

стие рудоносные ювенильные воды, изливавшиеся в окраинные бассейны. В известном меднорудном районе Норильска есть также признаки медно-порфирового оруденения [4].

Модель совмещенного развития медного оруденения позволяет по иному оценить и пересмотреть перспективы известных медно-рудных регионов с позиций поиска недостающих членов саморазвивающихся рифтогенов, исходя из нелинейного мышления, не увлекаясь наиболее распространенными типами оруденения в конкретном блоке земной коры, тем самым готовясь к приятным неожиданностям; например в Кодаро-Удоканском регионе

есть перспективы обнаружения медно-никелевого с платиной оруденения Норильского типа. В полном развитом рифтогене, наиболее упорядоченном, возможны все геолого-промышленные типы известного медного и сопутствующего оруденения.

Возможность образования самоорганизующейся и саморазвивающейся неравновесной, открытой рудно-магматической системы, ее движущую силу составляют внутренняя противоречивость, нелинейные законы и неоднородность, определяемые волновым, попеременным по вертикали распределением физических и иных свойств горных пород по разному, реагирующих на импульсы энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горяинов П.М., Иванюк Г.Ю. Самоорганизация минеральных систем. – М.: ГЕОС, 2001.
2. Летников Ф.А. Процессы самоорганизации при формировании магматогенных и гидротермальных рудных месторождений // Геология рудных месторождений. – 1997. – Т. 38. – № 4. – С. 307–322.
3. Салихов В.С. Единство и многообразие промышленных типов медного оруденения // Геология и геофизика. – 1991. – № 10. – С. 71–75.
4. Дюжиков О.А., Дистлер В.В., Струнин Б.М. и др. Геология и рудоносность Норильского района. – М.: Наука, 1988. – 279 с.
5. Грабежев А.И., Карпенко А.М., Савельев В.П. и др. Тарутинское скарново-медно-порфировое месторождение // Доклады АН СССР. – 1990. – Т. 311. – № 2. – С. 451–454.
6. Минина О.В. Ауэрбаховская комплексная рудно-магматическая система на Среднем Урале // Отечественная геология. – 1994. – № 7. – С. 17–22.

Поступила 10.09.2008 г.

УДК 553.469(571.51)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ ГЕРМАНИЯ В НИЖНЕМЕЛОВЫХ ЛИГНИТАХ КАССКОЙ ПЛОЩАДИ

А.Ю. Озерский, А.Г. Еханин*

ОАО «Красноярская горно-геологическая компания»

*Управление по недропользованию по Красноярскому краю

E-mail: ozerski@krasgeo.ru

Рассматриваются новые данные по германиеносным лигнитам юго-восточной окраины Западно-Сибирской плиты. Буровыми работами в бассейне нижнего течения реки Кас в меловых отложениях выявлен перспективный участок с прогнозными ресурсами германия, составляющими 11 тыс. т. Содержания германия в руде составляют 100...280 г/т сухого лигнита или 560...3600 г/т золы. Показана необходимость проведения дальнейших целенаправленных геологоразведочных работ на германий.

Ключевые слова:

Германиевые руды, лигниты, концентрация, прогнозные ресурсы, удельная теплота сгорания, геохимия.

Находки германиеносных лигнитов на юго-восточной окраине Западно-Сибирской плиты известны с середины прошлого столетия. В 1960-х гг. Ю.И. Горький, Е.С. Мейтов и др. подтвердили данные о наличии германиеносных лигнитов в бассейнах рек Кас и Сым. По данным этих исследователей содержания германия в лигнитах составили на Нижне-Касском участке 4...543 г/т лигнита при зольности 1,7...84,8 %. В 1969 г., вследствие обнаружения германиеносных углей на Дальнем Востоке, приказом Министерства геологии СССР поисковые работы на германий в других регионах страны были прекращены. В Красноярском крае к этой проблеме вернулись в свя-

зи с реализацией Федеральной программы освоения Нижнего Приангарья [1]. В 2000 г. органы управления недрами Красноярского края поручили ОАО «Красноярская горно-геологическая компания» (ОАО «Красноярскгеология») выполнить поисковые работы на германий в бассейне рек Кас и Сым.

В административном отношении изученная площадь расположена на территории Енисейского района Красноярского края и включает в себя бассейны рек Кас и Сым, левых притоков р. Енисей (рисунок). Изученный участок недр приурочен к таежной и заболоченной Приенисейской части Западно-Сибирской равнины.

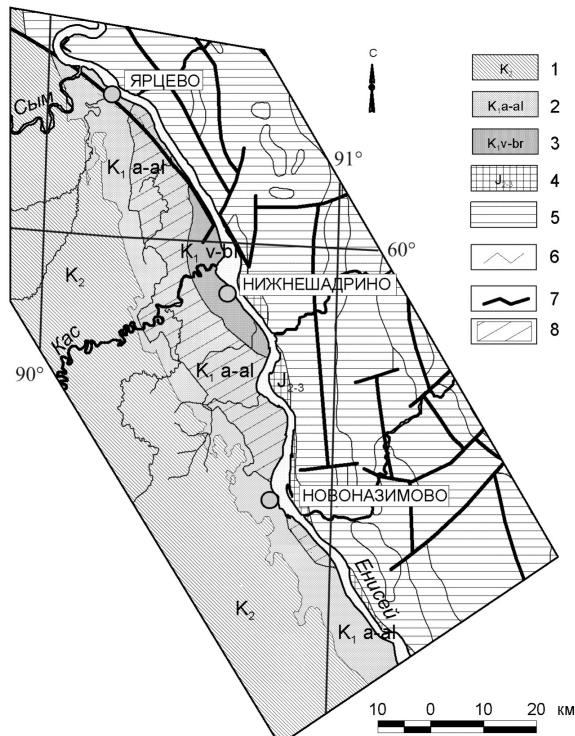


Рисунок. Схематическая геологическая карта Нижне-Касского участка: 1) Меловая система. Верхний отдел. Пески разномерные кварцевые с прослоями каолиновых глин и лигнитов. 2) Меловая система. Нижний отдел. Аптский-альбский ярусы. Пески сероцветные с прослоями глин, алевролитов, аргиллитов; лигниты. 3) Валанжинский-барремский ярусы. Глины пестроцветные и глинистые пески с прослоями алевролитов, аргиллитов, песчаников. 4) Юрская система. Средний-верхний отделы. Переслаивание сероцветных песчаников, алевролитов, глин с пластами бурых углей. 5) Докембрийские породы Енисейского кряжа. 6) Геологические границы. 7) Тектонические нарушения. 8) Площадь погружения апт-альбских пород до глубины 100 м

В 2000-2001 гг. Геоэкологической партией ОАО «Красноярскгеология» были выполнены маршрутные исследования и горные работы вдоль береговых обнажений рек Кас и Сым и их притоков. В 2003 г. были выполнены буровые работы на наиболее перспективном Нижне-Касском участке. Всего было пробурено 6 скважин, глубиной около 100 м каждая по профилю протяженностью 8 км. В бассейне р. Кас было выявлено 7 пластопересечений лигнитоносных горизонтов, а в бассейне р. Сым – 30 пластопересечений. Работы показали, что наиболее перспективным является Нижне-Касский участок, расположенный в 30 км от устья реки Кас.

Германиевые руды Нижне-Касского участка представляют собой лигниты, содержания германия в которых составляют 100...280 г/т сухого лигнита или 560...3600 г/т золы. Наиболее богатые германием лигнитоносные горизонты приурочены к аптскому и альбскому ярусам нижнего мела (рисунок). Лигнитоносные горизонты представляют собой слой слабого песчаника, насыщенные обломками лигнитов – углефицированными фрагмента-

ми древесной растительности. Лигнитоносность в пределах отдельных горизонтов варьирует от 1 до 31 %. В некоторых горизонтах встречен янтарь. Горизонты характеризуются пластообразным моноклиальным залеганием, при этом они имеют значительную протяженность. Углы падения горизонтов до 7°, падение в основном западное.

В перспективных горизонтах, представляющих интерес для добычи металла, среднее содержание германия составляет 205 г/т сухого лигнита, при разбросе концентраций 43...289 г/т. При этом распределение концентраций германия характеризуется коэффициентами вариации, не превышающими 85 %. Лигнитоносная толща подстилается среднеюрскими (батскими?) отложениями, представляющими крайнее северное продолжение угленосных структур Канско-Ачинского бассейна. В среднеюрских отложениях скважинами были вскрыты два пласта бурого лигнитоносного угля, мощностью по 0,6 м. Однако в среднеюрских угольных пластах концентрации германия значительно ниже, чем в нижнемеловых лигнитах. Они варьируют в пределах 10...16 г/т, составляя в среднем 13 г/т.

В Институте химии и технической технологии СО РАН, г. Красноярск, была оценена возможность извлечения германия из лигнитов Нижне-Касского участка и получен металлический германий. Химико-технологическими исследованиями была показана возможность непосредственного выщелачивания германия из лигнитов соляной кислотой. Выход металла в раствор составляет около 85 %. Химико-технологические исследования позволяют характеризовать лигниты как очень перспективное сырье для получения германия [2].

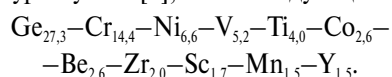
По показателям качества ископаемого топлива лигниты близки к бурым углям, что позволяет сжигать добытую руду для получения германиевого концентрата (золы), а получаемую при этом тепловую и электрическую энергию можно будет использовать для нужд рудника.

По результатам технического анализа и проведенной кодировке лигниты можно приравнять к углям марки Б, к группе 2Б и переходной подгруппе 2БВ – 2БФ. Высшая удельная теплота сгорания (Q_{daf}^{ad}) лигнитов варьирует от 5060 до 6610 ккал/кг, составляя в среднем 6265 ккал/кг. Зольность (A^d) изменяется от 3,9 до 32,9 %, при среднем значении 17,2 %. Массовая доля рабочей влаги (W^d) в среднем равна 34 %. Выход летучих веществ (V_{daf}^{ad}) – 44,9...63,8%. По содержанию гуминовых кислот встречаются как совсем неокисленные лигниты с выходом гуминовых кислот (HA_{daf}^{ad}) 5 %, так и окисленные лигниты с различной степенью окисления, достигающей 78,6%. Их средняя плотность незначительно варьирует около 1,0 т/м³, объемная масса составляет 0,94 т/м³ при зольности 3,52 %, пористость колеблется в пределах 5,05...6,0.

В составе лигнитов преобладают углерод (59,6...69,8 %) и кислород (23,8...33,9 %). Подчиненное значение имеют водород (4,6...5,4 %) и азот (0,2...0,8%). Содержание серы колеблется от 0,39 до

1,31 %. Ведущим элементом золы лигнитов является кремний (в среднем 26 %), при подчиненном значении железа (7,6 %), алюминия (7,3 %) и кальция (5,1 %). Содержания магния, калия и натрия изменяются от десятых долей до первых процентов, а содержания фосфора составляют сотые доли процента.

Различными видами анализов в золе лигнитов обнаружено присутствие 20 сопутствующих химических элементов, из которых 16 характеризуются устойчивым присутствием, их встречаемость превышает 50 %. Формула геохимической ассоциации малых элементов, рассчитанная по отношению к кларкам зол бурых углей [3], имеет следующий вид [4]:



Эта ассоциация отличается от известной Ge-Be-W ассоциации, связанной с сорбционными барьерами ископаемых углей германий-угольного типа месторождений [5, 6]. Кроме того, факторным анализом выявлена общность в накоплении германия, титана и железа [4], что подтверждает нашу гипотезу о глубоких структурно-вещественных и генетических различиях германиеносных углей и лигнитов.

Известные германий-угольные месторождения выявлены в регионах, где угленакпление протекало на фоне затухающего вулканизма на изолированных площадях небольших приразломных депрессий, а уникально высокие содержания установлены в угольных пластах, залегающих в низах угленосных мульд [5]. Названные признаки германий-угольных месторождений отсутствуют у германиеносных лигнитов юго-востока Западно-Сибирской плиты. *Во-первых*, Касская впадина не является изолированной приразломной депрессией и проявления вулканизма на обрамлении неизвестны. *Во-вторых*, высокие концентрации германия в Касской впадине приурочены не к «низам угленосных мульд», а наоборот – к надугольному комплексу. Германиеносные меловые отложения с максимальными концентрациями металла с размывом перекрывают юрскую угленосную формацию, для которой высокие содержания германия не харак-

терны. Наконец, *в-третьих*, касские лигниты, строго говоря, нельзя считать углем, они представляют собой углефицированные обломки ископаемой древесины в слоях песчаника.

Названные обстоятельства не позволяют нам отнести германиеносные лигниты восточной окраины Западно-Сибирской плиты к германий-угольному типу месторождений, скорее всего речь идет о новом генетическом типе – германий-лигнитовом. Поэтому проведение дальнейших геологоразведочных работ здесь требует применения новых специфических подходов.

Наиболее перспективным нами пока считается Нижне-Касский участок, расположенный в 30 км от устья р. Кас. Прогнозные ресурсы германия этого участка площадью 563 км² оцениваются примерно в 11 тыс. т. Горно-геологические условия Нижне-Касского участка позволяют ведение горных работ открытым способом. Добытый лигнит целесообразно перерабатывать в концентрат (золу), который возможно вывозить в течение навигации речным транспортом в г. Красноярск, на завод по производству германия.

Отрицательными факторами, требующими больших инвестиционных затрат для освоения германиеносных лигнитов, являются большая удаленность участка от основного производства германия, суровые климатические условия, сезонный характер добычи, обогащения и транспортировки. Недостаточно высокая лигнитоносность обуславливает большие объемы вскрышных горных работ [2]. Тем не менее, экономические расчеты показывают, что при условии сохранения современного уровня цен на германий, добыча германия будет рентабельной.

Окончательное подтверждение перспективности Нижне-Касского участка может быть доказано проведением целенаправленных геологоразведочных работ, которые рекомендуется провести не только в пределах Нижне-Касского участка, но и на других выявленных нами участках, расположенных ближе к г. Енисейску, а также, возможно, в других геологических структурах Западно-Сибирской плиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еханин А.Г. Проблемы германиеносности углей и лигнитов южной части Тунгусского бассейна // Сырьевые ресурсы Нижнего Приангарья. – Красноярск: Дирекция Федеральной целевой программы освоения Нижнего Приангарья в Красноярском крае, 1997. – С. 49–51.
2. Евдокимов А.П., Еханин А.Г., Кузьмин В.И., Озерский А.Ю. Новые данные по германиеносности мезозойских лигнитов в бассейне р. Кас (Красноярский край) // Геология угольных месторождений: Межвуз. науч. темат. сб. – Екатеринбург: Изд-во Уральской горно-геологической академии, 2002. – Вып. 12. – С. 181–187.
3. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справочник. – М.: Недра, 1996. – С. 10–11, 14–15.
4. Еханин А.Г., Озерский А.Ю., Евдокимов А.П. Новые данные по германиеносности и геохимии мезозойских лигнитов в бассейне р. Кас // Состояние и проблемы геологического изучения недр и развития минерально-сырьевой базы Красноярского края: Матер. докладов научно-практ. конф., посвященной 60-летию Красноярской геологии (1943–2003 гг.). 7–10 октября 2003 г., г. Красноярск. – Красноярск: КНИГиМС, 2003. – С. 169–174.
5. Озерский А.Ю., Еханин А.Г., Евдокимов А.П. Геохимические особенности германиеносных лигнитов Касской площади (Красноярский край) // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири: Матер. науч. конф., посвященной 100-летию проф. Томского политехнического ун-та П.А. Удолова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – С. 186–188.
6. Клер В.Р., Ненахова В.Ф. и др. Металлогения и геохимия угленосных и сланцесодержащих толщ СССР. Закономерности концентрации элементов и методы их изучения. – М.: Наука, 1988. – С. 140–142.

Поступила 11.09.2008 г.