

УДК 553.041; 553.69; 553.578

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕВИЗИИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ОПАЛ-КРИСТОБАЛИТОВЫХ ПОРОД В СРЕДНЕМ ЗАУРАЛЬЕ

Смирнов Павел Витальевич^{1,2},
geolog.08@mail.ru

¹ НОЦ «Геология нефти и газа» Тюменского индустриального университета,
Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38/

² Институт Геологии и Палеонтологии Технического университета Клаусталь,
Германия, 38678, Clausthal-Zellerfeld, Adolph-Roemer-Strasse, 2A.

Актуальность. Опал-кristобалитовые породы по масштабам площадного распространения и своему ресурсному потенциалу являются одним из главных видов неметаллических полезных ископаемых в Зауралье и потенциально отраслеобразующим для предприятий региона. По причине отсутствия ревизионных геологоразведочных работ, имеющиеся оценки ресурсного потенциала хоть и являются единственно представленными в литературе, но очевидно, что крайне приближены, к настоящему моменту потеряли актуальность и требуют дополнения. Ревизионные работы, с одной стороны, направлены на наращивание запасов опал-кristобалитовых пород, с другой – на дифференциацию пород продуктивной толщи по возрасту, литологии и качеству сырья на столь обширной территории. При уточнении географической структуры, систематизации объектов и оценке сырьевого потенциала Зауральской субпровинции должны учитываться не только месторождения, но и области приповерхностного залегания кремнистых отложений, потенциально перспективные на опал-кristобалитовое сырье.

Цель работы: ревизия минеральной базы опал-кristобалитовых пород, выделение перспективных участков поисковых и поисково-оценочных работ на все виды опал-кristобалитовых пород в Среднем Зауралье.

Методы исследований: полевые исследования, рекогносцировочные исследования, опробование.

Результаты. На основании изучения фондовой геологической литературы, рекомендаций тематических и геолого-съёмочных работ, а также полевых изысканий по исследованию естественных и искусственных обнажений опал-кristобалитовых пород выделены перспективные участки. Актуализирована информация по 12 перспективным на кремнистое сырье участкам, по четырем из них сведения представлены впервые. Минерально-сырьевая база опал-кristобалитовых пород имеет огромные перспективы наращивания запасов, а сами объекты расположены в районах с развитой транспортной и промышленной инфраструктурой, что упрощает их промышленное освоение и снижает объем капитальных затрат.

Ключевые слова:

Опал-кristобалитовые породы, минерально-сырьевая база, диатомит, опока, трепел, Зауралье.

Введение

Территория Зауралья является одной из самых перспективных на опал-кristобалитовое сырье с момента открытия первых месторождений в 30-х гг. в непосредственной близости от г. Камышлов и Ирбит. В 70-х гг. 107 месторождений и перспективных участков на кремнистое сырье с запасами промышленных категорий общим объемом в 174 млн м³ диатомитов и 49 млн м³ опок, разведанные на тот момент в регионе, были объединены в Зауральскую субпровинцию [1, 2]. Общий ресурсный потенциал был оценен в 15–20 млрд м³. Для сравнения, по данным Геологической Службы США [3], учтенные запасы диатомитов в США и Китае – странах-мировых лидерах по производству этой продукции – в 2016 г. составили соответственно 250 и 110 млн м³. Мировые учтенные запасы оцениваются около 1 млрд м³ [4, 5] при ежегодной добыче на уровне свыше 2 млн т [6].

Справедливым будет отметить, что все оценки ресурсного потенциала для Зауральской субпровинции несколько условны, так как ранее не была четко определена ее конфигурация и границы. Положение западной границы ввиду ее крайней изменчивости, прерывистости и локализации в пределах восточной части горного обрамления Урала вообще никогда четко не было установлено. Вос-

точной границей Зауральской субпровинции считается долгота г. Верхняя Пышма (Свердловская область) [7, 8], восточнее которой не были обнаружены выходы опал-кristобалитовых пород, существенные по мощности и площади распространения, что могло бы обеспечить возможность их разработки.

Потребность в актуализации информации о минерально-сырьевой базе опал-кristобалитовых пород определяется множеством причин. В первую очередь, на протяжении почти полувека отсутствовали сколь-либо значимые полевые и лабораторные исследования по данной теме. В период ранних исследований ресурсного потенциала этого региона на кремнистое сырье большая часть территории с административной точки зрения была «закрытой». Это определило отсутствие всяких координат и откровенную неинформативность географических привязок, которые содержатся в тематических работах. Ровно по этой причине не всегда представляется возможным достоверно установить расположение ранее выделенных перспективных объектов, привязки которых были даны относительно населенных пунктов. Многие из сел и деревень были либо переименованы, либо объединены с другими населенными пунктами, либо в период после распада СССР попросту перестали су-

ществовать. Главные месторождения диатомитов – Ирбитское и Камышловское – разрабатываются с 1929 г., несколько позже начата эксплуатация Курьинского месторождения трепелов и опок, и за длительный период была выработана существенная часть их запасов, что особенно актуально для Камышловского и Курьинского месторождений.

Значимой проблемой остается отсутствие четкой дифференциации пород продуктивной толщи по возрасту, литологии, качеству сырья на столь обширной территории и четкой номенклатуры для объектов минеральной базы.

Так как ранние исследования вещественного состава опирались на ограниченный аналитико-методический аппарат, характеристика пород продуктивной толщи нередко была выполнена макроскопически в системе «диатомиты–опоки». Это уже привело к тому, что Государственным балансом России крупнейшие месторождения диатомовых глин Зауралья – Кораблевское и Шадринское – учтены как месторождения трепелов [9]. В Зауралье также широко распространены переходные и глинистые разности опал-кристаллитовых пород, а продуктивные толщи обладают определенной вариативностью и изменчивостью состава по разрезу и латерали, что может фиксироваться даже в рамках одного месторождения. Говоря о номенклатуре объектов минеральной базы, правильным будет заметить, что большинство выявленных ранее «месторождений», строго говоря, являются лишь обнажениями, действительно нередко большой протяженности и площади, но для них никогда не проводилось детальной разведки и подсчета запасов, и, соответственно, использование термина «месторождение» для них неуместно.

В силу отсутствия ревизионных геологоразведочных работ, имеющаяся систематика провинции и оценки ресурсного потенциала хоть и являются единственно представленными в литературе, но очевидно, что крайне приблизительны, к настоящему моменту потеряли актуальность и требуют дополнения.

Объекты и методы исследования

Настоящая работа является первой в ряде планируемых по актуализации состояния минерально-сырьевой базы ОКП в Зауралье и содержит сведения о перспективных объектах минерально-сырьевой базы опал-кристаллитовых пород в Среднем Зауралье. В административном отношении это соответствует территории юга и юго-востока Свердловской области. Материалом для настоящей работы, с одной стороны, послужило обобщение обширных фондовых материалов, с другой – полевые исследования, выполненные в 2014–2016 гг. автором в кооперации со своими коллегами (А.О. Константинов, А.А. Новоселов, Тюменский индустриальный университет).

На первом этапе произведен выбор поисковых участков на основании изучения фондовой геоло-

гической литературы, рекомендаций тематических и геолого-съемочных работ. Для постановки поисковых работ выбирались районы широкого распространения отложений верхнего палеоцена и нижнего эоцена – отложений ирбитской и серовской свит – на площадях минимальной мощности четвертичных отложений. На выбранных таким образом участках проводились общие поиски в ходе полевых маршрутов. К числу таких площадей относятся участки аллювиальных песчано-суглинистых отложений пойменных террас мощностью от 2–5 м на малых реках, а также районы наиболее близкие к разведанным месторождениям опал-кристаллитовых пород. В задачу поисковых маршрутов входило уточнение положения на местности и выявление имеющихся естественных и искусственных обнажений (рис. 1). Маршруты проводились вдоль логов, оврагов, берегов ручьев и малых рек, где обнажения ирбитской и серовской свиты наиболее вероятны. Привязка точек осуществлялась с помощью GPS. В полевой дневник кроме маршрутного хода также вносилась информация о характере рельефа местности.

Изученные районы распространения морских отложений палеоцена–эоцена характеризуются преимущественно развитием диатомитов и диатомовых глин, в меньшей степени – опок и трепелов. При характеристике перспектив участков принимались во внимание минимальная мощность перекрывающих отложений и экономические факторы – удаленность участков от промышленных центров, наличие инфраструктуры и т. д. В сводной таблице для объектов, которые могут быть локализованы с помощью одной точки, кроме общей текстовой привязки даны координаты в системе WGS-84 (градусы, минуты, секунды). Для крупных поисковых участков, которые не представляется возможным оконтурить таким образом, приведены общие текстовые привязки.

Результаты

Опал-кристаллитовые породы приурочены к трем главным стратиграфическим объектам, которые сложены разными породами – серовской свитой палеоцена, и двум подсвитам ирбитской свиты – нижней и верхней.

Отложения серовской свиты представлены опоками, глинистыми опоками и опоквидными глинами (в зависимости от содержания глинистого материала), реже диатомитами [10], трепелами и кварц-глауконитовыми песчаниками. Последние нередко залегают в основании опок, но развиты спорадически и не рассматриваются в рамках настоящей работы как часть продуктивной толщи.

На отдельных участках площади распространения опок они фациально замещаются трепелами и опоквидными глинами, образующими большей частью прослои в опоках. Диатомиты залегают в верхней части серовской свиты, связаны с постепенными переходами в диатомиты ирбитской сви-



Рис. 1. Перспективные участки: а – Речкаловский; б – Брусяна; в – Юрмытский. Примечание. Автор фото Юрмытского участка В.В. Ордовский

Fig. 1. Promising areas: а – Rechkalovskiy; б – Brusyana; в – Yurmyskiy. Note. V.V. Ordovsky is the author of the photo from the Yurmyskiy site

ты нижнего эоцена, что макроскопически никак не фиксируется, только по смене диатомовых комплексов *Trinacria ventriculosa-Sheshukovia mirabilis* на *Coscinodiscus Uralensis-Hemiaulus Proteus* [10–12].

Однообразная толща ирбитской свиты имеет в районе площадное распространение, достигая длины д. Глядены, представлена обыкновенно диатомитами, диатомовыми, реже трепеловидными глинами. Залегание толщи почти горизонтальное (региональные углы наклона исчисляются в минутах), породы не метаморфизованы. Мощность отложений увеличивается в восточном направлении и достигает 50–60 м. В большинстве наиболее полных разрезов Зауралья свита делится на две подсвиты – нижнюю и верхнюю.

Нижнеирбитская подсвита представлена в основном диатомитами, диатомовыми, реже трепеловидными и опоковидными глинами, иногда с прослоями кварцевых и глауконит-кварцевых алевролитов и песчаников. Диатомиты светло-серые, часто с зеленоватым оттенком, в разной степени глинистые, иногда алевроитистые, слюдястые, легкие, некрепкие, часто рыхлые и мучнистые. Глинистые разности более крепкие. Диатомовые и трепеловидные глины макроскопически ничем не отличаются друг от друга и различаются только под микроскопом. Это светло-серые и серые породы, некрепкие (крошатся в руке), обычно с шероховатым землистым изломом. Диатомовые глины

содержат большое количество обломков диатомей (40–50 %), в трепеловидных глинах они малочисленны и плохой сохранности, со следами диагенетических изменений. Трепелы – породы светло-серого и светло-желтого цвета, почти целиком состоящие из пелитового материала, представленного опалом с реликтами диатомовых водорослей, примесью глинистых минералов, кварца, полевого шпата, слюды и глауконита.

Верхнеирбитская подсвита представлена серыми, зеленовато-серыми диатомовыми и монмориллонит-бейделлитовыми глинами, глинистыми диатомитами и диатомитами. Диатомовые глины светло-серые неслоистые, часто алевроитистые, довольно крепкие, иногда слабо жирные. Отмечаются растительные остатки и ходы червей, заполненные алевроитовым материалом. Глинистые диатомиты по литологическому составу близки к диатомитам нижнеирбитской свиты: отличаются от последних повышенным содержанием глинистого и алевроитового материала, несколько большим удельным весом.

Диатомиты ирбитской свиты почти всегда залегают на опоках серовской свиты. Граница диатомитов с опоками отчетливая, без следов размыва. Предполагается, что в ряде случаев наблюдается переход диатомитов в опоки через трепелы и глинистые опоки, но это положение должно быть дополнительно аргументировано в ходе лабораторных исследований.

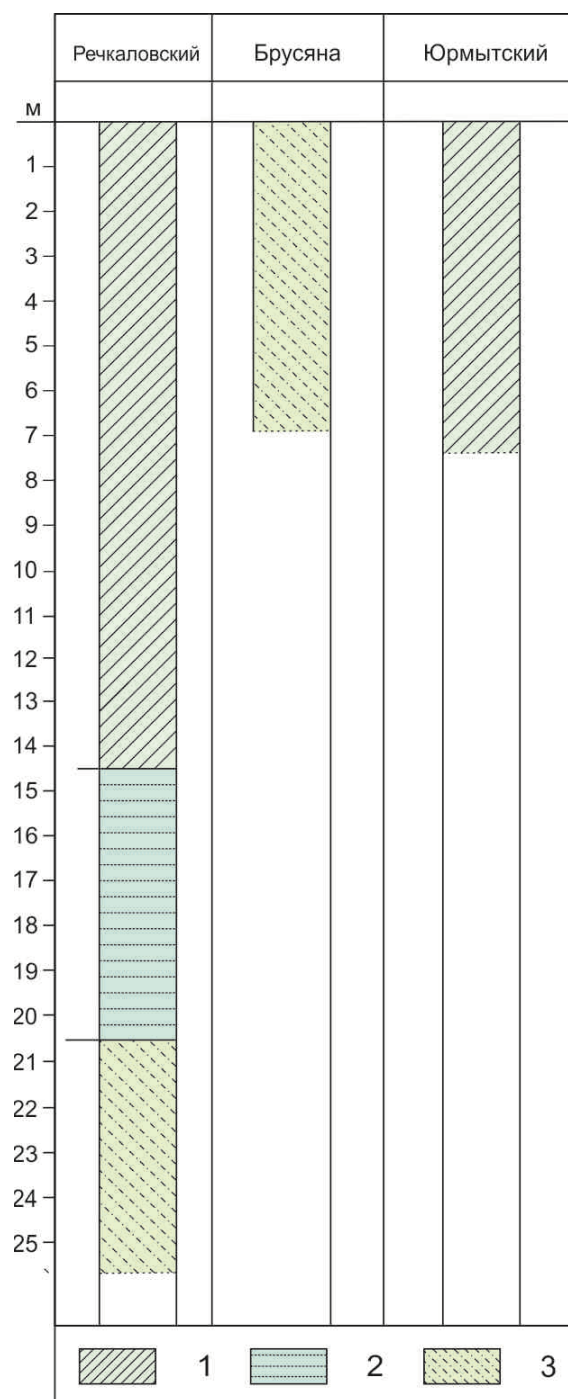


Рис. 2. Представительные геологические разрезы кремнистого палеоцена–эоцена на различных поисковых участках: 1 – диатомиты; 2 – диатомиты алевроитистые; 3 – трепелы. Примечание. Брусяна – приведен разрез трепелов

Fig. 2. Representative geological sections of siliceous Paleocene-Eocene: 1 – diatomites; 2 – aleuritic diatomites; 3 – tripolite. Note. Brusyana – tripolite section is shown

Список перспективных участков приведен в таблице. Часть перспективных зон непосредственно примыкают к крупнейшему Камышловского месторождению, являясь его продолжением во всех направлениях и фактически формируют одно су-

пер-месторождение площадью 50–75 км². На севере изученного района диатомиты и диатомовые глины образуют выходы на правом берегу р. Ирбит прямо в черте населенных пунктов Шмакина, Симанова, Речкалово [13], Зайково, Белослудское. Перспективные объекты, выделенные впервые, тяготеют к краевым зонам изученного региона; расположены в непосредственной близости от д. Брусяна [10], на левом берегу р. Юрмач в черте с. Юрмытское, фактически у восточной границы Зауральской субпровинции [7, 8] и к востоку от жд. ст. Егоршино г. Артемовск. Все перспективные объекты, рассматриваемые в настоящей работе, можно условно разделить на три группы:

I группа – объекты минерально-сырьевой базы, выделенные ранними исследователями и для части которых даже существуют предварительные оценки ресурсного потенциала;

II группа – участки, ранее не обозначенные как перспективные, но опосредованная информация о ресурсном потенциале которых содержится в отчетах о поисково-разведочных работах на твердые и общераспространенные полезные ископаемые, в отчетах на геологическое доизучение территории, материалах мелкомасштабной съемки, результатах опорного бурения и т. д.

III группа – перспективные участки, выделенные впервые.

Локализация перспективных участков представлена на рис. 2.

Заключение

Регионы УрФО традиционно относятся к территориям с развитой промышленностью, ориентированной на тяжелое машиностроение, цветную и черную металлургию, горнодобывающий сектор. Следует отметить, что «узкая» промышленная специализация региона и истощение местной сырьевой базы представляет существенную угрозу для дальнейшего развития экономик регионов УрФО. Это требует поиска новых точек роста и увеличения объемов и видов продукции из сырья, ранее ограниченно вовлеченного в хозяйственный оборот. В этом случае минерально-сырьевая база является естественным конкурентным преимуществом, способным обеспечить развитие экономики и ее переход на новый экономический уклад [14].

С момента разведки месторождения Зауралья являлись сырьевой базой для производства строительных и теплоизоляционных материалов и сохранили с тех пор эту специализацию. Во всем мире неметаллические твердые полезные ископаемые рассматриваются в качестве минерального сырья многоцелевого назначения [15, 16]. Данный вид природных ресурсов востребован в подавляющем большинстве отраслей промышленности и сельского хозяйства, а его эффективное освоение является залогом динамичного развития региональных центров [17, 18]. Во всем мире с 1990 г. началась разработка новых технологических решений по расширению сферы использования кремнистых

Таблица. Перспективные участки на опал-кristобалитовое сырье в Среднем Зауралье

Table. Prospective areas for opal-cristobalite raw materials in the Middle Trans-Urals

№	Перспективный участок Prospective areas	Группа объектов Group of objects	Координаты Coordinates	Расположение Location	Ресурсный потенциал, млн м³ Resource potential, mln m³	Породы толщи Rocks of strata	Источник данных Data source
1	Баранниковский Barannikovskiy	III	–	на левом берегу р. Пышма между д. Баранникова, с. Реутское и п. Новый Камышловского района on the left bank of the river Pyshma between the villages Barannikova, Reutsky and Novy (Kamyshlovsky district)	–	Д	–
2	Белослудский Belosludskiy	I	57°27'27.40»N 62°41'16.66»E	коренные выходы на правом берегу р. Ирбит в черте с. Белослудское Ирбитского района outcrops on the right bank of the river Irbit in the line village Belosludskoe (Irbit District)	–	Д	2
3	Брусяна Brusyana	III	56°56'59.74»N 61°55'7.06»E	в 200 м от северо-восточной окраины д. Брусяна Сухоложского района в старом сухом русле р. Калиновка 200 m from the N-E periphery of the village Brusyana in the old dry riverbed of the river Kalinovka (Sukholozhsky district)	–	Д, О, Т	4
4	Галкинский Galkinskiy	II	56°54'4.40»N 62°44'9.31»E	в 1 км к В от с. Галкинское Камышловского района in 1 km to the E from village Galkinsky (Kamyshlovsky district)	–	Д	1
5	Егоршинский Egorshinskiy	III	57°21'39.81»N 61°57'20.07»E	в 5 км к востоку от ст. Егоршино г. Артемовск 5 km to the E of the station Egorshino (Artemovsk)	–	Д	–
6	Красногвардейский Krasnogvardeyskiy	I	57°22'47.98»N 62°16'48.26»E	к СВ от западной окраины с. Красногвардейский, старый карьер N-E from the western periphery of the village Krasnogvardeysky, the old quarry	Более 17,0	О	2
7	Кунарский Kunarskiy	II	–	в 4 км к В от д. Прищаново, в 5 км СВ г. Богданович in 4 km to E from the village Prishchanovo, 5 km N-E than Bogdanovich	–	Д	1
8	Обуховский Obukhovskiy	I	–	между железной дорогой Екатеринбург–Тюмень и расположенным к югу от нее с. Обуховское Камышловского района between the railway Ekaterinburg–Tyumen and village Obukhovskoye located to the south (Kamyshlovsky district)	13,94	Д	2
9	Речкаловский Rechkalovskiy	I	57°36'34.62»N 62°47'59.40»E	расположено между д. Речкалова и д. Симанова на правом берегу р. Ирбит located between the villages Rechkalova and Simanova on the right bank of the river Irbit	17,47	Д, Т (?)	2, 3
10	Шилкинский Shilkinskiy	II	–	в 4 км к ЮЗ от г. Камышлов, в 1,5 км к В от д. Шилкино in 4 km to S-W of Kamyshlov, at 1,5 to E from the village Shilkino	–	Д	1
11	Шмаковский Shmakovskiy	II	–	в 1 км к ЮЗ от Ирбитского месторождения от д. Шмакова до д. Кириллова in 1 km to SW from the Irbit field from the villages Shmakova and Kirillova	–	Д	1
12	Юрмытский Yurmyskiy	III	57°0'17.74»N 63°4'30.54»E	на левом берегу р. Юрмач в черте с. Юрмытское on the left bank of the river Yurmach in the line of village Yurmyskoe	–	Д	–

Примечание. Д – диатомит; О – опока, Т – трепел. Источник данных: 1 – А.Р. Белоусов, И.Д. Кручинин, 1981; 2 – У.Г. Дистанов, 1974; 3 – А.И. Сидоренков и др., 1989; 4 – П.В. Смирнов, А.О. Константинов, 2016.

Note. D is diatomite; O is opoka; T is tripolite. Data source: 1 – A.R. Belousov, I.D. Kruchinin, 1981; 2 – U.G. Distanov, 1974; 3 – A.I. Sidorov et al., 1989; 4 – P.V. Smirnov, A.O. Konstantinov, 2016.

пород [19–21], в результате чего к настоящему моменту она включает десятки отраслей и производство сотни материалов бытового и промышленного назначения. В этой связи для реализации экономического потенциала кроме задачи расширения минеральной базы необходимо техническое переоснащение и частичная или полная переориен-

тация предприятий на производство товаров с высокой добавленной стоимостью, конкурентных и востребованных на глобальном рынке. Развитие производств материалов из кремнистых пород для нужд хозяйства в краткосрочной перспективе призвано обеспечить импортозамещение широкого спектра товаров промышленного и бытового

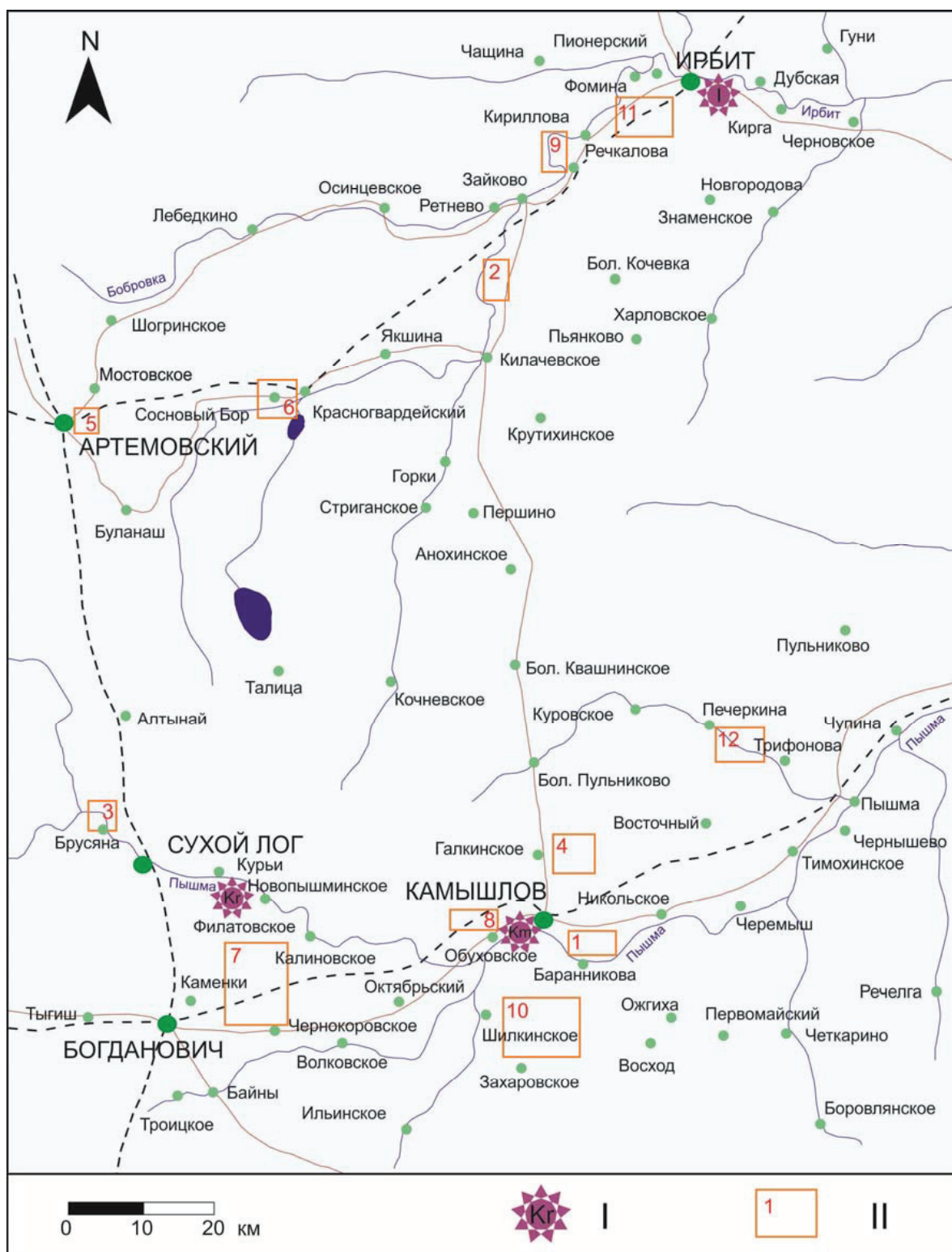


Рис. 3. Месторождения и перспективные участки на опал-кristобалитовые породы в Среднем Зауралье. I – Базовые месторождения: I – Ирбитское; Km – Камышловское; Kr – Курьинское; II – Перспективные объекты: 1 – Баранниковский; 2 – Белослудский; 3 – Брусяна; 4 – Галкинский; 5 – Егоршинский; 6 – Красногвардейский; 7 – Кунарский; 8 – Обуховский; 9 – Речкаловский; 10 – Шилкинский; 11 – Шмаковский; 12 – Юрмытский

Fig. 3. Deposits and promising areas for opal-cristobalite rocks in the Middle Trans-Urals. I – Basic deposits: I – Irbit; Km – Kamyshlov; Kr – Kur'; II – Promising areas: 1 – Barannikovskiy; 2 – Belosludskiy; 3 – Brusyana; 4 – Galkinskiy; 5 – Egorshinskiy; 6 – Krasnogvardeyskiy; 7 – Kunarskiy; 8 – Obukhovskiy; 9 – Rechkalovskiy; 10 – Shilkinskiy; 11 – Shmakovskiy; 12 – Yurmytskiy

назначения, а в долгосрочной перспективе послужит существенным фактором активного развития региона. Комплексное использование опал-кристаллитовых пород является одним из возможных способов обеспечения диверсификации экономики регионов УрФО и создания кластеров, способных обеспечить инновационное развитие территории [22].

В интерпретации исследователей 70-х гг. Зауральская субпровинция объединила исключительно разведанные на тот момент месторождения в регионе, экспонированные точечно на огромной территории. Анализ геологического строения, закономерностей распространения опал-кристаллитовых пород и особенностей их седиментогенеза в Зауралье позволяют утверждать, что вся зона между гг. Артемовский, Ирбит, Камышлов и Сухой Лог являются перспективной для поиска сырья. Хотя опал-кристаллитовые породы и не составляют непрерывную полосу продуктивных отложений по всему Зауралью, представляется, что в дальнейшем при уточнении географической структуры, систематизации объектов и оценке сырьевого потенциала должны учитываться не только месторождения, но и области приповерхностного залегания кремнистых отложений, потенциально перспективные на опал-кристаллитовое сырье. Площадь отдельных может достигать десятков километров. Такой подход и основанные на нем оценки

ресурсного потенциала будут много более объективны.

Как показано в настоящей работе, минерально-сырьевая база опал-кристаллитовых пород имеет огромные перспективы наращивания запасов, а сами объекты расположены в районах с развитой транспортной и промышленной инфраструктурой, что упрощает их промышленное освоение и снижает объем капитальных затрат. Продолжение ревизионных работ ставит задачу систематизации данных не только о географии объектов, но и о вещественном составе пород продуктивной толщи с соответствующим арсеналом аналитических методов. Дальнейшие поиски перспективных участков имеют целью локализацию зон, где качество сырья выше или разработка одного объекта позволит добывать сразу несколько видов опал-кристаллитовых пород. Очевидно, что при должном обеспечении экономическая эффективность эксплуатации таких месторождений кратно выше. Особый интерес с этой точки зрения представляет юго-западная часть региона.

Автор выражает искреннюю признательность своим коллегам – И.И. Нестерову, А.О. Константинову и А.А. Новоселову (ТИУ, г. Тюмень) – за помощь в проведении полевых исследований, Т.В. Орешкиной (ГИН РАН, г. Москва), Н.И. Афанасьевой (ЦНИИГеолеруд, г. Казань) – за ценные советы и обсуждение результатов, без которых настоящая работа не могла бы состояться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кремнистые породы СССР / под ред. У.Г. Дистанова. – Казань: Татарское КИ, 1976. – 412 с.
2. Сырьевая база кремнистых пород СССР и их использование в народном хозяйстве / под ред. В.П. Петрова. – М.: Недра, 1976. – 104 с.
3. Global diatomite reserves by country 2016 // US Geological Survey. 2017. URL: <https://www.statista.com/statistics/264934/global-diatomite-reserves/> (дата обращения 18.03.2017).
4. Diatomite [Advance release] // U.S. Geological Survey minerals yearbook. – Reston: USGS, 2011. – 6 p.
5. Dolley Th.P. Diatomite // U.S. Geological Survey Mineral Commodity Summaries. 2008. URL: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/diatomite/250400.pdf> (дата обращения 18.03.2017).
6. Diatomite statistics // Historical statistics for mineral and material commodities in the United States: U.S. Geological Survey Data Series 140. 2014. URL: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics/> (дата обращения: 16.03.2017).
7. Смирнов П.В. Перспективы расширения минеральной базы кремнистых пород в приграничной зоне Тюменской и Свердловской областей // Георесурсы. – 2015. – Т. 1. – № 4. – С. 81–84.
8. Смирнов П.В., Константинов А.О. Потенциал постэоценовых отложений Среднего Зауралья на кремнистое сырье // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2016. – № 1. – С. 115–122.
9. Смирнов П.В., Константинов А.О. Диатомовые глины Шадринского месторождения (Курганская область) // Георесурсы. – 2016. – Т. 18. – № 3. – С. 240–244. DOI: 10.18599/grs.18.3.16.
10. Смирнов П.В., Константинов А.О. Сравнительные исследования эоценовых и палеоценовых диатомитов Зауралья (на примере Камышловского месторождения и разреза Брусаяна) // Известия Томского Политехнического Университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 11. – С. 96–102.
11. Biostratigraphy of the marine paleogene in the West Siberian plate / M.A. Akhmetev et al. // Stratigraphy and Geological Correlation. – 2001. – V. 9. – № 2. – P. 132–158.
12. Late Paleocene-Early Eocene diatoms and dinocysts from biosiliceous facies of the middle Trans-Urals region / G.N. Aleksandrova, T.V. Oreshkina, A.I. Iakovleva, E.P. Radionova // Stratigraphy and Geological Correlation. – 2012. – V. 20. – № 4. – P. 380–404.
13. Сидоренков А.И., Зарубко Н.С., Самошин А.А. Модель механизма образования трепелов и опок // Критерии прогноза минерального сырья в приповерхностных образованиях севера Западной Сибири и Урала: труды ЗапСибНИГНИ. – Тюмень: Изд-во ЗапСибНИГНИ, 1989. – С. 46–63.
14. Беляев В.Н., Шеломенцев А.Г., Дорошенко С.В. Влияние освоения минерально-сырьевой базы на социально-экономическое развитие уральского региона // Вестник Челябинского государственного университета. – 2012. – № 24 (278). – С. 39–42.
15. Mineral deposits of the world (ores and some nonmetallics) / M. Kuzvart et al. – Amsterdam: Elsevier, 1994. – 519 p.
16. Industrial Minerals and Their Uses / ed. by P.A. Ciullo. – New Jersey: Noyes Publication, 1996. – 443 p.
17. Аксенов В.В., Писаренко М.В., Шахлаев С.В. Управление качеством минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. – № 2. – С. 28–30.
18. Козловский Е.А. Минерально-сырьевые ресурсы в экономике мира и России // Горный журнал. – 2015. – № 7. – С. 47–53.
19. Опал-кристаллитовые породы. Минеральное сырье / под ред. У.Г. Дистанова. – М.: Геоинформмарк, 1998. – 28 с.

20. The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences / ed. by J.P. Smol, E.F. Stoermer. Second Edition. – Cambridge: Cambridge University Press, 2010. – 667 p.
21. Miles W.J. Economics of diatomite // Proceeding National Western Mining Conference. – Denver: Colorado Mining Association, 1990. – P. 1–10.
22. Романов С.М., Алексеев Г.Ф. Комплексный подход к развитию минерально-сырьевой базы региона // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 1. – С. 270–278.

Поступила 21.03.2017 г.

Информация об авторах

Смирнов П.В., заместитель директора НОЦ «Геология нефти и газа» Тюменского индустриального университета; научный сотрудник Института Геологии и Палеонтологии Технического университета Клаусталь.

UDC 553.041; 553.69; 553.578

PRELIMINARY RESULTS OF REVISION OF MINERAL-RAW MATERIAL BASE OF OPAL-CRISTOBALITE ROCKS IN MIDDLE TRANS-URALS

Pavel V. Smirnov,
geolog.08@mail.ru

Tyumen Industrial University,
38, Volodarsky Street, Tyumen, 625000, Russia.

Relevance of the discussed issue. Opal-cristobalite rocks in terms of their spatial distribution and their resource potential are one of the main types of nonmetallic minerals in the Trans-Urals and potentially industry-forming for region. Due to the absence of revision geological exploration work, the available estimates of the resource potential, being the only ones presented in the literature, are obviously very approximate, are irrelevant and require additions. Revision works, on the one hand, are aimed at increasing the reserves of opal-cristobalite rocks, on the other hand their aim is to differentiate the productive strata by age, lithology and raw material quality in such a vast territory. When clarifying the geographic structure, systematizing objects and assessing the raw potential of the Trans-Urals sub-province, not only deposits but also areas of near-surface deposition of siliceous deposits potentially promising for opal-cristobalite raw materials should be taken into account.

The main aim is the revision of the mineral base of opal-cristobalite rocks, identification of promising areas of prospecting works for all types of opal-cristobalite rocks in the Middle Trans-Urals.

The methods used in the research: field research, reconnaissance studies, sampling.

The results. Based on the study of stock geological literature, recommendations for thematic and geological survey, and field research on the study of natural and artificial outcrops of opal-cristobalite rocks, the author has identified the promising areas. The information on 12 promising sites on siliceous raw materials is updated, the information on four of them was introduced for the first time. The mineral-raw material base of opal-cristobalite rocks has huge prospects for increasing reserves, and the objects are located in areas with the developed transport and industrial infrastructure, which simplifies their industrial development and reduces the volume of capital expenditures.

Key words:

Opal-cristobalite rocks, mineral raw material base, diatomite, opoka, tripolite, Trans-Urals.

The author expresses deep gratitude to the colleagues – I.I. Nesterov, A.O. Konstantinov and A.A. Novoselov (IUT, Tyumen) – for their aid in field studies, T.V. Oreshkina (GIN RAS, Moscow), N.I. Afanasyeva (TsNIIGeolnerud, Kazan) – for valuable advice and discussion of the results, which were very useful for the research.

REFERENCES

1. *Kremnistye porody SSSR* [Siliceous rocks of the USSR]. Ed. by U.G. Distanov. Kazan, Tatarian Publ., 1976. 412 p.
2. Petrov V.P. *Syrevaya baza kremnistykh porod SSSR i ikh ispolzovanie v narodnom khozyaystve* [Raw materials base of siliceous rocks of the USSR and their use in the national economy]. Moscow, Nedra Publ., 1976. 104 p.
3. Global diatomite reserves by country 2016. *US Geological Survey*, 2017. Available at: <https://www.statista.com/statistics/264934/global-diatomite-reserves/> (accessed 18 March 2017).
4. Diatomite [Advance release]. *U.S. Geological Survey minerals yearbook*, 2011. Reston, USGS, 2011. 6 p.
5. Diatomite. *U.S. Geological Survey Mineral Commodity Summaries*, 2008. Available at: <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/diatomite/250400.pdf> (accessed 18 March 2017).
6. Diatomite statistics. Historical statistics for mineral and material commodities in the United States. *U.S. Geological Survey Data Series 140*, 2014. Available at <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics/> (accessed 16 March 2017).
7. Smirnov P.V. Prospects for expansion of mineral base of siliceous rocks in frontier zone of Tyumen and Sverdlovsk regions. *Georesources*, 2015, vol. 1, no. 4, pp. 81–84. In Rus.
8. Smirnov P.V., Konstantinov A.O. Potential of siliceous resource of post-Eocene Middle Trans-Urals. *Geology and mineral resources of Siberia*, 2016, vol. 25, no. 1, pp. 115–123. In Rus.
9. Smirnov P.V., Konstantinov A.O. Diatomaceous Clay of Shadrinsky deposit (Kurgan Region). *Georesources*, 2016, vol. 18, no. 3, pp. 240–244. DOI: 10.18599/grs.18.3.16 In Rus.
10. Smirnov P.V., Konstantinov A.O. Comparative studies of Eocene and Paleocene diatomite from Trans-Urals (on the example of Kamyshev deposit and section Brusyana). *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 2016, vol. 327, no. 11, pp. 96–102. In Rus.
11. Akhmetev M.A., Aleksandrova G.N., Benyamovsky V.N., Zaporozhets N.I., Oreshkina T.V., Radionova E.P., Yakovleva A.I., Amon E.O., Vasileva O.N., Zhelezko V.I., Bugrova E.M., Glezer Z.I., Nikolaeva I.A., Panova L.A., Kozlova G.E., Strelnikova N.I. Biostratigraphy of the marine paleogene in the West Siberian plate. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 2001, vol. 9, no. 2, pp. 132–158.
12. Aleksandrova G.N., Oreshkina T.V., Iakovleva A.I., Radionova E.P. Late Paleocene – Early Eocene diatoms and dinocysts from biosiliceous facies of the middle Trans-Urals region. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 2012, vol. 20, no. 4, pp. 380–404.
13. Sidorenkov A.I., Zarubko N.S., Samoshin A.A. Model mekhanizma obrazovaniya trepelov i opok [The model of tripolite and opoka formation mechanism]. *Kriterii prognoza mineralnogo syrya v priroverkhnostnykh obrazovaniyakh severa Zapadnoy Sibiri i Urala. Trudy ZapSibNIGNI* [Criteria for forecasting mineral raw materials in the near-surface formations of the north of Western Siberia and the Urals]. Tyumen, 1989. pp. 46–63.
14. Belyaev V.N., Shelomentsev A.G., Doroshenko S.V. Vliyaniye osvoeniya mineralno-syrevoy bazy na sotsialno-ekonomicheskoe razvitiye uralskogo regiona [Influence of development of mineral resource base in the socio-economic development of the Ural region]. *Bulletin of Chelyabinsk State University*, 2012, no. 24 (278), pp. 39–42.

15. Kuzvart M., Misar Z., Patočka F., Pertold Z., Pouba Z., Vanecek M. Mineral deposits of the world (ores and some nonmetallics). Amsterdam, Elsevier, 1994. 519 p.
16. Ciullo P.A. *Industrial Minerals and Their Uses*. New Jersey, Noyes Publ., 1996. 443 p.
17. Aksenov V.V., Pisarenko M.V., Spaklein S.V. Quality management of mineral resources of solid minerals. *Mineral resources of Russia. Economics and Management*, 2015, no. 2, pp. 28–30. In Rus.
18. Kozlovskiy E.A. Mineralno-syrevye resursy v ekonomike mira i Rossii [Mineral resources in the world economy and in Russia]. *Eurasia Mining*, 2015, no. 7, pp. 47–53.
19. Distanov U.G. *Opal-kristobalitovye porody. Mineralnoe syre* [Opal-cristobalite rocks. Mineral raw material]. Moscow, Geoinformmark Publ., 1998. 28 p.
20. *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Second Edition. Eds. Smol J.P., E.F. Stoermer. Cambridge, Cambridge University Press, 2010. 667 p.
21. Miles W.J. Economics of diatomite. *Proceeding National Western Mining Conference*. Denver, Colorado Mining Association, 1990. pp. 1–10.
22. Romanov S.M., Alekseev G.F. Kompleksny podkhod k razvitiyu mineralno-syrevoy bazy regiona [Comprehensive approach to development of mineral and raw materials base of the region]. *Mining Information Analytical Bulletin*, 2011, no. 1, pp. 270–278.

Received: 21 March 2017.

Information about the authors

Pavel V. Smirnov, deputy director, Tyumen Industrial University.