



ДІАТОМІТ ЯК ПЕРСПЕКТИВНА СИРОВИНА ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПІНОСКЛА

**А. Л. Вінницький^а, Г. К. Рябов^б, Н. О. Сеник^а, О. В. Мешков^а,
Ю. О. Коростельова^б, К. Г. Фетюхіна^б**

^а ТОВ Науково-технологічний центр «Силікатні матеріали та технології»,
м. Інза, Росія.

^б ТОВ Виробничо-інвестиційна компанія «Діатоміт-Інвест»,
м. Ульяновськ, Росія

E-mail: korostelyova@diatmix.ru; jkorostelyova@yandex.ru

Отримана 12 березня 2012; прийнята 25 травня 2012.

Анотація. Піноскло має високі тепло- і звукоізоляційні властивості, негорючість, вологонепроникність, вогне- і біостійкість, високу механічну міцність. Технологія отримання піноскла, що має рівномірну дрібнопористу структуру і низькі значення водопоглинання (3–5 об. %), коефіцієнта теплопровідності (0,050–0,055 Вт/м·К), включає стадії: підготовка діатоміту, варіння скла, різке охолодження та отримання склокрихти, помелу склокрихти і приготування піноскляної шихти, спінення шихти, виготовлення і випалювання виробів з піноскла. Шихта має такий компонентний склад: 64–70 % – діатоміт, 14–18 % – доломіт, 15–20 % – сода кальцинована, 0–5 % – сульфат натрію. Температура спінювання фрити на 10–20 °С нижче, а тривалість спінювання на 10–15 % менше, ніж у скла Фурко. Всі зразки мали закриту рівномірну дрібнопористу структуру щільністю 125–135 кг/м³ і міцністю при стисненні 0,7–1,1 мПа. Скло на основі діатоміту за традиційною технологією зварено вперше. Робота виконана в рамках договору від 22.10.2012 р. № 13.G25.31.0092 «Створення високотехнологічного виробництва з випуску піносклокераміки на основі опалкристиобалітових порід» шифр 2010-218-02-246.

Ключові слова: піноскло, діатоміт, технологія отримання, склад шихти.

ДИАТОМИТ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОСТЕКЛА

**А. Л. Виницкий^а, Г. К. Рябов^б, Н. А. Сеник^а, А. В. Мешков^а,
Ю. А. Коростелёва^б, Е. Г. Фетюхина^б**

^а ООО Научно-технологический центр «Силикатные материалы и технологии»,
г. Инза, Россия.

^б ООО Производственно-инвестиционная компания «Диатомит-Инвест»,
г. Ульяновск, Россия

E-mail: korostelyova@diatmix.ru; jkorostelyova@yandex.ru

Получена 12 марта 2012; принята 25 мая 2012.

Аннотация. Пеностекло обладает высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, негорючестью, влагонепроницаемостью, огне- и биостойкостью, высокой механической прочностью. Технология получения пеностекла, обладающего равномерной мелкопористой структурой и низкими значениями водопоглощения (3–5 об. %), коэффициента теплопроводности (0,050–0,055 Вт/м·К), включает стадии: подготовка диатомита, варка стекла, резкое охлаждение и получение стеклокрошки, помол стеклокрошки и приготовление пеностекляной шихты, вспенивание шихты, изготовление и отжиг изделий из пеностекла. Шихта имеет следующий компонентный состав: 64–70 % диатомит, 14–18 % доломит, 15–20 % сода кальцинированная, 0–5 % сульфат натрия. Температура вспенивания фритты на

10–20 °С ниже, а продолжительность вспенивания на 10–15 % меньше, чем у стекла Фурко. Все образцы обладали закрытой равномерной мелкопористой структурой плотностью 125–135 кг/м³ и прочностью при сжатии 0,7–1,1 МПа. Стекло на основе диатомита по традиционной технологии сварено впервые. Работа выполнена в рамках договора от 22.10.2012 г. № 13.G25.31.0092 «Создание высокотехнологичного производства по выпуску пеностеклокерамики на основе опалкристобалитовых пород» шифр 2010-218-02-246.

Ключевые слова: пеностекло, диатомит, технология получения, состав шихты.

DIATOMACEOUS EARTH AS A PERSPECTIVE RAW MATERIAL FOR PRODUCTION OF FOAMGLASS

Arkadiy Vinitkiy ^a, Georgy Ryabov ^b, Nina Senik ^a, Alexandr Meshkov ^a, Julia Korosteleva ^b, Ekaterina Fetuhina ^b

^a Scientific and Technical Center «Silica materials and technologies», Inza, Russia,

^b Industrial Investment Company «Diatomit-Invest» LLC, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: korostelyova@diamix.ru; jkorostelyova@yandex.ru

Received 12 March 2012; accepted 25 May 2012.

Abstract. Foam glass is a material with good thermal and sound insulating and incombustible properties, moisture resistance, fire- and biostability and high mechanical strength. The foam glass characterized by homogenous fine porous structure and low rates of water absorption (3–5 % vol.) and thermal conductivity (0,050–0,055 W/m·K) is produced on the technology including the following steps: preparation of diatomaceous earth, glass melting, quenching and glass granules producing, grinding of glass granules and preparation of foam glass batch, batch foaming, producing and annealing of foam glass products. The batch consists of the following components: 64–70 % diatomaceous earth, 14–18 % dolomite, 15–20 % soda ash, 0–5 % sodium sulfate. The temperature of frit foaming is 10–20 °C lower and the duration of foaming is of 10–15 % less than of Fourcault glass. All samples had a homogenous high porous structure with density of 125–135 kg/m³ and compressive strength of 0.7–1.1 MPa. Glass on diatomite base is produced on traditional technology for the first time. The work was released within the contract № 13.G25.31.0092 dated 22.10.2012 «High-technology production of foam glass ceramics on opal-cristobalite raw material base» coded 2010-218-02-246.

Keywords: foam glass, diatomaceous earth (diatomite), technology of producing, composition of batch.

Введение

Согласно исследованиям маркетингового агентства DISCOVERY Research Group общий объем рынка теплоизоляции в России в данный момент составляет порядка 20–25 млн куб. м в натуральном выражении. По доле продукции на рынке теплоизоляционных материалов ТИМ можно выделить три сегмента: теплоизоляции на основе минеральной ваты, на основе стекловолокна (стекловата) и на основе пенополистиролов (вспененного и экструдированного). Все вышеупомянутые теплоизоляционные материалы обладают рядом недостатков, а в некоторых областях строительства имеют ограничения по применению. Так, например, при производстве минералватных изделий используют связующий поли-

мер, хотя они и не горят, но при пожаре тлеют с выделением ядовитых газов. Что касается полимерных теплоизоляционных изделия, то они относятся к горючему классу строительных материалов, а их продукты горения являются токсичными. Низкая теплопроводность пенополистиролов обеспечивается за счет наличия в их порах газов с очень низкой теплопроводностью (значительно ниже воздуха), которые образуются в процессе изготовления материала. При эксплуатации термическое сопротивление материала снижается на 25 %, при этом происходит поглощение паров воды, что приводит к коррозии пенополистиролов и дальнейшему снижению термического сопротивления, слеживанию и разрушению. Поэтому срок службы полимерной

и волокнистой изоляции – не более 12–15 лет [1, с. 104]. В связи с этим встает вопрос об использовании новых материалов, лишенных перечисленных недостатков. Наиболее перспективным материалом является пеностекло, обладающее высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами, негорючестью, влагонепроницаемостью, огне- и биостойкостью, высокой механической прочностью.

Несмотря на все неоспоримые достоинства пеностекла, в России нет ни одного крупного завода выпускающего этот материал. Причиной является отсутствие надежной технологии, обеспечивающей получение пеностекла с заданными и стабильными свойствами. К тому же отсутствует дешевое и доступное сырьё. Поэтому создание эффективной технологии и определение сырьевой базы для производства пеностекла являются актуальными.

Известно, что были достигнуты положительные результаты по получению качественного пеностекла на основе стекла состава Фурко в лабораторных условиях. Но с переходом производства листового стекла на флоат метод, источник качественного сырья для производства пеностекла исчез. В связи с этим возникла необходимость предварительной варки стекла специально для пеностеклового производства. А технология его получения стала включать следующие стадии: варка стекла → резкое охлаждение стекла и получение стекольной фритты → помол фритты и приготовление пеностекольной шихты → вспенивание шихты → отжиг блоков пеностекла [2, с. 35].

1. Выбор диатомита в качестве основного компонента при производстве пеностекла

Основным сырьем для варки стекла являются кварцевые пески, дефицит которых для нужд стекольной промышленности составляет 3,6 млн т, поэтому использование их для получения стекольной фритты – сырья для производства пеностекла, является нецелесообразным. В связи с этим остро встает вопрос о вовлечении новых недефицитных видов сырья. Исследуя свойства опал-кристобалитовых пород можно предложить их в качестве основы при изготовлении стекла для пеностеклового производства.

Основным достоинством опал-кристобалитового сырья является высокое содержание аморфной фазы диоксида кремния (до 70 % аморфного SiO_2), а также наличие в его составе других стеклообразующих и модифицирующих оксидов. Это позволяет использовать опал-кристобалитовые породы в качестве основного сырья при производстве стекольной шихты. Кроме того, температура плавления кремнезема опал-кристобалитовых пород ниже (1 500–1 550 °С), чем температура плавления кварца (1 713–1 728 °С), что позволяет снижать температуру варки стекла [3].

Из всех представителей опал-кристобалитовой группы диатомиты являются наиболее перспективным сырьем для стекольной промышленности, поскольку имеют наиболее стабильный химический состав (таблица 1).

Таблица 1. Химический состав диатомитов в сравнении с другими представителями опал-кристобалитовой группы

Название	Содержание оксидов, % масс.						
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O	$\Delta m_{\text{пр}}$
Колебания состава опок	52,1–91,4	2,5–15,4	1,0–5,0	0,43–17,10	0,08–2,48	0,6–4,0	1,5–16,8
Колебания состава трепелов	35,3–86,7	2,5–11,6	0,3–3,4	0,4–31,2	0,2–1,6	0,85–2,10	4,5–11,6
Колебания состава диатомитов	77,3–83,1	3,3–6,0	1,8–3,5	0,3–0,6	0,6–1,1	0,8–1,5	3,7–8,8
Средняя проба, используемая в работе	81,98	5,37	2,67	0,36	0,80	1,47	7,90

В связи с этим нами была изучена возможность применения диатомита в качестве основного компонента при производстве пеностекла. Диатомит Инзенского месторождения, используемый в ходе исследований, содержит значительное количество стеклообразующего оксида – SiO_2 (до 83 %), а так же до 6 % Al_2O_3 и некоторое количество модификаторов (Fe_2O_3 , R_2O , RO). Относительно низкое содержание SiO_2 (менее 95 %), по сравнению с кварцевым песком, компенсируется тем, что преобладающей фазой является аморфный опал, более реакционноспособный, чем кристаллический SiO_2 .

2. Получение стекла из диатомита

Для варки стекла заданного состава были приготовлены стекольные шихты, имеющие следующий компонентный состав: 64–70 % – диатомит, 14–18 % – доломит, 15–20 % – сода кальцинированная, 0–5 % сульфат натрия. Смесь компонентов тщательно перемешивали и загружали в корундовые тигли объемом 500 мл, нагревали в муфельной печи до температуры 1 350 °С и выдерживали при этой температуре в течение 15 минут. Стекло сливали в воду для получения гранулята с максимальным количеством поверхностных дефектов вследствие термоудара, что позволяет осуществить в дальнейшем более легкое и эффективное измельчение. Полученное стекло по визуальной оценке было полностью проварено и осветлено, колер стекла – интенсивно зеленый с переходом в оливковый. Химический состав стекла приведен в таблице 2.

Таблица 2. Химический состав стекла

Оксидный состав	Содержание, % масс.
SiO_2	69–72
Al_2O_3	3,5–5,0
Fe_2O_3	1,5–2,5
CaO	4–6
MgO	3,0–4,5
R_2O	11–14
TiO_2	0,18–0,22

Стоит отметить, что стекло, сваренное на основе диатомита по вышеуказанной традиционной

технологии, изготовлено впервые. Ранее в литературных источниках упоминалось лишь о варке стекла гидротермальным способом из кварцевого песка с использованием диатомового сырья [4, с. 61].

3. Получение пеностекла

Полученный из диатомита стеклогранулят (фритта) измельчали совместно с газообразователем (0,3 %) до удельной поверхности смеси 8 500 $\text{см}^2/\text{г}$. В качестве газообразователя применялся углерод технический (сажа). Выбор газообразователя обусловлен высокой удельной поверхностью сажи – 100 000 $\text{см}^2/\text{г}$ и малым размером частиц (30–40 нм), которые в процессе измельчения равномерно распределяются по поверхности стекла, а по мере увеличения продолжительности помола препятствуют контакту частиц стекла между собой, повышая этим скорость диспергирования [5, с. 46]. В качестве измельчительного оборудования была выбрана планетарная мономельница. Данный вид помольных агрегатов использует высокие ускорения и характеризуется высокой энергонапряженностью, что позволяет за 10–30 мин осуществить измельчение, что намного быстрее, чем при использовании традиционного измельчительного оборудования.

После совместного измельчения фритты и газообразователя пеностекольную шихту загружали в необходимом количестве в жаропрочные металлические формы 160×160×110, предварительно смазанные каолином и уплотняли до одинаковой высоты. Формы накрывали плотно подогнанными крышками и помещали в печь с подогревом пода при 600 °С, далее повышали температуру до 840 °С, со скоростью 17,5 °С/мин и выдерживали в течение 20–30 мин. Остывание проводили с выключенной печью до 25 °С температуры. После чего образцы пеностекла извлекали из форм, обрабатывали и проводили определение основных физико-механических характеристик. Следует отметить, что температура вспенивания фритты, приготовленной по данной технологии, на 10–20 °С ниже, а продолжительность вспенивания на 10–15 % меньше, чем у стекла Фурко.

4. Основные характеристики полученных образцов пеностекла

Оценка свойств готового продукта проводилась в соответствии с ГОСТ Р ЕН 826 для определения предела прочности на сжатие, по ГОСТ Р ЕН 1602 для определения плотности опытных образцов, по ГОСТ 20910-90 для определения водопоглощения и в соответствии с ГОСТ 7076-99 для измерения теплопроводности. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Физико-механические характеристики пеностекла на основе диатомового сырья

Характеристика	Пеностекло Diamix
Плотность, кг/м ³	125–135
Прочность при сжатии, МПа	0,7–1,1
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,050–0,055
Водопоглощение, % (об.)	3–5

Как видно на рисунке, все образцы обладали закрытой равномерной мелкопористой структурой и ничем не уступали структуре материалов Foamglas – ведущего мирового производителя Pittsburgh Corning.

Заключение

Таким образом, исследования, проведенные в ООО Научно-технологическом центре «СМиТ», подтверждают целесообразность использования диатомитов в качестве сырья для варки стекла, на основе которого можно получать качественное пеностекло, обладающее малым объемным весом и водопоглощением, при высоких прочностных показателях. Кроме того, экспериментальные данные по варке стекла позволяют предполо-

Литература

1. Маневич, В. Е. Сырьевые материалы, шихта и стекловарение [Текст] / В. Е. Маневич, К. Ю. Субботин, В. В. Ефременков. – Москва : Стройматериалы, 2008. – 223 с.
2. Лотов, В. А. Получение пеностекла на основе природных и техногенных алюмосиликатов

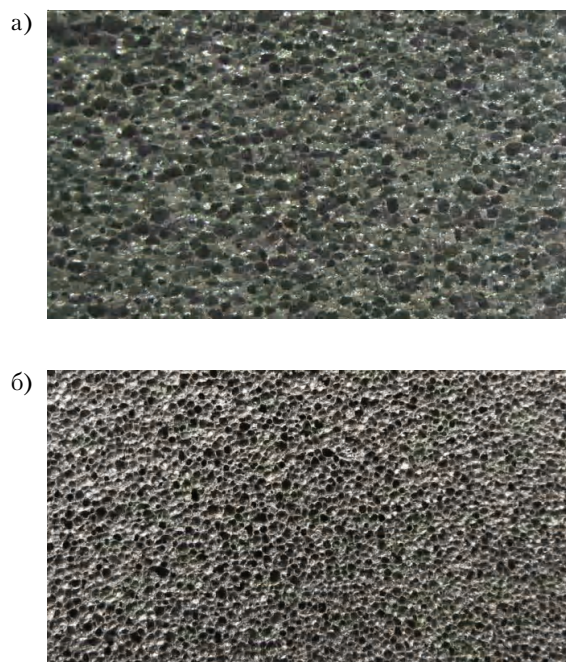


Рисунок. Структура пеностекла: а) Foamglas; б) Diamix.

жить, что промышленная варка стекла на основе диатомита будет протекать при более низких температурах, чем варка стекла с использованием традиционного кремнеземсодержащего сырья – кварцевого песка, что позволит продлить срок службы не только огнеупоров, но и всего теплового агрегата в целом, а так же снизить себестоимость как промежуточного сырья – стекольной фритты, так и конечного продукта – пеностекла. Наличие стабильного, недефицитного источника сырья позволит создавать и тиражировать заводы по производству высокоэффективного теплоизоляционного материала по всей России.

Работа выполнена в рамках реализации договора № 13.G.25.31.0092 от 22.10.2010 между Министерством образования РФ и ООО «Диатомовый комбинат».

References

1. Manevich, V. E.; Subbotin, K. Yu.; Efremenkov, V. V. Raw materials, mine and glassmaking. Moscow: Building materials, 2008. 223 p. (in Russian)
2. Lotov, V. A. Production of foam glass based on natural and mantriggered aluminosilicates. In: *Glass-work and ceramic*, 2011, No. 9, p. 34–37. (in Russian)

- [Текст] / В. А. Лотов // Стекло и керамика. – 2011. – № 9. – С. 34–37.
3. Дистанов, У. Г. Кремнистые породы СССР [Текст] / У. Г. Дистанов. – Казань : Татарское книжное издательство, 1976. – 412 с.
 4. Мелконян, Р. Г. Аморфные горные породы – новое сырье для стекловарения и строительных материалов [Текст] / Р. Г. Мелконян. – Москва : НИИ Природа, 2002. – 388 с.
 5. Демидович, Б. К. Пеностекло [Текст] / Б. К. Демидович. – Минск : Наука и техника, 1975. – 248 с.
 6. Кремнистые породы СССР [Текст] / отв. ред. У. Г. Дистанов. – Казань : Татарское кн. изд-во, 1976. – 412 с.
 7. Баранова, М. Н. Возможности получения заполнителей бетонов из кремнистых пород [Текст] / М. Н. Баранова // Новые технологии строительного производства и систем транспортирования газа : Труды Самарского филиала секции «Строительство» Российской Инженерной Академии. Выпуск 4 / Самарский филиал секции «Строительство» РИА. – Самара, 1996. – С. 169–174.
 8. Айлер, Р. Химия кремнезема: Растворимость, полимеризация, коллоидные и поверхностные свойства, биохимия [Текст]. В 2-х частях. Ч. 2. / Р. Айлер ; Перевод с англ. Л. Т. Журавлева под ред. В. П. Прянишникова. – М. : Мир, 1982. – 712 с.
 9. Хворова, И. В. Микроструктуры кремнистых пород [Текст] / И. В. Хворова, А. Л. Дмитрук. – М. : Наука, 1972. – 84 с.
 10. Пленкин, А. П. Исследование опал-кристобалитовых пород в производстве строительных материалов и природных сорбентов [Текст] / А. П. Пленкин // Опалиты Западной Сибири : сборник научных трудов / Зап.-Сиб. н.-и. геол.-развед. нефт. ин-т ; ред. П. П. Генералов. – Тюмень : ЗапСибНИГНИ, 1987. – С. 119.
 11. Иваненко, В. Н. Строительные материалы и изделия из кремнистых пород [Текст] / В. Н. Иваненко. – Киев : Будивельник, 1978. – 120 с.
 12. Крупин, А. А. Искусственные пористые заполнители из кремнистых опаловых пород [Текст] / А. А. Крупин // Строительные материалы. – 1975. – № 8. – С. 7–8.
 13. Усанова, Е. П. Исследование процессов фазообразования и структурных изменений в опоках при обжиге с целью возможности их использования для получения пористых заполнителей [Текст] / Е. П. Усанова, Г. А. Петрихина, Г. И. Коношенко // Сб. тр. ВНИИстром. – М., 1982. – Вып. 46 (74). – С. 32–36.
 14. Липницкая, Т. Д. Пористые заполнители бетона на основе опоки [Текст] / Т. Д. Липницкая, Р. Д. Азелицкая, А. А. Спасский // Строительные материалы. – 1973. – № 3. – С. 24–25.
 15. Липницкая, Т. Д. Вспученный опочный заполнитель и легкие бетоны на его основе [Текст] / Т. Д. Липницкая // Эффективные легкие строительные материалы на базе местного сырья Краснодарской области : Труды Краснодарского политехнического ин-та. – Краснодар, 1975. – Вып. 80. – С. 8–13.
 3. Distanov, U. G. Clints of the USSR. Kazan: Tatarian book office, 1976. 412 p. (in Russian)
 4. Melkonian, R. G. Amorphous rock formations are modern basic material for glassmaking and building materials. Moscow: NIA Nature, 2002. 388 p. (in Russian)
 5. Demidovich, B. K. Foam glass. Minsk: Science and engineering, 1975. 248 p. (in Russian)
 6. Distanov, U. G. (Ed.) Clints of the USSR. Kazan: Tatarian book office, 1976. 412 p. (in Russian)
 7. Baranova, M. N. Production possibility of concrete filler from clints. In: *Works of Samarsk filial branch of building section «Modern technique of construction operations and systems of gas transportiration»*. Issue 4. Samara, 1996, p. 169–174. (in Russian)
 8. Iler, Ralph K. The Chemistry of Silica: Solubility, Polymenzation, Colloid and Surface Properties and Biochemisty of Silica. Moscow: World, 1982. 712 p. (in Russian)
 9. Hvorova, I. V.; Dmitruk, A. L. Microstructure of clints. Moscow: Science, 1972. 84 p. (in Russian)
 10. Plenkin, A. P. Researches of opal-cristobalite raw materials in production of building materials and natural sorbents. In: *Collection of scientific papers. Opalites of Western Siberia*. Tyumen: ZapSibNIGNI, 1987, p. 119. (in Russian)
 11. Ivanenko, V. N. Building materials and products from clints. Kiev: Builder, 1978. 120 p. (in Russian)
 12. Krupin, A. A. Manufactured expanded aggregates from silica opal rocks. In: *Building materials*, 1975, No. 8, p. 7–8. (in Russian)
 13. Usanova, E. P.; Petrihina, G. A.; Konoshenko, G. I. Researches of phase formation and structural changes of gaizes in the firing process for the possibility to usy them for production of expanded aggregate. In: *Collected works VNIИstrom*. Moscow, 1982, Issue 46 (74), p. 32–36. (in Russian)
 14. Lipnitskaia, T. D.; Azelitskaia, R. D.; Spasskii, A. A. Expanded concrete aggregates based on gaize. In: *Building materials*, 1973, No. 3, p. 24–25. (in Russian)
 15. Lipnitskaia, T. D. Expanded filling aggregate and lightweight-aggregate concrete based on gaize. In: *Works of Krasnodar Polytechmic Institute «Powerful light-weight building materials based on domestic raw materials of Krasnodar region»*. Krasnodar, 1975, Issue 80, p. 8–13. (in Russian)
 16. Petrov, V. P.; Volchek, L. L.; Shal, B. V.; Baranova, M. N. Guidelines for processing technology of filling aggregate based on diatomite. Kuibyshev: NIИKeramzit, 1986. 21 p. (in Russian)
 17. Expanded aggregates made of opal-cristobalite raw materials. Issue 1. Moscow, 1985. 55 p. (in Russian)
 18. Onatskii, S. P.; Volchek, L. L.; Baranova, M. N. Structural and Phase modifications in the firing of silica raw materials. In: *Collected works VNIИstrom*, 1981, Issue 13, p. 21–29. (in Russian)

16. Указания по технологии производства термолитовых заполнителей из диатомитов [Текст] / В. П. Петров, Л. Л. Волчек, Б. В. Шаль, М. Н. Баранова. – Куйбышев : НИИКерамзит, 1986. – 21 с.
17. Пористые заполнители из опал-кристобалитовых пород [Текст] : Обзорная информация. Серия 4. Вып. 1 / ВНИИЭСМ. – М. : ВНИИЭСМ, 1985. – 55 с.
18. Онацкий, С. П. Структурно-фазовые превращения при обжиге кремнистого сырья [Текст] / С. П. Онацкий, Л. Л. Волчек, М. Н. Баранова // Сб. тр. ВНИИСтром. – 1981. – Вып. 13. – С. 21–29.

Вінницький Аркадій Лазаревич – к.т.н.; заступник генерального директора з науково-технічної діяльності ТОВ Науково-технологічний центр «Силікатні матеріали та технології», м. Інза, Росія. Наукові інтереси: створення теплоізоляційних матеріалів з опал-кристобалітової сировини.

Рябов Георгій Костянтинович – к.т.н., доцент; директор з науково-технічного розвитку та науки ТОВ Виробничо-інвестиційна компанія «Диатомит-Інвест», м. Ульяновськ, Росія. Наукові інтереси: створення теплоізоляційних матеріалів з опал-кристобалітової сировини.

Сеник Ніна Олександрівна – провідний спеціаліст дослідницького відділу ТОВ Науково-технологічний центр «Силікатні матеріали та технології», м. Інза, Росія. Наукові інтереси: створення теплоізоляційних матеріалів з опал-кристобалітової сировини.

Мешков Олександр Володимирович – провідний спеціаліст дослідницького відділу ТОВ Науково-технологічний центр «Силікатні матеріали та технології», м. Інза, Росія. Наукові інтереси: створення теплоізоляційних матеріалів з опал-кристобалітової сировини.

Коростельова Юлія Олександрівна – к.х.н.; провідний спеціаліст технологічного відділу ТОВ Виробничо-інвестиційна компанія «Диатомит-Інвест», м. Ульяновськ, Росія. Наукові інтереси: створення теплоізоляційних матеріалів з опал-кристобалітової сировини.

Фетюхіна Катерина Генадіївна – провідний спеціаліст технологічного відділу ТОВ Виробничо-інвестиційна компанія «Диатомит-Інвест», м. Ульяновськ, Росія. Наукові інтереси: створення теплоізоляційних матеріалів з опал-кристобалітової сировини.

Виницкий Аркадий Лазаревич – к.т.н.; заместитель генерального директора по научно-технической деятельности ООО Научно-технологический центр «Силикатные материалы и технологии», г. Инза, Россия. Научные интересы: создание теплоизоляционных материалов из опал-кристобалитового сырья.

Рябов Георгий Константинович – к.т.н., доцент; директор по научно-техническому развитию и науке ООО Производственно-инвестиционная компания «Диатомит-Инвест», г. Ульяновск, Россия. Научные интересы: создание теплоизоляционных материалов из опал-кристобалитового сырья.

Сеник Нина Александровна – ведущий специалист исследовательского отдела ООО Научно-технологический центр «Силикатные материалы и технологии», г. Инза, Россия, исследовательский отдел. Научные интересы: создание теплоизоляционных материалов из опал-кристобалитового сырья.

Мешков Александр Владимирович – ведущий специалист исследовательского отдела ООО Научно-технологический центр «Силикатные материалы и технологии», г. Инза, Россия. Научные интересы: Создание теплоизоляционных материалов из опал-кристобалитового сырья.

Коростелёва Юлия Александровна – к.х.н.; ведущий специалист технологического отдела ООО Производственно-инвестиционная компания «Диатомит-Инвест», г. Ульяновск, Россия. Научные интересы: создание теплоизоляционных материалов из опал-кристобалитового сырья.

Фетюхина Екатерина Геннадьевна – ведущий специалист технологического отдела ООО Производственно-инвестиционная компания «Диатомит-Инвест», г. Ульяновск, Россия. Научные интересы: создание теплоизоляционных материалов из опал-кристобалитового сырья.

Arkadiy Vinitzkiy – PhD (Eng.); Deputy Research-and-engineering director of Scientific and Technical Center «Silica materials and technologies», Inza, Russia. Research interests: insulation materials on opal-cristobalite raw material base.

Georgiy Ryabov – PhD (Eng.), Associate Professor; Director of Scientific and Technological Development and Science of Industrial Investment Company «Diatomit-Invest» LLC, Ulyanovsk, Russia. Research interests: insulation materials on opal-cristobalite raw material base.

Nina Senik – Senior Specialist of Research Department of Scientific and Technical Center «Silica materials and technologies», Inza, Russia. Research interests: insulation materials on opal-cristobalite raw material base.

Alexander Meshkov – Senior Specialist of Research Department of Scientific and Technical Center «Silica materials and technologies», Inza, Russia. Research interests: insulation materials on opal-cristobalite raw material base.

Julia Korostelyova – PhD of Chemistry (Eng.); Senior Specialist of Technology Department of Industrial Investment Company «Diatomit-Invest» LLC, Ulyanovsk, Russia. Research interests: insulation materials on opal-cristobalite raw material base.

Ekaterina Fetyuhina – Senior Specialist of Technology Department of Industrial Investment Company «Diatomit-Invest» LLC, Ulyanovsk, Russia. Research interests: insulation materials on opal-cristobalite raw material base.