

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмин А.М. Ученые Томска в изучении золотоносности Сибири // Известия Томского политехнического института. – 1972. – Т. 201. – С. 3–8.
2. Академик В.А. Обручев. Избранные труды. Т. III. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 568 с.
3. Академик В.А. Обручев. Избранные труды. Т. IV. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 392 с.
4. ЦНИГРИ и развитие минерально-сырьевой базы СССР. – М., 1984. – С. 32–35.
5. Коробейников А.Ф. Геология, геохимия, условия образования, прогнозирование и поиски месторождений благородных металлов: итоги исследований // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 2. – С. 192–199.

Поступила 10.09.2008 г.

УДК 552.161.550.42

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА РАДИОАКТИВНОЕ СЫРЬЁ В ЦЕНТРАЛЬНО-СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ

В.А. Домаренко, Е.А. Воробьёв**, В.И. Молчанов*, А.К. Мазуров

Томский политехнический университет
*ФГУП «Березовгеология», г. Новосибирск
**ФГУП «Урангео», г. Москва
E-mail: DomarenkoVA@ignd.tpu.ru

Приведены краткие сведения об основных геолого-промышленных типах месторождений урана Центрально-Сибирского региона, условиях их залегания, параметрах рудных тел. Оцениваются перспективы выявления новых месторождений в нетрадиционных геолого-структурных обстановках.

Ключевые слова:

Уран, радиоактивное сырьё, Центральная Сибирь, поиски, оценка, перспективы.

В 1945 г. приказом председателя Государственного Комитета по делам геологии Н.И. Малышева организуется Первое Главное геологоразведочное управление (ПГГУ), в задачи которого входит организация и руководство поисково-разведочными работами на уран на всей территории СССР [1–5].

Хотя Комитет по делам геологии направил основные научные и инженерные кадры, а также технические и материальные средства на обеспечение работ, результаты поисков, проведенных в 1946–1947 гг., были признаны неудовлетворительными. Для улучшения организации и повышения эффективности работ в 1947–1948 гг. было создано 10 специализированных экспедиций, в том числе в Центрально-Сибирском регионе – Березовская (г. Новосибирск).

Экспедиция в начале своей деятельности проводила работы в пределах Новосибирской, Томской, Кемеровской областей и Алтайского края и при ревизии известных месторождений полезных ископаемых выявила урановую минерализацию в железных рудах Горной Шории и Кузнецкого Алатау.

С целью форсирования поисков и разведки радиоактивных руд в Красноярском крае все проводимые по этому направлению геологоразведочные работы в крае были переданы Спецуправлению «Енисейстрой». Работами «Енисейстрой» были выявлены и разведаны Усть-Ангарское, Монастыревское, Чалгызхырское, Кавказское, Дикое озеро и

ряд других месторождений и рудопроявлений урана. К сожалению, ни одно из них ввиду небольших запасов или низких содержаний не было вовлечено в промышленную эксплуатацию, хотя руды Усть-Ангарского месторождения и Кавказского рудопроявления использовались или, по крайней мере, исследовались при создании первых атомных бомб. В связи с более значительными открытиями в других частях СССР – на Кавказе, Украине, Средней Азии и Казахстане – геологоразведочные работы СУ «Енисейстрой» в 1955 г. были прекращены. Для дальнейшего изучения территория Красноярского края была передана Горной экспедиции, а в 1959 г. – Березовской экспедиции, позднее Производственному геологическому объединению (ПГО) «Березовгеология».

С начала 60-х гг. прошлого века наряду с временными полевыми подразделениями Березовской экспедицией создаются крупные стационарные партии, которыми выявляются Лабышское и Базасское месторождения в Горой Шории, Кедровое, Оленьи и Осинское на Енисейском крыже, Солонечное, Рассохинское и Рябиновое в Восточном Саяне, Приморское и Оглахтинское в Минусинских впадинах, Онкажинское в Туве.

Большая работа по изучению ураноносности Центрально-Сибирского региона выполнялась подразделениями территориальных геологических управлений по линии массовых поисков и специа-

лизированного геологического картирования. В результате их работ были выявлены Пригородное, Быстрое и месторождения урана, Ампалыкское уран-железорудное месторождение, Карасугское уран-редкоземельное, аномальная зона «Алега» и другие перспективные проявления.

Резкое сокращение объемов финансирования в начале 90-х гг. привело к ликвидации шести из семи специализированных производственных подразделений ФГУПП «Березовгеология» и прекращению работ по линии массовых поисков урана. Ведут специализированные геологоразведочные работы лишь Сибирский филиал (СФ) ФГУПП «Березовгеология» и Байкальский филиал (БФ) «Сосновгеология».

Перспективная оценка Центрально-Сибирского региона на уран

В пределах рассматриваемого региона к настоящему времени известны объекты (месторождения и рудопроявления) практически всех промышленно-генетических типов уранового и урансодержащего оруденения. Однако, в настоящее время промышленный интерес представляют лишь гидрогенные месторождения, формирующиеся в отложениях платформенного чехла и палеодепресссионных структурах на окислительно-восстановительных барьерах, а также месторождения с богатыми рудами, локализующиеся в зонах древних структурно-стратиграфических несогласий (ССН) и других благоприятных геолого-структурных обстановках.

1. Гидрогенные месторождения

Перспективы выявления промышленного гидрогенного уранового оруденения связываются с окраинами Западно-Сибирской плиты, которая является крупной урановой металлогенической провинцией. Рудообразующие эпигенетические процессы окислительного ряда в пределах плиты объективно проявлены, хотя их рудный потенциал пока не сопоставим с рудоносными территориями востока Туранской плиты. Процесс пластового окисления в чехле Западно-Сибирского региона достоверно доказан лишь на нескольких рудопроявлениях и месторождении Михайловском, в то время как грунтовое окисление в локальных морфоструктурах – палеодолинах – сопровождается промышленным уранонакоплением (Далматовское, Хохловское, Добровольное, Малиновское и другие месторождения). Для юга Западно-Сибирской плиты выделяются следующие эпохи грунтовых и пластово-грунтовых окислительных процессов, несущих урановое оруденение: позднемезозойская (90...120 млн л), позднекайнозойская (25...30 млн л) и новейшая (2...2,5 млн л). Первая из них, главенствующая, представлена месторождениями Малиновским, Тыштымским, Новым и др., вторая – Пригородным, Смоленским, Михайловским. К новейшей эпохе рудообразования относятся некоторые проявления урана на Кулундинской и

Обской площадях. В Приенисейской части Западно-Сибирской плиты возможно выявление уранового оруденения, обусловленного подземным стоком с Енисейского кряжа.

Выявленные объекты могут быть отнесены к двум типам:

- эпигенетическое оруденение, связанное с пластово-грунтовым окислением в палеодолинах (Малиновское, Тыштымское, Смоленское, Пригородное, Быстрое месторождения);
- эпигенетическое оруденение в зонах грунтового и предположительно грунтового-пластового окисления в плащеобразно залегающих пачках глинисто-песчаного состава (месторождение Новое, рудопроявление Михайловское, Ледяшевское и др.).

Наиболее изученным является Малиновское месторождение, расположенное в Кемеровской области. Месторождение размещается в палеодолине, врезанной в палеозойские породы фундамента и выполненной юрско-меловыми отложениями чехла Чулымо-Енисейской впадины. Долина выражена в виде линейного желоба шириной 3...5 км при глубине вреза 100...350 м, прослеженного бурением более чем на 50 км.

По результатам поисково-рекогносцировочного и поискового бурения выявлены Восточная и Западная ураноносные зоны, прослеженные на 30 км и локализующиеся на выклинивании зоны пластово-грунтового окисления в основном в разнотернистых песках баженовского продуктивного горизонта.

Восточная рудоносная зона вмещает основное урановое оруденение. Содержание урана от сотых долей процента на мощность 1,4 м до 0,263 % на 7,9 м. Уран образует собственные минеральные формы: урановые черны (20...30 %), настуран (20...30 %), коффинит (30...40 %) и в небольшом количестве сорбирован глинистыми минералами, хлоритом и органическим веществом. В рудах установлены повышенные концентрации селена – до 0,138 %, ванадия – до 0,1 %, молибдена – до 0,045 %, меди и цинка – до 0,15 %, свинца, мышьяка, германия, иттрия, никеля, кобальта. По результатам лабораторных исследований технологических проб руды пригодны для отработки способом подземного выщелачивания.

Западная рудоносная зона характеризуется бедным урановым оруденением. Содержание урана не превышает первых сотых долей процента на мощность до 1,8 м.

Дальнейшие перспективы выявления промышленного уранового оруденения гидрогенного типа в краевой части Западно-Сибирской плиты связываются с Кулундинской и Приенисейской площадями. Значительными перспективами обладает и Приангарская впадина, являющаяся связующим звеном между Западно-Сибирской плитой и Сибирской платформой, в пределах которой выявля-

ны месторождение Быстрое и рудопроявление Зимнее и Рождественское. В пределах Приангарской впадины по данным структурной геофизики выделяется целый ряд линейных зон разуплотнения, возможно, связанных с палеоврезами различного возраста.

Перспективы выявления крупных промышленных объектов эпигенетического инфильтрационного (водородного) типа в слаболитифицированных отложениях обрамления Западно-Сибирской плиты (до экономически значимых глубин (400...600 м), в том числе палеодолинного (палео-Обь, палеоКия, палеоЧулым и т. д.) базируются как на общих региональных, так и локальных критериях и признаках. Прежде всего это:

- развитие гидрогеологических структур артезианского типа;
- существование длительных периодов процессов корообразования триасового, мел-палеогенового возрастов;
- наличие специализированных на уран геологических формаций (гранитоиды Чебулинского типа, углеродисто-кремнистых сланцев, черных аргиллитов, известных в пределах Западно-Сибирской плиты, как «баженовиты»);
- наличие признаков развития зон пластового окисления (красноцветные, жёлтоцветные пески и т. д.) и пород с восстановительными свойствами (тёмно-серые осадки с органическим материалом и сульфидами);
- распространенность подземных вод с широким диапазоном концентраций урана (от 10^{-8} до 10^{-4} г/л);
- обнаружение солевых отложений из подземных источников питьевого водоснабжения с аномальными содержаниями $U = n \times 10$ мг/кг;
- наличие проявлений и месторождений урана, не получивших на сегодняшний день необходимой геолого-экономической оценки, в том числе в торфяниках и углях.

Эти и другие данные позволили Г.М. Шору составить прогнозно-минералогические карты на уран территорий вышеназванной территории, которые в общем плане свидетельствуют о весьма высокой перспективности выявления водородных (в самом широком смысле этого слова) месторождений урана. Эти общие прогнозные построения требуют более углубленной проработки на основе средне – (1:1 000 000) и крупномасштабного (1:50 000) прогнозирования.

2. Месторождения в зонах структурно-стратиграфического несогласия (ССН)

Если исходить из аналогии с известными месторождениями Австралии и Канады, то при выборе районов для поисков месторождений «типа нес-

огласия» в Центрально-Сибирском регионе наиболее подходят Анабарский щит, Енисейский кряж и Протеросаян, в пределах которых субплатформенные образования позднего протерозоя представлены красноцветными и пестроцветными плохо отсортированными конгломератами, песчаниками, алевролитами, с резким несогласием залегающими на архейско-раннепротерозойском фундаменте. В фундаменте распространены горизонты хорошо проводящих черных графитосодержащих сланцев и гранито-гнейсовые купола. Терригенные толщи субплатформенного чехла залегают на коре выветривания пород фундамента (реголите). Активизационные процессы выражены в широко проявленной тектоно-магматической деятельности.

Ранее проведенными работами в области развития зон ССН подтверждено развитие урановородного процесса. Так в породах фундамента выявлены месторождения Осинское, Кременецкое, рудопроявления Кутукасское, Ясное, Полярное (Енисейский кряж), Безымянное, Меридиональное, Рденское (Восточный Саян), в субплатформенных терригенно-вулканогенных образованиях – месторождения Кедровое, Олень (Енисейский кряж), Солонечное, Рассохинское (Восточный Саян). Следует оговориться, что месторождения и рудопроявления Восточного Саяна, локализующиеся в девонских существенно вулканогенных образованиях, рассматриваются нами как свидетельство проявления урановородного процесса в приконтактных частях субинтрузивных тел, прорывающих терригенно-вулканогенный чехол, и в породах фундамента (в подэкранной обстановке). Выявленные месторождения характеризуются бедными и рядовыми рудами с содержаниями урана 0,03...0,1 %, редко выше. Из сопутствующих отмечается медь до 1 %, золото 1...29 г/т (Кедровое, Олень месторождения). Целенаправленного изучения ураноносности зон ССН не проводилось.

Что касается Анабарского щита, геолого-структурная обстановка которого наиболее близка к типичной для месторождений зон ССН, то его перспективность подтверждается выявлением массовыми поисками в породах архейского фундамента рудопроявления Мэрку с содержанием урана до 1,03 %, а в перекрывающих рифейских терригенных отложениях рудопроявления Баалыга-Суох с содержанием урана до 2 %. Однако, в связи с организационными трудностями изучение ураноносности зоны ССН не проводилось.

Проведенные в Центрально-Сибирском регионе работы позволяют рассматривать в качестве перспективных на выявление богатого уранового оруднения в связи с зонами ССН и другими благоприятными геолого-структурными обстановками Кутукасскую и Южно-Енисейскую площади Енисейского кряжа, Манскую и Туманшетскую-Восточного Саяна, а также наименее изученную северо-западную часть Анабарского щита.

3. Месторождения песчаникового типа в палеозойских межгорных впадинах

В этом разделе рассматриваются месторождения палеозойских Тувинской и Минусинских межгорных впадин, имеющие много общего с гидротермальными месторождениями Западно-Сибирской плиты, но локализующиеся в литифицированных, претерпевших диагенез, терригенных толщах. Эти месторождения характеризуются, в большинстве, случаев почти согласными рудными залежами и близки к месторождениям плато Колорадо, рудному поясу Грантс (в США) и др.

Наиболее интересными и изученными являются месторождение Приморское и Оглахтинское в Минусинских впадинах, Усть-Уюкское и Онкажинское в Тувинской.

Месторождение Приморское расположено в бортовой части Сыдо-Ербинской впадины. Рудное поле месторождения имеет протяженность до 10 км при ширине 0,4...0,8 км и сложено, в основном, девонскими пестроцветными терригенными отложениями, перекрытыми туфогенно-осадочными породами нижнего карбона. Рудовмещающими являются красноцветные песчаники, алевролиты, реже, гравелиты, ритмично переслаивающиеся с горизонтами серо-зеленоцветных алевролитов, алевропелитов, песчаников, битуминозных мергелей.

На площади месторождения выявлено четыре ураноносных горизонта, залегающих в 120, 140...190, 240 и 380 м ниже кровли девонских отложений. Главные рудные залежи месторождения приурочены к Среднему (140...190 м) горизонту мощностью от 1,5...3 м до 5...6 м, редко, 8...11 м. Руды высококонтрастные алюмосиликатно-карбонатного типа с содержанием урана 0,26...0,40 % на мощность 0,15...0,40 м. Урановые минералы – коффинит и настуран – образуют тонкую вкрапленность, гнездообразные и линзовидные скопления.

На основании Техничко-экономического доклада, составленного в 1975 г. месторождение признано промышленным и отнесено в резерв.

Представляется целесообразным продолжить геолого-экономическую оценку месторождений песчаникового типа в палеозойских впадинах в различных вариантах отработки, включая возможность проходки вместо шахтных стволов наклонных спиралевидных съездов с использованием специальных автосамосвалов для вывозки руды, что существенно сокращает капитальные затраты, а также применение кучного или подземного выщелачивания.

4. Месторождения урана в вулканогенных породах

Наиболее широко урановое оруденение данного типа распространено в пределах Агульского прогиба (месторождения Рябиновое, Магнитное и Чагинское, образующие единый рудный узел) и Дербинско-Бирюсинской структурно-формационной зоны (Солонечное и Рассохинское месторождения) Восточного Саяна.

Наиболее изучено Рябиновое месторождение, расположенное в юго-западной части Агульского прогиба и приуроченное к южной части Чернореченской вулканогенно-тектонической депрессии, имеющей площадь около 300 км². В центральной части Чернореченской депрессии выявлена субширотная рудоносная зона протяженностью 3,5 км при ширине от 50...130 м до 400 м, которая вмещает рудные залежи штокверкового типа мощностью от 1,0 до 70 м с содержанием урана от 0,01 до 0,966 %. Урановая минерализация представлена настураном, уранинитом, браннеритом и коффинитом, сопутствующая – гематитом, пиритом, марказитом, галенитом, сфалеритом и молибденитом.

Урановые, молибден-урановые месторождения в вулканогенных образованиях региона, в основной своей массе характеризуются низкими запасами, бедными рудами, требуют применения горного способа отработки и в настоящее время не представляют промышленного интереса.

5. Молибден-урановые месторождения в зонах дробления древних черносланцево-известковых толщ

В Центрально-Сибирском регионе к данному типу относятся Лабышское и Базасское месторождения Горной Шории.

Лабышское месторождение расположено в юго-западной части Батенёвско-Мрасского антиклинория и локализовано в зоне Кузнецко-Алатауского глубинного разлома. Месторождение сложено метаморфизованными осадочными и вулканогенными породами синийского и кембрийского возраста, прорванными Верхне-Кондомской интрузией гранитоидов.

Урановое оруденение слагает линзо-, жило- и столбчатые рудные тела протяженностью до 400 м при мощности от десятков см до 15 м. Руды высококонтрастные, содержание урана в рудах от 0,03 до 4 %, в отдельных штуфах – 10...15 %. Главным урановым минералом является урановая смолка, в единичных случаях – урановая чернь, коффинит и браннерит. Текстуры руд прожилковые, брекчиевые. Сопутствующие минералы – пирит, иордизит, арсенипирит, халькопирит, сфалерит, теннантит, сафлорит, раммельсбергит, гематит, самородный мышьяк, реальгар, аурипигмент, керит.

Месторождение мелкое по масштабам, запасы утверждены Территориальной комиссией по запасам Первого Главного Геологоразведочного объединения (Первый главк).

Дальнейшие перспективы района Лабышского и Базасского месторождений связываются с изучением ураноносности зоны несогласного налегания красноцветных терригенных отложений девона на венд-кембрийские карбонатно-черносланцевые толщи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Домаренко В.А., Еханин А.Г. Состояние минерально-сырьевой базы радиоактивного сырья Красноярского края, республик Хакасия, Тыва и перспективы её развития и освоения // Сборник КНТС – УРАНГЕО-ВИМС / Под ред. Г.А. Машковцева. – М.: Изд-во ВИМС, 2000. – С. 48–50.
2. Домаренко В.А., Молчанов В.И. и др. Основные результаты и перспективы развития геологоразведочных работ на радиоактивные и сопутствующие им полезные ископаемые в Красноярском крае // Геологическая служба Красноярья / Под ред. С.С. Сердюка. – Красноярск: Изд-во КНИИГИМС, 2000. – С. 248–264.
3. Домаренко В.А., Рихванов Л.П., Молчанов В.И., Рубинов И.М. Перспективы Обь-Енисейской водосборной системы на выявление промышленных месторождений радиоактивного сырья // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы ТЭК Сибири / Под ред. В.А. Домаренко. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 92–100.
4. Еханин А.Г., Домаренко В.А., Молчанов В.И. Золото-урановые с платиноидами месторождения «типа несогласия» и перспективы их обнаружения в Красноярском крае // Геология и минеральные ресурсы Центральной Сибири. 2000 / Под ред. С.С. Сердюка. – Красноярск: Изд-во КНИИГИМС – С. 133–143.
5. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.

Поступила 10.09.2008 г.

УДК 553.94(571.5):553.078

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕЙ В СИБИРИ

С.И. Арбузов, Л.П. Рихванов

Томский политехнический университет
E-mail: siarbuzov@mail.ru

Выполнен историко-научный анализ геохимических исследований углей в Сибири. Показаны основные достижения в области изучения геохимии неорганических компонентов в углях Сибири. Отмечена тенденция возрастания интереса к элементам-примесям в углях как с точки зрения качества углепродукции, так и как к потенциальному сырьевому источнику многих ценных металлов. Для эффективного освоения редкометалльного потенциала углей региона необходимо проведение комплексных исследований угольных месторождений и бассейнов на основе государственной программы, для реализации которой должны быть привлечены специалисты самых разных отраслей знаний.

Ключевые слова:

Геохимия, редкие элементы, уголь, угольные бассейны, Сибирь, история исследования.

В Сибирском регионе сосредоточено более 30 % мировых ресурсов угля. Колоссальный ресурсный потенциал и высокие перспективы роста угледобычи требуют научно обоснованного подхода к его освоению.

В Сибири в той или иной мере проявились все основные эпохи угленакопления, известные на планете. На сравнительно небольшой территории, включающей в себя эпипалеозойскую Западно-Сибирскую плиту, Алтае-Саянскую складчатую область и западную часть Сибирской платформы, сосредоточена колоссальная масса захороненного органического вещества разного возраста и различной степени метаморфизма. Возрастной диапазон угленосных отложений колеблется от среднего девона до неогена. Не прекращается накопление и захоронение органического вещества и в настоящее время, о чем свидетельствует наличие на территории Сибири погребенных торфяников и крупнейших на планете современных болотных массивов.

С момента описания «огнедышащей горы» по р. Томь Д.Г. Мессершмидтом в 1720–1722 гг. и проверки В.М. Татищевым заявки о находке М. Волковым угля на берегу р. Томи интерес к изучению

важнейшего для человечества источника энергии в Сибирском регионе остается постоянным и все возрастающим.

Комплексный подход к изучению и освоению минерально-сырьевой базы, отличающий томскую геологическую школу, нашел свое отражение и при исследовании угольных месторождений. На первых этапах изучения угольных месторождений Сибири прежде всего анализировались геологические условия залегания угольных пластов, определялись их мощности, запасы угля и доступность его для освоения, технологические свойства углей. Ведущая роль в выполнении этих исследований принадлежит воспитанникам сибирской геологической школы. По существу дела они заложили основы развития угольной промышленности Сибири. Среди наиболее ярких личностей, решавших эту проблему, следует отметить А.В. Аксарина, И.Н. Звонарева, М.К. Коровина, И.И. Молчанова, Н.И. Рубанова, Ю.А. Спейта, Б.Ф. Сперанского, Н.Н. Урванцева, А.С. Хоментовского, А.З. Юзвицкого и др.

На этом этапе почти до середины XX в. практически не обсуждался вопрос о геохимических особенностях углей Сибирского региона, хотя мысль о