

УДК 553.041; 553.69

ЛИТОЛОГИЯ ПОРОД ТУРТАССКОЙ СВИТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОСТЕКЛОКЕРАМИКИ НА ПРИМЕРЕ УСПЕНСКОЙ ПЛОЩАДИ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Смирнов Павел Витальевич,

аспирант каф. геологии месторождений нефти и газа Тюменского государственного нефтегазового университета, Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38; науч. сотр. Института Криосферы Земли СО РАН, Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86. E-mail: geolog.08@mail.ru

Иванов Константин Сергеевич,

канд. техн. наук, ст. науч. сотр. Института Криосферы Земли СО РАН, Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86. E-mail: sillicium@bk.ru

Константинов Александр Олегович,

мл. науч. сотр. Института Криосферы Земли СО РАН, Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86. E-mail: konstantinov.alexandr72@gmail.com

Актуальность работы определяется необходимостью расширения местной минерально-сырьевой базы Тюменской области для производства большой номенклатуры современных строительных и теплоизоляционных пеностеклокерамических материалов.

Цель работы: изучение минерального и химического состава отложений туртасской свиты верхнего олигоцена с целью определения возможности их использования в качестве сырья для производства современных строительных и теплоизоляционных пеностеклокерамических материалов на примере Успенской площади (Тюменская область).

Методы исследований: полевые исследования, макроскопические исследования, рентгенофлуоресцентный анализ, рентгено-структурный анализ, петрографический анализ, электронная микроскопия, диатомовый анализ, технологические испытания в соответствии с патентом РФ № 2464251 и ТУ 5764–001–90903792–2013.

Результаты. Проведенные исследования показывают, что значительное содержание сложенных рентгеноаморфным опалом панцирей диатомей и их фрагментов (до 10 %) в сочетании со смешаннослойными образованиями (коренсит, тосудит и др.), слагающими глинистую часть в отложениях туртасской свиты, обеспечивают активное взаимодействие со слабыми щелочами и, соответственно, определяют широкие возможности их применения в качестве сырья для производства пеностеклокерамических материалов. В ходе опытных испытаний получены образцы пеностеклокерамических материалов, которые соответствуют патенту РФ № 2464251 и ТУ 5764–001–90903792–2013 по следующим характеристикам: насыпная плотность, прочность при сжатии, водопоглощение по объёму, коэффициент размягчения и теплопроводность. Многофункциональность материала позволяет планировать выпуск широкой линейки продукции, востребованной в промышленном, гражданском малоэтажном и каркасном, дорожном строительстве, нефтегазовой отрасли, ландшафтном дизайне: стеновых блоков, сухих строительных смесей, заполнителя бетонов, блочной пеностеклокерамики, насыпного теплоизолятора для дорог и оснований.

Ключевые слова:

Кремнистые породы, силициты, туртасская свита, пеностекло, Тюменская область.

Введение

В рамках программы совместных исследований ООО «ТИП-ИК-1» и Института Криосферы Земли СО РАН по изучению опал-кристобалитовых пород организованы поисково-разведочные работы на кремнистое сырьё на юге Тюменской области. Исследования призваны определить перспективы расширения минеральной базы Тюменской области, которая нуждается в сырье для производства большой номенклатуры прогрессивных строительных и теплоизоляционных материалов.

В предыдущей работе [1] нами отмечалось, что ввиду значительных глубин залегания опал-кристобалитовых пород ирбитской свиты на юге Тюменской области, своеобразной «альтернативой» диатомитам и опокам для производства пеностеклокерамических материалов могут выступать породы туртасской свиты верхнего олигоцена, которые в значительной мере обогащены обломками диатомей и спикулами губок [2]. Принимая во внимание тот факт, что на дочетвертичной площади Западной Сибири туртасская свита занимает самую большую площадь [3] и характеризуется мощностью до 30 м, можно утверждать, что туртасские отложения обладают значительным ресурсным потенциалом. Для практического подтверждения данной гипотезы в непосредственной близости от г. Тюмень была исследована Успенская площадь (рис. 1). Рассматриваемая территория характеризуется высокой степенью геологической изученности, малой мощностью плиоцен-четвертичных отложений и наличием карьерной выработки.

В соответствии с Государственной геологической картой Российской Федерации [4] на изучаемой площади развиты отложения куртамышской свиты нижнего олигоцена (P_3kr), перекрытые озерно-аллювиальными отложениями IV надпойменной террасы (лимноаллювий и лимний сузгунской толщи неоплейстоценового возраста). Однако, согласно данным разрезов гидрогеологических сква-

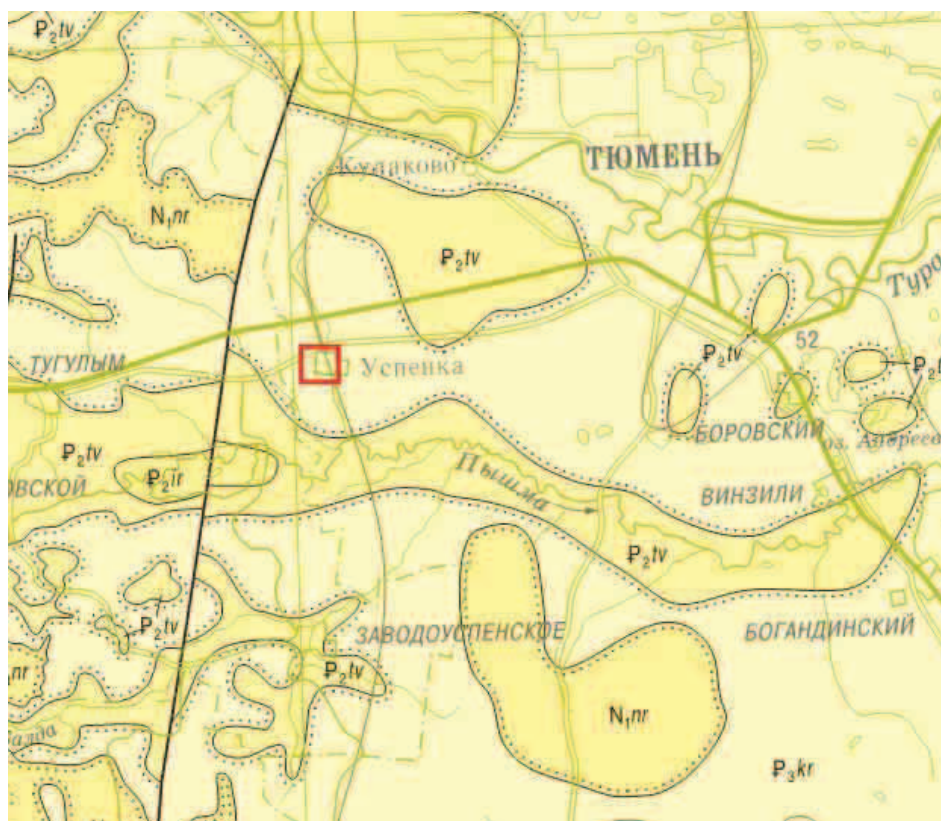


Рис. 1. Схема размещения Успенского участка

Fig. 1. Uspensky area

жин в районе с. Успенка [5, 6], четвертичные отложения перекрывают породы туртасской свиты (P_3tr), а отложения куртамышской свиты частично размыты и картируются в виде отдельных останцов в толще тавдинской свиты.

Успенская площадь располагается в пределах междуречья рек Туры и Пышмы. Исследуемая территория характеризуется равнинным слабонаклонным в сторону речных долин рельефом с абсолютными отметками 65–90 м [7]. Геологическое изучение района началось в 1956–1961 гг. поисково-разведочными партиями Уральского и Тюменского геологических управлений. Уже тогда было отмечено широкое распространение глин в пределах зоны развития отложений IV надпойменной террасы [8].

В рамках утвержденной программы исследований в июне–августе 2014 г. на площади было проведено бурение поисковых скважин глубиной 15 м и произведен отбор рядовых и технологических проб на кремнистое сырье. Местоположение скважин определялось по морфологическим признакам при рекогносцировочном обследовании. Для оценки перспективности отложений туртасской свиты было пробурено 3 скважины, объемом 45 погонных метров (рис. 2). Бурение скважин проводилось с использованием самоходной буровой установкой ПБУ-2 на ЗИЛ 131/Н1 колонковым способом. В процессе бурения велось визуальное описание разреза, фиксировались литологиче-

ские границы и уровни грунтовых вод. Глубина залегания грунтовых вод на территории площадки варьируется в пределах от 3 до 9 м. Горизонт безнапорный.

Макроскопически породы диагностируются как суглинки и супеси, светло-серые, с буровато-коричневым оттенком, довольно прочные (слабо пачкают пальцы при контакте с ней), с почти массивной текстурой (рис. 3). Порода сложена разно-размерными обломками – от алевро-пелитовой до среднезернистой песчаной гранулометрических фракций, а также редкими полуокатанными обломками гравийной размерности, сцементированными глинистым материалом. Часть зерен кварца обладает регенерационными гранями. Присутствуют также немногочисленные мелкие чешуйки слюд и хлоритов. Отмечаются редкие мелкие и очень мелкие зерна черного, реже бурого цвета, представляющие собой, углефицированный растительный детрит, а также единичные зерна рудных минералов. Бурый оттенок образца обусловлен наличием в нём тонких пленок гидроокислов железа.

Породы – от рыхлых алевроитовых до плотных опоквидных разностей. Сцементированность и опоквидность растет вниз по разрезу. Породы с глубин более 10 м при ударе не рассыпаются, а растрескиваются, образуя характерные для опоквидных и кремне-песчаных пород сколы и поверхность. Реакция с HCl отсутствует.

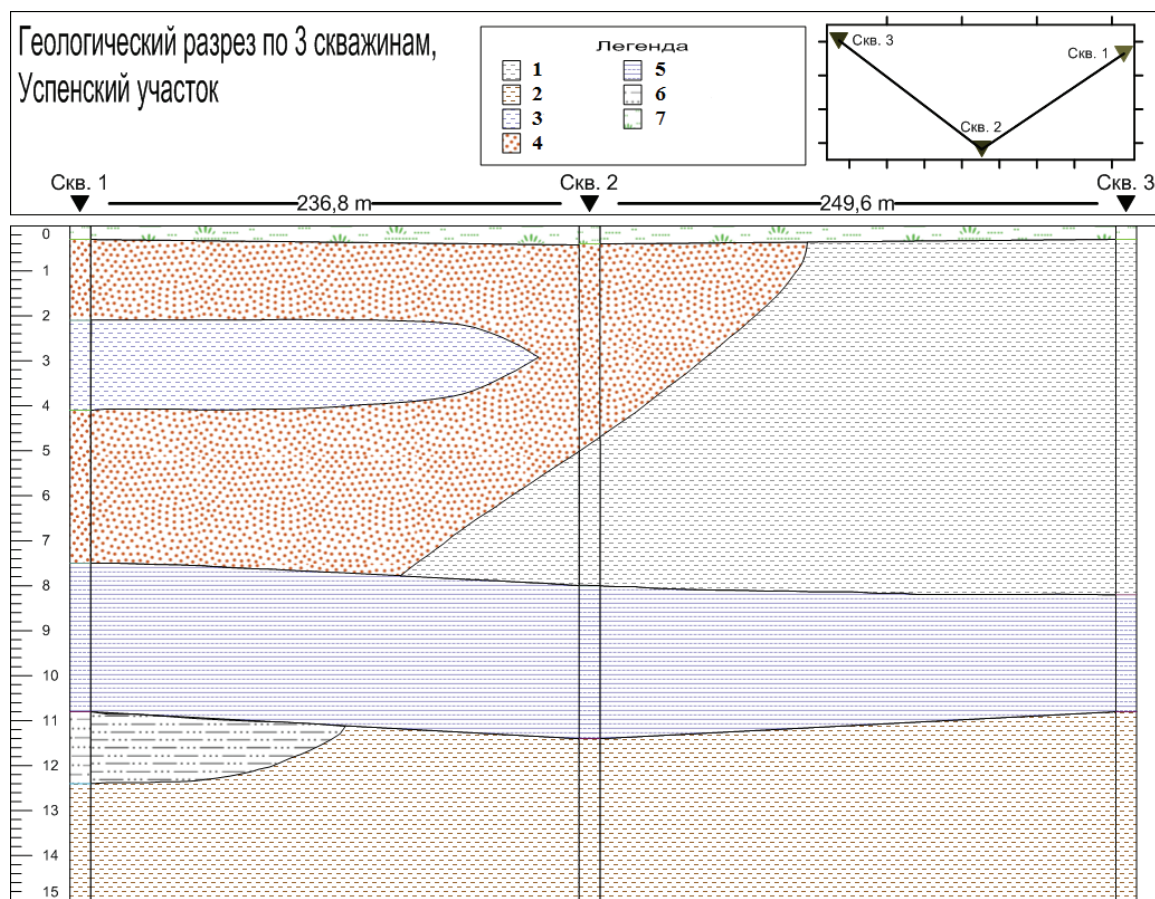


Рис. 2. Геологический разрез по 3 скважинам: 1 – суглинок серо-коричневый мягкопластичный; 2 – суглинок серый мягкопластичный; 3 – суглинок серый тугопластичный; 4 – песок мелкозернистый серо-коричневый; 5 – супесь серая текучая; 6 – суглинок мягкопластичный с прослоями супеси; 7 – почвенно-растительный слой

Fig. 2. Geological section by three wells: 1 – gray-brown high-plastic loam; 2 – gray high-plastic loam; 3 – gray low-plastic loam; 4 – gray-brown fine-grained sand; 5 – gray fluid sandy loam; 6 – high-plastic loam with sandy loam bands; 7 – topsoil



Рис. 3. Внешний вид кремнистой породы

Fig. 3. Siliceous strata appearance

На базе Красноярского научного центра СО РАН и ООО «ЗапСибГЦ» рентгено-флуоресцентным спектрометром Bruker S2 RANGER проведен химический анализ кремнистых пород. Перед проведением анализа предварительно дезинтегрированные пробы сушились, затем прокаливались в

муфельной печи. Судя по светло-серой окраске изученных проб, содержание органического вещества в них невелико и не превышает 0,1–0,3 %, поэтому основная часть потерь при прокаливании обусловлена выделением из анализируемых образцов различных типов воды.

Основным компонентом является двуокись кремния – содержание варьируется от 65,9 до 74,4 %; в подчиненном количестве – оксиды Al^{3+} и Fe^{3+} (табл. 1). Содержание кремнезема с глубиной увеличивается, содержание оксидов литофильных металлов, наоборот, уменьшается. Количество глинозема не превышает 15 %. Определено присутствие в незначительном количестве оксидов Cu, Zn, Cr, V, Sr и др. Обращает на себя внимание повышенное содержание Ti и Zr. В Западной Сибири повышенные концентрации этих элементов характерны для куртамышской и туртасской свит нижнего и верхнего олигоцена [9], поэтому присутствие Ti и Zr в данном случае является своеобразным репером возраста.

Набор рефлексов на дифрактограммах подтверждает их полиминеральный состав. Благодаря вы-

Таблица 1. Результаты определения химического состава пород. Скважина 3**Table 1.** Results of determination of rock chemical composition. Well 3

№ обр. Sample	ППП, % LOI, %	Химический состав, % / Chemical composition, %												
		Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	ZrO ₂
1	2,16	0,369	2,36	14,30	69,60	0,06	0,198	0,321	2,74	1,30	1,22		7,33	
2	2,13	0,392	2,63	13,70	70,40	0,07	0,287	0,432	2,67	1,29	1,28		6,91	0,114
3	2,55	0,488	2,69	13,20	70,60	0,06	0,513	0,522	2,75	1,35	1,36		6,80	0,104
4	2,56	0,523	2,50	13,10	69,80	0,08	0,438	0,289	2,51	3,63	1,15		6,13	
7	2,83	0,729	2,34	12,60	65,90	0,09	0,890	1,140	2,90	3,62	1,77		7,86	0,104
8	3,23	0,860	1,51	13,10	71,30	0,11	0,250	0,008	2,42	2,19	0,93	0,091	3,75	0,065
9	3,44	0,767	2,89	11,90	71,00	0,12	0,542	0,74	2,56	3,36	1,34	0,092	4,80	0,091
12	4,92	0,601	1,63	11,50	74,40	0,07	0,620	1,00	2,56	2,01	1,46	0,097	3,99	0,123
13	5,83	0,410	1,56	14,30	67,20	0,08	0,280	0,005	2,13	1,45	1,13	0,091	5,50	0,057
15	6,03	0,418	2,16	12,90	72,10	0,08	0,376	0,365	2,24	1,42	1,32		6,53	

Пустые графы – содержание ниже предела определения или отсутствие; ППП – потери при прокаливании.

Empty graphs – content is lower than the determination limit or absence; LOI – loss on ignition.

сокой степени кристалличности, наиболее интенсивными и ярко выраженными являются пики кварца, основными диагностическими линиями которого являются 3,357. Исходя из величины главного пика можно приблизительно судить о количественном содержании кварца.

По данным интерпретации дифрактограммы, порода сложена обломками кварца (81 %), калиевого полевого шпата или микроклина (6 %) и кислым плагиоклазом или альбитом (5 %). Характерного для силицитов опалового гало не наблюдается.

Суммарная концентрация глинистых минералов в породе близка к 6,2 %. В составе глинистой фракции выделяется две группы минералов. Первая представлена гидролизированными мелкими обломками слюды и хлоритов, а вторая – продуктами их выветривания, представленными каолинитом и смешанослойными образованиями на основе хлорита и набухающих компонентов (вермикулита (корренсит) и/или монтмориллонита (тосудит)), а также гидрослюда и монтмориллонита (ССО, глауконит). ССО – это смешанослойный минерал, состоящий из чередующихся друг с другом слоев, представленных гидрослюдой и монтмориллонитом. Количественное содержание глинистых минералов (%): каолинит – 0,8; хлорит – 1,3; корренсит и/или тосудит – 2,0; гидрослюда – 2,3 и смешанослойные образования (ССО) – 0,8.

Преобладающим минералом в составе глинистой фракции является корренсит (тосудит) – 26 % от суммы глин. На втором месте по вкладу в сумму глинистых минералов находятся хлорит и ССО (по 19 % каждый). Затем следуют каолинит и гидрослюда (по 18 % каждый). Корренсит и/или тосудит – также смешанослойные минералы, но в их состав входят чередующиеся слои хлорита и вермикулита (корренсит) или хлорита и монтмориллонита (тосудит). Так как только на основании данных рентгеноструктурного анализа эти смешанослойные минералы трудно различимы друг от

друга без дополнительных методов исследования, поэтому в таблице состава и соотношения глинистых минералов приводим названия обоих минералов (табл. 2, 3).

Таблица 2. Результаты определения валового минерального состава, %**Table 2.** Results of determination of total mineral composition, %

Кварц Quartz	Микроклин Microcline	Альбит Albite	Сидерит Siderite	Каолинит Kaolinite	Хлорит Chlorite	Корренсит (тосудит) Corrensite (tosudite)	Гидрослюда Hydrous mica	ССО Mixed layer clay
81,0	6,0	5,0	0,8	0,8	1,3	2,0	2,3	0,8

Таблица 3. Соотношение минералов в глинистой части, %**Table 3.** Ratio of minerals to clayed part, %

Каолинит Kaolinite	Хлорит Chlorite	Корренсит (тосудит) Corrensite (tosudite)	Гидрослюда Hydrous mica	ССО Mixed layer clay
18,0	19,0	26,0	18,0	19,0

По данным петрографического анализа проб четко устанавливаются две разности горных пород. Первая – порода псаммитовой структуры – приурочена к верхней части разреза и отвечает четвертичным отложениям, вторая – пелито-псаммо-алевритовая – к нижним частям разреза и соответствует туртасской свите.

Первый тип диагностируется как рыхлая порода псаммитовой структуры с примесью глинистого материала, окружающего обломки псаммитовой фракции. Размер песчаной фракции 0,125–0,16 мм, пелитовой – 0,01–0,07 мм. Отмечаются обугленные растительные остатки и ксило-витреновые, а также фрагменты диатомовых водорослей.

Второй тип характеризуется как рыхлая порода пелито-псаммо-алевритовой структуры, плохо отсортированная, с размером преобладающей фракции 0,02–0,05 и 0,08–0,125 мм. Хорошо диагностируются многочисленные фрагменты диатомовых водорослей размером до 0,03–0,05 мм, составляющих 8–10 % от общей площади шлифа, а также с включениями коричневых битумоидов (рис. 4). Преобладающим в обломочной части является кварц, часто трещиноватый, с нормальным, реже с волнистым, погасанием. Из полевых шпатов в небольшом количестве встречены: чистый плагиоклаз, ортоклаз с вростками кварца и микроклин с нарушенной двойниковой структурой. Округлые обособления зеленоватого цвета с микроагрегатной поляризацией принадлежат ССО, встречены в количестве 2 %. Из аксессуарных минералов отмечены эпидот, циркон, апатит. Редко встречены обломки глинистых гидрослюдистых пород, рудный магнетит и сидерит.

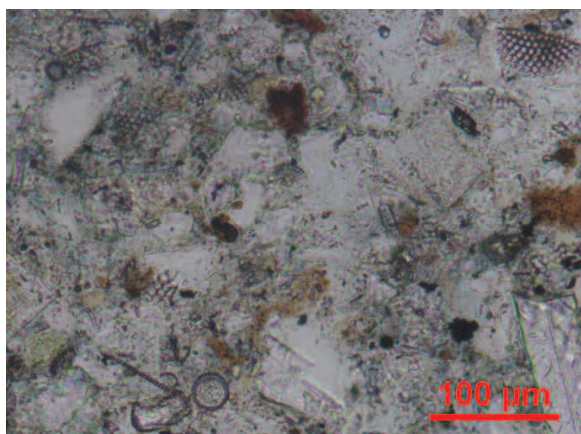


Рис. 4. Общий вид пелито-псаммо-алевритовой породы в шлифах

Fig. 4. General view of pelite-psamm-silt rock in slides

Микроскопический анализ показывает, что основная масса породы представлена обломками кварца, полевого шпата и плотными чешуйчатыми агрегатами глинистых минералов. Опаловый кремнезем слагает цельные панцири диатомей и их фрагменты размером до 30–50 мкм, которые прослеживаются повсеместно и хорошо сохранили строение раковины, и часто свободны от глинистой компоненты. Последнее позволяет диагностировать видовой состав диатомовых водорослей (рис. 5, 6).

В формировании породы принимают участие как пресноводные, так и типично морские диатомовые водоросли. Пресноводные планктонные *Aulacoseira* сочетаются с толстостенными морскими *Melosira*. Наиболее распространенными в исследованных породах являются диатомовые водоросли родов *Melosira*, *Paralia* и *Aulacoseira* (рис. 6).

Значительное содержание сложенных рентгеноаморфным опалом обломков диатомей (до 10 %) в сочетании со смешаннослойными образованиями, слагающими глинистую часть, должно обеспечивать активное взаимодействие со слабыми щело-

чами. Последнее может быть определяющим критерием для широкого применения в производстве пеностекловых материалов.

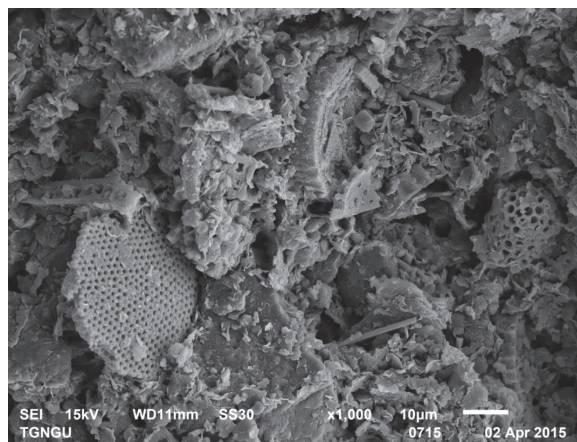


Рис. 5. Общий вид кремнистой породы под электронным микроскопом (фотографии: В.Т. Чернышев, ТюмГНГУ)

Fig. 5. General view of siliceous rock under electron microscope (photos by V.T. Chernyshev, Tyumen State Oil and Gas University)

На базе Института Криосферы Земли СО РАН исследовалась возможность получения пеностеклокерамических материалов на основе рассматриваемого сырья. В соответствии с запатентованным способом (патент РФ № 2464251) [10] из проб породы были изготовлены и изучены образцы пеностеклокерамики, подвергнутые обжигу при 800 °С. Критериями оценки образцов служили: кратность вспенивания после обжига (отношение конечного объема образца к начальному) и средняя плотность.

Большая часть образцов (20 из 30 проб породы) показали высокую пригодность сырья (рис. 7). Кратность их вспенивания лежала в пределах 2,2–3,7, средняя плотность составляла 210–360 кг/м³. Структура полученного материала представлена на рис. 7. Остальная часть образцов имела недостаточные показатели, требуемые для получения качественных материалов: кратность вспенивания: 1,1–1,6 и среднюю плотность 490–800 кг/м³.

Таким образом, даже в пределах одного горизонта имеет место высокая неоднородность горных пород, по всей видимости, обусловленная переслаиванием глинистого и песчаного материала. Очевидно, что более опесчаненные разности дают более низкую кратность вспенивания и высокую плотность.

С применением опытной установки для получения гранулированной пеностеклокерамики, из технологической пробы породы массой 250 кг была получена партия гранулированного пеностеклокерамического материала «Диатом ИК» (ТУ 5764–001–90903792–2013 [11]) (рис. 8). Материал фракции 2,5–10 мм имел следующие показатели качества:

1. Насыпная плотность 350 кг/м³.
2. Прочность при сжатии 1,9 МПа.
3. Водопоглощение по объёму 2,8 %.

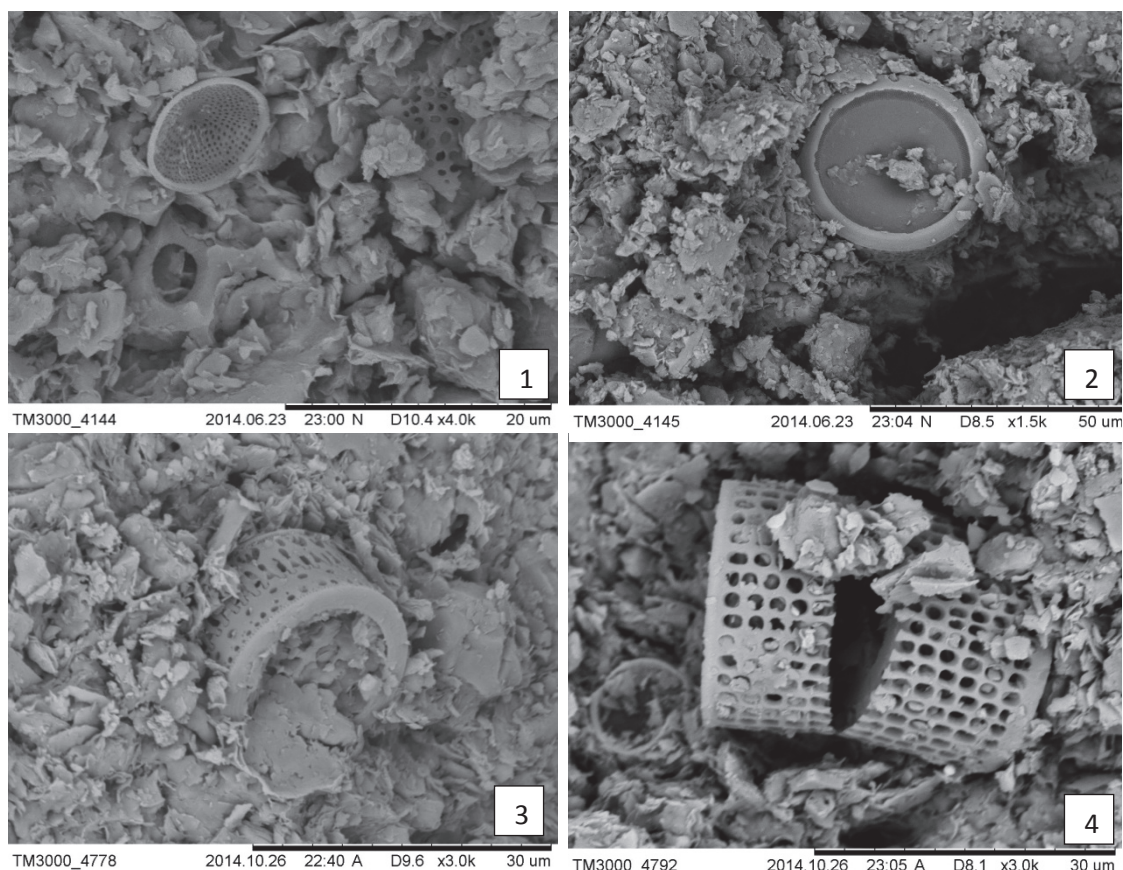


Рис. 6. Диатомовые водоросли в исследуемой породе: 1 – *Stellarima microtrias*; 2 – *Hyalodiscus*; 3 – *Paralia Sulcata* (Her.); 4 – *Aulacoseira* (фотографии: А.Н. Курчатова, Тюменский научный центр СО РАН; диагностика: Н.И. Афанасьева, ЦНИИГеолнеруд)

Fig. 6. Diatoms in the rock: 1 – *Stellarima microtrias*; 2 – *Hyalodiscus*; 3 – *Paralia Sulcata* (Her.); 4 – *Aulacoseira* (photos by A.N. Kurchatov, Tyumen Scientific Center SB RAS; diagnostics by N.I. Afanasyev, Central Research Institute for Geology of Industrial Minerals)

4. Коэффициент размягчения (отношение прочности при сжатии водонасыщенных гранул к сухим) 0,98.

5. Теплопроводность 0,11 Вт/(м·К).

В целом данный вид сырья признан пригодным для производства пеностеклокерамических материалов.



Рис. 7. Образец, полученный при вспенивании исследованной породы

Fig. 7. Sample obtained when frothing the rock

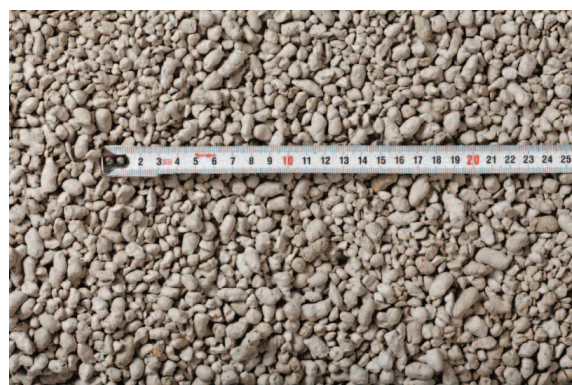


Рис. 8. Гранулированный теплоизоляционный материал «ДиатомИК», изготовленный из технологической пробы исследованных пород

Fig. 8. Granular insulation «Diatomilk» made of process sample of the investigated rock

Гранулированный теплоизоляционный материал «ДиатомИК» обладает исключительным набором характеристик и может найти широкое применение в промышленно-гражданском, транспортном строительстве, в качестве заполнителя в конструкционно-теплоизоляционных бетонах, насып-

ной теплоизоляции и др. [12, 13]. Высокая водостойкость материала и сравнительно низкая теплопроводность позволяют применять его для термостабилизации оснований инженерных сооружений с целью снижения интенсивности растепления грунтов в районах с вечной мерзлотой, а также снижения негативного криогенного воздействия на сооружения в районах с сезонным промерзанием грунтов.

На сегодняшний день в Российской Федерации наблюдается значительный спрос на качественные теплоизоляционные материалы [14]. Сложные климатические условия большей части территории России и интенсивное развитие строительной отрасли предполагают активное внедрение высокотехнологичных материалов, которые позволили бы увеличить долговечность сооружений и снизить затраты на их эксплуатацию. Из представленных на рынке теплоизоляционных материалов только пеностекло обладает необходимым набором характеристик.

В странах СНГ пеностекло чаще всего применяется при строительстве инженерных сооружений с повышенным уровнем риска (объекты промышленности, энергетики), а также в сооружениях, для которых заявлен срок безремонтной эксплуатации более 50 лет. Повсеместное использование данного материала, несмотря на значительный спрос, лимитировано ограниченной сырьевой базой. Пеностекло, как правило, производится из промышленных и бытовых отходов стекла. Отсутствие отлаженной системы сбора, транспортировки и переработки стеклобоя ограничивает возможности для производства и применения пеностекла в РФ [15].

ДиатомИК по набору характеристик сопоставим с большинством отечественных и зарубежных марок пеностекла. Он может использоваться как местный строительный материал: заполнитель в конструкционно-теплоизоляционных бетонах, либо в качестве насыпной теплоизоляции.

В странах северной и центральной Европы ячеистые пеносиликатные материалы уже более 20 лет успешно применяются в транспортном строительстве [16]. Наибольшего успеха в применении материалов из пеностекла при строительстве дорог в сложных инженерно-геологических условиях достигли скандинавские страны: Финляндия, Швеция и в первую очередь Норвегия

[17, 18]. Начиная с 1999 г. гранулированное пеностекло применялось при строительстве и реконструкции более чем 25 дорожных объектов Норвегии, главным из которых является Транснорвежская магистраль Е6 [19].

Зарубежный опыт применения пеносиликатных материалов при строительстве автомобильных дорог в условиях криолитозоны прямо указывает на перспективность использования материала ДиатомИК при освоении нефтегазовых месторождений севера Западной Сибири, модернизации транспортной инфраструктуры региона. Расширение сырьевой базы для производства материала ДиатомИК (в том числе, и на юге Тюменской области) повысит экономическую целесообразность использования материала для нужд многоэтажного и малоэтажного гражданского строительства, создаст все необходимые возможности для повышения доступности жилья в регионе, снижения затрат на его эксплуатацию.

Заключение

Ранее геологи не видели перспектив расширения минерально-сырьевой базы кремнистых пород на юге Тюменской области. Однако полученные данные убедительно свидетельствуют о том, что в южных районах Тюменской области, тяготеющих к его западной границе, имеются перспективы для расширения минеральной базы кремнистых пород Зауралья за счет отложений туртасской свиты верхнего олигоцена. Стоит обратить внимание на факт общего опесчанивания разреза свиты в западном направлении – к Исеть-Тавдинскому междуречью [20], как раз в зоне, где были проведены исследования. Поэтому есть основания полагать, что при изучении объектов туртасской свиты за пределами данной территории качество сырья будет выше, в первую очередь за счет большей однородности и меньшего содержания псаммитовой составляющей.

Вместе с тем в связи с близким расположением охраняемой лесной зоны и площадей сельскохозяйственного назначения разведка на запад и юг Успенской площади представляется невозможной. Поэтому дальнейшие перспективы изучения отложений туртасской свиты и возможного освоения карьерной выработки связаны с территориями к северу от изученной площади.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов П.В., Иванов К.С. Предпосылки расширения минеральной базы кремнистых пород на юге Тюменской области // Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна: Матер. IX Междунар. науч.-техн. конф. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – С. 39–43.
2. Рубина Н.В. Палеоальгологическое обоснование стратиграфии морских и континентальных палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской низменности // в кн.: Морской и континентальный палеоген Сибири. – Новосибирск: Наука, 1973. – С. 87–96.
3. Рубина Н.В. Комплексы диатомей в отложениях туртасской свиты Западно-Сибирской низменности // в кн. Ископаемые диатомовые водоросли СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 61–66.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист О-41 (Екатеринбург) ФГУП «ВСЕГЕИ», 2011.
5. Чанбаева Э.З. Оценка запасов подземных вод на участках действующих водозаборов ЗАО «Успенское» Тюменского района Тюменской области. – Тюмень: Тюменьгеомониторинг, 2013. – С. 145–150.
6. Соколкин С.Б. Оценка гидрогеологической изученности и подготовка геологического обоснования работ по государственной

- геологической карте масштаба 1:1000000 листа О-41. – Екатеринбург: Уралнедра, 2012. – 263 с.
7. Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области. – Екатеринбург: Средне-Уральское книжное издательство, 1996. – 240 с.
 8. Атлас Тюменской области. Вып. 1. – М.; Тюмень: Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР, 1971. – 45 п.л.
 9. Каменских А.П. Оценка перспективности территории Нижнетавдинского района на титан-циркониевые россыпи. – Тюмень: ВП «Неоком и Ко», 1997. – 8 с.
 10. Способ получения ячеистого строительного материала: пат. 2464251 Рос. Федерация. МПК51 C04B 38/00, C04B 28/24, C04B 40/02, C04B 111/40. Оpubл. 20.10.2012, Бюл. № 29. – 3 с.
 11. ТУ 5764-001-90903792-2013 «Материал теплоизоляционный гранулированный универсальный «ДиатомИК». – Тюмень: ТИП-ИК-1, 2013. – 4 с.
 12. Иванов К.С. Новый изоляционный материал для термостабилизации грунтов // Криосфера Земли. – 2011. – Т. XV. – № 4. – С. 120–122.
 13. Иванов К.С., Радаев С.С., Селезнева О.И. Диатомиты в технологии гранулированного пеностекла // Стекло и керамика. – 2014. – № 5. – С. 15–19.
 14. Гусарова Л.Г., Комкова А.В. Некоторые аспекты маркетингового анализа инновационно-ориентированного производства пеностекла // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 10 (1). – С. 61.
 15. Мелконян Р.Г., Власова С.Г. Экологические и экономические проблемы использования стеклобоя в производстве стекла. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2013. – 100 с.
 16. Eriksson L., Hagglund J. Manual for Foam Glass in soil and road construction. – Linköping: The Swedish Geotechnical Institute, 2008. – 44 p.
 17. Emersleben A., Meyer N. Paved with Glass // Civil Engineering. – Clausthal-Zellerfeld: ASCE, 2012. – С. 441–451.
 18. Meyer M., Emersleben A. Einsatzmöglichkeiten von recyceltem Altglas im Verkehrswegebau // Recycling und Rohstoffe. B. 3. – Berlin: Verlag, 2010. – С. 441–451.
 19. Frydenlund T.E., Aabø R. Use of waste materials for lightweight fills // International Workshop on Lightweight Geomaterials. – Tokyo, 2002.
 20. Астапов А.П., Дрожащих Н.Б., Генералова Р.С. Палеогеография палеогена и неогена юга Тюменской области в связи с оценкой перспектив территории на нерудное сырье. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1979. – 33 с.

Поступила 06.04.2015 г.

UDC 553.041; 553.69

LITHOLOGY OF TURTASS SUITE ROCKS AND OPPORTUNITIES OF THEIR USE AS A RAW MATERIAL FOR FOAMGLASS CERAMICS ON THE EXAMPLE OF USPENSKAYA AREA (TYUMEN REGION)

Pavel V. Smirnov,

Tyumen State Oil and Gas University, 38, Volodarskogo street, Tyumen, 625000, Russia; Institute of the Earth Cryosphere SB RAS, 86, Malygina street, Tyumen, 625000, Russia. E-mail: geolog.08@mail.ru

Konstantin S. Ivanov,

Institute of the Earth Cryosphere SB RAS, 86, Malygina street, Tyumen, 625000, Russia. E-mail: silicium@bk.ru

Alexander O. Konstantinov,

Institute of the Earth Cryosphere SB RAS, 86, Malygina street, Tyumen, 625000, Russia. E-mail: konstantinov.alexandr72@gmail.com

Relevance of the discussed issue is caused by the necessity to expand the local mineral resource base of Tyumen region for producing a large range of modern building and insulating foamglass ceramics materials.

The main aim of the research is to study the chemical and mineral composition of sediments of Turtass suite of Upper Oligocene to determine the possibility of their use as raw material for producing building and insulating foamglass ceramics materials on the example of Uspenskaya area (Tyumen region).

The methods used in study: field investigations, reconnaissance of the area, macroscopic study, X-ray fluorescence analysis, X-ray analysis, petrographic analysis, electron microscopy, diatom analysis, technological tests in accordance with the RF patent № 2464251 and TC 5764-001-90903792-2013.

The results. The carried out investigations show that the significant content of frustules of diatoms and their fragments (10 %), formed by X-ray amorphous opal, combined with mixed layers of formation (corensite, tosudite etc.), which form the clay part, actively engage with weak alkalis and, consequently, define the opportunities for their wide use in production of foamglass ceramics materials. During the pilot testing the authors have obtained the samples of foamglass ceramics materials, which meet the RF patent no. 2464251 and TC 5764-001-90903792-2013 in part of bulk density, compressive strength, water absorption by volume, softening coefficient and thermal conductivity. Multifunctionality of the material allows planning the production of a wide range of products in demand in industrial, civil and low-rise wireframe, road construction, oil and gas industry, landscape design: building blocks, dry construction mixtures, fillers in concrete, foamglass ceramics blocks, bulk insulation for roads and grounds.

Key words:

Siliceous rocks, silicites, turtass suite, foam glass, Tyumen region.

REFERENCES

1. Smirnov P.V., Ivanov K.S. Predposylki rasshireniya mineralnoy bazy kremnistykh porod na yuge Tyumenskoy oblasti [Prerequisites of extension of mineral base of siliceous rocks in the south of the Tyumen region]. *Geologiya i neftegazonosnost Zapadno-Sibirskogo megabasseyina. Materialy IX Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Geology and petroleum potential of the West Siberian megabasin. Proc. IX Int. scientific and engineering. conf.]. Tyumen, 2014. pp. 39–43.
2. Rubina N.V. Paleogeologicheskoe obosnovanie stratigrafii morskikh i kontinentalnykh paleogenovykh i neogenovykh otlozheniy Zapadno-Sibirskoy nizmennosti [Paleogeological justification of stratigraphy of marine and continental Paleogene and Neogene deposits of the West Siberian Plain]. *Morskoy i kontinentalnyy paleogen Sibiri* [Marine and continental paleogen of Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1973. pp. 87–96.
3. Rubina N.V. Kompleksy diatomov v otlozheniyakh turtasskoy svity Zapadno-Sibirskoy nizmennosti [Complexes of diatoms in Turtass Formation sediments of the West Siberian Plain]. *Iskopaemye diatomovye vodorosli SSSR* [Fossil diatoms of the USSR]. Moscow, Nauka Publ., 1968. pp. 61–66.
4. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1:1000000 (trete pokolenie). Seriya Uralskaya. List O-41 (Ekaterinburg) [State geological map of the Russian Federation, the scale of 1:1 000 000 (third generation). Ural Series. Sheet G-41 (Yekaterinburg)]. Saint-Peterburg, FGUP «VSEGEI», 2011.
5. Chanbaeva E.Z. Otsenka zasobov podzemnykh vod na uchastkakh deystvuyushchikh vodozaborov ZAO «Uspenskoye» Tyumenskogo rayona Tyumenskoy oblasti [Assessment of groundwater resources in the areas of intake of «Uspensky» Tyumen district, Tyumen region]. Tyumen, Tyumengeomonitoring Publ., 2013. pp. 145–150.
6. Sokolkin S.B. Otsenka gidrogeologicheskoy izuchennosti i podgotovka geologicheskogo obosnovaniya rabot po gosudarstvennoy geologicheskoy karte masshtaba 1:1000000 lista O-41 [Evaluation of hydrogeological studies and preparation of geological study of works on the state geological map of 1:1,000,000 sheet O-41]. Yekaterinburg, Uralniedra Publ., 2012. 263 p.
7. Bakulin V.V., Kozin V.V. Geografiya Tyumenskoy oblasti [Geography of Tyumen region]. Ekaterinburg, Sredne-Uralskoe knizhnoe izdatelstvo, 1996. 240 p.
8. Atlas Tyumenskoy oblasti [Atlas of Tyumen region]. Moscow, Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii, Tyumen Main Office of Geodesy and Cartography under the Council of Ministers of the USSR, 1971. 45 p.
9. Kamenskikh A.P. Otsenka perspektivnosti territorii Nizhnetavdinskogo rayona na titan-tsirkonievye rossypi [Estimation of promising areas of Nizhnetavdinsky district for titanium-zirconium placers]. Tyumen, VP «Neokom i Ko», 1997. 8 p.
10. Melnikov V.P., Ivanov K.S. Sposob polucheniya yacheistogo stroitel'nogo materiala [The method for producing foamed construction material]. Patent RF no. 2464251, 2012.
11. TU 5764–001–90903792–2013 Material teploizolyatsionny granulirovanny universalny «DiatomIK» [Universal granulated thermal insulating material «DiatomIK»]. Tyumen, TIP-IK-1, 2013. 4 p.
12. Ivanov K.S. Novy izolyatsionny material dlya termostabilizatsii gruntov [The new insulation material for thermal stabilization of soils]. *Kriosfera Zemli*, 2011, no. 4, pp. 120–122.
13. Ivanov K.S., Radaev S.S., Selezneva O.I. Diatomity v tekhnologii granulirovannogo penostekla [Diatomite granular foamed glass technology]. *Steklo i keramika*, 2014, no. 5, pp. 15–19.
14. Gusarova L.G., Komkova A.V. Nekotorye aspekty marketingovogo analiza innovatsionno-orientirovannogo proizvodstva penostekla [Some aspects of marketing analysis of innovation-oriented production of foamed glass]. *Sovremennyye naukoemkie tekhnologii*, 2013, no. 10 (1), pp. 61.
15. Melkonyan R.G. Ekologicheskoe i ekonomicheskoe problemy ispol'zovaniya stekloboya v proizvodstve stekla [Environmental and economic problems of using broken glass in glass production]. Ekaterinburg, UrFU Publ. House, 2013. 100 p.
16. Eriksson L., Hagglund J. Manual for Foam Glass in soil and road construction. Linköping, The Swedish Geotechnical Institute, 2008. 44 p.
17. Emersleben A., Meyer N. Paved with Glass. *Civil Engineering*. Clausthal-Zellerfeld, ASCE, 2012. pp. 441–451.
18. Meyer M., Emersleben A. Einsatzmöglichkeiten von recyceltem Altglas im Verkehrswegebau. *Recycling und Rohstoffe*. B. 3. Berlin, Verlag, 2010. pp. 441–451.
19. Frydenlund T.E., Aabø R. Use of waste materials for lightweight fills. *International Workshop on Lightweight Geomaterials*. Tokyo, 2002.
20. Astapov A.P., Drozhashchikh N.B., Generalova R.S. Paleogeografiya paleogena i neogena yuga Tyumenskoy oblasti v svyazi s otsenkoy perspektiv territorii na nerudnoye syre [Paleogeography of Paleogene and Neogene of South of the Tyumen region in connection with the assessment of the territory prospects for non-metallic materials]. Tyumen, ZapSibNIGNI, 1979. pp. 33.

Received: 06 April 2015.