

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Г. И. ГВАЙТА, Я. Г. ТЕР-ОГАНЕСОВ

О ПОИСКАХ РЕДКИХ И РАССЕЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
РАДИОАКТИВНЫМИ МЕТОДАМИ

Из опыта работ по поискам месторождений урана радиометрическими методами следует, что на площадях радиометрических аномалий, не представляющих практического интереса в отношении уранового оруденения, могут быть обнаружены месторождения редких и рассеянных элементов и других полезных ископаемых.

При аэрорадиометрических и наземных поисках в различных частях территории СССР были зафиксированы аэроаномалии, на площади которых в процессе наземной проверки обнаружены месторождения и рудопроявления редких и рассеянных элементов, молибдена, вольфрама, ванадия, титана, фосфора, полиметаллов, меди и др. Значительные месторождения тантала и ниобия, а также редких земель обнаружены радиометрическими методами.

Многие месторождения редких и рассеянных элементов, а также цветных металлов содержат в своем составе радиоактивные элементы, которые и создают аномальные гамма-поля в пределах месторождения, обуславливая таким образом возможность применения радиометрических методов в целях поисков месторождений нерадиоактивных полезных ископаемых.

Применение радиометрического метода при поисках нефтяных и газовых месторождений дали положительные результаты и в настоящее время этот метод в нефтяной промышленности получил широкое признание.

Значительная часть обследованных известных месторождений нефти и газа достаточно четко выделяется на аэрорадиометрических картах пониженными значениями величины гамма-поля по сравнению с обрамляющими залежь повышенными значениями гамма-поля.

Экспериментальных исследований по разработке радиометрического метода поисков редких и рассеянных элементов, полиметаллов и др. полезных ископаемых пока еще весьма мало, но уже имеющиеся данные позволяют с определенностью говорить о целесообразности применения радиометрических методов при поисках нерадиоактивных руд.

Уран и торий присутствуют в месторождениях нерадиоактивных руд обычно в тысячных, реже сотых долях процента, очень редко достигая десятых долей процента, в связи с чем не создают больших значений интенсивности гамма-поля, изменяясь в пределах от 15 до 25 гамм, редко достигая 50—100 гамм, по наземным данным, или отмечаются аномалиями при поисках с самолета в 10—15—20 гамм (значения приведены к 1-му метру от поверхности земли). Высокие содержания радиоактивных элементов обычно являются исключением.

Источником радиоактивности в месторождениях редких и редкоземельных элементов являются урансодержащие и торийсодержащие минералы (торит, монацит, ксенотим, ловчоррит, циртолит, малакон, пирохлор, фергюсонит, эвксенит и др.), а также урановые минералы (уранинит, отенит, торбернит и др.).

Урансодержащие и торийсодержащие минералы наиболее часто встречаются в парагенетической ассоциации с минералами редких элементов (с бериллом и колумбитом—танталитом в пегматитах, с бериллом и вольфрамитом в грейзенах и т. д.), а некоторые из них сами являются источниками редких и редкоземельных элементов (пирохлор, ловчоррит, фергюсонит, монацит, ксенотим и др.).

Урансодержащие минералы характеризуются изменчивым содержанием урана от следов до нескольких процентов, сложным химическим составом, изоморфизмом. Характерным для урансодержащих минералов является присутствие тория, обычно в количествах превышающих содержание урана. Минералы богатые иттрием (например ксенотим) содержат главным образом уран, минералы богатые церием содержат значительные количества тория; в последних уран обычно отсутствует или находится в весьма малых количествах (монацит, циркон, алланит и др.). Урансодержащие минералы в месторождениях редких элементов самостоятельные скопления образуют редко и чаще присутствуют как сопутствующие компоненты.

Уран и торий с многими редкими и редкоземельными элементами образуют изоморфные замещения и создают различные комплексные соединения (тантала, ниобия, редких земель, титана и др.). Уран и торий, кроме того, присутствуют нередко в месторождениях редких элементов, как изоморфная или механическая (включения) примесь нерудных минералов—в апатите, сфене, цирконе, флюорите (темнофиолетовой окраски) и др.

Таким образом, благодаря частой связи большинства редких элементов с урановыми и ториевыми соединениями, создается возможность применения при поисках радиоактивных методов.

Природа радиометрической аномалии, которая устанавливается в пределах месторождения редких и рассеянных элементов, ее форма, интенсивность и расположение в пространстве определяются генетическим типом месторождения редких элементов.

Среди магматогенных месторождений редких элементов выделяются два класса: собственно магматический и пегматитовый.

Ниже остановимся на наиболее интересных в промышленном отношении типах месторождений и связанных с ними радиоактивных аномалиях.

Собственно магматические месторождения являются одним из основных источников редкометального сырья. Среди собственно магматических месторождений можно выделить три подтипа, связанные со щелочными интрузиями:

а) Ранне-магматический подтип. Рудные минералы распределены равномерно в виде тонкой вкрапленности в самой интрузивной массе (например, в нефелиновых породах) и представлены ловчорритом, дизаналитом или кнопитом. Присутствует в значительных количествах апатит. Радиоактивные минералы представлены торитом, ловчорритом и др. Природа радиоактивного начала аномалии, отмечающей месторождение, ториевая. Форма аномалии—изометричная, площадная. В зависимости от эрозионного среза интрузии наблюдается и соответствующее расположение аномалии. При слабо вскрытой щелочной интрузии аномалией отмечается весь выход интрузии. При наличии сильно эродированной интрузии аномалия располагается по периферии интрузии. При наличии сильно расчлененного рельефа местности, где расположена интрузия, аномалия принимает более сложную форму.

б) Постмагматический подтип. Оруденение связано с поздними процессами замещения, из которых основным является альбитизация. Представлено оруденение обычно цирконом в двух его модификациях (циртолитом, содержащим уран и малаконом, содержащим торий) и ниобийсодержащими минералами: пирохлором (в нефелиновых сиенитах), поликразом или фергусонитом (если альбитизация происходила в щелочных сиенитах), колумбитом (при альбитизации, протекавшей в щелочных гранитах). Приурочено оруденение к зонам альбитизации в щелочных породах, которые обычно расположены по периферии массива, в пределах апикальных его частей, на участках апофиз интрузии или по зонам тектонических нарушений.

Радиоактивные аномалии четко фиксируют зоны альбитизации даже при довольно высоком натуральном фоне всего щелочного массива. Природа радиоактивных аномалий смешанная, обычно с преобладанием ториевой.

в) Третий подтип—постмагматические месторождения, связанные с ультраосновными щелочными породами. Оруденение приурочено к карбонатитам. Рудные минералы: пирохлор и гатчеттолит, а также карбонаты и фтор-карбонаты редких земель (бастнезит, паризит). Кроме того присутствуют радиоактивные минералы: торанит, монацит и циркон, в связи с чем карбонатиты всегда отличаются повышенными значениями радиоактивности. Природа аномалий урано-ториевая.

Строение интрузивов зонально-концентрическое, внутренняя часть обычно сложена карбонатитом, который окружен кольцевой зоной щелочных пород. Внешняя зона сложена пироксенитами. При таком строении интрузивного тела интенсивность радиометрической анома-

лии убывает от центра к периферии. Карбонатитовые образования располагаются чаще всего вдоль региональных разломов, что отражается на ориентировке аномалии.

Месторождения редких элементов, связанные с пегматитами как известно имеют меньшее практическое значение. Залегают редкометальные пегматиты обычно в апикальных частях гранитных массивов или в экзоконтакте последних.

Радиоактивные минералы гранитных пегматитов представлены урановыми и урансодержащими минералами. К урановым минералам относятся: уранинит и продукты его окисления. К урансодержащим минералам относятся танталониобаты, титанаты, силикаты циркония и редких земель. Торий здесь является обычным спутником урана, присутствуя в виде торита, ураноторита монацита, ортита и др.

Скопления урановых и урансодержащих минералов в гранитных пегматитах имеют локальный характер. Образуют они обычно отдельные гнезда, которые преимущественно располагаются в верхних дифференцированных участках. Радиоактивные минералы встречаются не всюду в пределах пегматитовых полей, а присутствуют только в отдельных жилах.

Распределение радиоактивных минералов в гранитных пегматитах и размещение гранитных пегматитов в самом интрузивном массиве отражаются на форме и расположении аномалий, фиксируемых радиометрической аппаратурой.

Поля распространения пегматитовых тел обычно выделяются аномальными значениями небольшой интенсивности по отношению к общему, часто повышенному фону интрузии. Природа радиоактивного начала аномалий смешанная, с преобладанием тория. Форма радиоактивной аномалии—площадная с отдельными локальными участками повышенной интенсивности.

Пневматолито-гидротермальные месторождения бериллия, молибдена, вольфрама и олова и гидротермальные, преимущественно редкоземельные, месторождения (паризита, баснезита в ассоциации с гематитом, флюоритом и сульфидами), также представляют интерес в отношении возможности их обнаружения радиоактивными методами. Рудные проявления приурочены преимущественно к тектоническим швам, трещинам, дислоцированным участкам, как в приконтактовых, так и в апикальных частях интрузий или же располагаются за пределами ее. Видимой связи между радиоактивностью самих изверженных пород (интрузивов) и их рудоносностью не наблюдается, но эта связь часто проявляется в более поздних постмагматических проявлениях, создающих повышенные концентрации как радиоактивных элементов, так и других полезных ископаемых (Ti, W, редкие земли и т. д.).

Урановые и ураноносные минералы в месторождениях этой группы представлены уранинитом, торианитом, монацитом, ксенотимом и др.).

Природа радиоактивных аномалий, фиксируемых радиометрической аппаратурой смешанная, часто с преобладанием урана или урановая. Радиоактивные аномалии располагаются вдоль трещин различного генезиса. Форма аномалии преимущественно локальная.

Россыпи минералов редких и рассеянных элементов в ряде случаев также могут быть обнаружены радиоактивными методами.

Урансодержащие ниоботанталаты при формировании россыпей более быстро подвергаются механическому разрушению, чем например, колумбит. Последний в элювиальных и делювиальных россыпях, а также в верхах речного аллювия встречается иногда в значительных скоплениях, нередко вместе с касситеритом и вольфрамитом.

Урансодержащие силикаты циркония или редкоземельные минералы (монацит) особенно устойчивы к процессам механического воздействия и гидратации, благодаря чему выносятся на значительные расстояния вниз по течению реки, где накапливаются в значительных количествах вместе с магнетитом, ильменитом, рутилом и т. д. и обуславливают создание радиоактивных аномалий.

Выше приведенные примеры ассоциации радиоактивных элементов с редкими и редкоземельными элементами не отражают всех возможных случаев и требуют пополнения. Радиоактивные излучения, отмечающие месторождения редких элементов имеют в большинстве случаев преимущественно ториевую или смешанную природу радиоактивного начала; а аномалии, отмечающие месторождения редких элементов могут иметь площадную или локальную форму.

Наиболее эффективным радиометрическим методом поисков нерадиоактивных руд—является самолетный метод.

В связи с тем, что некоторые месторождения редких элементов (например, литийносные пегматиты) не содержат радиоактивные элементы, районы перспективные в части возможности обнаружения месторождений редкометального сырья при отрицательных данных аэрогеофизических поисков должны быть изучены другими методами.

Радиометрические поиски должны быть систематическими и носить комплексный характер. Тщательному изучению подлежат аномалии как урановой, так и смешанной и ториевой природы как площадной, так и локальной формы.

Решающим в оценке радиометрических аномалий, обнаруженных при поисках редкометального сырья должны быть факторы металлогенические, геохимические и структурные, характеризующие определенный тип месторождений.

Преимущество самолетных радиометрических поисков перед другими методами заключается в высокой их производительности, что позволяет исследовать этим методом целые регионы.

Используя присутствие магнетита в ряде месторождений редких элементов (карбонатитовые месторождения, россыпи монацита, циркона и др.) следует применять комплексную аэромагнитную и аэрогам-

масъемку, что позволит более полно осуществлять интерпретацию гамма-аномалий.

Уже имеются данные, что радиометрическим методом могут быть обнаружены месторождения алмазов (кимберлиты базальтового семейства значительно менее активны по отношению к окружающим породам гранитного состава), бокситов (где в глинистых прослоях присутствуют U, Ni, Co и Cu), фосфоритов, титана, медистых песчаников, горючих сланцев и др.

Москва

Поступила 15.IV.1960

Տ. Ի. ԳՎԱՅՏԱ, Յ. Գ. ՏԵՐ-ՕԳԱՆԵՍՈՎ

ՌԱԴԻՈԱԿՏԻՎ, ՄԵԹՈԴՆԵՐՈՎ ՀԱԶՎԱԴՅՈՒՏ ԵՎ ՑՐՎԱԾ ԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ՈՐՈՆՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում քննարկվում են ռադիոմետրիկ մեթոդների կիրառման հարցերը հազվագյուտ և ցրված էլեմենտների, ինչպես օրինակ՝ մոլիբդենի, վոլֆրամի, բազմամետաղների, տանտալի, նիոբիումի, հազվագյուտ հողերի, իտրիումի, տիտանի և այլն որոնման ժամանակ: Այդ մեթոդի հիմքում ընկած է ռադիոակտիվ էլեմենտների մշտական հալոնաբերումը հազվագյուտ և ցրված էլեմենտների հանքավայրերում, որոնք վերջինիս ռազմաններում ստեղծում են անոմալ դամբա դաշտեր:

Ռադիոակտիվ էլեմենտները (ուրան և թորիում) առաջացնում են ուրան և թորիում պարունակող միներալների մի ամբողջ շարք (թորիտ, մոնացիտ, քսենոտիմ, օրթիտ, լոլչորիտ, ցիրտոլիտ, պիրոքլոր, ֆերդյուսոնիտ, էվքսենիտ և այլն), որոնք պարագենետիկորեն կապված են հազվագյուտ էլեմենտների (բերիլի և կոլումբիտի հետ՝ պեգմատիտներում, բերիլի ու վոլֆրամի հետ՝ գրեյզեններում և այլն), իսկ նրանցից մի քանիսը իրենք հենց հանդիսանում են հազվագյուտ էլեմենտների աղբյուրներ (պիրոքլոր, լոլչորիտ, ֆերդյուսոնիտ, մոնացիտ, քսենոտիմ և այլն):

Ինչպես ցույց է տվել աշխատանքի փորձը, ռադիոմետրիկ մեթոդներով հալոնաբերված անոմալ դամբա դաշտերը տարբեր գենետիկական տիպի հանքավայրերի մոտ ունեն տարբեր ձև, ինտենսիվություն և տեղադրում տարածություն մեջ, որոնք փոխվում են կախված էոզիոն կտրվածքի խորութունից: Այսպես՝ բուն-մագմատիկ հանքավայրերի խմբի վաղ-մագմատիկ ենթախմբում (օրինակ՝ Նեֆելինալին սիենիտները լոպարիտի, կնոպիտի, լոլչորիտի հետ) անոմալիայի բնույթը թորիումային է, ձևը՝ իզոմետրիկ, ուշ-մագմատիկ ենթախմբում (ալբիտացված ալկալալին սիենիտները և գրանիտները ցիրտոլիտի, մալակոնի, ուրան և թորիում պարունակող տիտանաիդրատների հետ) անոմալիան սովորաբար խառն է՝ թորիումայինի գերակշռությամբ, ձևերը համընկնում են ալքիտացման դոնանների հետ:

Եվ վերջապես կարբոնատիտներում (ուլտրահիմքալին ալկալալին տապարների պիրոքլորի, բաստենդիտի, պարիդիտի հետ) անոմալիան ուրան-թորիումային է, ձևը՝ գոնալ կոնցենտրիկ:

Գրանիտային պեղմատիտներում տառապանքաբեր, հազվագյուտ հողերի և այլ միներալների հետ անոմալիան խառը տիպի է՝ թորիումային, գերակշռությամբ, անոմալիայի ձևը՝ մակերեսային, բարձր ինտենսիվությամբ տեղամասերի լուրջ տարածմամբ:

Պենմատոլիտային հիդրոթերմալ հանքավայրերում ուրանի միներալների հետ միասին ապոփոկտիվ մեթոդներով կարող են հայտնաբերվել նաև Be, Mo, Ni, Sn և այլն: Սրանց համար անոմալիան ուրանային է, ձևը՝ լուրջ, սովորաբար երկարաձգված: Ցրոնների համար բնորոշ է խառը անոմալիան, ձևերը կարող են լինել բաղմազան:

Առավել ապացիոնալ է, երբ աերոփոփոմենտրիկ մեթոդը զուգակցվում է մետալոգենիկ, գեոքիմիական, ստրուկտուրային հետազոտություններով:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Алексеев Ф. А. Радиометрический метод поисков нефти, состояние разработки метода и опыт его применения. Всесоюзная научно-техническая конференция по применению радиоактивных и стабильных изотопов и излучений в народном хозяйстве и науке. Доклады Ак. наук СССР, 1957.
2. Гинзбург А. И. Генетические типы месторождения редких элементов. Разведка недр, № 6, 1937.
3. Мелков В. Г., Пухальский Л. Г. Поиски месторождений урана. Госгеолтехиздат, 1957.
4. Ферсман А. Е. Геохимические и минералогические методы поисков полезных ископаемых. Изд. Ак. наук СССР, 1939.
5. Власов К. А. Генезис редкометалльных гранитных пегматитов. Изд. АН СССР, 1955.
6. Тер-Оганесов Я. А., Гвайта Т. И., Зубова В. И., Рощин Ю. Б. Методика и техника аэрогеофизических поисков месторождений урана за рубежом. Сборник геология урана—приложение к журналу „Атомная энергия“, № 6, 1957.
7. Atomic instruments in diamond prospecting. Atomics and atomic technology V 6. № 1, 9, 1955.