

## Строителен материал от калциев силикат Част I. Получаване

Димитър Георгиев, Нели Колева, Драгомир Добруджалиев, Цветан Димитров

**Abstract:** *The demand for alternative building materials and quality is now updated and responsible task in which it is necessary to resolve issues related to technological, environmental and economic considerations. The object of this work is to obtain a calcium silicate material for the needs of the construction. The purpose is limited to the development of appropriate formulations of calcium silicate material worked in technological conditions for its synthesis in the laboratory. Receipt of the construction material of calcium silicate is performed by the method of hydrothermal synthesis.*

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

### ВЪВЕДЕНИЕ

Търсенето на алтернативни и качествени строителни материали понастоящем е актуална и отговорна задача, при която е необходимо да се решат едновременно няколко въпроса от технологичен, екологичен, икономически характер. В тази връзка е и възможността за получаване и охарактеризиране на калциево силикатен материал за нуждите на строителството.

Калциевият силикат е известен на силикатните технолози като „изкуствен камък“, който по външен вид и технически свойства е близък до природните. Този материал се е използвал отдавна за получаване на строителни тухли, плочи, фасонни изделия и др. От известно време тухлите от калциев силикат набират популярност като т.н. „силикатни тухли“ или още като „бели тухли“. Това наименование идва от естествения бял цвят на силициевия калцит.

Материалът има отлични якостни характеристики, добра топлоустойчивост и звукоизолационна характеристика. Като основен недостатък на строителните елементи, изготвени от калциев силикат се явява неговата силна степен на водонепропускливост и водопоглщаемост. Ето защо при евентуалното му използване за външни стени, е необходимо измазване и облицоване с подходящ водонепроницаем и топлоизолационен пласт [1-3].

Обект на настоящата публикация са проведените изследвания върху получаване на калциево-силикатен материал за нуждите на строителството. Задачата се свежда до разработка на подходящи състави на калциево силикатен материал, отработване на технологичните условия за синтезирането му в лабораторни условия и охарактеризиране на изделия за строителни нужди.

### МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИКА

На базата на проведеното литературно проучване [1-5], както и на основата на придобития опит при синтезиране на силикатни продукти бяха избрани няколко състави за калциев силикат, които са посочени в таблица 1. В качеството на изходни суровини за получаване на калциев силикат се използват както химически реактиви (за да се осигури достатъчна степен на чистота и повтораемост на резултатите от експериментите), така и технически материали.

Използваните технически суровини са със следните технически характеристики:

- Хидратна вар - продукт на фирма „Калцит“ АД, Асеновград. Химичният й състав, който е в съответствие с БДС EN 459-1 CL 90-S, е посочен на таблица 2 [6].

Таблица 1  
Състави на калциево-силикатен материал

Компоненти, %	състав							
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>
SiO <sub>2</sub>	90	85	75				80	
Кварцов пясък				80		80		75
SiO <sub>2</sub> .nH <sub>2</sub> O					80			
Хидратна вар (Ca(OH) <sub>2</sub> )	10	15	25	20	20			25
Гасена вар (Ca(OH) <sub>2</sub> )						20		
Негасена вар (CaO)							20	

- Гасена вар с пластична консистенция - продукт на фирма „Калцит“ АД, Асеновград, получен от негасена вар чрез гасенето ѝ с вода.

- Кварцов пясък марка KLP, със съдържание на SiO<sub>2</sub> - 97-98 % - продукт на „Каолин“ АД – Вятово.

Таблица 2  
Химичен състав на хидратна вар от фирма „Калцит“ АД – Асеновград

<i>показатели</i>	<i>мярка</i>	<i>стойност</i>
Съдържание на активни оксиди (CaO + MgO)	%	≥ 91
Съдържание на активен магнезиев оксид (MgO)	%	≤ 1,1
Съдържание на остатъчен въглероден диоксид (CO <sub>2</sub> )	%	≤ 2
Съдържание на серен триоксид (SO <sub>3</sub> )	%	≤ 0,09
Съдържание на влага (свободна вода)	%	≤ 1
Степен на дисперсност		
- остатък на сито 0,2 mm	%	≤ 0,5
- остатък на сито 0,09 mm	%	≤ 5
- остатък на сито 0,063 mm	%	≤ 5
Коефициент на обемопостоянство по Льо Шателие (La Chetelier expansion)	mm	< 4

- Негасена вар - продукт на фирма „Калцит“ АД, Асеновград, чийто състав е посочен на таблица 3 [5].

Таблица 3  
Състав на негасена вар от фирма „Калцит“ АД, Асеновград

<i>Показатели</i>	<i>мярка</i>	<i>стойност</i>
Съдържание на активен калциев оксид CaO	%	93 ÷ 95
Съдържание на магнезиев оксид MgO	%	1,2
Съдържание на Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	1,0
Скорост (време) на гасене	s	60 ÷ 90

Технологията на получаване на калциево-силикатно изделие включва следните етапи (фиг.1.):



Фиг.1. Технологична схема за получаване на калциево-силикатно изделие

Подготовката на изходната шихта се оказва една от решаващите задачи в технологията, от която в голяма степен зависят експлоатационните характеристики на крайния продукт. Това включва първичната подготовка на изходните суровини, тяхната дозировка и хомогенизация.

Първата операция от първичната подготовка е смилане на изходните материали. Беше проведено смилане на сухо в планетарна топкова мелница с корундови млилни тела, в продължение на 2 часа. Следващата операция е дозировка на шихтата, след което същата се подлага на окончателна хомогенизация в топкова мелница (отново на сухо), за 1 час.

Изготвянето на пробни образци беше проведено по метода на сухото пресуване на хидравлична преса ED 60. За целта се използва предварително подготвена закалена стоманена матрица с цилиндрична форма на заготовката и

следните размери - вътрешен диаметър D – 48 mm и дължина до L -50 mm. Пробните образци се подлагат на пресово усилие при 46 kN, при което се осигурява налягане на образците  $P = 25.5 \text{ MPa}$ . Това налягане се оказва напълно достатъчно, тъй като се получават качествени пресовки, които имат добра първоначална (т.н. зелена) якост. Това е особено необходимо при транспортирането на образците за следващата операция на технологията.

Термичната обработка на образците беше проведена на специално проектиран и изработен за целта термичен автоклавен реактор. Същият е изработен от неръждаема стомана и е с възможност за термична обработка до  $350 \text{ }^\circ\text{C}$  и херметично затваряне, при което се осигурява автоклавно налягане до около 40 atm.

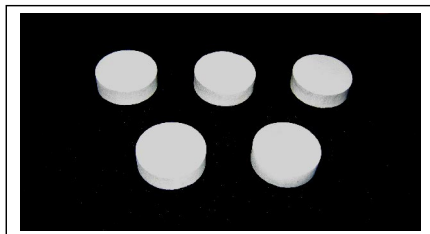
Така подготвените пробни образци бяха подложени на термообработка в автоклавния терморектор, в който предварително има определено количество вода. Синтезът на калциевия силикат се осъществява по т.н. хидротермален метод, при различни температурни режими посочени на таблица 4. Хидротермалните синтези са проведени с изотермична задръжка при температура 150 до  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  и продължителност от 6 до 12 часа.

Таблица 4  
Температурни режими за синтезиране на калциев силикат

Режим	Температура, $^\circ\text{C}$	Автоклавно налягане, atm	Време, h
1	150	6.0	8; 10; 12
2	160	7.5	6; 8; 10; 12
3	170	8.5	6; 8; 10
4	180	10.0	6; 8; 10
5	190	11.5	6; 8
6	200	12.0	6; 8

Най- ефективен за нашите цели се оказва режим (4) с продължителност на процеса - 8 часа, температура от  $180^\circ\text{C}$ , при което се постигна автоклавно налягане от 10 atm. Материали със същите качества могат да се получат и при температура на синтеза от порядъка на  $160^\circ\text{C}$ , но с по-голяма продължителност на процеса - 12 часа.

Синтезираните пробни образци след разхерметизиране на реактора се вадят от него и се пристъпва към последния етап от технологичната схема - изсушаване на синтезирания материал. Той се осъществява на лабораторна сушилня при  $110^\circ\text{C}$  и време един час. На фиг.2 са показани фотографии на готови (синтезирани и изсушени) пробни образци от калциев силикат.



Фиг. 2. Фотография на пробни образци от калциев силикат

В резултат на проведените изследвания върху синтеза на калциев силикат, използван за нуждите на строителството, най - добри резултати се получиха с изходни състави  $S_5$ ,  $S_6$  и  $S_7$ . Състав  $S_5$  се предпочита пред останалите състави поради това, че съотношението на основните суровини дава възможност за получаване на много добра първоначална (зелена) якост на формованите изделия. Другото предимство на този състав е, че същия като основна суровина съдържа  $SiO_2 \cdot nH_2O$ . Това е гаранция, че при синтеза ще се осигури активна форма на  $SiO_2$ .

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведените изследвания дават основание да се направят следните по-важни изводи:

- Разработени са състави от осем вида калциево силикатни изделия за нуждите на строителството. Състави  $S_5$ ,  $S_6$  и  $S_7$  показаха най-добри технологични и технически качества.
- Установена е цялостна технология за получаване на изделия от калциев силикат в лабораторни условия. Изяснени са главните технологични фактори за получаване на материал с повтаряеми основни свойства.
- Подбрани са оптималните технологични параметри – температура, налягане и време при синтезиране на материала по метода на хидротермалния синтез. Установено е, че при температура  $180^\circ C$ , налягане – 10 atm и време 8 часа се получава материал с най- подходящи качества.

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

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хинт Й. А., О свойствах дезинтегрированных смесей при изготовления силикатных и силикаткальцитных изделий, Промстройиздат, Москва, 1976.
- [2] Векслер М., А. Липилин, Изготовление пено- и газосиликатных изделий, ИТП “Техприбор”, Москва, 1965.
- [3] [www.stroysnami.info](http://www.stroysnami.info)
- [4] [www.altastroymash.ru](http://www.altastroymash.ru)
- [5] Баранов А.Т., Пенобетон и пеносиликат, Промстройиздат, Москва, 1986.
- [6] [www.calcit-bg.com](http://www.calcit-bg.com)

### 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](mailto:dgeorgiev@btu.bg)

Major assistant Neli Koleva, department “Electrotechnics, Electronics and Machinery construction“, Assen Zlatarov University, Bourgas 8010, tel. 056 858 275, e-mail: [nkoleva@btu.bg](mailto:nkoleva@btu.bg)

Assoc. prof. Dragomir Dobrudjaliev – Assen Zlatarov University, Bourgas 8010, tel. 056 858 328, e-mail: [dragodob@yahoo.com](mailto:dragodob@yahoo.com)

**Докладът е рецензиран.**