

плато ни где не сохранился, из-за денудационных процессов в результате тектоно-магматической активизации в олигоцене.

Литературы

1. Дойникова О.А. Дисперсные минералы урана восстановительной зоны гипергенеза: минералогия и кристаллохимия: дис. д-ра геол.-мин. наук. М.: ИГЕМ РАН, 2005. 277 с.
2. Ильичев А.В., Данковцев Р.Ф., Лукьянова В.Т., Маринов Б.Н. К вопросу о генезисе уранового оруденения в неогеновых палеорусловых структурах под покровом базальтов Витимского плато (Забайкалье) // Геология месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 125. М.: ВИМС, 1990. С. 46-58.
3. Коченов А.В., Халдей А.В. К вопросу об источниках урана в экзогенных эпигенетических месторождениях // Литология и полезные ископаемые. 1997. № 4. С. 371-378.
4. Кузнецова Е.С., Домаренко В.А. Вещественный состав и специализация гранитоидов месторождений Витимского урановорудного района // Сборник тезисов, Всероссийская научно-практическая молодежная конференция «Современные исследования в геологии». Санкт-Петербург, 2016. С. 183-184.
5. Кузнецова Е.С., Домаренко В.А. Геолого-структурная позиция и специализация гранитоидов Амалатского плато // Материалы V международной конференции «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека». – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. С. 370-375.
6. Лучинин И.Л., Пешков П.А., Дементьев П.К. Месторождения урана в палеодолинах Зауралья и Забайкалья // Разведка и охрана недр. 1992. № 5. С. 12-15.
7. Митрофанов Е.А. условия локализации и морфология рудных залежей Хиагдинского месторождения // Месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 147. М.: ВИМС, 2005. С. 109-123.
8. Никитина Е.С. Геологическое строение и условия локализации урановых месторождений палеодолинного (базального) типа на Амалатском плато: автореф. дисс. к.г.-м.н. Москва, 2014. 165 с.
9. Никитина Е.С., Прохоров Д.А. Закономерности локализации оруденения, минеральный состав руд и рудовмещающих пород уранового месторождения Кореткондинское (Витимский урановорудный район) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2012. № 6. С. 44-50.
10. Печенкин И.Г., Грушевой Г.В. Металлогения ураноносных осадочных бассейнов Евразии. М.: ВИМС, 2015.
11. E. S. Kuznetsova, V. A. Domarenko, I. A. Matveenko. Petrographic-geochemical characteristics of granitoids and their epigenetic alteration products in paleovalley fields (Vitim uranium-ore site) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2016. V. 43. № 1.

АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕННОСТИ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТИПА «НЕСОГЛАСИЯ» В АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

Р.А. Леденгский

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Месторождения «типа несогласия» относятся к группе урановых месторождений, которые не проявлены или слабо проявлены с поверхности в гамма- и гамма-спектрометрических полях. Хотя первые месторождения урановорудных провинций (УРП) Атабаска, Раббит-Лейк, Ки-Лейк и Мидуэст и были обнаружены при аэrorадиометрических поисках по развалам радиоактивных валунов, дальнейшие радиометрические поиски оказались безуспешными [6]. Как показал опыт, целенаправленный поиск месторождений традиционными радиометрическими методами зачастую затруднителен и требует комплексирования и привлечения ряда других методов структурной и разведочной геофизики [1].

Опыт работ в известных урановорудных провинциях показывает, что залогом успеха поисков является стадийность – переход от мелкомасштабных прогнозных работ к крупномасштабному специализированному картированию, одним из обязательных элементов которой служат прогнозные работы масштаба 1:200 000 [7]. При поисках слабо проявленных месторождений «типа несогласия» в Канаде и Австралии ведущими были признаны нерадиометрические геофизические методы, а главными — методы обнаружения проводящих графитсодержащих горизонтов в фундаменте, позволяющие обнаружить такие проводники на глубинах более 500 м [6].

На стадии среднемасштабного прогноза (1:200 000), наряду с общепринятыми методами структурной геофизики (гравиметрическая, магнитная и аэрогамма-спектрометрическая съемки), приобретают все большее значение методы электроразведки. Проведенный анализ применимости аэрогеофизических методов на стадии среднемасштабного прогноза месторождений «типа несогласия» указывается ниже.

Методы электроразведки (особенно в электромагнитной модификации) занимают ведущее положение, на их результатах основывается последовательная локализация перспективных площадей и картирование комплексов пород и тектонических нарушений с высокой электропроводностью [7]. Методами аэроэлектроразведки производится выделение проводящих зон крутопадающих графитсодержащих пластов под покровом песчаников Атабаска мощностью до 700 м. В определенных случаях удается разбрасывать зоны, не связанные с графитсодержащими горизонтами и иными геологическими элементами (разрывными нарушениями) [6]. Урановое оруденение месторождений «типа несогласия» имеет пространственную связь с горизонтами и зонами сульфидсодержащих пород «пестрой» серии и, особенно, графитсодержащих пород основания. Эти горизонты,

называемые «кондукторами», характеризуются минимумами кажущегося электрического сопротивления, на порядок и более отличающиеся от вмещающих пород [7]. Мощности платформенного чехла также определяются по значениям кажущегося электрического сопротивления: для субплатформенных впадин – $n \cdot 100 \div 2000$ Ом·м, для фундамента – $1000 \div 6000$ Ом·м. Также снижением электрического сопротивления (до $n \cdot 10 \div 100$ Ом·м) характеризуются проявления гидротермально-метасоматических изменений (пропилиты, изменения аргиллизитового и эйситового типов, турмалин-слюдистые изменения) [5].

Методы магнитной съемки позволяют изучать литологию и структуру погребенного складчатого фундамента, производить картирование проявлений субщелочного базальтоидного магматизма (дайковые серии), оценивать мощность осадочного чехла. Магнитные поля УРП обусловлены метаморфическими (амфиболитовая фация) преобразованиями пород кристаллического фундамента, в составе которого присутствуют породы с разной магнитной восприимчивостью: немагнитные сильнометаморфизованные графитизированные метапелиты (электронные проводники) и магнитные метааркозы [7]. Происходит повышение магнитной восприимчивости пород с увеличением их компетентности (графитовые метапелиты - субметапелиты - метааркозы). Также в магнитном поле выделяются аномалии, иногда высокой интенсивности ($n \cdot 10^3$ нТл), связанные с проявлением контактово-метасоматических изменений пород фундамента в процессе его гранитизации и гидротермально-метасоматических изменений вдоль тектонических нарушений [5].

Гравиразведка эффективна при моделировании глубинного разреза как района в целом, так и отдельных рудных полей и локальных перспективных структур. Месторождения урана «типа несогласия» представляют собой обширные региональные ареалы дорифейской гранитизации, сформированные за счет трансформации «пестрых серий» и подстилающих комплексов. Они фиксируются масштабными зонами разуплотнения земной коры на полную ее мощность, а в краевых частях этих зон достигают минимумов Δg в -90 мГал («ось Атабаска»). Гравитационные поля УРП характеризуют степень гранитизации пород фундамента. Для практически неизменных пород «останцев» характерно более высокое гравитационное поле ($\sigma = 2760$ кг/м³, свыше -54 мГал), для полностью гранитизированных пород оно снижается до -62 мГал и менее ($\sigma = 2620$ кг/м³) [7].

Воздушные радиометрические съемки имеют ограниченное применение. На общем низком радиоактивном фоне пород платформенного чехла отчетливо выделяются аномальные полосы, обусловленные развалами «радиоактивных валунов». Однако в ряде случаев зафиксированы интенсивные радиометрические аномалии (более 20—30 мкР/час) на общем низком фоне (менее 2-3 мкР/час), что явилось прямым указанием на наличие ряда месторождений (Клаф-Лейк и др.) [6]. Проведенная в бассейне Атабаска региональная аэрогамма-спектрометрическая съемка показала, что центральные части бассейна, выполненные кварцевыми песчаниками рифея, имеют низкий фон <3 мкР/час. Радиометрические аномалии в 6-15 мкР/час наблюдаются в северной части территории над породами кристаллического фундамента и в восточной части блока Волластон. Проведенная в пределах территории Пайн-Крик рекогносцировочная аэрогамма-спектрометрическая съемка показала относительно высокий радиометрический ее фон — около 5 мкР/час, в том числе в районах, перекрытых палеозойскими осадочными породами. Крупные аномалии и низкая величина Th/U (0,02) выявлены над урановыми месторождениями Набарлек, Рейнджер и Кунгарра в Северной Австралии [7]. Также, существует ряд работ, свидетельствующий о высокой эффективности аэрогамма-спектрометрической съемки при геологическом картировании и поисках урана [2].

Отмечается, что выбор рационального комплекса исследований, который позволил бы достоверно прогнозировать месторождения «типа несогласия», зависит от особенностей исследуемой территории — характера физико-ландшафтных обстановок, ее геологического строения. Также на выбор комплекса влияет наличие или отсутствие наследования рудоконтролирующих структур фундамента в породах чехла.

Если исходить из аналогии с известными месторождениями Австралии и Канады, то при выборе районов для поисков месторождений «типа несогласия» на территории России, а в частности, в Восточной Сибири, то заслуживают внимания краевые части Анабарского щита [3]. Анабарский щит в металлогеническом отношении входит в состав слабо изученной Анабаро-Оленекской комплексной потенциально урановорудной провинции. Проведенные за последнее время прогнозно-металлогенические исследования позволяют надеяться на выявление в этой древнейшей структуре земной коры урановых и комплексных месторождений [5].

Анабарский щит обладает высокими перспективами обнаружения классических месторождений «типа несогласия». Наиболее важными в прогнозном плане являются участки предрифейской зоны структурно-стратиграфического несогласия, картируемые над длительно живущими тектоно-флюидитными зонами — Биляжской, Котуйкан-Монхоолинской, Маганской, Северо-Анабарской [3].

Компьютерный прогноз по восточному обрамлению Анабарского щита дал отрицательную оценку, а наземные геолого-геофизические исследования с применением колонкового бурения это подтвердили. На западном же обрамлении Анабарского щита компьютерным прогнозом выделено 11 перспективных зон и узлов, перспективных на обнаружение УРП «типа несогласия» в связи с предрифейским и вендским несогласиями [1].

В 2005-2007 г. Норильским филиалом ФГБУ «ВСЕГЕИ» были осуществлены комплексные аэрогеофизические работы масштаба 1:200 000 в рамках объекта «Оценка перспектив выявления промышленных урановых месторождений с богатыми комплексными рудами в западной части Анабарского щита на основе прогнозно-поисковых работ масштаба 1:200 000-1:25 000» [4].

В результате этих работ получен комплект геофизических карт на площадь работ в соответствии с требованиями инструктивных и методических документов: карта содержаний U, Th, K масштаба 1:200 000; карта мощности экспозиционной дозы масштаба 1:200 000; карта изолиний (ΔT)_а масштаба 1:200 000; карта аномального магнитного поля масштаба 1:200 000; карта электропроводности масштаба 1:25 000; комплект

карт геолого-геофизической интерпретации масштаба 1:200 000; карта перспектив ураноносности с выделением участков для проведения поисково-оценочных работ. Фактическим итогом работ явилось составление схематической прогнозно-металлогенической на уран карты западной части Анабарского щита масштаба 1:200 000. Для исследуемой площади были намечены два основных типа потенциально рудолокализирующих структур: тектоно-флюидитные зоны длительного развития (Маганская, Котуйкан-Монхоолинская, Северо-Анабарская и Биляхская ТФЗ) и зона структурно-стратиграфического несогласия предрифейского возраста (Мукунская зона). Указаны площади I и II очереди (Мукунская потенциально урановорудная зона, Турунг-Тугуттурский потенциально урановорудный район), рекомендуемые для проведения прогнозно-поисковых работ масштаба 1:50 000 и комплексных аэрогеофизических работ масштаба 1:25 000. Для выделенных потенциально урановорудных зон был произведен подсчет прогнозных ресурсов категории P_3 – 240 тыс. т. [4].

Полагаем, что на основании полученных данных, на участках I очереди следует поставить комплекс геологоразведочных работ масштаба 1:50 000-1-25 000 с учётом опыта прогнозно-поисковых работ в Канаде и Австралии.

Литература

1. Голомолзин В.Е., Высокоостровская Е.Б., Краснов А.И., Мац Н.А. Современные геофизические технологии при прогнозно-поисковых работах на уран // Разведка и охрана недр. 2009. – №3. – С. 46–54.
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. Молчанов А. В. Металлогения урана Алданского и Анабарского щитов: автореф. дис. д-ра г.-м. наук. – Санкт-Петербург, 2004. – 48 с.
4. Молчанов А.В., Онищенко А.Н. Информационный геологический отчет по выполненным работам за 2005-2007 гг. по объекту «Оценка перспектив выявления промышленных урановых месторождений с богатыми комплексными рудами в западной части Анабарского щита на основе прогнозно-поисковых работ масштаба 1:200 000-1:25 000» // ФГУП «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург, Норильск, 2007.
5. Молчанов А.В., Проскурнин В.Ф., Гавриш А.В., Лазарев Ф.Д., Ходжаев Д. К. Перспективы промышленной ураноносности севера центральной Сибири (на примере Анабарского щита и Таймыро-Североземельской складчато-надвиговой области) // Региональная геология и металлогения. 2007. – №32. – С. 88–102.
6. Пакульнис Г.В. Шумилин М.В. Месторождения урана типа «несогласия» района Атабаска (Канада): аналитический обзор зарубежных публикаций // Минеральное сырье. 2005. – №17. – 102 с.
7. Прогнозирование и комплексное изучение рудных районов, перспективных на выявление урановых месторождений типа несогласия: методическое руководство // под ред. Г. В. Афанасьева. Москва, Санкт-Петербург: Геокарт Геос, 2006. – 201 с.

ПРОЯВЛЕННОСТЬ ВТОРИЧНЫХ ОРЕОЛОВ РАССЕЙНИЯ ЗОЛОТА В РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЯХ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РУДНОГО ПОЛЯ АМАМУРИ (РЕСПУБЛИКА ГАЙЯНА)

Т. Г. Макаревич

*Научный руководитель доцент В. А. Домаренко
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Кооперативная Республика Гайана – государство, расположенное на северо-восточном побережье Южной Америки. С севера омывается Атлантическим океаном, на западе граничит с Венесуэлой, на юге — с Бразилией, на востоке — с Суринамом. Участок «Амамури» находится в северо-западной части Республики, на севере округа Куюни-Мазаруни. Рельеф местности – переходный от высокого пластово-равнинного плоскогорья к низкому цокольно-всхолмленному плоскогорью: мелкогорно-холмистый, пологоволнистый с невысокими (до 260 м) холмами. Непосредственно на участке работ превышения составляют от 120 м (ручей Амфиболитовый) до 215 м (перевал в центральной части участка). Климат субэкваториальный, жаркий и влажный [4].

Площадь «Амамури» расположена в пределах северной окраины Гвианского кристаллического массива (щита), сложенного, преимущественно, гранитами, гнейсами и кристаллическими сланцами раннего протерозоя (около 2 млрд. лет). Одним из основных структурных элементов Гвианского щита является гранит-зеленокаменный комплекс Birimian, в который, входит надгруппа зеленокаменных поясов Warana-Mazaruni. Зеленокаменные породы надгруппы Warana-Mazaruni и гнейсы архей-протерозойского возраста прорваны интрузиями гранитов Trans-Amazonian серии, а также основными и ультраосновными породами ранне-среднего проерозоя.

Рудная минерализация на участке представлена пиритом, пирротинном, самородным золотом. Самородное золото ассоциирует с сульфидами, а также образует самостоятельные выделения в кварце и латеритной коре выветривания. Золото в кристаллах обычно тонкое – мелкое, достаточно распространено. Источником такого типа золота могут являться высокотемпературные метасоматиты (в т.ч. грейзены). Вмещающими породами являются амфиболиты протерозойского возраста [4].