

ბიზნეს-ინჟინერინგი მუშაბელობაში

მხურვალედეგი ბეტონის მიღება ბუნებრივ, ნანოდისპერსულ კაჟმინა ნედლეულზე

თამარ ესაძე, ასოც. პროფესორი
ხათუნა ლეჟავა, უფროსი მასწავლებელი

რეზიუმე

Receiving of the heat-resistant concretes on
the base of the nanodisperse silica

Khatuna Lezhava;
Tamar Esadze

Summary

Nanotechnology produced the new generation of construction materials— nanostructured silica heat-resistant concrete in which nanodisperse natrium polysilicate is used as binding material. This polysilicate is made through synthesis of the natural amorphous silica and fine grinded waterless natrium polysilicate. It allows reliable regulation of the physical-chemical processes which occur in concrete during its heating. It also ensures the homogeneity of materials in heating zones during the exploitation. This will have positive effect on the operational characteristics, and above all on the thermal condition of the concrete. The aforementioned is confirmed by the characteristics of the silica heat-resistant concrete based on the nanodisperse natrium polysilicate. The characteristics are provided in the table given in this paper.

Keywords: heat-resistant concrete, natrium polysilicate, silica.

* * * * *

ნანოტექნოლოგიით მიღებულია ახალი თაობის საშენი მასალა – ნანოსტრუქტურული კაჟმინოვანი მხურვალედეგი ბეტონის სახით, რომელშიც შემკვრელად გამოყენებულია ბუნებრივი ამორფული ნანოდისპერსული კაჟმინა ნედლეულისა და წვრილად დაფქვილი უწყლო ნატრიუმის ერთობლივი სინთეზით მიღებული ნანოდისპერსული ნატრიუმის პოლისილიკატი. რაც საშუალებას იძლევა საიმედოდ მოხდეს იმ ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების მართვის რეგულირება, რომლებიც მიმდინარეობს ბეტონში მისი გახურებისას, ასევე ექსპლუატაციის დროს გახურების ზონაში უზრუნველყოფილი იქნას მასალის ერთგვაროვნება, რაც დადებითად იმოქმედებს მის საექსპლუატაციო თვისებებზე, პირველ რიგში კი ბეტონის თერმულ მდგრადობაზე. ეს დასტურდება მაღალცეცხლგამძლე დანამატის შეყვანით ნანოდისპერსულ ნატრიუმის პოლისილიკატზე დამზადებული კაჟმინოვანი მხურვალედეგი ბეტონის თვისებების ძირითადი მაჩვენებლებით, რომელიც ნაშრომში მოცემულია ცხრილის სახით.

საკვანძო სიტყვები: მხურვალედეგი ბეტონი, ნატრიუმის პოლისილიკატი, კაჟმინა.

სამშენებლო ინდუსტრიაში დიდი პროგრესის მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ თანამედროვე სამეცნიერო და მაღალგანვითარებული ტექნოლოგიების ბაზაზე, რომლებიც უზრუნველყოფენ პროდუქციის მაღალ ხარისხს, ნედლეულის ეფექტურ გამოყენებას და რესურსების ეკონომიას. დღეისათვის ნანოტექნოლოგიები ითვლება ყველაზე პერსპექტიულ და მაღალგანვითარებულ ტექნოლოგიებად. ნანოტექნოლოგიებისა და ნანომასალების გამოყენება საშუალებას იძლევა მივიღოთ გაუმჯობესებული მახასიათებლების მქონე სამშენებლო მასალები.

აღსანიშნავია იმ კვლევების პერსპექტიულობა და აქტუალობა, რომლებიც მიმართულია ნანოსტრუქტურული საშენი მასალების ნომენკლატურული გაფართოებისათვის, მათ შორის მაღალმოდულურ სილიკატურ სისტემებზე (პოლისილიკატებზე)

დამზადებული მხურვალმედვეგი ბეტონები, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი საექსპლუატაციო თვისებებით.

ამ მიმართულებით დიდი სამუშაოები ჩატარებული კაჟმინა ქანების გამოყენებით სხვადასხვა სახის ტრადიციული და ახალი ტიპის საშენი მასალების მისაღებად. სტატიაში მოყვანილია მხურვალმედვეგი კაჟმინოვანი ბეტონის მისაღებად ჩატარებული კვლევების შედეგები, რომელშიც შემკვრელად გამოყენებულია ბუნებრივი ამორფული ნანოდისპერსული კაჟმინა ნედლეულისა და უწყლო ნატრიუმის სილიკატის ერთობლივი სინთეზით მიღებული ნანოდისპერსული ნატრიუმის პოლისილიკატი. ბუნებრივი კაჟმინა ნედლეულის ქიმიური შემადგენლობა მოყვანილია ცხრილში 1.

კაჟმინა ნედლეულის ქიმიური შემადგენლობა
ცხრილი 1

განმსაზღვრელი ელემენტები (შემცველობა %—ში 1100წ-ზე გამოშრობისას)													
SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	F ₂ O	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	N ₂ O	SO ₃	ხად	Σ
75,7	8,25	0,52	3,32	0,17	0,43	2,39	1,41	0,04	1,71	0,79	<0,10	5,08	99,8
80,2	4,10	0,44	6,3	0,06	<0,25	2,28	0,59	0,07	0,87	2,42	<0,10	4,30	99,7
87,0	5,00	0,35	2,25	0,07	<0,25	0,72	0,50	0,02	1,03	0,58	<0,10	2,26	99,8
75,7	8,80	0,60	4,00	0,09	0,49	1,99	0,87	0,03	2,10	1,24	<0,10	4,10	100,

კვლევების შედეგების განზოგადებით, რომლებიც ჩატარებულია პოლისილიკატების მისაღებად უნდა აღინიშნოს, რომ ძირითად საწყის კომპონენტს წარმოადგენს სილიციუმჟავას ზოლები და წყლიანი, ან უწყლო ტუტე მეთალების სილიკატები. მოცემულ კვლევებში ტუტე მეთალის სილიკატის სახით გამოყენებულია ნატრიუმის სილიკატი, როგორც ყველაზე გავრცელებული და იაფი მასალა. კონცენტრირებული ტუტე კოლოიდური ხსნარების, სილიკატური ზოლის და სხვა სილიკატური სისტემების მისაღებად სხვადასხვა შედგენილობის კაჟმინოვანი მხურვალმედვეგი დულაბისაგან ვიბროდანხებით დამზადდა 5×5×5სმ ზომის კუბები, რომელთა თბური დამუშავება ხდებოდა შემდეგი რეჟიმით: 200C-დან 900C-მდე ტემპერატურის ანევა 1,5სთ, დაყოვნება 90±50წ ტემპერატურაზე — 0,5სთ, შემდგომი ტემპერატურის ანევა 2000C და დაყოვნება 2სთ. ამ ნიმუშების ფიზიკურ-მექანიკურმა კვლევებმა აჩვენა შედეგები, რომელიც მოცემულია ნახაზზე 1.

Rk (მპა)



ნახ.1. გამომშრალი ნანოდისპერსული კაჟმინა ნედლეულისა-

გან დამზადებული კომპოზიციური შემკვრელის ნიმუშების სიმტკიცის დამოკიდებულება ნატრიუმის პოლისილიკატის შემცველობაზე.

ნატრიუმის პოლისილიკატი %.

კომპოზიციაში მრუდის მიხედვით შემკვრელის (ნატრიუმის პოლისილიკატი) ოპტიმალური შემცველობა შეადგენს 20-30%, რომლის დროსაც ნიმუშებს აქვთ მაღალი სიმტკიცე (34მგპა-მდე). კომპოზიტი ნატრიუმის პოლისილიკატის ასეთი რაოდენობა წარმოიქმნის მწვავე კონტაქტების ოპტიმალური რიცხვს, ამიტომ კომპოზიციის ნიმუშების აფუება არ ხდება, ვინაიდან წყლის ორთქლი მასალაში, რომელსაც არ აქვს მთლიანობა გამოდის თავისუფლად. იმ შემთხვევაში თუ ასეთი კონტაქტების რაოდენობა იქნება უფრო მეტი მარცვალთშორისი სიცარიელები თითქმის მთლიანად შეივსება შემკვრელი ნივთიერებით და სისტემა გარდაიქმნება მოცულობით-მონოლითურ კომპოზიციადა.

ტემპერატურის ანევით 180—2000C-მდე ხდება სისტემის თითქმის მთლიანი გაუწყლოება შეუმჩნეველი ჯდენით, რაც განაპირობებს მხურვალმედვეგი ბეტონის ნაკეთობების საკმარის სიმტკიცეს. თუმცა, ბუნებრივ კაჟმინა ნედლეულზე დამზადებული მხურვალმედვეგი ბეტონის დაყალიბებისას და მისი შემდგომი გამოშრობისას შეძენილი თვისებები უზრუნველყოფს მხურვალმედვეგი მასალის მხოლოდ სამონტაჟო სიმტკიცეს, ხოლო მისი საექსპლუატაციო თვისებები დამოკიდებულია იმ ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესებზე, რომლებიც მიმდინარეობს პოლი-სილიკატნატრიუმთან შემკვრელში მაღალ ტემპერატურებზე.

კაჟმინოვანი მხურვალმედვეგი ბეტონის თერმო-მექანიკურმა კვლევებმა 14000C ტემპერატურაზე აჩვენა, რომ ნანოდისპერსულ ნატრიუმის პოლისილიკატზე დამზადებულ ნიმუშებს, რომელშიც დანამატად შეყვანილია მაღალცეცხლგამძლე წვრილდისპერსული კარბონატი, აქვთ მნიშვნელოვნად მაღალი სიმტკიცის მაჩვენებლები (2-4მგპა) ანალოგიური ბეტონის ნიმუშებთან შედარებით დანამატის გარეშე (0,6-0,8მგპა). ცეცხლგამძლე სილიკატნატრიუმის კომპოზიციის შემადგენლობაში კარბონატული კომპონენტის (ცარცი) შეყვანით მნიშვნელოვნად გაიზარდა ნიმუშების სიმტკიცე საშუალო და მაღალ ტემპერატურებზე. ასეთ სისტემაში 8000C ტემპერატურიდან, წარმოიქმნა მაღალცეცხლგამძლე ნაერთი 2CaO·SiO₂. გარდა ამისა შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ცარცის დისოციაციის შედეგად CO₂ აორთქლების ხარჯზე წარმოქმნილი ფორიანობის გამო შესაძლებელი იქნება კაჟმინოვანი ბეტონის კომპონენტების გაფართოების კომპენსაცია. ეს დაკავშირებულია მაღალ ტემპერატურებზე ამორფული კაჟმინის სხვადასხვა ფაზურ ფორმებში გადასვლებზე.

ამრიგად, ასეთი მიდგომა ნივთიერებების შერჩევისას მხურვალმედვეგი ბეტონის შედგენილობისათვის, საშუალებას იძლევა საიმედოდ მოხდეს იმ ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების მართვის რეგულირება, რომ-

ლებიც მიმდინარეობს ბეტონში მისი გახურებისას, ასევე ექსპლუატაციის დროს გახურების ზონაში უზრუნველყოფილი იქნას მასალის ერთგვაროვნება, რაც დადებითად იმოქმედებს მის საექსპლუატაციო თვისებებზე, პირველ რიგში კი ბეტონის თერმულ მდგრადობაზე. ეს დასტურდება ნანოდისპერსულ ნატრიუმის პოლისილიკატზე დამზადებული კაჟმინოვანი მხურვალმედეგი ბეტონის თვისებების ძირითადი მაჩვენებლებით, რომელიც ნაჩვენებია ცხრილში 2.

ნანოდისპერსული ნატრიუმის პოლისილიკატის შემკვრელზე დამზადებული კაჟმინოვანი მხურვალმედეგი ბეტონის თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები

ცხრილი 2

თვისებების დასახელება	განზომილება	თვისებების მაჩვენებლები
გამოყენების მაქსიმალური ტემპერატურა ცალმხრივი გახურებისას	°C	1650
სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე 200°C გამოშრობის შემდეგ	მგპა	32-34
საშუალო სიმკვრივე 200°C გამოშრობის შემდეგ	გ/სმ³	2,3-2,5
ფორიანობა 200°C გამოშრობის შემდეგ	%	17-19
ხაზობრივი ჯდენა გამოწვის შემდეგ გამოყენების მაქსიმალურ ტემპერატურამდე, %	%	+0,13
თბოგამტარობა 1200°C-ზე ტემპერატურაზე	კკალ/მ.°C.სთ	0,95
დარბილების საწყისი ტემპერატურა 0,2 მგპა მიტვირთვისას	°C	1480

დასკვნა

ამრიგად, ნანოტექნოლოგიით მიღებულია ახალი თაობის საშენი მასალა – ნანოსტრუქტურული კაჟმინოვანი მხურვალმედეგი ბეტონის სახით, რომელშიც შემკვრელად გამოყენებულია ბუნებრივი ამორფული ნანოდისპერსული კაჟმინა ნედლეულისა და ნვრილად დაფუძილი უწყლო ნატრიუმის ერთობლივი სინთეზით მიღებული ნანოდისპერსული ნატრიუმის პოლისილიკატი.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Айлер Р. – Химия кремнезема /пер. с англ- М. Мир 1982 г.-416 стр/
2. Войтович В. А. – Нанонаука, нанотехнологий, строительные наноматериалы - /Войтович В.А. – Режим доступа к журн. <http://interlibrary.narod.ru/Gencat/Gencat.Saient.Dep/Gencat.Arch/>
3. Корнеев В. И. Данилов В. В. - Растворимое и жидкое стекло – Стройиздат, 1996 г.-25 стр.
4. Тотурбиев А.Б. – Жаростойкое композиционное вяжущее на полисиликатах /Бетон и железобетон 2012 г. N3 -5-8 стр/
5. Тотурбиев Б. Д. – Строительные материалы на основе силикат-натриевых Композиций. – Москва Стройиздат -1988 г.-208 стр.