

UDC 691.32

SCOPUS CODE 2501

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-4-107-114>

ბეტონების კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვის უნივერსალური მოდელი

ამირან

საკვარელიძე

ჰიდროტექნიკისა და სამოქალაქო ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს
ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ

E-mail: a.sakvarelidze@gtu.ge

რეცენზენტები:

ა. ზაგრატიონ-დავითაშვილი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: adavitashvili@gtu.ge

დ. ტაბატაძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: tabatadze@gtu.ge

ანოტაცია. ცემენტისფუძიანი კომპოზიციური მასალების რეოლოგიური თვისებების კვლევა დატვირთვისა და ზემოქმედების სხვადასხვა პირობებში აუცილებელია კონსტრუქციების გაანგარიშების სრულყოფილი თეორიის და შესაბამისი გაუმჯობესებული საანგარიშო მეთოდების შესამუშავებლად.

სტატიაში გამოკვლეულია ბეტონების რეოლოგიური მახასიათებლების დამოკიდებულება მასალათა ტენშემცველობასა და ასაკზე. ჩატარებულია ტრადიციული (ბეტონი, წვრილმარცვლოვანი ბეტონი) და ახალი (ფოლადფიბრობეტონი, ბაზალტფიბრობეტონი) კომპოზიტების ნიმუშების ხანმოკლე და ხანგრძლივი (ცოცვადობა) გამოცდები გაჭიმვაზე.

ექსპერიმენტებს (როგორც ხანმოკლე, ისე ცოცვადობაზე) ვატარებდით $t_0 = 3, 7, 14, 28, 60$ და 180

დღის ასაკის ნიმუშებზე. ცოცვადობაზე ცდების ხანგრძლივობა იყო 180 დღე.

მიღებული მონაცემებიდან ვსაზღვრავდით სხვადასხვა ტენშემცველობისა და ასაკის კომპოზიტების კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვებს.

ცოცვადობაზე ცდების შედეგების ანალიზით ნაჩვენებია, რომ კომპოზიტების ცოცვადობის ბირთვების დამოკიდებულება მასალათა ტენშემცველობაზე წრფივია. შემუშავებულია მასალათა კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვის ტენშემცველობაზე დამოკიდებულების ამსახველი გამოსახულება.

დადგინდა, რომ ცოცვადობის ბირთვების დამოკიდებულება მასალის ასაკზე კარგად აისახება ხარისხობრივი ფუნქციით. შემუშავებულია ფუნქციის გამოსახულება და განსაზღვრულია ხარისხის მაჩვენებლების სიდიდე კომპოზიტებისთვის. შექმნი-

ლია კომპოზიტების კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვის ასაკზე დამოკიდებულების ამსახველი გამოსახულება.

ჩატარებული კვლევის შედეგად შექმნილია ცემენტისფუძიანი კომპოზიტების კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვის ახალი სახის უნივერსალური მოდელი, რომელიც ითვალისწინებს მასალის ასაკს და ტენშემცველობას.

საკვანძო სიტყვები: ასაკი; ბეტონი; გამოსახულება; კომპოზიტი; კუმშვა-გაჭიმვა; მოდელი; ტენშემცველობა; ფუნქცია; ცოცვადობის ბირთვი; ხარისხი.

შესავალი

ჩატარებულია ცემენტისფუძიანი კომპოზიტების (ბეტონი, წვრილმარცვლოვანი ბეტონი, ფოლადფიბრობეტონი, ბაზალტფიბრობეტონი) ნიმუშების ხანმოკლე და ხანგრძლივი გამოცდები გაჭიმვის დროს.

გამოცდებისთვის მზადდებოდა სხვადასხვა ნიმუში – 50 მმ სისქის ბრტყელი „რვიანი“, რომლის საერთო სიგრძე იყო 530 მმ, სიგანე მუშა ნაწილში კი – 70 მმ.

ხანმოკლე გამოცდები გაჭიმვაზე ჩატარებულია გამოსაცდელ მანქანაზე „Instron III5“ სპეციალური დამხმარე ხელსაწყოთა გამოყენებით [1].

გამოცდები ცოცვადობაზე ჩატარებულია სპეციალურ გამოსაცდელ დანადგარებზე (რაოდენობა 12 ცალი). რომლებიც ცნობილი და აპრობირებულია [1].

ყველა ნიმუში დამზადების შემდეგ ინახებოდა და იცდებოდა „სტანდარტულ“ პირობებში – ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა $\varphi = 100\%$, ტემპერატურა

$T = 20 \pm 1^{\circ}C$. ასეთ პირობებში 28 დღის ასაკის ნიმუშები მიღებულია „სტანდარტულად“ $t_0 = t_{CT} = 28$. ექსპერიმენტებში (როგორც ხანმოკლე ასევე ხანგრძლივი) იცდებოდა $t_0 = 3, 7, 14, 28, 60$ და 180 დღის ასაკის ნიმუშები.

ცოცვადობაზე გამოცდების ხანგრძლივობა იყო $t - t_0 = 180$ დღე. ცოცვადობაზე ცდებში სხვადასხვა ასაკის ნიმუშის დატვირთვის დონე იყო შესაბამისი მრღვევი ძაბვების 0.5.

ცოცვადობის მახასიათებლების მასალების ტენშემცველობაზე დამოკიდებულება განისაზღვრებოდა მუდმივი ასაკის ($t_0 = 28$) და ტემპერატურის ($T = 20 \pm 1^{\circ}C$) დროს სხვადასხვა ტენშემცველობის ნიმუშების გამოცდების შედეგებით. გამოცდები ცოცვადობაზე ჩატარებულია კომპოზიტების შემდეგი მუდმივი ტენშემცველობის დროს: $W \equiv W_m = 4.7\%$ („სტანდარტული“ ნიმუშები), $W=2.7; 2.2$ და 1% მასის მიხედვით. ტენშემცველობის სხვადასხვა დონის მიღწევა ხდებოდა „სტანდარტული“ ნიმუშების გამოშრობით საშრობ კარადაში, $T = 105^{\circ}C$ -ის დროს. ცოცვადობის ექსპერიმენტის განმავლობაში ნიმუშებში შესაბამისი მუდმივი ტენშემცველობის დონის შენარჩუნება ხდებოდა მათი ზედაპირის იზოლაციით პარაფინისა და პოლიეთილენის აპკის მეშვეობით.

ცოცვადობის მახასიათებლების მასალის ასაკზე დამოკიდებულება განისაზღვრებოდა მუდმივი ტენშემცველობის ($W=4.7\%$) და ტემპერატურის ($T = 20 \pm 1^{\circ}C$) დროს სხვადასხვა ასაკის ($t_0 = 3, 7, 14, 28, 60, 180$ დღე) ნიმუშების გამოცდების შედეგებით.

ძირითადი ნაწილი

ხანმოკლე გამოცდებით გაჭიმვაზე დადგენილია სხვადასხვა ტენშემცველობისა და ასაკის კომპოზიტის სიმტკიცის მაჩვენებლები [2]; [3]; [4].

ცოცვადობის დეფორმაციების მნიშვნელობებიდან (4 ტყუპისცალი ნიმუშის საშუალო) განისაზღვრებოდა კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვები. დადგენილია, რომ მუდმივი t_0 ასაკისა და T ტემპერატურის დროს ტენშემცველობის გამოკვლეულ დიაპაზონზე ($1 \leq W \leq 4.7\%$) ცოცვადობის ბირთვები $t - t_0 \geq t_1$ -თვის გამოიხატება შემდეგი სახის ლოგარითული ფუნქციით:

$$\Pi_p(t, t_0, W) = A_p(t_0, W) + B_p(t_0, W) \cdot \lg \frac{t - t_0}{t_1}, \quad (1)$$

სადაც Π_p არის კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვი; t – დრო; t_0 – ნიმუშის ასაკი ცდის დასაწყისში; W – ნიმუშის ტენშემცველობა; $t - t_0$ – ცდის ხანგრძლივობა; $t_1 = t - t_0 = 2$ დღე; A_p და B_p კონსტანტები განისაზღვრება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით პირველი ცხრილის მონაცემებით და (1) ფორმულით ნიმუშების ტენშემცველობის სხვადასხვა მნიშვნელობის დროს.

ცხრილი 1

სხვადასხვა ტენშემცველობის კომპოზიტის კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვები დროის მიხედვით

W%	$\Pi_p \cdot 10^6$ მგპა, დროში, $t - t_0$ დღე						
1	2	10	20	30	60	120	180
წვრილმარცვლოვანი ბეტონი							
4.7	44.9	66.0	75.0	82.0	90.0	98.0	104.0
2.7	39.5	52.8	56.7	60.0	64.6	69.7	73.0
2.2	36.0	46.1	51.0	54.0	59.0	63.0	65.7
1.0	33.1	37.6	40.0	41.6	43.8	46.1	46.6
ფოლადფიბრობეტონი							
4.7	37.1	52.0	57.0	60.0	66.0	71.5	74.0
2.7	36.8	44.4	48.1	50.0	52.9	56.6	58.0
2.2	35.4	42.0	44.4	45.9	48.5	51.0	52.0
1.0	34.9	40.5	41.1	41.6	42.5	43.9	44.4
ბეტონი							
4.7	42.5	62.5	71.4	77.8	85.6	93.1	98.5
2.7	37.3	50.0	53.6	56.8	62.0	66.4	69.4
2.2	33.9	43.8	48.6	50.8	55.3	58.7	61.6
1.0	31.3	35.5	37.5	39.5	41.5	43.6	44.1
ბაზალტფიბრობეტონი							
4.7	39.2	54.6	60.0	63.0	73.5	76.3	78.5
2.7	38.8	46.9	50.2	52.5	55.7	59.6	60.8
2.2	37.3	44.5	47.1	48.5	51.4	54.0	55.1
1.0	36.8	42.7	43.2	43.8	44.7	46.0	46.8

კონსტანტების სიდიდეები ნიმუშების ტენშემცველობაზე დამოკიდებულებით მუდმივი ასაკის ($t_0 = 28$ დღე) და ტემპერატურის ($T = 20 \pm 1^\circ C$) დროს მოცემულია მე-2 ცხრილში.

A_p , B_p -ს მნიშვნელობების აგებით კოორდინატებში (A_p, B_p) $\propto W$ დავრწმუნდებით, რომ კონს-

ტანტების დამოკიდებულება ტენშემცველობაზე საკმარისი სიზუსტით არის წრფივი. ტენშემცველობის მიღებულ დიაპაზონში $1 \leq W \leq W_m = 4.7\%$ A_p და B_p კონსტანტების დამოკიდებულებას ტენშემცველობაზე გამოვხატავთ (2) გამოსახულებებით:

ცხრილი 2

(A_p, B_p) $\cdot 10^{-6}$ მგპა⁻¹ მნიშვნელობები ტენშემცველობაზე დამოკიდებულებით

W%	წვრილმარცვლოვანი ბეტონი		ბეტონი		ფოლადფიბრობეტონი		ბაზალტფიბრობეტონი	
	A_p	B_p	A_p	B_p	A_p	B_p	A_p	B_p
4.7	45.7	29.8	44.5	28.5	39.2	17.9	41.0	18.1
2.7	41.2	16.2	40.4	16.0	37.4	10.8	37.9	11.1
2.2	35.2	15.7	35.0	15.6	37.2	8.1	36.8	8.6
1.0	32.9	7.3	32.1	7.0	36.7	3.7	36.5	3.6
0	30.0	0	31.0	0	36.5	0	36.0	0

$$A_p(28, W) = A_p(28, 0) + \frac{W}{W_m} [A_p(28, W_m) - A_p(28, 0)] \quad (2)$$

$$B_p(28, W) = B_p(28, 0) + \frac{W}{W_m} [B_p(28, W_m) - B_p(28, 0)]$$

სადაც $A_p(28, 0)$ და $B_p(28, 0)$ იძებნება კონსტანტების მნიშვნელობების ტენშემცველობაზე დამოკიდებულებების ექსტრაპოლაციის გზით $W=0$ - ზე კონსტანტების აგება (A_p, B_p) $\propto W$ კოორდინატებში გვიჩვენებს რომ $B(20, 0) = 0$ -ს.

(2)-ის შეტანით (1)-ში მივიღებთ ცოცვადობის ბირთვის ახალი სახის გამოსახულებას, რომელიც ითვალისწინებს მასალების ტენშემცველობას მუდმივი ასაკისა და ტემპერატურის დროს:

$$\Pi_p(t, t_0, W) = A_p(28, 0) + \frac{W}{W_m} [A_p(28, W_m) - A_p(28, 0)] + B_p(28, W_m) \frac{W}{W_m} \cdot \lg \frac{t - t_0}{t_1} \quad (3)$$

მე-3 ფორმულით გამოთვლილი $\Pi_p(t, 28, W)$ -ს თეორიული მნიშვნელობები კარგი მიახლოებით ემთხვევა ექსპერიმენტულ მონაცემებს [5–8].

მასალების ასაკზე ცოცვადობის მახასიათებლების დასადგენად ჩატარებულია ნიმუშების გამოცდები გაჭიმვაზე.

გამოცდებოდა $t_0 = 3, 7, 14, 28, 60$ და 180 დღის ასაკის ნიმუშები. დამზადების შემდეგ, გამოცდებამდე, ნიმუშები ინახებოდა „სტანდარტულ“ პირობებში. შენახვის პროცესში დამზადებიდან ექსპერიმენტის დაწყებამდე ($0 \leq t \leq t_0 = 14$ დღე) ნიმუშების ტენშემცველობა $W(t)$ იყო ცვალებადი.

$t_0 = 3, 7$ დღის ასაკში ნიმუშების ტენშემცველობა იყო შესაბამისად 5,3 და 5,0%, ხოლო $t_0 = 14, 28, 60$ და 180 დღე ასაკის ნიმუშებისთვის $W \equiv W_m = 4, 7\%$ მასის მიხედვით. ექსპერიმენტების ბოლოს ნიმუშების ტენშემცველობა იყო ერთნაირი $W_m = 4, 7\%$ ამრიგად, ცდების განმავლობაში ($0 \leq t - t_0 \leq 180$

დღე) ნიმუშებს ჰქონდა მუდმივი ტენშემცველობა – 4,7%, გარდა $t_0 = 3$ და 7 დღის ასაკის ნიმუშებისა, რომლებშიც ცდების საწყის პერიოდში შესაბამისად $t - t_0 = 11$ და 7 დღე ტენშემცველობა კლებულობდა 4,7% - მდე.

ცხრილი 3

სხვადასხვა ასაკის კომპოზიტის კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვები დროის მიხედვით

ასაკი, თ დღე	$\Pi_p \cdot 10^6$ მგპა დროში, $t - t_0$ დღე						
	2	10	20	30	60	120	180
1	2	3	4	5	6	7	8
წვრილმარცვლოვანი ბეტონი							
3	95.5	125.5	144.4	154.4	168.9	180.0	198.0
7	69.1	95.9	108.1	114.6	127.6	140.6	148.8
14	52.5	78.1	88.1	92.0	105.0	112.5	116.9
28	44.9	66.0	75.0	82.0	90.0	98.0	104.0
60	40.0	58.0	65.0	69.0	77.0	84.1	87.5
180	36.8	46.1	53.9	55.9	63.2	70.1	72.0
ფოლადფიბრობეტონი							
3	63.9	83.0	92.6	97.8	107.8	115.7	120.9
7	49.1	63.5	70.6	74.4	80.9	87.5	91.5
14	45.1	58.5	64.6	67.4	73.1	80.0	82.6
28	37.1	52.0	57.0	60.0	66.0	71.5	74.0
60	36.0	46.1	49.9	52.5	56.9	61.4	64.0
180	32.1	38.6	42.6	45.1	49.1	53.5	56.1
ბეტონი							
3	87.8	115.0	132.2	141.2	153.9	172.4	181.0
7	63.2	87.8	99.2	105.1	116.7	128.4	136.1
14	48.2	71.1	80.3	85.1	97.0	103.8	107.9
28	42.5	62.5	71.4	77.8	85.6	93.1	98.5
60	38.0	55.1	61.5	65.1	72.8	79.3	82.5
180	33.8	42.3	49.5	51.5	58.2	64.5	66.5
ბაზალტფიბრობეტონი							
3	67.5	87.8	98.3	104.2	114.6	122.5	127.4
7	52.0	67.1	74.5	78.2	84.4	91.2	95.8
14	47.9	62.3	68.5	71.2	77.0	83.9	86.4
28	39.2	54.6	60.0	63.0	73.5	76.3	78.5
60	37.2	47.6	51.4	54.0	58.3	63.0	65.5
0	33.2	39.8	43.8	46.4	50.6	55.2	58.0

ცოცვადობის ცდებში სხვადასხვა ასაკის ნიმუშის დატვირთვა შეადგენდა შესაბამისი მრღვევი ძაბვის 0.5-ს რომლებიც თითოეული t_0 - ისთვის განისაზღვრებოდა 6 ტყუპისცალი ნიმუშის გამოცდით.

კომპოზიტების ცოცვადობის დეფორმაციების ექსპერიმენტული მონაცემებიდან განვსაზღვრავთ მასალების კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვებს $\Pi_p(t, t_0)$ თითოეული t_0 ასაკისთვის. ცოცვადობის ბირთვების გამოთვლილი სიდიდეები დროის მიხედვით მოცემულია მე-3 ცხრილში.

მე-3 ცხრილის მონაცემების ანალიზით დადგინდა, რომ ნიმუშების ასაკის მთელ დიაპაზონზე ($3 \leq t_0 \leq 180$) კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვები კარგად გამოისახება (1) ფორმულის ტიპის გამოსახულებით, რომელშიც A_p და B_p დამოკიდებულია აგრეთვე t_0 -ზე.

$\Pi_p(t, t_0)$ -ის შედარებები სხვადასხვა t_0 ასაკის დროს გვიჩვენებს, რომ ისინი მსგავსია მთელი $t-t_0$ პერიოდის განმავლობაში, გარდა პერიოდისა $t-t_0 \leq 2 \dots 4$ დღე. ამიტომ ცოცვადობის ბირთვების გამოსახულებებში წარმოიქმნება დამახასიათებელი t_1 დრო და საჭიროება რომ (1) და (3) ფორმულებში ლოგარითული წევრები ჩაითვალოს ნულად, როცა $t-t_0 \leq t_1$, ჩვენს შემთხვევაში $t_1=2$. A_p , B_p კონსტანტები და მათი დამოკიდებულება t_0 -ზე განისაზღვრება უმცირეს კვადრატთა მეთოდის გამოყენებით მე-3 ცხრილის მონაცემების საფუძველზე (1) ფორმულით. ამ კონსტანტების სიდიდეები ნიმუშების ასაკზე დამოკიდებულებით ($W \equiv W_m = 4.7\% = \text{const.}; T = 20 \pm 1^\circ C = \text{const.}$) მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ხრილი 4

$(A_p, B_p) \cdot 10^{-6}$ მგპა⁻¹ მნიშვნელობები ასაკზე დამოკიდებულებით

ასაკი, t0 დღე ასაკი, t0 დღე	წვრილმარცვლოვანი ბეტონი		ბეტონი		ფოლადფიბრობეტონი		ბაზალტფიბრობეტონი	
	A_p	B_p	A_p	B_p	A_p	B_p	A_p	B_p
3	86.0	57.2	82.6	54.9	62.3	30.2	64.8	31.5
7	66.1	42.2	63.5	40.4	48.2	22.1	50.1	23.0
14	51.7	36.3	49.6	34.9	45.3	18.9	47.1	19.7
28	45.7	29.8	43.7	28.5	39.2	17.9	40.8	18.5
60	41.3	23.9	39.6	22.8	35.7	14.5	37.1	15.2
180	32.1	20.9	31.0	20.0	28.6	14.0	29.7	14.6

მე-4 ცხრილის მონაცემების აგება ორმაგ ლოგარითულ სკალაში ($\lg A \propto \lg t_0, \dots$) გვიჩვენებს, რომ დამოკიდებულებები $\lg A \propto \lg t_0, \dots$ კარგი სიზუს-

ტით არის წრფივი. A_p და B_p კონსტანტების t_0 -ზე შესაბამისი ხარისხობრივი დამოკიდებულებები გამოითვლება გამოსახულებებით:

$$A_p(t_0) = A_p(t_{CT}) \left[\frac{t_{CT}}{t_0} \right]^{\alpha_1}; \quad B_p(t_0) = B_p(t_{CT}) \left[\frac{t_{CT}}{t_0} \right]^{\alpha_2} \quad (4)$$

(4) ფორმულაში α_1 და α_2 ხარისხის მაჩვენებლებია და მოიძებნება უმცირეს კვადრატთა მეთოდით. ჩვენს შემთხვევაში ბეტონებისთვის $\alpha_1 = \alpha_2 = 0.2$; ფიბრობეტონებისთვის $\alpha_1 = \alpha_2 = 0.15$; t_{CT} – ნიმუშების ასაკი მიღებულია სტანდარტულად. ჩვენს შემთხვევაში $t_{CT} = 28$ დღე.

(4)-ის შეტანით (3)-ში მივიღებთ ცოცვადობის ბირთვის ახალი სახის გამოსახულებას, რომელიც ითვალისწინებს კომპოზიტის ასაკს:

$$\Pi_p(t, t_0, W) = \left[\frac{t_{CT}}{t_0} \right]^{\alpha_1} \cdot A_p(t_{CT}) + \left[\frac{t_{CT}}{t_0} \right]^{\alpha_2} \cdot B_p(t_{CT}) \cdot \lg \frac{t - t_0}{t_1} \quad (5)$$

დასკვნა

(5) და (3) ფორმულების შედარება გვიჩვენებს, რომ ფორმულების ორივე ჯგუფი გამომდინარეობს ცოცვადობის ბირთვის განზოგადებული გამოსახულებიდან, რომელიც წარმოადგენს ბეტონების კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვის ახალი სახის უნივერსალურ მოდელს და ითვალისწინებს მასალების ტენზომეცველობასა და ასაკს ფიქსირებული ტემპერატურის დროს:

$$\Pi_p(t, t_0, W) = \left(\frac{t_{CT}}{t_0} \right)^{\alpha_1} \left\{ A_p(t_{CT}, 0) + \frac{W}{W_m} [A_p(t_{CT}, W_m) - A_p(t_{CT}, 0)] \right\} + \left(\frac{t_{CT}}{t_0} \right)^{\alpha_2} \left[B_p(t_{CT}, W_m) \cdot \lg \frac{t - t_0}{t_1} \right] \quad (6)$$

მე-6 ფორმულით გამოთვლილი კუმშვა-გაჭიმვის ცოცვადობის ბირთვის $\Pi(t, t_0, W)$ თეორიული მნიშვნელობები კარგად ეთანხმება ექსპერიმენტის მონაცემებს.

ლიტერატურა

1. Sakvarelidze, A. (1986). Dependence of the creep characteristics of 28-day-old steel fiber reinforced concrete at constant humidity and temperature. *Mechanics of composite materials*, 3, 440-445. (In Russian);
2. Sakvarelidze, A. (1999). *Some tasks of building composite materials*. 131 p. Tbilisi (in Russian);
3. Sakvarelidze, A. (2008). Influence of deformation velocities on strength and deformation characteristics of fiber concrete of different ages at tension. *Building*, 3(10), 83-87.;
4. Sakvarelidze, A. (2013). Influence of deformation velocities on strength and deformation characteristics of fiber concrete of different ages at tension. *Building*, 1(28), 150-153.;
5. Sakvarelidze, A. (2008). Dependence of creep nucleus on moisture containing of cement based composite materials at tension. First international conference on seismic safety problems of Caucasus region population, cities and settlements.;
6. Sakvarelidze, A. (2016). The theoretical dependence of volume creep nucleus of fine concrete, considering the moisture containment of materials. *Hydroengineering*, 1-2(21-22), 90-94.;
7. Sakvarelidze, A. (2016). Influence of moisture containment of volume creep nucleus of concrete. *Building*, 2(41), 41-45.;
8. Sakvarelidze, A. (2019). Model of steel fiber concrete of different moisture content in compression. *Building*, 2(51), 97-100.

UDC 691.32

SCOPUS CODE 2501

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-4-107-114>

Universal Model of Concretes' Compression-tension Creep Nucleus

Amiran Sakvarelidze Department of Hydrotechnics and Civil Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^b, M. Kostava str.
E-mail: a.sakvarelidze@gtu.ge

Reviewers:

A. Bagration-Davitashvili, Professor, Faculty of Construction, GTU

E-mail: a.davitashvili@gtu.ge

D. Tabatadze, Professor, Faculty of Construction, GTU

E-mail: tabatadze@gtu.ge

Abstract. The study of the rheological properties of cement-based composite materials under different conditions of loading and impact is necessary for the development of a complete theory of structural calculation and corresponding improved calculation methods.

The article examines the dependence of the rheological characteristics of concrete on the moisture content and age of the materials. Short-term and long-term (creep) tensile tests of samples of traditional (concrete, fine-grained concrete) and new (steel-fiber concrete, basalt-fiber concrete) composites have been carried out.

Specimens were saved and tested in a “standard” environment – air relative humidity $\varphi = 100\%$, temperature $T = 20 \pm 1^{\circ}C$. $t_0 = 3, 7, 14, 28, 60$ and 180-day specimens' creep were tested. $t_0 = 28$ -day specimen were received standardly.

Creep experiments duration $(t - t_0)$ was 180 days. Research data defined creep nucleus of various moisture content and age composites.

It was found that the dependence of the creep cores on the age of the materials is well reflected by the qualitative function. An image of the function is developed and the magnitude of quality indicators for composites is determined. An image showing the dependence of the core age of the compressive-tensile creep of composites was created.

As a result of the conducted research, a new type of universal model of compressive-tensile creep cores of cement-based composites was created, which takes into account the age and moisture content of the materials.

Keywords: composites; compression-tension; creep nucleus; model; moisture content; age.

განხილვის თარიღი 15.05.2022

შემოსვლის თარიღი 20.06.2022

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16.12.2022