

допомогою якої можна на фронтальній поверхні ФЕП створити розвинуту кратеро- чи колоноподібну текстуру, типові розмірності якої можуть бути контрольно змінені в широкому діапазоні. Така мультитекстура володіє оптимальними антивідбивними властивостями та максимально адаптована до технології створення високоєфективних кремнієвих СЕ. Використання шарів ПК, отриманих хімічною технологією, спростить технологічний цикл, зменшить вартість СЕ та підвищить експлуатаційні характеристики.

#### 6. Література

1. Kazmerski L.L. Photovoltaics: A review of cell and module technologies // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 1997. - v.1. - P. 71-170.

2. Yerokhov V., Melnyk I.I. Porous silicon in solar cell structures: A review of achievements and modern directions of further use // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 1999. - Vol.3, N4. - P.291-322.

3. Yerokhov V. Hezel R., Lipinski M., Ciach R. et al. Cost-effective methods of texturing for silicon solar cells // Solar Energy Materials and Solar Cells – 2002 - v. 72 (1-4) - P. 291-298

4. N. Coppede, T. Toccoli, M. Nardi, G. et al. Nano hybrid material synthesis by supersonic beam codeposition for solar cells applications // First Int. Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials – Tours(France) - 2009. - C27.

5. Єрохов В.Ю., Селемонавічус А.А. Спосіб одержання поверхневої мультитекстури. // Патент №36642 України – 10.11.2008.

УДК 620

*У роботі розглянута й проаналізована сировинна основа для створення нового утеплювача. Наведено показники якості сировини й рецептурно-технологічні параметри. Також наведені значення параметрів сушіння основи у вихровому потоці для одержання мінімальної теплопровідності матеріалу*

*Ключові слова: Сіоліт, пористий матеріал, кремнезем*

*В работе рассмотрена и проанализирована сырьевая основа для создания нового утеплителя. Приведены показатели качества сырья и рецептурно-технологические параметры. Также приведены значения параметров сушки основы в вихревом потоке для получения минимальной теплопроводности материала*

*Ключевые слова: Сиолит, пористый материал, кремнезем*

*Work examines and analyzed raw basis for creating the new heater. The indices of quality of raw material and the prescription- technological parameters are given. Are also given the values of the parameters of the drying of basis in the vortex flow for obtaining the minimum thermal conductivity of material*

*The keywords: Siolit, porous material, silica*

## СОЗДАНИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ НОВОГО ТЕПЛО- ИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

**А. М. Павленко**

Доктор технических наук, профессор, декан

Энергетический факультет

Днепродзержинский государственный технический

университет

Контактный тел.: 8 (0569) 55-18-87

**А. А. Чейлытко**

Аспирант

Кафедра теплоэнергетики

Запорожская государственная инженерная академия

Контактный тел.: 8 (063) 257-25-06

E-mail: cheylitko@ya.ru

### 1. Введение

Поставленной задачей является создание основы для нового утеплителя. Основным критерием при этом является его экономическая эффективность. Исходя из этого, для сырьевой основы утеплителя наиболее лучше подойдет кремнезем. Также температурный режим процесса не должен превышать 600°C.

### 2. Постановка задачи

Среди множества различных кремнеземистых основ для утеплителя стоит отметить Сиопор. Сиопор это макropористый крупнодисперсный материал искусственно созданный. Данный материал представляет собой гранулы сферической формы розово-желтого цвета, которые имеют силикатную природу. Изготавливается

Сиопор путем соединения и низкотемпературной сушки силикатного коллоидного материала Сиолит (КСВ-глыба) [1]. Сырьевая основа Сиолита – кремнистые горные породы с высоким содержанием кремнезема.

Данную сырьевую основу исследуем с целью создания нового пористого материала, лишенного недостатков Сиопора, таких как высокие энергетические затраты при изготовлении и низкая теплопроводность.

### 3. Методы решения

Сырьевая основа представляет собой монолитную аморфную массу, изготовленную путем низкотемпературной обработки исходной смеси горных пород, со значительным содержанием аморфного кремнезема (трепел, опока и др.), бикарбоната натрия, глины в смеси с водным раствором каустической соды. Показатели качества сырья соответствуют данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

#### Показатели качества сырья

Показатель	Величина показателя
1. Внешний вид	Монолитная однородная твердая масса
2. Цвет	Оливково-горчичный
3. Влажность (относительная), %, не больше	48
4. Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> , не меньше	1450
5. Содержание диоксида кремния, %, не меньше	52
6. Содержание 1,5-оксида алюминия, %, не больше	6
7. Содержание 1,5-оксида железа, %, не больше	6
8. Содержание оксида кальция, %, не больше	10

Таблица 2

#### Рецептурно-технологические параметры получения пористого теплоизоляционного материала и результаты испытаний

Показатели	Предлагаемый, мас. ч.	Прототип, мас. ч.
Кремнистая порода или кремнеземистый материал техногенного происхождения, или их смесь в соотношении 1:1	100	100
Минеральный наполнитель	1-75	1-150
Глина	1-75	-
Гидроксид натрия	1-15	1-30
Бикарбонат натрия	1-8	-
Вода	50-125	30-125
Коэффициент вспучивания	5,4-8	3,7
Пористость, %	71	63
Коэффициент теплопроводности при 20°C, Вт/мК	0,11	0,15
Термостойкость, °C	1300	850
Температура применения, °C	1200	750

В таблице 2 приведены значения рецептурно-технологических параметров, как альтернатива существующему материалу. Но стоит отметить, что набор данных значений, может меняться в зависимости от области применения. Изменение свойств материала достигается путем изменения параметров термообработки основы.

Следует отметить, что полное превращение активного кремнеземистого материала в гидросиликат возможно только при определенном содержании гидроксида щелочного металла.

Это связано с ограниченной растворимостью активного кремнезема.

Если дополнительно ввести минеральный наполнитель в состав сырьевой смеси, то это обеспечит равномерную пористость по сечению гранул при их вспучивании, то есть увеличит степень гомогенизации пор дисперсного материала. Для приготовления минерального наполнителя пригодны, как сырье, различные инертные минеральные вещества в твердой форме, не вступающие в реакцию как со щелочами, так и с гидросиликатами. Наиболее рационально использовать кремнеземистые породы (кварцевые пески, трепелы, кварциты, опоки, граниты, различные отходы горноперерабатывающей промышленности) в которых содержание SiO<sub>2</sub> в виде кварца составляет не менее 30%. Очевидно, что для получения пористого дисперсного материала, одну и ту же измельченную кремнистую породу можно использовать как сырье самого материала, так и в качестве наполнителя.

Был произведен эксперимент по получению материала при разных значениях начальной влажности. Получены образцы при влажности примерно 0% (предварительно просушенные в печи при температуре 25°C) и при влажности 60% (пропаренные в влажной среде).

Внутренняя структура полученных образцов показана на рис. 1 и рис. 2. Из рисунков видно, что при малой влажности получается более однородная структура материала, равномерные, небольшие поры, без разрывов.

При большой же влажности поры неоднородные с разрывами, что делает материал менее прочным, придает ему большую теплопроводность и водопоглощающую способность.

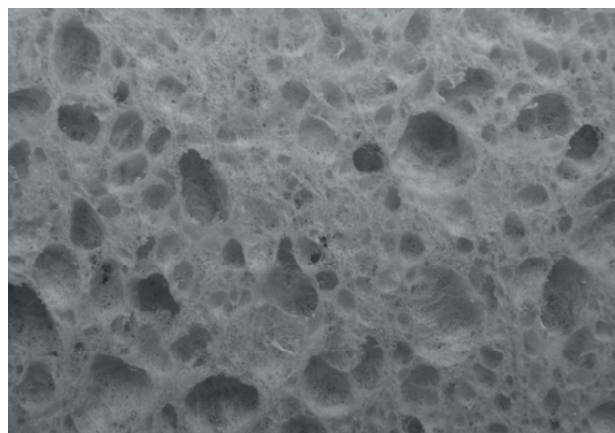


Рис. 1. Образец, полученный при начальной влажности 0%



Рис. 2. Образец, полученный при влажности 60%

Также был проведен эксперимент по определению рабочей температуры полученного материала. Заготовки нагревались в печи до температуры в  $1000^{\circ}\text{C}$ . При температуре около  $800^{\circ}\text{C}$  материал начинает плавиться, но при этом не воспламеняется. Материал становится стеклообразным (увеличивается содержание диоксида кремния). В таком состоянии значительно ухудшается теплопроводность материала.

Был найден минимум коэффициента теплопроводности методом планирования эксперимента [2]  $\lambda = 0,0435 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ . В натуральных значениях, минимальной теплопроводность будет при следующих параметрах: температуры потока  $271,8^{\circ}\text{C}$ , времени термического воздействия  $3,25 \text{ с.}$ , начальной влажности  $37,8\%$ . При данных значениях, плотность будет равняться  $990 \text{ кг}/\text{м}^3$ , а теплоемкость  $371 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ . Теплоемкость материала измерялась методом непосредственного нагрева[3].

---

#### 4. Выводы

---

Полученный материал можно будет применить в конструкциях утепления зданий и сооружений, так как он не выделяет токсические вещества при эксплуатации и относится к группе негорючих материалов. Также возможно использование данного материала как пористый наполнитель для бетона.

---

#### Литература

1. Патент UA 3802 С2. МПК С04В14/00, С04В20/04, С04В22/06. Сировинна суміш пористого заповнювача для бетону та спосіб його одержання. Сланевський С.І., Мартинов В.І. Заявл. 20.10.1992. Опубл. 27.12.1994, Бюл. №15 1994.
2. Хартман К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / К. Хартман – М. : Мир, 1977. – 552 с.
3. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Е. В. Аметистов, В. А. Григорьев, Б. Т. Емцев и др.; Под общ. ред. В.А. Григорьева и В. М. Зорина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.