процесс выветривания калиевых минералов носит стадийный характер. На промежуточных стадиях выветривания K задерживается в коре в связи с образованием гидрослюд, в то время как Na и Ca, например, выносятся из нее почти полностью [4, 7].

В целом же опубликованные данные о поведении K в зоне гипергенеза противоречивы. В ряде работ оспаривается утверждение об устойчивости калиевых минералов и говорится, наоборот, об интенсивной миграции K [4, 9]. В подавляющем большинстве работ нет количественных характеристик миграционного процесса. Наименее ясен вопрос о поведении калия в линейных корах выветривания.

Для получения статистически представительного материала о поведении калия в профиле площадной и линейной кор выветривания выполнены исследования в Северном Казахстане в современной лесостепной ландшафтной зоне с умеренным климатом и незначительным количеством осадков. Регион характеризуется наличием широко развитой триас-юрской коры выветривания, имевшей некогда повсеместное распространение [8]. К настоящему времени верх-

ний каолиновый горизонт коры выветривания, как правило, эродирован. Для изучения миграции калия выбраны шесть участков, различающихся по геологическому строению, интенсивности тектонических и гидротермальных процессов и минерализации.

Основной задачей являлась сравнительная количественная оценка содержаний калия в коренных породах и коре, поэтому из скважин обычно отбирали по две пунктирные пробы: из малоизмененных коренных пород и из кровли коры выветривания. Интервал отбора пробы составлял 1-5 м, масса пробы 200-500 г. В части скважин изучался весь вертикальный профиль коры выветривания.

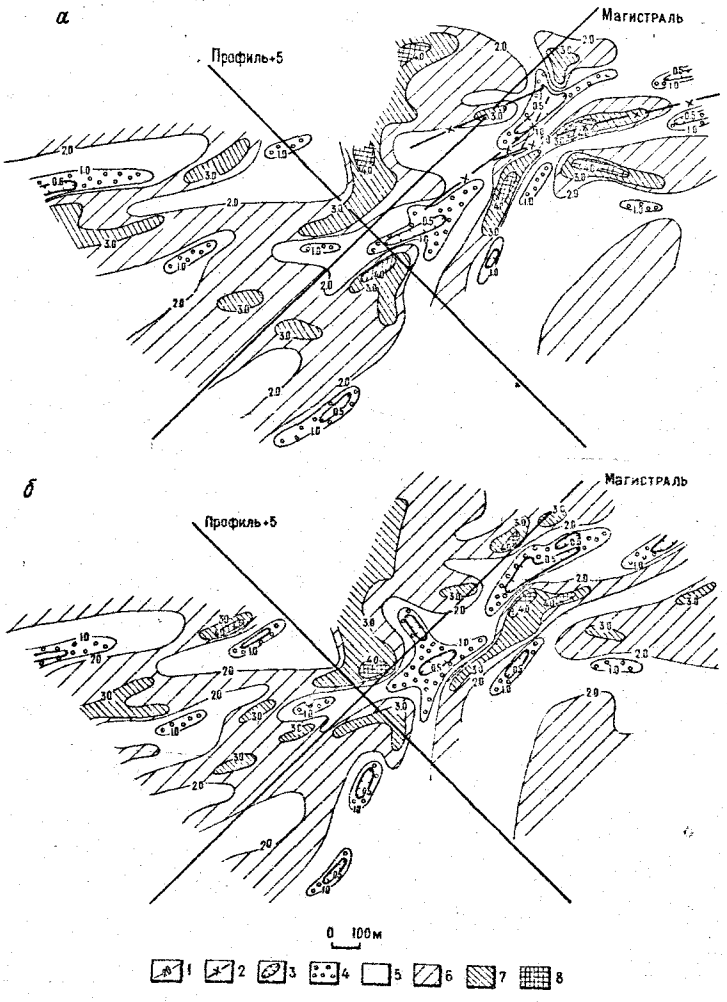


Рис.1. Схематические карты распределения калия по участку I: а - в коре выветривания; б - в коренных породах
I - линии изоконцентраций калия; 2 - расположение линейных кор выветривания; 3-8 - содержание калия, %: 3 - менее 0,5; 4 - 0,5-1,0; 5 - 1,1-2,0; 6 - 2,1-3,0; 7 - 3,1-4,0; 8 - более 4,0

Содержание калия находили методом пламенной фотометрии, для проб коры выводилась поправка I,25 на уменьшение объемного веса [10].

Кроме того, использованы данные γ-спектрального каротажа нескольких десятков скважин, вскрывших мощные площадные и линейные коры выветривания еще по пяти участкам. Использованная аппаратура и методика каротажа описаны ранее [2]. Наиболее интересные данные получены по четырем участкам.

У ч а с т о к I сложен кембрийскими кварц-серицитовыми и кремнистыми сланцами, прорванными субвулканическими

телами пироксен-плагиоклазовых порфиритов. Рассматриваемый блок попадает в узел сочленения северо-западных и северо-восточных нарушений. В сланцах тектоническая проработка привела к образованию милонитов, в вулканогенных образованиях – тектонических швов. Из гидротермальных изменений наиболее проявлена серицитизация.

Кора выветривания линейно-площадного типа имеет мощность 10–30 м, линейная – до 150 м. В современной кровле профиля выветривания преобладает глинисто-алевритовая масса каолинит-гидрослюдистого состава (пестроцветный горизонт).

На этом участке площадью около 5 км^2 отобрано 400 проб. По результатам анализа построены карты распределения калия в коре выветривания и коренных породах (рис.1). Сравнение этих данных говорит о практически полном повторении изолиний распределения калия в сопоставляемых средах. Такая тенденция сохраняется даже в зонах развития мощных кор выветривания. По парам проб из коры и пород фундамента подсчитывался коэффициент корреляции содержания калия, уравнение регрессии и флуктуация отношения калия в коренных породах и коре выветривания (см.таблицу). Все три параметра свидетельствуют о слабой миграции калия в процессе формирования как площадных, так и линейных кор. Это подтверждается данными рис.2, показывающими, что изменение содержания калия в линейной коре почти всегда сопровождается пропорциональными изменениями тория. По нашим данным, торий в коре выветривания региона ведет себя инертно, поэтому напрашивается вывод

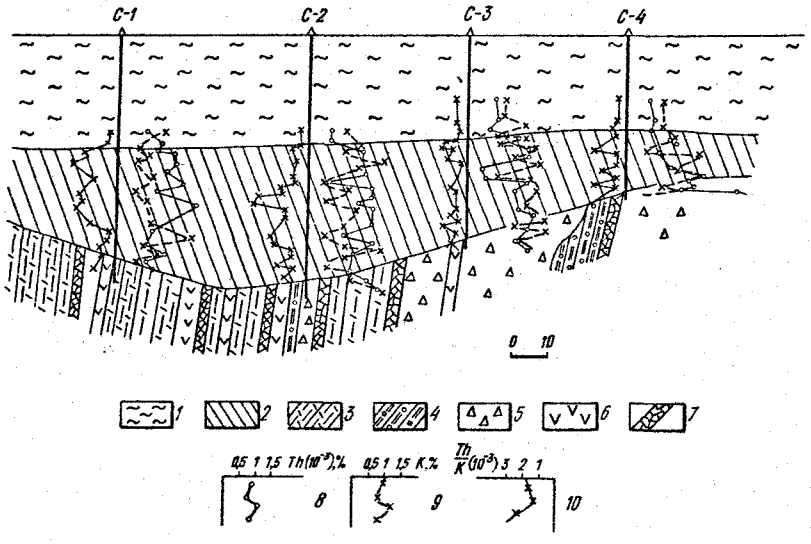


Рис.2. Распределение калия и тория в линейной коре выветривания участка 1

1 – суглинки; 2 – обеленная гидрослюдистая кора выветривания; 3 – переслаивание алевролитов, песчаников, сланцев; 4 – конгломераты; 5 – лавобрекчии андезитовых порфиритов; 6 – порфириты; 7 – зоны дробления; 8–10 – содержание тория, калия и торий-калиевого отношения

Участок	Мощность коры выветривания, м	Изученная зона профиля выветривания	Сопоставления средних содержаний K в коре выветривания $q_{к.в}$ и породах фундамента $q_ф$			Квадратичные расхождения $q_{к.в}$ и $q_ф$, %
			$\frac{q_{к.в}}{q_ф}$	Коэффициент корреляций $q_{к.в}$ и $q_ф$	Уравнение регрессии	
1	15-20	Средняя	0,81	0,73	$q_{к.в} = 0,60 q_ф + 0,32$	21,8
2	15-20	Верхи средней	0,76	0,62	$q_{к.в} = 0,54 q_ф + 0,43$	23,0
3	5-10	Низы средней	0,89	0,87	$q_{к.в} = q_ф$	24,2
4	2-5	Нижняя	0,84	0,84	$q_{к.в} = 0,74 q_ф$	27,0

с подобном поведении калия. Отмеченное изменение содержания этих элементов в коре по вертикали следует отнести к изменению концентрации в материнских породах.

У ч а с т о к 2 представляет собой краевую часть мульды, сложенной среднезернистыми песчаниками, андезитовыми порфиритами, фельзит-порфирами. Эти породы прорваны интрузией габбро-диоритов и дайками грано-сиенит-порфиров.

Мощность зон дробления и брекчированных пород достигает 100 м. Наблюдается интенсивная кварц-пиритовая минерализация.

Кора выветривания глинистая, интенсивно обеленная, с преобладающим содержанием каолинита; гидрослюды имеют подчиненное значение. Мощность коры

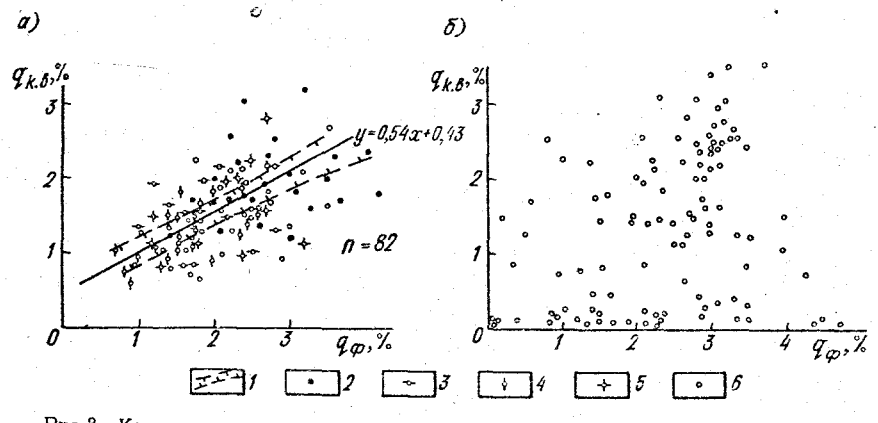


Рис.3. Корреляционные диаграммы содержания элементов в коре выветривания (y) и коренных породах (x) участка 2: а - калия; б - натрия
1 - доверительная зона регрессии; 2 - граносиениты; 3 - микродиориты; 4 - габбро; 5 - песчаники; 6 - эффузивно-осадочная толща

возрастает от песчаников (5-15 м) к порфиритам (10-30 м). Число проб n, отобранных с площади 1 км^2, составило 160. По данным анализа на K и Na составлены корреляционные диаграммы (рис.3). Обнаружена четкая корреляция для K (см. таблицу) и полное отсутствие ее для Na.

Участок 3 в основном представлен сероцветными песчаниками, алевролитами, аргиллитами. Встречены также туфы андезитовых порфиритов и малые интрузии диоритов. Гидротермальные изменения и рудная минерализация проявлены слабо.

Развита площадная кора выветривания мощностью от 3-5 до 10-15 м. Преобладают гидратированные первичные минералы, имеются гидрослюды. Проведено сравнительное изучение перераспределения K, Na, Ca, Mg в зоне гипергенеза. Как и в предыдущих случаях, хорошо коррелируется в коре и породах фундамента лишь K.

Участок 4 - блок протерозойских кварц-слюдяных и амфиболовых сланцев, расположенный в экзоконтакте крупного массива гранодиоритов. В пределах участка мощный разлом близширотного простирания пересечен нарушениями северо-западного направления шириной 5-20 м. Гидротермальные изменения в тектонических зонах близки к березитизации.

Кора представлена нижними горизонтами профиля выветривания - щебенистой и гидрослюдистой разностями. Мощность коры 2-5 м. Отобрано 140 проб с площади около 1 км^2. Содержания K в коре выветривания и коренных породах хорошо коррелируются (см. таблицу).

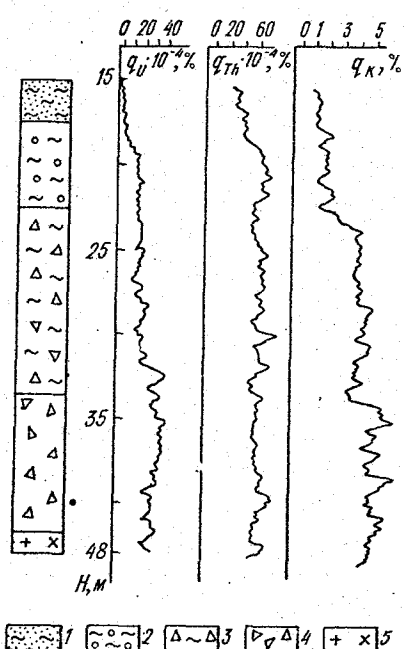


Рис.4. Распределение K, Th и U в коре выветривания гранодиоритов

1 - суглинки; 2-4 - соответственно каолиновая, гидрослюдистая и щебенистая зоны коры выветривания; 5 - гранодиориты

Удивительно устойчивое и закономерное повсеместное калия установлено в мощных площадных и линейных корах выветривания гранитоидов. В большинстве случаев распределение K по глубине H четко отражает три основные зоны профиля выветривания (рис.4).

Анализ фактического материала по рассмотренным участкам приводит к следующим выводам.

1. Содержание K в гидрослюдистой коре выветривания в большинстве случаев уменьшается лишь на 15-20% по сравнению с концентрацией его в коренных породах; параметр этот варьирует в сравнительно небольших пределах и сохраняется близким для разных пород и различных участков.

2. Во всех рассмотренных случаях наблюдается хорошо выраженная корреляция содержания K в коре выветривания и породах фундамента. Однако эта закономерность не отмечается для Na, Ca, Mg, Fe.

3. Устойчивость K в профиле выветривания площадных и линейных кор подтверждается хорошей корреляцией его с торием, поведение которого в регионе является инертным.

Таким образом, распределение K в древней гипрослюдистой и щебенистой коре выветривания удовлетворительно отражает распределение его в коренных породах; данные по коре выветривания в рассматриваемой ландшафтно-геохимической зоне, получаемые, в частности, и γ-спектральным методом, могут использоваться для тех или иных геологических построений в породах фундамента. Предположительно эти выводы справедливы для древних кор выветривания Украины и Южного Урала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев В.П., Ефимов А.В., Альтшуллер М.М. и др. Аэрогамма-спектрометрический метод поисков рудных месторождений. Л., Недра, 1977.

2. Вышенков В.В., Шахнович Ю.П. О возможности использования аномалий распределения калия при поисках рудных месторождений. – В кн.: Методы рудной геофизики. Л., Недра, 1970, вып. 8.

3. Высокоостровская Е.Б. и др. Роль калия при процессах низкотемпературного гидротермального метасоматизма / Высокоостровская Е.Б., Шахнович Ю.Л., Малашин В.А., Бобрицкий Д.П. – В кн.: Методы рудной геофизики. Л., Недра, 1972, вып. 10.

4. Добровольский В.В. Вышественный состав и морфология коры выветривания. М., Изд-во МГУ, 1964.

5. Красинцева В.В. К вопросу о гидрохимии калия. – Тр. Лаборатории гидрогеологических проблем, 1962, т. 45.

6. Лебедев В.И. О некоторых факторах, определяющих миграцию щелочных и щелочноземельных элементов в зоне гипергенеза. – Геохимия, 1957, № 6.

7. Петров В.П. Основы учения о древних корах выветривания. М., Недра, 1967.

8. Разумова В.И. Кора выветривания северо-западной части Казахского нагорья. – В кн.: Кора выветривания. М., Недра, 1939, вып. 2.

9. Тихомиров Н.Д., Корнилов Ф.М., Мукарева Г.Б. Геолого-геохимические предпосылки гамма-спектрометрических поисков месторождений радиоактивных руд. – В кн.: Вопросы рудной геофизики. Л., Недра, 1966, вып. 7.

10. Фокин А.Н., Семенова Г.А., Миляев А.С. Современные геолого-геофизические методы картирования кор выветривания при поисках рудных месторождений на примере региона аридной зоны. – В кн.: Кора выветривания. М., Недра, 1963, вып. 6.