

ДИАТОМОВЫЕ ГЛИНЫ ШАДРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КУРГАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

П.В. Смирнов, А.О. Константинов
Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Курганская область занимает одну из лидирующих позиций среди регионов Зауралья по запасам опал-кристобалитовых пород. Крупнейшим объектом минерально-сырьевой базы рассматриваемого региона является Шадринское месторождение диатомовых глин, расположенное в 1-1,5 км к юго-западу от г. Шадринск, на правом берегу р. Исеть в месте глубокого эрозионного вреза. Результаты проведенных исследований позволили установить, что породы, слагающие продуктивную толщу Шадринского месторождения представлены именно диатомовыми глинами, а не трепелами, как считалось ранее. Диатомовые глины Шадринского месторождения характеризуются диатомовым комплексом *Ruxilla gracilis* верхней части нижнего эоцена. По общему химическому составу породы близки диатомитам основных месторождений Зауралья, единственным существенным отличием является меньшее содержание минеральных фаз SiO_2 и большая – глинистых компонентов. В составе примесей выявлено присутствие цеолитов кальций-натриевого состава (до нескольких %), глинистая фракция представлена смектитом, каолинитом, слюдой. В основной массе породы присутствуют фрагменты диатомовых водорослей размером от 0,005 до 0,063 мм, обломки спикул кремневых губок размером 0,027x0,061 мм различной степени сохранности. Особенности вещественного состава и микростроения диатомовых глин Шадринского месторождения позволяют рассматривать их в качестве перспективного сырья для производства строительных и теплоизоляционных материалов.

Ключевые слова: Курганская область, Зауралье, диатомовая глина, опал-кристобалитовые породы, литология
DOI: 10.18599/grs.18.3.16

Для цитирования: Смирнов П.В., Константинов А.О. Диатомовые глины Шадринского месторождения (Курганская область). *Георесурсы*. 2016. Т. 18. № 3. Ч. 2. С. 240-244. DOI: 10.18599/grs.18.3.16

Введение

Комплексное использование местной минерально-сырьевой базы твердых нерудных полезных ископаемых (ТНПИ) является важным условием устойчивого развития регионов России (Садыков и др., 2004; 2015). От эффективности добычи, транспортировки, переработки и применения ТНПИ в значительной степени зависит успешность реализации региональных проектов в сфере строительства, транспортной инфраструктуры и сельского хозяйства.

Проблемы низкой степени вовлеченности в промышленное использование местной сырьевой базы ТНПИ являются актуальными для регионов Уральского федерального округа (Пахомов, Душин, 2008) и особенно для Курганской области. Несмотря на выгодное экономико-географическое положение, наличие внушительной и разнообразной минеральной базы полезных ископаемых, традиционно развитое сельское хозяйство, Курганская область относится к числу депрессивных территорий аграрно-промышленного типа (Суркова, Шушарина, 2009).

В пределах региона сосредоточены крупные месторождения бентонитовых глин, стекольных и формовочных песков, камнесамоцветного сырья, строительного камня, керамзитовых и кирпичных глин. Особое место среди объектов минерально-сырьевой базы ТНПИ Курганской области занимают опал-кристобалитовые породы, по запасам которых область удерживает одну из лидирующих позиций в территории Зауралья. Разведано и ранее разрабатывалось Шадринское месторождение трепелов, балансовые запасы которого составляют 2,2 млн м^3 , известны Кораблёвское месторождение трепелов в окрест-

ностях г. Катайска (4,5 млн. м^3) и Савинский перспективный участок (предположительные запасы трепелов – 6,2 млн. м^3) (Природные ресурсы и охрана окружающей среды..., 2015).

Опал-кристобалитовые породы являются перспективным видом минерального сырья, объемы производства и потребления которого ежегодно увеличиваются во всем мире (U.S. Geological Survey, 2015). Благодаря сочетанию физических свойств диатомиты и диатомовые глины могут быть востребованными при производстве строительных материалов (Никитин и др., 2014; Радаев и др., 2013), удобрений и мелиорантов в сельском хозяйстве (Лобода и др., 2014; Aksakal et al., 2012), природных сорбентов для очистки промышленных и бытовых сточных вод (Анисимов и др., 2010) и т.д.

Крупнейшим объектом минерально-сырьевой базы опал-кристобалитовых пород Курганской области является Шадринское месторождение. В научной литературе и геологических отчетах породы, слагающие продуктивную толщу месторождения, охарактеризованы как «трепелы» (Баланс запасов полезных ископаемых СССР, 1984). Результаты исследований, представленные в данной работе, свидетельствуют о необходимости дальнейшего рассмотрения пород Шадринского месторождения как диатомовых глин, а не трепелов.

Объекты и методы

Шадринское месторождение расположено в 1-1,5 км к юго-западу от г. Шадринск, на правом берегу р. Исеть, на участке, непосредственно примыкающем к п. Осеево (Рис. 1). Месторождение было открыто по результатам ра-

Месторождение	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	BaO	SO ₃	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	NiO	п.п.п., %
Шадринское (диатомовая глина)	66,24	0,68	13,18	5,39	0,04	2,14	0,37	0,45	1,64	0,06	0,03	0,08	0,04	0,02	<0,01	9,55
Ирбитское (диатомит)	77,78	0,53	8,16	2,82	0,02	0,73	0,75	0,48	1,14	0,04	-	-	-	-	-	6,81
Камышловское (диатомит)	75,2	0,57	8,09	4,38	0,03	0,73	0,81	0,44	1,18	0,06	-	-	-	-	-	7,67

Табл. 1. Общий химический состав диатомовых глин Шадринского месторождения и диатомитов Зауралья* (Сидоренков и др., 1989). * пустые графы – данные отсутствуют или ниже предела определения.

бот Уральского геологоразведочного управления еще в 30-х гг. XX в. Разведка проводилась шурфами и скважинами на площади 3 км². В 1935 г согласно паспорту месторождения запасы приняты в объеме 1,4 млн. м³. в 50-60 гг. проводилась доразведка с определением новых потенциальных участков и пересчетом запасов.

По состоянию на 2012 г. запасы Шадринского месторождения по категориям А+В+С₁ составляют 2246 тыс. м³. Месторождение находится в нераспределенном фонде недр. Породы пригодны для производства керамзитового гравия-заполнителя лёгких бетонов марок 500, 600, 700. (Природные ресурсы и охрана окружающей среды..., 2015). Форма залежи месторождения – пластообразная, вытянутая с юго-запада на северо-восток. Площадь месторождения составляет 1,812 км². Продуктивная толща

Be	Sc	Ti	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Zr	Nb
2,3	15,0	4600	300	118,0	12,0	17,1	37,0	100,0	80,0	105,0	120,0	11,3
Ga	Sb	Ba	Pb	Y	Cs	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd
15,6	0,3	274,0	14,5	15,9	5,6	18,3	35,0	4,6	17,7	3,3	0,7	2,7
Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	Th	U	Mo	Tb	
3,0	0,6	1,7	0,3	1,6	0,3	3,5	0,9	8,3	1,6	1,8	0,5	

Табл. 2. Результаты определения элементного состава методом ИСП-МС, г/т.

залегают непосредственно на поверхности синей глины или тонких прослойках синеватого кварцевого песка и соответствует отложениям ирбитской свиты эоцена; общей мощностью до 40-50 м в незэродированном состоянии под междуречьями и от 10 до 30 м в пределах крупных эрозионных врезов речных долин (Вишняк и др., 2011); мощность на участке Шадринского месторождения достигает 12 м.

Каменный материал для исследования отбирался из зачищенных стенок нефункционирующего карьера. Аналитические работы включали изучение элементного и минерального составов, литолого-петрографический и микрорентгеновый анализы, электронную микроскопию. Работы выполнены в Центре коллективного пользования многоэлементных и изотопных исследований на базе Института геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск), в Тюменском индустриальном университете и ООО «ЗапСибГЦ» (Тюмень). Рентгенофазовый анализ проб выполнялся на порошковом рентгеновском дифрактометре ARL X'TRA фирмы Thermo Scientific ARL Products. Элементный анализ геологических образцов выполнен методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) (Николаева, 2008; 2012). ИК спектры регистрировались в диапазоне волновых чисел от 370 до 4000 см⁻¹ на Фурье-спектрометре VERTEX 70 FT IR фирмы Bruker. Рентгенофлуоресцентный силикатный анализ проб выполнялся на рентгеновском спектрометре ARL-9900-XP фирмы Applied Research Laboratories. Литолого-петрографическое описание проводилось в шлифах, подготовленных по стандартной методике.

Результаты и обсуждение

По данным микроскопических и литолого-петрографических исследований структура породы биоморфная, тонкозернистая, пелитоморфная, текстура – микрослоистая, микролинзовидная, биотурбационная. Породы характеризуются диатомовым комплексом *Ruxilla gracilis* (верхняя часть нижнего эоцена) (Александрова и др., 2012). Присутствуют индекс-вид *Coscinodiscus payeri* Grunow, а также *Paralia crenulata* (Grunow) Gleser, *Grunowiella*

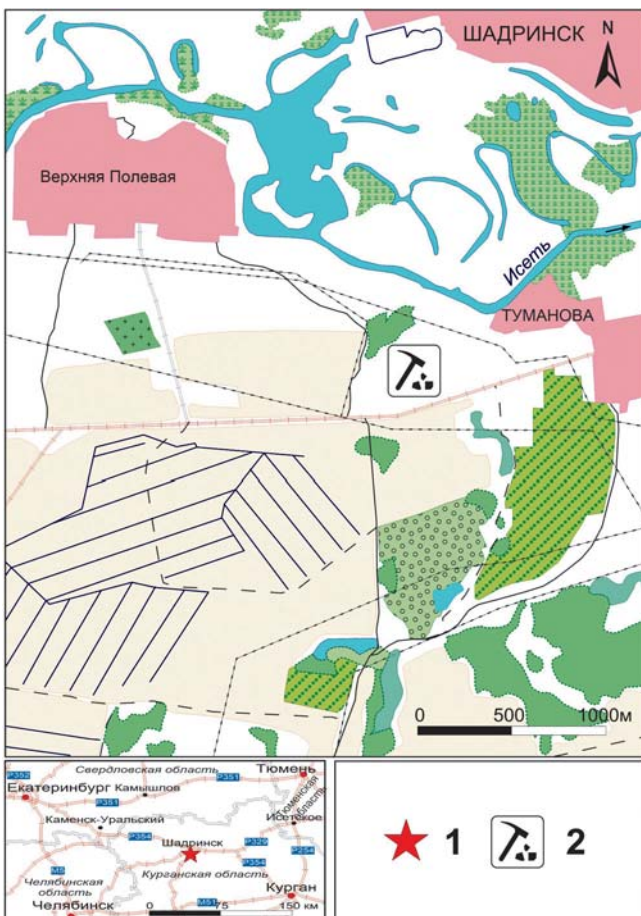


Рис. 1. Карта фактического материала: 1 – расположение участка исследований, 2 – расположение заброшенного карьера Шадринского месторождения.

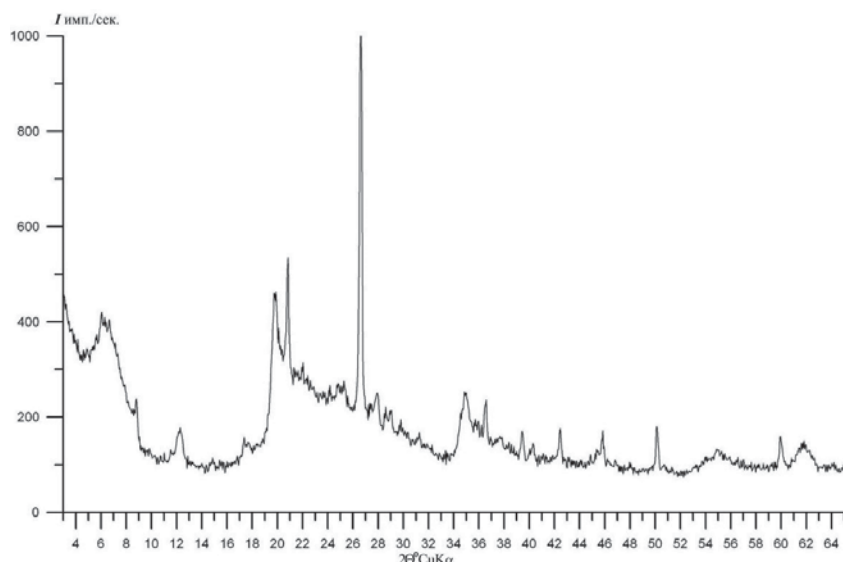


Рис. 2. Рентгенограмма диатомовой глины Шадринского месторождения.

gemmata (Grunow) Van Heurck, Pyxidicula moelleri (A.S.) Strelnikova et Nikolaev, Odontotropis carinarta Grunow, Stellarima microtrias (Ehrenberg) Hasle et Sims, Costopyxis broschii (Grunow) Strelnikova et Nikolaev, Stephanopyxis megarora Grunow, Vallodiscus lanceolata Suto. Наличие четко выраженной биоморфной структуры требует отказаться от принятого в литературе и геологических отчетах литологического описания породы как «трепела» и характеризовать породу как «диатомовая глина».

Химический состав диатомовых глин заметно отличается по содержанию основных компонентов от диатомитов Зауралья (%) (Табл. 1). По общему химическому составу породы близки диатомитам других месторождений региона, единственным существенным отличием является меньшее содержание минеральных фаз SiO₂ и большее глинистых компонентов.

Результаты определения микроэлементного состава диатомовых глин Шадринского месторождения представлены в таблице 2. Для диатомитовых глин Шадринского месторождения характерно превышение кларковых значений по содержанию следующих элементов: Mo, Yb, Hf, Cs, Sc и Zn.

По результатам рентгеноструктурного анализа (Рис. 2) основным компонентом диатомовых глин является опал (аморфный кремнезем) и смектит, присутствуют кварц, слюда, каолинит, малая примесь плагиоклаза, ярозита, следы гипса, анатаза. Вместе с тем, характерное опаловое гало выражено слабее, чем у чистых диатомитов (Селяев и др., 2014). Обращает на себя внимание присутствие цеолитов кальций-натриевого состава (до нескольких %) в составе примесей.

По данным ИК спектрометрии (Рис. 3) в спектрах всех образцов наблюдается ряд полос, обусловленных валентными и деформационными колебаниями Si-O-Si связей, и OH групп. Наиболее интенсивная полоса асимметричных валентных колебаний Si-O-Si связей составляет 1046 см⁻¹. Сдвиг этой полосы (в сравнении с типичными диатомитами) обусловлен наличием в образцах помимо диатомита глинистых фракций – смектита, каолинита, слюды.

По данным литолого-петрографического анализа основная масса породы (Рис. 4) состоит из частично

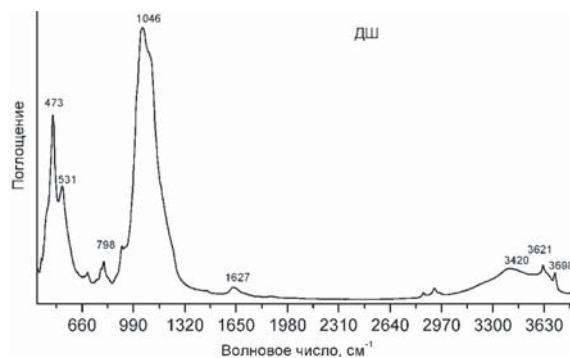


Рис. 3. ИК спектр диатомовой глины Шадринского месторождения.

оптически ориентированных частичек размером от менее 0,001 до 0,005 мм, с серыми и жёлтыми интерференционными окрасками, имеющих микрзернистое (микроглобулярное), чешуйчатое и волокнистое строение.

В основной массе породы присутствуют в значительном количестве обломки диатомовых водорослей размером от 0,005 до 0,063 мм, обломки спикул кремневых губок размером 0,027 x 0,061 мм.

Терригенный материал концентрируется в основном в виде микролинзочек и тонких прерывистых слоев, образовавшихся в результате жизнедеятельности роющих организмов, его содержание не велико составляет в пределах 5-7 % от площади шлифа, представлен зёрнами кварца, полевых шпатов, чешуйками мусковита и биотита, размер зёрен составляет 0,01-0,12 мм. Также

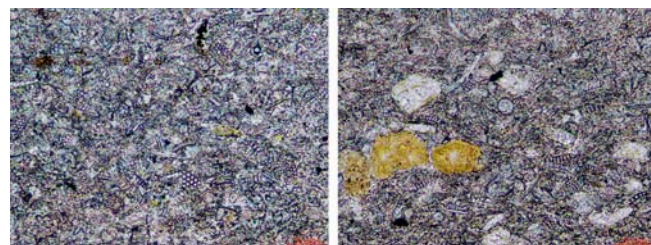


Рис. 4. Микроструктура диатомовой глины Шадринского месторождения.

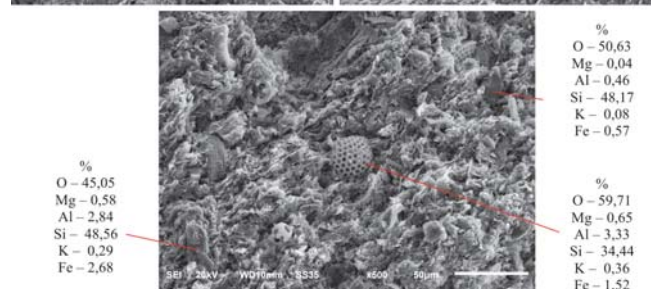
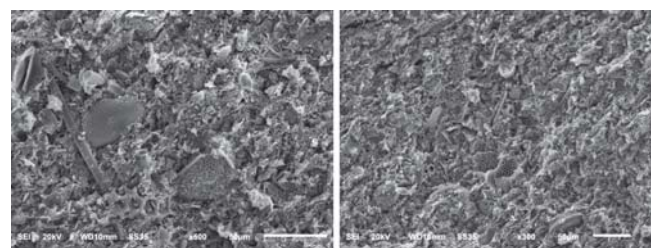


Рис. 5. Микроскопическое строение и результаты микрозондового анализа диатомовой глины Шадринского месторождения.

в породе содержатся мелкие, округлые, жёлто-зеленого цвета зёрна глауконита, размером 0,03-0,06 мм. В числе основных примесей – кальций-натриевые цеолиты, нонтронит, пирит, гипс, пирролюзит, мусковит, биотит. Для породы характерна высокая микропористость, заметно преобладают поры размером менее 0,005 мм.

Результаты исследований под электронным микроскопом показывают, что диатомеи высокой степени сохранности не многочисленны, отдельные из них проявляют признаки потери первоначальной структуры: основная масса сложена мелким детритом (Рис. 4, 5). Повсеместно на поверхности органогенных остатков присутствуют мелкие чешуйки глинистых минералов. Из-за высокой степени измельчения другие минералы, за исключением кварца, с трудом диагностируются в общей массе.

Выводы

Наличие характерной биоморфной структуры у изученных пород позволяет характеризовать породу как «диатомовая глина». Диатомовые глины Шадринского месторождения по составу породы и качеству сырья сопоставимы с породами других месторождений Зауралья. Главным отличием является меньшее содержание минеральных фаз диоксида кремния и большая – глинистых компонентов. Вместе с тем, значительная глинизация не препятствует их использованию при производстве строительных и теплоизоляционных материалов; после термической обработки возможно использование в качестве активной добавки в цемент. Использование диатомовых глин в отраслях, отличных от строительной, предполагает более детальные исследования физических свойств породы, минерального состава, в особенности, глинистых минералов и цеолитов.

В эоценовых диатомовых глинах Шадринского месторождения отмечаются признаки цеолитовой минерализации: исследованные породы содержат цеолиты кальций-натриевого состава (до нескольких %). При этом необходимо отметить, что содержание цеолитов значительно ниже, чем в кремнисто-карбонатных отложениях Европейской части России (Зорина, Афанасьева 2008; Зорина и др. 2008), а их происхождение, вероятно, обусловлено литификацией и цеолитизацией кремниевых гелей на различных стадиях диагенеза.

Литература

- Александрова Г.Н., Орешкина Т.В., Яковлева А.И., Радионова Э.П. Диатомеи и диноциты в интервале позднего палеоцена – раннего эоцена в биокремнистых фациях среднего Зауралья Стратиграфия. *Геол. корреляция*. 2012. Т. 20. № 4. С. 68-94.
- Анисимов В. С., Мартынов П. Н., Мерков С. М., Петров К. В., Подзорова Е. А., Чабань А. Ю., Шилина А. С. Исследование возможности применения трепела для очистки водных сред. *Энерготехнологии и ресурсосбережение*. 2010. № 1. С. 62-66.
- Баланс запасов полезных ископаемых СССР. Кремнистое (опал-кристобалитовое) сырье. М: Союзгеолфонд. 1984. Вып. 86. 213 с.
- Вишняк А.И., Четверкин И.А., Новиков В.П., Плотникова Р.И. Гидрогеологическая модель Шадринского месторождения углекислых минеральных вод как основа оценки его запасов. *Разведка и охрана недр*. 2011. № 11. С. 35-43.
- Зорина С.О., Афанасьева Н.И., Волкова С.А. Цеолитонность верхнемеловых-палеогеновых осадочных пород востока и юго-востока Русской плиты. *Литология и полезные ископаемые*. 2008. № 6. С. 638-649.

Зорина С.О., Афанасьева Н.И. О распространении цеолитов в верхнемеловых и палеоценовых литостратонах Русской плиты. *Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского*. Пермь: Изд-во Пермского ун-та. 2008. С. 43-49.

Лобода Б.П., Багдасаров В.Р., Фицура Д.Д. Влияние удобрения на основе цеолитсодержащих трепелов Хотынецкого месторождения на урожайность и качество картофеля. *Агрехимия*. 2014. № 3. С. 28-35.

Никитин А.И., Стороженко Г.И., Казанцева Л.К., Верещагин В.И. Теплоизоляционные материалы и изделия на основе трепелов Потанинского месторождения. *Строительные материалы*. 2014. № 8. С. 34-37.

Николаева И.В., Палесский С.В., Козьменко О.А., Аношин Г.Н. Определение редкоземельных и высокозарядных элементов в стандартных геологических образцах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). *Геохимия*. 2008. № 10. С. 1085-1091.

Николаева И.В., Палесский С.В., Чирко О.С., Черноножкин С.М. Определение основных и примесных элементов в силикатных породах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой после сплавления с LiVO₂. *Аналитика и контроль*. 2012. Т. 16. № 2. С. 134-142.

Пахомов В.П., Душин А.В. Оценка минерально-сырьевой безопасности УрФО. *Экономика региона*. 2008. № 3. С. 129-143.

Природные ресурсы и охрана окружающей среды Курганской области в 2014 году. Доклад. Курган. 2015. 220 с.

Радаев С.С., Селезнева О.И., Рясная Н.З., Зимакова М.В. Строительные материалы на основе опаловых пород. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2010. № 15 (191). С. 11-12.

Садыков Р.К., Власова Р.Г., Мурадымова В.М., Вяткина Л.Ю., Булатова Г.Н. Твердые нерудные полезные ископаемые республики Татарстан: состояние, проблемы недропользования, перспективы развития. *Георесурсы*. 2015. Т. 1. № 4(63). С. 13-20.

Садыков Р.К., Власова Р.Г., Хайдарова Н.З. Минерально-сырьевой потенциал регионов как фактор их конкурентоспособности. *Георесурсы*. 2004. № 1. С. 16-17.

Селяев В. П., Неверов В. А., Куприяшкина Л. И. Рентгеноструктурные и рентгеноспектральные исследования цеолитсодержащих пород Атяшевского и Татарско-Шатрашанского месторождений Среднего Поволжья. *Региональная архитектура и строительство*. 2014. № 3. С. 13-18.

Сидоренков А.И., Зарубко Н.С., Самошин А.А. Модель механизма образования трепелов и опок. В кн.: Критерии прогноза минерального сырья в приповерхностных образованиях севера Западной Сибири и Урала. Тюмень: ЗапСибНИГНИ. 1989. С. 46-63

Суркова С.А., Шушарина В.В. Депрессивные регионы: типологические особенности и механизмы преодоления депрессии. *Региональная экономика: теория и практика*. 2009. № 1 (94). С. 25-37.

Aksakal E.L., Angin I., Oztas T. Effects of diatomite on soil physical properties. *Catena*. 2012. Vol. 88. Is. 1. Pp. 1-5. DOI:10.1016/j.catena.2011.08.004.

U.S. Geological Survey. Mineral commodity summaries. 2015. 196 p. <http://dx.doi.org/10.3133/70140094> (Дата обращения: 31.05.2016).

Сведения об авторах

Павел Витальевич Смирнов – заместитель директора Научно-образовательного центра «Геология нефти и газа» Тюменский индустриальный университет
Россия, 625000, Тюмень, ул. Володарского 38
Тел: +7(922)483-80-90, e-mail: geolog.08@mail.ru

Александр Олегович Константинов – специалист Научно-образовательного центра «Геология нефти и газа» Тюменский индустриальный университет
Россия, 625000, Тюмень, ул. Володарского 38
Тел: +7(982)782-37-53
E-mail: konstantinov.alexandr72@gmail.com

Статья поступила в редакцию 30.06.2016

Diatomaceous Clay of Shadrinsky deposit (Kurgan Region)

P.V. Smirnov, A.O. Konstantinov
Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Abstract. Kurgan region occupies a leading position among the regions of the Trans-Urals for reserves of opal-cristobalite rocks. Diatomaceous clay of Shadrinsky deposit is the largest object of the mineral resource base of the region, located in the 1-1.5 km south-west from the city of Shadrinsk, on the right bank of the river Iset at the deep erosional incision. The results of the research revealed that the rocks forming the productive strata of Shadrinsky deposits are represented with just diatomaceous clay, not tripoli, as previously thought. Diatomaceous clay of Shadrinsky deposit is characterized by diatom complex *Pyxilla gracilis* top of the upper part of Lower Eocene. The general chemical composition of the rocks is close to diatomite of the major deposits of Trans-Urals. The only significant difference is the lower content of the mineral phases SiO₂ and greater clay components. The presence of zeolites, calcium-sodium composition (up to a few%) is detected as part of the impurities; the clay fraction is represented by smectite, kaolinite, mica. The bulk rock contains fragments of diatoms in size from 0.005 to 0.063 mm, fragments of siliceous sponge spicules in the size of 0.027 x 0.061 mm in various states of preservation. Features of material composition and microstructure of diatomaceous clay of Shadrinsky field allow us to consider them as a promising raw material for the production of building and insulating materials.

Key words: Kurgan region, Trans-Urals, Diatomaceous clay, opal-cristobalite rocks, lithology

References

- Aksakal E.L., Angin I., Oztas T. Effects of diatomite on soil physical properties. *Catena*. 2012. Vol. 88. Is. 1. Pp. 1-5. DOI:10.1016/j.catena.2011.08.004.
- 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. Is. 4. Pp. 380-404. DOI: 10.1134/S0869593812030021 (In Russ.)
- Anisimov V. S., Martynov P. N., Merkov S. M., Petrov K. V., Podzorova E. A., Chaban' A. Yu., Shilina A. S. The Investigation of Tripoli Application for Water Mediums Purification. *Energotekhnologii i resursosberezhenie*. 2010. Is 1. Pp. 62-66. (In Russ.)
- Balans zapasov poleznykh iskopaemykh SSSR. Kremnistoe (opal-kristobalitovoe) syr'e [Mineral resources of USSR (opal-cristobalite rocks). Report]. Moscow: Sojuzgeofond. 1984. Is. 86. p. 213 (In Russ.)
- Loboda B.P., Bagdasarov B.R., Fitsuro D.D. Effect of fertilizers based on zeolites and zeolite-containing tripolites from the Khotynetsky deposit on the yield and quality of potatoes. *Agricultural Chemistry*. 2014. Is 3. Pp.28-35. (In Russ.)
- Nikitin A.I., Storozhenko G.I., Kazantseva L.K., Vereshchagin V.I. Teploizolyatsionnye materialy i izdeliya na osnove trepelov Potaninskogo mestorozhdeniya [Thermal insulation materials and products based on the Potanin tripoli field]. *Stroitel'nye materialy = Construction Materials*. 2014. № 8. Pp. 34-37. (In Russ.)
- Nikolaeva I.V., Palessky S.V., Chirko O.S., Chernonozhkin S.M. Determination of major and trace elements by inductively coupled mass-spectrometry in silicate rocks after fusion with LiBO₂. *Analitika i kontrol' = Analytics and Control*. 2012. Vol. 16. Is 2. Pp. 134-142 (In Russ.)
- Nikolaeva I.V., Palesskii S.V., Koz'menko O.A., Anoshin G.N. Analysis of geologic reference materials for REE and HFSE by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). *Geochemistry International*. 2008. Vol. 46. Is. 10. Pp. 1016-1022.
- Pahomov V.P., Dushin A.V. Analysis of the mineral-raw material safety in the Ural Federal District. *Economy of Regions*. 2008. No. 3. Pp. 129-143 (In Russ.)
- Prirodnye resursy i okhrana okruzhayushchey sredy Kurganskoj oblasti v 2014 godu. Doklad [Natural Resources and Environmental Protection of the Kurgan region in 2014. Report]. Kurgan. 2015. 220 p. (In Russ.)
- Radaev S.S., Seleznyova O.I. Ryasnaya N.Z., Zimakova M.V. Opaline rock- based building materials. *Bulletin of South Ural State University. Series «Construction Engineering and Architecture»*. 2010. Is. 15 (191). Pp. 11-12 (In Russ.)
- Sadykov R.K., Vlasova R.G., Khaydarova N.Z. Mineral'no-syr'evoy potentsial regionov kak faktor ikh konkurentosposobnosti [Mineral and raw material potential of the regions as a competitive differentiator]. *Georesources*. 2004. Is. 1. Pp. 16-17 (In Russ.)
- Sadykov R.K., Vlasova R.G., Muradymova V.M., Vyatkina L.Yu. Bulatova G.N. Solid Non-Metallic Minerals of the Republic of Tatarstan: Conditions, Problems in Subsoil Use and Prospects of Development. *Georesursy = Georesources*. 2015. Vol. 1. Is. 4(63). Pp. 13-20 (In Russ.)
- Selyaev V. P., Neverov V. A., Kupriyashkina L. I. Rentgenostrukturnye i rentgenospektral'nye issledovaniya tseolitsoderzhashchikh porod Atyashevskogo i Tatarsko-Shatrashanskogo mestorozhdeniy Srednego Povolzh'ya [XRD and XRF studies of zeolite rocks of the Atyashevsky and Tatar-Shatrashanskoe fields of the Middle Volga region]. *Regional'naya arkhitektura i stroitel'stvo = Regional Architecture and Construction*. 2014. Is. 3. Pp. 13-18 (In Russ.)
- Sidorenkov A.I., Zarubko N.S., Samoshin A.A. Model' mehanizma obrazovaniya trepelov i opok [Model of formation mechanism of tripoli and opoka]. Tyumen: ZapSibNIGNI. 1989. Pp. 46-63 (In Russ.)
- Surkova S.A., Shusharina V.V. Depressivnye regiony: tipologicheskie osobennosti i mekhanizmy preodoleniya depressii [Depressive regions: typological features and mechanisms of depression overcoming]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional economics: theory and practice*. 2009. Is. 1(94). Pp. 25-37 (In Russ.)
- Vishnyak A.I., Chetverkin I.A., Novikov V.P., Plotnikova R.I. Hydrogeological model of Shadrinsk groundwater deposit of carbonaceous mineral waters as the base of valuation of its reserves. *Prospect and protection of mineral resources*. 2011. Is. 11. Pp. 35-43 (In Russ.)
- Zorina S.O., Afanas'eva N.I., Volkova S.A. Zeolite potential of Upper Cretaceous-Paleogene sedimentary rocks in the eastern and southeastern Russian Plate. *Lithology and Mineral resources*. 2008. Vol. 43. Is. 6. Pp. 577-587. DOI: 10.1134/S0024490208060059 (In Russ.)
- Zorina S.O., Afanas'eva N.I. O rasprostraneni tseolitov v verkhnemelovykh i paleotsenovyykh litostratonakh Russkoj plity [On the propagation of zeolites in the Upper Cretaceous and Paleocene lithostratigraphic units of the Russian Plate]. *Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii. Nauchnye chteniya* [Problems of mineralogy, petrology and metallogeny. Proc. Sci. Conf.]. Perm: Perm University Publ. 2008. Pp. 43-49 (In Russ.)
- U.S. Geological Survey. Mineral commodity summaries. 2015. 196 p. <http://dx.doi.org/10.3133/70140094>. (accepted: 31.05.2016).

For citation: Smirnov P.V., Konstantinov A.O. Diatomaceous Clay of Shadrinsky deposit (Kurgan Region). *Georesursy = Georesources*. 2016. V. 18. No. 3. Part 2. Pp. 240-244. DOI: 10.18599/grs.18.3.16

Information about authors

Pavel V. Smirnov – Deputy Head of the Academic center «Geology of oil and gas», Tyumen Industrial University Russia, 625000, Tyumen, Volodarsky str. 38
Phone: +7 (922)483-80-90, e-mail: geolog.08@mail.ru

Aleksandr O. Konstantinov – Scientist, Academic center «Geology of oil and gas», Tyumen Industrial University Russia, 625000, Tyumen, Volodarsky str. 38
Phone: +7 (982)782-37-53
E-mail: konstantinov.alexandr72@gmail.com

Manuscript received June 30, 2016