

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГАММА СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ
СЛАБОМАГНИТНЫХ АЛМАЗОНОСНЫХ КИМБЕРЛИТОВ**

Р.А. Леденгский

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Поисковые работы алмазоносных кимберлитов имеют огромное значение, так как кимберлиты являются главным промышленным источником алмазов. Их доля составляет 90% запасов алмазов коренных источников. Сегодня известно свыше 1500 тел кимберлита, из которых 8-10% – алмазные породы. Некоторые кимберлитовые поля Якутской и Архангельской алмазоносных провинций (Мирнинское, Накынское, Золотицкое) характеризуются минимальными значениями намагниченности. Использование магнитометрического метода для обнаружения слабомагнитных алмазоносных кимберлитовых трубок и полей имеет низкую эффективность [5].

Целью исследования является выявление и анализ закономерностей, возможностей и перспектив использования методов гамма спектрометрии для выделения слабомагнитных алмазоносных кимберлитов.

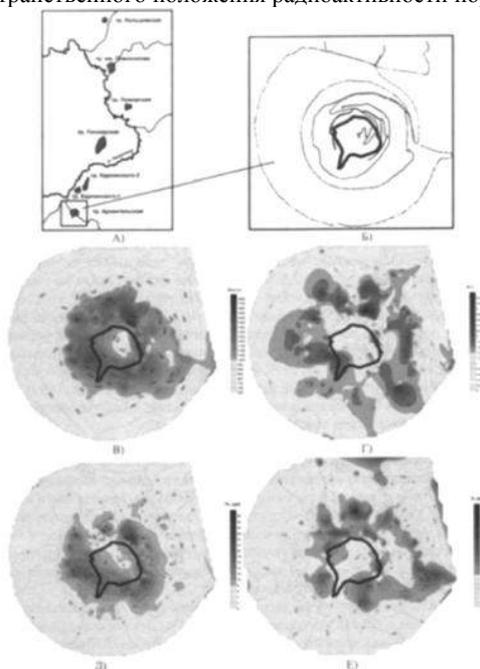
Методы гамма спектрометрии основаны на измерении спектрального состава естественного гамма излучения поверхностного слоя горных пород с последующим вычислением в этих образованиях содержаний естественных радиоактивных элементов, таких как уран, торий, калий. Данный метод существует в наземном, воздушном и лабораторном вариантах. Методы гамма спектрометрии по сути, методике и технике наблюдений относятся к геофизическим методам, хотя решают и геохимические задачи. Полевые методы характеризуются малой глубиной исследований вследствие быстрого поглощения гамма квантов воздухом и породами. Они находят широкое применение при литологическом и тектоническом картировании, в поисках парагенетически или пространственно связанных с естественными радиоактивными элементами нерадиоактивных полезных ископаемых [2]. Определение радиоактивных элементов методами гамма спектрометрии в полевых условиях отличается уникальной мобильностью, экспрессностью, высокой чувствительностью и точностью для решения радиогеохимических задач. Метод позволяет использовать статистический подход в радиогеохимических исследованиях, регулировать проведение полевых работ, наблюдать и оценивать динамику изменения радиогеохимических параметров горных пород, руд и минералов в процессе их геологического изучения, производить опробование с надежным определением трех естественных радиоактивных элементов [3].

Метаморфизм, метасоматоз и гидротермальные процессы вызывают изменения вмещающих пород, сопровождаются преобразованием структуры радиохимических полей, которое проявляется в возникновении аномальных концентраций естественных радиоактивных элементов. Причиной данного явления выступает различие миграционных свойств урана, тория и калия. В результате этих изменений нарушается равновесное соотношение естественных радиоактивных элементов, сопровождаемое образованием радиогеохимической зональности, которая соответствует определенному типу преобразования, что и создает методическую основу применения в радиогеохимии.

Воздушный вариант гамма спектрометрии позволяет с необходимой точностью фиксировать концентрации радиогеохимических элементов в горных породах и рудах. Результаты аэрогамма-спектрометрии свидетельствуют о высокой эффективности при решении таких геологических задач, как геологическое картирование, поиски месторождений флюидогенного типа (урана, редкоземельных элементов, цветных и благородных металлов), а также изучение интенсивности и характера проявления наложенных процессов. Результаты аэрогамма-спектрометрии позволяют получать качественную информацию, сопоставимую с соответствующими по масштабу пешеходными съемками. По оценкам, при решении аналогичных задач аэросъемка дешевле наземных работ в 2,5–10 раз [1]. Высокая чувствительность метода позволяет эффективно регистрировать кларковые содержания естественных радиоактивных элементов в верхнем слое горных пород. При наличии даже незначительной дифференциации естественных радиоактивных элементов удается расчленять стратифицированные образования, обнаруживать и фиксировать неоднородность строения интрузивных комплексов (кислых, щелочных). Зоны дизъюнктивных дислокаций, подвергшиеся метасоматическим и гидротермальным преобразованиям, благодаря нарушению в них равновесного состояния естественных радиоактивных элементов уверенно отображаются в результатах расчета их отношений или в надфоновых концентрациях радиоактивных элементов. Благодаря этому аэрогамма спектрометрия как независимо, так и еще более эффективно в комплексе с другими геофизическими методами находит свое широкое применение на этапе оценки перспективности рудоконтролирующих и рудовмещающих структур, при поисках месторождений радиоактивных, редких, цветных и благородных металлов [2].

Первоначальная практика использования аэрогамма-спектрометрии для выделения кимберлитовых трубок продемонстрировала, что многие кимберлитовые трубки проявляются на фоне вмещающих пород повышенными концентрациями тория и пониженными - для калия. Но попытки вскрыть бурением данные аномалии не увенчались успехом и от метода решили отказаться. Однако последующие проведенные съемки на эталонных полях и их геологическая интерпретация обнаружили, что методом выделяются не сами кимберлитовые тела, а их вторичные геохимические ореолы. Подтверждением служат карты радиогеохимических ореолов Мирнинского кимберлитового поля практически соответствующие картам распределения минералов от кимберлитов. Разница лишь в сроках: один сезон аэросъемки против нескольких десятилетий бурения и проходок горных выработок.

По результатам проведения наземной гамма спектрометрической съемки в районе трубки Архангельская Золотицкого поля Архангельской алмазоносной провинции были получены карты распределения суммарной интенсивности гамма-излучения (имп/сек), содержания калия (%), концентрации урана и тория (ppm), отражающие особенности пространственного положения радиоактивности пород (рис. 1) [6].



А) – схема Золотицкого рудного поля; Б) - маршрут проведения наземной гамма-спектрометрической съемки; В) - суммарная интенсивность гамма-излучения (имп/сек); Г) - распределение содержания калия (%); Д) - концентрация тория (ppm); Е) - концентрация урана (ppm)

Рис. 1 Схема района исследования и распределение радиоактивных элементов в породах трубки Архангельская

По показателю общей радиоактивности (имп/сек) вокруг контура трубки формируется контрастная аномалия, распространяющаяся на породы кратерной фации и вмещающие отложения, превышающая фон в среднем на 2 порядка, при этом центральная часть трубки характеризуется пониженными значениями гамма-поля. Подобным образом, аномалии тория, урана и калия характеризуются повышенными значениями вокруг контура трубки. Концентрация урана и тория в пределах данной области изменяется в среднем от 3 до 10 ppm и от 8 до 32 ppm, соответственно. По содержанию калия также отмечаются повышенные значения. Таким образом, на контакте кимберлитов с вмещающими породами формируется область, превышающая по содержанию основных радиоактивных элементов (U, Th, K) и по значениям суммарной мощности гамма-излучения на несколько порядков фоновые показатели для вмещающих отложений, что может отражаться на формировании аномалий гамма-поля в верхних горизонтах, перекрывающих кимберлитовые тела. Это свидетельствует о том, что кимберлиты, слагающие жерловую часть трубки Архангельская, обеднены ураном и другими радиоактивными элементами, а близкое к единице отношение активностей четных изотопов урана, указывает на отсутствие здесь условий для разделения изотопов и длительное стабильное состояние пород.

В тоже время, в породах затрубочного пространства наблюдаются активные процессы фракционирования изотопов урана, отчетливо фиксируемая величина дефицита ^{234}U , накопление других радиоактивных элементов и повышение концентраций радиационных дефектов в кварце [6]. Основной причиной фракционирования четных изотопов урана являются различные энергетические состояния атомов ^{234}U и ^{238}U в кристаллической решетке минералов и более слабая связь продукта ^{234}U по сравнению ^{238}U , и под влиянием энергии отдачи атомы ^{234}U покидают узлы кристаллической решетки и выщелачиваются водами, обогащая водную фазу [4].

Все данные закономерности и процессы обосновывают перспективы применения гамма-спектрометрической съемки для поисков слабомагнитных кимберлитовых трубок.

Литература

1. Контарович Р.С. Аэрогеофизика на пороге XXI века // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. –1997. – Отд. вып. – С. 3-5.
2. Лазарев Ф.Д., Ромашко В.В., Мельников П.В., Шнейдер Г.В. Аэрогамма спектрометрические исследования как метод изучения радиоактивности поверхности и его практическая реализация // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы III международной конференции. – Томск, 2009. – С. 306 –311.

3. Рихванов Л.П. Радиогеохимическая типизация рудно-магматических образований (на примере Алтае-Саянской складчатой области). – Новосибирск: Издательство СО РАН, филиал “Гео”, 2002. – С. 12-22.
4. Пряжина Е.В. Распространенность и распределение радиоактивных элементов и изотопов урана в кимберлитах Д. – А. района: Автореферат. канд. геол.-минер. наук. – Москва, 1983г. – 25 с.
5. Цыганов В.А. Классификация и исследование отказов магнитометрического метода поисков кимберлитов // Москва: ФГУП Аэрогеология. – 25 с.
6. Яковлев Е.Ю., Киселев Т.П., Дружинин С.В. Особенности распределения радиоактивных элементов в породах кимберлитовой трубки Архангельская (месторождение им. М.В.Ломоносова) // V Российская молодёжная научно-практическая Школа с международным участием “Новое в познании процессов рудообразования”. – Москва, 2015. – С. 289-291.

ГРАНУЛОМЕТРИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЕСКОВ МИШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Н. Луханин

Научный руководитель доцент А.Б. Кафтанатий

**Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени
М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия**

Объектом исследования является Мишкинское месторождение песка. Месторождение расположено в Аксайском районе Ростовской области, в 5 км к югу от г. Новочеркасск, на правобережной части бассейна нижнего течения р. Аксай. Работа по изучению гранулометрического состава песка проводилась на основе материалов, полученных на первой научно-производственной практике.

В геоморфологическом отношении участок приурочен к левому склону балки впадающей в р.Аксай, прорезанной глубокими оврагами со значительным уклоном русла к тальвегу балки. Участок Мишкинский сложен четвертичными аллювиально-делювиальными отложениями второй надпойменной террасы р. Дон.

В основании вскрытой на участке толщи пород залегают пески яновской свиты мэотического горизонта миоцена (N_{ij}), мощностью более 25 м. Выше залегают морские плиоценовые известняки-ракушечники нижнепонтического подгоризонта (N_{pn}). Перекрываются неогеновые отложения четвертичными элювиально-делювиальными суглинками склонов ($d, e, Q_{гм}$). Мощность полезной толщи песков колеблется от 10 м до 17,7 м, составляет в среднем по участку 15 м. Пески косослоистые светло-серые, иногда желто или буро-серые. В этой же части встречаются прослой глины мощностью от нескольких сантиметров до 1,0 м [1].

С целью изучения качественных показателей песков и глинистых пород производилось их опробование. В комплекс проведенных испытаний входило определение зернового состава, содержания пылевидных и глинистых частиц, органических примесей. Средне-сарматские пески Мишкинского месторождения по минералогическому составу кварцевые с небольшой примесью зерен полевого шпата и других минералов и горных пород. По данным лабораторного изучения пески относятся по модулю крупности преимущественно к очень мелким и тонким, с высоким содержанием глинистых и пылевидных частиц. Гранулометрические характеристики являются ведущими для определения качества песка как сырья для производства силикатных изделий и кирпича. Состав определялся в 60 пробах по весовому содержанию частиц различной крупности, выраженный в процентах по отношению к весу сухой пробы грунта, взятой для анализа. Оценка качества песков производилась в соответствии с требованиями, как «Песок для производства силикатных изделий автоклавного твердения».

С помощью статистических методов был произведен расчет основных показателей распределения, корреляционных взаимосвязей основных характеристик (рис.2) и смоделировано их площадное распространение [2]. На построенных картах отчетливо наблюдается направление изменчивости параметров на север - юг, особенно отчетливо это выражено в распределении фракций меньше 0,16; 0,315 и 0,63мм [3]. Наиболее крупная фракция 0,63 мм маркирует тальвеги водных потоков. На (рис 1.) показана одна из карт, наиболее контрастно иллюстрирующая распределение фракции в пределах участка. Такую изменчивость можно считать закономерной и объяснимой, что подтверждается в разрезе изучаемой толщи ориентировкой отчетливой косой слоистостью и градиционной изменчивостью слагающих элементов. Пески являются аллювиальными по происхождению, и являются продуктами накопления отложения реки Палео-Дон, протекавшей здесь в миоценовое время в меридиональном направлении. Формирование отложений происходило на участке разделения потока на два рукава в обстановке уменьшения скорости водного потока с формированием мощных горизонтов сложенных мелкими и тонкими фракциями.