

Строителен материал от калциев силикат Част II. Охарактеризиране

Димитър Георгиев, Богдан Богданов, Янчо Христов, Ирена Марковска,
Красимира Ангелова

Abstract: This report is a continuation of building materials from calcium silicate. Part I. Receipt. Development is the subject of characterization of the resulting calcium silicate material and its suitability for construction purposes. The purpose is limited to studying the structure of the material the X-ray structural methods and DTA analysis, as well as research and some basic technical characteristics - density, porosity, coefficient of linear thermal expansion and cold resistance. Studies were made to lower its water absorption, which would make it a good building material for exterior wall and building restoration.

Key words: Calcium silicate, white bricks, hydrothermal synthesis.

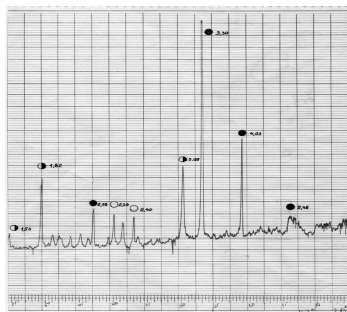
ВЪВЕДЕНИЕ

Известно е, че е възможно да се изготвят строителни елементи от калциево силикатен материал, които да намерят приложение при изграждане на вътрешни преградни и носещи стени с желана цветова гама. При това може да се използва декоративния ефект на тухления зид. Материалът има отлични якостни характеристики, добра топлоустойчивост и звукоизолационна характеристика. Като основен недостатък на строителните компоненти, изготвени от калциев силикат се явява неговата голяма степен на водопропускливост и водопоглъщаемост. Ето защо при използването на материали с такъв химичен състав за външни стени, се налага задължително измазване.

Обект на настоящата публикация са проведените изследвания върху охарактеризиране на калциево-силикатен материал, получен за нуждите на строителството.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИКА

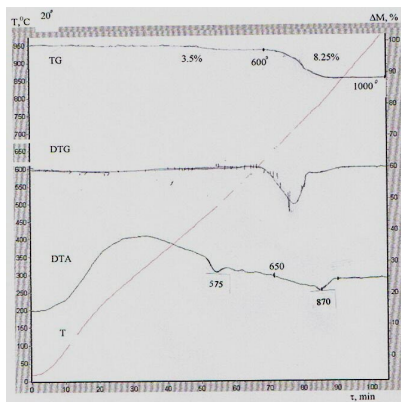
В резултат на осъществен хидротермален синтез, описан в [1] се получава продукт, който съдържа голямо количество кристална фаза от воластонитов тип - соланит $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, с характерни дифракционни максимуми при 4.03, 3.11, 2.80 Å [2,3]. Това се потвърждава от получените резултати при проведения рентгенофазов анализ. От представената рентгенограма на продукт със състав S_5 , синтезиран по режим №3 – при температура 170 °C и налягане 8.5 atm се вижда, че в продукта освен фазата $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, се съдържа и известно количество непрореагирани SiO_2 и CaO (фиг. 1).



Основни кристални фази	Характеристика	
	d, Å	I/I ₀ , %
● - $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	2.16	20
	3.30	50
	4.03	100
■ - SiO_2	1.54	15
	1.82	30
	3.09	40
○ - CaO	2.26	15
	2.40	10

Фиг. 1. Рентгенограма на продукт S_5 , синтезиран по режим №3

Този факт се потвърждава и от проведения дериватографски анализ на продукт от състав S_5 , включващ следните изходни компоненти – 80 % $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и 20 % хидратна вар ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), също синтезиран по режим № 3. Резултатите от анализа са представени на фиг.2.



Фиг.2. ДТА на калциево силикатен материал от състав S_5

Данните от ДТА потвърждават, че в изследвания продукт се съдържа значително количество $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. От TG-кривата ясно се забелязва кристално включената вода, която се елиминира при сравнително високи температури - $\Delta M_{20-600} = 3,5\%$, $\Delta M_{600-1000} = 8,25\%$, а $\Delta M_{0-6} = 11,75\%$. От това следва, че водата се губи над 600°C и не е възможно други компоненти да сублимират и то в такива количества.

Предположението, че в продукта се съдържа остатъчно количество свободен SiO_2 се потвърждава от факта, че на DTA- кривата ясно се забелязват два големи ендоефекта при температури 575°C и 870°C . Това съответства на температурите, при които SiO_2 преминава в от една полиморфна модификация в друга: при 575°C – от β -кварц в α -кварц, а при 870°C - от α -кварц в α -тридимит.

На получения продукт по режим №3 със състав S_5 , бяха определени следните основни свойства: плътност, водопоглъщаемост, порестост, коефициент на линейно термично разширение, якост на огъване и разрушаващо натоварване и мразоустойчивост. Изследванията бяха извършени по методики, описани в литературен източник [4].

Таблица 2

Стойности за плътност и порестост на изследвания материал

Състав	ВП, %	Привидна плътност- $\rho_{\text{пр}} \cdot 10^{-3}$, kg/m^3	Привидна порестост, %	Обща порестост, %	Истинска плътност, $\rho \cdot 10^{-3}$, kg/m^3
S_5	11.3	1.81	20.40	24.8	2.41
S_6	11.3	1.81	20,27	24.6	2.41
S_7	11.2	1.79	20.05	24.5	2.38

Привидната плътност на синтезирания продукт ($1.79 - 1.81 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$) е със сравнително високи стойности. Това се дължи на обстоятелството, че материалът се формова чрез пресоване. При лятите подобни изделия, привидната плътност е в границите $1.4 - 1.6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Ето защо синтезираният материал има стойности за измерена обща порестност в границите $24.5 - 24.8 \%$, което е сравнително ниска стойност за този тип изделия. Не случайно откритата порестост представлява голям процент - $80-85 \%$ от общата порестост. С това се свързва факта, че получените стойности за водопоглъщаемост на синтезирания продукт (11.3%) са сравнително ниски, докато водопоглъщаемостта на лятите подобни изделия варира в границите от 16 до 20% .

Таблица 3
Коефициент на линейно термично разширение

Състав	КЛТР α ($20-300^\circ\text{C}$) $10^{-7}, ^\circ\text{C}^{-1}$
S ₅	15±2
S ₆	15±2
S ₇	16±2

Показателите за коефициента на линейно термично разширение на получения продукт (таблица 3) са сравнително ниски, което се дължи на това, че в изследвания материал има до 25% порестост. Тези ниски стойности са обичайни за изделия съдържащи основна кристална фаза воластонит и SiO_2 . Ето защо получените образци притежават сравнително добра мразоустойчивост и могат с успех да се използват в строителството.

Определянето на якост на огъване и разрушаващо натоварване беше проведено в съответствие с изискванията БДС EN ISO 10545-4 [5] за строителни изделия във вид на плочи. Получените стойности за тези характеристики (таблица 4) са изключително високи за такъв вид изделия. По-високи подобни показатели имат само изделията от подова керамика. Очаква се тези стойности за якостни характеристики с времето да се повишат, тъй като в продукта има известно остатъчно количество на CaO , който продължава да реагира с CO_2 от въздуха до получаване на карбонат.

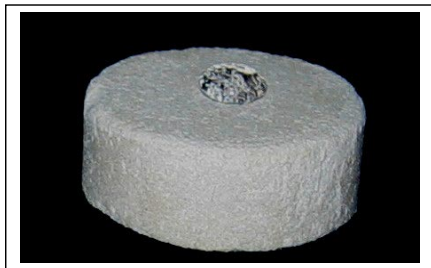
Таблица 4
Стойности за изпитания на якост на огъване и разрушаващо натоварване за синтезираните материали

Състав	R – якост на огъване, N/mm^2	S – разрушаващо натоварване, N
S ₅	4	600
S ₆	4	600

Мразоустойчивостта на синтезираните изделия беше изпитана в хладилна камера поддържаща температура от -20 до -15°C . След двадесет и пет цикъла на замразяване и размразяване, пробните образци със състави S₅ и S₆ не показаха никакви изменения на външния вид, което е доказателство за тяхната добра мразоустойчивост. Измерената стойност на коефициента на мразоустойчивост ($K_{\text{мр}}$) на пробните образци от тези състави е 0.87 .

Полученият калциево-силикатен продукт от състав S₅ беше подложен на допълнително третиране с цел понижаване на водопоглъщаемостта му, което е важно изискване за строителните материали, използвани за външно облицоване

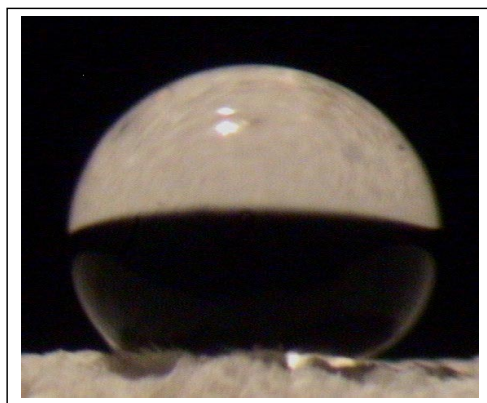
и саниране на сгради. За целта синтезирания материал беше обработен с химически реагенти, с оглед повишаване на неговата хидрофобност.



Фиг.3. Фотография на хидрофобно калциево-силициево изделие с лежаща на него водна капка

На фиг. 3 е показана фотография на обработено изделие от калциев силикат с лежаща върху него водна капка. Ясно се вижда че водната капка не омокря повърхността на изделието. Това беше постигнато чрез третиране на повърхността на изделието с хлор- и флуорсилани. В резултат на това материалът от силно полярен (с основна кристална фаза от воластонитов тип - $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) придоби неполярен вид, поради реакция с органичните съединения.

На фиг.4 е показана фотография на водна капка върху обработената повърхност от изследвания материал. От фигурата много добре се забелязва, че водната капка има ъгъл на омокряне по-голям от 90° , при което на практика не омокря повърхността на изделието.



Фиг. 4. Фотография на водна капка върху третирана хидрофобна повърхност

От всички получени резултати става ясно, че разработеният по лабораторна технология силициев калцит притежава подходящи основни свойства и може с успех да бъде използван като строителен материал. В страни като Германия, Австрия, Великобритания, Русия и др. това производство е намерило своето място на строителния пазар най-вече като облицовъчни плочи, много често оцветени и притежаващи различен релеф.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получените резултати дават основание да се направят следните по-важни изводи:

- Установено е, че синтезираният продукт съдържа няколко основни кристални фази – фаза от властонитов тип - $\text{CaO} \cdot \text{SiO} \cdot \text{H}_2\text{O}$, SiO_2 и CaO , които влияят върху основните му свойства.
- Определено е, че синтезираните образци се характеризират със следните стойности на някои от най-важните физико-механични показатели: водопоглъщаемост – 11,3%, привидна плътност - $(1,79-1,81) \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, КЛТР - $\alpha_{(20-300^\circ\text{C})} - (15-16) \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ и се отличават с добра мразоустойчивост.
- Състав S_5 , включващ следните изходни компоненти – 80 % $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и 20 % хидратна вар ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), синтезиран по режим № 3, притежава най-добри технически характеристики, което го прави подходящ за изготвяне на изделия необходими за строителството.
- Изследван и приложен е метод за химическо третитане на синтезирания продукт, при което се постига хидрофобност на неговата повърхност. Така обработените изделия с успех могат да се използват за лицева облицовка на сгради.

БЛАГОДАРНОСТ: Авторите изказват своята искрена благодарност на фонд „Научни изследвания“ към Министерството на Образованието и Науката за финансовата подкрепа на настоящата разработка.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Георгиев Д., Колева, Д. Добруджалиев, Строителен материал от калциев силикат. Част I. Получаване, Научни трудове на РУ 2009 г, (под печат)
- [2] Минералогическите таблици, Москва, Недра, 1981.
- [3] Фекличев В.Г., Диагностическите спектри минералов, Недра, Москва, 1977.
- [4] Бъчваров С., Б. Самуненова, Д. Ставракева, Ръководство за упражнения на силикатите, Техника, София, 1978.
- [5] БДС EN ISO 10545-4

for correspondence:

Assoc. prof. Dimitar Petrov Georgiev – department “Material science and technology”, Assen Zlatarov University, Bourgas 8010, tel. 056 858 230, e-mail: dgeorgiev@btu.bg

Assoc. prof. Bogdan Iliev Bogdanov – department “Technology of inorganic substances and silicates”, Assen Zlatarov University, Bourgas 8010, tel. 056 858 202, e-mail bogdanov_b@abv.bg

Major assistant Yancho Hristov Hristov – department “Material science and technology”, Assen Zlatarov University, Bourgas 8010, tel. 056 858 473, e-mail: yanchris@abv.bg

Assoc. prof. Irena Georgieva Markovska – department “Technology of inorganic substances and silicates”, Assen Zlatarov University, Bourgas 8010, tel. 056 858 401, e-mail: imarkovska@btu.bg

Major assistant Krasimira Angelova - department „Inorganic and Analytical chemistry”, Assen Zlatarov University, Bourgas 8010, tel. 056 858 299, e-mail: krasimiraangelova@abv.bg.

Докладът е рецензиран.